309.504

Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények

v. kötet 1-2

ÉPÍTÉS- ÉS KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK

Szerkesztőbizottság:

BONTA JÁNOS, CZÉRE BÉLA, GÁBOR LÁSZLÓ, GRANASZTÓI PÁL,
LÁSZLÓFFY WOLDEMÁR, MAJOR MÁTÉ, POGÁNY FRIGYES,
SZABÓ JÁNOS

Technikai szerkesztő: VÁMOSSY FERENC

Szerkesztőség:

BUDAPEST, XI., MŰEGYETEM RAKPART, ÉPÍTŐIPARI ÉS KÖZLEKEDÉSI MŰSZAKI EGYETEM
K. II. 60. SZ. (ÉPÍTÉSZETTÖRTÉNETI TANSZÉK)

ÉPÍTÉS- ÉS KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK
KERETÉBEN MŰKÖDŐ
ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI, ÉPÍTÉSZETTÖRTÉNETI ÉS ELMÉLETI, HIDROLÓGIAI ÉS VÍZGAZDÁLKODÁSI
KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI ÉS TELEPÜLÉSTUDOMÁNYI
BIZOTTSÁG KÖZLÖNYE

Főszerkesztő:
DR. MIHAILICH GYŐZŐ

Szerkesztő:
MAJOR MÁTÉ

V. KÖTET 1—2. SZÁM

BUDAPEST, 1961

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

TARTALOM

Dr. Bölcskei Elemér : A szilárd testek alapvető reológiai tulajdonságairól 3
Dr. Kollár Lajos : Hajlított héj-ívek stabilitása 29
Kaliszky Sándor : Síkjukban terhelt beton és vasbeton falak teherbírásszámítása... 53
Hámory Zoltán : Összefüggés a sík csúszólapos törési és az alakváltozási elméletek között 75
Bonta János : Az építészet hovatartozása 83
Kubinszky Mihály : A vasutak építészete Európában 109
Böröcz Imre : Szivárgási feladatok megoldása trigonometrikus függvénysorokkal... 167
Dr. Ivicsics Lajos : Az invariáns mennyiségcsoportok szerepe a vízépítési kutatásban 229
Szemle 243
Könyvismertetés 279

Kiadásért felel az Akadémiai Kiadó igazgatója Műszaki szerkesztő: Pataki Ferenc
A kézirat beérkezett 1961. II. 15. — Példányszám: 700 — Terjedelem: 25·25 (A/5) papírív

61.53043 — Akadémiai Nyomda, Budapest — Felelős vezető: Bernát György

DR. BÖLCSKEI ELEMÉR, a műszaki tudományok doktora,

SZILÁRD TESTEK ALAPVETŐ REOLÓGIAI TULAJDONSÁGAIRÓL

1. A dolgozat tárgya

A reológia az anyagok különféle okokból létrejövő alakváltozásának, ill. az alakváltozás időbeli lefolyásának törvényeit vizsgálja. A vizsgált anyag szilárd, folyékony vagy gáznemű egyaránt lehet. E dolgozat csupán a szilárd testek reológiai viselkedésével foglalkozik, mert a műszaki tudományok szempontjából annak a kérdésnek a megválaszolása döntő fontosságú, hogy a szilárd testek a különféle reológiai változást előidéző okok (az idő, a feszültség, a hőmérsékletváltozás) hatására, milyen alakváltozásokat (nyúlásokat, szögtorzulásokat) szenvednek.

A szilárdságtan elsősorban a feszültségek hatására létrejövő alakváltozásokkal foglalkozik. A feszültségek és a nyúlások közötti összefüggés jellemzésére mindeddig az ún. nyúlás-feszültség diagram szolgált. Kimutatjuk, hogy az időtől független nyúlás-feszültség diagram szilárdságtani kérdések általános tárgyalására csak ideálisan rugalmas anyag esetében használható. Ezzel szemben, ha az anyag alakját külső erőhatás nélkül változtatja (pl. zsugorodik), vagy a feszültségek hatására lassú alakváltozást szenved, vagy plasztikus sajátságokkal rendelkezik, ill. remanens alakváltozásai vannak stb., akkor a nyúlások és feszültségek közötti közvetlen összefüggést az időtől is függő új kapcsolattal kell helyettesíteni.

2. Általános reológiai alapfogalmak

2.1 Reológiai változások okairól

A szilárd testek alakváltozásai általában három fő okra vezethetők vissza. Ezek az alábbiak:

a) Az anyagok önmagukban is reológiai változásokat szenvedhetnek, vagyis a terheletlen és állandó hőmérsékletű testek az időben minden külső ok nélkül is változtathatják alakjukat (pl. a beton zsugorodása, a könnyűfémötvözetek öregedése stb.). Ezen látszólag pusztán az *idő* hatására létrejövő alakváltozást a továbbiakban természetes alakváltozásnak fogjuk nevezni.

b) Közismert tény, hogy a testek a *feszültségek* hatására alakjukat megváltoztatják. A feszültségek hatására létrejövő alakváltozásnak két fajtája ismeretes. Az első a reverzibilis rugalmas alakváltozás, a második az irreverzi-

bilis alakváltozások csoportja, amelybe a remanens, a lassú, a plasztikus stb. alakváltozásokat soroljuk. Valamely test egy adott pontjában uralkodó feszültségállapot jellemzésére, az ún. feszültségtenzor (Σ) szolgál, amely a szokásos jelölésekkel

$$\Sigma = \begin{Vmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} & \tau_{xz} \\ \tau_{yx} & \sigma_y & \tau_{yz} \\ \tau_{zx} & \tau_{zy} & \sigma_z \end{Vmatrix}$$

alakú, ahol σ_x, σ_y, σ_z az x, y, z irányú normál feszültséget, míg τ_{xy}, τ_{yx}, τ_{zx} a nyírófeszültséget jelöli. A feszültségtenzor szimmetrikus, vagyis

$$\tau_{xy} = \tau_{yx};\ \tau_{xz} = \tau_{zx};\ \tau_{yz} = \tau_{zy}.$$

E tenzor egyes elemei a vizsgált pont helyzetét meghatározó x, y, z koordinátától és ha a feszültségállapot időben változó, az időtől t-től függenek, tehát a feszültségtenzor elemeinek mindegyike négy változós függvény, vagyis

$$\sigma_x = f_1(x, y, z, t);\ \tau_{xy} = f_2(x, y, z, t)\ \textit{stb.}$$

c) Ismeretes az is, hogy a testek a *hőmérsékletváltozás* hatására is megváltoztatják alakjukat. A test egyes pontjaiban az időben változó hőmérséklet (T) leírására egy szintén négyváltozós függvény szolgál, vagyis

$$T = g(x, y, z, t).$$

2.2 Az alakváltozás jellemzése

Valamely test egy adott pontjában létrejövő alakváltozásokat viszont az

$$E = \begin{Vmatrix} \varepsilon_x & \gamma_{xy} & \gamma_{xz} \\ \gamma_{yx} & \varepsilon_y & \gamma_{yz} \\ \gamma_{zx} & \gamma_{zy} & \varepsilon_z \end{Vmatrix}$$

tenzorral jellemezhetjük, ahol ε_x, ε_y, ε_z az x, y, z irányú fajlagos nyúlást, míg $\gamma_{xy} = \gamma_{yx}$, $\gamma_{xz} = \gamma_{zx}$, $\gamma_{yz} = \gamma_{zy}$ a koordináta irányok közötti eredetileg 90°-os szög torzulását jelentik. A szimmetrikus alakváltozási tenzor egyes elemei általánosságban tehát szintén négyváltozós függvények, vagyis pl.

$$\varepsilon_x = h_1(x, y, z, t);\ \gamma_{xy} = h_2(x, y, z, t)\ \text{stb.}$$

Végeredményben tehát *a különféle anyagú szilárd testek különféle okokból létrejövő alakváltozása fizikai jelenség, s mint ilyen, a test valamely pontjának térbeli helyzetét meghatározó három hosszúság-dimenziójú koordinátának, továbbá egy negyedik idő-dimenziójú koordinátának függvénye.*

2.3 A reológia alapkérdése

A reológia feladata a testek alakváltozását előidéző okok — vagyis az idő, a feszültségek és a hőmérsékletváltozás — hatására létrejövő alakváltozások meghatározása. A matematika nyelvén fogalmazva *megállapítandó a függő*

változónak tekinthető alakváltozási tenzor és a független változónak tekinthető idő, feszültségtenzor és hőmérsékletváltozás közötti kapcsolat. Szándékosan nem mondtunk függvényt, mert mint később kimutatjuk, e mennyiségek között nem az eddigi szóhasználat szerinti függvény-függvénye kapcsolat, hanem egy magasabbrendű, a továbbiakban kapcsolatnak nevezett összefüggés áll fenn. E kapcsolat független változója ui. nem csupán az egy számmal jellemezhető t idő, hanem a Σ tenzor, ill. T mennyiség időbeli változását leíró tetszés szerinti függvény is. E kapcsolat

$$E = \Phi\,[t, \psi\boxed{\Sigma}, \chi\boxed{T}\,] \tag{1}$$

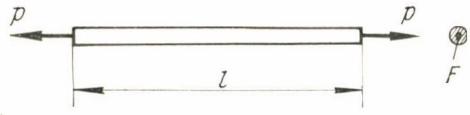
alakban írható, ahol egy új matematikai jelölést a

$$\psi\,\boxed{\Sigma}\,, \text{ ill. } \chi\,\boxed{T}$$

vezettünk be. E jellel egy olyan kapcsolatot kívánunk szimbolizálni, ahol a független változó maga egy tetszés szerinti függvény.

3. Egyenes tengelyű rudak reológiai viszonyai

Az elmondottakból is kitűnik, hogy a reológiai okok következtében létrejövő alakváltozás pontos leírása teljes általánosságban igen bonyolult. Annak érdekében, hogy a reológiai jelenségeket világosan követni tudjuk, induljunk ki az egyenes tengelyű állandó keresztmetszetű (prizmatikus) rúd egyszerű esetéből (1. ábra), és tételezzük fel a következőket:



1. ábra

a) A rúd alakját terhelés és hőmérsékletváltozás nélkül is az idő függvényében változtatja, és e változás a rúd minden pontjában azonos.

b) A rudat mindkét végén egyenlő nagyságú, de ellentétes értelmű húzó- vagy nyomóerő központosan terheli. Tételezzük fel, hogy a feszültségek eloszlása a keresztmetszet mentén egyenletesnek tekinthető, továbbá azt, hogy a rúd nyomóerő hatására bekövetkező kigörbülését súrlódásmentes támaszokkal megfelelő módon megakadályozzuk, tehát a kihajlás jelensége nem következhet be.

c) Tételezzük fel végül azt, hogy a rúd hőmérsékletváltozása egyenletes, vagyis annak minden keresztmetszetében és keresztmetszetének minden pontjában ugyanolyan nagyságú hőmérséklet uralkodik.

E feltevések következtében eredeti feladatunk lényegesen egyszerűsödik, mert a rúdban homogén lineáris feszültségi állapot uralkodik, s hőmérsékletváltozása egyenletes. Ezért, ha a keresztirányú kontrakcióra nem vagyunk tekintettel, az alakváltozás is homogén lineáris lesz, vagyis a rúd csak hossztengelyével párhuzamos alakváltozást szenved. A feszültségállapot, ill. az alakváltozási állapot jellemzésére a fenti 6—6 elemet tartalmazó tenzor helyett

egy-egy változóval leírható homogén — tehát az x, y, z koordinátáktól független — lineáris feszültségi, ill. alakváltozási állapot létesül. Ez esetben az alakváltozást előidéző feszültség egyetlen adattal (σ) s az alakváltozás ugyancsak egy adattal, a rúd tengelyével párhuzamos fajlagos nyúlással (ε) jellemezhető.

Az (1) összefüggés helyett tehát ez esetben az

$$\varepsilon = \Phi\,[t, \psi\,\boxed{f(t)}\,,\ \chi\,\boxed{g(t)}\,] \tag{2}$$

összefüggés írható fel, ahol $\Phi\ [\ ]$ az anyag minőségét kifejezésre juttató kapcsolat, míg a független változók

t = idő
$\sigma = f(t)$ = a rúdban fellépő időben változó tengelyirányú feszültség
$T = g(t)$ = a rúd időben változó hőmérséklete.

3.1 A reológiai változásokat előidéző okok leírása

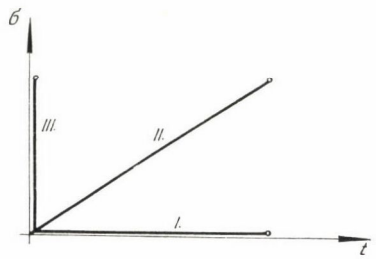
A fentiekben a reológiai változások három fő okát vizsgáltuk.

Elsőként az időt (folyó időt) említettük, amely rajtunk kívül álló egy számmal jellemezhető független változó.

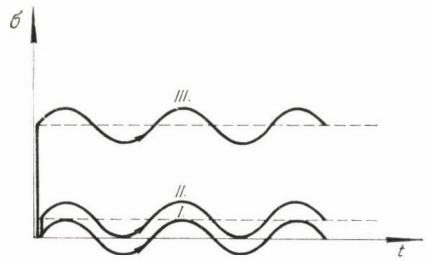
A második ok a feszültség, amelyet mi idézünk elő (pl. egy kísérletnél a szakítógépen). A feszültség változása tehát időben tőlünk függően tetszés szerint változó lehet. Egytengelyű feszültségállapot esetében a teher időbeli változását a

$$\sigma = f(t)$$

függvénnyel írhatjuk le. A továbbiakban az egyszerűbb tárgyalás érdekében kikötjük, hogy csupán olyan terhelési folyamatokkal foglalkozunk, amelyeknél a $\sigma = f(t)$ függvény előjelet nem vált. Más szóval a $\sigma = f(t)$ függvényt ábrázoló görbe teljes egészében az első tér negyedben van. A 2., 3., ill.



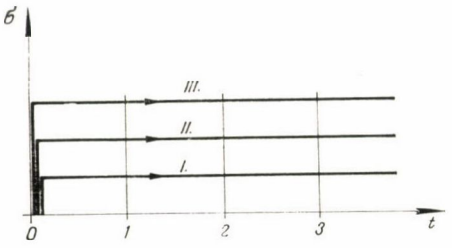
2. ábra



3. ábra

4. ábrán néhány példát mutatunk be a terhelés időbeli változtatására. A 2. ábrán az I. vonal a terheletlen rúd esetét a II. vonal egy olyan rúd esetét tünteti fel, amelynél a tehert egyenletesen, fokozatosan növeljük, míg a III. vonal elvileg végtelen kis idő alatt végrehajtott pillanatnyi terhelést jelent. A 3. ábra ugyancsak három terhelési folyamatot tüntet fel. Az I. a lengőszilárdság, a II. a lüktetőszilárdság, végül a III. adott alsó és felső határok közötti fáradás vizsgálatára alkalmas. A 4. ábrán a t tengellyel párhuzamos I., II., ill. III. vonal különböző nagyságú, de időben állandó feszültségek hatására létrejövő

lassú alakváltozás vizsgálatára használható fel. Végül utalunk a 6. ábrára, amelyen fokozatos terhelésváltozás mellett a II.-vel jelzett vonal tetszés szerinti alakú, de egyértékű $\sigma = f(t)$ görbé t — ún. terhelési folyamatot — tüntet fel.



4. ábra

A harmadik ok a hőmérsékletváltozás. Ez szintén tőlünk függ. A rúd hőmérsékletét ui. időben tetszés szerinti módon az előző bekezdésben tárgyaltakhoz hasonlóan akár lineárisan, akár görbe vonal szerint változtathatjuk, vagy állandó hőmérsékleten tarthatjuk.

A rúd hőmérséklete tehát

$$T = g(t)$$

az időtől függő egyértékű egyváltozós függvénnyel jellemezhető.

Az elmondottakból világosan kitűnik, hogy a vizsgált test valamely pontjában a reológiai változásokat előidéző okok mindegyike az idő függvényének tekinthető.

Fentiek után szükséges egy lényeges körülményre külön és hangsúlyozottan rámutatni. A képlékenységtan ugyanis egy és több paraméteres terheket ismer. Ez a megkülönböztetés indokolt akkor, ha a terheket csak erő, ill. hosszúság dimenziójú térbeli koordinátáktól tesszük függővé. (Pl. egy kéttámaszú tartó teljes hosszán működő egyenletesen megoszló teher és egy adott pontban ható P összpontos teher, abban az esetben, ha intenzitásuk egymástól függetlenül változik az eddigi felfogás szerint két paraméteres terhelés.) Ha azonban fentiek alapján figyelemmel vagyunk a terhek időbeli változására, akkor e terhek mindegyike egy közös paraméternek, az időnek lesz függvénye, s a jelenségeket ezen egyetlen paraméter, az idő függvényében tárgyalhatjuk. (Pl. a fent említett kéttámaszú tartóra működő egyenletesen megoszló terhet t_0 időponttól egyenletesen és fokozatosan növeljük, tehát $p = f_1(t)$. Majd egy adott t_1 időpontban helyezzük rá a tartóra az összpontos terhet, amelynek nagysága időben változó, tehát $P = f_2(t)$ lesz.)

Természetesen elképzelhetők olyan látszólag több paraméteres terhek is, amelyeknél nemcsak a terhek nagysága, hanem helyzete is változik. (Pl. külpontosan nyomott rúd esetében egyidejűleg növelhetjük a terhelőerő nagyságát és annak külpontosságát.) Mindkét változást az idő függvényének foghatjuk fel, s ez esetben e látszólag kétparaméteres terhelés is egy közös paraméternek, az időnek lesz függvénye.

Tehát a tartóra ható, helyüket és nagyságukat időben tetszés szerint változtató terhek mindig egy paraméteres időfüggvények; s nem ideálisan rugalmas anyagú tartók erőjátékának korrekt vizsgálata ezen egyetlen paraméter — az idő — függvényében hajtható végre.

3.2 A szilárd testek alakváltozásai

A reológia alaptörvénye szerint a valóságban minden anyagi test változó mértékben ugyan, de az összes reológiai sajátságokkal rendelkezik. További vizsgálatainkban olyan képzelt anyagokkal fogunk foglalkozni, amelyek a reológiai sajátságok közül csupán eggyel rendelkeznek, s feltételezzük, hogy az összes többi reológiai sajátságai megszűntek. Ezen anyagokat attól függően, hogy melyik reológiai sajátsággal ruháztuk fel,

ideálisan természetes alakváltozó
ideálisan rugalmas (elasztikus)
ideálisan maradó (remanens)
ideálisan lassú alakváltozó
ideálisan plasztikus
ideálisan termikus

stb. anyagoknak fogjuk nevezni.

A továbbiakban tehát ezen csak egy-egy reológiai sajátsággal rendelkező ideális anyagokat fogjuk külön-külön tárgyalni.

3.21 Ideálisan természetes alakváltozó testek

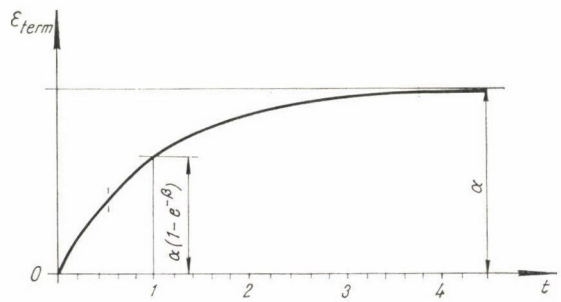
Természetes alakváltozás alatt az újonnan előállított anyagok minden külső ok nélkül létrejövő időben változó mértékű — a legtöbbször fokozatosan csökkenő — megrövidülését, ill. megnyúlását értjük. E jelenség egyes anyagoknál elhanyagolhatóan csekély mértékű (pl. fémek), míg másoknál számottevő alakváltozást idéz elő (pl. a cementhabarcs, a beton zsugorodása).

Egyenes tengelyű rúd egyszerű esetében a természetes alakváltozást az

$$\varepsilon = j(t)$$

függvénnyel írhatjuk le, ahol

j az anyagtól függő függvénykapcsolat,
t az idő pedig a független változó.



5. ábra

Például cementhabarcsnál, betonnál és rokon jellegű anyagoknál a természetes alakváltozást leíró függvény mérések alapján megállapított értéke (5. ábra)

$$\varepsilon_n = j(t) = \alpha(1 - e^{-\beta t}),$$

ahol a a $t = \infty$ időpontban fellépő fajlagos hosszváltozás
β a görbe alakjára jellemző szám.

Tehát mindkét állandó mérések útján megállapítható anyagjellemző.

3.22 Ideálisan rugalmas testek

Ideálisan rugalmas alakváltozásnak nevezzük a szilárd testek feszültség hatására létrejövő azon alakváltozását, amely az előidéző feszültség megszűnte után ugyancsak megszűnik. Tehát a test eredeti alakját visszanyeri, vagyis a tehermentesítés azonos törvényszerűség szerint zajlik le. Röviden úgy fogalmazhatjuk, hogy az ideálisan rugalmas alakváltozás teljes egészében reverzibilis. Az ideálisan rugalmas alakváltozás során a nyúlások és feszültségek között kölcsönös és egyértelmű kapcsolat áll fenn. E kapcsolat az

$$\varepsilon_r = k(\sigma)$$

egyenlettel jellemezhető, melyet grafikusan az (ε, σ) tengelykereszt síkjában egy, a koordináta-rendszer kezdőpontján átmenő diagram, az ún. nyúlás-feszültségdiagram ábrázol.

Az ideálisan rugalmas alakváltozásokra vonatkozó fenti megállapításokat változatlanul megtartva létesítsünk a nyúlások és feszültségek között ismét kölcsönös és egyértelmű kapcsolatot, de oly módon, hogy az $\varepsilon_r = k(\sigma)$ összefüggést nem közvetlenül, hanem paraméteres formában írjuk fel.

Természetes paraméterként az időt választjuk. A rúdban fellépő feszültséget az időben tetszés szerint változtathatjuk, s e változást a

$$\sigma = f(t)$$

függvénnyel írhatjuk le. Ideálisan rugalmas alakváltozás esetében a nyúlások és feszültségek között kölcsönös és egyértelmű kapcsolat áll fenn, amelyet az

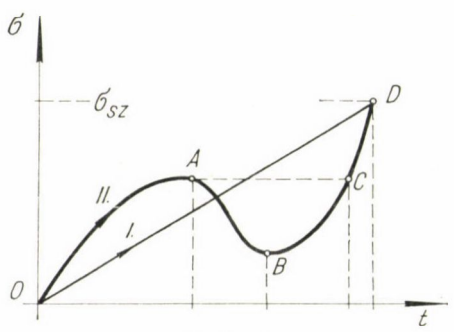
$$\varepsilon_r = k(\sigma)$$

ill. az

$$\varepsilon_r = k\,[f\,(t)]$$

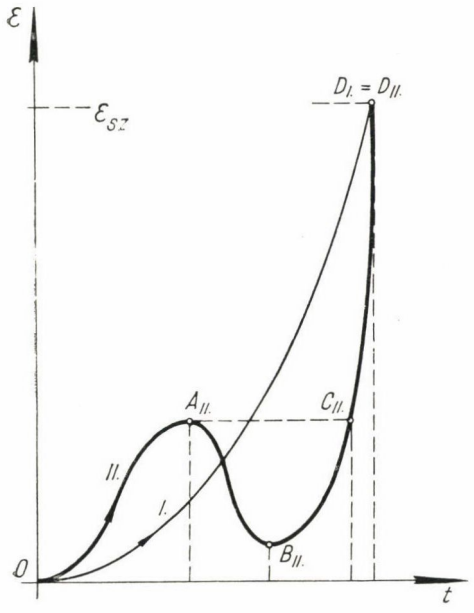
összefüggéssel írhatunk le.

Az időparaméter felhasználásával felírt összefüggést grafikusan is ábrázolhatjuk. A rúdra ható erőt — illetve ennek megfelelően a rúd keresztmetszeteiben állandónak feltételezett feszültséget — az idő függvényében fel-

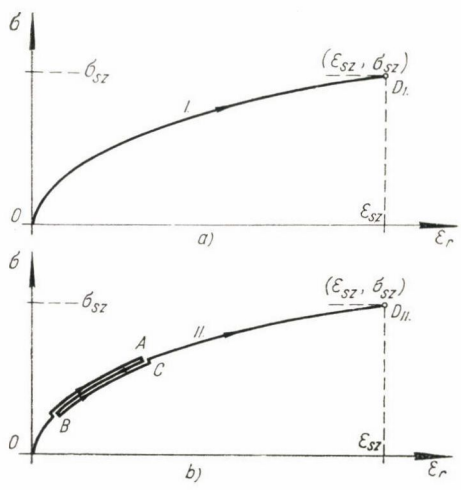


6. ábra

rajzolva a 6. ábrát kapjuk. A (t, σ) tengelykereszt síkjában rajzolt tetszés szerinti vonal egy-egy terhelési folyamatnak felel meg. A 6. ábrán rajzolt I. jelű vonal a feszültségek fokozatos és egyenletes növelését tünteti fel, míg a II. vonal esetében a feszültségek változása egy harmadrendű parabola szerint történik. A 7. ábrán e terhelési folyamatoknak megfelelően a nyúlások változását tüntettük fel a (t, ε) tengelykereszt síkjában. Ha ugyanis ismerjük az ideálisan rugalmas anyag nyúlásfeszültség diagramját, kiszámíthatjuk, ill. megszerkeszthetjük a 7. ábrán feltüntetett görbéket, melyek közül az I. az I., II. pedig a II. jelű terhelési folyamatnak felel meg.



7. ábra



8. ábra

Megjegyezzük, hogy ideálisan rugalmas anyag esetében, minthogy a nyúlások és feszültségek között kölcsönös és egyértelmű összefüggés áll fenn, a 6. ábrán levő D pontba bármilyen folyamat révén jutottunk is el, a 7. ábrán az ennek megfelelő D_{I} és D_{II} pont azonos lesz.

Megszerkeszthető e két terhelési útnak megfelelő $\varepsilon_r = k(\sigma)$ diagram is, melyet I terhelési folyamat esetében az jellemez, hogy az egész görbét csupán egyszer jártuk be (8*a* ábra). A II terhelési út esetében viszont a $B-A$, $A-B$, ill. $B-C$ szakaszon ugyanazon a vonalon járva haladtunk végig, tehát e szakaszon háromszor mentünk végig (8*b* ábra).

E tárgyalásmód esetében a rugalmassági modulus is az idő függvényeként jelentkezik. A pillanatnyi rugalmassági moduluson a feszültségek nyúlások szerinti differenciálhányadosát értjük, vagyis

$$E(t) = \frac{d\sigma}{d\varepsilon_r}.$$

A paraméteres formában megadott függvények differenciálási szabálya szerint

$$E(t) = \frac{\frac{d\sigma}{dt}}{\frac{d\varepsilon_r}{dt}} = \frac{\frac{df(t)}{dt}}{\frac{d}{dt} k\,[f(t)]} = \frac{f'}{k' \cdot f'} = \frac{1}{k'}.$$

Példa : Az elméleti rugalmasságtan olyan ideálisan rugalmas anyaggal dolgozik, amelynek nyúlás-feszültség diagramja a koordináta-rendszer kezdőpontján átmenő ferde egyenes. Ennek az ε tengellyel bezárt szöge arctg E. Ez esetben a viszonyok ugyan egyszerűbbek, de lényegében a fent általánosságban tárgyalt ideálisan rugalmas alakváltozás speciális esetéről van szó.

A terhelési folyamat

$$\sigma = f(t)$$

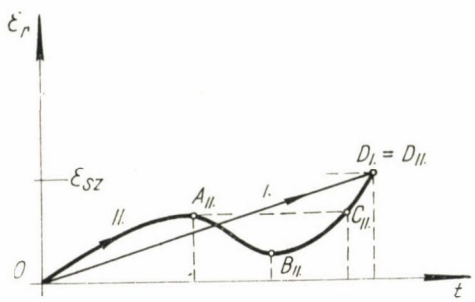
$$\varepsilon_r = k\,(\sigma) = \frac{\sigma}{E}$$

vagyis

$$\varepsilon_r = k\,[f(t)] = \frac{f(t)}{E}.$$

A rugalmassági modulus pedig

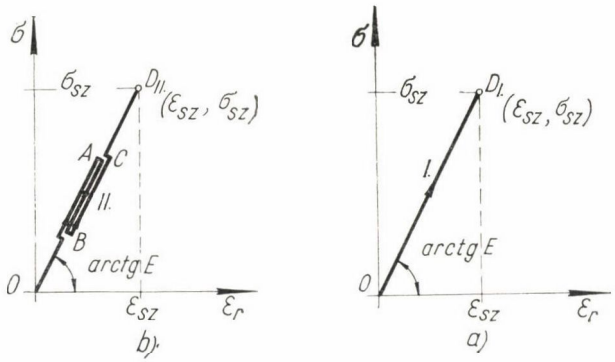
$$E(t) = \frac{1}{k'} = E = const.$$



9. ábra

Ez esetre is elkészítettük az időparaméter függvényében ugyanazon két terhelési folyamatra vonatkozó (6. ábra) fajlagos nyúlások görbéjét (9. ábra), és ábrázoltuk a 10*a*, ill. 10*b* ábrán a megfelelő nyúlás-feszültség diagramokat is.

E tárgyalásmód esetében könnyen igazolható az a közismert tény, hogy a szuperpozíció törvénye az ideálisan rugalmas anyagok közül is csupán azoknál érvényes, amelyeknek nyúlás-feszültség diagramja ferde egyenes szerint változó.



10. ábra

3.23 Ideálisan maradó alakváltozású testek

Maradó alakváltozásnak nevezzük azt a — valóságban önállóan nem létező — alakváltozást, melynek nagysága a terhelési folyamat során a rúdra működött legnagyobb feszültségtől (σ_{max}-tól) függ és az jellemzi, hogy a feszültség legnagyobb érték alá történő csökkentése, ill. teljes megszüntetése után is megmarad. Ez az alakváltozás tehát nem reverzibilis, és a nyúlások és feszültségek között már nincs kölcsönös és egyértelmű kapcsolat, hisz ez az alakváltozás nem a pillanatnyi feszültségnek, hanem a rúd terhelési folyamata alatt elért legnagyobb feszültségnek függvénye. Ez az alakváltozás az anyag legnagyobb feszültségének hatására létrejövő szerkezeti átalakulása, amelynek a szakadó nyúlás szab felső határt.

$$\varepsilon_m = l(\sigma_{max})$$

Ha ismeretes a terhelési folyamat

$$\sigma = f(t)$$

ennek alapján meghatározható a

$$\sigma_{max} = m(t)$$

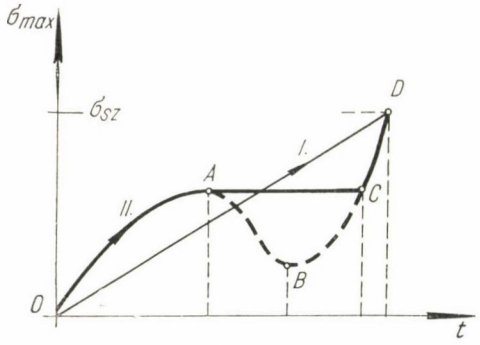
és így

$$\varepsilon_m = l\,[m(t)]$$

összefüggés.

Vizsgáljuk meg az alábbi példát. A feszültségek változása történjék ismét a 6. ábrán bemutatott I., ill. II. terhelési folyamat szerint. E terhelési folyamatokhoz tartozó könnyen megszerkeszthető σ_{max} görbéket a 11. ábra tünteti fel. Monoton növekvő terhelés esetében, azaz ha a vizsgált tartományban $\frac{d\sigma}{dt} \neq 0$ (pl. I. terhelési folyamat esetében) a σ görbe azonos a σ_{max} görbével. Olyan

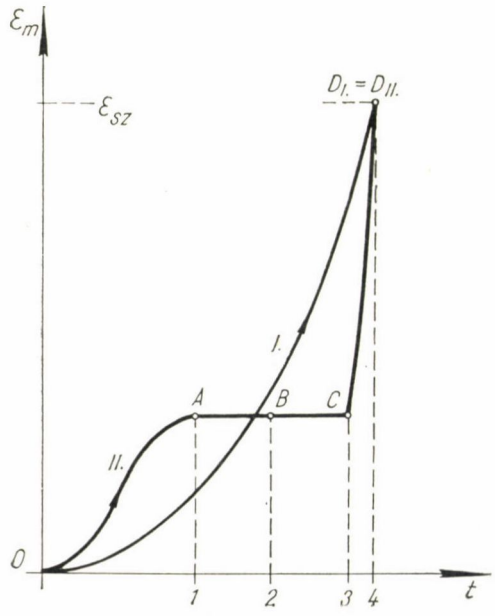
terhelési folyamatok esetében, amelyeknél ún. feszültségvölgyek is találhatók az első monoton növekvő szakaszon $\sigma_{max} \equiv \sigma$ (pl. a II. terhelési út esetében az OA szakaszon), míg a feszültségvölgyben (pl. a II. terhelési út esetében AC szakaszon) $\sigma_{max} = \sigma_A$, majd ha a feszültség max σ-t meghaladja, ismét a $\sigma_{max} \equiv \sigma$ összefüggés érvényes (pl. a II. terhelési út esetében CD szakaszon).



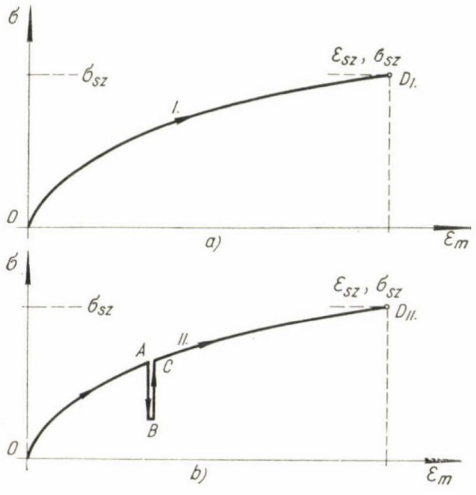
11. ábra

A feszültségvölgyben A és C pontok között tetszés szerinti, de a $\sigma \leq \sigma_A$ egyenlőtlenséget kielégítő feszültségnél σ_{max} értéke azonos. Tehát az AC szakaszon σ és ε_m mennyiségek között kölcsönös és egyértelmű kapcsolat nem áll fenn.

$\sigma_{max} = m(t)$ összefüggés ismeretében a fajlagos nyúlások időbeli változása egyértelműen meghatározható az anyagi sajátságoktól függő $\varepsilon_m = l(\sigma_{max})$ összefüggés alapján. Az eredményeket a 12. ábrán tüntettük fel.



12. ábra



13. ábra

A 13*a* ábra az I., a 13*b* ábra pedig a II. terhelési úthoz tartozó nyúlásfeszültségi diagramot mutatja, más terhelési utakhoz ismét más nyúlásfeszültség diagram tartozik. E diagramok tehát egy, a σ tengellyel párhuzamos egyenes-sereget alkotnak, amelynek differenciál egyenlete szinguláris megoldásként az $\varepsilon_m = l(\sigma)$ görbét is tartalmazza.

3.24 Ideálisan lassú alakváltozó testek

Lassú alakváltozásnak nevezzük azt a nem reverzibilis alakváltozást, amely a testre ható teher működése közben az idő függvényében jön létre. A jelenséget relaxációnak (újranyúlásnak) is nevezik.

A lassú alakváltozás sebessége egyszerű húzott rúd esetében a feszültség és az idő függvénye, vagyis

$$\frac{d\,\varepsilon_l}{dt} = n(\sigma, t)\,.$$

E függvény alakja anyagok szerint változó, de mérési eredményekből ismeretes, hogy a lassú alakváltozás sebessége első közelítésben arányos a rugalmas nyúlással és egy időben csökkenő tényezővel, mégpedig

$$\frac{d\,\varepsilon_l}{dt} = \varepsilon_r\, e^{-\beta t} = k(\sigma)\, e^{-\beta t}$$

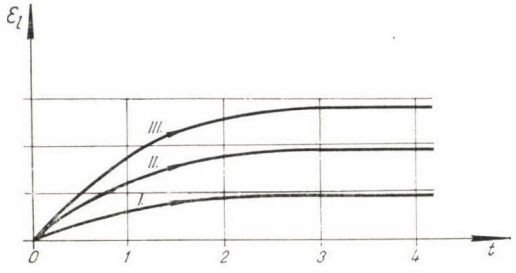
$$\varepsilon_l = \int_0^t k(\sigma)\, e^{-\beta t}\, dt = \int_0^t k\,[f(t)]\, e^{-\beta t}\, dt.$$

Példák

1. Első példaként vizsgáljuk a $\sigma = \sigma_0$ állandó feszültség esetét E rugalmassági modulusú lineárisan rugalmas anyagnál.

$$\varepsilon_l = \alpha' \frac{\sigma_o}{E}\left[-\frac{1}{\beta}\, e^{-\beta t}\right]_0^t = \frac{\alpha'}{\beta}\,\frac{\sigma_o}{E}\,[1 - e^{-\beta t}] = \alpha_o\,\frac{\sigma_0}{E}\,[1 - e^{-\beta t}].$$

E képletben $\alpha_0\sigma_0/E$ a $t = \infty$ időpontban létrejövő legnagyobb nyúlás, míg β a lassú alakváltozás lefolyási sebességére jellemző szám. Ha β nagy szám, a lassú alakváltozás hirtelen lezajlik, míg ha β kis szám, az alakváltozás igen lassan jön létre. Fenti eredmények acél és betontesteken végrehajtott mérésekkel jó egyezést mutatnak. A 4. ábrán feltüntetett terhelési utak esetében a 14. ábrán látható t, ε síkon ábrázolt görbéket kapjuk.



14. ábra

2. A lassú alakváltozással rokon, de fordított jelenség az ernyedés. Ez alatt az állandó hosszúságú feszített rúdon fellépő feszültségcsökkenést értjük. Vizsgáljuk meg egy E rugalmassági modulusú rugalmas anyag esetét.

A rugalmas nyúlás

$$\varepsilon_r = \frac{\sigma}{E}.$$

A lassú alakváltozás

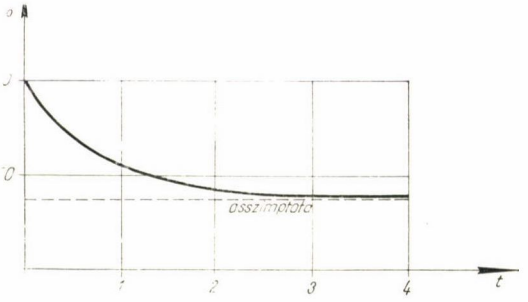
$$\varepsilon_l = \alpha \frac{\sigma}{E}(1-e^{-\beta t})$$

$$\varepsilon = \varepsilon_r + \varepsilon_l = \text{const} = \frac{\sigma}{E}\left[1 + (1-e^{-\beta t})\right]$$

és ebből

$$\sigma = \frac{E\,\varepsilon}{1+\alpha(1-e^{-\beta t})}.$$

A megfelelő görbét a 15. ábra tünteti fel.



15. ábra

Természetesen nem rugalmas anyag esetében az összefüggés jóval bonyolultabb.

Az 1. és 2. példában tárgyalt lassú alakváltozás és ernyedés között szoros kapcsolat van. Ha megállapítjuk a lassú alakváltozásra jellemző α és β állandókat, akkor fenti képlet alapján meghatározhatjuk az ernyedés során fellépő feszültségeket. Fent vázolt számítások ellenzőrzésére az ÉKME II. Hídépítéstani Tanszékének laboratóriumában 1952. évben végzett kísérletek eredményeit (Veress Sándor: „A hazai 5 mm-es különleges betonacél relaxációs jelenségei" ÉKME Tudományos Közleményei, 1956) használtuk fel.

Meghatároztuk az előhúzás nélküli huzalon a 10.500, 9.750 és a 9000 kg/cm² állandó feszültséghez tartozó lassú alakváltozási görbék egyenleteit s ezekből az α, β állandókat. Ezen állandók segítségével felírtuk az ernyedés összefüggését, és meghatároztuk a 20 óra és a 164 óra közötti ernyedés következtében előálló feszültségcsökkenést, majd ezt a mért értékekkel együtt az alábbi táblázatban tüntettük fel.

Feszültség (kg/cm²)	Feszültségesés (kg/cm²)						A mért és számított feszültségesés különbsége
	számított			mért			
	20^h	164^h	$\Delta\sigma$	20^h	164^h	$\Delta\sigma$	
9000	260	340	80	165	240	75	5
9750	317	420	103	180	266	86	17
10500	360	480	120	205	290	85	35

A legnagyobb feszültségesés különbségnek (35 kg/cm²) megfelelő nyúlás 35/2000000 = 0,0000175. Ez átszámolva 1,4 C° hőmérsékletkülönbségnek felel meg. Minthogy e mérések során a laboratóriumi hőmérséklet a feljegyzések szerint is ingadozott, e hiba a mérési pontosságon belül van. Egy másik — ilyen jellegű méréseknél elkerülhetetlen — hibaforrás az, hogy a huzal leterhelése 3 percig tart, és az első leolvasás 6 perc múlva történik, tehát a görbének éppen a legmeredekebb szakaszán nem lehet mérni. Logikus, hogy e hiba nagyobb feszültségeknél jelentkezik.

3. Ha a rúd tönkremenetele egy előre meghatározott ε_{max} értéknél következik be, kiszámítható az az idő is, amikor a $\sigma = \sigma_0$ állandó feszültséggel terhelt rúd a lassú alakváltozás miatt elszakad.

Ez esetben ugyanis

$$\sigma_0 = \frac{E\,\varepsilon_{max}}{1 + a\,(1 - e^{-\beta t})}$$

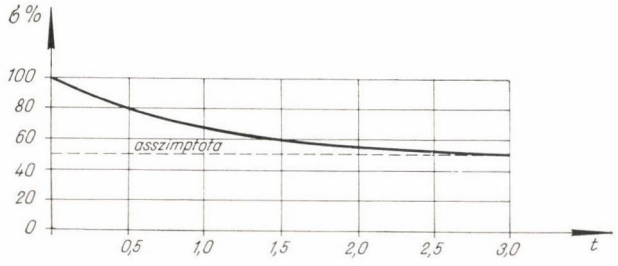
és innen

$$a\,(1 - e^{-\beta t}) = \frac{E\,\varepsilon_{max}}{\sigma_0} - 1$$

$$e^{\beta t} = \frac{1}{1 - \frac{1}{a}\left(\frac{E\,\varepsilon_{max}}{\sigma_0} - 1\right)}$$

$$t = \frac{1}{\beta} \log \frac{1}{1 - \frac{1}{a}\left(\frac{E\,\varepsilon_{max}}{\sigma_0} - 1\right)}.$$

Az eredményt a (t, σ) tengelykereszt síkjában a 16. ábra mutatja.



16. ábra

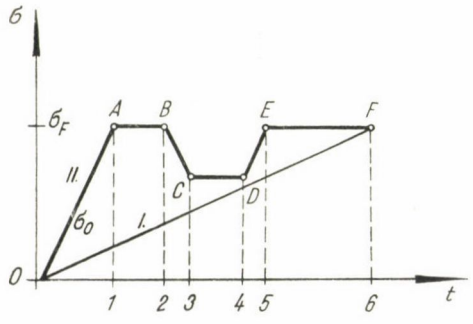
Az ábrából látható, hogy az ε_{max} nyúlást előidéző legnagyobb feszültséghez azonnali szakadás tartozik, míg ennél alacsonyabb feszültségeknél a szakadás bekövetkeztéig mindig nagyobb és nagyobb idő szükséges. Található azonban a feszültségnek egy olyan szélső értéke, amely mellett a szakadás már csak $t = \infty$ időpontban következik be.

E görbe alakja erősen hasonlít a kifáradási görbéhez, de ennél az abszcissza-tengelyen az n ismétlési szám helyett az idő szerepel, az ordináta-tengelyre pedig a fáradási feszültség van felrakva. A fárasztás sietteti a rúd tönkremenetelét, tehát az idő függvényében felrakott fáradási görbe a fárasztás amplitudójától függő mértékben mindig ezen burkoló görbe alatt fog elhelyezkedni. A felrakott görbe az anyag o amplitudójú fárasztásához tartozó speciális görbének, az asszimptóta a o amplitudójú fárasztási határnak tekinthető.

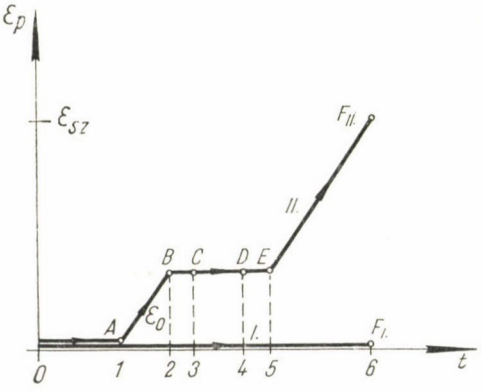
3.25 Ideálisan plasztikus testek

Az ideálisan plasztikus anyagokat az jellemzi, hogy egy megadott szélső feszültség eléréséig nyúlásmentesek, majd e határt (az ún. folyáshatárt) elérve a feszültségek növelése nélkül is növekszenek a fajlagos nyúlások.

Ennek bemutatására dolgoztuk ki a 17. ábrát, amelyen két terhelési folyamatot tüntettünk fel, mégpedig az I-gyel jelölt ferde egyenes szerinti és a II-vel jelölt tört vonalakból összerakott utat. Mindkét terhelési folyamat a t, σ sík ugyanazon F pontjába vezet. Megjegyezzük, hogy a poligonális II. jelű terhelési út helyett tetszés szerinti folytonos és differenciálható vagy folytonos és helyenként töréspontokkal csatlakozó görbe vonalat is választhattunk volna. A poligonális terhelési utat csupán a szerkesztés, ill. a számítás egyszerűsítése céljából vettük alapul.



17. ábra



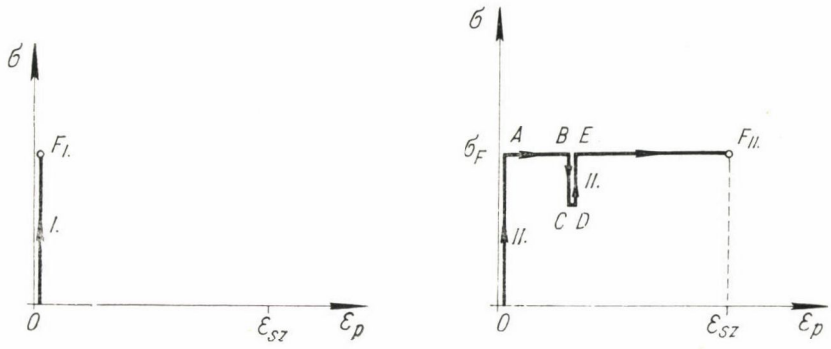
18. ábra

Ideálisan plasztikus anyagról lévén szó, legyen a nyúlás-feszültség diagram a 19. ábrán feltüntetett, s tételezzük fel, hogy az anyag az $\varepsilon = \varepsilon_{max}$ nyúlásnál tönkremegy. E diagramból kitűnik, hogy a σ_F feszültséghez tartozó nyúlások ezzel még nincsenek egyértelműen meghatározva, tehát további adatokra van szükségük. Ismeretes, hogy a folyáshatár elérésekor az anyag egy rövid ideig még teherbíró, vagyis a nyúlás e feszültség mellett is időben lejátszódó jelenség. A továbbiakban pusztán egyszerűség céljából azt az esetet

vizsgáljuk, amikor a folyáshatárnál fellépő nyúlás arányos az idővel. Vagyis tételezzük fel, hogy

$$\text{ha } \sigma = \sigma_F \qquad \varepsilon_p = \varepsilon_0 t$$

$$\text{míg ha } \sigma < \sigma_F \qquad \varepsilon_p = 0 .$$

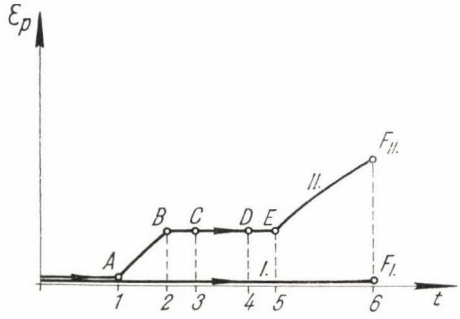


19. ábra

Ezen adatok alapján most már megszerkeszthetjük az I. és II. jelű terhelési utakhoz tartozó nyúlásokat az idő függvényében. Az eredményt a 18. ábra tünteti fel, míg a vonatkozó matematikai összefüggéseket az alábbi táblázatban állítottuk össze:

Idő-tartam	Feszültség σ	Nyúlás ε
$t_0 - t_1$	$\sigma = \sigma_0 t \leqq \sigma_F$	$\varepsilon = 0$
$t_1 - t_2$	$\sigma = \sigma_F$	$\varepsilon = \varepsilon_0 (t - t_1)$
$t_2 - t_3$	$\sigma = \sigma_F - \sigma_0 (t - t_2) \leqq \sigma_F$	$\varepsilon = \varepsilon_0 (t_2 - t_1)$
$t_3 - t_4$	$\sigma = \sigma_F - \sigma_0 (t_3 - t_2) < \sigma$	$\varepsilon = \varepsilon_0 (t_2 - t_1)$
$t_4 - t_5$	$\sigma = \sigma_F - \sigma_0 (t_3 - t_2)\, \sigma_0 (t - t_4)$	$\varepsilon = \varepsilon_0 (t_2 - t_1)$
$t_5 - t_6$	$\sigma = \sigma_F$	$\varepsilon = \varepsilon_0 (t_2 - t_1) + \varepsilon_0 (t - t_5)$

A t, σ síkon, ill. a t ε síkon ábrázolt poligonok egyenleteit, tekintettel a terhelési út poligonális voltára, csak az egyes szakaszokra lehet felírni. E felírásból



20. ábra

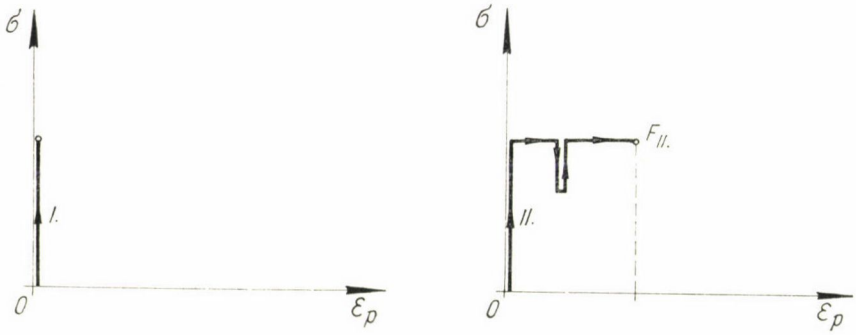
következik, hogy úgy a t, σ, mint a t, ε, valamint a σ, ε összefüggés is folytonos ugyan, de csak a tartományok középrészein differenciálható, míg a sarokpontokban az egyértelmű differenciálhatóság kritériuma nem áll fenn.

Említett ábrákból az is megállapítható, hogy a t, σ síkon azonos pontokba vezető terhelési utakhoz a t, ε síkon más-más pontok tartoznak. Döntő különbség tehát az ideálisan rugalmas és ideálisan plasztikus anyag között az, hogy a t, σ síkban feltüntetett tetszés szerinti terhelési utak azonos pontjainak ideálisan rugalmas anyag esetében a t, ε síkon is azonos pontok felelnek meg, míg ideálisan plasztikus anyagok esetében ezek a pontok általában nem azonosak.

További példaként vizsgáljuk meg azt az esetet, amelynél a folyáshatár elérésekor a nyúlások az

$$\varepsilon_p = \varepsilon_0 \, (1 - e^{-\beta t})$$

függvény szerint változnak. A terhelési utak legyenek azonosak a 17. ábrán feltüntetettel, s legyen a nyúlás-feszültség diagram is azonos a fentiekben tárgyalttal, amely a 21. ábrán látható. Ezen adatok birtokában megszerkeszthető



21. ábra

mindkét terhelési úthoz tartozó fajlagos nyúlások vonala is az idő függvényében. E vonalak azonban már nem azonosak a 18. ábrán szereplővel. Alakjukat a 20. ábra mutatja.

3.26 Ideálisan termikus anyagú testek

A felmelegedés, ill. lehűlés hatására lejátszódó jelenségek érthető és világos tárgyalása érdekében ismét a legegyszerűbb esetet vizsgáljuk. Szorítkozzunk az építő- és gépiparban használatos szilárd anyagokra, és vizsgálatainkat az itt előforduló hőmérsékleti határok között lejátszódó jelenségekre kolrátozzuk. Legyen a vizsgált test ismét egy prizmatikus rúd, amelynek alakváltozásait egyenletes hőmérsékletváltozás esetében kívánjuk követni. Tudjuk, hogy a fajlagos hosszváltozás

$$\varepsilon_{\text{hőm}} = \alpha(T, \sigma) \cdot T$$

összefüggéssel írható le, ahol

α az anyag elsősorban hőmérséklettől, feszültségtől függő tágulási együtthatója,
σ a rúd hossztengely irányú feszültsége,
T pedig a rúd hőmérséklete, amelynek időbeli változását a

$$T = g(t)$$

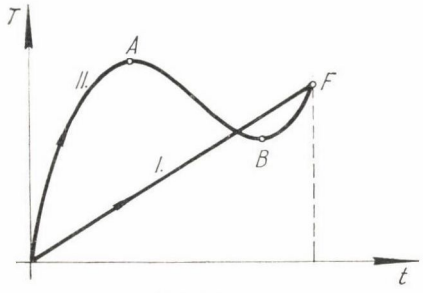
függvény írja le, vagyis

$$\varepsilon_{\text{hőm}} = \alpha\left[g(t),\ f(t)\right] g(t)\,.$$

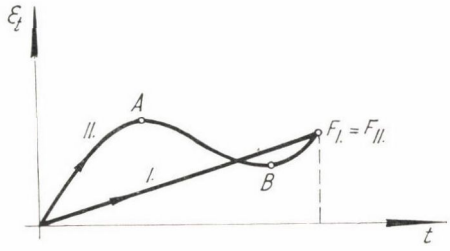
Tapasztalati tény, hogy a tágulási együttható a fent említett hőmérsékleti határok és szokásos igénybevételi viszonyok mellett állandónak tekinthető és így

$$\varepsilon_{\text{hőm}} = \alpha\, T = \alpha\, g(t)$$

alakban írható. Látjuk, hogy végeredményben a hőmérsékletváltozás hatására étrejövő alakváltozás is az idő függvényének tekinthető. Ennek bemutatására



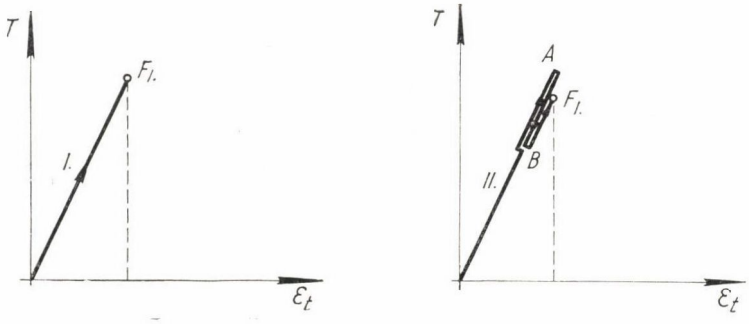
22. ábra



23. ábra

két hőmérsékletváltozási görbét, ún. „terhelési utat" a 22. ábrán mutatunk be, és az ezeknek megfelelő nyúlási görbéket a 23. ábra tünteti fel. A nyúlás-feszültség diagramhoz hasonlóan, itt nyúlás-hőmérséklet diagramot rajzolhatunk (24. ábra).

Az elmondottak alapján az is belátható, hogy ha a tágulási együttható független a hőmérséklettől, ill. a feszültségtől, a szuperpozíció törvénye érvényes. Ha azonban a tágulási együttható említett hatásoktól is függ e hatások egyszerű egymásrahalmozása nem engedhető meg.



24. ábra

4. A valóságos anyagok reológiai viselkedése

A fentiekben az egyes reológiai jelenségeket ún. ideális anyagokon külön-külön vizsgáltuk, minden esetben feltételezve azt, hogy a vizsgált alakváltozás létrejöttével egyidejűen az összes többi alakváltozás zérus. A reológia alaptörvényéből tudjuk, hogy a valóságos anyagok különböző mértékben, de az összes reológiai sajátosságokkal rendelkeznek.

Ismeretes, hogy a különféle okokból létrejövő reológiai változások nem függetlenek egymástól (pl. a vasanyag nyúlás-feszültség diagramja normál hőmérsékleten nem azonos a 600 °-on mért nyúlás-feszültség diagrammal). Egyszerűsített példánk esetében a végeredményben létrejövő nyúlást tehát általánosságban az idő (t), a feszültség (σ) és a hőmérséklet (T) időbeli változása befolyásolja, s e mennyiségek között igen bonyolult összefüggés áll fenn.

Feltételezhetjük azonban, hogy az építőiparban használatos anyagoknál az építmények élettartama alatt a szokásos igénybevételi határok, valamint az általában uralkodó hőmérsékleti viszonyok mellett, a különféle okokból létrejövő nyúlások egymásra halmozhatók, vagyis

$$\varepsilon = \varepsilon_n + \varepsilon_r + \varepsilon_m + \varepsilon_l + \varepsilon_p + \varepsilon_t$$

vagyis

$$\varepsilon = j(t) + k(\sigma) + l(\sigma_{\max}) + \int_0^t n(\sigma, t)\, dt + 0(\sigma, t) + \alpha(T, \sigma)\, T,$$

ill. az idő függvényében

$$\varepsilon = j(t) + k\left[f(t)\right] + l\left[m(t)\right] + \int_0^t n[f(t), t]\, dt + \\ + \sigma\left[f(t), t\right] + \alpha\left[g(t), f(t)\right] \cdot g(t)\ .$$

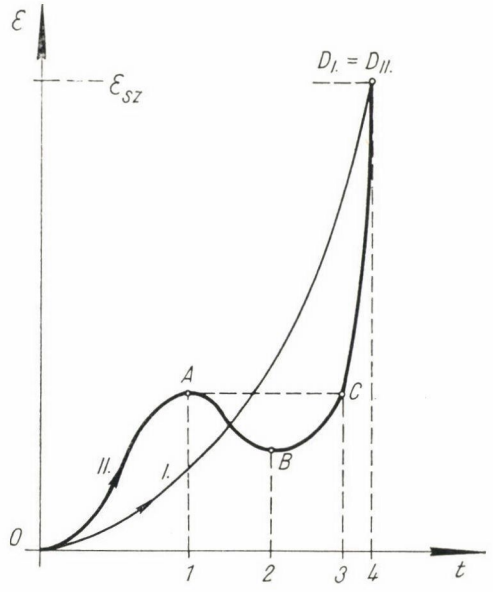
Tudjuk, hogy e feltevés közelítő, de ha ezt elfogadjuk, a valóságos anyagok viselkedését jól megközelítő összefüggéseket tudunk felírni. Ennek bemutatására dolgoztuk ki az alábbi példákat.

Ezen anyagokat attól függően, hogy mely reológiai sajátságokkal rendelkeznek, e reológiai sajátságok felsorolásával fogjuk elnevezni (pl. rugalmas-remanens-lassú alakváltozó testek).

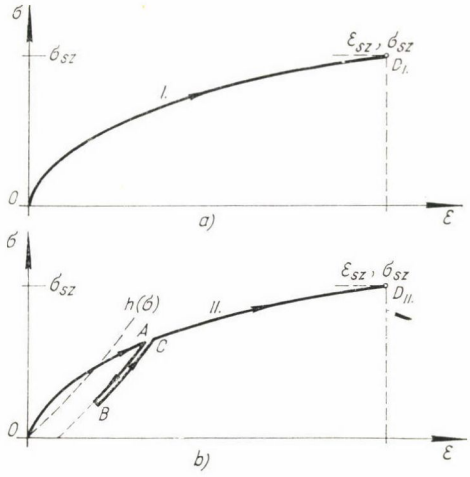
14. Rugalmas-remanens-lassú alakváltozó testek

Először vizsgáljunk egy olyan testet, amely csupán rugalmas és remanens sajátságokkal rendelkezik. Tételezzük fel, hogy az első monoton növekvő terhelés során az anyag nyúlásfeszültség diagramja a 13. ábrán megadott $l(\sigma_{\max})$ görbe szerinti. Tételezzük fel továbbá, hogy a terhelésnél, valamint a tehermentesítésnél az előbb említett $l(\sigma_{\max})$ vonal eléréséig ideálisan, de nem lineárisan, hanem egy $h(\sigma)$ vonal szerint rugalmasan viselkedik, majd monoton növekvő továbbterhelés során ismét $l(\sigma_{\max})$ vonal szerint változtatja alakját.

Az idő és a nyúlások közötti összefüggést a 25. ábrán — a fent 6. ábrán már szerepelt I. és II. terhelési folyamatnak megfelelően — tüntettük fel. A 26. ábra az I. terhelési folyamatnak megfelelő $\sigma(\varepsilon)$ diagramot mutatja, amely teljes hosszán azonos az $l(\sigma_{\max})$ vonallal. A 26*b* ábra a II. terhelési folyamatnak megfelelő $\sigma(\varepsilon)$ diagram, amely az $O-A$ és $C-D$ szakaszon azonos



25. ábra



26. ábra

a 26. ábrán feltüntetettel, míg $A-B-C$, vagyis a visszaterhelésnél és az ismételt felterhelésnél a $h(\sigma)$ összefüggés szerint változik. Tehát

$$\varepsilon_{\mathrm{I}} = l\left[f(t)\right]$$

$$\varepsilon_{\mathrm{II}} = l\left[\max f(t)\right] - h\left[\max f(t)\right] + h\left[f(t)\right].$$

Példaképpen vizsgáljuk meg a beton pillanatnyi terhelésének esetét, tehát a lassú alakváltozásra ne legyünk tekintettel. A betonnál általában elfogadott az a közelítés, hogy az első terhelés egy közel harmadfokú parabola szerint történik, míg a tehermentesítésnél a változás a kezdő érintővel párhuzamos egyenesek mentén zajlik le. Ezt az anyagot lineárisan rugalmas-remenens anyagnak nevezhetjük. Ez esetben

$$l(\sigma) = l\left[f(t)\right]$$

és

$$h(\sigma) = h\left[f(t)\right] = \frac{f(t)}{E}$$

tehát a nyúlás-feszültség diagram I. terhelési folyamat esetében

$$\varepsilon_{\mathrm{I}} = l\left[f(t)\right],$$

ill. a nyúlás-feszültség diagram a II. terhelési folyamat esetében

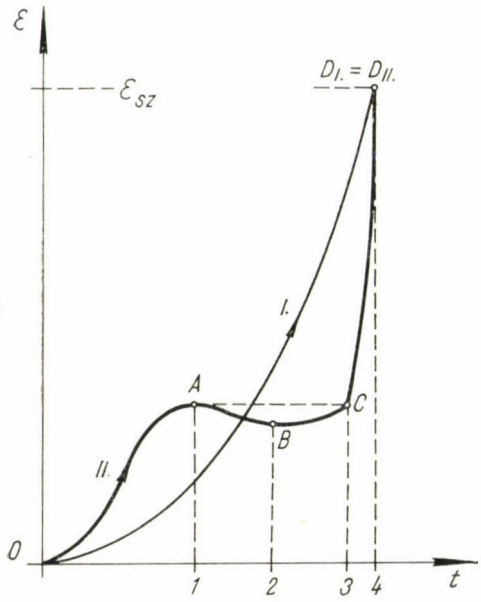
$O-A$ és $C-D$ szakaszon

$$\varepsilon_{\mathrm{II}} = l\left[f(t)\right]$$

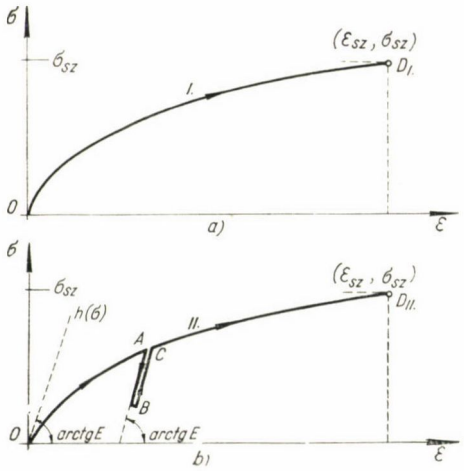
$A-D$ és $B-C$ szakaszon

$$\varepsilon_{\mathrm{II}} = l\left[\max f(t)\right] - \frac{\max f(t)}{E} + \frac{f(t)}{E}$$

egyenletekkel írható le. A 6. ábrán feltüntetett terhelési folyamatoknak megfelelő $\varepsilon(t)$ diagramot a 27. ábrán, míg a nyúlás-feszültség diagramot a 28. ábrán tüntettük fel.



27. ábra



28. ábra

Ha a lassú alakváltozást is figyelembe vesszük — tehát rugalmas-maradó-lassú alakváltozó test alakváltozásait vizsgáljuk, fenti összefüggések

I. terhelési folyamat esetében

$$\varepsilon_{\mathrm{I}} = l\left[f(t)\right] + \alpha\frac{f(t)}{E}\left(1 - e^{-\beta t}\right)$$

II. terhelési folyamat esetében

$O-A$ és $C-D$ szakaszon

$$\varepsilon_{II} = l[f(t)] + \alpha \frac{f(t)}{E}(1 - e^{-\beta t})$$

$A-D$ és $B-C$ szakaszon

$$\varepsilon_{II} = l(\max f(t)) - \frac{\max f(t)}{E} + \frac{f(t)}{E} + \alpha \frac{f(t)}{E}(1 - e^{-\beta t}).$$

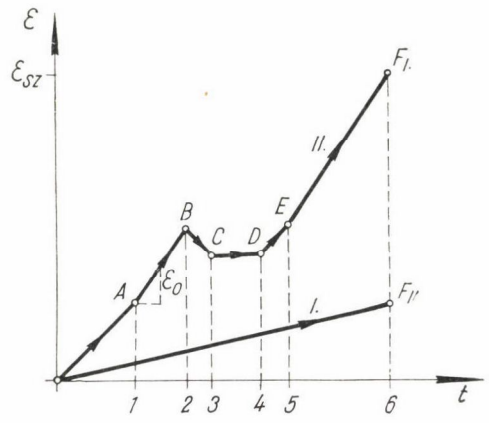
4.2 Rugalmas-plasztkius testek

Második példaként vizsgáljunk egy olyan anyagot, amely egy meghatározott feszültségnél kisebb feszültségek esetében lineárisan rugalmasan viselkedik, majd ha a feszültség a folyáshatárt eléri, plasztikus tulajdonságokat mutat.
A matematika nyelvén szólva

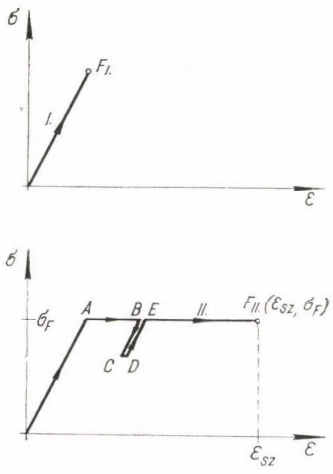
$$\text{ha} \qquad \sigma < \sigma_F \qquad \varepsilon = \frac{\sigma}{E}.$$

$$\text{míg ha } \sigma = \sigma_F \qquad \varepsilon = \varepsilon_0 t.$$

Ennek bemutatására dolgoztuk ki a 29. ábrát, amelyen a 17. ábrán feltüntetett I. és II. jelű terhelési folyamathoz tartozó nyúlásokat az idő függvényében ábrázoltuk. A 30. ábra a két terhelési folyamathoz tartozó nyúlás-feszültség diagramot mutatja.



29. ábra



30. ábra

Ezekből az ábrákból is kitűnik, hogy a (t, σ) síkon rajzolt két terhelési folyamat görbe F metszéspontjához a (t, ε) síkon két képpont, az F_I, ill. F_{II} felel meg.

A megfelelő matematikai összefüggéseket szakaszosan felírva az alábbi táblázatban állítottuk össze:

Időtartam	Feszültség σ	Nyúlás ε
$0 - t_1$	$\sigma = \sigma_0 t < \sigma_F$	$\varepsilon = \frac{\sigma_0}{E} t$
$t_1 - t_2$	$\sigma = \sigma_F$	$\varepsilon = \frac{\sigma_0}{E} t_1 + \varepsilon_0 (t - t_1)$
$t_2 - t_3$	$\sigma = \sigma_F - \sigma_0 (t - t_2) < \sigma_F$	$\varepsilon = \frac{\sigma_0}{E} t_1 + \varepsilon_0 (t_2 - t_1) - \frac{\sigma_0}{E} (t - t_2)$
$t_3 - t_4$	$\sigma = \sigma_F - \sigma_0 (t_3 - t_2) < \sigma_F$	$\varepsilon = \frac{\sigma_0}{E} t_1 + \varepsilon_0 (t_2 - t_1) - \frac{\sigma_0}{E} (t_3 - t_2)$
$t_4 - t_5$	$\sigma = \sigma_F - \sigma_0 (t_3 - t_2) + \sigma_0 (t - t_4) < \sigma_F$	$\varepsilon = \frac{\sigma_0}{E} t_1 + \varepsilon_0 (t_2 - t_1) - \frac{\sigma_0}{E} (t_3 - t_2) + \frac{\sigma_0}{E} (t - t_4)$
$t_5 - t_6$	$\sigma = \sigma_F$	$\varepsilon = \frac{\sigma_0}{E} t_1 + \varepsilon_0 (t_2 - t_1) - \frac{\sigma_0}{E} - (t_3 - t_2) + \frac{\sigma_0}{E} (t_5 - t_4) + \varepsilon_0 (t - t_5)$

A leírt rugalmas-plasztikus anyagot legjobban a folytacél közelíti meg, ha az utószilárdulás jelenségére a műszaki gyakorlatban általánosan elfogadott közelítésnek megfelelően nem vagyunk tekintettel.

5. Összefoglalás

Az elmondottak alapján a képlékenységtan, a lassú alakváltozás stb. ismert jelenségei más oldalról nyernek megvilágítást, és néhány új megállapítást is tehetünk. Ezek a következők:

1. A különféle anyagú szilárd testek különféle okokból létrejövő alakváltozása fizikai jelenség, s ezért a test valamely pontjának térbeli helyzetét meghatározó három koordinátán kívül általában egy negyedik koordinátának, az időnek is függvénye.

Kimutattuk azt is, hogy a reológiai változások időtől független tárgyalása csak ideálisan rugalmas anyagok esetében lehetséges. A természetes alakváltozó, maradó alakváltozó, lassú alakváltozó, plasztikus alakváltozó stb. testek alakváltozásai az időtől függetlenül nem tárgyalhatók. Ideálisan rugalmas anyag a valóságban nincs, mert a reológia közismert alaptörvénye szerint az anyagok mindegyike különböző mértékben ugyan, de az összes reológiai sajátságokkal rendelkezik. Tehát a valóságos testek statikai és szilárdságtani problémái pontosan csak az idő függvényében írhatók fel.

Például a nem ideálisan rugalmas anyagú nyomott rúd statikai problémája — vagyis az ún. kihajlás jelensége — a terhelési folyamatnak vagy másképpen az időnek függvénye. A nyomott rudak közismert differenciál-egyenletében az idő nem szerepel, s így ez nem írhatja le pontosan a jelenséget. E differenciálegyenletet tehát módosítani kell olyképpen, hogy ebben a jelenleg is alkalmazott független változók mellett új független változóként az idő is szerepeljen.

2. A képlékenységtan szerint a terhelések egy, ill. több paraméteresek lehetnek. Ha bevezetjük az idő-paramétert, logikai megfontolások alapján is könnyen belátható, hogy több paraméteres teher nincsen, mert egy adott pillanathoz egy és csakis egy teherállás tartozhat. Valamely tartóra működő, különböző jellegű (összpontos, megoszló) és különböző helyzetű terhek mindegyikét az idő függvényében lehet definiálni, és ez esetben valamely meghatározott időponthoz egy és csakis egy meghatározott teherállás tartozhat. Az elmondottak értelemszerűen vonatkoztathatók az esetleges hőmérsékletváltozásra is.

3. Az ideálisan plasztikus, illetve rugalmas plasztikus anyagok nyúlás-feszültség diagramjában az ε tengellyel párhuzamos vonalszakaszhoz egy meghatározott feszültség (a folyási feszültség) tartozik, de a folyási feszültséghez tartozó nyúlás viszont az eddigi szemlélet szerint nem volt definiálva. Ha az időparamétert bevezetjük, a nyúlások és feszültségek között ilyen anyagoknál is kölcsönös és egyértelmű kapcsolatot tudunk létesíteni.

4. A nyúlás-feszültség diagram segítségével pontosan csupán az ideálisan rugalmas anyagok statikai és szilárdságtani problémáit lehet vizsgálni. Ha az anyag nem ideálisan rugalmas, akkor a nyúlások és feszültségek között egy új, az időtől is függő kapcsolatot kell létesíteni. Ilyen esetekben a feladat a vizsgált testre működő — az időben tetszés szerint változó — terhelési folyamat függvényében meghatározni az ugyancsak időben változó alakváltozást.

A dolgozatban részletesen tárgyalt homogén és lineáris feszültség, ill. nyúlás esetét vizsgálva azt mondhatjuk, hogy a t, σ síkon a koordinátarendszer kezdőpontján áthaladó, tetszés szerinti vonalhoz a t, ε síkon egy megfelelő másik vonalat kell rendelni. Ha e vonalat mérések vagy számítások útján tetszés szerinti terhelési folyamathoz meg tudjuk határozni, akkor jutottunk el ahhoz az összefüggéshez, amellyel az ideálisan rugalmas anyagok esetében alkalmazott nyúlás-feszültség diagram helyettesíthető.

E kapcsolat az ideálisan rugalmas anyagok esetében függvény függvényeként írható le, míg minden más esetben ez összefüggés jóval bonyolultabb, mert — amint láttuk — a t, ε síkon rajzolandó görbe nem csupán a terhelési folyamatnak, hanem a terhelési folyamat különböző rendű differenciálhányadosainak, ill. integráljainak, továbbá esetleg ezek teljes összességének függvénye lesz.

5. E bonyolultabb kapcsolat leírásához az anyag összes reológiai sajátságait ismerni kell. Valamely anyag szilárdságtani jellemzésére

a) Ideálisan és lineárisan rugalmas anyagok esetében a rugalmassági modulus és a Poisson-féle szám elegendő.

b) Ideálisan, de nem lineárisan rugalmas anyagok esetében a nyúlás-feszültség diagram egyenlete elegendő.

c) Nem ideálisan rugalmas anyagok esetében a nyúlás-feszültség diagramot az első terheléshez tartozó maradónyúlás-diagrammal kell helyettesíteni, s meg kell adni a leterheléshez tartozó alakváltozások függvényeit, s ha ez nem azonos a felterheléshez tartozóval, akkor ez utóbbit is.

Ezen felül meg kell határozni az esetleges

természetes alakváltozást
lassú alakváltozást
plasztikus alakváltozást stb.

leíró függvényeket is.

Látható, hogy ha elfogadjuk a bevezetőben említett szűkebb feszültségi és hőmérsékleti határok között közelítően érvényes addició — sok egyszerűsítést lehetővé tevő — elvét, akkor is nehéz és bonyolult összefüggésekre jutunk. Ezek elméleti és kísérleti úton történő további tisztázása még nehéz és hosszadalmas kutatómunkát igényel.

6. A mérnöki gyakorlatban kiterjedten alkalmazott hatásábrák megmutatják, hogy valamely tartó egy adott keresztmetszetében fellépő igénybevételek a tartón vándorló egységnyi erő hatására hogyan változnak. Az időparaméter bevezetésével a hatásábra fogalma így definiálható: A hatásábra a tartón állandó sebességgel mozgó egységnyi erő hatására fellépő igénybevételek időbeli változása.

Végeredményben kimutattuk, hogy az időparaméter bevezetése a statika és a szilárdságtan egyes kérdéseinek vizsgálatánál szükségszerű, míg másoknál a jelenségek egyszerűbb és áttekinthetőbb tárgyalását teszi lehetővé. Tehát az időparaméter szélesebb körű alkalmazása sok esetben nélkülözhetetlen, de minden esetben ésszerű és hasznos.

A kézirat beérkezett 1960. június 28-án.

DR. KOLLÁR LAJOS, a műszaki tudományok kandidátusa.

HAJLÍTOTT HÉJ-ÍVEK STABILITÁSA

1. Bevezetés

E dolgozatban vékony, peremükön nem merevített, szimmetrikus keresztmetszetű rugalmas ívtartókkal („héj-ívekkel") foglalkozunk, lásd az 1. ábrát. Célunk: tisztázni a héj-ívek viselkedését hajlító igénybevétel hatására.

„Központosan nyomott héj-ívek stabilitása" c. dolgozatunkban [2] levezettük a héj-ívre ható M hajlítónyomaték és a χ görbületváltozás között fennálló összefüggést. Ez tetszőleges szimmetrikus keresztmetszetű héj-ívre érvényes, a következő megszorításokkal:

Az ív keresztmetszete elég *lapos* ahhoz, hogy a keresztmetszet ds ívelemét dx vízszintes vetületével helyettesíthessük, és a Poisson-szám zérus.

A levezetések pontosan véve csak *állandó hajlítónyomatékkal* terhelt, *állandó keresztmetszetű*, körvonal tengelyű ív esetére vonatkoztak (1. ábra), de az eredmények jó közelítéssel érvényesek *változó hajlítónyomaték*, *változó hosszirányú görbületi sugár* és *változó ívkeresztmetszet* esetére is, ha ezek a változások nem hirtelenek.

[2]-ben meghatároztuk az $M(\chi)$ görbe kezdeti érintőjét, s ez lehetővé tette a központosan nyomott héj-ív kritikus nyomóerejének meghatározását. Most ki fogjuk számítani a *teljes* $M(\chi)$ *görbét*, s ezzel végig tudjuk követni a héj-ív viselkedését egészen addig, míg a hajlítónyomaték egy bizonyos M_{krit} értékénél a héj elveszti stabilitását, és tiszta hajlításra kihajlik. Ezután a gyakorlati méretezéshez szükséges egyéb mennyiségek számításával fogunk foglalkozni (hosszirányú feszültségek, keresztirányú lemeznyomatékok), végül kitérünk nyomással egyidejű hajlítás esetén a stabilitás vizsgálatára.

2. *Az* $M(\chi)$ *görbe*

2.1. Az alapegyenlet. Az előző dolgozatban levezettük ([2] (25) képlet), hogy egy állandó (de egyébként tetszőleges) keresztmetszetű, hosszirányban körív-tengelyű, két végén erőpárral terhelt héj-ív (1. ábra) hosszirányú χ görbületváltozása és a ráható M nyomaték a következőképpen függ össze:

$$\frac{M}{E\cdot\chi} = h\cdot\int_{-b}^{+b} z_0^2\cdot dx + \frac{h}{R\cdot\chi}\cdot\int_{-b}^{+b} z_0\cdot w\cdot dx + h\cdot\int_{-b}^{+b} z_0\cdot w\cdot dx + \frac{h}{R\cdot\chi}\cdot\int_{-b}^{+b} w^2\cdot dx. \quad (1)$$

Itt h a héj vastagsága

b a héjkeresztmetszet fél szélessége

E a héj anyagának rugalmassági modulusa

R_0 az ívtengely eredeti görbületi sugara

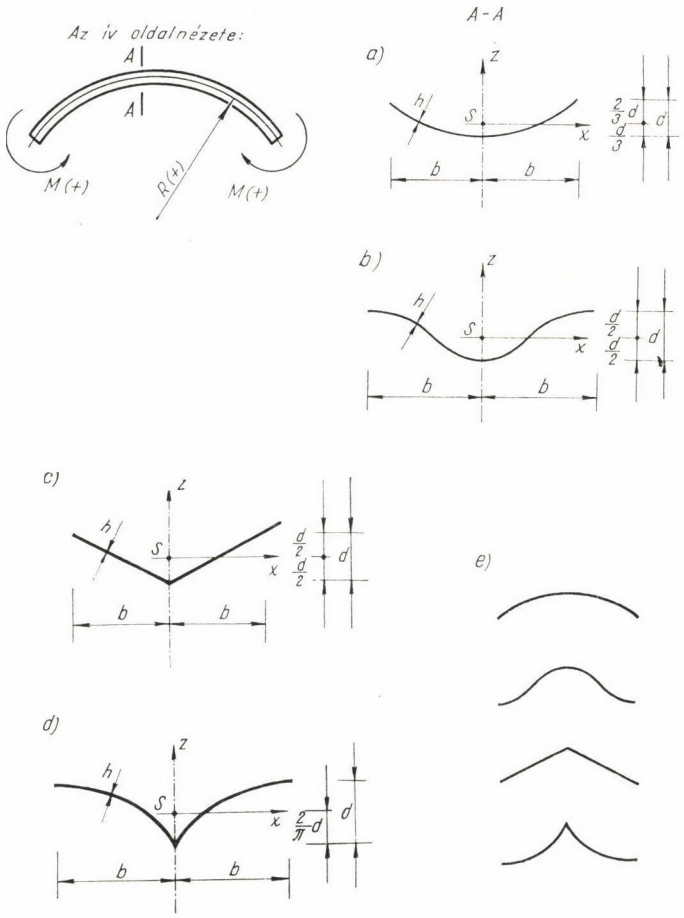
R az ívtengely alakváltozás utáni görbületi sugara

$\chi = \frac{1}{R} - \frac{1}{R_0}$ az ívtengely hosszirányú görbületváltozása (2)

$z_0(x)$ a héjkeresztmetszet eredeti alakja az 1. ábrán feltüntetett koordináta-rendszerben

$w(x)$ a héjkeresztmetszet alakváltozása (függőleges eltolódása), részletesen l. [2]-ben.

M, R, z, az 1. ábrán vázolt értelemben pozitívak. w akkor pozitív, ha $+z$-vel egyező irányú. $+\chi$ a pozitív M-nek megfelelő görbületváltozás.



1. ábra

A nyomaték és a görbületváltozás közti (1) összefüggést a [2]-ben *körívkeresztmetszetre* részletesen levezetett eredmények felhasználásával a (20) alakra fogjuk hozni, majd (20) összefüggést a gyakorlati számítás megkönnyítése céljából a 2/0—4 ábrákon ábrázoljuk. A görbék tetőpontja adja meg a kritikus nyomatékot.

2.2. *Körív keresztmetszetű ív $M(\chi)$ görbéje*

[2]-ből tudjuk [(31), (21), (32), (22), (35) és (13) képletek], hogy a keresztmetszet alakja (1*a* ábra):

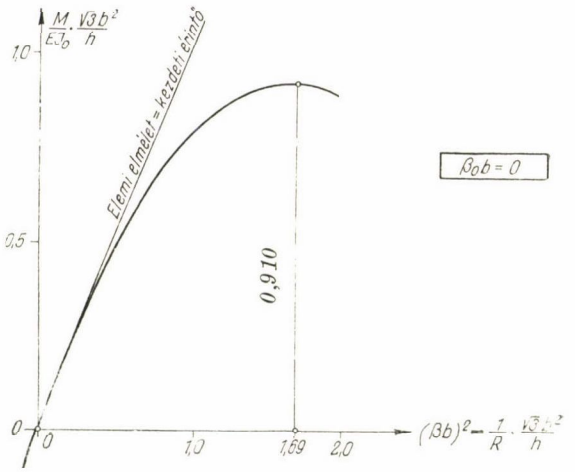
$$z_0 = d \cdot \left(\frac{x^2}{b^2} - \frac{1}{3} \right) \tag{3}$$

(d a keresztmetszet magassága),
a keresztmetszet deformációja pedig:

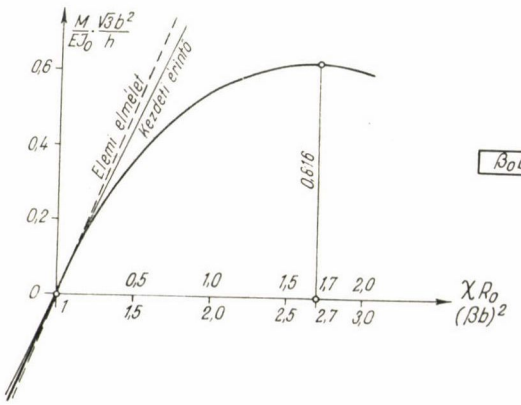
$$w = w_1 + w_0 \tag{4}$$

$$w_1 = - R \cdot \chi \cdot z_0 \tag{5}$$

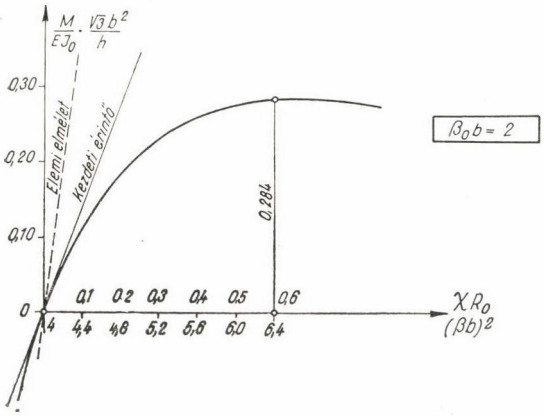
$$w_0 = d \cdot R \cdot \chi \, (Z_A \cdot ch\, \beta x \cdot \cos \beta x + Z_B \cdot sh\, \beta x \cdot \sin \beta x) \, . \tag{6}$$



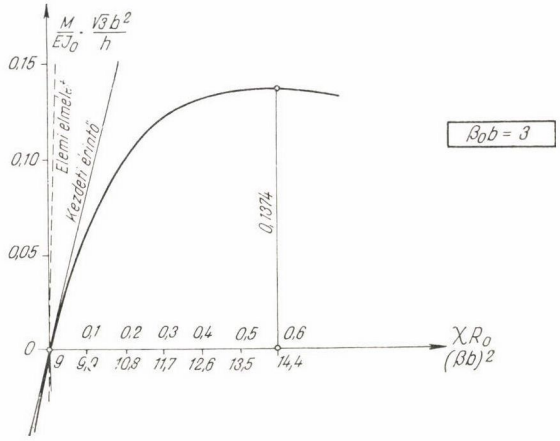
2/0. ábra



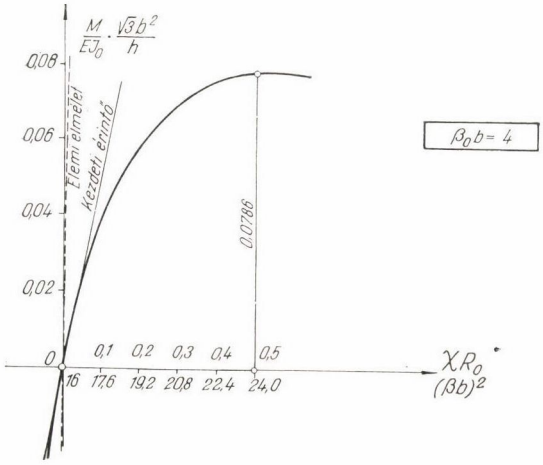
2/1. ábra



2/2. ábra



2/3. ábra



2/4. ábra

Itt Z_A és Z_B integrálási állandók [2] (33) és (31) szerint;

$$\beta = \frac{\sqrt[4]{3}}{\sqrt{h \cdot R}} = \frac{1{,}316}{\sqrt{h \cdot R}} \tag{7}$$

pedig a héj geometriájára jellemző paraméter. (4) és (5) összefüggést, valamint χ definícióját (2) felhasználva (1) alapegyenletünk körív-keresztmetszet esetére a következő egyszerűbb alakba írható:

$$\frac{M}{E \cdot \chi} = \frac{h}{R_0 \cdot \chi} \cdot \int_{-b}^{b+} z_0 \cdot w_0 \cdot dx + \frac{h}{R \cdot \chi} \cdot \int_{-b}^{+b} w_0^2 \cdot dx \,. \tag{8}$$

(8) *jobboldalának első tagja* [2] (37*b*) képletével egyezik meg, egy R/R_0 tényezőtől eltekintve:

$$\frac{h}{R_0 \cdot \chi} \cdot \int_{-b}^{+b} z_0 \cdot w_0 \cdot dx = \frac{R}{R_0} \cdot J_1 = \frac{R}{R_0} \cdot \gamma_1 \cdot J_0 \,. \tag{9}$$

Itt

$$J_0 = h \int_{-b}^{+b} z_0^2 \cdot dx = 0{,}1778\, h \cdot d^2 \cdot b \tag{10}$$

a keresztmetszet elemi inercia nyomatéka: [2] (36)
J_1 a keresztmetszet hatékony inercianyomatéka: [2] (39) és [2] II. táblázat.

$$\gamma_1 = J_1/J_0 \qquad \text{l.: [2] 11. ábráját}$$

$$\gamma_{1\ \text{közelítő}} = \frac{1}{1 + 0{,}120 \cdot (\beta b_b)^4} \,. \tag{11}$$

(8) *jobboldalának második tagja* (6) felhasználásával a következőképpen alakul:

$$\frac{h}{R \cdot \chi} \int_{-b}^{+b} w_0^2 \cdot dx = R \cdot \chi \cdot h \cdot d^2 \int_{-b}^{+b} (Z_A \cdot ch\, \beta x \cdot \cos \beta z + Z_B\, sh\, \beta x \cdot \sin \beta x)^2 \cdot dx =$$

$$= \frac{R \cdot \chi \cdot h \cdot d^2 \cdot b}{4 \beta b} \Bigg\{ Z_A^2 \left(\frac{sh\, 2\beta b \cdot \cos 2\beta b + ch\, 2\beta b \cdot \sin 2\beta b}{2} + \right.$$

$$\left. + sh\, 2\beta b + \sin 2\beta b + 2\beta b \right) + Z_A \cdot Z_B\, (ch\, 2\beta b \cdot \sin 2\beta b - sh\, 2\beta b \cdot \cos 2\beta b) +$$

$$+ Z_B^2 \left(\frac{-sh\, 2\beta b \cdot \cos 2\beta b - ch\, 2\beta b \cdot \sin 2\beta b}{2} + sh\, 2\beta b + \sin 2\beta b - 2\beta b \right) \Bigg\}. \tag{12}$$

(12)-ből kiemeljük $R \cdot \chi \cdot J_0$-t (lásd a (10) képletet), s a többi, csak βb-től függő kifejezést γ_2-vel jelöljük. Így (12) a következő egyszerű alakot ölti:

$$\frac{h}{R \cdot \chi} \int_{-b}^{+b} w_0^2 \cdot dx = R \cdot \chi \cdot J_0 \cdot \gamma_2 . \tag{13}$$

γ_2-nek különböző βb-khez tartozó számértékeit az I. táblázatban adjuk meg.

A további számításokhoz célszerű γ_2-re *egyszerű közelítő képletet* felállítani, hogy így bármely βb-re könnyen ki tudjuk számítani γ_2-t:

$$\gamma_{2\ \text{közelítő}} = \frac{1}{1 + 0{,}160(\beta b)^4 + 0{,}084\,(\beta b)^6} . \tag{14}$$

$\gamma_{2\ \text{közelítő}}$ értékeit az I. táblázatban tüntettük fel. Nagyobb βb-knél $\gamma_{2\text{közelítő}}$ értéke érezhetően eltér a pontostól, de ez a kritikus nyomaték értékét gyakorlatilag nem befolyásolja, vö. a (32*b*) képlethez fűzött megjegyzéssel.

A nyomaték és a görbületváltozás közötti (8) összefüggés tehát (9) és (13) felhasználásával a következő egyszerű alakba írható:

$$\frac{M}{E \,.\, J_0 \,.\, \chi} = \frac{R}{R_0} \gamma_1 + R \cdot \chi \cdot \gamma_2 . \tag{15}$$

(15)-ben a görbületváltozást három változó képviseli: R, χ, valamint γ_1-ben és γ_2-ben βb. E három változó helyett a dimenzió nélküli $\chi \cdot R_0$ változót vezetjük be. A (15)-ben szereplő változókat tehát kifejezzük $\chi \cdot R_0$-val. (2)-t figyelembe véve:

$$R = \frac{R_0}{\chi \,.\, R_0 + 1} \tag{16}$$

(7) és (16) alapján

$$\beta b = \frac{\sqrt[4]{3} \,.\, b}{\sqrt{h \,.\, R_0}} \sqrt{\chi \,.\, R_0 + 1} = \beta_0 \,.\, b \,.\, \sqrt{\chi \,.\, R_0 + 1} \tag{17}$$

ha az R_0-hoz tartozó βb-t $\beta_0 b$-vel jelöljük. Így

$$\gamma_{1\ \text{közelítő}} = \frac{1}{1 + 0{,}120\ (\beta_0 b)^4 \cdot (\chi \cdot R_0 + 1)^2} \tag{18}$$

$$\gamma_{2\ \text{közelítő}} = \frac{1}{1 + 0{,}160\ (\beta_0 b)^4 \cdot (\chi \cdot R_0 + 1)^2 + 0{,}084\ (\beta_0 b)^6 \cdot (\chi R_0 + 1)^3} \tag{19}$$

Így (15) a következő alakba írható (ha az egyenlet mindkét oldalát $\frac{\sqrt{3} \cdot b^2}{h} =$ $= R_0(\beta_0 b)^2$-tel szorozzuk):

$$\frac{M}{EJ_0} \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot b^2}{h} = \chi \cdot R_0\,(\beta_0\, b)^2 \left[\frac{1}{\chi \cdot R_0 + 1} \gamma_1 + \frac{\chi \cdot R_0}{\chi \cdot R_0 + 1} \gamma_2 \right]. \tag{20}$$

(20) áttekinthetőbb alakban adja meg az összefüggést az ívre ható M hajlítónyomaték és a χ görbületváltozás között. Paraméterként szerepelnek a kifejezésben az ív eredeti R_0 görbületi sugara, valamint az ív eredeti alakjára vonatkozó $\beta_0 b$ geometriai paraméter. A kettő egymásba (7) alapján az

$$R_0 = \frac{\sqrt{3} \cdot b^2}{h \cdot (\beta_0 b)^2} \tag{21}$$

képlettel számítható át. (20) alakjának további előnye, hogy mindkét oldala dimenzió nélküli, s $\beta_0 b = 0$ ($R_0 = \infty$) esetre is könnyen lehet értelmezni.

(20)-ból láthatjuk, hogy az $M(\chi)$ görbe *kezdeti* ($\chi = 0$ ponthoz tartozó) *érintőjének* egyenlete:

$$\frac{M}{E \cdot J_0} = \chi \cdot \gamma_1 , \tag{22}$$

az *elemi szilárdságtan* szerinti $M(\chi)$ összefüggést pedig akkor kapnánk, ha $\gamma_1 = 1$ lenne:

$$\frac{M}{E \cdot J_0} = \chi . \tag{23}$$

Eredetileg egyenes héj esetén ($R_0 = \infty$; ill. $\beta_0 b = 0$): $\chi = 1/R$; ezenkívül (20) jobboldalán a zárójelben szereplő első tag zérus, a második tag pedig γ_2. Végül (21) szerint:

$$R_0 (\beta_0 b)^2 = \frac{\sqrt{3} \cdot b^2}{h} ,$$

tehát

$$\frac{M}{E \cdot J_0} \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot b^2}{h} = \frac{1}{R} \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot b^2}{h} \cdot \gamma_2 . \tag{24}$$

A görbület jellemzésére

$$\chi = \frac{1}{R}$$

helyett itt célszerűbb a dimenzió nélküli βb változót bevezetni. (7) alapján

$$\frac{M}{E \cdot J_0} \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot b^2}{h} = (\beta b)^2 \cdot \gamma_2 . \tag{25}$$

Így a nyomatékot (a meggörbülés következtében előálló) βb geometriai paraméter függvényében kapjuk meg.

(20) összefüggést $\beta_0 b = 0, 1, 2, 3$ és 4 esetre a II./0—4 táblázatokban és a 2/0—4 ábrákon adjuk meg numerikusan. Az ábrákon feltüntettük a görbe kezdeti érintőjét (22), valamint az *elemi elmélet* szerint kapható $M(\chi)$ összefüggést (23). A II/1—4 táblázatokban szemléletesség céljából feltüntettük a különböző $\chi \cdot R_0$ görbületekhez tartozó R/R_0 arányt is (16). A II/0 táblázatban ehelyett (7) alapján az

$$\frac{R}{\left(\frac{\sqrt{3} \cdot b^2}{h}\right)}$$

arányt adtuk meg. Ebből megállapíthatjuk, hogy a kritikus nyomaték eléréséig mekkora az ív meggörbülése.

Mivel az ív görbülete $\chi \cdot R_0$ helyett $\beta_0 b$ ismeretében $(\beta b)^2$-tel is jellemezhető (17), a táblázatokban a $\chi \cdot R_0$-khoz tartozó $(\beta b)^2$-eket is feltüntettük.

Ha (negatív nyomaték esetén) $\chi \cdot R_0 = -1$, akkor $\beta b = 0$, tehát az ív kiegyenesedik. Ha $\chi \cdot R_0$ ennél tovább csökken, akkor az ív ellenkező görbületet vesz fel és βb képzetessé válik. Erre a jelenségre a 2.42 pontban még visszatérünk.

2.3. V-alakú keresztmetszet $M(\chi)$ görbéje. Más keresztmetszetek.

2.31. V-keresztmetszet. [2]-ből tudjuk [(45), (46) képletek], hogy a V-alakú keresztmetszet alakja (1*c* ábra):

$$z_0 = d \cdot \left(\frac{x}{b} - \frac{1}{2} \right), \tag{26}$$

a keresztmetszet deformációja pedig:

$$w_1 = -R \cdot \chi \cdot z_0 \tag{27}$$

$$w_0 = d \cdot R \cdot \chi \cdot (Z_A \, ch\, \beta x \cdot \cos \beta x + Z_B \, sh\, \beta x \cdot \sin \beta x + Z_C \, ch\, \beta x \cdot \sin \beta x + Z_D \cdot sh\, \beta x \cdot \cos \beta x). \tag{28}$$

A $Z_A - Z_D$ integrálási állandókat [2] (47)—(51) képletek adják meg. Minthogy (27) megegyezik (5)-tel, ezért a nyomaték és a görbületváltozás közti alapvető (1) összefüggést a körív-keresztmetszetnél követett módon egyszerűsíthetjük. Más szóval: (8) képlet V-keresztmetszet esetére is érvényes lesz, csak a (8)-ban szereplő z_0-t és w_0-t kell a (26) és (28) képletek szerint számítani. Ezt a következőkben végezzük el:

(8) jobboldalának *első tagjára* a (9) összefüggés érvényes, de γ_1-et a V-keresztmetszetnek megfelelően kell számítani. Ezenkívül [2] (52) szerint:

$$J_0 = 0{,}1667 \cdot h \cdot d^2 \cdot b. \tag{29}$$

(8) jobboldalának *második tagja* (28) felhasználásával a következőképpen alakul (figyelembe véve, hogy $Z_C = Z_D$):

$$\frac{h}{R \cdot \chi} \int_{-b}^{+b} w_0^2 \cdot dx = R \cdot \chi \cdot h \cdot d^2 \cdot 2 \cdot \int_0^{+b} (Z_A \cdot ch\, \beta x \cdot \cos \beta x + Z_B \, sh\, \beta x \cdot \sin \beta x + Z_C \cdot ch\, \beta x \cdot \sin \beta x + Z_D \cdot sh\, \beta x \cdot \cos \beta x)^2 \cdot dx = \frac{R \cdot \chi \cdot h \cdot d^2 \cdot b}{4 \beta b} \times$$

$$\times \left\{ Z_A^2 \left(\frac{sh\, 2\beta b \cdot \cos 2\beta b + ch\, 2\beta b \cdot \sin 2\beta b}{2} + sh\, 2\beta b + \sin 2\beta b + 2\beta b \right) + \right.$$

$$+ Z_B^2 \cdot \left(\frac{-sh\, 2\beta b \cdot \cos 2\beta b - ch\, 2\beta b \cdot \sin 2\beta b}{2} + sh\, 2\beta b + \sin 2\beta b - 2\beta b \right) +$$

$$+ 2 \cdot Z_C^2 \cdot (sh\, 2\beta b - \sin 2\beta b) + (Z_A \cdot Z_B + Z_C^2) \cdot (ch 2\beta b \cdot \sin 2\beta b -$$

$$- sh\, 2\beta b \cdot \cos 2\beta b) + 2 \cdot Z_A \cdot Z_C \cdot (sh\, 2\beta b \cdot \sin 2\beta b + ch\, 2\beta b - \cos 2\beta b) +$$

$$\left. + 2 \cdot Z_B \cdot Z_C \cdot (-ch 2\beta b \cdot \cos 2\beta b + ch\, 2\beta b + \cos 2\beta b - 1) \right\} = R \cdot \chi \cdot J_0 \cdot \gamma_2. \tag{30}$$

(Az integrálás eredményéből — a körív-keresztmetszethez hasonlóan — kiemeltük $R \cdot \chi \cdot J_0$-t, s a többi, csak βb-től függő tagot γ_2-vel jelöltük.)

Így (8) képletünk (9) és (30) összegeként a következőképpen alakul:

$$\frac{M}{E \cdot J_0 \cdot \chi} = \frac{R}{R_0} \cdot \gamma_1 + R \cdot \chi \cdot \gamma_2 \,. \tag{31}$$

(31) csak abban különbözik (15)-től, hogy γ_1-et és γ_2-t nem a körív-, hanem a V-alakú keresztmetszet képleteiből kell számítani. [2]-ben kimutattuk, hogy a V-alakú keresztmetszet γ_1-e alig tér el a körív-keresztmetszet γ_1-étől. Azt is láttuk, hogy valamennyi keresztmetszet γ_1-e valamivel *nagyobb* a körív-keresztmetszet γ_1-énél. Így a *biztonság javára* közelítünk, ha a V-keresztmetszet γ_1-e helyett a körív-keresztmetszet γ_1-ét, illetve az ennél is valamivel kisebb $\gamma_{1\,\text{közelítő}}$-t (11) használjuk.

A V-keresztmetszet γ_2-jét a (30) kifejezés alapján kiszámítottuk különböző βb-kre (I. táblázat). Láthatjuk, hogy a V-keresztmetszet γ_2-je csak nagyobb βb-knél tér el számottevően a körív-keresztmetszet γ_2-jétől, de mindenütt *nagyobb* nála. Ezért a gyakorlati számításokhoz — a biztonság javára való közelítéssel — V-keresztmetszetre is használhatjuk a körív-keresztmetszet γ_2-jét, illetve a (14) szerinti $\gamma_{2\,\text{közelítő}}$-t, s az ebből számított 2/0—4 ábrákat és a (32) képlet szerinti M_{krit} nyomatékot.

Megjegyezzük még, hogy (15), ill. (31) képletben *nagy βb-knél* a jobboldal első tagja (γ_1 hatása) sokkal nagyobb a második tagnál (γ_2 hatásánál), lásd a (32*b*) képlethez fűzött megjegyzést. A nyomaték értékét tehát nagyobb βb-knél csak lényegtelenül befolyásolja az, hogy a V-keresztmetszet nagyobb γ_2-je helyett a körív-keresztmetszet lényegesen kisebb γ_2-jét használjuk. Az eltérést a V-keresztmetszet és a körív-keresztmetszet között lényegében csak a γ_1-ek eltérése okozza, l. [2]-ben. *Kis βb-knél* viszont, amikor γ_2 hatása nagyobb, a V-keresztmetszet és a körív-keresztmetszet γ_1- és γ_2-je alig tér el egymástól, tehát ismét csak kis hibát követünk el a körív-keresztmetszet γ-inak használatával.

2.32. Más keresztmetszetek. Cosinus és *szárny* alakú keresztmetszetre (1*b* és 1*d* ábra) bonyolultabb a nyomaték és a görbületváltozás közötti összefüggés, mint a (15), ill. (31) képlet. Ezeknél a keresztmetszeteknél ugyanis nem érvényes az (5), ill. (27) szerinti egyszerű arányosság w_1 és z_0 között [l. a (43) és a (48) képleteket], így az ebből folyó egyszerűsítések is elmaradnak.

[2]-ben azonban kimutattuk, hogy valamennyi vizsgált keresztmetszet γ_1-e nagyobb a körív-keresztmetszet γ_1-énél. Az előző pontban pedig azt láttuk, hogy V-keresztmetszet γ_2-je nagyobb a körív-keresztmetszet γ_2-jénél. Minthogy γ_1-et és γ_2-t hasonló integrálokból kell kiszámítani, ezek alapján joggal következtethetjük, hogy a cosinus- és a szárny-keresztmetszet γ_2-je, ill. az ennek megfelelő bonyolultabb mennyisége is nagyobb a körív keresztmetszeténél. (A kritikus nyomaték szempontjából a V-keresztmetszetnél mondottak szerint amúgy is γ_1 nagysága a döntő, s γ_2 hatása ennél sokkal kisebb.) Mindezek alapján nemcsak a V-keresztmetszethez, hanem *a többi keresztmetszethez is biztonsággal használhatjuk a körív-keresztmetszetre érvényes összefüggéseket.*

2.4. Az eredmények értékelése.

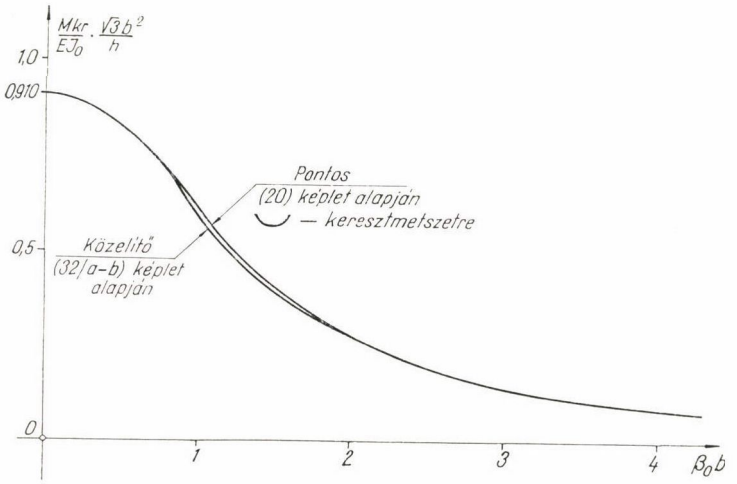
2.41. A 2/0—4 ábrákból látható legfontosabb eredmény az, hogy *tiszta hajlítás* esetén is van olyan M_{krit} *nyomaték*, amelynél a héj *elveszti stabilitását.* Ezt a nyomatékot a (20) szerinti $M(\chi)$ görbék tetőpontja adja meg.

A különböző $\beta_0 b$-khez tartozó kritikus nyomatékokat a III. táblázatban és a 3. ábrán foglaltuk össze. A *gyakorlati számítások* megkönnyítésére egyszerű közelítő képleteket állítottunk fel, amely adott $(\beta_0 b)$-hez közvetlenül megadja M_{krit}-t.

Vizsgálatunk szerint az

$$\frac{M_{\text{krit}}}{EJ_0} \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot b^2}{h} \approx \frac{0{,}910}{1 + 0{,}488 \cdot (\beta_0 b)^2 + 0{,}0155 \cdot (\beta_0 b)^4} \tag{32a}$$

képlet elegendő pontossággal közelíti meg a (20) képletből számított kritikus nyomatékokat a $0 \leqq \beta_0 b \leqq 3$ határok között, l. a III. táblázatot.



3. ábra

$3 \leqq \beta_0 b$ esetben (20) jobboldalán a zárójel második tagja elhanyagolható az első tag mellett (mert $\gamma_2 \ll \gamma_1$, és $M = M_{\text{krit}}$-nál $\chi \cdot R_0 < 1$). Így γ_1 (18) kifejezését (20)-ba helyettesítve $(\chi \cdot R_0)$ szerinti differenciálással közvetlenül megkaphatjuk M_{krit}-t. A differenciálást elvégezve s felhasználva a $(\beta_0 b)^4 \gg 1$ viszonyból adódó egyszerűsítési lehetőségeket, azt kapjuk, hogy a kritikus nyomaték bármely $\beta_0 b$ esetén $\chi \cdot R_0 = 0{,}5$-nél keletkezik, nagysága pedig:

$$\frac{M_{\text{krit}}}{EJ_0} \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot b^2}{h} \approx \frac{1{,}23}{(\beta_0 b)^2}. \tag{32b}$$

Ez a képlet a III. táblázat tanúsága szerint már $\beta_0 b = 3$-tól kezdve jól megközelíti M_{krit} pontos értékét; $\beta_0 b$ növekedésével pedig még fokozódik a pontossága. (Némi pontatlanságot okoz nagy $\beta_0 b$-knél az a tény, hogy γ_1 (18) képlete eltér a pontos értéktől, l. [2] II. táblázatát, de ez az eltérés nem nagy, s mindig a biztonság javát szolgálja.)

$0 \leqq \beta_0 b \leqq 3$ esetben tehát a (32*a*), $3 \leqq \beta_0 b$ esetben pedig a (32*b*) képletet kell használni.

2.42. Az 1*a—d* és az 1*e* ábra szerinti keresztmetszetű héj-ívek teljesen azonosan viselkednek, vagyis a héj-ívek keresztmetszete *megfordítható*. A kétféle keresztmetszet között ugyanis csak z_0 előjelében van különbség. Ezzel együtt viszont w előjele is megváltozik, tehát az (1) képlet változatlan marad.

Ebből következik, hogy *eredetileg egyenes héj* ($\beta_0 b = 0$) *azonosan viselkedik pozitív és negatív nyomaték hatására*. A 2/0. ábra tehát $\pm M$-re egyaránt érvényes.

Eredetileg görbe héjak azonban *különbözőképpen* viselkednek pozitív és negatív nyomaték hatására. *Pozitív nyomatékra* (1. ábra) az ív eredeti görbülete megnő, a keresztmetszet hajlítási merevsége csökken, s ha elérjük a *kritikus nyomatékot*, a héj elveszti stabilitását. *Negatív nyomaték* hatására azonban az ív hajlítási merevsége növekszik, amíg csak az ívtengely egyenes nem lesz. Kritikus nyomatékról tehát a kiegyenesedésig nem beszélhetünk.

A pozitív és negatív nyomatékra való különböző viselkedés fizikai magyarázata az, hogy *pozitív nyomatékra* a héjkeresztmetszet *ellapul*, tehát a belső erők karja fokozatosan csökken. Ezzel szemben *negatív nyomatékra* a héj keresztmetszete feldomborodik, a belső erők karja így állandóan nő. Az utóbbi esetben tehát nem következik be stabilitás-vesztés, az előzőben azonban igen.

Kiegyenesedés után a negatív nyomaték további növekedésével az ív görbülete ellenkezővé válik. Amint már említettük, ekkor βb képzetes lesz, s ezt bővebben nem vizsgáltuk. Kvalitatíve azonban részletes számítás nélkül is tovább tudjuk követni a héj viselkedését. Az ív a kiegyenesedés pillanatától kezdve ugyanis úgy kezelhető tovább, mint egy eredetileg egyenes (de nem feszültségmentes) héj. A negatív nyomaték további növelésével tehát elérhetünk egy *negatív kritikus nyomatékhoz*. Ez a negatív kritikus nyomaték — itt nem részletezett okok miatt — (abszolút értékre) nagyobb a pozitív kritikus nyomatéknál, tehát elegendő csak ez utóbbit meghatározni.

Megjegyezzük még, hogy ha az ívkeresztmetszet feldomborodik, akkor mind kevésbé teljesül a dolgozat alapjául szolgáló feltevés: a keresztmetszet *laposssága*. Ez is egyik oka annak, hogy a héj negatív nyomatékra való viselkedésével nem foglalkozunk bővebben.

A pozitív és negatív nyomatékra való különböző viselkedés azonban csak nagyobb nyomatékok esetén nyilvánul meg. *Kis hajlítónyomatékok* hatására — mivel az $M(\chi)$-görbe helyett az érintőjét vehetjük — *mindkét irányban egyforma* a héj merevsége. Ha tehát a héj-ívnek csak kis alakváltozásaira szorítkozunk (mint pl. a központos nyomásra való stabilitásvizsgálat során, l. [2]-ben), akkor nem kell tekintettel lennünk a két irányban való különböző viselkedésre.

3. *Hosszirányú feszültségek számítása*

3.1. *A hosszirányú feszültségek eloszlása tetszőleges keresztmetszetben.*

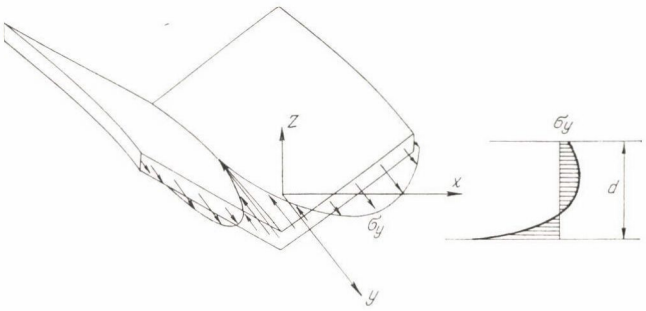
Az ív keresztmetszetében hajlítónyomaték hatására ébredő hosszirányú σ_y feszültségek a keresztmetszet deformálódása miatt nem oszlanak meg lineárisan (4. ábra).

[2] (7) képletből tudjuk ugyanis, hogy a hosszirányú ε_y megnyúlás a következő:

$$\varepsilon_y = \frac{z}{R} - \frac{z_0}{R_0} \tag{33}$$

Igy a hosszirányú feszültség (2)-t felhasználva:

$$\sigma_y = E \cdot \varepsilon_y = E \cdot \left(\frac{z}{R} - \frac{z - w}{R_0} \right) = E \cdot \chi \cdot z + \frac{E}{R_0} w. \tag{34}$$



4. ábra

(34) jobboldalának első tagja ($E \cdot \chi \cdot z$) a magasság szerint lineáris feszültségeloszlást ad, a második tag ($E \cdot w/R_0$) viszont nem lineárisat (mert w nem arányos z-vel), így a kettő összegéből adódó σ_y sem változik a z magassággal lineárisan.

A következőkben néhány keresztmetszet-alak esetére részletesen megvizsgáljuk a feszültségeloszlást.

3.2. Körív alakú keresztmetszet feszültségeloszlása (1*a* ábra).

(4), (5) és (6) képletek felhasználásával (34) a következőképpen alakul:

$$\sigma_y = E \cdot \chi \left[z - \frac{R}{R_0} \cdot z_0 + \frac{R}{R_0} \cdot d \left(Z_A \cdot ch\, \beta x \cdot \cos \beta x + Z_B \cdot sh\, \beta x \cdot \sin \beta x \right) \right] \tag{35}$$

A külső nyomaték és a feszültségek között a pontos összefüggés tehát igen bonyolult, mert egyrészt (20) szerint M és χ között a pontos kapcsolat nem lineáris, másrészt pedig (35)-ben χ-val együtt változik R, z, β, és ezzel együtt Z_A, Z_B is. A feszültségeloszlás pontos vizsgálata helyett tehát a következő *közelítő* utat választjuk:

Szorítkozzunk *kis nyomatékokra*, vagyis vegyük a valódi M (χ) görbe helyett a kezdeti érintőjét. Ekkor (22) szerint:

$$\chi = \frac{M}{E \cdot J_0 \cdot \gamma_1}. \tag{36}$$

Ez egyben a következő közelítéseket is jelenti:

$$z \approx z_0 \,, \tag{37}$$

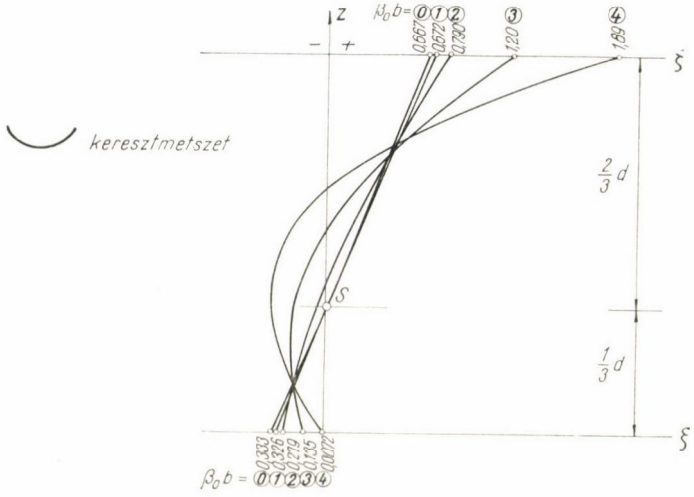
$$R \approx R_0 \,, \tag{38}$$

$$\beta \approx \beta_0 \,. \tag{39}$$

Mindezeket figyelembe véve:

$$\sigma_y \approx \frac{M}{J_0} \cdot d \cdot \left\{ \frac{1}{\gamma_1} \cdot [Z_A \cdot ch\, \beta_0 x \cdot \cos \beta_0 x + Z_B \cdot sh\, \beta_0 x \cdot \sin \beta_0 x] \right\} = \frac{M}{J_0} \cdot d \cdot \zeta \tag{40}$$

ha a kapcsos zárójelben levő dimenzió nélküli kifejezést ζ-val jelöljük. Mint-



5. ábra

hogy $\frac{M}{J_0} \cdot d$ a keresztmetszeten belül állandó, ezért ζ adja meg a feszültség változását a keresztmetszeten belül, x függvényében. A gyakorlati számítás megkönnyítésére kiszámítottuk (40) szerint ζ értékeit a keresztmetszet különböző pontjaira $\beta_0 b = 1$, 2, 3 és 4 esetre, s az 5. ábrán ábrázoltuk (nem x, hanem a z magasság függvényében). Összehasonlításul feltüntettük az elemi elmélet szerinti, a magassággal lineárisan változó feszültségeloszlásnak megfelelő ζ_{elemi}-t is:

$$\sigma_{y\,\text{elemi}} = \frac{M}{J_0} \cdot d \cdot \left\{ \frac{Z_0}{d} \right\} = \frac{M}{J_0} \cdot d \cdot \zeta_{\text{elemi}} \,. \tag{41}$$

Az ábrákból láthatjuk, hogy a feszültségeloszlás annál inkább eltér az elemi elmélet szerinti lineáristól, minél nagyobb a $\beta_0 b$ paraméter. Ha $\beta_0 b = 0$, akkor a feszültségek az elemi (41) képlet szerint oszlanak meg. Ez nemcsak körív, hanem bármely más keresztmetszetre is érvényes.

A *többi keresztmetszetre* teljesen hasonló gondolatmenettel vezethetjük le a feszültség közelítő kifejezését (34)-ből, a (36)—(39) kifejezéseket felhasználva. Ezeket tehát csak röviden tárgyaljuk.

3.3. Cosinus alakú keresztmetszet feszültségeloszlása (1*b* ábra). [2] (40), (41), (42) szerint:

$$z_0 = -\frac{d}{2} \cdot \cos \cdot \frac{\pi}{b} \cdot x \tag{42}$$

$$w_1 = -\frac{1}{1 + \frac{\pi^4}{4\,(\beta\, b)^4}} \cdot R \cdot \chi \cdot z_0 \tag{43}$$

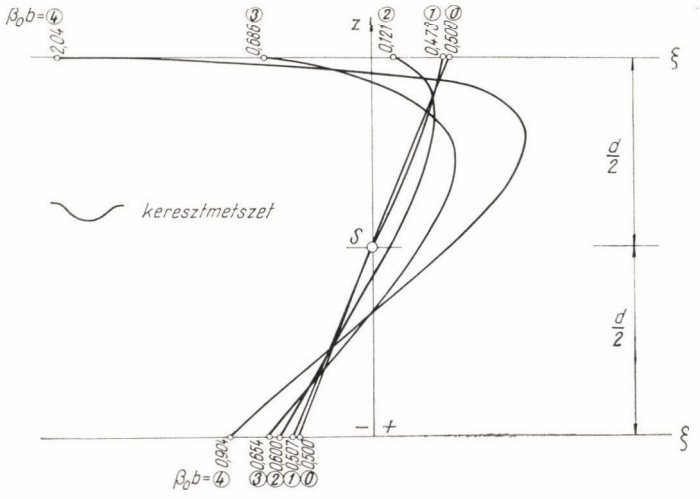
$$w_0 = R \cdot \chi \cdot d \cdot (Z_A \cdot ch\, \beta\, x \cdot \cos \beta\, x + Z_B \cdot sh\, \beta\, x \cdot \sin \beta\, x). \tag{44}$$

Ezekkel:

$$\sigma_y \approx \frac{M}{J_0} \cdot d \left\{ \frac{1}{\gamma_1} \left[-\frac{1}{1 + \frac{4}{\pi^4} (\beta_0 b)^4} \cdot \frac{1}{2} \cdot \cos \frac{\pi}{b}\, x + Z_A \cdot ch\, \beta_0 x \cdot \cos \beta_0 x + \right. \right.$$

$$\left. \left. + Z_B \cdot sh\, \beta_0 x \cdot \sin \beta_0 x \right] \right\} = \frac{M}{J_0} \cdot d \cdot \zeta \tag{45}$$

ζ-t lásd a 6. ábrán.

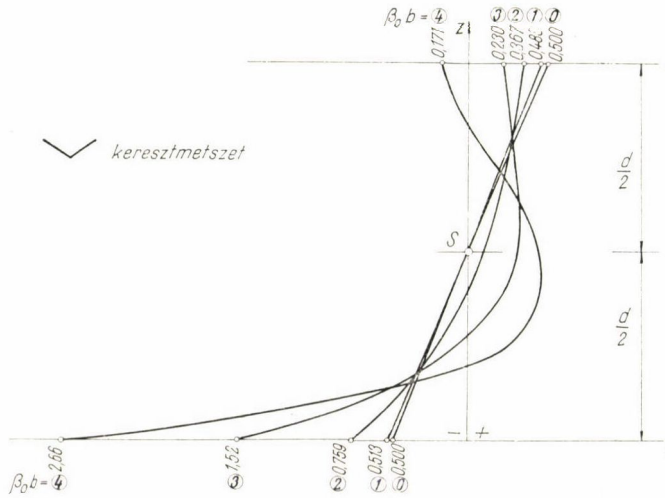


6. ábra

3.4. V-alakú keresztmetszet feszültségeloszlása (1*c* ábra). (26), (27) és (28) alapján:

$$\sigma_y \approx \frac{M}{J_0} \cdot d \left\{ \frac{1}{\gamma_1} [Z_A \cdot ch\,\beta_0 x \cdot \cos\beta_0 x + Z_B\, sh\,\beta_0 x \cdot \sin\beta_0 x + Z_C \cdot ch\,\beta_0 x \cdot \sin\beta_0 x + \right.$$
$$\left. + Z_D \cdot sh\,\beta_0 x \cdot \cos\beta_0 x] \right\} = \frac{M}{J_0} \cdot d \cdot \zeta \qquad (46)$$

ζ-t lásd a 7. ábrán.



7. ábra

3.5. Szárny alakú keresztmetszet feszültségeloszlása (1*d* ábra). [2] (54), (55) szerint:

$$z_0 = d \cdot \left(\sin . \frac{\pi}{2\,b} \cdot x - \frac{2}{\pi} \right) \qquad (47)$$

$$w_1 = R \cdot \chi \cdot d \cdot \left[- \frac{1}{1 + \frac{\pi^4}{64\,(\beta\,b)^4}} \cdot \sin \frac{\pi}{2\,b} \cdot x + \frac{2}{\pi} \right]. \qquad (48)$$

w_0 alakja megegyezik (28)-cal, csak $Z_A - Z_D$-t kell eltérően számítani, lásd [2]-ben. Ezekkel:

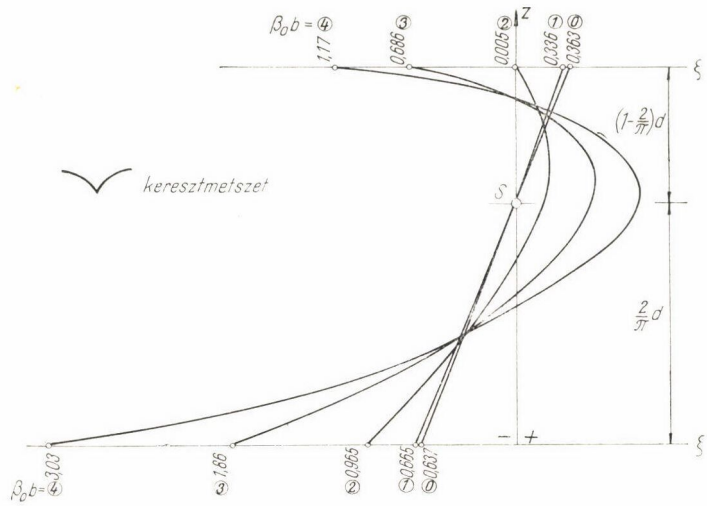
$$\sigma_y \approx \frac{M}{J_0} \cdot d \left\{ \frac{1}{\gamma_1} \left[\frac{1}{1 + \frac{64}{\pi^4} (\beta_0 b)^4} \cdot \sin \frac{\pi}{2\,b} \cdot x + Z_A \cdot ch\,\beta_0 x \cdot \cos\beta_0 x + \right. \right.$$
$$\left. \left. + Z_B \cdot sh\,\beta_0 x \cdot \sin\beta_0 x + Z_C \cdot ch\,\beta_0 x \cdot \sin\beta_0 x + Z_D \cdot sh\,\beta_0 x \cdot \cos\beta_0 x \right] \right\} = \frac{M}{J_0} \cdot d \cdot \zeta . \qquad (49)$$

ζ-t lásd a 8. ábrán.

3.6. Az eredmények értékelése.

Az 5—8. ábrákból látható, hogy — különösen nagyobb $\beta_0 b$ értékek esetén — valamennyi keresztmetszet feszültségeloszlása lényegesen eltér az elemi elmélet szerinti lineáristól. Az egyes keresztmetszet-alakok feszültségeloszlása egymástól is többé-kevésbé eltér. Ezt az eltérést a keresztmetszetek különböző keresztirányú görbületi viszonyai magyarázzák.

Gyakorlati számításokhoz az 5—8. ábrák között a keresztmetszet alaknak és a héj $\beta_0 b$ paraméterének megfelelően interpolálhatunk, l. a számpéldát.



8. ábra

4. Keresztirányú nyomatékok

Az ívkeresztmetszet deformációja (w) a héjlemezben keresztirányú m_x hajlítónyomatékokkal jár. E hajlítónyomatékok nagyságát w ismeretében könnyen számíthatjuk, mert (lásd [2] (10) képletet):

$$m_x = \frac{E \cdot h^3}{12} \cdot w'' \tag{50}$$

(az x szerinti differenciálást vesszővel jelölve).

(4) szerint $w = w_1 + w_0$,

tehát (28)-at figyelembe véve (ez w_0 általános kifejezése):

$$m_x = \frac{E \cdot h^3}{12 \cdot b^2}\left[w_1'' \cdot b^2 + 2\,(\beta b)^2 \cdot R \cdot \chi \cdot d \cdot (-Z_A \cdot sh\,\beta x \cdot \sin \beta x + \right.$$

$$\left. + Z_B \cdot ch\,\beta x \cdot \cos \beta x + Z_C \cdot sh\,\beta x \cdot \cos \beta x - Z_D \cdot ch\,\beta x \cdot \sin \beta x)\right] \tag{51}$$

$w_1'' \cdot b^2$ kifejezés a különböző keresztmetszetekre a következő:

Körív-keresztmetszet: $$w_1'' \cdot b^2 = -2 \cdot R \cdot \chi \cdot d \tag{52}$$

Cosinus-keresztmetszet: $$w_1'' \cdot b^2 = -\frac{\pi^2}{2} \frac{1}{1 + \frac{\pi^4}{4(\beta b)^4}} \cdot R \cdot \chi \cdot d \cdot \cos \frac{\pi}{b} \cdot x \quad (53)$$

V-keresztmetszet: $$w_1'' \cdot b^2 = 0 \quad (54)$$

Szárny-keresztmetszet: $$w_1'' \cdot b^2 = +\frac{\pi^2}{4} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\pi^4}{64(\beta b)^4}} R \cdot \chi \cdot d \cdot \sin \frac{\pi}{2b} \cdot x. \quad (55)$$

Adott külső nyomatékhoz tehát először meghatározzuk a II/0—4 táblázatokból vagy a 2/0—4 ábrákból $(\beta b)^2$-t, majd ebből $R \cdot \chi$-t:

$$R \cdot \chi = 1 - \frac{(\beta_0 b)^2}{(\beta b)^2} \cdot \quad (56)$$

A $Z_A — Z_D$ állandókat a különböző keresztmetszetekre [2] I. táblázatában találjuk meg.

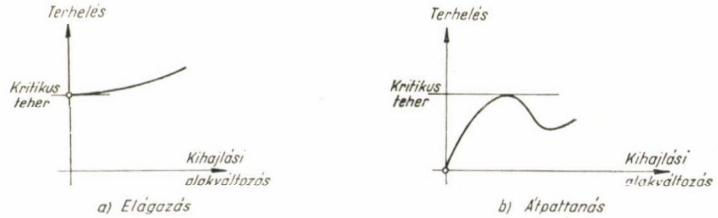
A keresztirányú nyomaték a gyakorlati esetekben általában a *keresztmetszet közepén* ($x = 0$) éri el a legnagyobb értékét:

$$m_x(0) = \frac{E \cdot h^3}{12 \cdot b^2} [w_1''(0) \cdot b^2 + 2(\beta b)^2 \cdot R \cdot \chi \cdot d \cdot Z_B]. \quad (57)$$

5. *Stabilitásvizsgálat külpontos nyomásra*

[2]-ben meghatároztuk az ív kritikus erejét *központos nyomásra*, e dolgozat 2. pontjában pedig az ív kritikus nyomatékát *tiszta hajlításra*. A valóságban azonban a héj-ív általában nem kap tiszta hajlítást, hanem nyomással kombinált hajlítást, vagyis *külpontos nyomást*. Erre az összetett esetre tehát újra meg kellene oldani a feladatot. Ez azonban az eddigieknél sokkal bonyolultabb lenne. Megvizsgáljuk tehát, hogyan lehet két ismert alap-megoldásunkból előállítani az összetett eset közelítő megoldását. A stabilitástanból ehhez a következőket fogjuk felhasználni (lásd pl. [3]-ban):

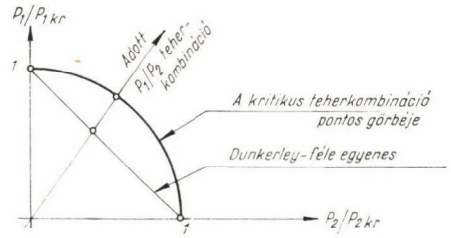
A stabilitás elvesztésének két fő fajtája: az elágazási és az átpattanási jelenség. *Elágazási jelenség* pl. egy központosan nyomott rúd kihajlása. A mi szempontunkból az elágazási jelenséget az jellemzi, hogy a szerkezet a kritikus teher eléréséig semmiféle olyan alakváltozást nem szenved, amilyet a stabilitás elvesztése során fog végezni. Pl. a központosan nyomott rúd a kritikusnál kisebb nyomóerő hatására egyáltalán nem görbül ki oldalirányban (9*a* ábra). Ide tartozik az általunk vizsgált héj-ív is, ha központosan van



9. ábra

nyomva [2]. Az *átpattanási jelenséget* ezzel szemben — többek között — az jellemzi, hogy a szerkezet a kritikus teher elérése előtt is olyan alakváltozást végez, mint amilyet a stabilitás elvesztése után (9*b* ábra). Héj-ívünknek tiszta hajlítás következtében beálló stabilitás-elvesztése tehát átpattanási jelenség.

A stabilitástan az *elágazási* jelenségek „összetevésére" több tételt és módszert ad [3], [4]. Ezek közül a legegyszerűbb *Dunkerley* módszere. Ez azt a tételt használja fel, hogy két (P_1, P_2) teherfajta kombinációja esetén a pontos teherintenzitást megadó görbe (10. ábra) az origótól nézve mindig



10. ábra

konkáv, azaz a két tengellyel való metszéspontját összekötő, ún. Dunkerley-féle egyenes mindig *kisebb* teherintenzitást ad a pontosnál. A Dunkerley-egyenessel tehát mindig a *biztonság javára* tévedünk. Az egyenes egyenlete (10. ábra):

$$\frac{P_1}{P_{1kr}} + \frac{P_2}{P_{2kr}} = 1 . \tag{58}$$

A kihajlási biztonság (n) adott $P_{1M} = P_1/n$ és $P_{2M} = P_2/n$ terhek mellett tehát a következő:

$$\frac{1}{n} = \frac{P_{1M}}{P_{1kr}} + \frac{P_{2M}}{P_{2kr}} . \tag{59}$$

A mi esetünkben azonban nem két elágazási problémát, hanem *egy elágazási és egy átpattanási* problémát kell „összerakni". Erre a stabilitástannak nincsenek részletesen kidolgozott tételei, így a következőket kell meggondolnunk:

A Dunkerley-tételt azért nem alkalmazhatjuk minden külön megfontolás nélkül, mert az ív tiszta hajlításra meggörbül, s így nemcsak a külső teher hajlítónyomatéka okoz az ívben hajlítást, hanem a meggörbülés miatt az eredetileg központos nyomóerő külpontossá válik, és ez is hajlítja az ívet. A Dunkerley-tételt tehát akkor alkalmazhatnánk az elágazási jelenségekhez hasonló biztonsággal, ha a hajlítónyomatékba belevennénk a nyomóerő külpontosságából származó többletnyomatékot is. Ehhez azonban az ívnek külpontos nyomás hatására létrejövő deformációját kellene ismernünk, ami a pontos megoldást tenné szükségessé.

Minthogy azonban a Dunkerley-tétel mindig a biztonság javára tér el a valóságtól, ezért megtehetjük azt, hogy elhanyagoljuk a nyomóerő kül-

pontosságából származó többletnyomatékot. A számítás így igen egyszerűvé válik, de a stabilitástan mai állása szerint nincs bizonyítva, hogy mindig a biztonság javára tévedünk. Célszerű ezért a szokásosnál nagyobb biztonsági tényezőt alkalmazni. Kényesebb esetekben megtehetjük, hogy a nyomóerő külpontosságát az ívnek a hajlítónyomaték hatására létrejövő alakváltozásából számítjuk (a merevség-csökkenést figyelembe véve), s ezzel a többletnyomatékkal megnöveljük a külső teher hajlítónyomatékát.

6. Számpélda

Vizsgáljuk meg a [2]-ben tárgyalt tetőszerkezetet (11. ábra) *külpontos nyomásra* (saját súly és féloldali szél- és hóteher). A keresztmetszet meredekségét nem vesszük figyelembe; ezt egy későbbi dolgozatban szeretnénk tárgyalni.

Az ív *kritikus* vízszintes *nyomóereje központos nyomásra* [2] szerint: $H_{krit} = 32{,}2$ t.

A *tiszta hajlításra* mértékadó *kritikus nyomatékot* a támaszköz negyedében határozzuk meg, mivel féloldali hó- és szélteherből itt ébred a legnagyobb nyomaték. Itt (l. [2]-ben):

$$d = 60\ \text{cm}$$
$$\beta_0 b = 2{,}66$$
$$J_0 = 3{,}44 . 10^5\ \text{cm}^4$$
$$R_0 = 16{,}60\ \text{m}$$
$$E = 86{,}6\ \text{t/cm}^2$$
$$F = 1080\ \text{cm}^2 .$$

Minthogy $\beta_0 b < 3$, ezért a kritikus nyomatékot a (32*a*) képletből határozzuk meg:

$$\frac{0{,}910}{1 + 0{,}488 \cdot 2{,}66^2 + 0{,}0155 \cdot 2{,}66^4} = 0{,}174 .$$

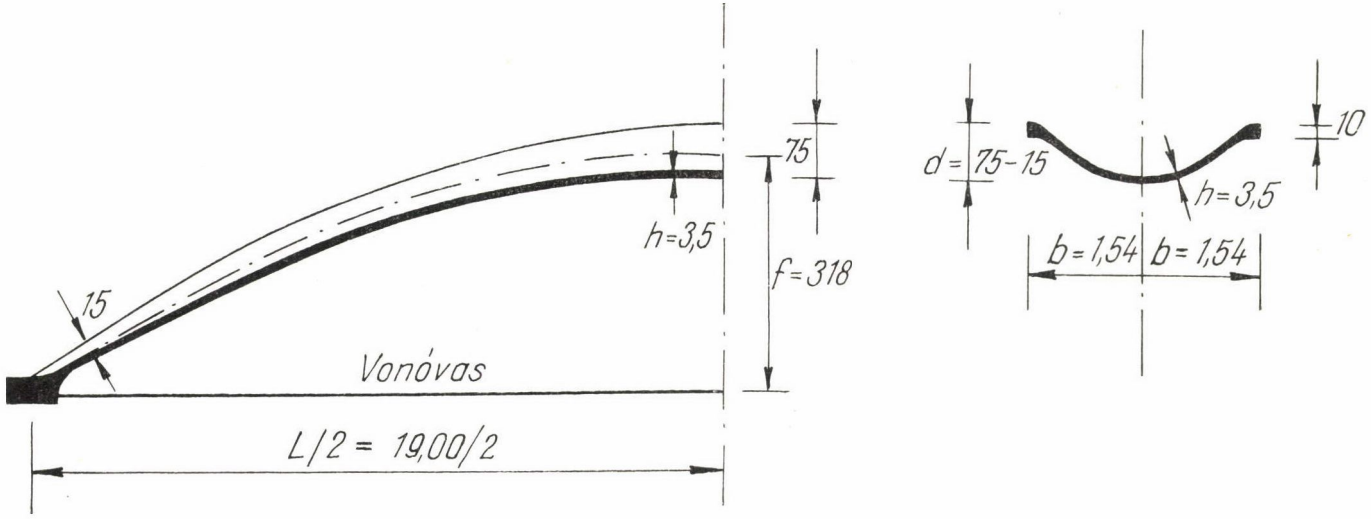
$$M_{krit} = 0{,}174 \frac{E \cdot J_0 \cdot h}{\sqrt{3} \cdot b^2} = 0{,}174 \frac{86{,}6 \cdot 3{,}44 \cdot 10^5 \cdot 3{,}5}{\sqrt{3} \cdot 154^2} = 4{,}41\ \text{mt} .$$

Az állandó teherből, valamint a mértékadó féloldali hó- és szélteherből keletkező vízszintes nyomóerő és hajlítónyomaték:

$$H_M = 2{,}8\ \text{t}$$
$$M_M = 1{,}90\ \text{mt}.$$

A *kihajlással szemben való biztonság* a Dunkerley-képlet (59) szerint:

$$\frac{1}{n} = \frac{2{,}8}{32{,}2} + \frac{1{,}90}{4{,}41} = 0{,}517$$
$$n = 1{,}93 .$$



11. ábra

A biztonság tehát kevés, így a héjat a szomszédos héjelemekkel össze kell építeni. Ez meggátolja a héjkeresztmetszetek keresztirányú alakváltozását, így a héjak hajlítási merevsége gyakorlatilag az elemi elmélet szerinti EJ_0 értéket éri el, s hajlítás következtében nem veszthetik el stabilitásukat.

Feszültségszámítás. A keresztmetszetre merőleges nyomóerő:

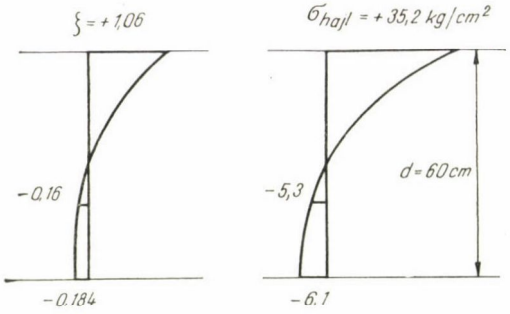
$$N_M = H_M \cdot \frac{\sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + f^2}}{\frac{L}{2}} = 2{,}8\,\frac{\sqrt{9{,}5^2 + 3{,}18^2}}{9{,}5} = 2{,}97\ \text{t}$$

$$\sigma_{\text{nyomó}} = \frac{N_M}{F} = \frac{-2970}{1080} = -2{,}75\ \text{kg/cm}^2,\ \text{elhanyagolható.}$$

A hajlításból származó feszültség (40) szerint:

$$\sigma_{\text{hajl.}} = \frac{M}{J_0} \cdot d \cdot \zeta = \frac{190000}{3{,}44 \cdot 10^5} \cdot 60 \cdot \zeta = 33{,}2\ \text{kg/cm}^2 \cdot \zeta\,.$$

ζ-t az 5. ábrából interpoláljuk $\beta_0 b = 2$ és 3 között. ζ-t és $\sigma_{\text{hajl.}}$-t a magasság függvényében a 12. ábrán tüntettük fel.



12. ábra

Keresztirányú lemezhajlítás. A keresztmetszet közepén ébredő keresztirányú nyomatékot számítjuk (57) szerint.

A külső nyomatékhoz tartozó βb-t a 2/2—3 görbékből interpolálással állapítjuk meg:

$$\frac{M}{E \cdot J_0} \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot b^2}{h} = \frac{190}{86{,}6 \cdot 3{,}44 \cdot 10^5} \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot 154^2}{3{,}5} = 0{,}075.$$

Ehhez $\beta_0 b = 2$ esetén $(\beta b)^2 = 4{,}32$; $\beta_0 b = 3$ esetén $(\beta b)^2 = 10{,}3$ tartozik. A $\beta_0 b = 2{,}66$-hoz tartozó érték tehát: $(\beta b)^2 = 8{,}28$.

(56) szerint:

$$R \cdot \chi = 1 - \frac{2{,}66^2}{8{,}28} = 0{,}144\,.$$

(52) szerint:

$$w_1''(0) \cdot b^2 = -2 \cdot 0{,}144 \cdot 60 = -17{,}27 \text{ cm}.$$

Z_B-t [2] I. táblázatából interpoláljuk $\beta b = 2$ és 3 között, $\beta b = \sqrt{8{,}28} = 2{,}88$-nak megfelelően:

$$Z_B = -0{,}00396.$$

Így (57) szerint:

$$m_x(0) = \frac{86{,}6 \cdot 3{,}5^3}{12 \cdot 154^2} \cdot [-17{,}27 - 2 \cdot 8{,}28 \cdot 0{,}144 \cdot 60 \cdot 0{,}00396] = -234 \text{ mkg/m}$$

(*pozitív* külső nyomaték esetén).

A keresztirányú hajlításból a héjlemezben ébredő feszültség:

$$\sigma_{x\,\text{hajl.}} = \pm \frac{m_x \cdot 6}{h^2} = \frac{234 \cdot 6}{3{,}5^2} = 114 \text{ kg/cm}^2.$$

Az egymás mellett levő héjelemek összeépítése után azonban a keresztirányú nyomaték gyakorlatilag zérusra csökken.

Összefoglalás

Vékony, peremükön nem merevített rugalmas ívtartók (héj-ívek) a keresztmetszet deformálódása következtében nemcsak nyomás, hanem tiszta hajlítás következtében is elvesztik stabilitásukat a hajlítónyomaték egy kritikus értékénél. A dolgozat *különböző* keresztmetszetű héj-ívek kritikus nyomatékát vizsgálja. A gyakorlati számítás céljára egyszerű közelítő képletet állít fel, mely valamennyi keresztmetszet esetére biztonsággal szolgáltatja a kritikus nyomatékot. Részletesen tárgyalja a héj-ív keresztmetszetében hajlítás hatására ébredő hosszirányú feszültségek eloszlását, s a héjlemezt igénybevevő keresztirányú nyomatékot. Mindezekre grafikonokat is közöl. Foglalkozik a stabilitásvizsgálattal külpontos nyomás esetén is. Mindezek gyakorlati alkalmazására számpéldát mutat be.

I. táblázat

Különböző keresztmetszetek γ_2 tényezői

Keresztmetszet alakja	$\beta b =$	1	1,25	1,3	1,5	2	3	4	10
Körív	$\gamma_2 =$	0,791	0,578	0,537	0,373	0,1131	0,0128	0,00274	$1{,}64 \cdot 10^{-5}$
V-alak	$\gamma_2 =$	0,810	—	—	—	0,1235	0,0277	0,01182	—
Közelítő	$\gamma_2 =$	0,804	0,587	0,537	0,3605	0,112	0,01303	0,002584	$1{,}169 \cdot 10^{-5}$

Összefüggés a hajlítónyomaték és a görbületváltozás között

	II./0				$\beta_0 b = 0$		Érintő (elemi elmélet)
$(\beta b)^2 = \frac{1}{R}\frac{\sqrt{3}\cdot b^2}{h} =$	0	1,0	1,21	1,44	1,69	1,96	1,0
$\frac{M}{EJ_0}\cdot\frac{\sqrt{3}\cdot b^2}{h} =$	0	0,791	0,861	0,903	0,910	0,886	1,0

	II./1				$\beta_0 b = 1$				
$(\beta b)^2 =$	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	2,7	3,0	Érintő	Elemi elmélet
$\chi \cdot R_0 =$	—0,5	0	0,5	1,0	1,5	1,7	2,0	0,5	0,5
$\frac{M}{EJ_0}\cdot\frac{\sqrt{3}\cdot b^2}{h} =$	—0,496	0	0,364	0,553	0,615	0,616	0,604	0,4465	0,5
$R/R_0 =$	2,0	1,0	0,667	0,50	0,40	0,370	0,333	—	—

	II./2				$\beta_0 b = 2$					
$(\beta b)^2 =$	2,0	4,0	4,8	5,6	6,0	6,4	6,8	7,2	Érintő	Elemi elmélet
$\chi \cdot R_0 =$	—0,5	0	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,5	0,5
$\frac{M}{EJ_0}\cdot\frac{\sqrt{3}\cdot b^2}{h} =$	—1,835	0	0,1865	0,262	0,277	0,284	0,284	0,281	0,684	2
$R/R_0 =$	2,0	1,0	0,833	0,714	0,667	0,625	0,588	0,555	—	—

	II./3				$\beta_0 b = 3$				
$(\beta b)^2 =$	4,5	9	10,8	12,6	13,5	14,4	15,3	Érintő	Elemi elmélet
$\chi \cdot R_0 =$	—0,5	0	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7	0,5	0,5
$\frac{M}{EJ_0}\cdot\frac{\sqrt{3}\cdot b^2}{h} =$	—2,25	0	0,1022	0,1346	0,1371	0,1374	0,1350	0,419	4,5
$R/R_0 =$	2,0	1,0	0,833	0,714	0,667	0,625	0,588	—	—

II./4					$\beta_0 b=4$				
$(\beta b)^2=$	8	16	19,2	20,8	22,4	24,0	25,6	Érintő	Elemi elmélet
$\chi \cdot R_0 =$	—0,5	0	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,5	0,5
$\frac{M}{EJ_0} \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot b^2}{h} =$	—1,98	0	0,0598	0,0715	0,0768	0,0786	0,0781	0,252	8
$R/R_0=$	2,0	1,0	0,833	0,770	0,714	0,667	0,625	—	—

III. táblázat

A kritikus nyomaték nagysága

$\beta_0 b =$	0	1	2	3	4
$\frac{M_{krit}}{EJ_0} \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot b^2}{h} =$	0,910	0,616	0,284	0,1374	0,0786
$\frac{0{,}910}{1 + 0{,}488\,(\beta_0 b)^2 + 0{,}0155\,(\beta_0 b)^4} =$	0,910	0,605	0,285	0,137	—
$\frac{1{,}23}{(\beta_0 b)^2} =$	—	—	—	0,137	0,077

IRODALOM

[1] Funk, P.: Über ein Stabilitätsproblem bei den durch Krümmung steif gemachten Messbändern. *Österreichisches Ingenieur-Archiv*, V. (1951) 387—97. o.

[2] Kollár, L.: Héj-ívek stabilitása központos nyomásra. Építési- és Közl. tud. Közl. IV. (1960) 599—619. o.

[3] Pflüger, A.: Stabilitätsprobleme der Elastostatik. Springer, Berlin—Göttingen—Heidelberg. 1950.

[4] Strigl, G.: Das nichtlineare Überlagerungsgesetz für die Lösungen von zusammengesetzten Stabilitätsproblemen mit Verzweigungspunkt. *Der Stahlbau*, 24. (1955) 33. és 51. o.

[5] Weinel, E.: Über Biegung und Stabilität eines doppelt gekrümmten Plattenstreifens. *Zeitschr. f. angew. Math. u. Mech.* XVII. (1937) 366—69. o.

A kézirat beérkezett 1959. október hóban.

Dr. KALISZKY SÁNDOR, a műszaki tudományok kandidátusa

SÍKJUKBAN TERHELT BETON ÉS VASBETON FALAK TEHERBÍRÁS SZÁMÍTÁSA

1. Bevezetés

A homogén és *ideálisan rugalmas* anyagból készült és síkjukban terhelt lemezek feszültségeinek és alakváltozásainak számítása, és az ezekből nyert eredményeknek vasbeton lemezekre való alkalmazása az irodalomból közismert [7, 8]. Mivel egy vasbeton szerkezetben már egészen kis húzófeszültségek repedéseket okoznak, nagyobb terhek hatására pedig a nyomásra igénybevett beton és a vasbetétek képlékeny (maradó) alakváltozásokat szenvednek, ezért a rugalmas számításmód csak aránylag kis terhek vizsgálatakor vezet elfogadható eredményre. A törést megelőzően a feszültségek teljesen átrendeződnek, ezért a teher törőintenzitásának meghatározására a rugalmasságtan nem alkalmas.

Klingroth, Nylander és még többen mások kisminta kísérleteket végeztek a vasbeton falak törésének vizsgálatára, és táblázatokat közöltek elsősorban parciálisan terhelt, illetőleg alátámasztott falak vasalásának meghatározására, számítási módszert azonban nem dolgoztak ki [5].

Az *ideálisan rugalmas-képlékeny* anyagú, síkbeli alakváltozási állapotban levő szerkezetek feszültségeinek és alakváltozásainak számítását az irodalom részletesen tárgyalja [3], ezek az eredmények azonban nem használhatók fel síkjukban terhelt vasbeton lemezek számításához, mert a lemezekben síkbeli feszültségi állapot uralkodik, ennek a megoldása pedig lényegesen eltér a síkbeli alakváltozási állapot számításától. Alapvető különbség az is, hogy a beton húzásra és nyomásra különbözőképpen viselkedik, az említett elmélet viszont ezt a körülményt nem tudja figyelembe venni.

A szerkezetek teherbírás számítására szolgáló *határállapot vizsgálat a Greenberg, Drucker és Prager* által felállított két extremum tételen alapszik [6]. Ezeket a tételeket széles körben alkalmazzák vasbeton tartók, síkjukra merőlegesen terhelt lemezek és héjak törő terhelésének meghatározására, kézenfekvő tehát a saját síkjukban terhelt lemezekhez való felhasználásuk is. Az alábbiakban a határállapot vizsgálat *kinematikai* tételének alkalmazását mutatjuk be síkjukban terhelt beton, illetőleg vasbeton falak teherbírásának meghatározására.

A számításhoz szükséges törésképek felvételénél nagy segítségünkre volt a *Buiding Research Station* által végzett kísérletsorozat. A kísérletekről szóló jelentés [1] elsősorban a kísérletek és a törés lefolyásának leírásával fog-

lalkozik, és igen kevés számszerű adatot közöl, de ezekből is megállapítható, hogy számításaink és a kísérletek eredményei teljesen összhangban állanak egymással.

Jelölések :

p = a külső teher intenzitása (kg/cm)
c = a beton kohéziója (kg/cm²)
σ_k = a beton kockaszilárdsága (kg/cm²)
σ_h = a beton húzó szilárdsága (kg/cm²)
σ_0 = a beton összemorzsolódását előidéző feszültség (kg/cm²)
φ = a beton belső súrlódási szöge (°)
σ_{vf} = a vasbetét folyási határa (kg/cm²)
N = a csúszólapon ébredő normálerő (kg)
T = a csúszólapon ébredő nyíróerő (kg)
S = az összemorzsolódó felületen ébredő normálerő (kg)
Q = a betonban keletkező húzóerő (kg)
H = a vasbetétekben ébredő húzóerő (kg)
l = a fal hossza (cm)
h = a fal magassága (cm)
v = a fal vastagsága (cm)
t = a törésvonal hossza (cm)
a = a részleges terhelés hossza (cm)
b = a részleges alátámasztás hossza (cm)
d = a nyílással gyengített fal hossza (cm)
F_v = a vasbetétek keresztmetszeti területe (cm²)
α = a csúszólap hajlásszöge (°)

$$z = \frac{h}{l}\ ;\ \varkappa = \frac{a}{l}\ ;\ \lambda = \frac{b}{l}\ ;\ \beta = \frac{d}{l}\ ;$$

$$\varepsilon = \frac{H}{vl\sigma_k}\ ;\ \varepsilon_1 = \frac{H}{\lambda\, lv\sigma_k}\ ;\ \varepsilon_2 = \frac{H}{2\beta\, lv\sigma_k}$$

2. A számítás feltevései

A fal anyagára, méreteire és a terhelés módjára a következő feltevéseket vezetjük be.

a) A fal anyaga vasalás nélküli, illetőleg vasalt beton vagy könnyű beton. Téglából és betéttestekből épült falakra az eredmények nem alkalmazhatók, mert ilyenkor a töréskép a habarcsrétegek (fugák) helyzetétől és minőségétől függően erősen eltér a homogén anyagú falak törésképétől.

A beton szilárdsági tulajdonságait a szokástól eltérően az alábbi mennyiségekkel adjuk meg.

A beton, illetőleg könnyű beton a belsejében bekövetkező elcsúszással szemben belső ellenállást fejt ki, amely két részből tevődik össze: kohézióból és súrlódásból.

A *kohézió* arányos az egymáshoz képest elcsúszni szándékozó két felület nagyságával és független a felületre működő merőleges erőtől. Az egységnyi felület által kifejtett kohézió értékét *Harris* elméleti megfontolásai és kísérleti

eredményei alapján [2] a beton húzószilárdságának másfélszeresére vesszük fel: $c = 1{,}5\ \sigma_h$. A húzószilárdságot az irodalom a kockaszilárdság bizonyos hányadában adja meg. *Saliger* szerint [4] $\sigma_h = \frac{1}{10} - \frac{1}{15}\ \sigma_k$, a magyar szabályzatok pedig a beton minőségétől kis mértékben függően átlagosan $\sigma_h = \frac{1}{10}\ \sigma_k$ húzószilárdságot írnak elő, ezért a továbbiakban a feladatok számszerű kidolgozásakor a $\sigma_h = \frac{1}{10}\ \sigma_k$, illetőleg a $c = 1{,}5\ \sigma_h = 0{,}15\ \sigma_k$ összefüggéseket használjuk fel.

A *súrlódás* arányos a csúszólapra működő merőleges erővel, és független az elcsúszó felület nagyságától. Az arányossági tényező a *belső súrlódási szög* tangensével egyenlő. *Harris* [2] részletesen foglalkozik az ide vonatkozó kísérletek kiértékelésével, és végül is átlagosan $\varphi = 37°$ belső súrlódási szög használatát javasolja. A továbbiakban ezzel az értékkel számolunk.

A betonban a repedések helyén a húzófeszültségeket elhanyagoljuk, és csak a repedést keresztező vasbetétekben keletkező húzóerőt vesszük figyelembe. A csúszólapokat keresztező vasbetétek tengelyükre merőleges nyírási ellenállását és a nyomott vasbetétekben ébredő nyomóerőt ugyancsak figyelmen kívül hagyjuk. A kísérletek [1] ezeket a feltevéseket igazolják.

Parciálisan terhelt falak bizonyos esetben még mielőtt az egész fal eltörne, közvetlenül a terhelés alatt keletkező függőleges repedés miatt mennek tönkre, ezért ilyenkor a teher törőintenzitását ennek figyelembevételével kell meghatároznunk. A parciálisan terhelt betontestek helyi törésének kísérleti és elméleti vizsgálatával *Klingroth*, *Nylander* és *Mörsch* foglalkoztak részletesen [5], [9], és arra az eredményre jutottak, hogy a betontest törését előidéző függőleges repedés akkor alakul ki, ha a teherelosztó felület alatt ébredő átlagos nyomófeszültség eléri a kockaszilárdság kétszeresét ($\sigma \approx 2\ \sigma_k$), de ha a teher alatt erős vízszintes vasalás van elhelyezve, akkor a parciális nyomás megengedett értéke még ennél magasabbra is felvehető ($\sigma = 2{,}5\ \sigma_k$). Ezt a hatást számításainknál figyelembe fogjuk venni.

A felsorolt szilárdsági jellemzők számszerű értékét szükség esetén a fentiektől eltérően is felvehetjük, és az említett hatások elhanyagolására sincs feltétlenül szükség. Mindezek a számítás lényegét nem érintik, viszont bevezetésük a számítási munkát egyszerűsíti.

b) A fal méretei. A kísérletek [1] azt mutatták, hogy olyan esetben, amikor a fal középfelülete sík, és a külső teher ebben a felező síkban centrikusan működik, a fal felső és alsó széle pedig vízszintes elmozdulással szemben rögzítve van, akkor a fal törése mindaddig szilárdságtani okok miatt következik be, ameddig a magasság és vastagság aránya: $h/v \leq 30$. Kihajlás csak $h/v > 30$ karcsúságú falak esetében volt tapasztalható. Mivel az alábbi számítás a fal esetleges kihajlásával nem számol, ezért csak olyan falak teherbírásának meghatározására használható fel, amelyeknél teljesül a $h/v \leq 30$ feltétel. A gyakorlatban előforduló teherviselő falak karcsúsága általában a fenti korlát alatt marad, ezért az alábbi számítás legtöbb esetben minden további nélkül felhasználható. Ha $h/v > 30$, akkor a törőintenzitás kiszámításán kívül a stabilitás vizsgálatot is el kell végezni, és a két eredmény közül a kisebbik a mértékadó.

c) A terhelés módja. A terhelés a falakra sohasem működik közvetlenül, hanem gerendák, falak vagy pillérek adják át és a felfekvés is hasonló elemeken történik. A terhelő és alátámasztó elemek hajlító merevségüktől függően különböző módon osztják szét a terhet a falra és ugyanakkor a súrlódás, valamint a csatlakozó födémek révén gátolják a fal érintkező részeinek vízszintes irányú elmozdulásait. Ezeknek az alakváltozási kényszereknek a nagysága rendszerint igen jelentős. A továbbiakban azzal a feltételezéssel élünk, hogy a teher végtelen merev gerendák útján adódik át, és a gerendák a fal érintkező részeit vízszintes elmozdulással szemben teljesen rögzítik. Ez az idealizált eset a kísérleteknél tökéletesen megvalósul, de a legtöbb esetben a valósághoz is igen közel áll.

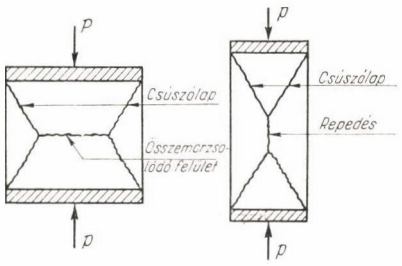
A teherről feltételezzük, hogy eloszlása alapteherrel van rögzítve, és mindenkori nagysága egyetlen adattal, a teher intenzitásával jellemezhető, helyzetére vonatkozóan pedig az a kikötésünk, hogy az erők a fal felező síkjában, centrikusan működjenek.

3. Folyási feltételek

Ha a beton, illetőleg vasbeton falakat a törésig terheljük, akkor a fal méreteitől és a terheléstől függően jellegzetes töréskép alakul ki, amelynek törési felületeit három egymástól lényegesen különböző csoportra oszthatjuk (1. ábra):

a) csúszólapok
b) repedések
c) összemorzsolódó felületek.

Vizsgáljuk meg, hogy a törési felületek kialakulásának milyen feltételei vannak.



1. ábra

a) A *csúszólap* fogalma a talajmechanikából közismert, a vasbetonban azonban ritkán alkalmazzák. A kérdéssel *Harris* foglalkozott részletesebben [2], és sík csúszólapot feltételezve számítás útján meghatározta különböző alakú és terhelésű beton próbatesteknél a csúszólapok hajlását és a törőteher nagyságát, majd az eredményeket kísérletekkel is igazolta.

A fal egy pontjában a talaj viselkedéséhez hasonlóan akkor következik be csúszás, ha a ponton keresztül felvett valamelyik metszetben a nyíró és a normál feszültség kielégíti a

$$\tau = \sigma \operatorname{tg} \varphi + c \qquad (1)$$

feltételt.

b) Repedés azokban a pontokban keletkezik, ahol a legnagyobb húzófeszültség eléri a beton húzószilárdságát:

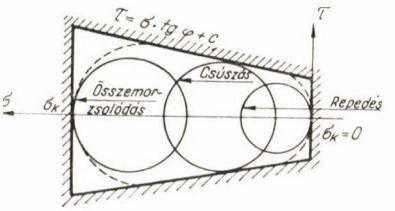
$$\sigma_1 = \sigma_h . \tag{2}$$

Ilyenkor a repedés a legnagyobb húzófeszültségre merőleges metszetben alakul ki.

c) Végül a beton azokban a pontokban *morzsolódik* össze, ahol a legnagyobb nyomófeszültség egy bizonyos értéket elér:

$$\sigma_3 = \sigma_0 . \tag{3}$$

Az összemorzsolódás a nyomófeszültségre merőleges síkban következik be. σ_0 nagysága a másik két fő feszültség (σ_1 és σ_2) értékétől függ, és például, ha az illető pontban mind a három irányban nyomás uralkodik, lényegesen



2. ábra

nagyobb lehet, mint két- vagy különösen egyirányú nyomás esetében. Többek között ez az oka annak, hogy a kockaszilárdság nagyobb, mint a hasábszilárdság, mert a kockában a terhelt felületeken ébredő súrlódás miatt három tengelyű feszültségállapot uralkodik, a hasábnál viszont a középső szakaszon a súrlódó erők hatása már elenyészik. Beton falak belsejében általában a feszültségi állapot kéttengelyű, tehát az összemorzsolódást előidéző feszültség a kocka és a hasáb szilárdság közé esik. Pontosabb számítás és eredmények hiányában a továbbiakban az összemorzsolódó felületeken a kockaszilárdsággal egyenlő feszültséggel számolunk: $\sigma_0 = \sigma_k$. A közelítést az támasztja alá, hogy összemorzsolódás a tárgyalt példák esetében alacsony falak olyan közbenső szakaszán következik be, ahol az alakváltozásokat a fal többi része erősen gátolja. Ettől eltérő feladatnál σ_0 értékét természetesen másképp is megválaszthatjuk.

A fenti egyenletek bármelyikének teljesülésekor a betonban jelentős alakváltozás jöhet létre, és az amúgy is elhanyagolt húzástól eltekintve eközben a feszültség gyakorlatilag változatlan, ezért ezeket az egyenleteket a beton képlékeny állapotának kezdetét kijelölő *folyási feltételnek* tekinthetjük. A folyási feltétel ebben az esetben a σ és τ koordináta-rendszerben egy zárt területet határoló egyenesekkel jellemezhető (2. ábra). Csúszás, repedés vagy összemorzsolódás abban az esetben lép fel, ha az illető ponthoz tartozó feszültségi Mohr-körök bármelyike valamelyik egyenest érinti.

A fal középsíkjával párhuzamos metszetekben a feszültség mindig zérus, ezért ebben az irányban a beton nem repedhet meg és nem morzsolódhatik össze. Mivel feltételeztük, hogy a fal felső és alsó vége vízszintes elmozdulással szemben minden irányban rögzítve van, és ez megakadályozza a fal síkjával ferde szöget bezáró (keresztirányú) csúszólapok kialakulását, ezért a továbbiak-

ban csak a fal síkjára merőleges csúszólapok keletkezésével számolunk. Ezt a feltevésünket a kísérletek [1] is alátámasztják. A törés csak a fal síkjára merőleges törésfelületek mentén következik be, és ezért a törőteher meghatározásánál is csak a fal síkjában működő feszültségekkel kell számolnunk.

Az egyes pontokban kialakuló elemi méretű törési felületek összefüggő rendszere adja meg a fal törésképét.

A továbbiakban az egyszerűség kedvéért feltételezzük, hogy a törésképsík törési felületekből áll, és a feszültségek helyett a törési síkokra merőleges erőkkel számolunk. Ennek megfelelően a folyási feltétel a betonhúzások elhanyagolásával az alábbiak szerint alakul:

a csúszólapokon:

$$T = N \operatorname{tg}\varphi + \mathrm{v\ t\ c} \quad \text{(1. a)}$$

a repedések mentén:

$$Q = 0 \quad \text{(2. a)}$$

az összemorzsolódó felületeken:

$$S = \mathrm{vt} \cdot \sigma_k \quad \text{(3. a)}$$

A *vasbetétekre* vonatkozóan a folyási feltétel igen egyszerű: a csúszólapokat, illetőleg repedéseket metsző *húzott* vasbetétekben

$$H = F_v \cdot \sigma_{vf} \quad (4)$$

húzóerővel számolunk. A nyomott, illetőleg nyírt vasbetétekben az igénybevételeket elhanyagoljuk.

4. A teher törőintenzitásának meghatározása

A csúszólapok repedések és összemorzsolódó felületek tetszőleges felvételével a falat több darabra oszthatjuk. A törési felületeknek olyan rendszerét, amelynél a merevnek képzelt faldarabok vagy azoknak egy része — figyelembe véve a törési felületeknél a csúszás, szakadás és összenyomódás, illetőleg a vasbetétek folyásának lehetőségét — a külső teher hatására mozgást tud végezni, *folyási mechanizmusnak* nevezzük.

Ha felírjuk a folyási mechanizmus merev testszerű képzeletbeli elmozdítása közben végzett külső és belső erők munkájának egyenlőségét, akkor ebből meghatározható a külső tehernek az a legkisebb intenzitása, amelyre legalább szükség van az illető folyási mechanizmus mozgásban tartásához (kinematikailag elégséges teherintenzitás). Adott méretű és terhelésű fal esetében még sík törési felületek feltételezése mellett is végtelen sok folyási mechanizmust tudunk felvenni. Ha valamennyi lehetséges folyási mechanizmushoz meghatározzuk a *kinematikailag elégséges teherintenzitást*, akkor a határállapot vizsgálat kinematikai tétele szerint [6] ezek legkisebbike adja az egy paraméterrel jellemzett teher *törőintenzitását*.

A folyási mechanizmus elmozdítása során a belső erők csak a törési felületek mentén végeznek munkát a külső és belső erők munkájának egyenlősége tehát a következő alakot ölti:

$$p \sum \Delta_{pi} = \sum T_i \Delta_{Ti} + \sum S_i \Delta_{Si} + \sum H_i \Delta_{Hi}. \quad (5)$$

A képletben T_i, S_i és H_i az (1a), (3a) és (4) folyási feltételekből számítható,

Δ_{p_i}, Δ_{T_i}, Δ_{S_i}, Δ_{H_i} pedig az index által jelölt erő irányába eső elmozdulást jelenti. Mivel a folyási mechanizmus egy mozgási szabadságfokkal rendelkezik, ezért utóbbiak mindegyike geometriai úton, egyetlenegy tetszőlegesen felvett elmozdulással fejezhető ki. Az (1*a*) képletben ugyan Ni ismeretlen, de az egyes faldarabokra felírt egyensúlyi egyenletek alapján a külső erőkkel könnyen kifejezhető, tehát az (5) egyenlet implicit formában adja meg a teherintenzitást.

Mivel a törési felületekkel felosztott fal erőjátéka figyelembe véve a törésfelületek mentén a folyási feltételekből kiszámítható erőket, statikailag határozott, ezért a teher intenzitását a virtuális elmozdulások elve helyett az egyes faldarabokra felírt egyensúlyi egyenletekből is meghatározhatjuk.

Teljesen általános esetben az összes kinematikailag elégséges teherintenzitás legkisebbikének kiszámítása csak variációszámítás útján lehetséges. A gyakorlati esetekben azonban a kísérletek eredményei tájékoztatnak a töréskép jellegéről, ezért sík törési felületeket feltételezve, már néhány — sőt rendesen egyetlen — paraméter elegendő a törési felületek rendszerének matematikai jellemzésére, ezért a törőintenzitást szélsőérték számítás segítségével meg lehet határozni. Ha x_1, $x_2 \ldots x_n$-nel jelöljük a töréskép paramétereit, akkor az (5) egyenletet $p = p(x_1, x_2 \ldots x_n)$ alakban tudjuk felírni. A minimum feltételét a

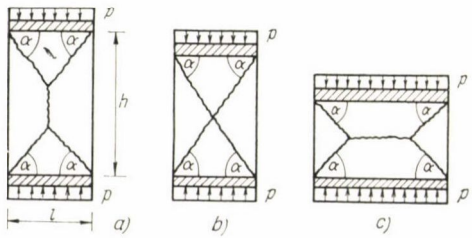
$$\frac{\partial p}{\partial x_1} = \frac{\partial p}{\partial x_2} = \ldots \frac{\partial p}{\partial x_n} = 0$$

egyenletrendszer fejezi ki, amelynek gyökeiből a töréskép és a törőintenzitás meghatározható.

A következő fejezetben bemutatjuk az ismertetett számítási módszernek néhány gyakorlati esetre való alkalmazását. A folyási mechanizmusok felvételénél a kísérleti eredményekből indulunk ki [1], és figyelembe vesszük a terhelő és alátámasztó elemekre vonatkozó feltevéseket. A számításnál a fal méretarányait, vasalását és egyes esetekben a terhelt, illetőleg alátámasztott falszakasz hosszát ismeretlenként kezeljük, ezért a görbeseregekben és táblázatokban feldolgozott eredmények a tervezéshez jó segédletet nyújtanak.

5. Teljes hossz mentén terhelt és felfekvő falak

A teljes hossza mentén terhelt és alátámasztott fal törésképét, magas közepes és alacsony falak esetében a 3. ábrán mutatjuk be. A csúszólapok hajlásszöge a szimmetria miatt azonos, de egyelőre még ismeretlen, és az egyes folyási mechanizmus típusok érvényességi határát ugyancsak a részletes számítás fogja kideríteni.

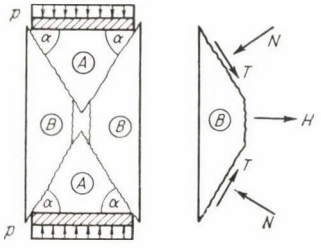


3. ábra

a) Magas falak. A magas falaknak megfelelő folyási mechanizmus képzeletbeli elmozdítás után a 4. ábrán feltüntetett alakot veszi fel. Ha a csúszólapok irányába eső eltolódást $\Delta_T = 1$-nek tételezzük fel, akkor az A jelű faldarabok $\Delta_P = \sin \alpha$ függőleges, a B jelűek pedig $\Delta_H = \cos \alpha$ vízszintes eltolódást végeznek, tehát a virtuális elmozdulás alkalmával végzett külső és belső munkák egyenlősége a következő alakban írható fel:

$$2\, pl \sin \alpha = 4\, T + 2\, H \cos \alpha. \tag{6}$$

A képletben H az összes vízszintesen elhelyezett vasbetét húzási teherbírását jelenti.



4. ábra

A folyási feltétel szerint:

$$T = N \operatorname{tg} \varphi + \frac{l}{2 \cos \alpha}\, vc\,. \tag{7}$$

A B jelű faldarabok egyensúlya alapján pedig:

$$H + 2\, T \cos \alpha - 2\, N \sin \alpha = 0. \tag{8}$$

Ha a (6), (7) és (8) egyenletekből a teherintenzitást kifejezzük, és felhasználjuk az ismert trigonometriai összefüggéseket és bevezetett szilárdságtani mennyiségeket, akkor a következőt kapjuk:

$$\frac{p}{v\, \sigma_k} = \frac{1}{6{,}67} \left[\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{cotg}(\alpha - \varphi)\right] + \varepsilon \operatorname{cotg}(\alpha - \varphi)\,. \tag{9}$$

A továbbiakban meg kell határoznunk α szögnek azt az értékét (α_0), amelynél a teherintenzitás a legkisebb.

$$\frac{\partial p}{\partial \alpha} = \frac{1}{6{,}67} \left[\frac{1}{\cos^2 \alpha_0} - \frac{1}{\sin^2 (\alpha_0 - \varphi)}\right] - \frac{1}{\sin^2 (\alpha_0 - \varphi)}\, \varepsilon = 0\,.$$

Kellő átalakítás és $\varphi = 37^\circ$ behelyettesítése után a képlet a következő alakot ölti:

$$(0{,}191 + \varepsilon) \cos 2\, \alpha_0 + 0{,}144 \sin 2\, \alpha_0 = -\varepsilon \tag{10}$$

a) Vizsgáljuk meg az eredményeket először *vasalatlan falak* esetében ($\varepsilon = 0$). A (10) képlet ekkor

$$\alpha_0 = 45° + \varphi/2 = 63°30' \tag{11}$$

értéket ad a töréskép csúszólapjának hajlásszögére, a törőintenzitás nagysága pedig a (9) képlet szerint:

$$\frac{p_t}{v\,\sigma_k} = 0{,}600. \tag{12}$$

A fal teherbírása tehát a méretaránytól független. A (11) és (12) képletek érvényességi határát az a z viszony szabja meg, amelynél az α_0 hajlású csúszólapok egy pontban futnak össze, tehát: $z_1 = \operatorname{tg} \alpha_0 = 2$. Ezért a (11) és (12) képletek csak $z \leqq 2$ esetében használhatók.

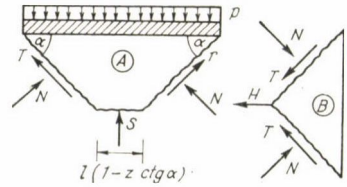
β) *Vasalt falak* esetében ($\varepsilon \neq 0$) a (10) képlet megoldása csak próbálgatás útján lehetséges. Ha ε értéke 0 és 0,200 értékek között változik, α_0-ra 63°30′ és 70° közötti szögeket kapunk. Ha ezeket a (9) képletbe behelyettesítjük, megkapjuk különböző vasalási arányok mellett a fal teherbírását. A számítás eredményeit a 6. ábrában tüntettük fel. Megjegyezzük, hogy ezek az eredmények is α_0-nak megfelelően csak egy bizonyos z_1 értékig érvényesek. Nevezetesen $\varepsilon = 0{,}00 - 0{,}20$ intervallumban $z = 2{,}0 - 2{,}70$ az eredmények érvényességi határa.

b) *Közepes magasságú falak.* Ilyenkor z értéke kisebb, mint az előző pontban megadott z_1 korlát, ezért a (3*a*) ábrán feltüntetett töréskép nem tud kialakulni, tehát a törőintenzitást a (3*b*) ábrán látható töréskép alapján kell meghatározni. Külön levezetésre nincs szükség, mert a magas falak esetében a függőleges repedések helyén a beton húzófeszültségeit figyelmen kívül hagytuk, tehát a (9) képlet most is érvényes. A különbség csak annyi, hogy a csúszólap hajlásszögét nem a minimum feltétel, hanem a fal geometriai méretei határozzák meg, nevezetesen:

$$\alpha_0 = \operatorname{arc\,tg} z. \tag{13}$$

Ha ezt behelyettesítjük a (9) képletbe, akkor különböző z és ε értékekhez meghatározhatjuk a törőintenzitást. Az eredményeket ugyancsak a 6. ábrán tüntettük fel. Az eredmények érvényességének felső korlátját a z_1 értékek szabják meg, az alsó korlátot pedig az alacsony falakra levezetett képletek fogják meghatározni.

c) *Alacsony falak.* A folyási mechanizmust a 3*c* ábra tünteti fel, az egyes faldarabokra működő erőket pedig az 5. ábrán láthatjuk. A teherintenzitást most nem a virtuális elmozdulások elve, hanem egyensúlyi egyenletek alapján határozzuk meg.



5. ábra

Az A jelű faldarab egyensúlya alapján:

$$pl - 2N\cos\alpha - 2T\sin\alpha - S = 0. \tag{14}$$

A folyási feltétel szerint:

$$T = N\,\mathrm{tg}\,\varphi + \frac{h}{2\sin\alpha}cv. \tag{15}$$

$$S = l(1 - z\,\mathrm{cotg}\,\alpha)\,v\sigma_k. \tag{16}$$

A B jelű falszakasz egyensúlyából:

$$H + 2T\cos\alpha - 2N\sin\alpha = 0. \tag{17}$$

A (14)—(17) egyenletekből a trigonometriai összefüggések, valamint a bevezetett szilárdságtani jellemzők felhasználásával a következő eredményt kapjuk:

$$\frac{p}{v\sigma_k} = 1 + [0{,}15\,\mathrm{cotg}\,\alpha\ \ \mathrm{cotg}(\alpha - \varphi) - \mathrm{cotg}\,\alpha + 0{,}15]z + \varepsilon\,\mathrm{cotg}\,(\alpha - \varphi) \tag{18}$$

A képletben α szög értékét a teherintenzitás minimumfeltételéből kell meghatároznunk, amely a következő egyenletre vezet:

$$\sin 2\alpha_0 + \left(0{,}114 - 0{,}866\frac{\varepsilon}{z}\right)\cos 2\alpha_0 = 0{,}866\left(1 - \frac{\varepsilon}{z}\right). \tag{19}$$

A (19) és (18) egyenletekből ki lehet számítani a töréskép alakját és a teher törőintenzitását.

α) *Vasalatlan fal* esetében ($\varepsilon = 0$) a (19) egyenletből próbálgatás útján a csúszólap hajlásszögére $\alpha_0 = 57°$ adódik, és ha ezt behelyettesítjük a (18) egyenletbe, akkor a törőintenzitás a

$$\frac{p}{v\,\sigma_k} = 1{,}0 - 0{,}231\,z \tag{20}$$

képletből számítható. Természetesen az eredmény csak addig érvényes, ameddig a töréskép nincs geometriailag ellenmondásban a fal méreteivel, tehát az összemorzsolódó felület nem jön ki negatívra. Képletben

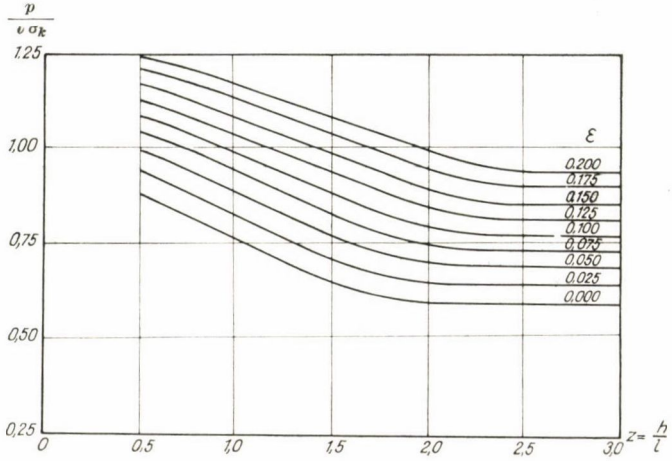
$$l(1 - z\ \mathrm{ctog}\,\alpha_0) \geqq 0, \text{ vagyis:}$$

$$z \leqq z_2 = \mathrm{tg}\,\alpha_0 = 1{,}54.$$

Ez a z érték nemcsak a (20) képlet felső, hanem egyben a közepes magasságú vasbeton falak megoldásának alsó érvényességi határát is kijelöli.

β) *Vasalt falak* esetében ($\varepsilon \neq 0$) annyiban különbözik a számítás, hogy még ha ε értékét állandóra is vesszük, a (19) képlet különböző z értékekhez különböző α_0 szögeket ad, és ezért a törőintenzitás (18) képletből való meg-

határozása lényegesen hosszabb munkát jelent. Az említett két képlet különböző ε és z értékekre való kiértékelését a 6. ábra tünteti fel. Az alacsony, illetőleg közepes magasságú falak felső, illetőleg alsó érvényességi határát meghatározott ε mellett csak próbálgatással tudtuk kiszámítani. Ezen z_2 értékekhez az alacsony, illetőleg közepes falakhoz tartozó képletek természetesen ugyanakkora törőintenzitást adnak.



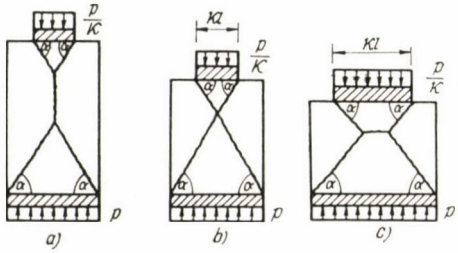
6. ábra

Foglaljuk össze a teljes hossz mentén terhelt és alátámasztott falakra kapott eredményeket.

A magas, közepes és alacsony falak törésképének jellege különböző és ennek megfelelően a törőintenzitás meghatározása is különböző képletekből történik. Amennyiben ε értékét állandónak tekintjük, akkor magas falaknál ($z \geq z_0$) a törőintenzitás konstans, közepes falaknál ($z_1 \leq z \leq z_2$) és alacsony falaknál ($z < z_2$), pedig z csökkenésével fokozatosan növekszik. Az említett szakaszokat a 6. ábra szemlélteti. A vízszintes vasalás (ε) növelésével a fal méreteitől függetlenül a teherbírás közel lineárisan fokozódik.

6. Parciálisan terhelt és teljes hossz mentén alátámasztott falak

A parciálisan terhelt falak folyási mechanizmusait a 7. ábra tünteti fel. A parciális teher szimmetrikus elhelyezésű.



7. ábra

Mivel több változó bevezetése nagy algebrai nehézségekre vezet, ezért feltételezzük, hogy valamennyi csúszólap hajlásszöge azonos. A törőintenzitás meghatározását magas, közepes magasságú és alacsony falak esetében most is külön-külön tárgyaljuk.

a) Magas falak. A folyási mechanizmust a 7*a* ábra tünteti fel. A faldarabok egyensúlya és a folyási feltételek alapján a számítás részleteit mellőzve a következő eredményt kapjuk:

$$\frac{p}{v\,\sigma_k} = \frac{1+\varkappa}{2}\left[\frac{1}{6{,}67}\,tg\,\alpha + \operatorname{cotg}(\alpha-\varphi)\right] + \varepsilon\operatorname{cotg}(\alpha-\varphi). \tag{21}$$

A csúszólap hajlásszögét a minimum feltétel szabja meg. Ez a következő alakban írható fel:

$$\left(0{,}191 + \frac{2\,\varepsilon}{1+\varkappa}\right)\cos 2\,\alpha_0 + 0{,}144\sin 2\,\alpha_0 = -\frac{2\,\varepsilon}{1+\varkappa}. \tag{22}$$

Megállapíthatjuk, hogy az $\frac{1+\varkappa}{2}$ tényezőtől eltekintve a (21) és (22), valamint a teljes hossz mentén terhelt falhoz tartozó (9) és (10) képletek azonosak, ezért az eredmények is hasonló jellegűek.

α) Vasalatlan fal esetében ($\varepsilon = 0$) a (22) képletben az említett szorzó elesik, ezért a csúszólapok hajlásszöge most is:

$$\alpha_0 = 45^\circ + \varphi/2 = 63^\circ\,30'. \tag{24}$$

Ha ezt behelyettesítjük a (21) egyenletbe, akkor a törőintenzitás

$$\frac{p}{v\,\sigma_k} = 0{,}600\,\frac{1+\varkappa}{2}. \tag{24}$$

β) Vasalt falaknál ($\varepsilon \neq 0$) valamennyi $\varkappa$ és ε értékhez a (22) és (21) képletből külön meg kell határozni a csúszólap hajlásszögét és a törőintenzitást. Az eredményeket a gyakorlatban legfontosabb esetekre a 8—11. ábrákon adtuk meg.

A (21) és (22) képletek addig használhatók, ameddig a (22) képletből kiadódó töréskép méretei a fal méreteit nem haladják meg, tehát:

$$z \geqq z_1 = \frac{1+\varkappa}{2}\,tg\,\alpha_0. \tag{25}$$

b) Közepes falaknál a folyási mechanizmust a 7*b* ábra tünteti fel. Ebben az esetben a (21) képlet érvényben marad, de α_0 szöget nem a minimum feltétel, hanem a fal geometriai méretei szabják meg:

$$\alpha_0 = \operatorname{arc\,tg}\,\frac{2}{1+\varkappa}\,z. \tag{26}$$

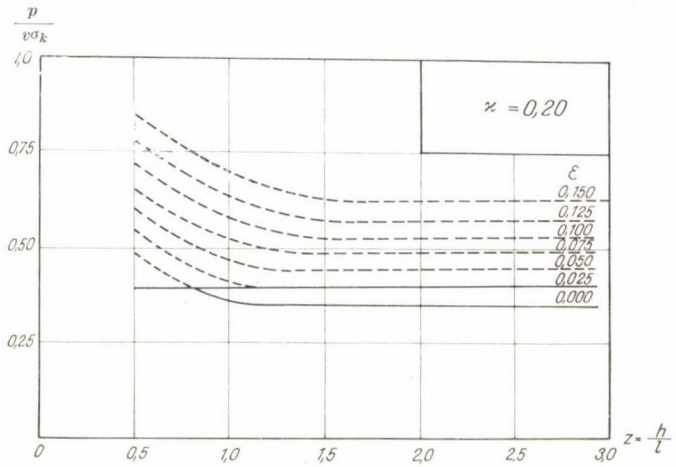
A (26) és a (21) képletből kiszámított eredményeket különböző $\varkappa$ és ε értékek mellett a 8—11. ábrák tüntetik fel. Ezek az eredmények $z_1 \geqq z \geqq z_2$

arányok mellett érvényesek, ahol z_1-et a (25) képlettel, z_2-t pedig az alacsony falak megoldásánál adjuk meg.

c) Az *alacsony falak* folyási mechanizmusát a 7*c* ábra mutatja be. Az egyensúlyi és a folyási feltételek felírása és megfelelő átalakítás után a következő eredményt kapjuk:

$$\frac{p}{v\sigma_k} = \frac{1+\varkappa}{2} + [0{,}15 \operatorname{cotg}\alpha \operatorname{cotg}(\alpha-\varphi) - \operatorname{cotg}\alpha + 0{,}15]z + \varepsilon \operatorname{cotg}(\alpha-\varphi) \quad (27)$$

Tekintettel arra, hogy az $\frac{1+\varkappa}{2}$ állandó kivételével a képlet teljesen megegyezik a teljes hossz mentén terhelt falakhoz tartozó (18) képlettel,



8. ábra

ezért a minimum feltételét kifejező egyenletet nem kell még egyszer levezetnünk, mert ez a (19) egyenlettel azonos. Tehát a parciálisan terhelt és a totálisan terhelt alacsony falaknál a csúszólapok a vízszintessel ugyanakkora hajlásszöget zárnak be, és a törőintenzitás is csak egy állandó tagban különbözik egymástól. Nevezetesen, ha a (18) és (27) képleteket kivonjuk egymásból, akkor kiderül, hogy ugyanaz az alacsony fal parciálisan terhelve

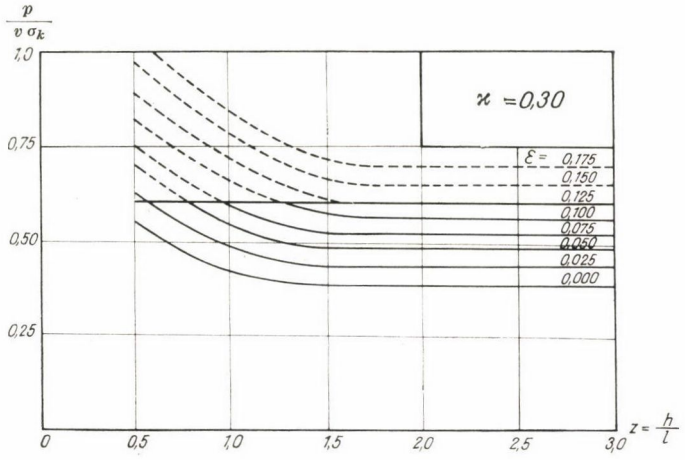
$$\left(\frac{1-\varkappa}{2}\right) vl\sigma_k$$

értékkel kevesebb *összterhet* tud elviselni, mintha a teher a fal teljes hossza mentén van elosztva.

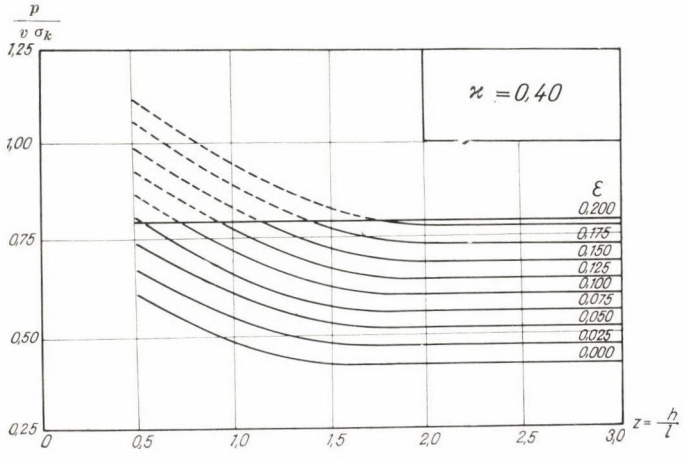
a) Vasalatlan falak esetében ($\varepsilon = 0$), tehát a csúszólapok hajlásszöge a (19) képlet szerint $\alpha_0 = 57°$-kal egyező a törőintenzitásra pedig a (39) képletből az alábbi érték adódik:

$$\frac{p}{v\sigma_k} = \frac{1+\varkappa}{2} - 0{,}231\, z. \quad (28)$$

β) *Vasalt falaknál* ($\varepsilon \neq 0$) a képletek összehasonlítása szerint a vízszintes vasalás növelése parciálisan és teljes hossz mentén terhelt falak esetében közel azonosan fokozza a törőintenzitást, sőt alacsony falaknál a vasalás hatása a két esetben teljesen azonos. A teher parciális eloszlása tehát lényegében csak a vasalatlan fal teherbírását csökkenti, de a vasalásból adódó teherbírás növekedésre nincs befolyással.



9. ábra



10. ábra

A (27) képlet csak addig érvényes, ameddig az összemorzsolódó vízszintes felület hossza nagyobb vagy legfeljebb egyenlő zérussal, tehát

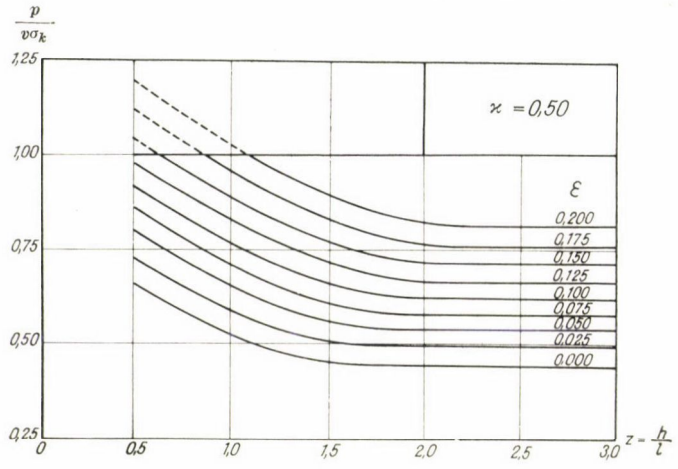
$$z \leq z_2 \leq \frac{1+\varkappa}{2} \operatorname{tg} \alpha_0 .$$

Ebben a képletben α_0 a (19) egyenletből kiszámított szöggel egyenlő, a z_2 érték pedig egyben a közepes falakra levezetett eredmények alsó érvényességi hatását is megadja.

A fenti képletek érvényességét azonban az is korlátozza, hogy a parciális terhelés alatt $\sigma = 2\sigma_k$ feszültség hatására függőleges repedés keletkezik és a fal tönkremegy. A repedés előidézéséhez szükséges teherintenzitás értéke:

$$\frac{p}{v\,\sigma_k} = 2\varkappa. \tag{29}$$

Ennek a képletnek megfelelő vízszintes egyenest a 8—11. ábrákban is berajzoltuk, és ezzel korlátoztuk az előző számítás alapján nyert görbék érvényességi



11. ábra

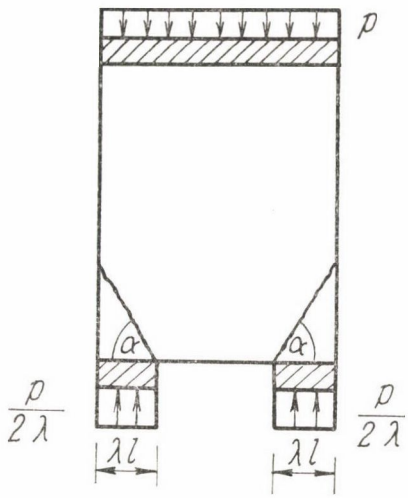
határát. A görbék szaggatott vonallal jelölt szakasza csak olyankor használható, ha a teherátadódás alatt megfelelően méretezett vízszintes vasalás van elhelyezve a helyi törés megakadályozására [5], [9]. A vasbetétek a fal felső széle alatt kb. $3\varkappa l$ távolságnyira dolgoznak a legeredményesebben.

Végül a (28) képlet érvényességének az is határt szab, hogy $z_3 \leq \frac{1-\varkappa}{2}\,\mathrm{tg}\,\alpha_0$ arányoknál a felső gerenda végpontjaiból kiinduló csúszólapok hossza zérusra, illetőleg negatívra adódik. Ezzel az esettel azonban nem szükséges részletesen foglalkozni, mert ilyen alacsony falaknál már a helyi törés a mértékadó.

Összefoglalva az eredményeket, a parciálisan terhelt falak teherbírásának számítása a $\varkappa$ értéktől függő szorzótól, illetőleg állandótól eltekintve teljesen hasonló a teljes hossz mentén terhelt falak megoldásához. Az eredmények szerint a fal teherbírása parciális terhelés esetében kisebb, de a vízszintes vasalás teherbírás növelő hatása mindkét esetben közel azonos módon érvényesül. A parciálisan terhelt fal teherbírását a helyi törés is korlátozza, de ezen egy bizonyos határig erőteljesebb vízszintes vasalással, illetőleg az erő megfelelő bevezetésével lehet segíteni.

7. Teljes hossz mentén terhelt, parciálisan alátámasztott falak

Mivel feltételeztük, hogy a teherátadó elem végtelen merev, ezért a két helyen alátámasztott (kéttámaszú) falak csak igen kis mértékben vagy egyáltalán nem szenvednek hajlítást, tehát — az aránylag kis magasságú falaktól eltekintve — a törés nem a húzás okozta repedés, hanem csúszás miatt következik be. A folyási mechanizmus az alátámasztó gerendák sarkaiból kiinduló repedésekből áll [5] (12. ábra). A teherintenzitás nagyságát a



12. ábra

leszakadó falsorok egyensúlya alapján, valamint a folyási feltétel felhasználásával tudjuk meghatározni:

$$\frac{p}{v\,\sigma_k} = 2\lambda\left\{\frac{1}{6{,}67}\left[\operatorname{cotg}(\alpha-\varphi)+\operatorname{tg}\alpha\right]+\varepsilon_1\operatorname{cotg}(\alpha-\varphi)\right\}. \qquad (30)$$

A 2λ állandó szorzótól és ε_1 jelentésétől eltekintve a (30) képlet teljesen megegyezik a (9) képlettel, ezért a töréskép hajlásszögét ugyancsak a (10) egyenletből számíthatjuk ki. Így a törőintenzitásra is éppen 2λ-szoros eredményt kapunk, mint a teljes hossz mentén terhelt falaknál. A különböző λ arányokhoz tartozó törőintenzitásokat a 13. ábrán tüntettük fel. Az eredmények felhasználásával kapcsolatban a következőkre kell felhívni a figyelmet:

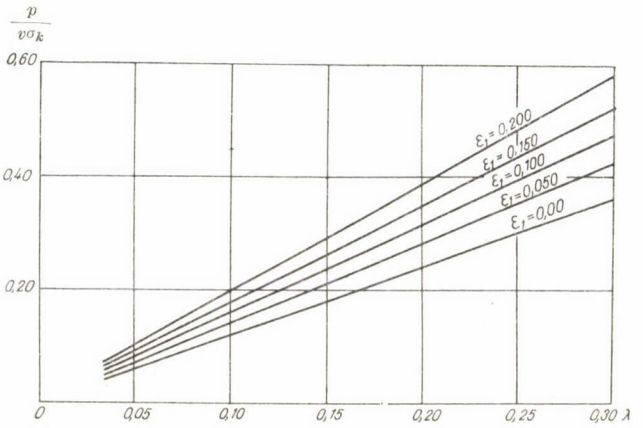
A (30) képlet szerint a törőintenzitás z értékétől független, tehát elvileg bármilyen falméret esetében felhasználható. Ennek ellenére kis z értékek mellett (kb. $z < 0{,}5$) a teherátadó elem merevségétől függően mérlegelni kell, hogy vajon a fal törése csúszás helyett nem következhetik-e be a fal középső részén, alulról kiinduló hajlítás okozta repedés miatt. Feltehető ugyanis, hogy a teherátadódó elem bizonyos mértékű merevsége és bizonyos z értékek mellett a törés nem a síkjában terhelt lemez jellegének megfelelően, hanem hajlított

gerenda módjára következik be. Ezt a kérdést a fal alsó szélén elhelyezett vasbetétek mennyisége is befolyásolja. Mivel a probléma igen bonyolult ezért a képletek érvényességének alsó határát kísérletek útján kellene, eldönteni.

A (10) képletből kiadódó csúszólap csak $z \geq \lambda \operatorname{tg} \alpha_0$ értékek mellett tud szabadon kialakulni, ennél alacsonyabb falaknál pedig a fal felső sarokpontjaiba fut be. Ezért $z < \lambda \operatorname{tg} \alpha_0$ esetében α szög értékét az

$$\alpha = \operatorname{arc\ tg} \frac{z}{\lambda}$$

képletből kell kiszámítani és ennek alapján kell a törőintenzitást meghatározni. Ezzel a kérdéssel azonban nem foglalkozunk részletesen, mert ilyen



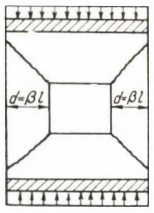
13. ábra

alacsony falak esetében a képletek a gerenda hatás előtérbe jutása miatt egyébként is érvényüket vesztik. Az ε_1 mennyiség számításánál H erő a csúszólapot keresztező vízszintes vasbetétek teherbírását jelenti. Ennek számításakor figyelembe kell venni, hogy ezeknek a vasbetéteknek egy része nincs kellően bekötve, tehát csak csökkentett értékkel vehető figyelembe.

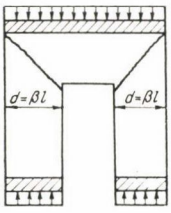
8. Nyílással gyengített falak

A 14. ábra szimmetrikus elhelyezésű ablakkal, ajtóval vagy egyéb más nyílással gyengített falakat és azok törésvonalait tünteti fel. Ha a terhelés, illetőleg alátámasztás parciális és középen van elhelyezve, illetőleg a teljes hossz mentén elosztott teher nem merev elemek útján adódik át, akkor a falgerendák tetemes hajlítást szenvednek és amennyiben nincsenek erre külön megvasalva, akkor már egészen kis tehernél függőleges repedés miatt eltörnek. A törésnek ezzel a fajtájával ebben a dolgozatban nem foglalkozunk. Abban az esetben azonban, amikor a terhelés, illetőleg alátámasztás az egész fal

hossza mentén vagy akár csak a faloszlopoknál elhelyezett végtelen merevnek képzelt terhelő, illetőleg alátámasztó elemek útján történik, akkor a kísérletek tanulsága szerint [1] a törés a faloszlopokon keresztülhaladó csúszólapok miatt következik be, illetőleg bizonyos arányok mellett a nyílások mellett összemorzsolódó felület is kialakulhat. A csúszólapok a nyílás szélétől — rendesen a sarokpontokból — indulnak el vagy a falnak azon a szakaszán alakulnak ki, ahol a vasalás a legkisebb mértékben tudja az elcsúszást megakadályozni.

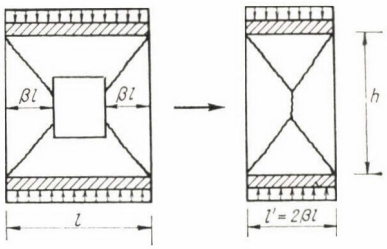


a)



b)

14. ábra



15. ábra

a) *Zárt nyílással gyengített falak*

A törőintenzitás meghatározását vissza lehet vezetni az eddig ismertetett számításokra. Könnyen belátható ugyanis, hogy amennyiben a nyílás alatti és feletti faldarabot eltávolítva képzeljük (14*a* ábra), és az így megmaradt faloszlopokat képzeletben összetoljuk, akkor az így előállított $l' = 2d = 2\beta l$ hosszúságú fal (15. ábra) *összteherbírása* megegyezik a nyílással gyengített fal összteherbírásával. A számítás tehát abból áll, hogy kiszámítjuk a $z' = \frac{h}{l'}$ arányt, és ehhez a 6. ábrából megkeressük a p' teherintenzitást. A $p'2\beta l$ érték megadja a fal összteherbírását, amelynek l hosszra vonatkoztatott értéke $p = 2\beta p'$ értékkel egyenlő. Ez a nyílással gyengített fal törőintenzitása. Ez a számításmód azt a körülményt is figyelembe veszi, hogy bizonyos méretek mellett a csúszólapok hajlásszögét a fal méretei korlátozzák, és esetleg egyes helyeken összemorzsolódó felület is kialakul. Ügyelnünk kell arra, hogy vasalt falak esetében H erő kiszámításánál csak a csúszólapokat keresztező és kellően bekötött vízszintes vasbetéteket szabad beszámítani, ε helyett pedig $\varepsilon_2 = \frac{H}{2\beta l v \sigma_k}$ arányt kell p' meghatározásánál figyelembe venni.

b) *Nyitott nyílással gyengített falak*

A teherbírást a zárt nyílás esetéhez teljesen hasonlóan kell kiszámítani (14*b* ábra), csupán annyi a különbség, hogy jelen esetben a töréshez szükséges két csúszólap minden gyakorlatban előforduló falméret mellett szabadon ki tud alakulni, ezért z' értékétől függetlenül p'-t mindenkor a 6. ábra vízszintes szakasza alapján kell meghatározni és a teher törőintenzitása $p = 2\beta p'$. A vasalásra tett megjegyzések most is érvényesek.

9. Az oldalirányú kitérés korlátozásának szerepe a falak törésénél

Mint az eddigi példákból láthattuk, a fal alakváltozását befolyásoló kényszerek jelentős hatással vannak a törésképre és a törőteher nagyságára. A kidolgozott feladatoknál a terhelő és alátámasztó elemekre vonatkozóan azt a feltevést tettük, hogy ezek végtelen merevek és vízszintesen mozdulatlanok, a falak esetleges oldalirányú megtámasztásáról azonban nem tettünk említést. A levezetéseknél azonban minden esetben egy vízszintes (H) erő jelenlétét is feltételeztük, ezért lehetőség van arra, hogy ennek megfelelő felvételével a vízszintes vasaláson kívül az oldalirányú kényszerek hatását is figyelembe vegyük.

Abban az esetben, ha a vizsgált falat oldalról oszlopok, gerendák vagy falak támasztják, akkor először ezeknek az elemeknek kell meghatározni a vízszintes erővel szemben kifejtett teherbírását — figyelembe véve természetesen eközben a megtámasztó elemre ható valamennyi kedvezőtlen hatású terhet — és az illető vizsgálat tárgyát képező fal függőleges erőkkel szemben kifejtett teherbírás számításánál a vízszintes vasalásból adódó H erőhöz még ezt is hozzá kell adni. Ilyen módon például a többtámaszú falak számítása is lehetségessé válik. Az oldalirányú megtámasztást azonban csak olyan esetben vehetjük számításba, ha a támasztó elemek hézag nélkül csatlakoznak a vizsgált falhoz. Ellenkező esetben ugyanis a fal esetleg még a vízszintes erő kifejlődése előtt eltörhetik.

10. Számpéldák

a) Határozzuk meg a $h = 4{,}0$ m magas és $l = 3{,}0$ m hosszú, egész hossza mentén terhelt és alátámasztott fal teherbírását, ha a falvastagság 20 cm, a kockaszilárdság $\sigma_k = 100$ kg/cm², a fal vízszintes vasalása ∅ 8/20 cm, a vasbetétek folyási határa pedig $\sigma_{vf} = 2400$ kg/cm².

$$H = \frac{400}{20} \times 0{,}503 \times 24\,00 = 24\,100 \text{ kg}$$

$$\varepsilon = \frac{24\,100}{300 \times 20 \times 10^0} = 0{,}04$$

$$z = \frac{4{,}0}{3{,}0} = 1{,}33 \,.$$

A 6. ábrából interpolálás után a törőintenzitás:

$$\frac{p}{v\,\sigma_k} = 0{,}79\,; \quad p = 0{,}79 \times 20 \times 100 = 1580 \text{ kg/cm} = 158 \text{ t/m}.$$

A fal összteherbírása pedig:

$$P = pl = 158 \times 3 = 474 \text{ t}.$$

b) Határozzuk meg az előző fal teherbírását abban az esetben, ha végig alá van támasztva, de a teher a felső szakasz 1,2 m hosszán parciálisan, szimmetrikus elrendezésben működik:

$$\varepsilon = 0{,}04$$

$$z = 1{,}33$$

$$\varkappa = \frac{1{,}2}{3{,}0} = 0{,}4.$$

A 10. ábra alapján a törőintenzitás:

$$\frac{p}{v\,\sigma_k} = 0{,}52\,; \quad p = 0{,}52 \times 20 \times 100 = 1040\ \text{kg/cm} = 104\ \text{t/m}$$

Az összteherbírás tehát:

$$P = pl = 104 \times 3{,}0 = 312\ \text{t}.$$

A parciálisan megoszló teher intenzitása viszont:

$$p' = \frac{312}{1{,}2} = 260\ \text{t/m}.$$

c) Végül vizsgáljuk meg azt az esetet, amikor a szóban forgó fal egész hossza mentén van terhelve és alátámasztva, de egy szimmetrikus elhelyezésű 1,20 m széles és 1,8 m magas ablaknyílás gyengíti. A képzeletbeli fal szélessége ebben az esetben $l' = 3{,}0 - 1{,}20 = 1{,}80$ m, tehát

$$z' = \frac{400}{180} = 2{,}22.$$

A csúszólapok hajlásszögét $\alpha = 63°30'$-re ($\operatorname{tg}\alpha = 2{,}0$) tételezzük fel, és az elégtelen bekötési hossz miatt a csúszólapokat keresztező vasbetéteknek csak a 75%-át vesszük figyelembe, tehát

$$H = 0{,}75 \times 2\,\frac{2 \times 90}{20}\,0{,}50 \times 2400 = 16\,300\ \text{kg}$$

$$\varepsilon' = \frac{H}{l'\,v\,\sigma_k} = \frac{16\,300}{180 \times 20 \times 100} = 0{,}045.$$

A 6. ábra alapján

$$\frac{p'}{v\,\sigma_k} = 0{,}69\,; \; p' = 0{,}69 \times 20 \times 100 = 1380\ \text{kg/cm} = 138\ \text{t/m}.$$

Mivel $\beta = \frac{90}{300} = 0{,}3$, ezért

$$p = 2\beta p' = 0{,}6 \times 138 = 82{,}8 \text{ t/m}.$$

A fal összteherbírása pedig 17

$$P = pl = 82{,}8\ x\ 3{,}0 = 348 \text{ t}.$$

11. Befejezés

A síkjukban terhelt beton és vasbeton falak tönkremenetele akkor következik be, ha a teher növelése közben kialakuló csúszólapok, repedések és összemorzsolódó felületek a falat különálló darabokra osztják. A törési felületeken működő belső erőket a folyási feltételekből ki lehet számítani, és így egy tetszőlegesen felvett törésképhez tartozó (kinematikailag elégséges) teherintenzitást az egyensúlyi egyenletek alapján meg lehet határozni. A tényleges törésképet az jellemzi, hogy a hozzá tartozó teherintenzitás az összes kinematikailag elégséges teherintenzitások közül a legkisebb. Ez a tétel tehát lehetőséget ad arra, hogy variáció, illetőleg szélsőérték számítás segítségével a teher törőintenzitását kiszámítsuk.

A számítási eljárás alkalmazását a leggyakrabban előforduló esetekre számszerűen is bemutattuk, és a fal, a terhelés, valamint a vasalás arányait változónak tekintve, görbéket dolgoztunk ki a teherbírás meghatározására. Az eredmények a beton kockaszilárdságára vonatkoznak, semmi nehézséget nem jelent azonban, hogy a szabályzat előírásainak megfelelően határfeszültségekkel számoljunk, és a biztonsági tényezőt is figyelembe vegyük.

A külföldi kísérletek [1] és a kidolgozott feladatok eredményei igen jó összhangban állnak egymással. A töréskép a kísérleteknél is csúszólapokból, repedésekből és összemorzsolódó felületekből tevődött össze, és számításainkhoz hasonlóan azt tapasztalták, hogy a vízszintes vasalás meggátolja a faldarabok vízszintes irányú mozgását és ezért jelentősen növeli a teherbírást, viszont a függőleges vasalásnak nincs lényeges szerepe. Teljes hossz mentén terhelt és alátámasztott falaknál a kísérletek szerint $\frac{h}{l} \geq 1{,}5$ arányoknál a fal teherbírása közel állandó, $\frac{h}{l} < 1{,}5$ esetekben azonban növekedni kezd és a kockaszilárdságot is eléri. Ez ugyancsak számításaink helyességét igazolja.

Parciálisan alátámasztott falakra végzett kísérletek azt is igazolták, hogy az aránylag kis magasságú falakat kivéve, a törés a támaszoknál kialakuló csúszás miatt következik be [5]. A csúszólapokra vonatkozó folyási feltételt ugyancsak kísérletek támasztják alá [2].

Az ismertetett eljárás azonban bizonyos feltevéseken alapszik, melyek teljesülését adott esetben meg kell vizsgálni. Nevezetesen kizárja a fal kihajlásának lehetőségét és feltételezi, hogy a terhelő és alátámasztó elemek végtelen merevek, vízszintes irányban mozdulatlanok és a teher a fal felező síkjában működik. Ezeket a feltételeket a kísérleteknél [1] a törőgép terhelő gerendái igen jól biztosították. Ilyen körülmények mellett azt tapasztalták, hogy kihaj-

lás csak olyan falaknál következik be, melyek karcsúsága: $h/v \geqq 30$. A fal síkjával ferde szöget bezáró (keresztirányú) csúszólapok keletkezésére egyáltalában nem tesznek említést.

A valóságban azonban a fal alakváltozási kényszerei nem minden esetben olyan egyszerűek, mint a kísérleteknél: a falhoz födémek csatlakoznak, és ezek felfekvése, valamint vízszintes merevsége szabja meg, hogy centrikus-e a teher és elmozdulhat-e a fal, vízszintes irányban. Ez a két körülmény pedig alapvetően befolyásolja a kihajlás és a keresztirányú csúszás bekövetkezésének lehetőségét. Éppen ezért minden esetben gondosan meg kell vizsgálni az épület merevségi viszonyait, és olyan szerkezeti megoldásokat kell alkalmazni, amelyek a számítás feltevéseinek megfelelnek. Ennek a kérdésnek az alapos tisztázására kísérletekre lenne szükség annál is inkább, mert a vasbeton-váz nélküli panelekből összeállított épületek az építőiparban egyre fontosabb szerepet játszanak.

FELHASZNÁLT IRODALOM

[1] Seddon: The Strength of Concrete Walls Under Axial and Eccentric Loads. Symposium on the Strenth of Concrete Structures. *London.*

[2] Harris: The Failure of Concrete under Compound Stress. Symposium on the Strength of Concrete Structures. *London.*

[3] Prager—Hodge: Theory of Perfectly Plastic Solids. *New York.* 1951.

[4] Saliger: Der Stahlbetonbau. *Wien.* 1949.

[5] Haviár: Vasbeton faltartók. Közlekedési Kiadó. *Budapest.* 1952.

[6] Greenberg—Drucker—Prager: The Safety Factor of an elastic-plastic Body in Plane Strain. *Journal of Applied Mechanics,* 1951. 18.

[7] Timoshenko—Goodier: Theory of Elasticity. *New York.* 1951.

[8] Schwertner: Vasbetonlemezek és lemezes szerkezetek. *Budapest.* 1946.

[9] Mörsch: Der Eisenbetonbau. II. 2.

[10] Klimov Borisz: A budapesti Hunor utcai kísérleti építkezés falblokkjainak — paneljeinek számítása. *Magyar Építőipar,* 1958. 1—2.

[11] Palotás: Vasbeton rúdszerkezetek stabilitási kérdései. *Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Tudományos Közleményei.* II. 6.

[12] Gornov: Isszledovanija procsnoszti i zsesztkoszti indusztrialnüh konstrukcij zsilüh zdanij. *Moszkva.* 1954.

A kézirat beérkezett 1959. december hóban.

HÁMORY ZOLTÁN

ÖSSZEFÜGGÉS A SÍK CSÚSZÓLAPOS TÖRÉSI ÉS AZ ALAKVÁLTOZÁSI ELMÉLETEK KÖZÖTT

A megengedhető igénybevételnek, ill. a talaj határfeszültségének meghatározása elméleti úton a talaj laboratóriumilag megállapított tényleges fizikai jellemzőinek törési elméletek vagy alakváltozási elméletek képleteibe való behelyettesítése útján történhet.

A talaj törésére kidolgozott elméleteknél feltételezzük, hogy függőleges terhelés hatására a határhelyzetnél a nyírófeszültségek egy csúszófelület mentén felemésztik a talaj nyírószilárdságát. Az alakváltozási elméleteknél az a határhelyzet a mértékadó, amikor a csúszófelület egyetlen pontjában vagy az alatt egy bizonyos zónában bekövetkezik a plasztikus alakváltozási feltétel.

A továbbiakban sáv alakú alaptestekre és egyenletesen megoszló függőleges terhelésre, tehát síkbeli megoldásra használatos elméletek matematikai átalakítása útján igazolható, hogy a sík csúszólapos törési elméletek és az alakváltozási elméletek közös alapformára hozhatók. Előbbiek alapján kimutatható, hogy a plasztikus tartomány felvett kiterjedésének mértéke milyen relatív biztonságot jelent a törési elméletekhez képest.

Sík csúszólapos törési elméletek

E csoportba tartozó elméletek közül legrégibb *Rankine* alapvető elmélete, melyet *Ritter* egészített ki olyképp, hogy $t = 0$, vagyis felszíni alapozás esetén szemcsés, kohézió nélküli talajok teherbírására is eredményt nyújtson, vagyis a terhelésből előálló E_a aktív és E_p passzív földnyomáson kívül az alaptest alatti földék önsúlyából származó $E_{a\gamma}$ aktív és $E_{p\gamma}$ passzív földnyomást is figyelembe veszi. A határhelyzetre jellemző:

$$E_a + E_{a\gamma} = E_p + E_{p\gamma}$$

amiből nyerhető az ismert összefüggés:

$$\sigma_t = t\,\gamma\,\mathrm{tg}^4(45^\circ + \varphi/2) + \frac{b\gamma}{2}\left[\mathrm{tg}^5(45^\circ + \varphi/2) - \mathrm{tg}(45^\circ + \varphi/2)\right] +$$

$$+ C\,\mathrm{cotg}\,\varphi\,\left[\mathrm{tg}^4(45^\circ + \varphi/2) - 1\right]. \qquad (1)$$

Előbbi rendezés után:

$$\sigma_t = \left[\operatorname{tg}^4(45^\circ + \varphi/2) - 1\right]\left[t\gamma + \frac{b\gamma}{2}\operatorname{tg}(45^\circ + \varphi/2) + C\operatorname{cotg}\varphi\right] + t\gamma \qquad (2)$$

alakra hozható. Mivel:

$$\operatorname{tg}^4(45^\circ + \varphi/2) - 1 = \left(\frac{1+\sin\varphi}{1-\sin\varphi}\right)^2 - 1 = \frac{4\sin\varphi}{(1-\sin\varphi)^2}$$

(2) felírható a következőképpen:

$$\sigma_t = \frac{4\sin\varphi}{(1-\sin\varphi)^2}\left[t\gamma + \frac{b\gamma}{2}\operatorname{tg}(45^\circ + \varphi/2) + C\operatorname{cotg}\varphi\right] + t\gamma\,, \qquad (3)$$

ahol: σ_t a talaj törőfeszültsége,
b az alaptest félszélessége,
t a takarási mélység,
γ a talaj térfogatsúlya,
φ a talaj súrlódási szöge,
C pedig a kohéziója.

Terzaghi régi, sík csúszólapos törési elmélete a mélység és a kohézió hatása mellett az önsúlyból származó földnyomást, így az alaptest szélességének hatását is figyelembe veszi előbbivel egyezően és a talaj törési feszültségére *Jáky* által továbbfejlesztett, süllyesztett alapokra érvényes összefüggést nyeri:

$$\sigma_t = t\gamma\operatorname{cotg}^4\beta + \frac{b\gamma}{2}(\operatorname{cotg}^4\beta - 1)\operatorname{cotg}\beta + 2C\frac{\operatorname{cotg}\beta}{\sin^2\beta}\,, \qquad (4)$$

ahol: $\beta = 45^\circ - \varphi/2$.

Tekintettel arra, hogy:

$$\operatorname{cotg}(45^\circ - \varphi/2) = \operatorname{tg}(45^\circ + \varphi/2) = \frac{\cos\varphi}{1-\sin\varphi}\,,$$

továbbá:

$$\sin^2(45^\circ - \varphi/2) = \frac{1-\sin\varphi}{2}\,,$$

tehát:

$$2\frac{\operatorname{tg}(45^\circ + \varphi/2)}{\sin^2(45^\circ - \varphi/2)} = 4\frac{\cos\varphi}{(1-\sin\varphi)^2} = \operatorname{cotg}\varphi\frac{4\sin\varphi}{(1-\sin\varphi)^2} =$$

$$= \operatorname{cotg}\varphi\,[\operatorname{tg}^4(45^\circ + \varphi/2) - 1]\,. \qquad (5)$$

Ez utóbbi kifejezést (4) összefüggésbe helyettesítve és azt rendezve a (3) alatti alak adódik, vagyis teljesen azonos eredmény nyerhető, mint a *Rankine—Ritter*-é.

A szóban levő összefüggést *Belzeckij* is levezeti az előbbi feltételek figyelembevételével és kapja:

$$\sigma_t = t\gamma \operatorname{tg}^4(45^\circ + \varphi/2) + b\gamma \frac{1 - \operatorname{tg}^4(45^\circ - \varphi/2)}{\operatorname{tg}^5(45^\circ - \varphi/2)} + 2C \frac{1 + \operatorname{tg}^2(45^\circ - \varphi/2)}{\operatorname{tg}^3(45^\circ - \varphi/2)}. \quad (6)$$

Mivel:

$$\operatorname{tg}(45^\circ - \varphi/2) = \frac{1}{\operatorname{tg}(45^\circ + \varphi/2)},$$

továbbá:

$$2 \frac{1 + \operatorname{tg}^2(45^\circ - \varphi/2)}{\operatorname{tg}^3(45 - \varphi/2)} = 2 \frac{1 + \dfrac{1 - \sin\varphi}{1 + \sin\varphi}}{\dfrac{1 - \sin\varphi}{1 + \sin\varphi} \cdot \dfrac{\cos\varphi}{1 + \sin\varphi}} =$$

$$= \frac{\dfrac{4}{1 + \sin\varphi}}{\dfrac{(1 - \sin\varphi)\cos\varphi}{(1 + \sin\varphi)^2}} = \frac{4}{\cos\varphi} \cdot \frac{1 + \sin\varphi}{1 - \sin\varphi}. \quad (7)$$

Mind a számlálót, mind a nevezőt $(1 - \sin\varphi)$-vel szorozva, a (7) alatti összefüggés a következőképpen alakul:

$$\frac{4}{\cos\varphi} \cdot \frac{(1 + \sin\varphi)(1 - \sin\varphi)}{(1 - \sin\varphi)^2} = 4 \frac{\cos\varphi}{(1 - \sin\varphi)^2} =$$

$$= \operatorname{cotg}\varphi \frac{4\sin\varphi}{(1 - \sin\varphi)^2} = \operatorname{cotg}\varphi [\operatorname{tg}^4(45^\circ + \varphi/2) - 1]. \quad (8)$$

Előbbiek a (6) alatti összefüggésbe való helyettesítés után:

$$\sigma_t = \frac{4\sin\varphi}{(1 - \sin\varphi)^2} [t\gamma + b\gamma \operatorname{tg}(45^\circ + \varphi/2) + C \operatorname{cotg}\varphi] + t\gamma \quad (9)$$

kifejezést adják.

A (3) és (9) alatti összefüggés vizsgálatából látható, hogy azok megegyeznek egymással, kivéve a második tényező második tagját, ami:

$$\text{a (3) kifejezésnél}: \frac{b\gamma}{2} \operatorname{tg}(45^\circ + \varphi/2) \quad (10)$$

$$\text{a (9) kifejezésnél}: b\gamma \operatorname{tg}(45^\circ + \varphi/2). \quad (11)$$

A kettősség oka a feltételezésben keresendő. Ha a sávalap alatt a földtömeg szimmetrikusan sík csúszólapok mentén két oldalra, tehát egyidejűleg

jobbra és balra kicsúszik, akkor a (10) kifejezés adódik. Ha pedig sík csúszólap mentén jobbra vagy balra csúszik ki a földtömeg a $2b$ szélességű sávalaptest alól, akkor a (11) kifejezést kell számításba venni. Előbbi eset a felvehető legkedvezőtlenebb feltétel alapulvételéből adódik, míg az utóbbit a talaj inhomogenitása és a terhelés nem pontosan centrikus volta miatt a gyakorlat leginkább igazolja. Tehát indokolt ez utóbbi meggondolásból adódó egyoldali csúszólap felvétele és a (9) összefüggés használata, ami által σ_t magasabb, kedvezőbb értékei nyerhetők.

Alakváltozási elméletek

Az e csoportba tartozó elméletek összefüggései közös formára hozhatók és általános alakjuk a következőképpen írható fel:

$$\sigma_m = \frac{\pi(t\gamma + B + C \operatorname{cotg} \varphi)}{\operatorname{cotg} \varphi + \varphi - \frac{\pi}{2}} + t\gamma . \tag{12}$$

A legszigorúbb feltételezés az, hogy az alaptest legjobban igénybevett két sarokpontjában a terhelés plasztikus állapotot teremt, vagyis, ha a (12) formában $B = 0$, akkor *Fröhlich—Puzirevszkij* ; ha előbbin kívül $t\gamma$ is hiányzik az első tag számlálójából, akkor *Jáky* összefüggése nyerhető. A terhelés fokozásakor a plasztikus tartomány az alaptest alatt fokozatosan kiterjed, vagyis $B \neq 0$. Amennyiben a (12) kifejezésben $B = 2b\gamma \operatorname{tg} \varphi$ vagy $B = b\gamma \operatorname{tg} (45° + \varphi/2)$, úgy *Maszlov*, ill. *Jaropolszkij* összefüggését kapjuk meg.

Előbbiekből látható, hogy minél nagyobb kiterjedésű plasztikus tartományt engedünk az alaptest alatt kifejlődni, annál nagyobb megengedhető igénybevételi érték kapható.

A két elmélet-csoport közötti összefüggés

Vizsgálatunk tárgyát képezi tehát a sík csúszólapos törési és az alakváltozási elméletek általános összefüggése. A sík csúszólapos törési elméletek általános alakja:

$$\sigma_t = \frac{4 \sin \varphi}{(1 - \sin \varphi)^2} (t\gamma + A + C \operatorname{cotg} \varphi) + t\gamma , \tag{13}$$

ahol A (10), ill. (11) kifejezéssel egyenlő.

Az alakváltozási elméletek általános alakja pedig:

$$\sigma_m = \frac{\pi}{\operatorname{cotg} \varphi + \varphi - \frac{\pi}{2}} (t\gamma + B + C \operatorname{cotg} \varphi) + t\gamma . \tag{14}$$

Kimutatható, hogy a (13) és a (14) képletben az első tag első tényezője között egyszerű összefüggés áll fenn; ugyanis:

$$\frac{\pi}{\operatorname{cotg} \varphi + \varphi - \frac{\pi}{2}} = \frac{\pi \sin \varphi}{\cos \varphi - \left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) \sin \varphi} = \frac{4 \sin \varphi}{\cos \varphi \left[1 - \left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) \operatorname{tg} \varphi\right]} \frac{\pi}{4} .$$

Mind a számlálót, mind a nevezőt $\sqrt{1 - \sin \varphi}$-vel szorozva,

lesz:

$$\frac{4 \sin \varphi \frac{\pi}{4} \sqrt{1 - \sin \varphi}}{\left[1 - \left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) \operatorname{tg} \varphi\right] \cos \varphi \sqrt{1 - \sin \varphi}} =$$

$$= \frac{4 \sin \varphi}{\left[1 - \left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) \operatorname{tg} \varphi\right] \sqrt{1 + \sin \varphi} (1 - \sin \varphi)} \frac{\pi}{4} \sqrt{1 - \sin \varphi}. \tag{15}$$

A (15) kifejezés nevezőjében álló első két tényező egyszerűen írható úgy, hogy:

$$y = \left[1 - \left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) tg \varphi\right] \sqrt{1 + \sin \varphi} \approx 1 - \sin \varphi. \tag{16}$$

Ennek bizonyítására felírható $y = y_1 \cdot y_2$ Mac-Laurin-sor;

$$y_1 = \left[1 - \left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) tg \varphi\right] \quad \text{és} \quad y_2 = \sqrt{1 + \sin \varphi}.$$

A Mac-Laurin-sor általános alakja a következő:

$$y = y_{(0)} + \frac{y'_{(0)}}{1!} \varphi + \frac{y''_{(0)}}{2!} \varphi^2 + \frac{y'''_{(0)}}{3!} \varphi^3 + \cdots \tag{17}$$

A (17) általános alakban:

$$y_{(0)} = y_{1(0)} \cdot y_{2(0)} = 1 \cdot 1 = 1 \tag{18}$$

Továbbá:

$$y'_{(0)} = y'_{1(0)} y_{2(0)} + y_{1(0)} y'_{2(0)},$$

ahol:

$$y'_1 = \left[tg \varphi - \left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) \frac{1}{\cos^2 \varphi}\right] \qquad \text{és} : y'_{1(0)} = -\frac{\pi}{2},$$

$$y'_2 = \frac{\cos \varphi}{2 \sqrt{1 + \sin \varphi}} \qquad \text{és} : y'_{2(0)} = \frac{1}{2},$$

ezért:

$$y'_{(0)} = -\frac{\pi}{2} \cdot 1 + 1 \cdot \frac{1}{2} = -\frac{\pi - 1}{2}. \tag{19}$$

Majd:

$$y''_{(0)} = y''_{1(0)} y_{2(0)} + 2 y'_{1(0)} y'_{2(0)} + y_{1(0)} y''_{2(0)},$$

ahol:

$$y_1'' = \left[\frac{2}{\cos^2\varphi} - \left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right)\frac{\sin 2\varphi}{\cos^4\varphi}\right] \qquad \text{és: } y''_{1(0)} = 2$$

$$y_2'' = \frac{-\sin\varphi\, 2\sqrt{1+\sin\varphi} - \dfrac{\cos^2\varphi}{\sqrt{1+\sin\varphi}}}{4(1+\sin\varphi)} = -\frac{\sin\varphi}{2\sqrt{1+\sin\varphi}} - \frac{\cos^2\varphi}{4(1+\sin\varphi)^{3/2}}$$

$$\text{és: } y''_{2(0)} = -\frac{1}{4}$$

ezért:

$$y''_{(0)} = 2.1 + 2\left(-\frac{\pi}{2}\right)\frac{1}{2} + 1\left(-\frac{1}{4}\right) = \frac{7-2\pi}{4}. \tag{20}$$

Azután:

$$y'''_{(0)} = y'''_{1(0)}\, y_{2(0)} + 3\, y''_{1(0)}\, y'_{2(0)} + 3\, y'_{1(0)}\, y''_{2(0)} + y_{1(0)}\, y'''_{2(0)},$$

ahol:

$$y_1''' = \left[\frac{3\sin 2\varphi}{\cos^4\varphi} - \left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right)\frac{2\cos 2\varphi\cos^4\varphi + 4\cos^3\varphi\sin\varphi\sin 2\varphi}{\cos^8\varphi}\right]$$

$$\text{és: } y'''_{1(0)} = -\pi,$$

$$y_2''' = -\frac{2\cos\varphi\sqrt{1+\sin\varphi} - \dfrac{\sin\varphi\cos\varphi}{\sqrt{1+\sin\varphi}}}{4(1+\sin\varphi)} +$$

$$+ \frac{\sin 2\varphi\, 4(1+\sin\varphi)^{3/2} + 4\dfrac{3}{2}\sqrt{1+\sin\varphi}\cos^3\varphi}{16(1+\sin\varphi)^3} \qquad \text{és: } y'''_{2(0)} = -\frac{1}{8},$$

ezért:

$$y'''_{(0)} = -\pi\cdot 1 + 3\cdot 2\cdot\frac{1}{2} + 3\left(-\frac{\pi}{2}\right)\left(-\frac{1}{4}\right) + 1\left(-\frac{1}{8}\right) = \frac{23-5\pi}{8} \tag{21}$$

A (18), (19), (20) és (21) alatti eredményeket (17) alattiba helyettesítve, a sorbafejtésre az alábbi összefüggés nyerhető:

$$y = 1 - \frac{\pi-1}{2}\varphi + \frac{\dfrac{7-2\pi}{4}}{2!}\varphi^2 + \frac{\dfrac{23-5\pi}{8}}{3!}\varphi^3 + \dots$$

A műveletek elvégzése után lesz:

$$y = 1 - 1{,}07\,\varphi + 0{,}09\,\varphi^2 + \frac{0{,}91}{3!}\varphi^3 \dots$$

ami rendezés után felírható úgy, hogy:

$$y = y_1 y_2 = \left[1 - \left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) \operatorname{tg} \varphi\right] \sqrt{1 + \sin \varphi} = 1 - (1{,}07 - 0{,}09\,\varphi)\,\varphi + \frac{0{,}91}{3\,!}\varphi^3 \cdots \tag{22}$$

Mivel a $\sin \varphi$ függvény 0 helyhez tartozó polinomja:

$$\sin \varphi = \varphi - \frac{1}{3\,!}\varphi^3 + - \cdots$$

azért:

$$1 - \sin \varphi = 1 - \varphi + \frac{1}{3\,!}\varphi^3 - + \cdots \tag{23}$$

A (23) kifejezés a (22) formulához hasonló és a gyakorlatban előforduló $0° \leq \varphi° \leq 45°$, azaz $0 \leq \varphi < 1$ értékhatárokon belül írható a (16) közelítő egyenlőség.

A (15) alattiból következik, hogy:

$$\frac{\pi}{\operatorname{cotg} \varphi + \varphi - \frac{\pi}{2}} \approx \frac{4 \sin \varphi}{(1 - \sin \varphi)^2}\, 0{,}8 \sqrt{1 - \sin \varphi}\,. \tag{24}$$

A (24) összefüggés a gyakorlatban előfordulható φ értékeire nézve az 1. sz. táblázatban közölt értékeket adja. Látható a táblázatból, hogy a szóban levő formula $\varphi = 15° - 20°$ között nyújtja a pontos értéket, míg a legnagyobb eltérés $\varphi = 5°$-nál, ill. $\varphi = 45°$-nál adódik. Ez azt jelenti, hogy az átmeneti talajoknál a közelítő képlet pontos eredményt nyújt.

1. sz. táblázat

Súrlódási szög $\varphi°$	(1) $\dfrac{\pi}{\operatorname{cotg} \varphi + \varphi - \frac{\pi}{2}}$	(2) $\dfrac{4 \sin \varphi}{(1 - \sin \varphi)^2}\, 0{,}8 \sqrt{1 - \sin \varphi}$	(3) Eltérés %-ban $\dfrac{\lvert 1 \rvert - \lvert 2 \rvert}{\lvert 1 \rvert} 100$
5	0,316	0,320	— 1,3
10	0,735	0,738	— 0,4
15	1,297	1,298	— 0,1
20	2,059	2,052	+ 0,3
25	3,110	3,080	+ 1,0
30	4,588	4,530	+ 1,2
35	6,710	6,590	+ 1,8
40	9,845	9,630	+ 2,3
45	14,639	14,280	+ 2,4

Az előzőek ismeretében a sík csúszólapos törési és az alakváltozási elméletek általános alakjaira írható, hogy:

$$\sigma_t = \frac{4 \sin \varphi}{(1 - \sin \varphi)^2}\,(t\,\gamma + A + C \operatorname{cotg} \varphi) + t\,\gamma \tag{25}$$

és:

$$\sigma_m \approx \frac{4 \sin \varphi}{(1 - \sin \varphi)^2} 0{,}8 \sqrt{1 - \sin \varphi} \, (t\gamma + B + C \operatorname{cotg} \varphi) + t\gamma \,. \qquad (26)$$

Ha a (25) kifejezésben $A = 0$, ill. $A = b\gamma \operatorname{tg} (45^\circ + \varphi/2)$ és ugyanakkor a (26) kifejezésben $B = 0$, ill. $B = b\gamma \operatorname{tg} (45^\circ + \varphi/2)$, vagyis általánosan, ha $A = B$, akkor felírható, hogy a biztonsági viszonyszám:

$$n = \frac{\sigma_t - t\gamma}{\sigma_m - t\gamma} = \frac{1}{0{,}8 \sqrt{1 - \sin \varphi}} = \frac{1{,}25}{\sqrt{1 - \sin \varphi}} \,. \qquad (27)$$

A (27) biztonsági viszonyszám a leírtak szerint a *Rankine* és a *Fröhlich—Puzirevszkij*, valamint a *Belzeckij* és a *Jaropolszkij* elméletek között áll fenn.

A sík csúszólapos törési és a megengedhető feszültségek $t\gamma$-val csökkentett értékeinek hányadosából nyert biztonsági viszonyszám a súrlódási szög függvénye és annak értékei a 2. sz. táblázatban láthatók.

Amennyiben $A \neq 0$, $B \neq 0$, akkor n 2. sz. táblázatban közölt értékei egy tényezővel való szorzás után nyerhetők. E tényező a (25) és (26) kifejezésekből adódik, miszerint:

$$n' = n \cdot m \qquad (28)$$

ahol:

$$m = \frac{t\gamma + A + C \operatorname{cotg} \varphi}{t\gamma + B + C \operatorname{cotg} \varphi} \,. \qquad (29)$$

2. sz. táblázat

Súrlódási szög φ°	Biztonsági viszonyszám $n = \frac{1{,}25}{\sqrt{1 - \sin \varphi}}$
0	1,25
5	1,31
10	1,38
15	1,45
20	1,54
25	1,65
30	1,77
35	1,92
40	2,09
45	2,31

Összefoglalás

Az értekezés első részében a sík csúszólapos törési elméletek ismert összefüggéseit vizsgálva kimutatható, hogy azok matematikai átalakítás után egymással közös alakra hozhatók. A (10) és a (11) kifejezés mutatta látszólagos kettősség miatt javasolható a (11), vagyis a (9) összefüggés használata, mint a valóságot jobban kifejező forma. Az alakváltozási elméletek közös alakja a (12) általános formula. Az értekezés utolsó pontjában bebizonyítást nyert, hogy a sík csúszólapos törési és az alakváltozási elméletek között összefüggés található a plasztikus tartomány kiterjedésének mértéke szerint. Matematikailag igazolható a (24) egyenlőség, amiből levezethető a sík csúszólapos törési és az alakváltozási elméletek $t\gamma$-val csökkentett értékeiből számítható biztonsági viszonyszám. Kimutatható, hogy előbb említett viszonyszám a súrlódási szög függvénye és az 1,25—2,31 között váltakozik. Általános esetben $n' = n \cdot m$, amikor is m (29) kifejezéssel egyenlő.

IRODALOM

[1] Dr. Széchy K.: Alapozás I. kötet 2. átdolgozott kiadás. *Budapest.* 1957.
[2] Kézdi Á.: Talajmechanika I. kötet. *Budapest.* 1952.
[3] Dr. Palotás L.: Mérnöki kézikönyv 2. kötet. *Budapest.* 1957.

A kézirat beérkezett 1959. november hóban.

BONTA JÁNOS

AZ ÉPÍTÉSZET HOVATARTOZÁSA*

E fejezet célja az, hogy az építészet természetét, jellegét, hovatartozásának meghatározásával megvilágítsa, azaz rámutasson a társadalmi jelenségeknek arra a körére, melyen belül az építészet jelenségei is elhelyezhetők, azokra a törvényszerűségekre, melyeknek az építészetet uraló törvényszerűségek sajátos megjelenési formái, választ adjon a kérdésre: vajon az építészet alkotásai milyen típusú tevékenység, ipari-termelő vagy művészi-alkotó munka eredményei-e, az építészet alkotásai csupán nagyméretű használati tárgyak, ipari termékek vagy művészi alkotások is?

Az építészet általános és specifikus vonásai

E fejezet tehát az építészet általános, más társadalmi jelenségekkel analóg vonásait boncolja, míg az eddigiek az építészet mint viszonylag önálló társadalmi jelenség sajátos vonásainak feltárására vállalkoztak. Az építészet természetének tisztázásához nem elégséges ugyanis csupán azokat a vonásait felkutatni, amelyek minden más jelenségtől megkülönböztetik, hanem hovatartozásának meghatározására is szükség van, hogy sajátosságait általánosabb törvényszerűségek sajátos megnyilatkozásaiként értékelhessük. Újabban igen gyakran és teljes joggal hangoztatjuk, hogy valamely jelenség természetének tisztázásához nem elégséges csupán az analógia módszerét alkalmazni, hanem először magát a jelenséget, annak specifikus feltételeit kell megvizsgálni. Az olyan elemzés, amely megreked az analógiákból leszűrt viszonylag általános tanulságoknál, azaz az illető jelenség más, rokon jelenségekkel közös vonásainak feltárásánál, nem éri el célját, és a gyakorlatban igen sekélyes, közhelyszerű igazságok hangoztatásához vezet.

De hibás az a felfogás is, amelynek értelmében csupán azokat a jegyeket tekintjük jellemzőeknek, lényegeseknek, meghatározóaknak, amelyek az illető jelenséget a többitől megkülönböztetik. Ez a felfogás a gyakorlatban általában a különleges, az érdekes, a sajátos jegyek túlértékeléséhez, ezzel szemben az általános, az alapvető, a principiális vonások mellőzéséhez vezet.

Valamely jelenség objektív lényegének feltárását célzó leírásoknak, elemzéseknek, meghatározásoknak az általános és a specifikus sajátosságok dialektikus egységét kell bemutatniuk.

* „Az építészet sajátszerűsége, különös tekintettel a gépi tömegtermelés problémáira" című kandidátusi disszertáció harmadik fejezete.

Az alkalmazott fogalmak tartalmának tisztázása

Az építészet hovatartozásának és specifikumának kérdései körül már sok vita folyt anélkül, hogy megnyugtató eredmények születtek volna. A félreértések legtöbbször abból származtak, hogy a vitázó felek részére ugyanazok az elnevezések más és más tartalmakat idéztek. Ennek elkerülése érdekében, mielőtt az építészet hovatartozásának kérdése körül kialakult vitában állást foglalnék, elmondom, milyen értelemben fogom az egyes fogalmakat alkalmazni.

Az építészet meghatározására irányuló kísérletek alkalmával leggyakrabban a következő fogalmakkal találkozunk: amikor az építészetnek mint viszonylag önálló és egységes társadalmi jelenségnek elképzelésével van dolgunk, az építészet hovatartozásáról, természetéről, jellegéről, lényegéről, alapvető, jellemző és sajátos vonásairól, sajátszerűségéről, specifikumáról, amikor dualista koncepcióval találkozunk, az építészet alapvető, elsődleges, magasabbrendű, meghatározó, fontosabb, és nem alapvető, másodlagos, alacsonyabbrendű, nem meghatározó, kevésbé fontos oldalairól hallunk.

Kísérletet teszek arra, hogy a kifejezéseknek e meglehetősen összekuszált szövedékében valamiféle rendet teremtsek.

Az építészet hovatartozására irányuló kérdés olyan feleletet igényel, amely kijelöli a társadalmi jelenségeknek azt a körét, amely az építészet jelenségeit is magába zárja, melynek törvényszerűségei az építészet jelenségeit is uralják.

Az építészet specifikumának feltárása azoknak a vonásoknak felmutatását kívánja, amelyek az építészetet a társadalmi jelenségeknek a fentiekben meghatározott köréhez tartozó többi jelenségtől megkülönböztetik.

A dolgok lényege csak viszonylagosan meghatározható. A megismerés a jelenségektől a lényeg felé, a viszonylag felületen megtalálható lényeg felől a mélyebben rejlő lényeg felé halad. A megismerés előrehaladásával a korábban lényeginek tartott jegyek esetleg már lényegtelennek tűnnek az akkor kibontakozó, addig rejtett lényegesebb vonásokhoz viszonyítottan. Az építészet lényege is csak viszonylagosan határozható meg, kutatása alkalmával vizsgálni kell azokat a jegyeket is, amelyeket az építészet mint a társadalmi jelenségek valamely szélesebb körének egyik eleme hordoz, és azokat is, amelyek e szélesebb körhöz tartozó többi jelenségtől megkülönböztetik. Az építészet lényege sem csupán hovatartozására utaló, általános, sem csupán specifikus vonásaival nem határozható meg, a lényeg feltárása az általános és a specifikus vonások dialektikus egységének bemutatását igényli.

Ugyanezt mondhatjuk el az építészet természetéről, jellegéről, alapvető, jellemző vonásairól is, amennyiben ezeket is általános és specifikus vonások együttesen képezik.

Az említett többi kifejezés, úgy gondolom, nem igényel külön magyarázatot.

Különféle válaszok az építészet hovatartozásának kérdésére

Az építészet elsődleges, alapvető feladata, hogy védje az embert a természet ellenséges behatásaival szemben, és hogy megfelelő teret nyújtson az ember különféle életfunkciói részére. De az építészet a történeti emlékek tanúsága

szerint már a legkorábbi időktől kezdve egészen napjainkig, az alapvető, materiális szükségletek kielégítése mellett a társadalom más, összetettebb, magasabbrendű, mítikus-kultikus és eszmei-ideológiai céljait is szolgálja, a társadalmi élet, a társadalmi eszmék tükrözője is.

Az építészet alkotásai a társadalom részére nélkülözhetetlen javak közé és mint ilyenek, a társadalom anyagi kultúrájához, termelő erőihez, mint a társadalmi eszmék tükrözői pedig a társadalom szellemi kultúrájához tartoznak. Az építészet tehát igen összetett jelenség, ami hovatartozásának egyértelmű megválaszolását igen nehézzé teszi.

Az építészet hovatartozásának kérdése kétféle koncepció alapján válaszolható meg:

I. Az építészet viszonylag homogén, önálló társadalmi jelenség. Ezen az alapon háromféle válasz adható.

a) Az építészeti tevékenység lényegében művészeti tevékenység, termékei a társadalmi felépítményhez tartozó művészeti alkotások.

b) Az építészeti tevékenység lényegében termelőtevékenység, produktumai a társadalom életéhez nélkülözhetetlen anyagi javak, ipari termékek.

c) Az építészet önálló törvényszerűségek által uralt, önálló társadalmi jelenség, amely sem a termelés, sem a társadalmi felépítmény törvényszerűségeivel nem magyarázható.

II. Az építészet nem egységes jelenség.

Ezen az alapon kétféle válasz adható.

a) Az építészeti alkotások egy része a művészetek, más része a közönséges használati tárgyak, ipari termékek körébe tartozik.

b) Minden egyes építészeti alkotás összetett jelenség, egyes elemeit a termelés, másokat a művészetek törvényei uralják.

Mindegyik választ gondosan össze fogjuk vetni a tapasztalati tényekkel és közülük azt fogjuk tárgyalási alapul elfogadni, amelyik a legteljesebben fedi az építészettörténet és a jelenkori gyakorlat tényeit.

Elsőkként azokat a válaszokat vizsgáljuk meg, amelyek az építészet hovatartozásának kérdése szemszögéből kevésbé termékenynek látszanak: ilyenek az I/*c* és a II/*b* jelű válaszok, amelyek lényegében kitérnek az építészet hovatartozásának kérdése elől, a kérdést megválaszolhatatlannak ítélik.

Az építészet specifikus társadalmi jelenség

Az I/*c* válasz az építészetet olyan önálló és specifikus társadalmi jelenségnek tekinti, melyet sem az ipari termelés, sem a művészetek törvényszerűségei, hanem sajátos építészeti törvényszerűségek uralnak. Ezt az álláspontot legsikeresebben V. Taszalov szovjet teoretikus képviseli, aki ezeket mondja: „. . . az építészet specifikus társadalmi jelenség, amelyben a gyakorlati, használati oldal és az esztétikai oldal nemcsak egyszerűen összhangban áll egymással, hanem szervesen, kölcsönösen áthatja egymást, és nem létezhetnek egymás nélkül, egymástól függetlenül"* „Fel kell tárnunk az építészet igazi természetét, mint olyan specifikus jelenségét, amely szerves és kölcsönös összefüg-

* *Taszalov, V.* : Az építészet helyes értelmezése. *Arhitektura Sz. Sz. Sz. R.* 1955. 3.

gésben egyesíti magában a társadalom anyagi szükségleteinek kielégítésére vonatkozó érdekeket és a magasrendű realista művészet érdekeit.".* „Általában — mondja Taszalov —, ha valamely társadalmi jelenség természetét tisztázni akarjuk, az analógia módszerének át kell adnia az első helyet annak a módszernek, amely az adott jelenség természetét úgy igyekszik megmagyarázni, hogy magából a jelenségből, specifikus feltételeinek és társadalmi funkcionálási formáinak elemzéséből indul ki."**

V. Taszalov az építészet viszonylagos önállóságának és szerves egységének aláhúzásával azokkal polemizál, akik az építészet két oldaláról, az eszmeiművészi, illetve a materiális-funkcionális oldalról, a két oldal viszonylagos önállóságáról, az egyiknek a másikkal szembeni elsődlegességéről, az egyiknek a társadalmi felépítmény, a másiknak a termelés szférájába tartozásáról beszélnek.

Az építészet két oldalának elkülönítése és szembeállítása alapjában helytelen eljárás, mely szükségképpen az építészet természetének félreértésére vezet. E nézetekkel szemben V. Taszalov teljes joggal hivatkozik a két oldal kölcsönös áthatására és egységére. Igen nagy érdeme, hogy a figyelmet az építészet specifikumának elemzésére irányítja, álláspontja az adott történeti helyzetben igen termékeny és határozottan előremutató. Az építészet valóban viszonylag önálló társadalmi jelenség, amelynek megvannak a maga specifikus építészeti törvényszerűségei. Az építészet természetének felfedése elsősorban ezeknek a specifikus törvényszerűségeknek a feltárását igényli. De e törvényszerűségek specifikus jellege is csak viszonylagos, hiszen ezek szélesebb területen érvényesülő társadalmi törvényszerűségek specifikus megnyilvánulásai. Ezért V. Taszalov nézőpontját az építészet természetének és jellegének teljes feltárásához nem tartjuk elég átfogónak. Az építészet igazi természetének feltárásához válaszolni kell arra a kérdésre is: az építészeti alkotások alapjában művészeti alkotások-e, avagy egyszerűen ipari termékek, milyen törvényszerűségek uralják őket, az ipari termelés, avagy a művészi alkotás törvényszerűségei? Ez alapvető kérdések megkerülésével véleményünk szerint nem lehet az építészet természetét és jellegét tisztázni. Vizsgálni kell az építészetnek csak rá jellemző, specifikus vonásait, de vizsgálni kell más társadalmi jelenségekkel közös vonásait is, a vonások e két típusának összefüggéseit, kölcsönhatásait. Milyen módon nyilatkoznak meg a társadalmi jelenségek nagyobb köréből leszűrt általános törvényszerűségek az építészetben a maguk specifikus formájában, de sem a specifikus sajátosságok, sem az analóg vonások egyoldalú kiemelése nem vezet eredményre.

Az építészet a termelés és a művészetek körébe tartozó elemekből összetett jelenség

A II/*b* jelű válasz az elsőnek említettel homlokegyenest ellentétes felfogást képvisel, amennyiben kétségbevonja az építészet viszonylagos önállóságát, egységét. Minden egyes építészeti alkotást összetett jelenségnek ítél meg, olyannak, amely egyes elemeivel a termelés, más elemeivel a művészetek szférájába tartozik, olyannak, amelynek egyes elemeit a termelés, más elemeit a művészetek törvényszerűségei uralják. Az építészet egyes elemei praktikus,

* *Taszalov, V.* : Az építészet helyes értelmezése. *Arhitektura Sz. Sz. Sz. R.* 1955. 3.
** Uo.

funkcionális célokat szolgálnak, műszaki jellegűek, mások az építészet eszmei, művészi mondanivalóit közvetítik. A jó épületben e kétféle elem jól megfér egymással, egymás érvényesülését nem zavarja.

A „praktikus-materiális-funkcionális" elemeknek ez az elkülönítése a „művészi" elemektől Kantnak, az esztétikai gondolkodás érdeknélküliségére vonatkozó tételéből vezethető le. Ezek szerint az épületnek praktikus célokat szolgáló elemei nem művészi elemek, művészi elemeknek csupán az épület használati céljaival, struktúrájával nem kapcsolatos, önálló, díszítő motívumok tekinthetők.

A különféle oldalak elsődlegességének kérdése

Ha elismerjük azt, hogy az építészet és minden egyes építészeti alkotás a társadalmi jelenségeknek két különböző szférájába, a termelés és a művészetek szférájába egyaránt beletartozik, azaz hogy az építészet alkotóelemei különféle jellegűek, különféle törvényszerűségek által uraltak, akkor annak következtében, hogy a gyakorlatban mégis csak viszonylag önálló és egységes jellegű alkotásokkal találkozunk, felvetődik a kérdés, melyek az építészet említett elemei közül az elsődlegesek, az alapvetőek, melyeknek törvényszerűségei határozzák meg az egésznek jellegét, a termelés vagy a művészet törvényszerűségei?

Az 1954. évi emlékezetes moszkvai építőipari tanácskozás előtt erre a kérdésre a válasz a gyakorlatban, de sokszor az elméletben is az, hogy az építészetet az ideológiai szféra törvényszerűségei uralják. Az építészet a monumentális propaganda eszköze, a szocializmus eszméinek hirdetője, és praktikus, funkcionális feladatai csak ennek keretei között nyerhetnek megoldást. Durvábban fogalmazva, az épületnek politikai-társadalmi eszméket sugárzó vizuális hatása, látványa fontosabb, mint az, hogy gazdaságos eszközökkel szolgálja praktikus-funkcionális céljait. Ezért az épület használati célokat szolgáló struktúráját politikai eszméket hirdető külső formába kell öltöztetni. A hibás elmélet, mint ismeretes, súlyos károkat okozó gyakorlathoz, a rendelkezésre álló eszközök gazdaságtalan kihasználásához, a műszaki fejlesztés elhanyagolásához, ízléstelen, túldíszített, rosszul használható és drága épületek felépítéséhez vezet.

Az 1954. évi fordulat után többen az építészet alkotóelemei közül a materiális, praktikus, funkcionális, műszaki mozzanatok elsődlegességét kezdik hangsúlyozni. I. Nyikolajev például a következőket mondja: „. . . a szovjet építészetben a gazdasági érdekek az elsődlegesek, a fontosabbak, és a meghatározóak. Az esztétikai érdekek a forma érdekeiként jelentkeznek, amelyek ugyan igen aktívan befolyásolják a tartalmat, azáltal, hogy helyesen és objektíven vagy torzítva és szubjektíven fejezik azt ki, mégis alárendelt szerepet játszanak."* „Az építészetnek az az oldala, amely a társadalom anyagi érdekeit szolgálja, fő, meghatározó, esztétikai oldala alárendelt. A felépítmény másodlagos az alaphoz viszonyítva."**

Mint látható, itt elég átlátszó vulgarizálás történik. I. Nyikolajev a gyakorlati oldalt a tartalommal, az esztétikait a formával azonosítja, holott

* *Nyikolajev, I.* : Gazdasági és esztétikai kérdések a szovjet építészetben. *Arhitektura Sz. Sz. Sz. R.* 1954. 11.

** Uo.

az építészetnek gyakorlati és eszmei tartalma is van, az építészetet művészetté nem elsősorban formája, hanem művészi tartalma teszi, a művészi forma pedig nemcsak külsődleges, hanem az egész alkotást áthatja.

Hasonló felfogást képvisel G. A. Gradov, aki így teszi fel a kérdést: „... mit kell fontosabbnak tekinteni az építészeti alkotásban, az anyagi (gyakorlati, hasznossági), vagy a szellemi (esztétikai) szempontot?"* „Fontosabb az anyagi szempont."** Azaz Gradov Kanttal együtt vallja az esztétikai függetlenségét az anyagitól.

Ugyancsak G. A. Gradov egy másik cikkében a következőket mondja: „A szocialista realizmus nem ölelheti fel az építőművészet minden oldalát, mely nemcsak tükrözi a reális valóságot, hanem maga mindenekelőtt a legreálisabb valóság."*** „A szocialista-realizmus csak művészi feladatokra alkalmas módszer, de ennek alapján megoldani funkcionális, művészi és gazdasági feladatokat elméletileg tarthatatlan álláspont."**** A művészet szerepe ezek szerint csak a homlokzat kialakítására korlátozódik, a funkcionális, műszaki, gazdasági megoldás köréből Gradov száműzi a művészetet és vele a szocialista-realista módszert.

A művészi ilyen szűk értelmezése teljesen ellentmond az építészet valóságos természetének. Igaza van D. Arkinnak: „Helytelen és az építészet tulajdonképpeni sajátosságainak ellentmondó az a kísérlet, amely arra irányul, hogy az építészeti alkotást mechanikusan „művészi" és „technikai" részekre bontsa. Az ilyen tagolás következménye mindig kétes értékű, mivel az építészet fogalmának teljessége a szó ... egyedül helyes értelemben nem ismer és nem tűr ilyen dualizmust."*****

Az építészet magasabbrendű oldala

Hazai viszonylatban Major Máté professzor vizsgálja először marxista alapokon az építészet természetének és jellegének problémáját. „Az építészet dialektikája" című művében az építészetet mint egységes társadalmi jelenséget kezeli és két oldalának kölcsönös összefüggését húzza alá, mégis bizonyos fokig beleesik az akkor zajló vita terminológiájának csapdájába, és az egyik oldal, nevezetesen a művészeti oldal magasabbrendűségének konklúziójára jut. „... A »gazdasági-műszaki oldal« csak a »művészeti oldal«-lal való összeforrásával, az anyag-szerkezet-funkció csak a művészi megformálással, megkomponálással válik építészetté, azaz a hasznosság — a használat igényeinek magas színvonalú kielégítése csupán a felépítmény-jelleg magas fokú biztosításával érhető el. Egészen vulgárisan: csak az az épület »használható« igazán jól (a »használat« teljes jelentése szerint), amelyik egyben »szép« is. Ebben az értelmezésben tehát az építészet »művészeti oldal«-át kell a maga-

* *Gradov, G. A.* : Az építészeti gyakorlatban és az építészettudományban jelentkező formalizmus ellen. (A Szovjetunió Építészeti Akadémiája üléseiből.) *Arhitektura Sz. Sz. Sz. R.* 1954. 10.

** Uo.

*** *Gradov, G. A.* : Emeljük a szovjet építőművészetet az új feladatok színvonalára. *Arhitektura Sz. Sz. Sz. R.* 1955. 2.

**** Uo.

***** *Arkin, D.* : Új lehetőségek és régi módszerek. *Arhitektura i sztroityelsztvo*, 1954. 11.

sabbrendűnek, a »fontosabb«-nak tekinteni. Ez azonban egyáltalán nem jelenti — nem jelentheti — a »művészeti oldal« elszakadását a »gazdasági-műszaki oldal«-tól, az előbbinek uralkodását, utóbbinak elnyomatását, semmibevételét, hanem olyan, a legszorosabb, harcban és kölcsönhatásban összefonódó egységet, mely egységben a »művészeti oldal« erősen támaszkodik a »gazdasági-műszaki oldal« feltételeire, a »gazdasági-műszaki oldal« pedig éppen a művészin keresztül fejti ki teljes effektusát . . .''*

Major Máté tehát nem elsődlegességről beszél, és fontosabbságról is csak idézőjelben, hanem magasabbrendűségről, ami az építészetet alkotó elemek hierarhiájára, a művészi formának az összes elemeket átfogó rendező szerepére utal.

Valóban a művészi formálás az alkotó folyamat legmagasabbrendű mozzanata, de a művészi formálást mint az összes építészetet alkotó tényező összefogását nem helyes művészi oldalként önállósítani és szembeállítani a gazdasági, műszaki oldallal, hiszen a formálás a társadalmi feladat és annak legalapvetőbb rétege a materiális szükségletek kielégítése érdekében történik, nemcsak az eszmei igények megnyilatkozása, hanem a ,,gazdasági-műszaki'' oldalt is átfogja.

De Major Máté meghatározása szerint az építészet ,,művészeti oldala'' . . . ,,a szellemi funkció és a forma, azaz az építészeti tartalom szellemi része és az építészeti forma együttesen''**. Az építészeti tartalom szellemi részéről pedig a következőket mondja: ,,. . . az építészet, igen nagy jelentőségű anyagi feltételei és feladatai mellett, sőt fölött, felépítmény-jelenség, társadalmi eszmék hordozója, a társadalmi tudat magasrendű, művészi formája, ebben a minőségben — minden anyagi és szellemi feltételével egységben — döntő feladata, hogy visszahasson alapjára, társadalmára, mely létrehozta. Az építészetben tehát — s ebben minden sajátos vonása ellenére egyezik a többi művészettel — a »szellemi szempont« a »fontosabb« és nem az »anyagi« (anélkül — ismétlem —, hogy ez az »anyagi« háttérbe szorítását, eltorzítását jelentené).''***

Ezzel azonban nem lehet egyetérteni, mert a társadalom szempontjából az elemi, materiális szükségletek kielégítése kétségtelenül fontosabb, ugyanakkor igaz, hogy a szellemi funkciók kielégítése az építészet magasabbrendű feladata.****

Újabb megnyilatkozásában Major Máté az építészetet a következő módon írja körül: ,,az építészet . . . az a sajátos produkciója a társadalomnak, mely az elméleti és az alkalmazott tudományoknak és a művészetnek sajátos szintézise, az alkotómunka egyedülálló fajtája.''***** E megfogalmazásban az építészet önállóságát és egységét már határozottabban húzza alá.

* *Major Máté :* Az építészet dialektikája. *A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok osztályának közleményei.* XVII. kötet. 1—2. szám, *Budapest.* 1955.

** Uo.

*** Uo.

**** Major Máté: ,,Az építészet alakulásának és fejlődésének törvényszerűségeiről'' 1955 év novemberében tartott előadásában már semmilyen vonatkozásban nem beszél a ,,művészi oldal'' fontosabb voltáról, magasabbrendűségéről, hanem ,,. . . az építészet művészet és ipar voltának szoros kölcsönhatásos, szétszakíthatatlan egysége'' az amit erőteljesen aláhúz

***** *Major Máté :* Alkotó munka-e az építész munkája? Vitaindító előadás. *Magyar Építőművészet,* 1960. 2.

A további válaszok már az építészet hovatartozása kérdésében foglalnak állást, arra felelnek, hogy vajon mi az építészet igazi természete, milyen jellegű tevékenység eredménye az építészeti alkotás, vajon lényegében művészeti vagy lényegében ipari jellegű tevékenység eredménye-e, és maga az épület művészeti alkotásnak tekintendő-e, avagy csupán közönséges ipari produktumnak? Vajon az ember építőmunkájának minden eredménye művészi alkotásnak tekintendő-e, ha nem, úgy mi az, ami az építőművészeti alkotást a közönséges építménytől megkülönbözteti? Mindezek a kérdések az építészet művészet-jellegének problémái körül forognak, éppen ezért megválaszolásukhoz röviden összegeznünk kell a marxista esztétika tanításait a művészetről, hogy azután az építészetet a művészet kritériumaihoz mérhessük.

A marxista művészetelmélet első és legfontosabb tétele a művészet hovatartozására, objektív tartalmára utal. E szerint a művészet az objektív valóság tükröződése, a társadalmi tudat egyik formája, a valóság megismerésének és elsajátításának eszköze. Ez a tétel a művészetnek azokat a vonásait húzza alá, amelyek benne a társadalmi tudat más megnyilvánulásaival, például a tudományokkal közösek.

De a művészet lényegének felfedéséhez hovatartozására utaló megállapításokon túl specifikus vonásainak felmutatására is szükség van, azaz specifikus társadalmi funkcióját, tárgyát, tartalmát és ebből levezethető specifikus formáit, módszereit is ismertetni kell.

Igen sokáig a marxista esztétika megelégedett a művészi tükrözés objektív jellegének aláhúzásával, és a művészet sajátosságainak elemzésénél csupán a tükrözés módjának sajátosságaira tért ki. A tudomány elvont fogalmak segítségével, a művészet érzékletes, konkrét kép formájában tükrözi a valóságot.

A megismerés a jelenségtől a lényeg felé halad. A tudomány a konkrét jelenségek lényegét vonja ki, és a valóság lényeges vonásait elvont törvények formájában reprodukálja. A művészi megismerés is a lényegre tör, de a lényeget nem elvont, hanem konkrét formában, érzékletes, konkrét kép formájában tükrözi, azaz az életet az élet formáival reprodukálja.

Nyilvánvaló azonban, hogy a művészi tükrözés e röviden jelzett sajátosságait a művészet specifikus társadalmi feladatai fejlesztik ki, az a tárgykör, a valóságnak az a sajátos területe hívja életre, amelynek tükrözésére a művészet hivatott. Ezért a művészet sajátosságai elsődlegesen erről az oldalról, a társadalmi igény, feladat, a művészeti tükrözés sajátos tárgya, tartalma felől közelíthetők meg.

Mi magyarázná különben a tükrözés e sajátos módjának kialakulását, ha nem tételeznénk fel a valóságnak olyan területét, olyan oldalát, amelynek visszatükrözésére a felépítmény más típusai, a tudományok vagy az erkölcsi nézetek nem képesek?

Melyik az a különleges terület, melyik az a specifikus tárgykör, amelynek tükrözése a művészet feladata? Röviden azt válaszolhatjuk, a valóság esztétikai vonásai, esztétikai sajátosságai képezik a művészi visszatükrözés specifikus tárgyát. A művészet olyan tárgyakat, képeket, jelenségeket alkot, amelyek az objektív társadalmi-történelmi gyakorlatban kifejlődött esztétikai sajátosságok tükrözői mint érzékletes konkrétumok, gazdag emberi, társadalmi jelentések hordozói és közvetítői.

Arra a kérdésre, hogy milyen módon lesznek természeti tárgyak vagy az emberi munka termékei társadalmi viszonylatok megjelenítőivé, Marx ad feleletet. Az ember alkotó tevékenységét jellemezve azt írja: „Ez a produkció az ember munkálkodó faji élete. Ezáltal — a tárgyi világ megmunkálása által — mutatkozik a természet, mint az ember műve és valósága. A munka tárgya ezért az ember faji életének az eltárgyiasulása, e közben nemcsak mint a tudatban intellektuálisan szemléli magát, hanem munkálkodva valóban megkettőződve egy maga-alkotta világban."* Azaz, az ember társadalmi gyakorlatában elsajátítja, „emberivé" változtatja a természetet, az embert körülvevő világot egyre inkább belevonja az emberi, társadalmi viszonyok rendszerébe, a tárgyak mindinkább társadalmi jelentőségre, tartalomra tesznek szert. Csak ebben az objektív, történelmivé vált emberi-társadalmi vonatkozásukban, éppen mint az ember egyetemlegességének gyakorlati kifejezései nyernek a tárgyak esztétikai jelentőséget. Ez az emberivé tett világ, az emberi, társadalmi viszonyok objektív megnyilatkozásai konkrét, érzékletes jelenségek formájában, az esztétikai jelentőséggel bíró tárgyak, vonások képezik az objektív valóságnak azt a területét, amelynek visszatükrözésére az esztétikai érzék és a művészet kialakul.

Az objektív társadalmi-történelmi gyakorlatban és különösen a praktikus munka folyamatában alakul ki minden emberi érzelem és közöttük az esztétikai érzelmek tárgya is. A „Szent család"-ot előkészítő feljegyzései között Marx a következőket mondja: „Csak az emberi lény tárgyiasan kibontakozó gazdagságával jön létre a szubjektív emberi érzékelés gazdagsága, a zenei fül, a szem, a forma szépsége számára, röviden először részben alakulnak, részben produkálódnak emberi élvezetekre képes érzékek, olyan érzékek, amelyek mint emberi-lényegi erők tevékenykednek. Mert nemcsak az öt érzék, hanem az ún. szellemi érzékek is, a gyakorlati érzékek is (akarat, szeretet stb.) egyszóval az emberi érzék, az érzékek emberiessége csak tárgya létezése által, csak az emberivé tett természet által keletkezik."**

Az esztétikai jelentőségű tárgy mindig emberi, társadalmi viszonyok csomópontja. Az esztétikum ily módon valóban mindig az emberrel kapcsolatos. A művészetek legfőbb, leggyakoribb tárgya maga az ember mint személyi és társadalmi viszonyok élő egysége, az ember mint „egyedi-közösségi lény", a „gondolt és érzett társadalom totalitása".***

A jelenségek esztétikai tartalmát a jelenségek emberi vonatkozásai alkotják. A művészetek tárgyát nem a társadalmi és személyi viszonyok a maguk objektivitásában, hanem az emberhez mint társadalmi lényhez való vonatkozásukban képezik. Az ember persze, mint viszonyainak összessége értendő, azaz mint az ember emberhez és mint az ember természethez fűződő viszonyainak élő egysége. Bármit ábrázolnak a művészeti alkotások, bármilyen tárgyat ragadnak is meg, általa minden esetben az emberről, az embernek a másik emberhez és a természethez fűződő viszonyáról beszélnek. Nem jelenti ez persze azt, hogy a művészeteknek szükségképpen ábrázolniok is kellene az embert. Hiszen az ember egyetemlegességének kifejezésére az elmondottak értelmében bármely tetszés szerinti tárgy alkalmas.

* *Marx :* Ökonomiai-filozófiai kéziratok. IV. A munka elidegenedése című fejezet.
** *Marx :* Ökonómiai-filozófiai kéziratok. VII. Magántulajdon és kommunizmus című fejezet.
*** Uo.

Az esztétikai jelentőséggel bíró tárgy személyi és társadalmi vonások élő egysége. Ez az egység nem létezhet, csak konkrét, érzéki formában, hiszen „a konkrét azért konkrét, mert sok sajátosság és vonatkozás összefoglalása, tehát a sokrétűnek az egysége".* És mert az esztétikai jelentőségű tárgy az általánosnak, az egyetemesnek és az egyszerinek élő egysége, visszatükrözésére nem a tudomány, hanem kizárólag a művészet eszközei alkalmasak, amelyek képesek a jelenségek egyetemes és egyéni vonásainak élő egységét ábrázolni, azaz a valóság esztétikai vonásait a nekik adequat formában visszatükrözni. Egyetlen tudomány sem képes a jelenségeket sokrétű társadalmi vonatkozásaiknak és a személyinek, egyedinek eleven egységében megragadni. Az egyes tudományok a jelenségeknek csupán gazdasági, társadalmi, jogi, filozófiai, erkölcsi, lélektani stb. vonatkozásait tárják fel, de egyetlen tudomány sem ábrázolja a jelenségeket a maguk totalitásában, érzéki, konkrét megjelenési formájukban mint viszonylatok élő egységét. Ezért a művészetek a világ elsajátításának olyan sajátos formáját képezik, melyet semmiféle más forma nem helyettesíthet. A művészeteket társadalmi szükséglet hívja életre, mert nélkülük a világ megismerése és elsajátítása nem volna teljes.

A művészeti alkotások persze nemcsak egyszerűen az objektív, társadalmi-történelmi gyakorlat folyamán kialakult esztétikai vonások, esztétikai lényegű tárgyak jelentkezései, hanem tudatos, emberi alkotó tevékenység eredményei, az ember által visszatükrözött és az emberi tevékenységben kifejezett esztétikum hordozói. A művész esztétikai lényegű tárgyakat alkot, olyanokat, amelyekben emberi, társadalmi vonások élő egységet képeznek egyszeri, konkrét megjelenési formájukkal. A művészi alkotásokban az esztétikai lényeg átütőbb erővel jelentkezik, mint az objektív külvilág tárgyaiban. A művészi alkotás az emberi, társadalmi viszonylatok szorosabbá kötött csomója, ahol a konkrét érzékletes forma e viszonylatoknak nemcsak egyszerűen megfelel, hanem tudatosan kifejezi is azokat. Mindazok a törvényszerű viszonylatok, amelyek a valóságban esetlegességek mögé rejtetten érvényesülnek, a művészi alkotásban sűrítetten, tisztán, határozottan, közvetlenül szemlélhető formában vannak jelen.

Vizsgáljuk ezek után azokat az indokokat, amelyek alapján az építészetet ki szokták tessékelni a művészetek köréből.

A. I. Burov érvei : miért nem művészet az építészet

Az építészet nem tartozik a művészetek körébe — így vélekedik A. I. Burov, aki nézeteit „a művészet esztétikai lényege" című könyvében teoretikusan alátámasztja. Érvei általában minden olyan esetben felvetődnek, amikor az építészet művészetekhez tartozását kétségbevonják.

Burov szerint: „A művészet specifikus tárgya az emberi élet, pontosabban a társadalmi ember mint a társadalminak és a személyinek élő egysége, azaz olyan egység, amely az embernek egész objektív lényegénél fogva sajátja".** A művészet tartalma e specifikus tárgy, az emberi élet visszatükröződése meghatározott társadalmi ideálok szemszögéből. Burov felfogásának fogya-

* *Marx :* A politikai gazdaságtan bírálatának alapvonalai.

** *Burov, A. I. :* A művészet esztétikai lényege című kötet. A művészet specifikus tárgya és a művészi tartalom című fejezet.

tékossága, hogy a társadalmi embert túlságosan testi mivoltában ragadja meg. Szerinte ugyanis azoknak a tárgyaknak, amelyek nem embert ábrázolnak, a művészi alkotásban csak segédfunkciója lehet, és esztétikai jelentőséggel csak annyiban bírnak, amennyiben az emberre, az emberi életre utalnak, és az ember e tárgyakban saját alkotó szellemi, erkölcsi lényegét ismeri fel.

Burov megkülönbözteti a közönséges esztétikai tevékenységet, az esztétikai alkotás első fokát és a tulajdonképpeni művészetet. A kettő közötti különbség szerinte abban van, hogy „... az első esetben csupán az emberi lényeg megérzésével a tárgyban van dolgunk, elmosódott, tisztázatlan és határozatlan utalással, a második esetben ezzel szemben világos és pontos kidolgozásról van szó, a lényegi vonások tiszta megismeréséről, az embernek magának, vagy környezete tárgyainak ábrázolása által."* Ez utóbbi feladat a művészetek esetében speciálissá, dominálóvá lesz, a művészetek a tudat önálló formájává, relatíve önálló ideológiai, társadalmi jelenséggé válnak. Az iparművészetek vagy alkalmazott művészetek és az építészet nem tartoznak a tulajdonképpeni művészetekhez, mert esetükben — Burov szerint — nem lehet szó az embernek vagy környezetének ábrázolásáról és ezúton az emberről szóló lényeges ismeretek közléséről. Az alkalmazott művészetek esetében az esztétikum csupán a célszerűség kifejezése, következménye és megjelenési formája a tárgy tökéletességének, a tartalom és a forma, a rendeltetés és a kivitel összhangjának. A formai tökéletesség, az említett összhang jelenléte azonban még nem eredményez művészetet, mely Burov megfogalmazása szerint az emberi életet reprodukálja. Ezeknek a tárgyaknak Burov szerint, mivel nem közvetítenek élményeket, nem tartalmaznak eszméket, csupán formál-esztétikai, dekoratív jelentőségük van. Az építészet is az alkalmazott művészetek körébe tartozik, analóg jelenség a bútorokkal vagy a női divatcikkekkel. N. G. Csernisevszkij szerint — akire Burov hivatkozik — „az építészet az ember praktikus tevékenységének egyik területe, amelytől a szép formára törekvés nem idegen és ebben a vonatkozásban a bútorasztalos mesterségtől nem karakterének lényegében, hanem csupán alkotásainak méretében különbözik".**

Az építészet alapja az építés, a termelés. Az építészet produktumai az ember anyagi létfeltételei körébe tartoznak. Már ezért sem kezelhetők a tudatformákkal, az ideológiai jelenségekkel analóg módon. Ha az építészetet a tulajdonképpeni művészetekkel analóg módon vizsgáljuk, akkor akarva, nem akarva „mellékfunkciója" és nem „fő funkciója" kerül a figyelem középpontjába. Az esztétikai primérré lesz, holott másodlagosnak, alárendeltnek kellene lennie. Az építészetben az esztétikum elvileg akkor a leghatásosabb, ha szekundér jellegű, azaz ha kifejezése a tartalom — itt az építmény célja — és a funkcionálisan meghatározott forma összhangjának. A formáknak a célszerűség legmagasabbrendű kifejezésének kell lenniük, elsősorban ez az, ami az építészeti alkotások esztétikai minőségét meghatározza.

Azoknak a teoretikusoknak, akik az építészet művészetekhez tartozását bizonyítani akarják, arra az elvi alapra kell helyezkedniük, hogy a művészet az emberi munka magasfokú tökéletességének megjelenési formája. A művészetek eredetére és a művészet szó nyelvi alapjaira hivatkoznak, és elmossák

* *Burov, A. I.* : A művészet esztétikai lényege című kötet. A művészet és a szép, az esztétikai lényeg című fejezet.

** *Csernisevszkij, N. G.* : A művészet esztétikai vonatkozásai a valósághoz.

a művészet mint a társadalmi tudat történelmileg kialakult sajátos formájának körvonalait.

Burov szerint az építészet nem fejez ki ideákat, nem közvetít világszemléletet, amit kifejez, „nagyság", „könnyedség", „monumentalitás", „szigorú egyszerűség" stb. Ezek az esztétikum első fokának megfelelő „eszmék". Az építészet csak ilyen határozatlan „eszmék" közvetítésére képes, ennél konkrétabb tartalmakat az építészet nem képes kifejezni. De hasonlóakat más ipari termékek is kifejezésre juttatnak. „Azt mondják például — így Burov —, hogy a gótikus katedrális arra szolgált . . . hogy felfelé törő formáival, s messze ég felé magasodó csúcsaival a földi léttől való elszabadulás eszméjét és az Isten felé törekvést fejezze ki."* Burov szerint az effajta értelmezések és hangulati beleérzések mesterkéltek.

Az a tény, hogy az építészeti alkotások valamely társadalom életéről, ízléséről oly sokat elmondani képesek, nem bizonyít művészeti jellegük mellett, mert hiszen az anyagi kultúra igen sok terméke képes arra, hogy a korról, amelyben készült, jellemző képet közvetítsen. Korunk autói a XX. század beszédes tanúiként fognak rólunk ismereteket közölni az utókornak, mégis általában nem tekintjük őket művészi alkotásoknak.

Burov komoly praktikus jelentőséget tulajdonít állásfoglalásának, és bizonyítani próbálja, hogy a szovjet építészetben elkövetett súlyos hibák alapját az a felfogás képezte, amely az építészetnek elsődlegesen esztétikai funkciót tulajdonított, az építészet esztétikai jelentőségét mérhetetlenül eltúlozta, és azt reméli, hogy ha az építészek és teoretikusok az építészet mint művészet problémáját likvidálni fogják, úgy az egészséges irányba fogja fordítani a fejlődést.

Burov érvelése erősen meggondolkoztató. Kétségtelen, az építészet és az alkalmazott művészetek a művészeteknek a gyakorlati tevékenységtől teljesen önállósult fajtáitól különböző minőséget képviselnek. Az építészet termékei, például a lakások az ember elemi életfeltételeinek körébe tartoznak, az építés a materialis termelés része, a művészetek ezzel szemben a társadalmi tudat megnyilatkozásai, az ideológia szférájába tartozó jelenségek, nem materiális értelemben szolgálják a társadalmat, hanem azáltal, hogy a valóságnak emberre vonatkoztatott jelenségeit, az emberi életet az élet formáival ábrázolják, az embert, a társadalmat önmaga jobb megismeréséhez segítik.

Az építészet termékei, az építmények ezzel szemben olyan eszközök, amelyek az embert a létért folytatott küzdelmében segítik. Elsődleges céljuk ez a segítségnyújtás, azaz az építmények mint materiális produktumok a maguk anyagi valóságában szolgálják a társadalmat.

Az építészet időben, térben kiterjedt műveket alkot, melyeket belehelyez a természetbe mint azzal egyenértékű valóságot. Az épület együtt él, lélegzik és fejlődik a természettel, védi az embert a természet ellenséges behatásaival szemben. Anyagi teste nem csupán eszköz a művészi mondanivaló tolmácsolására, hanem maga az építészeti alkotás célja.

A művészetek lényege, értelme ezzel szemben nem abban a jelentéktelen értékű anyagban rejlik, melyet valóságos céljaik érdekében felhasználnak, hanem abban, amit és ahogyan ábrázolnak.

* *Burov, A. I.* : A művészet esztétikai lényege című kötet. A művészet és a szép, az esztétikai lényeg című fejezet.

A művészetek ábrázoló, tükröző funkciója nem igényli az időben, térben kiterjedt, a természethez közvetlen kapcsolódó, azzal egyenértékű és azzal azonos jellegű valóság létrehozását, sőt az ilyen a természethez közvetlen kapcsolódó ábrázolás akadályozza a mélyebb, lényegibb, művészi mondanivaló kifejtését. A művész azért alkot valóságos tárgyat, hogy általa a valóság mélyebben rejlő lényegét visszatükrözze. Ezért teremt a művész valóságos, érzékletes, de mégsem teljesen valóságos képet, alakot. A művészetek a valóságnak valamelyik síkjába vetítve ábrázolják mondanivalójukat, és a valóság egyes vonatkozásait tudatosan mellőzik. A festmény két dimenzióba vetítve ábrázolja a három dimenziós valóságot. A szobrászat három dimenzióban alkot, de általában mellőzi a természetes vagy arra emlékeztető színezést. A panoptikumi figura, amely a közönséges, mindennapi valóságot minden stilizálás és absztrahálás nélkül ábrázolja, már nem művészeti alkotás. A művészetek mindig absztrahálnak, az absztrakt gondolkodáshoz hasonlóan a lényeg felé törnek és, ezt a lényeget konkrét, érzékletes formában teszik szemlélhetővé. A művészetek által teremtett érzékletes forma azonban sohasem a természethez közvetlen kapcsolódó, annak közvetlenül megfelelő, azt fényképező forma, hanem tudatosan absztrahált, stilizált, a természeti tárgyaktól különböző jellegű. A szoboralak nem könyökölhet ki az ablakon, nem ülhet valóságos széken, talpazatra kerül, vagy valamilyen más módon jelzi kívülállását, különneműségét.*

Összefoglalva: az építészet a természeti környezettel egyenértékű valóságot alkot, alkotásait nem keretbe vagy talpazatra helyezi, hanem bele a természetbe, alkotásai a társadalom materiális életét a maguk anyagi testével közvetlenül szolgálják, és nem csupán ábrázolják. Mindezek alapján felvetődik a kérdés; jogunk van-e építőművészeti tükrözésről beszélni, vagy csupán, mint A. I. Burov állítja, a rendeltetés és megvalósulás, a cél és a forma összhangjáról, azaz formai, dekoratív jellegű szépség jelenlétéről?

A művészet és a termelés

A legalapvetőbb, leghatásosabb érv szerint tehát az építészet azért nem sorolható a művészetek közé, mert nem ideológiai jelenség, nem tükröz, hanem csupán materiálisan funkcionál. Igaz, hogy az építészet tényleg nem szakad el a materiális termeléstől, semmi sem bizonyítja azonban, hogy materiális funkcióinak ellátása mellett nem képes művészi funkcióinak betöltésére is, hogy nem közvetít társadalmilag jelentős esztétikai tartalmakat.

A következőket kell itt figyelembe vennünk. Minden művészeti ág a praktikus tevékenységből nő ki, és ha időben elég messzire hátranyúlunk, mindegyik történetében olyan alkotásokkal, műfajokkal találkozunk, amelyeket a praktikus és művészi elemek egybeszövődése jellemez. A művészetek vagy a termelési folyamat formáiból, vagy a termékek formáiból erednek. Előbbiek a munkafolyamat ritmusát veszik át, és megtartják az időbeli lefolyás mozgásra alapított folyamatszerű formáját, mint az irodalom, a zene-, a tánc- és a színházművészet, utóbbiak a munkatermékek formáiból származnak, és megtartják, azok térbeliségét.

* A téma kifejtése megtalálható *Pogány Frigyes:* Festészet és szobrászat az építészetben című kötetének *Elméleti összefoglalás* című fejezetében.

Ez nem is lehet másképpen. A művészetek szükségképpen a gyakorlat, a munka, a termelés történelmi folyamatában fejlődnek ki. Hiszen az ember érzékei, így az esztétikum iránti érzék is, csak a munka gyakorlatában fejlődik ki. Az ember a társadalmi-történelmi gyakorlat folyamán sajátítja el a természetet, teszi környezetét emberi lényegének kifejezőjévé. A dolgok a társadalmi-történelmi gyakorlat, a termelő munka folyamatában telítődnek esztétikai sajátosságokkal, válnak emberi, társadalmi viszonylatok megjelenítőivé. A termelés, a munka és a művészetek tehát szorosan összefüggő jelenségek. A művészetek a valóság elsajátításának a közönséges termeléstől bizonyos fokig önállósult formái. Ez az önállósulási folyamat nem lezárt. A társadalmi-történelmi gyakorlat követelményei a valóságnak egyre újabb területeit vonják be a társadalmi viszonylatok rendszerébe, ennek megfelelően egyre újabb esztétikai jelenségek és vonások alakulnak ki, és ezzel kapcsolatban a művészeti tevékenység új ágai, új területei tárulnak fel. Régen a termeléstől önállósult művészeti ágak újra kapcsolatba lépnek a termeléssel, mások most szakadnak el az anyagi termeléstől és válnak önállóvá, és vannak olyan művészeti ágak, mint amilyen például az építészet is, amelyek az anyagi termeléssel mindig megtartják szoros kapcsolatukat.

A művészetek lényege esztétikai tartalmukban van. Ha valamely művészi alkotás gyakorlati funkciókat is betölt, és emellett, vagy éppen gyakorlati feladatainak megoldása által esztétikailag kétségtelenül jelentős vonásokat tükröz, azaz konkrét és szemléletes formában gazdag emberi, társadalmi viszonylatokat fejez ki, úgy nincs okunk arra, hogy a művészetek köréből kizárjuk. A szoros kapcsolat a praxissal a művészi tükrözés szempontjából egyáltalán nem hátrányos, sőt az építészet csak ilyen módon, állandó és szoros kapcsolatban a gyakorlattal képes művészi feladatát teljesíteni. Az építészet a társadalmi élet legkülönfélébb megnyilatkozásai részére nyújt teret. Az építészeti mű mint térbeli konkrétum, az embereknek a természethez és egymáshoz fűződő kapcsolatait jeleníti meg. Szoros és szerves kapcsolata a gyakorlati élettel teszi képessé arra, hogy a termelés fejlődését, az ember életkörülményeinek változását, a társadalmi viszonyok és ezzel kapcsolatosan az emberek világszemléletének fejlődését a maga térbeli formájával szolgálja és kifejezésre juttassa.

Az építészet esztétikai lényege

A. I. Burov maga is elismeri az építészeti alkotások esztétikai jelentőségét, de azt állítja, hogy ez mellékfunkciójuk, nem pedig feladatuk lényege, másodlagos feladat, amit az elsődleges feladatnak kell alárendelni. A praktikus-materiális és az eszmei-művészi oldal e szembeállítása, amint erről már beszéltünk, teljesen hamis, függetlenül attól, melyik oldalnak szánjuk a domináns szerepét, mert az elsődlegesség kérdésének csupán a két oldal egységén belül van jelentősége, mert éppen az anyagi, a praktikus és az eszmei egysége az, ami az építészet esztétikai lényegét teszi. „A művészet a szükségszerűvel kezdődik" — mondja Goethe —, az építészet kezdeteitől, alapjaitól művészet. A legelemibb materiális feltételeknek és igényeknek egysége a legmagasabbrendű eszmei, formai követelményekkel az, ami esztétikai lényegű. Az elsődlegesség kérdése a tartalom és a forma, az elemi követelmények és a járulékos követelmények viszonylatában vethető fel, nem pedig a praktikus-utilitárius-technikai, illetve esztétikai viszonylatában, hiszen ez utóbbi az egészet fogja át.

Az esztétikum emberi, társadalmi viszonylatok élő egysége valamely egyszeri, konkrét jelenség formájában. Az építészet esztétikai lényege éppen gyakorlati, materiális, funkcionális viszonylatainak élő egysége eszmei, ideológiai céljaival. Az eszmei, ideológiai elszakítása a materiálistól, funkcionálistól nem az építészet művészeti oldalának aláhúzását, hanem ellenkezőleg esztétikai tartalmának szétrombolását eredményezi. Éppen az említett kétféle összefüggés eleven egysége teszi az építészetet művészetté. Ennek az eleven egységnek visszatükrözése az építőművészet sajátos feladata.

Hans Koch a művészetről ezeket mondja: „...a művészet sajátos, illetékességi körét ez az eleven egység határozza meg. Egyetlen tudományról sem mondhatjuk el ugyanis, hogy a sajátos, tárgyául választott jelenséget sokrétű társadalmi vonatkozásainak és az egyénileg különösnek, a személyinek ebben az eleven szintézisében ragadná meg".*

Ez az eleven szintézis jellemzi az építészet alkotásait is, amelyek mint konkrétumok, mint dologilag tárgyiasult emberiek, mint az emberi tevékenységnek olyan termékei, amelyek az embernek viszonyát a természethez, életmódját, életformáját, társadalmi és osztályviszonyait stb. rendkívül hatásos és érzékletes módon kifejezésre juttatják, esztétikai lényegűek. A társadalmi-történelmi gyakorlat folyamán az emberi munka e legnagyobb szabású termékei, amelyek az egész emberi életet átfogják, keretezik, szükségképpen az ember önmaga kifejezésének eszközeivé válnak, olyan alkotásokká, amelyekben az ember önmagát ismeri fel. Ennek megfelelően kialakulnak azok az érzékek és azok az eszközök, amelyekkel az ember az építés termékeiben önmagát felismerni, illetve kifejezni képes, azaz az építés termékei esztétikai tartalommal telítődnek. Az építményeket az ember esztétikai szemszögből ítéli meg, mint az emberi megnyilatkozásait szemléli, mint olyan tárgyakat, amelyek, azáltal hogy az embert materiális funkcióikkal sokrétűen szolgálják, az emberi megnyilatkozásai. A praktikus és ideológikus ez eleven egysége, mint az emberi viszonylatok csomópontjának megjelenése érzékletes konkrét tárgyban, esztétikai lényegű — az építészet alkotásai, amelyek ez eleven egység megnyilatkozásai, művészeti alkotások.

Az építészet specifikus művészeti feladata

A művészetek mindegyike az objektív valóság esztétikai vonásainak, esztétikai oldalainak tükrözője, és sajátos tárgyuk követelményeinek megfelelően mindegyik az alkotó szubjektum közreműködésével egyszeri, konkrét, eleven jelenségek formájában tükrözi az életet. De a különféle művészeti műfajok mindegyikének meg van a maga sajátos területe, a társadalmi ember életének valamelyik oldala, az emberi tevékenység valamelyik köre, mely körben kialakult esztétikai vonások tükrözésére a kérdéses műfaj kifejlődik. Ha nem feltételeznénk a különféle művészeti műfajoknak viszonylag önálló feladatát, tárgykörét, nem tudnánk a művészetek differenciálódásának tényét megmagyarázni.

A. I. Burov kétségbevonja azt, amit az építészet sokezeréves története bizonyít, hogy az építészeti alkotások meghatározott esztétikai tartalmak, élmények, hangulatok, sőt meghatározott eszmék közvetítői. Szerinte azokat az

* *Hans Koch :* Esztétika és valóság. Gondolatok A. I. Burov a művészet esztétikai lényege című könyvéről. *Nagyvilág,* 1958. év 7. szám.

érzéseket, amelyekről az építőművészeti alkotások látogatói beszámolnak, nem e művek objektív sajátosságai indukálják, hanem a látogatók vetítik bele e művekbe. Azok a magyarázatok, amelyek az építészeti alkotások hatását e művek objektív sajátosságaiból vezetik le, erősen konstruáltak. Az építészet csak egészen általános hatásokat tud kelteni, nagyságával, monumentalitásával gazdagságával, egyszerűségével stb. hat.

A magyarázatok kétségkívül gyakran erőltetettek, az élményekről, hatásokról szóló beszámolók laposak. Ez azonban csupán arra mutat rá, milyen nehéz valamely építőművészeti alkotás hatását a szavak nyelvén közvetíteni, talán még nehezebb, mint zenei hatások irodalmi tolmácsolása, nem bizonyítja azonban azt, hogy az építészet nem közvetít mindenki számára lényegében egyértelmű esztétikai tartalmakat.

Az építészet alkotásaival szemben, legalábbis az uralkodóosztályok részére, az uralkodó ideológia reprezentálására készült alkotásokkal szemben az emberek évezredeken át művészeti igényekkel léptek fel. Az építészet reprezentatív nagy alkotásait, a görög templomokat, a római fórumok együtteseit, a középkori dómokat, a barokk palotákat, az eklektika sugárútjait, a modern nagy csarnokokat stb. kortársaik is és az utókor is a koreszmék tömör foglalatának tekintik. Ezek az építmények a kor lehetőségeit a legmagasabb fokon, a legnagyobb szabású alkotásokkal képviselik, érthető tehát, hogy nemcsak a gyakorlati ember, hanem az ember a maga sokrétűségében mint a gyakorlati, érzelmi és eszmei egysége jelentkezik bennük. Egyes kiemelkedő építészeti alkotások, mint a római Szent Péter templom vagy a moszkvai Kreml, egy egész nép, egy egész kor vagy egy nagy eszmeáramlat szimbólumaivá képesek válni.

Az építőművészet sajátos művészeti feladata a koreszmék általános vonásainak szemléletes megfogalmazása. Az ember helyének a természetben, az ember emberhez fűződő kapcsolatainak, a kor alapérzésének, alaphangulatának, alapstruktúrájának megjelenítése.

Az a tény, hogy az élő ember a maga testi mivoltában — Burov szerint a művészetek specifikus tárgya — az építészet és az alkalmazott művészetek eszközeivel általában nem utánképezhető, és az, hogy az építészet nem képes az emberről fogalmi úton ismereteket közvetíteni, nem jelenti azt, hogy valóban nem tükrözi az emberi életet. Midőn Burov az építészettel szemben ilyenfajta igényekkel lép fel, Csernyisevszkij nyomán metafizikusan értelmezi a tükrözés fogalmát, úgy fogja fel, mint utánzást, utánképzést és természetesen az embernek ilyenfajta tükrözéséről az építészetben és az alkalmazott művészetekben nem lehet szó. Burov megreked a Marx előtti materializmus korlátjai között, és így rá is érvényes az a kritika, amelyet Marx az első Feuerbach-tézisben így fogalmaz meg: „Minden eddigi materializmusnak. . . az a fő fogyatékossága, hogy a tárgyat, a valóságot, az érzéki világot csak az objektum, vagy a szemlélet alakjában fogta fel, nem pedig mint emberi, érzéki tevékenységet, gyakorlatot, nem szubjektíven."*

Az emberi gyakorlat folyamán a dolgok az ember egyetemlegességének kifejezőivé válnak. „Az ember egyetemlegessége gyakorlatilag éppen abban az egyetemességben jelenik meg, ahogyan szervetlen testévé változtatja az egész természetet. . ."**

* *Marx—Engels :* A német ideológia. Marx: 11 tézis Feuerbachról. 1845. március.
** *Marx :* Ökonómiai-filozófiai kéziratok. IV. A munka elidegenedése című fej.

A művészet nemcsak magának az embernek ábrázolásával, hanem a társadalmi-történelmi gyakorlatban az emberi kifejezőjévé tett természeti és dologi világ tárgyaival is az emberi világot tükrözi. Az építészet az ember építő tevékenysége során az ember kifejezőjévé vált építmények formáival tükrözi az emberi világot. Az építészet az emberi élet környezetét alakítja, és így könnyen megérthető, hogy bár az embert közvetlenül nem ábrázolja, az emberi életet tükrözi, sőt ha úgy tetszik, Burov kifejezésével élve, ismereteket közöl az emberi életről.

A művészetek határa

Bebizonyítottuk, hogy az ember materiális termelésének, gyakorlati termelőmunkájának termékei között is vannak olyanok, amelyek jelentős esztétikai tartalmakat hordoznak. Felvetődik a kérdés: hol vonható meg a művészetek határa? Nem oldjuk-e fel ezen a módon a művészeteket az anyagi termelés folyamatában? A művészet — erre Burov is hivatkozik — az ideológiai szféra megnyilatkozása, a termeléstől önállósult, függetlenült emberi tevékenység eredménye. Az építészet vizsgálata azt mutatja, hogy csak a művészetek egyes típusaira igaz az, hogy az anyagi termeléstől teljesen önállósult, kifejezetten ideológikus jellegű megnyilatkozások, a művészetek más típusai az anyagi termeléssel szoros kapcsolatban, anyagi funkciók kielégítése mellett, illetve pontosabban, ezek által tükrözik esztétikai tartalmukat.

Burov az irodalom mint művészet sajátosságait próbálja általánosítani, és amikor az építőművészet esetében ez sehogyan sem sikerül neki, ahelyett hogy saját nézeteit a művészetekről venné revízió alá, arra a következtetésre jut, hogy az építészet nem művészet. Ha a tények nem egyeznek koncepciójával, jaj a tényeknek. Vajon melyik kritériumot tekintsük fontosabbnak, a formait avagy a tartalmit? Azt vizsgáljuk-e elsősorban, mennyiben különült el a kérdéses tevékenység a termelőmunkától, avagy elsősorban azt, milyen minőségű, jellegű tartalmakat tükröz? Úgy gondolom, hogy egyértelműen a második alternatívát kell választanunk, és ha a valóságban a művészet egyes területei nem önállósulnak oly mértékben a praktikus termeléstől, amilyen mértékben ez a tiszta fogalomalkotás szemszögéből kellemes volna, úgy nem a valóság egyes tényei előtt húnyjuk le szemünket, hanem fogalmaink tartalmát módosítsuk, a művészet fogalmát tágítsuk oly mértékig, hogy minden olyan emberi produktumot átfogjon, amely lényeges esztétikai tartalmakat nemcsak spontán és esetleges módon, hanem tudatosan és szándékoltan tükröz, függetlenül attól, hogy a kérdéses tevékenység a materiális termeléssel kapcsolatos-e, avagy attól teljesen független.

Burov felosztása, mely megkülönbözteti a közönséges esztétikai tevékenységet, az esztétikai alkotás első fokát és a tulajdonképpeni művészetet, mely utóbbi az embernek magának vagy környezete tárgyainak ábrázolása által közöl ismereteket az emberről, szemben az előbbivel, mely csupán utal ilyen jellegű ismeretekre, és csupán ilyen jellegű ismeretek homályos megérzésére nyújt alapot, teljesen hamis, tarthatatlan. Ilyen meggondolások alapján a zenét is kizárhatnánk a művészetek köréből. A zene és építészet módszereinek rokonsága a megfagyott muzsika közismert metaforájában nyer kifejezést. Ismételten utaltunk arra, hogy Burov a tükrözés folyamatát a marxizmus előtti materializmus metafizikus szemléletével közelíti meg, és ezért nem képes az embert nem ábrázoló, az emberre szimbolikus formában sem

utaló tárgyak, a dologilag tárgyiasult emberiek esztétikai jelentőségének felismerésére.

A művészetet az esztétikai tevékenység primitív fokától a Burov által javasolt szempontok alapján elhatárolni nem volna helyes. Igaz azonban az, hogy az emberi tevékenység, az emberi élet egészét áthatja az esztétikum. Az ember nemcsak az anyagi szükség, hanem a szépség törvényei szerint is alkot, de nem minden emberalkotta szép tárgy művészeti termék is.

Minden építmény művészeti alkotás-e?

A fejezet elején felsorakoztattuk az építészet hovatartozásának kérdésére adható válaszokat. Az első válasz az építészetet egészében besorolja a művészetek körébe. A második kategorikusan kizárja onnan, és az anyagi termelés termékei közé sorolja. Az eddigiekben lényegében e második választ vizsgáltuk és cáfoltuk, azaz bizonyítani igyekeztünk azt, hogy nincs okunk az építészet termékeit kizárni a művészetek köréből, amikor azok kétségkívül jelentős esztétikai tartalmakat közvetítenek.

Ezzel azonban nem álltunk még egyértelműen az első válasz mellé, nem tételeztük azt, hogy az építés minden terméke olyan jellegű és minőségű tartalmakat hordoz, ami indokolttá tenné besorolását a művészetek körébe.

A következőkben most azt a kérdést vizsgáljuk, hogy vajon az építő tevékenység minden terméke az építőművészet körébe tartozik-e? Szükséges-e az építőművészetet a közönséges építéstől megkülönböztetni? Ha igen, hol van a határ, amely e két területet egymástól elválasztja? Melyik az a kritérium, amelynek alapján az építés egyik termékét a művészetek, másik termékét az építés, a közönséges anyagi termelés kategóriájába sorolhatjuk?

Az első kérdésre rögtön válaszolok: nem minden építmény tartozik az építőművészet körébe. Az építés elsődlegesen az ember alapvető materiális szükségleteit szolgálja, és az épületek egyrésze azonkívül, hogy e materiális szükségleteket célszerű formában kielégíti, csak esetleges és spontán formában, nem világszemléleti alapokat érintő módon tükröz más tartalmakat is. Persze a legegyszerűbb vályogkunyhónak, csőszházak is van esztétikai jelentősége: formája, kivitele, megfelel rendeltetésének, céljának, anyagai, szerkezetei a helyi adottságoknak, a talaj, az éghajlat, a helyszínen vagy a közelben található természetes építőanyagok követelményeinek, együtt él, lélegzik a tájjal, és mint ilyen környezetével egybehangzó, szép. Megfelel az illető táj, az illető nép szokásainak, életmódbeli sajátosságainak, ízlésének, felvilágosítást ad annak az embernek termelőerőiről, aki készítette. Tükrözi tehát a tájat és az embert. Mégis, ha ez a tükrözés csak spontán és esetleges formában, csupán a célszerűség jegyében történik, és csupán a formálás melléktermékeképpen és nem az ember szemléleti alapjait érintő módon van jelen, tehát lényegében úgy, mint bármely más használati tárgy esetében, akkor nincs jogunk még művészetről beszélni.

Az építőművészeti alkotás az építés minőségi foka. E megállapítással csatlakozom I. Maca magyar származású szovjet teoretikus felfogásához. „Az építőművészet a közönséges gyakorlati építésnek a történelem folyamán kialakult minőségi szempontból új foka"* — mondja I. Maca. Az építő-

* *Maca, I.:* Az építőművészet természetéről és specifikumáról. *Szovjetszkoje Iszkusztvo*, 1953. július 13. 3—4.

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA KÖNYVTÁRA

művészet a gyakorlat folyamán az építésből fejlődik ki. Módszerei és formái a gyakorlat folyamán esztétikai jelentőséget nyernek. Az a koncepció, „. . .mely szerint a kunyhó fejletlen építőművészet, az egyhangú téglabarakk pedig gyenge, elszegényedett építőművészet",* helytelen, eltünteti az elvi, minőségi különbséget az egyszerű építés és az építőművészet között, és így mindkettő sajátossága elvész. Az építőművészet a közönséges építéstől azáltal különbözik, hogy nemcsak gyakorlati és technikai célokat szolgál, hanem egyúttal eszmei és művészeti problémákat is megold. „Megítélésünk kritériuma — mondja I. Maca — az alkotás építőművészeti formájában megtestesült eszmei-művészi tartalom".**

A Szovjetunió Építészeti Akadémiájának vitájában I. Maca már sokkal konkrétebben megfogalmazza, mit ért az építészet eszmei-művészi tartalmán. „Az építészetnek műszaki és gazdasági célszerűségén keresztül kell kifejeznie valóságunk lényegét és jellegét, mélyebben és szélesebben kifejeznie az emberi viszonyokat mint a szocialista lét társadalmi funkcióját, következésképpen mint gyakorlatot, mint élményt és érzéseket, és mint a társadalom szellemi életének meghatározott oldalát." „Nem a lakóház egészségügyi, világítási, gyakorlati-használati, vagy más hasonló célszerűségének elvont normáival, hanem azoknak az elképzeléseknek és fogalmaknak egész komplexumával van dolgunk, amelyeket az ember saját életéről, annak értelméről, a szépségről és a kényelemről alkot, olyan elképzelésekkel, melyek végső fokon a különféle társadalmakban lezajló emberi élet konkrét szociális formáit tükrözik".*** Hangsúlyozza tehát, hogy az általa eszmei-művészinek nevezett tartalom a gyakorlati-használati funkciók teljesítése által azokon keresztül nyilatkozik meg, azaz az építészetben az emberi élet körülményeiről, az emberi életről alkotott elképzelések az emberi életet a gyakorlatban szolgáló építményekben nyernek konkrét alakot. A jó, a szép és a kényelmes emberi életkörülményekről, emberi életről alkotott elképzeléseknek, eszméknek, konkrét formákban történő jelentkezése pedig művészeti alkotásokat eredményez.

I. Maca tételeit több oldalról hevesen bírálják. A közönséges építés, illetőleg az építőművészet területeinek tiszta elhatárolása valóban igen nagy nehézségekbe ütközik. Viszonylagosan hasonló a helyzet a beszélt nyelv és az irodalmi nyelv vonatkozásában. A közönséges beszédnek is van esztétikai tartalma. A mindennapi beszéd is gazdag metaforákban, és az emberi viszonylatokat igen érzékletes, igen szemléletes formában képes kifejezésre juttatni. A szemléletes, gazdag köznyelv és az irodalmi nyelv közötti határ semmivel sem vonható meg könnyebben, mint a közönséges építés, illetőleg az építőművészet közötti választóvonal. Az irodalmi nyelv nem abban különbözik a közönséges nyelvtől, hogy míg ez csupán a gondolatok közlésének célja szerint alakul, addig azt esztétikai szempontoknak megfelelővé formázzák, hiszen minden nyelv gondolatokat közvetít, és mind a köznyelvnek, mind az irodalmi nyelvnek esztétikai jelentősége is van. Az utóbbi azonban az előbbinek minőségileg magasabbrendű foka, amely a mindennapi gyakorlat folyamán a köznyelvből önállósul. Míg az esztétikai tartalmakat gyakorlati feladatainak betöltése mellett csupán spontán és esetleges módon tükröz, addig ennek kifejezett és tudatosan vállalt célja az, hogy esztétikai lényegét hor-

* *Maca, I.:* Az építőművészet természetéről és specifikumáról. *Szovjetszkoje Iszkusztvo* 1953. julius 13. 3—4.

** Uo.

*** A Szovjetunió Építészeti Akadémiájának vitája az építészet természetéről és specifikumáról. *Arhitektura Sz. Sz. Sz. R.* 1955. 6. sz.

dozza. A köznyelv és az irodalmi nyelv között forma szerint könnyen különbséget tehetnénk; az első gyakorlati célokat tölt be, az utóbbinak általában nincs gyakorlati feladata. A lényeg azonban nem ez, mert pusztán azáltal, hogy gyakorlati célokra nem irányul, nem emelkedik még a nyelv az irodalom rangjára — mellesleg igen sok gyakorlati célokat is szolgáló írásmű joggal sorolható az irodalomhoz (tudományos munkák bizonyos típusai, az újságírás színvonalasabb termékei stb.). A lényeg az, hogy irodalommá a beszédet, az írást esztétikai tartalmának minősége avatja. Az építőművészet a közönséges építéstől hasonlóképpen esztétikai tartalmának minőségében különbözik.

Nem vonható határvonal az ún. építőművészet és a közönséges építés között azon az alapon, hogy míg az első az esztétikai lényeg kifejeződése, addig a második csupán a materiális körülmények és szükségletek tükre. Minden gyakorlati emberi alkotás, legyen az bármennyire is alapvető szükségletekkel kapcsolatos, e szükségletek és adottságok kifejezése mellett az emberi világot is kifejezésre juttatja, azaz esztétikai jelentőséggel is bír. Az embert keretező érzékletes valóság, az építészeti környezet mint gazdag és sokrétű viszonylatok csomópontja, sohasem csak gyakorlati, hanem mindig esztétikai jellegű valóság is. Nemcsak szolgálja az embert, hanem viszonylatait szemléletesen feltárja, képviseli is. Ilyen alapon tehát nem tehetünk különbséget az építőművészet és az ún. közönséges építés között.

Az építőművészet az építés minőségi foka. Kettőjük közötti különbség esztétikai tartalmuk különböző minőségéből adódik. Míg a közönséges építmények csupán valamely körülhatárolt praktikus funkció kielégítése érdekében létesülnek, és nem is fejeznek ki sokkal többet, mint azt, hogy megfelelnek annak a körülhatárolt célnak, amelynek érdekében létrejöttek, de ezen túlmenő esztétikai tartalmakat csak spontán és esetleges módon fejeznek ki, addig az építőművészet alkotásai az ember életmódját meghatározó funkciók egész komplexumának felelnek meg, sokoldalú, összetett és konkrét képet adnak az emberi életről. Az építőművészeti alkotások esetében tudatos művészi törekvésekkel van dolgunk, amelyek célja a társadalmi ember, a teljes ember sokoldalú érzelmi, hangulati, kulturális, eszmei stb. igényeinek kielégítése, a szép, a jó, az egészséges életről alkotott társadalmi eszmények megközelítése. Mindezzel az építőművészet a társadalom életformájára, az emberek ízlésének, elképzeléseinek, viselkedésének alakulására gyakorol hatást.

I. Maca tételét: az építőművészet az építés minőségi foka, kétféleképpen is félreértik. Különösen 1953-as megfogalmazásai adnak okot a félreértésre. I. Maca akkor azt a hibát követi el, hogy nem fejti ki elég pontosan, mit ért az építészet eszmei-művészi tartalmán. Hiszen azzal, hogy azt mondja: az építőművészetet eszmei tartalma teszi, még semmit sem mond, az eszmei jelző semmivel sem teszi világosabbá a helyzetet, ha nem világítja meg egyértelműen, mi ennek az eszmei-művészi tartalomnak viszonya az építés gyakorlati feladataihoz. Ez a megfogalmazás viszont „. . .az építőművészet fő ismertetőjele az, hogy a létesítményeknek eszmei-művészi külsőt ad, következésképpen a »tudomány, technika és művészet« szintézisében a művészet az, amely az építészet jellegét meghatározza",* határozottan arra mutat, hogy I. Maca az akkori szovjet építészet gyakorlatának megfelelően a művészit a gyakorlatitól elvonatkoztatva kezeli, a művészinek a gyakorlatival szemben

* *Maca, I.:* Az építőművészet természetéről és specifikumáról. *Szovjetszkoje Iszkusztvo*, 1953. július 13. 3—4. szám.

elsőbbséget, meghatározó jelleget biztosít. Ennek az elvnek alkalmazása vezet azokhoz a közismert hibákhoz, amelyeket az 1954. évi moszkvai építőipari konferencia és személy szerint N. Sz. Hruscsov megbírál. Ezért újra hangsúlyozni szeretném: az építőművészet az építés minőségileg magasabbrendű foka, egyáltalán nem azt jelenti, hogy a „művészi oldal" elsődleges, fontosabb a „praktikus-materiális oldal"-lal szemben. Az építészetben nem létezik semmiféle gyakorlatitól független művészeti oldal. Az építészet nem a gyakorlati feladattól önállósult dekoratív eszközökkel fejti ki művészeti hatását, hanem elsődlegesen gyakorlati céljainak megvalósítása által. Az építészet az emberi életről, az emberi környezetről, a szép, a kényelmes, a célszerű életről azáltal közvetíti mondanivalóját, hogy ideáljainak gyakorlati példáját is szolgáltatja. A rossz lakóház, amely kényelmetlen és célszerűtlen életformára készteti lakóit, külsőségeinek segítségével nem képes a szép és kényelmes otthon eszméit tolmácsolni. Az építészeti alkotásokat mint művészeti alkotásokat is csak a gyakorlatban tudjuk teljes mértékben befogadni, rátekintésre csupán felületes benyomásokat nyerhetünk felőlük. Nem a homlokzat, a tömeg és a sziluetthatás, hanem a célszerű, okszerű belső térszervezet feltárulkozása visz közel az építészeti művek befogadásához. A művészi az építészetben nem a gyakorlatitól független, hanem a gyakorlatiban megnyilatkozó kategória. Az építőművészet nem ott kezdődik, ahol az esztétikai kifejezés a gyakorlati célokat elhomályosítva érvényesül, hanem ott, ahol az esztétikai tartalom magasrendű formában nyilatkozik meg, azaz a célszerűség és szépség teljes egysége van jelen.

Nem a művészies külső, nem a külsődleges díszítések, nem az, ha a formai törekvések elsődlegessé válnak, és a praktikus, használati igényeket maguk alá rendelik, avatja művészi alkotássá az épületet, hanem ellenkezőleg az, ha esztétikai tartalma praktikus, funkcionális céljaival összhangban azok megközelítése által nyilatkozik meg. A művészi célok, az esztétikai kifejezés a praktikum igényein túlmenő igényeket támasztanak a formával szemben. De az építőművészeti alkotásoknál ez a formai többletigény végül is a legmindennapibb materiális funkciók emberibb kielégítését eredményezi — és csak akkor jogosult, ha valóban erre vezet. De nincs jogosultsága akkor, ha az épület alapvető, materiális céljainak betöltését akadályozza, hátráltatja. Az építőművészeti alkotások nem abban különböznek a közönséges építményektől, hogy kevésbé praktikusak, kevésbé jól használhatók, kevésbé kényelmesek, és hogy többe kerülnek, ellenkezőleg, ezek az épületek azáltal, hogy szebbek, jobban megfelelnek annak a praktikus célnak, amelyért őket létrehozzák, sőt csak azáltal, hogy esztétikai tartalmakat is kifejezésre juttatnak, igazán jól használhatóak, otthonosak, kényelmesek és egyáltalán nem szükségképpen drágábbak is, sőt, ha a gazdaságosságot helyesen úgy értelmezzük, mint a ráfordítás és az eredmény hányadosát, úgy elvileg egyedül ilyen módon gazdaságosak is.

Egy másik félreértéstől is el akarom magam határolni. Az építőművészet, általában az építés az osztálytársadalmak története folyamán két úton fejlődik. Az elnyomott osztályok általában a készen talált természetes anyagokból, vályogból, földből, fából, kőből, nádból, hóból építenek, és építményeik ezért általában néhány generációnyi idő elteltével elpusztulnak, és így meglehetősen kevés ismerettel rendelkezünk felőlük. A fennmaradt kevés emlékből, a korabeli rajzokból és feljegyzésekből, de a dolog természetéből következtetve is evidens, hogy ezeknek az épületeknek jelentős hányada csupán a szigorú célszerűség

jegyében a legprimitívebb igények, a legelemibb szükségletek részére készül, és így általában nem sorolható az építőművészeti alkotások közé, annak ellenére hogy saját feltételei szemszögéből esetleg igen komoly kvalitásokkal rendelkezik.

De a népi építés egyszerű, szegényes, esetleg díszítetlen építményei között mégsem kivételesek azok, amelyek a primitív feltételek dacára, természetes anyagaikkal művészi színvonalat érnek el, amelyek a természeti környezet feltételeihez, a természettel állandó és közvetlen érintkezésben élő ember életformájához tökéletesen hozzásimulnak, és amelyek ezáltal az ember társadalmi és természeti viszonyairól vallanak, és így teljes joggal művészinek tekintett alkotások.

Az uralkodóosztályok tagjai részére, akik rendelkeznek az elnyomottak munkájával és ennek eredményeképpen felhalmozódó javak túlnyomó többségével, a kor technikája által nyújtott lehetőségek felhasználásával létrejön a kor uralkodó építőművészete, amely már kiszabadul az elemi szükségletek bilincseiből, és ezek kielégítése mellett a kor uralkodó szemléletének közvetítésére is vállalkozik.

De persze az uralkodóosztályok tagjai részére épülő minden cifra és hivalkodó építmény sem tartozik szükségképpen az építőművészet körébe. A múlt század végén a tőkések megrendelésére készült bérházak jelentős része például nem méltó arra, hogy az építőművészet alkotásai közé soroljuk őket, mert valójában csak negatív értelemben vallanak korukról, csak annyiban, amennyiben a korra jellemző, hogy saját problémáit megkerülve, üres klisékkel veszi körül magát, olyan formákkal, amelyekből már minden emberi, társadalmi tartalom kilúgozódott.

A közönséges építmények és az építőművészeti alkotások közötti határ tehát semmiképpen sem ott húzódik, ahol az uralkodó osztályok építőművészete elkülönül az elnyomottakétól. Az egyszerű kunyhóktól a katedrálisokig mindazok az épületek az építőművészet körébe tartoznak, amelyek a kor embereinek tényleges társadalmi és természeti viszonyait, világszemléletet kifejezésre juttatják.

Összefoglalás

Összefoglalásképpen mégegyszer áttekintjük az építészet hovatartozásának kérdésére adott válaszokat.

Az elsőnek tárgyalt válasz az építészetet önálló társadalmi jelenségként értékeli, amely nem sorolható sem a művészetek, sem a termelés kategóriájába, amelyet sem a művészet, sem a termelés törvényszerűségei, hanem önálló, sajátos építészeti törvényszerűségek uralnak. Ez a felelet tulajdonképpen kitérés az építészet hovatartozásának megválaszolása elől, és ezért számunkra e fejezetben nem bizonyult termékenynek. De helyes kiindulásul szolgál az építészet sajátszerűségének, specifikumának elemzéséhez akkor, amikor azokra a vonásokra kívánunk rámutatni, amelyek az építészetet minden más társadalmi jelenségtől megkülönböztetik.

A másodiknak tárgyalt válasz, amely az építészetet egyik oldalával a termelés, másik oldalával az ideológiai szférába tartozónak ítéli, alapszemléletében hibás, mert az építészetet nem viszonylag önálló és egységes jelenségként kezeli, hanem alkotó elemeire, különféle oldalaira hivatkozik. Ezáltal

a két oldal szembeállításának veszélyét idézi fel. Felveti az egyik oldal elsődlegességének, alapvető fontosságának terméketlen kérdését, de nem ad választ az építészet elemei, oldalai összefüggésének, az építészet alapvető jellegzetességének, az építészet mint viszonylag önálló és egységes jelenség alapvető sajátosságainak kérdésére. Mindezek miatt ezt a választ is elvetjük.

Az a válasz, amelyik az építészeti alkotásokat művészi alkotásoknak ítéli, helytálló minden olyan esetben, amikor a kérdéses épület a maga összetett, gyakorlati, eszmei funkciójával az emberi élet kereteit és formáit sok oldalról befolyásolja, a kor eszméit, az emberi életről vallott elképzeléseit tolmácsolja. De ez a válasz az építőtevékenység minden eredményére mégsem terjeszthető ki, mert az építmények egy része csupán korlátozott tartalmú gyakorlati céloknak felel meg, és formájában csupán célszerűségét tükrözi, azaz a közönséges használati tárgyakhoz hasonló jelentőségű esztétikai tartalmakat reprezentál.

Az a válasz, amelyik az építészeti alkotásokat a közönséges használati tárgyak közé sorolja, annyiban helytálló, amennyiben az építmények tényleg az ember elemi, anyagi létfeltételeinek körébe tartoznak, alapvető céljuk, feladatuk az, hogy az ember részére kedvező létfeltételeket biztosítsanak. De ez a válasz figyelmen kívül hagyja azt, hogy az építészet művészeti célokat is betölt, hogy az építmények jelentős része nem csupán célszerűségét demonstrálja, hanem határozott eszmei, ideológiai, világszemléleti tartalmakat is közvetít.

A valóságos helyzetet legteljesebb mértékben megközelítő válasz a következőkben foglalható össze: Az építészeti tevékenység általában az ember életéhez nélkülözhetetlen javak előállítására irányul. Az olyan épület, amelyiknek semmiféle gyakorlati, használati célja nincs, csupán az építészet és a plasztika közötti határesetnek tekinthető. Az épületek túlnyomó többségének alapvető feladata meghatározott materiális funkció betöltése. De a legalapvetőbb materiális szükségleteket kielégítő legegyszerűbb épület is jelentős esztétikai tartalmakat hordoz. Azok az építészeti alkotások pedig, amelyek az emberek életét közvetlenül keretezik, a társadalmi élet formáját sokoldalúan meghatározzák, az épületek és épületegyüttesek mint a társadalmi együttélés meghatározott egységének térbeli formái, a társadalmi-történelmi gyakorlat folyamán a művészetekre jellemző minőségű esztétikai tartalmak hordozóivá válnak. Ilyenformán tehát a társadalmi-történelmi gyakorlat folyamán kialakulnak a művészeteknek a gyakorlati élettől nem önállósult, azzal szerves összefüggésben fejlődő válfajai, az építőművészet és általában az ún. ipari művészetek, amelyeknek alkotásai a művészet minőségére fejlődött ipari produktumok, olyan tárgyak, amelyek jelentős gyakorlati, használati célok betöltése mellett, pontosabban ezek által jelentős esztétikai tartalmakat, művészi mondanivalókat is tolmácsolnak.

Az építőművészet az építés minőségi foka. Az építőművészet alkotásai a közönséges építés termékeitől esztétikai tartalmuk minőségében különböznek. A közönséges építés termékei valamely meghatározott, viszonylag korlátolt tartalmú használati cél érdekében létesülnek, formájukkal célszerűségüket juttatják kifejezésre, de ezen túlmenő esztétikai tartalmakat csak spontán, esetleges módon közvetítenek. Az építőművészet alkotásai ezzel szemben nemcsak korlátozott használati céljukat, hanem az embert mint a gondolt és érzett társadalom totalitását szolgálják, a szép, a jó, a kényelmes emberi élet-

ről vallanak, az ember emberhez, az ember természethez fűződő viszonyát ábrázolják, a kor uralkodó szemléletét, alapérzését, alapstruktúráját teszik szemléletessé.

Összefoglalva: Az építészet alkotásai gazdag és sokrétű emberi-társadalmi összefüggéseket jelenítenek meg, tesznek konkrét, érzékletes tárgy formájában szemlélhetővé, ezért művészeti alkotásoknak tekintendők.

Következtetések

Befejezésképpen arra a kérdésre próbálok válaszolni, milyen gyakorlati jelentősége van az építészet természetére és jellegére vonatkozó álláspont kialakításának, mennyiben befolyásolja ez az álláspont a gyakorló építészek, a tervezők munkáját?

A bevezetésben beszéltem arról, hogy az építészet természetére, jellegére vonatkozó kérdések a gyakorlatban vetődnek fel, az építészeti gyakorlat fejlődésének tényei lendítik ki az építészetről alkotott fogalmainkat eddigi, viszonylag stabil helyzetükből. Az építészet forradalmi átalakulásának következtében a gyakorló építészek jelentős részénél az építészet valódi természetének és jellegének, az építészeti feladatok természetének és jellegének megítélésében tanúsított bizonytalanság komoly mértékben akadályozza a kor követelményeinek megfelelő építészet kibontakozását. Sokan attól félnek, hogy a nagyüzemi jellegű tervezés és kivitelezés általánossá válásával az építészet nem lesz többé képes művészi feladatainak megoldására, ezért az új módszereket ellenséges szemmel nézik, mások úgy érzik, az új építészet megszabadítja őket a társadalmi eszmék, a művészi mondanivaló kifejezésének számukra terhes feladatától, és hogy ezentúl egyszerű használati tárgyak tervezésével is megelégedhetnek. Nem vitás, hogy ezek a téves nézetek zavarják az építészek mindennapi munkáját, és hogy ezzel szemben az építészet valódi természetének és jellegének tiszta megfogalmazása komoly mértékben elősegíti az új építészet valóságos feladatainak felismerését.

Ennyit a téma gyakorlati jelentőségéről általában.

Konkrétebben szeretném megvilágítani, mit jelent a tervező építész számára, milyen gyakorlati következtetések levonására készteti a tervezőt annak az álláspontnak elfogadása, amelyet az építészet valódi természetének és jellegének kérdésében kifejtettem.

Mire törekedjék a tervező? Megelégedjék-e a konkrét adottságoknak, a rendelkezésre álló eszközöknek megfelelő, a praktikus használati célokat megközelítő, szép használati tárgyak kialakításával, avagy a társadalmi feladat eszmei vonatkozásait is ábrázoló kifejező formára törekedjék?

Nem vitás, hogy az építésznek elsősorban az alapvető materiális-praktikus szükségletek kielégítésére kell törekednie, azaz a természeti adottságoknak megfelelően olyan konstrukcióval kell élnie, amely biztosítja az emberi szervezet védelmét a természet ellenséges behatásaival szemben, olyan méretű, formájú, kialakítású tereket kell létesítenie, amelyek alkalmasak azoknak a mozgásoknak, funkcióknak befogadására, amelyek érdekében a kérdéses épületet létrehozzák. De törekednie kell arra is, hogy a kívánt célokat a társadalom anyagi erőinek gazdaságos kihasználásával érje el, azaz röviden, gazdaságosan felépíthető, jól használható épületeket kell terveznie.

Az építészet feladatai jelentős részben olyan összetett jellegűek, oly sokféle módon kapcsolódnak a társadalmi ember életszükségleteivel, hogy pusztán e sokrétű használati célok gazdaságos összefogása már gazdag esztétikai tartalmat hordozó formát eredményez, azaz spontán módon, anélkül hogy tudatosan művészi formára törekedtek volna, művészi alkotás születik. Ezzel szemben, ha az építész az alkotó folyamat megindításánál már tudatosan művészi formára törekszik, és ezt a formát még mielőtt a legfontosabb adottságokat, műszaki feltételeket átvizsgálta volna, már körvonalazza, azaz ha a formát nem az adottságokból és körülményekből fejleszti ki, nem a tartalmi mozzanatokból kiindulva jut el a formához, hanem fordítva, a politikai, társadalmi, esztétikai nézeteinek megfelelő formába kényszeríti be az adottságokat, rendszerint nem születik érdemes építőművészeti alkotás. Ilyen esetekben a forma nem a belső, tartalmi mozzanatok természetes megnyilatkozásaként hat, hanem erőszakolt rátétnek, az eszmei-művészi mondanivalót nem a kérdéses épület valóságos társadalmi feladata sugározza, hanem a belső struktúrára függesztett szimbólumok, idézetek hirdetik.

Tanulmányom ahhoz a konklúzióhoz vezet, hogy az építés minőségileg igényes termékei művészeti jellegűek. Mégis azt mondom, az építésznek elsősorban gazdaságosan előállítható, praktikus használati tárgyak létrehozására kell törekednie, mert az építészet alkotásai művészi minőséget elért, nagyszabású használati tárgyak, művészeti céljaikat praktikus feladataik megkerülésével soha el nem érhetik, hanem csak ezek megoldása útján. Ez azt jelenti, hogy ha a tervező az összes adottságok és igények gondos számbavétele után az adottságoknak és igényeknek megfelelő formát alakít ki, azaz a tartalom felől közeledik a formához, úgy a legjobb úton van ahhoz, hogy művészi céljait elérje, azt mondhatjuk, megtette a legfontosabbat a művészi forma elérése érdekében. De azt, hogy mindent megtett volna, mégsem mondhatjuk, mert a művészi forma mégsem csak az adottságok és feltételek spontán terméke. Ha a tervező becsületes, lelkiismeretes munkával az összes adottságok és feltételek mérlegelésével szerkeszti meg épületét, de nem ismeri fel feladatának társadalmi jelentőségét, nem látja azt az életformát, amelynek kialakulását építészeti kereteinek lerögzítésével elősegíteni hivatott, nem érzékeli azt az életstílust, amelyet kortársai élnek, vagy méginkább élni szeretnének, úgy kezei közül igen praktikus és szép használati tárgyak születhetnek, de művészi alkotások nem. Az építészet alkotásai ugyanis csak akkor töltik be maradéktalanul feladatukat, ha az ember számára az embert a maga teljességében visszatükröző környezetet teremtenek, olyant, amely nemcsak materiális-praktikus szükségleteit elégíti ki, hanem a szép életformáról vallott nézeteit, életszemléletét is kifejezésre juttatja.

Az ilyen nézeteket, például a szép otthonról, az otthonnak az életforma egészében betöltött szerepéről és jelentőségéről vallott nézeteket persze csak praktikus, jól funkcionáló lakás reprezentálhatja, kényelmetlen és használhatatlan lakás sohasem, vagy például: elképzeléseinket a szocialista együttélés formáiról csak jól szervezett, közlekedési szempontból is jól megoldott lakótelep közvetítheti, tehát az eszmei mondanivaló mindig a használati funkcióból sugárzik ki, de mégsem annak spontán terméke. A tervezőnek tudatosan kell törekednie arra, hogy épületével az új életforma, az új életstílus, az új szemlélet kibontakozását segítse, azaz az építészetet mint a kor életstílusának egyik jelentős alakító tényezőjét, mint művészetet kell művelnie. Tudatosan arra kell törekednie, hogy az adottságok és feltételek összességének egybefogásával

a társadalmi feladatnak megfelelő, stílusában a társadalom szemléletét hatásosan és egyértelműen kifejező formát alakítson ki.

Sokféle szakember a maga speciális szakismereteinek megfelelő termékekkel járul hozzá az ember környezetének kialakításához. Az építész hivatása, hogy az ember környezetét a maga teljességében munkálja ki, hogy az embert szolgáló különféle ipari termékek formai összhangját megteremtse, hogy az ember környezetét a társadalmi ember életformájának és szemléletének tükrözőjévé alakítsa.

KUBINSZKY MIHÁLY, a műszaki tudományok kandidátusa

A VASUTAK ÉPÍTÉSZETE EURÓPÁBAN

(A FELVÉTELI ÉPÜLET TÖRTÉNETE)

A vasúti állomásépületek, az ún. *felvételi épületek* ismertetése az 1830-tól napjainkig terjedő időszak építészeti fejlődését világítja meg, és ehhez szolgáltat adatokat. Ezt a sokat vitatott korszakot — az építéstörténet eddig nem részesítette kellő figyelemben. Csak mai, korszerű építészetünk eredetének vizsgálatával jutottak egyesek arra a felismerésre, hogy számtalan értékes vonás kiinduláspontja éppen ebben a sokak által még mindig lebecsült időben lelhető fel. Általános volt mindmáig az a felfogás is, hogy a 19. században csak egyes, különös arányérzékkel és tehetséggel rendelkező mesterek, akiknek neve közismert, alkottak a művészet fogalmához méltó alkotásokat. Pedig „a 19. század építészete nem az ismert építészek műveiben, hanem — legalábbis látszat szerint — egy névtelen fejlődési folyamat során jutott a leghasznosabb megoldásokhoz" [1].

A feladat lényegéből már következik, hogy a tárgyat a kialakulás magját képező funkcionális és szerkezeti fejlődés kölcsönhatásainak vizsgálatán kell végigkísérnünk. A funkciót a vasúti építészetben is kezdettől fogva a szükségletek szabták meg. Talán a múlt század óta felmerült új építészeti feladatok között egy sincs, amely a szükségletek oly rohamos mennyiségi és minőségi fejlődése következtében a *funkció* alakulásában is oly színes képet mutatna, mint a vasúti épületek. Emellett a *szerkezeti* fejlődés az, amely — főleg a vonatfogadó csarnokok szempontjából — döntő fontosságú és jeles építészeti téralkotásokat is eredményezett. A funkció és szerkezet mint elsődleges szempontok mellett azonban a *formakérdést* sem lehet mellőzni, mivel éppen abban a korban, amely a dekorációra, ornamentikára és nagyobb épületeknél a tömegalkotáson keresztül nem egyszer a monumentalitásra oly nagy súlyt fektetett, ez el nem hanyagolható tulajdonságot jelent. A vasúti épületek ugyanis — egy országon vagy földrészen belül — a fejlődésre nem utolsósorban jellemző stílusváltozások folyamatát is híven tükrözik.

A funkciót befolyásoló szükségletek változásának, illetve fejlődésének szükségességét a társadalmi, gazdasági, politikai és ezeken belül a technikai, illetve szűkebb értelemben a vasúttechnikai követelmények szabták meg — így ezek felvázolását helyenként nem nélkülözhetjük. A vasúti épületek funkciójában, szerkezetében és formájában egyaránt nagy különbségek vannak azok nagyságrendje szerint. A teljes áttekintés megkívánja a nagyvárosok pályaudvarépületeinek, a vidéki gócpontok középnagyságú állomásainak, a

kisebb állomásoknak és nemegyszer a megállóhelyek épületeinek — amelyek nagyságrend szempontjából szinte folyamatos skálát képeznek — figyelembevételét. Míg a kisebb épületek — típusként — többnyire sok példányban épültek, és kevesebb variációt mutatnak, addig a nagy épületeknél fokozott a differenciálódás. Ez az oka — tehát nem nagyságuk önmagában —, hogy utóbbiak jelentősége az építészettörténetben fokozott.

Az anyag áttekinthetőségének fokozására a fejezetek beosztását úgy választottuk meg, hogy azok a lehetőséghez mérten politikailag, gazdaságilag, de egyben vasúttechnikailag és építészetileg is többé-kevésbé egységes korszakot öleljenek fel. Ennek érdekében a felosztás eltér a szokásos építészettörténeti csoportosítástól.

I. A kezdet

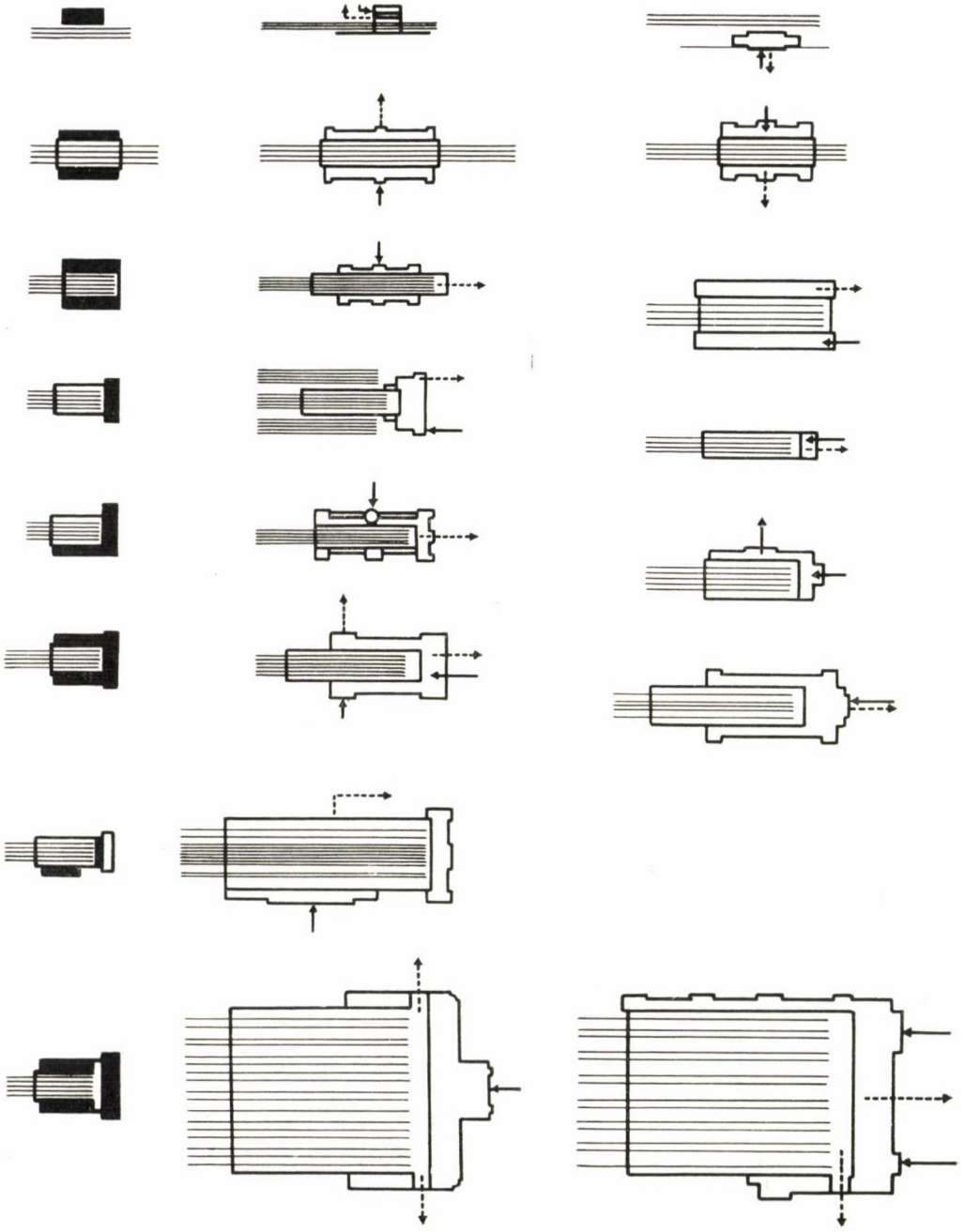
(1830—1850)

A *vasút* a 19. század elején szinte évszázados névtelen fejlődés után kerül az érdeklődés középpontjába. A kapitalizmus ipari fejlődése sürgette a géperejű vontatás megoldását. Az 1820-as években a már üzemben levő angol lóvasutakon megjelenik a gőzmozdony gyakorlatilag használható változata, és rendkívül rövid idő alatt elterjed. A vasútépítés ennek következtében az 1830-as években Angliában erősen fellendül, ott szinte egész hálózat alakul már ki. A fejlődő vasgyártás a sínek fektetéséhez és a gépgyártáshoz, ez pedig a kocsi- és mozdonyépítéshez biztosította az előfeltételeket. A kontinensen egyelőre szórványos vonalak épülnek, előbb mintegy kísérletképpen, később a nemzeti érdekeknek megfelelő vonalvezetésekkel, többnyire különállóan.

A *műszaki fejlődés* természetesen már ebben a kezdeti rövid időszakban is rohamos. Ez nemcsak mind újabb vonalak építésében, de a használatban levők gyors tökéletesedésében is megnyilvánul. A mozdonyokat nemsokára nagyobb teljesítőképességűekre cserélik ki, a kezdetben a delizsánsz mintájára épített személykocsikat egyénibb és az új közlekedés igényeihez szabott járművek váltják fel. A mozdonyok vonóképességének növekedésével nagyobb a vonatok hossza, bővülnek a pályaudvarok. A korszerűbb és gyorsabb közlekedés mind több utast vonz, az áruszállítás a kapitalizmus fejlődésével párhuzamosan növekszik. Egyes pályaudvarokat a becsatlakozó újabb vonalak miatt kell bővíteni. Az első vasútvonalak pályaudvarait ebben a kezdeti időszakban a gyors fejlődés, az állandó, többszöri bővítés, szinte dinamikus állapot jellemzi. A pályaudvari berendezések is sokrétűek, a különféle megoldások a kísérleti állapot bizonytalanságát tükrözik. Így például a legkülönfélébb vízházak, szénszerelők terjedtek el. Főleg szembeötlő a kezdetlegesség a pályaudvari vágányhálózat kialakításánál. A kitérőket többnyire még fordítókorongok és tolópadok helyettesítik, amelyek segítségével nemcsak kocsikat, mozdonyokat,

→

1. ábra. A fejpályaudvari felvételi épület fejlődése. *1. oszlop.* Sematikus elrendezések. *2. oszlop.* 1. Liverpool (1830), 2. Praha (1844), Zürich (1847), Buda (1860), 3. Pest (1846), 4. Paris, Gare du Nord (1847), 5. Braunschweig (1845), 6. Paris, Gare de l'Est (1847), 7. London Paddington (1854), 8. Frankfurt/M (1889). *3. oszlop:* 1. Wien Nordbahnhof (1839), 2. Bristol (1841), 3. Paris Montparnasse (1852), 4. Wien Gloggnitzer Bhf. (1841), 5. Berlin Potsdamer Bhf. (1872), 6. Wien Südbahnhof (1875), 8. Stuttgart (1927).



de gyakran egész szerelvények minden egységét, sorban egymásután helyezték át egyik vágányról a másikra. A fordítókorong alkalmazása a derékszögű vágánycsatlakozásokat sem zárja ki, melyek nemcsak a pályaudvar funkciójában, de az építészeti megoldásoknál is különleges elrendezéseket eredményeznek. A kezdeti korszak 20 éve alatt a vasúttechnika mégis megtalálta a végleges kialakulás irányát. A kezdeti kor bebizonyította a vasutak nélkülözhetetlenségét, és ezzel előre nem várt kifejlődésnek vetette meg alapját. 1850-ben Európa már közel 20 ezer km vasútvonallal rendelkezik (ennek közel fele esik Angliára). E vonalhossz üzembehelyezéséhez kb. 700 pályaudvart kellett építeni.

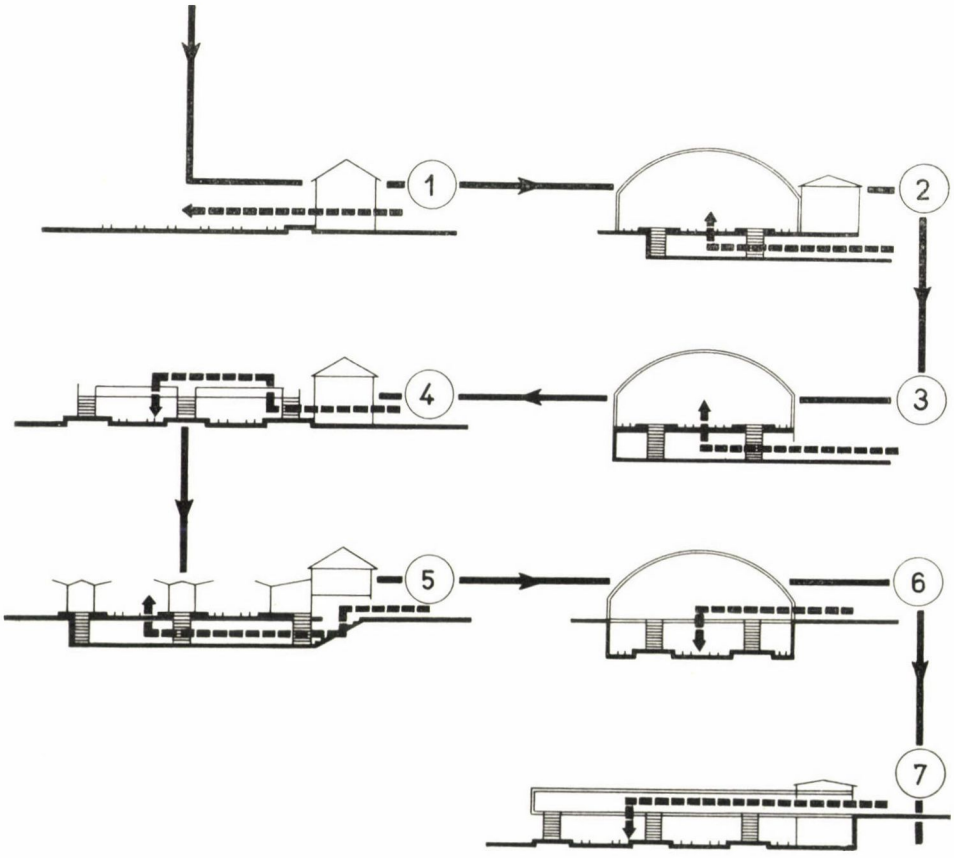
Az *építészetben* a 19. század elejének „általános érvényű stílusa" a *klasszicizmus*. Angliában emellett gyakran találkozhatunk könnyedebb, olasz villák hatását keltő *reneszánsz*-ízű épületekkel és a középkor szellemét idéző *romantikával*. A kapitalizmus sajátsága, hogy Olaszország elvesztette az építészetben korábban betöltött irányító szerepét, s ez, csakúgy mint a társadalmi és gazdasági fejlődés, Angliára szállt át. A kontinensen a 18. századvégi barokk és copf stílusokat előbb a klasszicizmus váltja fel, csupán az 1840-es évek körül terjed el az angol középkori formák utánzatára támaszkodó romantika. Az uralkodó stílusváltozatokba azonban sok, nemzetenként egyéni árnyalat is vegyül, így Franciaországban a „Francois I", Németországban a toszkánízű „Rundbogenstil" stb.

1. *A vasutak építészetének kezdete*

A *pályaudvar* a postakocsiforgalom vendégfogadójának eszmei utóda. A lovakat megszabott távolság után váltották, s így a vendégfogadókat bizonyos távolságra telepítették egymástól. Az első pályaudvarok építésénél is döntő szempont volt, hogy a kisméretű mozdonyokat gyakran kellett vízzel és szénnel felszerelni, s így a szükséges berendezéseket 15—30 km-ként telepítették. A pályaudvar megérdemelte nevét, a vendégfogadók mintájára többnyire zárt telepítést képezett, az épületek a vágányok két oldalán épültek, s mintegy védelmet nyújtottak a kívülről leselkedő veszéllyel szemben. Az egész pályaudvart kerítés vette körül, amelyhez a vágányok kiágazásánál kapuk csatlakoztak. A vágánykapcsolásoknál kiforrott alakzatok még alig voltak, a legtöbb pályaudvar tervezőjének egyéni elképzelését tükrözte. A vasúti mérnök külön foglalkozási ággá fejlődött. Stephenson és fia, csakúgy mint mások, egyaránt építenek mozdonyokat, hidakat és pályaudvarokat, hasonlóképpen pl. a neves francia Polonceau is a vasútépítés egész területén működik.

A vonatbaszálló utasokat vagy a városban levő vendégfogadóból csoportosan kísérték a pályaudvarra (figyelemre méltó a hasonlóság a légiforgalom mai utasgyűjtésével), vagy azok a pályaudvar felvételi épületében gyülekeztek. A vonatbaszállást a francia vasutaknál harangszó jelezte, de máshol is ez indokolta harangtornyok építését. A *felvételi épület* az utasközönség részére szolgáló helyiségeket foglalta magába, s mint ilyen, a személyforgalom súlypontját képezte a hozzá csatlakozó — néhol egybeépített — vonatfogadócsarnokkal együtt. Miután ezek az épületek szolgálták közvetlenül az utast, az „embert", természetes, hogy az építőművészeti hangsúly is ezekre terelődött. Főleg a jelentősebb településeknél, városoknál fektettek már kezdetben súlyt a felvételi épületek reprezentatívabb külső kialakítására.

Kétségtelen, hogy kezdetben sok vasúttársaság más üzemi építményekre is nagy gondot fordított, és jeles alkotások keletkeztek áruraktárak, vízházak, fűtőházak formájában, de még inkább figyelemre méltóak a hidak és alagútportálok építészeti kiképzései, melyek a kor romantikus fantáziáját különösen felkeltették. Ezzel szemben viszont néha még nagyobb települések pályaudva-



2. ábra. Az átmenő pályaudvarok felvételi épületének fejlődése. (Az első oszlopban az előtér és a vágányzat egy szinten, a második oszlopnál az előtér és vágányzat külön szinten vannak elrendezve). (1. Általános elrendezés, 2. Hannover (1876/79), 3. Berlin Alexanderplatz (1880—1885), 4. Meidling (1887), 5. Přerov (1887), 6. Paris Quai d'Orsay, 7. Heidelberg (1955).

rán is csak provizóriumokat létesítettek. Ha összehasonlítjuk *London Euston* ma is fennálló főbejáratát az egyébként műértő közönségű *München Marsfeld*jén épített fabódéval, akkor a két felfogás eklatáns példáit vettük szemügyre.

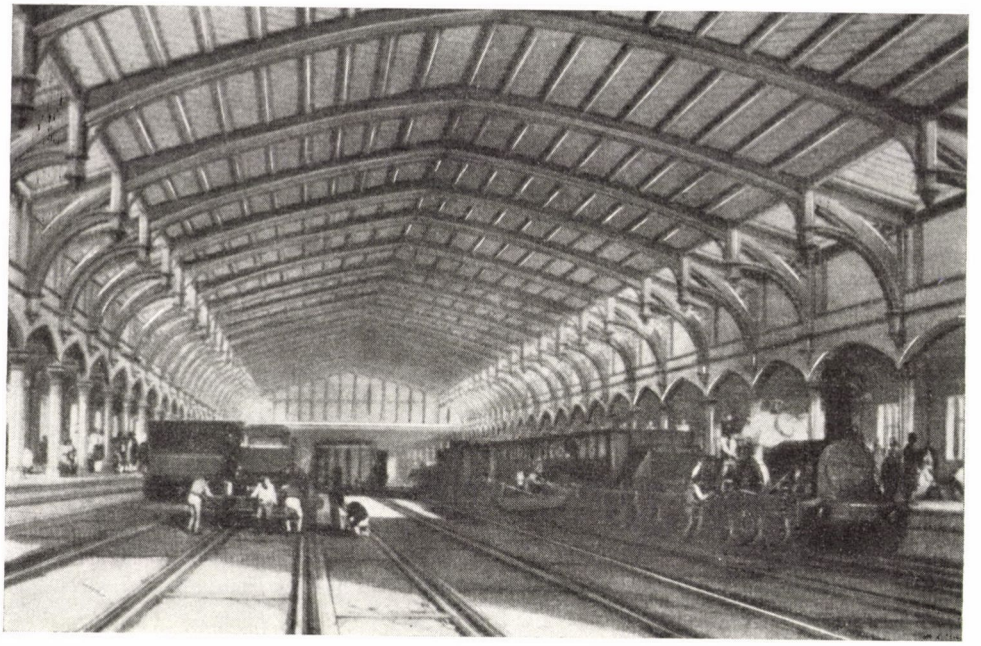
A felvételi épület elrendezése alkalmazkodik a pályaudvar kialakításához. Ezért, miként a pályaudvarépítésnél, a felvételi épületeknél is ebben a kezdeti időben bontakoznak ki azok az alapalakzatok, amelyek a gyakorlati igényeket kielégítik, s amelyek később korszerű megoldásokká fejlődnek. A kezdeti korban a fejpályaudvar és az átmenő pályaudvar típusai egyaránt

fellelhetők. A fejpályaudvar vasútüzemi hátrányait csak a század végén kialakult intenzív forgalom mellett ismerték fel; kezdetben egyáltalán nem idegenkedtek ettől a megoldástól. Sőt, miután a vonalak még nem alkottak összefüggő hálózatot, szükségképpen minden szakasz legalább két fejpályaudvarral rendelkezett. Ha a későbbi bővítés során az új vonalat a pályaudvar előtt ágaztatták ki, akkor a fejpályaudvar elrendezése állandósult; ez gyakori eset volt.

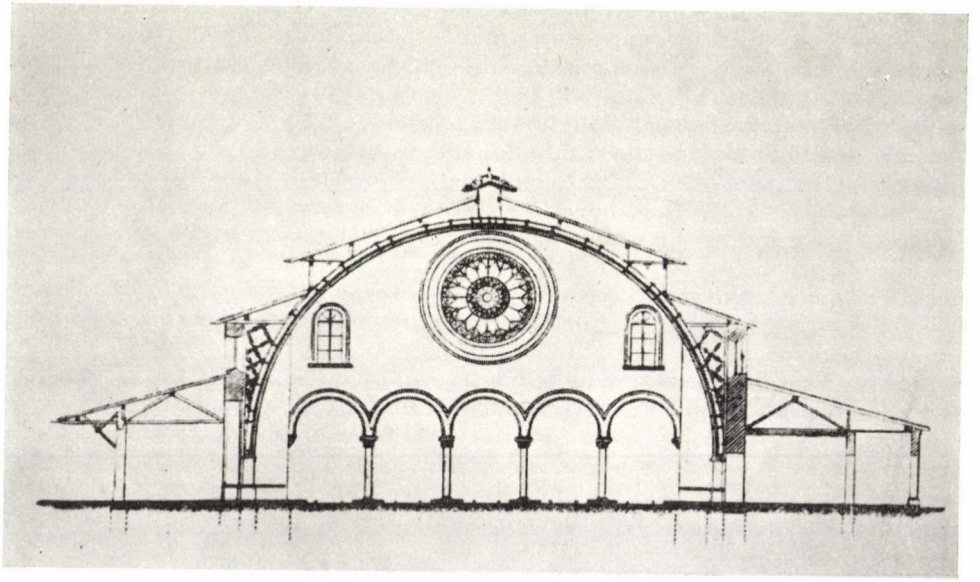
Az *egyszintes fejpályaudvarnál (1. ábra)*, ahol a felvételi épület utcai bejárata és a vágányzat egy szinten helyezkedik el, a legkézenfekvőbb kezdeti megoldás a felvételi épületnek a vágányok mellé építése volt. Valóban, ezzel az elrendezéssel találkozunk már az első gőzüzemű angol vasútvonal végállomásánál, *Liverpool Crown Street Station*nál. Kisebb forgalmú pályaudvaroknál ez a megoldás később is szokásos. A forgalom zavartalanabb lebonyolítása érdekében később figyelmet szentelnek az érkező és induló utasok szétválasztására, s a felvételi épület helyiségeit szétválasztva, a vágányok két oldalára helyezik (ilyen pl. a későbbi *Buda*). A gyakran erőltetett szimmetria indokolatlan, mert az érkezési oldal épületszükséglete többnyire mindössze egy kijárati csarnokra korlátozódik. Ennek az alakzatnak az a hátránya, hogy az utasforgalmi helyiségek el vannak egymástól választva, ezért a fejlődés nemsokára olyan alaprajzot eredményez, amelynél ezek az épületrészek a vágányok végződése előtt keresztperonnal össze vannak kötve. Korai példa erre *Pest* (1846) állomásépülete, de a későbbi *Budapest Keleti* és *Nyugati* pályaudvarok máig is ilyen elrendezéssel bonyolítják le a forgalmat. Az épületrészek kettészakítottságának elkerülésére megkísérelték a felvételi épületet a vágányok elé, azokra merőlegesen elhelyezni. Erre elsősorban ott kerülhetett sor, ahol a pályaudvart erről az oldalról kell megközelíteni. Az első párizsi *Gare du Nord*-nál (1847) Leonce Reynaud ezt a megoldást választotta, a bejáratot díszudvarszerűen képezte ki, s az épületet 3 traktusra osztotta. Ezt az elrendezést a továbbiakban azzal egészítették ki, hogy a fejépület a vágányok mellett egy vagy kétoldalon szárnyakkal bővült, s így L, illetve U alakban fogta közre a vonatfogadó csarnokot. Az így elnyújtott épületek alaprajzainál számtalan variáció alakult ki aszerint, hogy a tömbön belül az utasforgalom a fejrészen vagy az oldalszárnyakon keresztül bonyolódott le. Nem minden alaprajz, amely a fenti funkcióknak felel meg, igazodik részleteiben is ezekhez a követelményekhez; az utasforgalom gyakran az oldalszárnyakban bonyolódik le, míg a fejrész szálloda vagy más célokat szolgál. Noha a párizsi Gare du Nord és a müncheni fejpályaudvari épületekkel e kor már elérte a fejlettebb alakzatokat, csak a következő korszak emeli azokat teljes tökéletességre. E korban még nem fordítottak gondot a csarnok vágányainak nyelvperonokkal való megközelítésére, s így a valóban funkcionális megoldáshoz az utolsó lépcső hiányzott. A fejpályaudvar a vágányok tiszta megközelítését egyszintes megoldásnál is lehetővé tette, a kétszintes elrendezés csak terepadottságok mellett volt indokolt.

Az *átmenő pályaudvaroknál*, az ún. középállomásoknál a kezdeti korban csak primitív, de általános *egyszintes* elrendezéssel találkozunk *(2. ábra)*, az utasok a vágányokon át haladva érik el a vonatot. A vágányok keresztezésmentes megközelítését szolgáló *kétszintes* elrendezéseket, a korszerű megoldásokhoz elengedhetetlen aluljárókat és felüljárókat csak a 19. század második felétől alkalmazzák.

A kezdeti idő funkcionális problémáját néhány kiragadott példa ismertetésével követhetjük nyomon. *Liverpool Crown Street Station* egyike Európa legrégibb állomásépületeinek (1830), Stephenson György elképzelése szerint épült



3. ábra. Bristol Temple Meads. 1841. *(I. K. Brunel* terve)



4. ábra. München. 1847/49. *(Friedrich Bürklein* terve). Metszet a favázas vonatfogadó-csarnokon keresztül

Az alakzat a természetes követelmények egyszerű kielégítésén alapszik, s ezért sikerültebb, mint több későbbi kísérlet. Az épület a vágányzathoz képest oldalsó helyzetben helyezkedik el, bejárata érdekesen a rövidebb homlokzaton található. A kb. 9 méter fesztávolságú faszerkezetű vonatfogadócsarnok egyoldalt a perontetőre, a másik oldalon kerítésfalra támaszkodik. Néhány évvel később (1838) *München* részére Himbsel tervező olyan tervet készített, ahol az építészeti szimmetria kedvéért a kocsiszínhez, illetve mozdonyszínhez vezető vágányok forgalma csak fordítókorongok segítségével legyőzött két derékszögű töréssel bonyolítható le. A terv mutatja, hogy egyes építészek ebben az időben még milyen messze álltak attól, hogy a probléma technológiai részét ismerték volna. Néhány angol pályaudvar azonban már megfelelő megoldást mutat. *London Euston* megközelítése négy kockahatású épülettömb közé épített nagy klasszicizáló kapun keresztül történt. A tervek szerint a bejárat mögött jobbra-balra egy-egy felvételi épületet emeltek volna, de miután az egyik vasúttársaság visszalépett, csak a jobboldali állomásrész valósult meg. A peron közvetlenül is elérhető volt, sőt homlokrakodók segítségével lovaskocsikkal közvetlen a vasúti kocsikra lehetett hajtani. Ezt az egyedülálló személypályaudvari berendezést azonban — amely a mai gépjárműrakodók funkcióbeli őse — nemsokára meg kellett szüntetni, mert a későn érkező urak hintóinak rakodása és rögzítése késéseket okozott az indulásnál. Míg az oldalsó helyzetű felvételi épület az átmenő állomásokon kezdettől fogva természetes megoldás volt, addig a csarnok és a felvételi épület kapcsolata több variációt mutat. Brunel, a neves vasútépítő mérnök *Reading* és más angol állomásokon két független, kisebb csarnokot épített, amelyek egymással szemben helyezkedtek el, s az átellenes irányba közlekedő vonatokat fogadták. Ugyancsak Brunel nevéhez fűződik *Bath* és *Bristol* építése (1839—40); az állomások viadukton létesültek. Az épületek nem aknázták ki a kétszintes elrendezés lehetőségeit. A tulajdonképpeni felvételi épület („indóház") és a csarnok kapcsolatát is kezdetben — éppen a bizonytalanság miatt — több úton-módon oldották meg. Sok helyen a kettő között semmiféle kapcsolat nem volt, a csarnok és az épület vagy egymás mellett álltak (a 320 méter hosszú *Derby Trijunct Station* [1839] mellett 137 méter hosszú különálló csarnok épült), vagy a masszív épület a csarnok homlokoldalán, de szabadonállóan épült *(Brno, Birmingham). Versailles* (1837) és *Zürich* (1847) esetében két csarnok épült egymás mellett; az alaprajzi és szerkezeti szabdaltságot átfogó kulissza-homlokzattal mindkettőnél igyekeznek ellensúlyozni. *Gloggnitz* (1841) állomáson a vonatfogadócsarnok fedett, nyaktag-szerű folyosóval van az állomásépülethez kapcsolva. Architektonikus szempontból is érdekes *Bécs Gloggnitzer Bahnhof* (1841), ahol a felvételi épület a vágányok feletti csarnok homlokrészét képezi, a csarnok és indóház közös nyeregtető alatt foglalnak helyet. Jellemző, hogy a harmad- és negyedosztályú utasok részére nem épült váróterem, ők a vonatfogadócsarnokban várakoztak. *Brighton* (1841) állomáson már keresztperon létesült a vágányok és a csarnok között, sőt a pályaudvarra torkoló két vasúttársaság vágányait nyelvperon választja el egymástól. *York* (1840—41) alaprajza U alakban övezi a vágányokat, a későbbi angol elrendezések előfutárjaként a homlokoldali épületrész szálloda. Az érkező és induló utasok funkcionális elválasztása *Prága* (1845) és *Pest* (1846) pályaudvarok „indóházain", valamint *Braunschweig* (1845) esetében már korán megvalósult. Mindezeknél az épületeknél általában hamar éreztette kellemetlen hatását, hogy az építők a bővíthetőségre nem fordítottak figyelmet, nemcsak az épület, hanem a pályaudvar viszonyla-

5. ábra. London Euston. 1838. *(Philip Hardwick* terve)



tában sem. *Brno* homlokhelyzetű épületét egyhamar el kellett bontani a vonal továbbépítése alkalmából, s erre a sorsra jutott sok olyan jeles alkotás, amely a korai funkcionalizmus emlékévé válhatott volna. A kezdeti kor épületei közül viszonylag a legtöbb Angliában áll ma is használatban.

2. A korai épületek szerekezetei

A vasútépítés kezdete egybeesik az épület-szerkezetek terén észlelhető új megoldásokkal, a korai vázas épületekkel, a csarnoképítés elterjedésével, a vasszerkezetek nagyobb mértékű alkalmazásával. A felvételi épület szerves részét képező vonatfogadócsarnokok nemcsak éltek az új szerkezetek lehetőségeivel, hanem azok teljes kifejlesztéséhez egy évszázadon át hathatósan hozzájárultak. Kezdetben legkézenfekvőbb megoldásnak a *favázas csarnok* mutatkozott *(Liverpool Crown Street Station, London Nine Elms, Nürnberg,* 1835). *A lipcsei Sächsischer Bahnhof* (1837) félköríves keresztmetszetű facsarnoka már kedvező térhatást is biztosított, míg a korábbi megoldások inkább csak nyitott fedélszékeknek nevezhetők. A *kasseli* három vágányt fedő „három-

hajós" facsarnok szép ácsszerkezet, s általános követésre talált. Nemsokára elterjedtek a vonóvasas facsarnokok is (Bécs—Gloggnitz vonal, 1841). *Bristol Temple Meads* (1841, I. K. Brunel) az első csarnok a vasúti építészetben, amelynek belső térhatását nagyvonalú koncepcióval és a részletek gondos kiképzésével alakították ki *(3. ábra)*. Ez az architektura *Hamburg Berliner Bahnhof* (1846) építésénél talált követésre. A facsarnoképítés legjelentősebb alkotása Friedrich Bürklein *München* (1848) csarnoka, 28 méter fesztávolsággal, Emy-tartókkal; a 110 méter hosszú csarnokot 24 főtartó hordta *(4. ábra)*.

A *vasszerkezeteket* Angliában már korán alkalmazták. A nyomott rudak öntöttvasból, a húzottak kovácsolt vasból készültek. Polonceau tartói a Versailles-i vasút csarnokainál ilyen meggondolások alapján épültek. Kezdetben a keretszerkezetek még ismeretlenek, a fedélszerkezetek falakra vagy azokat kiváltó oszlopsorra fekszenek fel. Az elrendezésre nézve gyakori az egyszerű vagy ún. háromszögtető megoldás, a német, angol és belga kötők. Igen jellemző, hogy a korai időben a csarnokok homlokfala gyakran takaratlan.

A felvételi épületek felépítése szerkezeti különlegességet már csak az épületek konvencionális menetmélysége és általános méretei következtében sem mutat.

3. A formaképzés

Klasszicizmus. A vasúti építészet kezdetén *London Euston* (1838, Philip Hardwick) dór portikusza *(5. ábra)* áll. Sokat hangoztatták, hogy a vasúti épület kapocs a város és a távolba vezető vasútvonal között, az utazás élményének architektonikus megjelenése, a modern ember városkapuja. Ez a gondolat sehol sincs szemléltetőbben kőbe faragva, mint ennél a ma is fennálló alkotásnál. Kortünet, hogy az építész a vasúttársaság szolgálatában áll, s a vonal összes épületeinek építését irányítja. A vonal átellenes végállomásán *(Birmingham Curzon Street Station)* az épület nagy tömbje előtt ion oszloprendeket láthatunk. A kor jeles angol építészei közül Francis Thompson is a vasutaknak épít; *Derby Trijunct Station* (1839) és *Chester* (1848) a klasszikus formák szabadabb alkalmazását mutatják. Thompson kedvelt motívuma, főleg kisebb állomásokon a veranda *(Bangor, Abergele, Holywell)*, amelyet két végén kisebb saroképületek szegélyeznek. Thompson kedves alkotása az angol „Regency" irányzatához sorolható *Wingfield*. David Moccata építi *Brighton* épületét (1840—41), amelynek tömegalakítása a megemelt oldalsó részekkel figyelemre méltó. Mindketten, Thompson és Moccata is Soane tanítványai, a vasutak részére emelt épületeiknél fejlett építészeti ízlés nyilvánul meg. Míg a klasszicizmus *Monkwearmouth* (1848) és *Huddersfield* (1847) *(6. ábra)* állomások esetében még virágzásnak örvend, addig Lewis Cubbit, aki szintén sok állomásépületet tervezett, *London Bricklayer, s Arms* és *Dover Town* (1844) állomásain Palladianus formák alkalmazásával reneszánsz eklektikába hajlott. Utóbbinál jellemző a torony, amely azzal, hogy a kompozíció szerves részét képezi, mindenesetre a korai időszakban ritka kivételt képez.

Klasszicista felvételi épületet tervezett Jüngling a *bécsi Nordbahnhof*-hoz (1839); a háromszintes főhomlokzat 11 axisa reprezentatív középületet mutat. A *bécsi Gloggnitzer és Raaber Bahnhof* (1841) telepítésének szimmetriája a klasszikus felfogás egyik legjellemzőbb példája. A két vasút közös bankház vállalkozása volt, s ezért fért meg egymással, Schönerer Mátyás tervei nyomán. *Brno*-ban a klasszikus formát még a szabadonálló vonatfogadócsarnok is tükrözi. Görög templom hangulatát kívánja kelteni, s ezért kissé bizarr *Milánó*



6. ábra. Huddersfield. 1847. *(James* és *Charles Pritchett* terve)



7. ábra. A régi Pest pályaudvar „indóháza", a mai Nyugati pályaudvar helyén. 1846. *(ifj. Zitterbarth Mátyás* terve.) Az épületet a Nyugati pu. csarnokának elkészítése után bontották el

(1840) még osztrák építésű masszív csarnoka. A csehországi klasszicizmust a részeiben még ma is álló *Prága Stred* pályaudvar (1845) tükrözi. A kétemeletes tömeget kis tornyok élénkítik. Ifj. Zitterbarth Mátyás neves *Pest* állomása (1846) a fejlődő magyar főváros reformkorbeli klasszicizmusában épült *(7. ábra)*. A klasszikus formák szabadabb értelmezésben jutottak érvényre a máig használt *Braunschweig* állomásépületen (1845, C. Th. Ottmer).

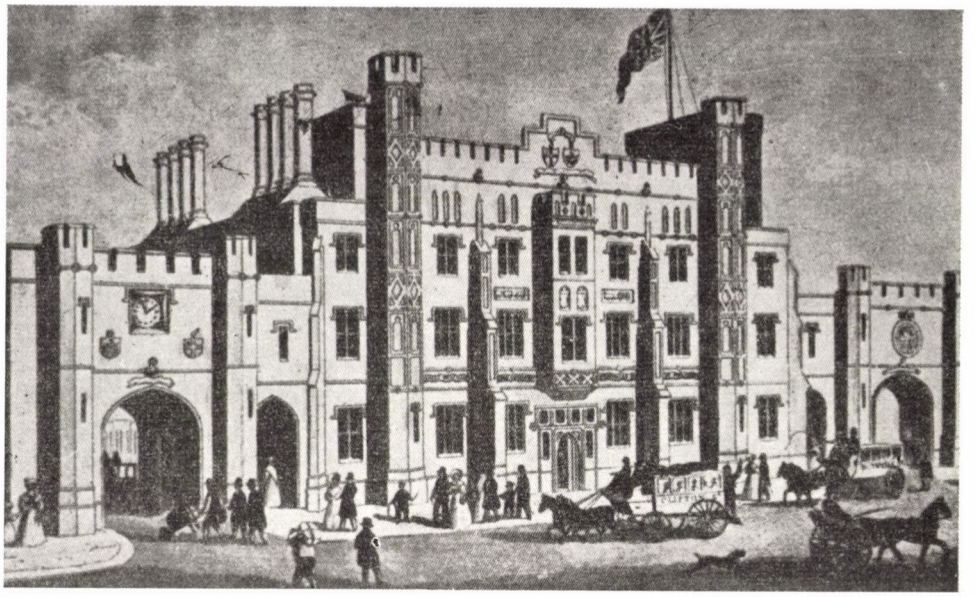
Romantika. A romantikus építészet a vasútnál megfelelő feladatra talált. Ha magunk elé képzeljük a pályaudvarokat sáncszerűen körülvevő kerítéseket, a kosárjelzőket, a magas kéményű mozdonyokat, amelyeket ünnepélyes alkalmakkor frakkban és cilinderben vezettek, és a kürtöt, melyet a kocsi tetején helyetfoglaló konduktor megfújt, el kell ismernünk, hogy az építészet ezekkel a formákkal itt valóban a környezet hangulatához igyekezett igazodni. Brunel *Bristol Temple Meads*-nél (1841) *(8. ábra)* éppen azokat a középkori formákat eleveníti fel, amelyekkel e stílus később Közép-Európában általánosan elterjedt. Angliában számtalan egyedülálló kisebb, vidéki állomás épült romantikus formákkal *(Wateringbury, Horley, Battle, Hereford Barr's Court* stb.). A kontinensen a század első felében Németországban találkozunk romantikus vasúti épületekkel, így az első *braunschweigi* épülettel (1837—38) *(9. ábra)*, amelyet szintén Ottmer épített; a *Nürnberg Bahnhof am Frauenthor*ral (1850), továbbá Lipcse két jeles épületével, a *Magdeburger Bahnhof*fal (1840) és a *Dresdner Bahnhof*fal (1839). Utóbbiak egymás mellett épültek, s festői összhangot képeztek *(10. ábra)*. De a legértékesebb példa Friedrich Bürklein *München* (1848) állomásépületének homlokzata színes terrakottáival; a műkedvelő közönség és a király biztatására egyéni stílustörekvések eredménye, mely azonban legfeljebb helyi ízzel zamatosított, vérbeli romantikának tekinthető. A jellegzetes külső tömegtagozódás hasonló az egyidőben épülő párizsi *Gare de l'Est*hez (1847) *(11. ábra)*. E két alkotás valóban iránymutató a vasúti építészet következő általános fellendüléséhez.

II. A kifejlődés

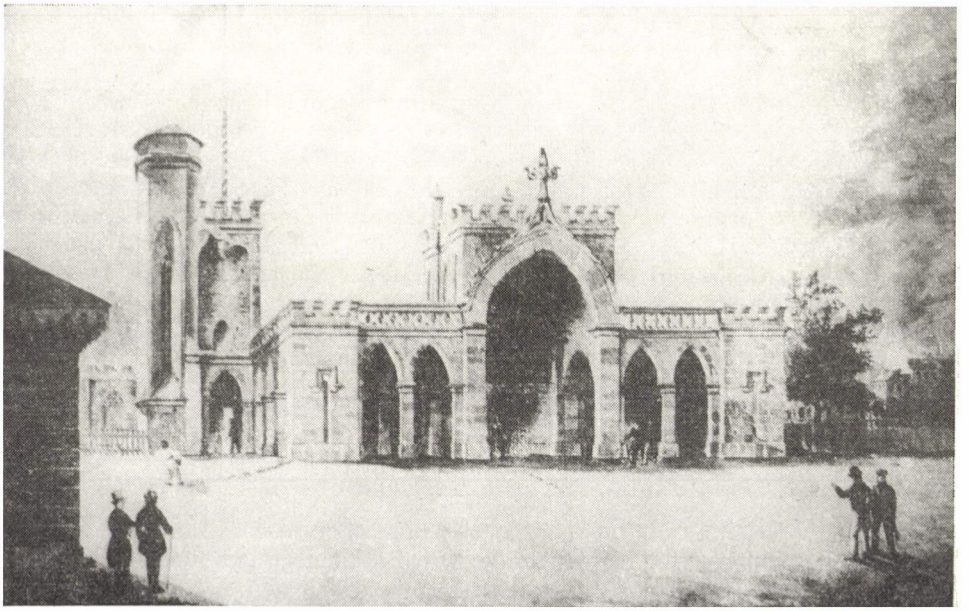
(1850—1914)

A 19. század második felében a vasút a távolsági közlekedés terén monopolisztikus helyzetben van. A vasúthálózat gyors ütemben épül ki Európában, elszigetelt vonalak kapcsolódnak egybe. A műszaki fejlődésnek számtalan akadályt kell elhárítania, ezek között talán legsúlyosabb a hegyvidékek átszelése. A Semmeringvasút sikeres megépítése (1854) után a 19. század második felében egymásután épülnek Európa hegyivasútjai. A világ vasútjai 1900-ban elérik a 800 ezer km összhosszúságot. Ez a szám egymagában mutatja, hogy a *vasútépítés fénykora* erre az időszakra esik. A kapitalizmus fejlődésével párhuzamosan kiépülő európai nagyvárosok forgalma mind nagyobb méreteket ölt, a *vasút és város kapcsolata* mint égető probléma kerül előtérbe. A nagy személypályaudvarokon kívül kialakulnak a teher- és rendezőpályaudvarok. A kialakult nagyvasúti hálózatot egészítik ki a helyiérdekű vonalak, amelyek a kapitalista vasútépítés utolsó fázisaként 1890-től gyors ütemben épülnek.

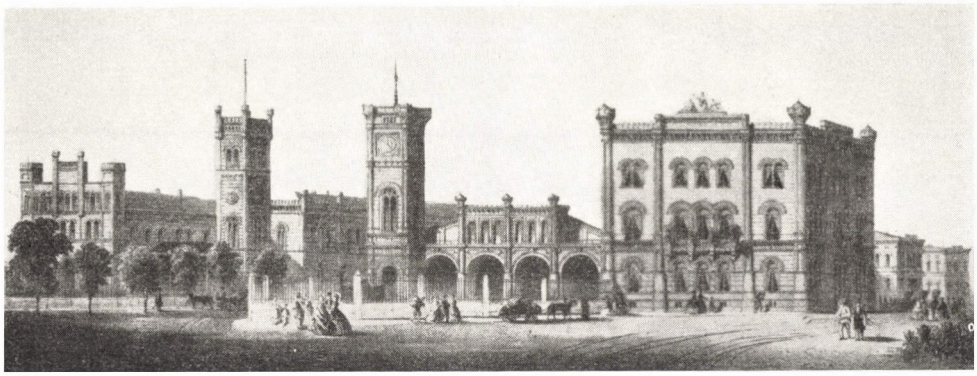
A vasútépítéssel párhuzamosan fejlődik a *vasúttechnika* is. A gőzmozdony már a 20. század elején szinte tovább nem fejleszthető tökéletességre emelkedik. 1879-ben épül az első kísérleti villamosmozdony. Nagyarányú vonalvillamosításokra azonban még nem került sor, s a 20. század kezdetén a motorosvontatás



8. ábra. Bristol Temple Meads. 1841. *(I. K. Brunel* terve.) Jellegzetes angol romantikus épület



9. ábra. Braunschweig első épülete. 1837/38. *(Carl Theodor Ottmer* terve)



10. ábra. Lipcse. Balról a Magdeburger Banhof (1840), jobbról a Dresdner Bahnhof (1839). Több más városhoz hasonlóan Lipcsében is az egyes vasúttársaságok külön pályaudvart tartottak üzemben

is még csak kísérleti szakaszát éli. A sebességek növekedése és a forgalom sűrűsödése azonban a biztosítóberendezések tökéletesedését sürgeti. Előbb mechanikus, majd elektromos biztosítóberendezéseket építenek; a berendezések egy része a felvételi épületben kerül elhelyezésre. Az utasok kényelmét a kocsigyártás karolja fel. Létrehozzák az első nemzetközi összeköttetéseket. De a kényelmet biztosítani kell az utazás kezdetén és végén is; e követelmény a vasúti épületeknél is érezteti hatását.

A *magyar vasúthálózat* is ebben az időszakban épül ki. Az akkori országhatárok között 1867-ben, a *Magyar Államvasutak* megalakulásakor 2153 km vonalhossz volt üzemben. 1905-ben 18 130 km vonalhosszúság mellett 2192 pályaudvar és 1182 megállóhely áll a magyarországi vasutak kezelésében, ennek kb. 40%-a esik a MÁV-ra.

Az *építőművészetben* a 19. század második felében teljes szélességében bontakozik ki az *eklektika*, ugyanakkor a hatalmas szerkezeti fejlődés következtében szigorúan célszerű mérnöki alkotások is keletkeznek. Ezektől a kor közízlése az esztétikai elismerést megtagadja. De a 19. század végén már mind többen érzik a historizmus tarthatatlanságát, s az új építészetet előbb a formanyelv megváltoztatásával, később a célszerű külső alakzat kihangsúlyozásával igyekeznek megteremteni. A *vasszerkezetek* elterjedése az 1850-es évek elején kezdődik, amikor a hengerelt acél előállítása nagy mennyiségű acéltartó gyártását biztosítja. A század végén pedig már a *vasbeton* is megkezdi térhódítását.

Az acél- és vasbetonszerkezetek új tömeg-, tér- és formaképzési lehetőségei végképpen aláásták a historizáló formanyelvet, s ha azok különféle változataikban később még vissza is térnek, általános elterjedésük e korszakkal zárul.

1. A vasúti építészet fénykora

A 19. század második felében a vasútvonalak építése a vonalak különböző pontjain megvalósítandó, azonos rendeltetésű állomásépületekkel *nagyszabású építési programot* rótt a vasutakra. Sem a mezőgazdaságnak, sem az iparnak nem volt ily rövid idő alatt ennyi azonos funkciójú épületre szüksége. Mindössze a lakásépítés elhanyagolt problémája volt méreteiben még ennél is



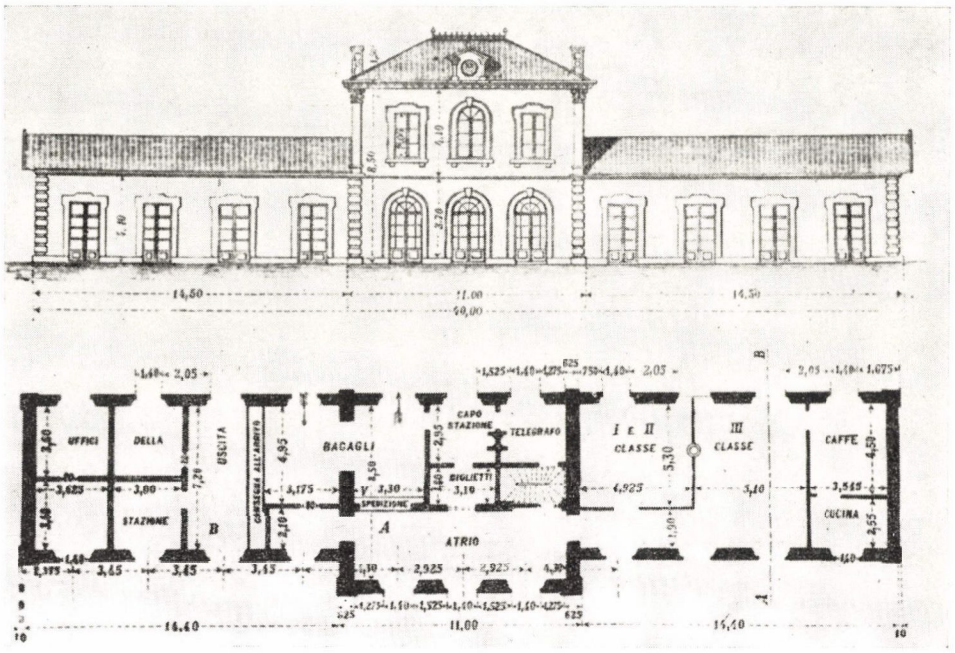
11. ábra. Párizs, Gare de l'Est. 1847/52. (*François Duquesney* terve)

nagyobb. A 19. század építészetének alapvető tévedése abban rejlett, hogy építőművészeti feladatot csak különleges, egyedi alkotásokban látott. De éppen az a puritanizmus, amely ebből a felfogásból fakadt, s a mesterkélt historizáló formák mellőzéséhez vezetett, gyakran értéket képviselt. Ezt egyes vasútállomások épületei bizonyítják. A vasúti épületek közül a nagyobb — városi — alkotásokat tekintették építészeti értelemben vett középületnek, s ezeket jelentőségükhöz mért költségtöbblettel, általában reprezentatívabb alkotásokká képezték ki, bár a gazdasági nehézségek több fontos gócpontnál ezt is késleltették (Kolozsvár, Trieszt). Az állomások nagy száma következtében a szükséges műszaki erők hiánya is éreztette hatását, s ezért a tervezést többnyire a vasútépítéssel megbízott mérnök hatáskörébe utalták, néha központi építészeti irodát szerveztek. Az egész korszakon át a kisebb épületekre a magán- és az állami vasutaknál egyaránt a *szabványosítás* jellemző.

A kezdeti korszakban tapasztalható bizonytalanság mind az alaprajzképzés, mind a tömegalkotás terén már leküzdöttnek tekinthető. A funkcionálisan legkedvezőbb alakzatok kerülnek továbbfejlesztésre. A vonatfogadócsarnokot és a tulajdonképpeni épületet igyekeznek harmonikus egységbe kovácsolni.

A 19. század vége a *fejpályaudvarépítés* lezárását jelenti. A régi fejpályaudvarok bővítésénél azonban még szinte mindig megtartják ezt az alakzatot. A vágányok számának növekedésével a pályaudvarok mérete akkora lesz, hogy a felvételi épület fejrészen való építése kézenfekvő *(1. ábra)*. A századvég nagy fejpályaudvarai is ezzel az alakzattal épülnek, akár egyszintes, akár kétszintes elrendezésűek.

A vasútüzemi és a városépítési követelmények összeegyeztetésének nagy eredménye a vasútvonal és a közút külön szinten történő elrendezése. Ez a szintbeli elválasztás eredményezte a *kétszintes pályaudvart*, a korszerű felvételi épület típusát. A kétszintes elrendezés városépítési vonatkozásban mindenképpen szükséges, akár átmenő pályaudvar, akár fejpályaudvar épül. A felvételi épület saját utasforgalmának funkcionális megoldása érdekében viszont elsősorban az *átmenő állomások* kívánnak két szintet *(2. ábra)*. A kétszintes elrendezés tette lehetővé az utasoknak a vágányok közötti peronokra vezetését, s így az egyre növekvő forgalomban nem kellett vágányokon áthaladniuk.



12. ábra. Olaszországi felvételi épület típusterve a 19. század második felében

A sínkoronához képest emelt szintű peronokról a be- és kiszállás is könnyebb. A kétszintes felvételi épületrendszer így az átmenő pályaudvaroknál a szigetperonos rendszer kialakításához vezetett; fejpályaudvaroknál ennek a nyelvperonos kialakítás felelt meg. A kétszintes elrendezések a hetvenes évektől váltak gyakorivá. Előbb főleg ott alkalmazták őket, ahol ehhez a terepviszonyok kedvező feltételt biztosítottak. Ott, ahol a kétszintes elrendezés nem volt megvalósítható, vagy arra nem is volt szükség, az utasközönség forgalmát a vonatokhoz külön alul- vagy felüljáróval oldották meg. Megjegyzendő, hogy noha a felüljárós rendszerre voltak már példák, az csak a 20. században vált kedvelt és architektonikusan helyesen kialakított megoldássá.

A *központi pályaudvarra* való törekvés városépítési és vasúttechnikai kortünet. A nagyvárosok közül azonban csak kevés tudta megvalósítani központi pályaudvarát, ez inkább a nagyságrend szempontjából második rangsorban álló városok (Frankfurt/M. Stuttgart, Lipcse, Milano) esetében sikerült.

2. *A típusépület*

A nagy építési program sikeres lebonyolítása érdekében a vasút — előbb, mint más építtetők — az épületek szabványosításához folyamodott. Az épületeket az utasforgalmi szükségleteknek megfelelően kategóriákra osztották, s a különböző nagyságrendeknek megfelelő alaprajzsorozatot terveztek. Általában 4—5 nagyságrendet dolgoztak ki, reprezentatív igény esetében pedig különleges épületet építettek. Az alaprajzok ugyan a különféle vasutaknál a helyi igényekhez idomultak *(12. ábra)*, de a hasonló rendeltetés következtében



13. ábra. A Tiszavidéki Vasút típusépülete. 1858

bizonyos tekintetben közös nevezőre hozhatók. A szabványépületek nagyrésze — miután a településtől távolabb épült — a személyzet lakásigényeit is kielégíti. Ennek megfelelően 3 részt kellett egy épületbe foglalni: az utasforgalmi helyiségeket, amelyeknek magját az előcsarnok és a váróterem képezte, a szolgálati helyiségeket és a lakást. Az előcsarnok és a váróterem kapcsolata a vasúti épületek alaprajzi fejlődésére nézve jellemző, s a váróterem szerepének szinte állandó, lassú visszaszorításában jelentkezik. Egyes országokban (Bulgária, Németország) a szabványépületekhez illesztették a kisforgalmú áruraktárt is.

Az európai vasutak számtalan szabványterv sorozatából elegendő, ha a magyar vonatkozásúakra utalunk. Elsőnek a Tiszavidéki Vasút alkalmazott ilyen típusterveket, ezeket feltehetőleg bécsi építészeti irodákban tervezték. *(13. ábra)* A különböző nagyságrend legtöbbje ma is fellelhető. A földszintes, kúriához hasonló tömegű épület *Fegyvernek* és *Szikszó* állomásokon, az emeletes típusok egy-egy változata pl. *Kaba*, *Gyoma*, illetve *Sáp* állomásokon található meg. Nagyobb típust építettek *Püspökladányban*. Különösen figyelemre méltó azonban a legnagyobb változat (ebből már egy épület sem maradt ránk), amelyet a jelentősebb városokban, így pl. *Miskolcon* emeltek [2]. A Tiszavidéki Vasútnak nagyobb állomásain szabványosított facsarnoka is volt. Amíg a Tiszavidéki Vasút e típusépületeit romantikus stílusban építette, addig a Déli Vasút ugyanakkor puritán nyerstégla architektúrát alkalmazott. Típustervsorozata 3 nagyságrendből állt. A III. osztályú épület *(Lövő, Acsád) (14. ábra)* megközelítően szimmetrikus; a középrizalit mögött a belépő-előtér, illetve az iroda foglal helyet, ettől egyik oldalra a két váróterem, a másik oldalra a szolgálati lakás esik. A II. osztályú épület — szintén földszintes —

(Bükk, Tárnok) egyik oldalt legénylakással, a másik oldalon egy irodával bővül. Az I. osztályú épület *(Balatonszentgyörgy,* régi *Szombathely)* földszintes középrészét emeletes sarokpavilonok szegélyezik. A földszinten a tágasabb szolgálati és utasforgalmi helyiségek mellett lakások, az emeleten kétoldalt további 1—1 lakás helyezkedik el. A Déli Vasút bécsi építészeti irodája — melynek élén hosszú ideig Wilhelm Flattich állt — igyekezett ugyan a helyi építőanyagokhoz és viszonyokhoz alkalmazkodni, mégis felhasznált a magyar vonalak épületeinél is olyan motívumokat, mint pl. a körablak, a homloksíkra merőleges tetőgerinc, amelyek az Alpesek lakóházainak utánzásából erednek. Ezek a részletek később más magyar vasutaknál is általánosan elterjedtek. A MÁV — röviddel életrehívása után — típusépületeit 5 kategóriába foglalta. Az alaprajzok általában a szimmetriatengelyben levő előcsarnok köré csoportosított helyiségekből állnak, amelyek a funkciók szerint vannak elosztva. Az 5 alaprajz egymástól különálló, s nem egymás toldásából eredő bővítésen alapszik, mint ahogy az korábban külföldön általánosnak tekinthető. A MÁV szabványépületei a vonalak építési ideje szerint alakjukban eltérőek, az eklektika különböző fázisai a homlokzaton éreztetik hatásukat (kváderezések stb). A MÁV különböző szabványterveit a magyar magánvasutak gyakran átvették, egyrészt mert ezt az engedélyezésnél nekik kötelezően előírták, másrészt mert könnyebbséget jelentett az építésnél. Így a Vágvölgyi Vasút, a Magyar Keleti Vasút stb. is a MÁV épületeihez hasonló jellegben építettek.

A felvételi épületek nagy részének szabványtervek alapján lebonyolított építése a nagyméretű építési feladat sikeres elvégzéséhez vezetett. A vasúti építészet a szabványtervezés elterjesztésével a haladást szolgálta; a modern építőtevékenységhez ez egyik legnagyobb hozzájárulása.

3. A vonatfogadócsarnok, a pályaudvar magja

A vasúti felvételi épületek építészetileg is legjellegzetesebb része ebben a korban is a fejlődésének csúcspontján álló *vonatfogadócsarnok*. A hengerelt acéláruk elterjedése a 19. század második felében nagy előrehaladásokat eredményezett a nagyfesztávolságú térlefedés terén. A favázas csarnokszerkezetek száma csekély. A vasszerkezeteknél viszont az elérhető legnagyobb fesztávolság, a befogadóképesség és a monumentális térhatás terén a különböző országok és vasúttársaságok szinte versenyeznek egymással. A 20. század elején azonban a szigetperonos alaprajzi rendszer mellett előbb az acél-, majd vasbetonszerkezettel épített *perontetők* kiszorítják a költségesebb és fenntartásukban sem gazdaságos nagy csarnokokat.

Favázas a *London King, s Cross* pályaudvar csarnoka, mely Lewis Cubbit mesterműve (1851—52). A kéthajós, közel félköríves főtartók de l'Orme rendszerűek. A *stuttgarti Neuer Bahnhof* (1863—68) *(15. ábra)* T alapú felvételi épületének szárát két párhuzamos favázas csarnok szegélyezi, egyenként 29 méter fesztávolsággal. 1912-ben *Koppenhága* pályaudvar csarnoka Stephan-tetővel épült.

Azok a vágányok felett álló, az állomásépülettől független facsarnokok, amelyek a Tiszavidéki Vasút magyar vonalain csakugy elterjedtek, mint más külföldi vasutaknál, már csak az ötvenes évek végéig épülnek. Helyüket a felvételi épület elé épített veranda foglalja el, amely ugyancsak az első vágányon álló vonatok utasait védi az időjárástól, de megoldásában gazdaságosabb.



14. ábra. A Déli Vasút típusépülete. 1865



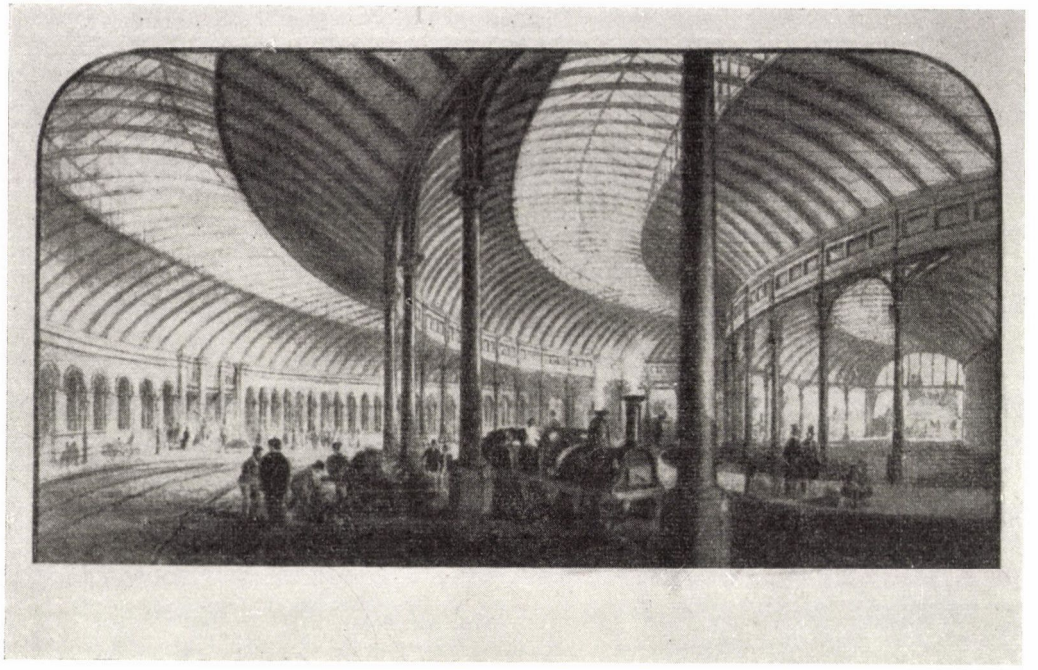
15. ábra. Stuttgart Neuer Bahnhof. 1863/68. Kétcsarnokos elrendezése e korban egyedülálló

Az *acélszerkezetű* tetők közül a 19. század második felében először a Polonceau-rendszerű megoldások voltak a legkedveltebbek. *Köln* (1895) két csarnokánál kettős kitámasztású, de egyszerű Polonceau tartót alkalmaztak. A megoldás érdekessége, hogy a tető nem falakon, hanem öntöttvas oszlopokon nyugodott. A *párizsi Austerlitz* és *Orleans* pályaudvarok tetőszerkezetét maga Polonceau tervezte; utóbbinál kettős kötőkkel 53 méter fesztávolságot hidalt át. A *Gare du Nord* (1861—69) háromhajós csarnokának középső nagy mezőjét is Polonceau tartó hidalja át, Reymond mérnök tervei nyomán. A neves Flachat is ilyen szerkezetet alkalmazott a *Gare Montparnasse*-nál (1850—52). Bécsben a *Südbahnhof*nál (1869—74) W. Flattich kettős Polonceau szerkezetet alkalmazott. Különlegesen nagyfesztávolságú csarnokot hidalt át Gustav Eiffel *Budapest Nyugati* pályaudvar esetében (1874—77), ahol a felső nyomott rácsrudak esetében kettős övet alkalmazott.

A poligonális, vonóvasas, ún. sarlófedélszékek sorában jelentős alkotás *Birmingham New Street Station* (1854), 64 méter fesztávolsággal. Ehhez hasonló szerkezetet tervezett John Hawkshaw a *London Charing Cross* (1862—64) és *Cannon Street* (1863—66) pályaudvarok részére. Németországban a romantikus *Berlin Schlesischer Bahnhof* első csarnoka (1869—71), *Münchenben* a *Hauptbahnhof* (1876—84) négyhajós komplexuma, Ausztriában pedig a *bécsi Nordwest-bahnhof* (1870—73), valamint a *trieszti* pályaudvar (1883) épültek sarlótetőszerkezettel.

A nagyszabású acélcsarnokszerkezetek korát Angliában Brunel *London Paddington* állomása (1852—54) nyitja meg. A csarnok háromhajós, főtartói ívesek és lemezekből készültek. Érdekes, hogy a hosszú csarnok a belső térhatás ritmizálására keresztboltozatszerű kiváltásokkal három szakaszra van osztva. Gyakoriak Angliában az íves alaprajz fölé épített vasszerkezetű csarnokboltozatok, amelyek igen játékos, finom térhatást biztosítanak. Ilyen pl. a *New Castle Central Station (16. ábra)* és *Brighton*.

A kor szerkezeti fejlődése tekintetében a soronkövetkező lépés a *vasszerkezetek átfogóbb alkalmazása* volt. Ez a csarnokoknál a keretszerkezetek kialakulásában mutatkozott meg. A tartófalak szerepét a keretlábak vették át. Az acélkeretszerkezetek még nagyobbszabású téralakításokat tettek lehetővé, mert a konstrukciónak a padlóvonalban — vagy az alatt — megoldott rögzítése elkerülhetővé tette a térbe nyúló vonóvas alkalmazását. 1868-ban a világ összes vasszerkezetű csarnoka közül a fesztávolság „rekordját" a *London St. Pancras* állomás hódította el, 73,1 méterrel. A négy körívből alkotott csúcsíves kosárgörbe kétcsuklós, padlóvonal alatti vonóvasas szerkezetével az Angliában előszeretettel alkalmazott statikailag határozatlan kialakítások közé sorolható. Hasonló térhatást kelt a kisebb *Manchester Central* (1880). A század utolsó 3 évtizedében a fejlődés azonban elsősorban a statikailag határozott, háromcsuklós szerkezeteket hozta előtérbe, melyek klasszikus hazája Németország. A különféle méretű és részletkialakítású csarnokok egész sora épült itt ebben az időben, a nagyvárosok pályaudvarain. *Berlin*ben az *Anhalter*-en (1872—80) és a *Stettiner Bahnhof*on (1876) kívül a *Stadbahn* nagy csarnokainál (1880—85), valamint a *Schlesischer Bahnhof* második csarnokánál (1878—82) alkalmaztak háromcsuklós ívtartókat, a vidéki pályaudvarok közül pedig *Saarburg*, *Dresden Hauptbahnhof* (1897) és két kisebb drezdai pályaudvar, *Frankfurt Main* (1885—87) *Hauptbahnhof*, *Hamburg Hauptbahnhof* (1904—06), valamint *Aachen* esetében kerültek ilyen megoldások kivitelre. Drezdában és Hamburgban a belső tér különböző szintjei érdekes és különleges megoldásokat ered-



16. ábra. Newcastle Central. 1850. *(John Dobson* terve)



17. ábra. Berlin Stettiner Bahnhof (1876). *(Theodor Stier* terve)

ményeztek. Németországon kívül is épültek természetesen háromcsuklós keretszerkezetek vonatfogadócsarnokoknál, így *Ostende*-ben, majd különleges kialakítással *Prága* és *Lwow* esetében.

Már a századforduló előtt mindenfelé olyan törekvések voltak észlelhetők, amelyek — költségmegtakarítás végett — a csarnok szabad nyílásának növelése helyett a vágányokat több kisebb csarnokhajóval hidalták át. Már az említett *München Hbf.* bővítésénél is négyhajós csarnokot építettek. Európa legnagyobb vonatfogadócsarnoka, az első világháború alatt befejezett *Leipzig Hauptbahnhof*, és a világháború előtt tervezett, de csak utána megvalósított *Milánó Centrale* is többhajós megoldások.

Hogy a kis liverpooli facsarnok építése óta eltelt 60—80 év alatt a pályaudvarépítés léptékben hová fejlődött, azt legszemléltetőbben e csarnokok alapterületi nagysága tükrözi. Frankfurt/M csarnoka 31 000 m², Lipcse 60 000 m² területet fed le.

A csarnokszerkezetek fejlődését a szerkezeti és nagyságrendi megoldásokon kívül még több más szempont szerint is végig lehet kísérni. Így az utca felőli homlok-lezárás különféle megoldásai, az átellenes oldal kötényfalai, a keresztperonok csatlakozás-megoldása, a támaszok elrendezése a vágányok között, illetve a nyelvperonokon, a csarnokban levő peronok megközelítésének lehetőségei — mind megannyi szempont, amelyeknek részletes tárgyalása nem fér e tanulmány keretébe.

4. Romantikus állomásépületek Közép-Európában

A romantikus épületek nagy része Közép-Európában, s így hazánkban is a 19. század második felének elején épült, s ezt a helyzetet a vasutak építészete is híven tükrözi. Hazánkban a Tiszavidéki Vasúton kívül a Bruck—Királyhida—Győr közti vonalon és az Első Erdélyi Vasút vonalain alkalmazták ezt az építőstílust.

Jelentős romantikus alkotások épültek neves külföldi pályaudvarokon. A német építések között meg kell említeni *Emden* (1856—63) és *Breslau* (Wroclaw) épületeit; keletkezésük a hatvanas évek elejére esik. Emden homlokzatán a Rundbogenstil hatására kizárólag félköríves záradékú ablakok vannak; középső emeletes része ötös nyílásritmusra épül, amely a 19. századnak, de a vasúti épületeknek is különlegesen kedvelt motívuma. Ezzel a nyugodt hatással szemben áll Breslau mozgalmas, szinte dinamikus tömeghatása. A romantika egyik legnagyobb alkotása a vasutak építészetében a *Berlin Schlesischer Bahnhof* (1867—69). Stíluselemei közül legpregnánsabb a csarnokot szegélyező két zömök torony. A fallizénákkal tagozott mezőket felül ívsor szegélyezi. A második csarnok építésével egyidőben a vágányzat szintjét is megemelték; ezzel az eredeti csarnok belmagasságát lecsökkentették, s így a térhatást is gyökeresen megváltoztatták. 1876-ban, amikor a romantika már „kicsendült", épült Theodor Stein tervei szerint a *Berlin Stettiner Bahnhof* (1876) *(17. ábra)*. Érdekessége, hogy az épület homlokfalán az ívsoros lezárópárkány követi a csarnok íves vonalát csakúgy, mint az egyidőben épített, de már az eklektikához sorolható Berlin Anhalter Bhf. esetében. Ugyancsak késői romantikus alkotás a *Hamburg Venloer Bahnhof* (1872). Ausztriában a Westbahn mentén a bécsi végpontot képező *Westbahnhof*on (1858) (Moritz Löhr) kívül *Melk*, *St. Pölten* és *Linz* épületei ismeretesek. Bécsben másik romantikus alkotás a második *Nordbahnhof* (1859—65), amely Theodor Hofmann tervei



18. ábra. Pétervár (Leningrád) Finlandi pályaudvar

szerint épül. Az elrendezés alapjaiban megtartotta a régi pályaudvar elavult elrendezését. A külsőben és főleg a lépcsőházzal egybekötött előcsarnokban a gazdagon alkalmazott díszítések középkori lovagvár jelleget kölcsönöznek az épületnek. Az épület gazdag ornamentikája már a festői eklektikát sejteti. Az osztrák romantika késői alkotásait láthatjuk a Gácsországi vonalakon épült pályaudvarok épületein, így *Stanislaw*, *Kolomyja*, *Snyatin*, *Tschernowtzy* és más állomásokon. De az Alpesek tövében *Klagenfurt* is romantikus formákat mutat. *Innsbruck* első épülete rendkívül érdekes megoldású, nevezetesen a felvételi épület itt falazott, masszív romantikus vonatfogadócsarnokkal állt kapcsolatban.

A romantikus stílus érdekes alkotása a *leningrádi Finlandi* pályaudvar épülete. *(18. ábra)* Az emeletes sarokrizalitok között földszintes szárnyból lépcsős attikával emelkedik ki a középrész, plasztikus kiképzésének középpontjában csúcsíves bejárattal. Az akkori orosz vasutak finnországi vonalain több romantikus épületet emeltek. Ezek közé tartozik a régi *Helsingfors* állomásépület is.

5. A koraeklektika

A vasúti épületek nagyrésze Európa-szerte az eklektika jegyében épült. *Angliában* a nagyvárosok pályaudvarainál az ötvenes-hatvanas években sok helyen már a második bővítést hajtják végre. Ezek az épületek már a hengerelt acélszerkezetű csarnokokkal épülnek együtt, s így végleges elrendezések alakulnak ki. Mint kezdetben, most is az angol pályaudvarok példaként szolgálnak más országok építményei számára. S ha most nem is annyira a kontinens állomásépületeit befolyásolják, annál inkább az *amerikaiakat*. Itt talál

utánzásra az angol pályaudvarok legjellemzőbb vonása, a felvételi épület-csarnok és szálloda architektonikus egybekovácsolása. A szállodát mintegy utcai kulissza-homlokzatként építik a csarnok elé. Az angol nagyvárosi pályaudvarok másik általános jellemzője, hogy a funkcionális csarnokforgalmat, az utasok kényelmes, rövid úton való vezetését, terelését az utca és a vonat között nem oldotta meg — sőt a megoldást nem is kereste. A csarnoktól oldalt helyezett felvételi helyiségek hosszú kerülőkre vagy a vágányok veszélyes keresztezésére késztették az utasokat. Mindössze a lovas fogatok terelésére, vagyis az előkelő utasok kényelmére fordítottak gondot. Ezt mutatja *Charing Cross* állomáson a vágányokat aluljáróval keresztező és a peronokra lejtőn felvezetett kocsifelhajtó, a későbbi aluljárók nagyméretű elődje. Ugyanakkor kisebb vidéki állomásokon, szerte Angliában már ekkor megoldják a forgalom felüljáró-hidakon történő terelését, hogy ne kelljen a kétvágányú vonalak másik sínpárját keresztezni. Eközben a felüljáró-hidakkal nem egy szép példáját szolgáltatták a fa- és vasszerkezetű célszerű építményeknek.

Lewis Cubbit e kor elején (1851—52) építi neves *London King's Cross* állomásépületét [3]. A napi 13 vonatpárhoz 8 vágányt építettek, ami bizonyítja, hogy e korban a forgalom növekedésével már számoltak: végleges elrendezéseket alkottak. Az angol vasúti építészet legtehetségesebb egyéniségének John Dobson-t tartják. Főműve a *New Castle Central* állomás *(16. ábra)*. A terv az 1855-i párizsi világkiállításon aranyérmet hozott alkotójának. Az átmenő pályaudvar oldalsó helyzetű épülete mögött a vágányok ívben haladnak a háromhajós csarnok alatt. Mind ennél az épületnél, mind Brunel már említett *London Paddington* (1854) csarnokánál az egész állomásépület-komplexum építészeti súlypontja a csarnoknál, annak is belső térhatásánál található. Ez jellemzi *St. Pancrast* is (1868, Barlow és Ordish terve), melynek neogót stílusban épült előépítménye igyekszik a csarnok belső terének kiképzéséhez igazodni. Newcastle és Paddington tradicióin épült fel az új *York* (1871—77, Prosser és Peachy terve) állomás, ahol a vágányzatot 4 hajós, ívben fekvő, lemeztartókkal hordott csarnok borítja. Ez előtt ismét nagy szálloda áll.

A *francia* vasutak építészetének nagy haladása az angol épületekkel szemben abban áll, hogy itt az épület nem eltakarja, hanem kiegészíti a csarnokot. Ezzel nagyban hozzájárult a századvég nagy pályaudvarainak kialakításához, annál is inkább, mert amíg a század első felében Anglia, most Franciaország építőművészetének hatása a kontinens építészetére elvitathatatlan.

A párizsi *Gare de l'Est* (1847—52, Francois Duquesney) a kezdeti korból való átmenetet képezi. Tömegalkotása — mely hasonlít Bürklein romantikus München állomására — korára nagy hatással volt. Ugyancsak párhuzamot vonhatunk a párizsi *Gare Montparnasse* (1850—52, Victor Lenoir, Eugène Flachat) és a londoni *Kings Cross* állomás között; mindegyiknek homlokzatán két nagy íves nyílás megjelenítése képezi a kompozíció magját. Nagyszabású alkotás az egyéb műveiről is neves J. I. Hittorf párizsi *Gare du Nord*ja (1861—65) *(19. ábra)*, melynél a mérnök szerepét Reynaud töltötte be. A főhomlokzat kontúrja itt szervesen egészíti ki a csarnok szerkezetét, nincs annak sem alárendelve, sem nem takarja azt kulisszaszerűen. A vas- és kőszerkezetek harmóniája csak kevés építésznek sikerült e korban ily tökéletesen. Alaprajza is jelentős újítást mutat: a csarnokban végződő vágányok 2—2—4 elrendezésben, nyalábokba fogva 4 nyelvperon közé futnak, a nyelvperonokat keresztperon köti össze. Igen jellegzetesek a vidéki francia állomásépületek is, közép-



19. ábra. Párizs, Gare du Nord. 1861/65. *(J. I. Hittorf* terve.) A nagy építész alkotásában a csarnok és a felvételi épületrész összhangban áll



20. ábra. Basel Centralbahnhof. 1860.

rizalitjuk gyakran bizonyos hasonlatosságot mutat. Ennek az irányzatnak jellegzetes példája *Nizza* épülete.

Svájcban Genf Cornavin-t (1858) a francia építészethez kell sorolni. A Lyon—Genf vonal végpontján épült, s csak későbbi átépítéssel lett átmenő pályaudvar. Az építmény egészének hatásában a csarnok oldalról is jól látható tömege áll, így Genf Cornavin elrendezése kezdetét jelenti annak az irányzatnak, amelynek virágzását a berlini Stadbahn nagy csarnokpályaudvarai képezik. A reneszansz koraeklektika pregnáns épületét emelték *Basel Centralbahnhof*on (1860) *(20. ábra)*. Az oldalsó helyzetű felvételi épület középrizalitja szokatlanul széles, hogy helyet adjon a toszkán ívsornak és a szegélyező, szép arányú saroktömböknek. A svájci vasutak építészetének legnagyobb alkotása is e korba sorolható. Az íves záródású nagy homlokzati nyílás diadalkapuszerűvé válik *Zürich Hbf* homlokzatán, amely J. F. Waner tervei alapján 1865—71 között épült. Mintegy szintézise ez az épület mindazoknak a vívmányoknak, amelyeket a nagy fejpályaudvarok fejlődése az elmúlt évtizedben létrehozott. A felvételi helyiségek túlnyomórészt a csarnok egyik oldalán helyezkednek el, a homlokoldal a kijárást szolgálja. Érdekes megemlíteni, hogy az épület tervezésével előbb több neves építészt bíztak meg [4], köztük Gottfried Sempert is; az ő elképzelései azonban nem jutottak érvényre a megvalósításnál. Igen érdekes szemmel követni a többízben bővített Zürich Hbf. alaprajzának további fejlődését. Már 1896—1901 között 10-re növelték a vágányok számát. Ugyanakkor a vágányokat a csarnokban „visszahúzták"; a vonatfogadócsarnok így felszabadult részét az utasforgalmi berendezések elhelyezésére fordították. Az alaprajz funkciójának gondos átkomponálásával az utasáramlás irányát is megfordították, most a bejárás a homlokoldalon, a kijárás oldalt történik. Az 1930—33 között végrehajtott bővítés során a vágányok végződése már az eredeti csarnokon túlra szorult ki, az új keresztperon most a régi csarnok előtt fekszik, s a vágányt perontetők szegélyezik.

Németországban München bővítése során (1876—1884, Schnorr, Graf és Ebersmayer terve) a Bürklein-féle eredeti favázas vonatfogadócsarnok a második világháborúban bekövetkezett pusztulásáig a jegyváltó csarnok szerepét töltötte be. *Würzburgban* az első pályaudvart 1854-ben fejpályaudvarként alakították ki, egy másodikat 1863—69 között átmenő forgalomra építettek. A két épület a földszinti íves árkádsorral hasonlít egymásra, főleg a második jellegzetes alkotása a németországi reneszánsz eklektikának. A reneszánsz művészi interpretálását láthatjuk a *Stuttgart Neuer Bahnhof* (1863—68)-ról fennmaradt képeken. A berlini reneszánsz eklektikát tükröző „új" pályaudvarok sorát a *Potsdamer Bahnhof* (1868—72, Weise és Schmiedt terve) *(21. ábra)* nyitja meg. A vágányok az utca szintje felett helyezkednek el, így az utasok az előcsarnokban levő díszes feljárón jutnak a csarnokba. Berlin további pályaudvarépítéseit — igen jellemzően — a fejlett kapitalizmus által megkövetelt területi expanzió tette lehetővé; a lakosság számának felduzzadása a város területének rohamos növekedéséhez vezetett. A régi városfalat, amely a bővítés útjában állt, lebontották. A lebontás után a vasútépítésnek szinte új periódusa nyílik itt. A különböző vasútvonalak számára megépítik a saját pályaudvarokat a régi városfalon kívüli területen, amely most már a központtal szoros kapcsolatban áll (Ostbahnhof, Görlitzer Bahnhof, Lehrter Bahnhof). A *Lehrter Bahnhof* (1869—71, Lent, Scholz és Lapierre terve) külső alakja inspirálhatta Rochlitz Gyulát a Budapest Keleti pályaudvar építésénél. *Az Anhalter Bahnhof* (1872—80) felvételi helyiségei U alakban ölelik körül a csarnokot; a vágányok



21. ábra. Berlin Potsdamer Bahnhof. 1868/72. (*Weise, Schmiedt* és társaik terve)

szintje itt is emelt, amit a vasútvonalnak a város testébe történő bevezetése következtében előálló kereszteződések elkerülése magyaráz meg. Csarnokának méretei (62,5 m fesztávolság, 34,25 m magasság) Németországban sokáig rekordot jelentettek. A nyerstégla architektúra homlokzati hatását a faragott kövek és terrakották növelték. A berlini reneszánsz pályaudvarok formailag legegyénibb alkotása ez, amely technikai újításokban is bővelkedett (hidraulikus teherkocsiemelő, hidraulikus poggyászfelvonó stb.). Az átmenő pályaudvaroknál *Hannover Hauptbahnhof* (1875—81, Hubert Stier terve) épülete az első, mely az elrendezés előnyeit funkcionálisan is kihasználja, mégpedig nagyforgalmú, jelentős pályaudvar esetében. A középen elhelyezett előcsarnokból, illetve az ehhez csatlakozó várótermekből 3 személyalagút és 2 poggyászalagút vezetett a vágányok alá; az alagútból a vágányok közti szigetperonok, a ma már megszokott megoldással, lépcsőkön voltak megközelíthetők. Az első pályaudvar megépítése óta eltelt 50 év után a vasutak építészete itt a fejlődésnek azt a fokát érte el, ami — az azóta eltelt idő tanulsága szerint — a teljesen kiforrott elrendezést jelenti. A felvételi épület egyéb alaprajzi hiányosságait a második világháború utáni újjáépítés során kiküszöbölték.

A reneszánsz eklektika stílusában épültek a század második felének *nagy bécsi pályaudvarai* is. A régi Gloggnitzer Bahnhof helyén emelte a Déli Vasút az új *Südbahnhof*ot (1869—74, Wilhelm Flattich terve). Arányai igen sikerültek, klasszicisztikus hatása a közép-európai pályaudvarépületek sorában egyedülálló. Az új épület a régi funkcionális megoldás mintájára épült; az emelt szintű vágányok meghosszabbításában a két szintet átfogó nagy előcsarnok feküdt reprezentatív belső térkiképzéssel. A vele közel szemközt fekvő *Staatsbahnhof* (1867—70, Schumann terve) adottságai kedvezőbbek voltak, itt kéthajós csarnok építésére volt hely. A homlokzat francia hatást mutat. A *Franz*



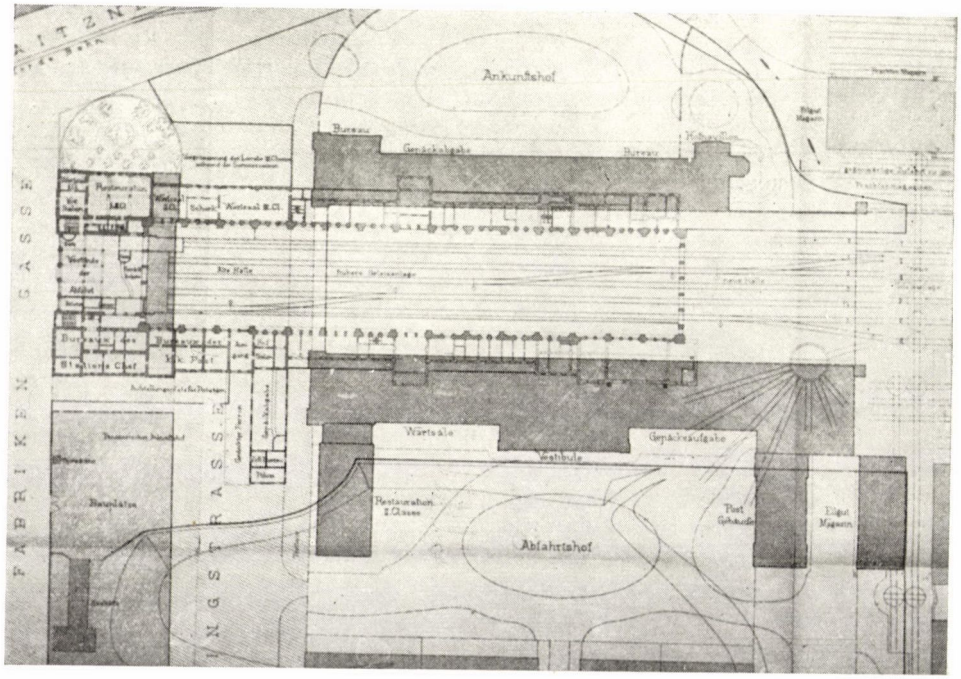
22. ábra. Torino Porta Nuova. 1866/68. (*Mazzuchetti* és *Ceppi* műve.) Az épület az 1954. évi korszerűsítés után is a régi homlokzatot mutatja

*Josephsbahnhof*ot (1872, Ulmann és Barvicius terve) a klasszikus, kétoldali alaprajz szerint alakítják ki, a csarnok előtt hatalmas irodaépület áll. A nagy félköríves homlokzati nyílást, mely e korban oly divatos, Bécsben egyedül a *Nordwestbahnhof*on (1870, Bäumer) láthatjuk. A Nordwestbahn vasúttársaság jeles épületeket emelt Csehországban is; *prágai* végállomása (1872, Schlimp) a „pályaudvar az új városkapu" elmélet Euston után egyik legpregnánsabb kifejezése. Az ausztriai reneszánsz eklektika szép példáját láthatjuk a *trieszti* állomásépületnél, amely a Bécsi Südbahnhof kisebb és egyszintes változatának tekinthető. Tartózkodó, de kissé antikizáló hatást kelt *Krakow* (1895).

Olaszországban a *milánói* felvételi épület francia hatást kelt. A legjelesebb alkotás a *Torino Porta Nuova* (1866—68, Mazzuchetti és Ceppi terve) *(22. ábra)*. A mérőműszerűen áttört homlokfal íves főpárkányával a csarnok kontúrját követi, osztópárkány alatti része a vasúti építészetre jellemző öt ívre van felépítve. Az oldalszárnyak magas balluszterükkel szinte bezsugorítják a csarnok homlokfalát, az összhatás mégis kedvező, művészi. A homlokzatot az épület nagymérvű korszerűsítése során (1954) is megtartották, különös tekintettel annak városképi jelentőségére. Kevesebb egyéniséget mutat a *Genova Piazza Principe* pályaudvar homlokzata. Ennek az épületnek érdekessége, hogy zárt sorban épült, a kulisszaszerű homlokzat síkjához képest a csarnok hossztengelye ferde. Az első *Roma Termini* (1874, Salvatore Bianchi terve) a Gare de l'Est sikertelen utánzata. Kedvezőbb hatást kelt *Nápoly* (Niccolo Breglia), körülfutó árkádsora egységes alapot ad az alkotásnak.



23. ábra. Budapest Nyugati pályaudvar. 1874/77. *(G. Eiffel* és társai terve)



24. ábra. A régi Pest pályaudvar és a Budapest Nyugati pályaudvar egyesített helyszínrajza, a tervezett Nagykörút feltüntetésével 1874/77).

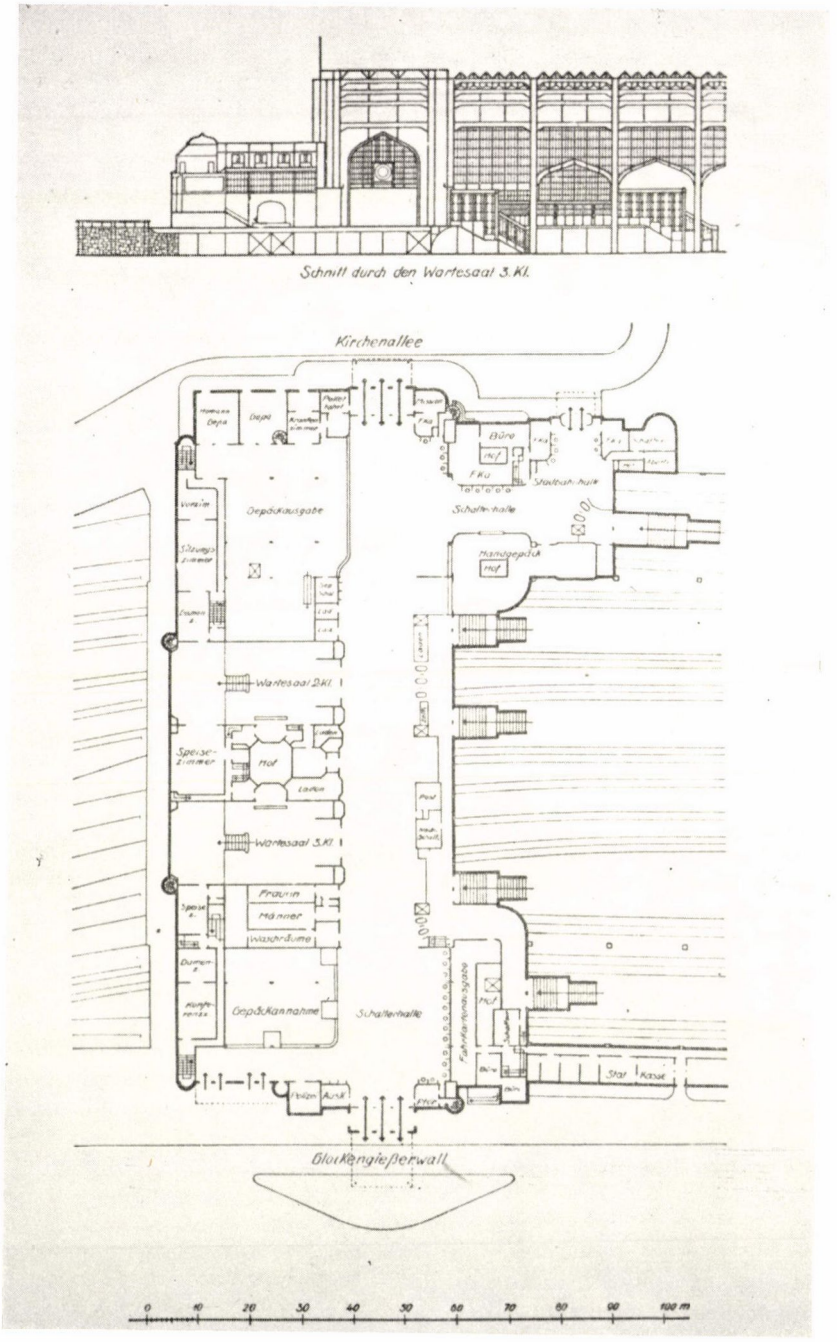
A korszak jeles külföldi alkotásai közé kell sorolni *Bruxelles Nord* és *Midi* pályaudvarokat. Előbbinél a csarnok elé kulisszaszerűen épült rész angol hatást mutat, a Gare de Midinél különleges a felvételi épület előtt álló diadalív-előépítmény. *Namur* francia hatásra épült. Moszkvában a *leningrádi pályaudvar* középkori formákat mutat, ennek ellenére az egyemeletes, arányos homlokzat inkább eklektikusnak, mint romantikusnak nevezhető.

A *magyar* vasutak épületei közül e kor pregnáns képviselője a francia tervek nyomán, a franciaországi eklektika jegyében épült *Budapesti Nyugati pályaudvar* (1874—77, G. Eiffel terve) *(23. ábra)*. A régi Pest indóház-átépítését forgalmi és városrendezési (Nagykörút létesítése) okok egyaránt sürgették. Az építkezés érdekessége, hogy a régi épület fölé emelt új csarnok elkészülte után kezdték csak meg amannak bontását, s így az építkezés alatt sikerült a forgalmat fenntartani. Az új épület alaprajza is a kétoldalas elrendezések csoportjába tartozik, de érdekessége, hogy aszimmetrikus *(24. ábra)*. Az indulási oldalon cour d'honneur keletkezik, amelynek hangsúlyos középpontja az indulási csarnok. Ez az oldal voltaképpen egy önálló felvételi épület. A romantikus formákkal díszített vasszerkezetű csarnokon kívül a felvételi épület egyes részei is vasvázasak. Alaprajza, formája és szerkezete a Nyugati pályaudvart haladó jellegű építménnyé avatja. Hasonló franciás jellegben építette — ugyancsak az Osztrák-Magyar Államvasut Társaság — *Herkulesfürdő* megállóhelyen a kupolával hangsúlyozott kis várócsarnokot. *Budapest Keleti pályaudvar* első terveit már 1870-ben elkészítették, a közbejött gazdasági válságok miatt azonban csak 1881—84 között került Rochlitz Gyula módosított terve kivitelre. A Keleti pályaudvar értékelésénél ezt a több, mint egy évtizedes késést figyelembe kell venni. Alaprajzában kétoldalas-rendszerű, a csarnok diadalívszerű nagy üvegezett nyílással jelenik meg a kulisszaszerű homlokfalon. Az oldalhomlokzatok, amelyekre kisebb rálátás nyílik, arányosabbak. A vasszerkezetű csarnok (Feketeházy János terve) parabolikus, kétcsuklós lemeztartókból áll. A MÁV típusépületek reneszánsz eklektikája mellett néhány vidéki város, illetve gócpont állomásépületét kell megemlíteni, így *Érsekújvárt* és *Zimonyt*. A GYSEV *Sopron* állomása hellenisztikus külsejével és a többiektől eltérő kialakításával egyedülinek nevezhető.

6. A későeklektika

A későeklektika idejét a vasutak építészetében a *nagy német pályaudvarok* jellemzik. Németország a bismarcki hódító háborúk után fejleszti ki nehéziparát, s kerül a fejlett kapitalizmus korába. Az e korban emelt pályaudvarépületek elsősorban méreteikkel tükrözik a fellendülést, valójában a retrospektív architektura és a már ismertetett korszerű szerkezetek közötti groteszk ellentét nyilvánul meg. A nagy német pályaudvarok kimagasló első alkotása Frankfurt/M, a sort a háború alatt befejezett Leipzig Hbf. zárja le. Ami utána készült, már más építészeti elvek hatását tükrözi.

Frankfurt/M. (1879—88. Eggert és Faust terve) elkészülte után sokáig mintaképe volt a modern pályaudvarnak; Saarinen, a legújabbkori építészettörténet neves Helsinki állomásának megalkotása előtt ezt az épületet tanulmányozta mintaképként. A 3 nagyméretű csarnokhajó előtt — melyek 18 vágányt fogadnak magukba — keresztépületként húzódik a felvételi rész. A csarnok térhatása lenyügöző, ereje a 19. század építészetének, a



25. ábra. Hamburg Hauptbahnhof. 1903/06. *(Reinhardt* és *Sössenguth* terve)

mérnök új anyaggal készült művének őszinte megmutatásában rejlik. A hatást nemcsak a fény-árnyék játék, a vasszerkezet áttörtsége, hanem főleg a térben lejátszódó esemény, a közlekedés révén a mozgással bevezetett „negyedik dimenzió" érzékelése nyújtja. A keresztperon, amely az utasforgalmi helyiségek és a nyelvperonok között húzódik végig, két végén nyitott, a kijáró utasok tehát az előépítmény érintése nélkül hagyhatják el a pályaudvart. Az induló utasoknál sincsenek vesztett távolságok. Az előépítmény fontos funkcióbeli újítása, hogy a keresztperont, s ezen keresztül a vágányokat az előcsarnokból közvetlenül is el lehet érni, mig a korábbi épületeknél ehhez általában a várótermeket kellett érinteni. *Bremen* (1889, Stier terve) alapelrendezése különbözik Frankfurtétől (kétszintes, oldalsó helyzetű épület), de a formai hasonlatosság mégis figyelemre méltó. A későeklektika formavilágának igen jellegzetes terméke a történelmi nevezetességű dóm közvetlen szomszédságában álló *Köln* pályaudvar (1891—94, Frentzen terve). A régi állomás helyén, a pályatest 4,50 méterrel történt megemelése árán sikerült az átmenő elrendezés részére a kétszintes megoldást biztosítani. Az előcsarnokban a jegyváltás bonyolódott le, a váróhelyiségek és a büfészolgálat sajátosképpen a szigetperonra épített pavilonban helyezkedtek el. Az épület tömegképzése elsősorban aszimetriájával tett eleget a későeklektika divatjának. Kupolája és francia reneszánszra emlékeztető saroktornyocskái kellő pompát fejtenek ki a hivalkodó bejárati motívum lezárásához. A kompozició további fontos része a 44 méter magas, erősen „dekorált" torony. Tervpályázat nyomán kerül sor *Dresden Hauptbahnhof* építésére (1892—1898, Giese és Weidner). A pályaudvar különleges módon félfejpályaudvar; a 3 hajós csarnokban végződő 6 vágány mellett kétoldalt, megemelt szinten átmenő vágányok helyezkednek el, amelyek az oldalhajók másik oldalon is nyitott homlokfalán távoznak. A századvég körül kialakult, mérsékelt hangú eklektika nyugodt tömegű alkotása *Nürnberg Hbf.* (1900—1901). *Hamburg Hbf.* (1903—1906, Reinhardt, Sössenguth és Medling terve) *(25. ábra)* ismét jelentős újításokkal szolgálta a vasúti építészet haladását. Első ízben épült nagy átmenő pályaudvar a vágányok felett, a vágányokra merőleges keresztperonként. Az 50 méter széles keresztépület hídszerűen húzódik a vágányzat felett, jellegzetes kontúrja berajzolódik a nagy csarnok mögötte elhelyezett üvegezett homlokfalába. E keresztépület 20 méter széles folyosójára vannak felfűzve kétoldalt az utasforgalom helyiségei, így a vágányokra lepillantó ablakokkal az étterem is. A nagy, 73 méter fesztávolságú csarnokot ennek hossztengelyére merőleges elrendezésű fiókcsarnokok sora szegélyezi. Az üvegezett csarnok külső felületének ez az elrendezés plasztikus megjelenést biztosít. Éppen a nagy csarnok az, amely a szemlélő tekintetét magára vonja, és semmi esetre sem a magas óratorony vagy a keresztépület későeklektikája. Hamburg funkciójában nagy koncepciójú, mondern alkotásnak tekinthető.

Egyoldali felvételi épület szegélyezi *Amsterdam Centraal Station* (1881—89, P.J.H. Cuypers terve) *(26. ábra)* nagy csarnokát. Ez a magas művészi kvalitású alkotás a későeklektika mintapéldányának nevezhető. A két zömök toronnyal szegélyezett középrizalit uralja a hosszú, kétemeletes szárnyakból álló épületet. Az összhatás igen hasonló Cuypers Rijk-múzeumához. A részletképzések finomsága a vasúti építészetben páratlan: ablakkeretek, domborművek, címerbetétek a gondos tervezést és munkát bizonyítják. Hollandiában az elrendezés több követőre talált; az északi építkezések modorának meg-



26. ábra. Amsterdam Centraal Station. 1881/89. *(P. J. H. Cuypers* terve)

felelően előszeretettel használnak nyerstéglafelületeket *(Hertogenbosch, Nymwegen).*

Svájcban *Luzern* — elrendezésével és alakjával — a német pályaudvarok fejlődésének láncolatába illeszkedik. *Basel SBB* (1904—07) középrizalitjának sarkain a későeklektikára jellemző, összetett bádogborítású tetőfelépítmények torz neobarokk hatást idéznek.

Összetett íves manzardszerű tetőalakot találunk *Ploesti* állomásépületén. A középrizalit maga két kupolaszerű tetőidomot hord, ennél valamivel alacsonyabbak vannak az építmény két végén. A vízszintes összefogást a vágányok felőli homlokzaton az előtető veranda biztosítja.

Az akkori Ausztria a későekletika jegyében építette meg a *lembergi* (Lwow) felvételi épületet. Az e korban általánosan elterjedő hármas tömegcsoportosítást találjuk meg itt is, amelynél a középrizalit és a 2 sarokrizalit



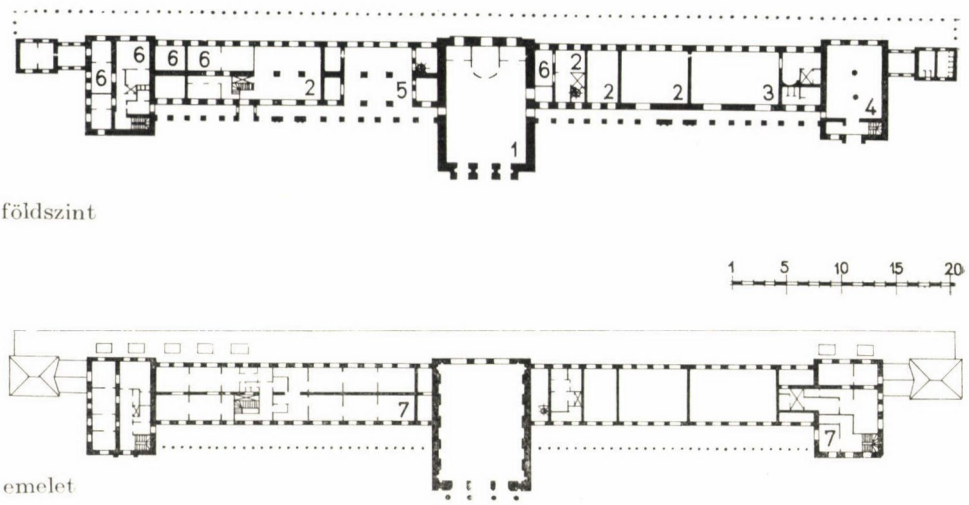
27. ábra. Moszkva. Kurszkij vokzal

három hangsúlyt képez; ezeket alacsonyabb, gyakran földszintes, hosszan elnyúló szárnyak kötik össze. Ez, a barokk építészetre visszavezethető elrendezés a 19. század második felében középületeknél általánosan elterjedt, a vasúti épületeknél ezen túlmenően funkcionálisan is indokolt. Mert amíg a földszinten szinte teljes egészében vasútüzemi és utasforgalmi helyiségek voltak elrendezve, az egymástól elválasztott emeletes részeken lakásokat helyeztek el, amelyeknek valóban nem is volt szükségük egymás közti kapcsolatra.

Érdekes elrendezésű *Plsen* épülete, középen nagy, a széleken kisebb kupolával. Az épületet az első emelet szintjén határolják — kétoldalt — azok a perontetők, amelyek az emelt szintű vágányokat szolgálják ki. A homlokzat zamatját a mozgalmas kontúr és a nagy középső ablak adja. *Brod* állomásépületén a késöeklektika mór elemeket alkalmazott.

A Moszkvai *Kurszkij pályaudvar (27. ábra)* a késöeklektika jellegzetes terméke.

A kapitalizmus *Magyarországon* a kilencvenes években érkezik „virágkorába", a világháborút megelőző konjunktúra az építőtevékenység megnagyobbodásával már érezteti hatását. A MÁV nagyszabású építkezéseket bonyolít le, s miután a fővonalak már nagyjából kiépültek, a helyiérdekű vasutak építésére és a régi berendezések felújítására kerül sor. Régebbi magasépítményeket korszerűbb, reprezentatívabb épületekkel váltanak fel. Így a MÁV magasépítési ügyosztályának ekkori gárdája, Perner Gyula vezetésével, döntő be-



28. ábra. Zágráb, Zagreb (1893). Pfaff Ferenc terve. *1.* Előcsarnok, *2.* Várók, *3.* Étterem, *4.* Érkezési csarnok, *5.* Poggyászfeladás, *6.* Üzem (forgalom), *7.* Lakások

folyást gyakorolt a magyar vasúti épületekre. Különösképpen a Pfaff Ferenc építész irányításával készült tervek jelentősek.

Pfaff szinte minden alkotásánál érvényesítette a hagyományossá vált tömegtagozódást, hangsúlyos közép- és sarokrizalitokkal. *Zágráb* (1892) *(28. ábra)* nagyságrendileg is legfontosabb alkotása. Az épület 186 méter hosszú, előcsarnoka 400 m² alapterületű. Az eredeti alaprajz szerint itt még nem lehetett az előcsarnokból közvetlenül megközelíteni a vágányokat, csak a várótermeken keresztül. Az oldalszárnyakban a folyosó a város felőli traktust alkotja; a későbbi terveken ez a helyzet felcserélődik, s a folyosó a vágányzat felőli oldalon helyezkedik el. *Fiume* (1890) neoklasszicista, a középrizalitban levő előcsarnok messze kiugrik a homlokzat síkja elé; ez az elrendezés e korban még szokatlan. *Győr* bővítése során (1894) Pfaff harmónikusan illeszkedik a meglevő kétemeletes romantikus épülettömbhöz; az együttes a második világháborúban pusztult el. Itt épült a bővítés során hazánkban először aluljárós vágánymegközelítés szigetperonos rendszerrel. *Füzesabony* architektúráját a szép arányok miatt kell megemlíteni. *Pécs* (1899) viszont a későeklektika egyre fokozódó nyugtalanságát tükrözi. *Temesvár* (1898—99) épületén az ornamentika gazdagabb, az arányok ismét kedvezőbbek. Egyike a legjellegzetesebb alkotásoknak *Miskolc Gömöri pu.* (1898—99), középrizalit körablakaival és keretezésükkel. *Szeged* (1902) és *Miskolc Tiszai pu.* (1901) mellett ki kell emelni az 1944-ben elpusztult *Debrecen* (1901) *(29. ábra)* épület nemes felületképzését, a kőkeretek és a sötétszínű nyerstégla architektúra kellemes összhangját. Pfaff ezen az alkotáson alkalmazta a német állomásokon annyira elterjedt nagy, félköríves záródású nyílást. Minden valószínűség szerint az ő nevéhez fűződik a *Kaposvár*-típus tervezése is, amely ezen kívül még kétszer, mégpedig *Versec*en és *Szatmár*on is megépült. *Pozsony*nál neoklasszicizmus érezhető az átalakított új középrizaliton. Több átalakítás *(Arad, Nyíregyháza)* és kevésbé sikerült épületterv is a századforduló körül készül a MÁV irodájában *(Lipótvár, Tövis, Piski, Szolnok)*. A Déli Vasút megbízásából

Posel Gusztáv építi *Szombathely* új felvételi épületét (1901), a mérsékelt eklektika jeles példányát. *Pápa* a két évtizedes konjunktúra végén épül (1911), s neobarokkjával a dekandenciát tükrözi.

A századeleji ún. *neoromán* építkezések közül európai viszonylatban meg kell emlékezni *Metz* (1908) épületéről, zömök tornyával. Nehéz kőarchitekturájával, de mozgalmas részeivel e kornak valóban jellemző alkotása. Olaszországban *Bologna* a korareneszánsz formamásolást tükrözi.

7. Törekvés az új felé

Amíg a konzervatívabb építészek a későeklektika keretében különféle variálásokkal igyekeztek a stíluszavar utcájából kijutni, sokan mind égetőbb szükségét érezték annak, hogy valami *merően újjal* próbálkozzanak, és így a szerkezeti fejlődést a külső megjelenéssel összehangolják. Az első kísérletek — a századforduló idején — néha groteszk, néha ragyogó eredménnyel végződnek. A vasúti építészet e forrásban levő építészeti korszakban is jeles alkotásokat hoz létre. Először az építészettörténetben, nem tagadható le az *amerikai építkezések visszahatása* az európai kontinensre, így az ún. chikagói iskola konstruktív, majd az utána fellendülő újabb historizálás nálunk később visszaütő, dekadens hatását illetően.

Victor Laloux két jeles vasúti épülete *Tours* (1895—98) és a párizsi *Gare de Quai d'Orsay* (1897—1900). Formai szempontból főleg az előbbi jelentős; a földközelből induló homlokzati félköríves nyílásszegélyezés már valóban a többezeréves építészeti formatradíciók felbomlását tükrözi. Kevésbé sikerültnek nevezhető Maurius Toudoire bővítése a párizsi *Gare de Lyon*-nál (1897—1900). A golyvázatosan megvastagodó, az összhatásban domináló óratorony groteszk hatást kelt.

A századforduló legfeltűnőbb állomásépületét Louis de la Censerie tervei szerint 1898—1905 között építették *Anvers*-ben (Antwerpen) *(30. ábra)*. Homlokzata szinte megdöbbenti a szemlélőt a formák gazdagságával, változatosságával, egymásra helyezésével. Az oldalhomlokzaton alkalmazott formák a Belgiumban tért hódító Art Nouveau formáira vallanak, de a legegyénibb az épületet lezáró kupola félköralakú üvegfelületeinek fogaskerékszerű szegélyezése.

A bécsi szecesszió jeles alkotásai közé sorolja az építészettörténet Otto Wagner *Stadtbahn* épületeit. (Wagner a vasút összes magasépítményére tervezési megbízást kapott, de ezen túlmenően még a viaduktok, támfalak is az ő keze nyomán épültek.) Épületeinek homlokzatképzésén tisztaság, tömegképzésében szerénység és célszerűség tükröződik. Néhány kisebb épületnél merész „kísérleteket" végez, így a *Karlsplatz megállónál* a falakat képező márványlapokat vaskeretbe helyezi. A szecesszió másik vezéralakjának, Josef Olbrichnak *Darmstadt* pályaudvarépületére készült terve, sajnos, nem került kivitelre. A bécsi szecesszió hatását tükrözi a később elpusztult *klagenfurti* és főleg a *prágai főpályaudvar* (1901—09, Fanta és Gregor), amelynél az előcsarnok markáns tömege félköríves alaprajzra épült.

Az akkori oroszországi építészet nagy finn alkotása *Helsinki* főpályaudvara, Eliel Saarinen neves műve *(31. ábra)*. Legjellegzetesebb motívumai a főbejárat nagy íve és a torony, de figyelemre méltó az előcsarnok térkialakítása is.



29. ábra. Debrecen. 1895/1901. *(Pfaff Ferenc* terve)



30. ábra. Anvers Central. 1898/1905. *(Louis de la Censerie* terve.) A késöeklektika jellegzetes homlokzata

Németországban a formai haladást a Jugendstil képviselte. Ennek jegyében épült a Hannover funkcióira emlékeztető *Karlsruhe* (1908—1913, A. Stürzenacker terve). Legmegkapóbb újítása a belső tér szerkezeti megoldása: a kereszt alakú közlekedő teret két nagy donga fedi, kazettás üvegfelülvilágítókkal. A dongák összemetsződése teljesen sima, mindennemű szegélyezés, ornamentika nélküli. De nem kevésbé haladó a homlokzat is. A német építésű *Basel Badischer Bhf.* (1910—13, Karl Moser), a Helsinkinél látható formák könnyedébb változatát képviseli. Merően egyénibb hangokat üt meg *Oldenburg* (1911—1915). Alaprajza a *Karlsruhe*-nál sokak által kifogásolt oldalsó pénztárelhelyezés kiküszöbölésével javítottnak mondható. Ennek ellenére a terv vesztett nagyvonalúságából, homlokzati kiképzése viszont annál érdekesebb. Európa legnagyobb pályaudvara *Lipcse főpályaudvara* (1902—1916, Lossow és Kühne) *(32. ábra)*. Az épület tulajdonképpen azokon a tradíciókon épül fel, amelyeket az előző korszak nagy német pályaudvarai alakítottak ki. A vonatfogadócsarnok 6 hajója közel 60 000 m² területet fed le. A fejépület ezt a nagy csarnokkomplexumot teljesen átfogja. A tömegalakításban is kiugró két előcsarnok vezeti a közönséget a vasbetonszerkezetű — ez korában jelentős újítás volt — keresztperonra. Két előcsarnok szükségességét a nagy méretek és az akkor még különböző vasúttársaságok indokolták. A vágányzat szintben magasabb elhelyezését ezúttal a felvételi épület utasforgalmi helyiségeinek kétszintes elrendezéséhez használták fel. A főhomlokzat, amely a város egyik legjelentősebb középületének szerepéhez illő, érdekesen már túlhaladta a Jugendstil különleges formaképzését, és inkább konzervatívabb, nyugodt külsőt nyújt. A második világháború során súlyosan megrongált épület már szinte teljesen újjáépült. A korszak végén az új építészeti felfogás érvényrejutását, a mai alkotások korai példányát tükrözi a harmadik *Stuttgart* épület (1911—1927, Schoeler és Bonatz terve). A harmincas évek német pályaudvarai, köztük Düsseldorf is, ezt az utat követik. Stuttgart fejpályaudvar, az utca szintje feletti vágányhálózattal, csarnok helyett már nyelvperonos megoldással 16 vágány részére. Lipcse elrendezésének példája nyomán a felvételi helyiségek két szintben vannak elhelyezve. A két bejárat a távolsági és környéki forgalom szerint választja el az utasokat, s előbbit formailag a különböző nagyságrenddel hangsúlyozza ki. Az így aszimmetrikus főtömeg architektonikus egyensúlyát a német pályaudvaroknál a továbbiakban is annyira kedvelt óratorony adja. Bonatz nagyszabású alkotása zárja le a vasúti építészet teljes kibontakozásának ezt a több, mint félévszázados korát.

III. A kiegészítés

(1914—1945)

A *nagy vasútépítések kora lejárt*. A vasútpolitika most elsősorban az *üzem gazdaságosabbá tételére* irányul, amire a világháború következtében előállott gazdasági helyzet kényszeríti a vasutakat. A rentabilitás érdekében a kísérletek elsősorban a vontatási költségek visszaszorítására és a személyzeti létszám csökkentésére irányulnak. Mind a kettő döntően hat a vasúti építészetre. A még általános gőzvontatás mellett rohamosan tért hódít a *nyersolajmotoros és a villamos vontatás*, amelyeknek kifejlesztése magyar mérnök nevéhez is fűződik (Jendrassik, Kandó). A világháborút követő *területi válto-*



31. ábra. Helsinki. 1914. *(Eliel Saarinen* terve.) A „szecesszió" jellegzetes alkotása



32. ábra. Lipcse Hauptbahnhof. 1906/1916. *(Lossow* és *Kühne* terve.) Európa legnagyobb pályaudvarépülete

zások miatt is sor került új építésekre (új határállomások stb.). A MÁV a területi változások következtében 33 helyen rendezkedik be határforgalomra annak ellenére, hogy 18 vonalon beszünteti az átmenő forgalmat. A gépkocsi és később a repülőgép kezdődő konkurenciája pedig az *utazás kényelmének fokozására* kényszeríti a vasutakat. A korszerűsítési program keretében — a járműpark felújítása mellett — néhány jelentős állomásépület átépítésére, korszerűsítésére kerül sor. A korszak jellemzésénél végül nem hagyható figyelmen kívül a közlekedéstechnika tudományos fejlődése, valamint az az építészeti szempontból jelentős törekvés, amely szerint a járművek formai kialakítására is súlyt fektetnek.

Az *építészet* fejlődését az első világháború visszavetette. Az építőtevékenység ugyan csakhamar fellendül, de az építőművészeti megnyilatkozás csak lassan éri el azt a szintet, ahová a századeleji kibontakozás során már eljutott. A szecesszió, a Jugendstil és az újító törekvések által alkalmazott formák ugyan általánosan elterjednek, de alkalmazásuk gyakran elfajul, szervetlenné válik. Emellett a késöekletika utóvirágzása is szerteszét tapasztalható. Mind e mögött azonban lassan teljes diadalra jut *korunk modern építőművészete*, melyet röviden az alaprajzi funkció kielégítésének elsőbbségével, szerkezeti tisztasággal, és az épület egyszerű, arányos tömegtagozódásával lehet jellemezni. A vasbetonépítészet nagyarányú előretörése mellett a 19. században kifejlődött acélszerkezetek építése is tovább folyik.

A vasúti építészetben a legszembetűnőbb változás a *vonatfogadócsarnok teljes elmaradása:* a költséges nagyfesztávolságú csarnokszerkezeteket most már általánosan *könnyű perontetőkkel* helyettesítik. Formai kialakításukhoz a vasbeton szélesebb skálát biztosít, mint az előző korszakban az acélváz. A felvételi épületek tervezésénél a két vezérelv az utasforgalom áramlásának funkcionális terelése és a vágányok keresztezésmentes megközelítése. Kifejlődik a felvételi épülettel szerves kapcsolatban álló felüljárós vágánymegközelítés. Noha költségesebb, mégis megfelelőbb megoldásnak bizonyul, mint az aluljáró. Előnyei a tiszta áttekinthetőség, kevesebb mélyépítési munka. Alkalmazása főleg adott szintviszonyok mellett előnyös. A racionalizálás a nagyobb épületeknél a méretekkel való takarékoskodásra vezetett, kisebb épületeknél ezenkívül a személy- és áruforgalom helyiségeinek összevonása is gyakoribb. Amíg korábban az *állomásépületek* nem vittek vezető szerepet az architektúra egészében, most olyan magas kvalitásúak épülnek, amelyek az építészet egészét reprezentálják; elég ha *Stuttgart* már háború előtt tervezett, de most elkészült épületén kívül *Firenze* és *Amsterdam* épületeire utalunk. Az esztétikai és a technikai részeknek ebben az összhangjában — amely a vasúti építészetnél szembetűnő — rejlik valójában korunk építészetének legpozitívabb vonása. A két világháború közti korszak felvételi épületeinek különös jelentősége még abban is megmutatkozik, hogy ahhoz a nagyszabású újjáépítéshez, amely a második világháborút követően vált szükségessé, formailag, de elsősorban funkcióban — a kellő tapasztalatok gyűjtésével — biztos alapot szolgáltatott.

1. A historizmus maradványa

Az előző idők eklektikájának egyik késői, de nagyméretű példája *Barcelona—Termino* (1922). A nagy fejpályaudvar kéthajós csarnokát oldalt többszintes, töretlen kubuszu szárnyak határolják, a fejrészen csatlakozó előcsarnokot három csegelyes csehsüvegboltozat fedi, melyek kazettázott belső felü-



33. ábra. Barcelona-Termino. 1922

letükkel és az elválasztó dongaívek tagoltságával a neoeklektikát jellemző finomságot mutatják *(33. ábra)*.

Olaszországban a húszas években jelentős építőtevékenység folyik, s így itt sok állomásépület készül még a historizmus jegyében. A világháború szakította meg *Milano* építését (1913—1930, Stacchini terve). Az épület az amerikai neoeklektikára emlékeztető fellengzős monumentalitásával bombasztikus hatást keres, ugyanakkor a funkciók helyes kielégítése teljesen háttérbe szorul. *Catania* (1924), *Sassari* (1927), *Forli* (1927), *Falconaro* (1930) és az arányaiban kiegyensúlyozottabb *Frascati* (1931) is történelmi formakincsből válogat. A dél-tiroli állomások, így *Brennero* (1928) és *Bolzano* (1928) lényegesen újabb, fiatalabb felfogást mutatnak. A jelentős *Nápoly Mergellina* (1925) az erőltetett historizálás tarthatatlanságát tükrözi.

Köln/Deutz (1924, H. Röttcher terve), melyet még a háború előtt kezdtek meg, a Németországban is divattá vált neobarokk jegyében áll; *Weimar* (1922) nyugodtabb. A Heimatstil számtalan példáját láthatjuk kisebb-nagyobb felvételi épületek esetében *(Frankfurt/Oder)*.

Magyarországon *Zalaegerszeg* (1926—27, Fábián L. terve) voltaképpen a neoromantikához sorolható. *Szentes* épülete Pfaff Ferenc építészetének hagyományait eleveníti fel, míg *Békéscsaba* (Goszleth B. terve) a világháború előtti hazai szecesszió jegyeit hordja magán. Jelentős a *balatoni vonal állomásainak* átépítése, melynél a korszerű alaprajzi szempontokra való törekvés már érezhető. Formailag a népi építészetből vett motívumok és barokk reminiszcenciák

keverednek. A legjelentősebb *Székesfehérvár* átépítése (1930, Ney Ákos terve), ahol a korszerűsítés eredményeként épül meg a régi facsarnok helyén az aluljárós megközelítésű szigetperonos rendszer.

2. *A modern diadala*

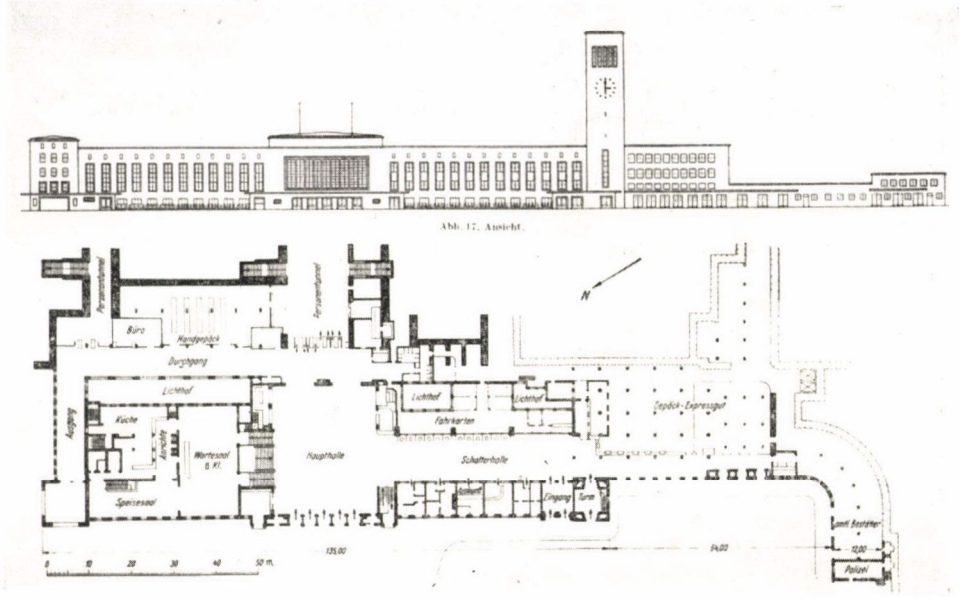
A Werkbund, a Bauhaus, Wright és Corbusier művei végre megtették hatásukat, az építésztársadalom átérezte az új építészet lényegét. A harmincas években, a modern építészet első fázisában a díszítetlen sík falfelületek és a kockaszerű épülettömbök általánosan elterjednek.

Németországban, Berlin közelében több kisebb felvételi épület készült e korra jellemző architektúrával. Figyelemreméltó a szász *Meissen* (1928, Mirus és Kreis terve) markáns épülettömege. A kétemeletes U alakú tömb sarkába ékelődő óratorony kiegyensúlyozott tömeget biztosít *Friedrichshafen* (1930—32) fejpályudvari épületének. Alaprajza és térkapcsolása a különleges elhelyezés miatt tér el a klasszikus megoldásoktól. Az átjárószerű előcsarnok a móló és a város felől egyaránt megközelíthető. A Stuttgart példájára támaszkodó nagy német épületek Düsseldorf, Oberhausen és Beuthen. *Düsseldorf* kétszintes, átmenő forgalmú ún. középállomás (1932—34, Kruger és Behnes terve) *(34. ábra)* egyben alaprajzi fejlődést is jelent. Az előcsarnokból külön szárny nyílik a jegypénztárak részére. A poggyászkezelés az előcsarnoktól el van választva. Érdekes, hogy az étterem és a várótermek egymás felett, a csarnok szintjéhez képest fél-fél emelettel eltolva foglalnak helyet. Az épületnek igen keskeny terület állt rendelkezésre, miért is hosszan elnyújtott. Ugyancsak kétszintes átmenő pályaudvar *Oberhausen* (1933). *Beuthen* (1931, Grossart és társai terve) tornya a pályaudvarra vezető út tengelyében városképileg fontos elem. Amíg az alaprajz a határforgalom sajátosságai által megszabott követelményeket elégíti ki, a külső kiképzés nélkülözi az előző példák esetében tapasztalható finomságokat. E nagy pályaudvarok formai hatása figyelhető meg *Merseburg* és *Zwickau* állomásépületein.

Angliában a London-környéki vasutak *Arnos Grove* (1932, Ch. Holden terve) *(35. ábra)* állomása a modern angol építészet egyik kimagasló alkotása. A markáns főpárkánnyal lezárt földszintes tömb fölé a henger alakú csarnok tömege nyúlik. Az üveg- és falfelületek helyes arányaival ez az épület felülmúlja kora legtöbb építészeti művét. Holden másik jeles alkotása a néhány évvel később épített *Uxbridge* vasbetonszerkezetű vonatfogadócsarnoka, amely alakjával voltaképpen átmenet a régi nagy csarnokok és az újabb perontetők között.

Bukarest Gara de Nord átépítése során a klasszikus építészeti elemek és a modern törekvések érdekes összhangja születik meg.

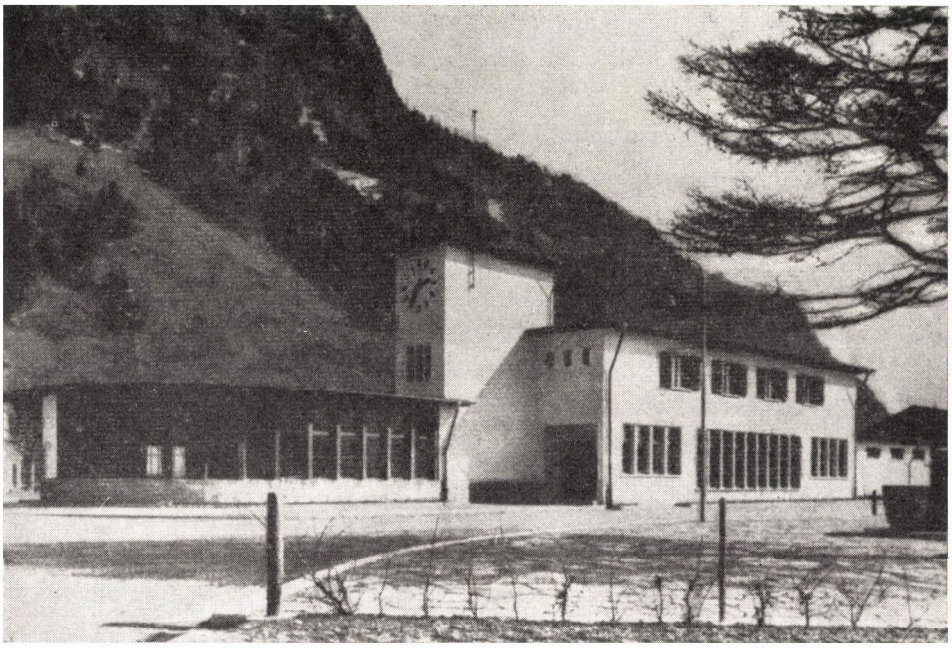
A svájci vasutak legnagyobb építkezése a két világháború között a 70 éves *Genf Cornavin* teljes átépítése (1927—33, Flegenheimer és Nager terve). A több ütemben lebonyolított átépítés során az elrendezés többszintű átmenő pályaudvart eredményezett. Legnagyobb érdekessége, hogy az előcsarnoktól lejtő, nem pedig lépcső vezet a szigetperonokat megközelítő alagúthoz. A főfunkciót azonban a vámkezelés helyiségeit megkerülő utasforgalom hosszú útvonala erősen rontja. A megnövekedett gépjárműforgalomra való tekintettel az épület megközelítéséhez az előtér átépítése is szükségessé vált; ez a követelmény a későbbiek során általánossá vált. Több konvencionálisabb épület mel-



34. ábra. Düsseldorf Hauptbahnhof. 1932/34. *(Krüger* és *Behnes* terve)



35. ábra. Arnos Grove (London). 1932. *(Charles Holden* terve)



36. ábra. Flüelen 1944/45. Funkcionalista felvételi épület középállomáson

lett a svájci vasúti építészet magaskvalitású alkotása a korszak végén épített kis *Flüelen* állomásépület (1944—45), a Gotthard-vonalon *(36. ábra)*.

Franciaországban a *Gare de l'Est* átalakítása Párizs egyik legnagyobb-forgalmú pályaudvarának funkcióit javította meg. Genfhez hasonlóan itt is építettek az előtéren át vezető aluljárókat. Jelentős alkotás *Versailles Chantiers* (1931—33, A. Ventre terve), mely teljes architektonikus egységbe kovácsolja a felvételi épületet, a szigetperonok felett húzódó felüljáró hídszerű építményét és az ennek a végén toronyszerűen elhelyezett váltóállító központot. Az így kialakult főtengelyt a pályaudvarra vezető út és a szimmetrikus zsákrendszerű állomáselőtér még jobban kihangsúlyozza. Formailag az épület nem éri el az elrendezésnél mutatkozó színvonalat; íves záródású nyílásai *Caen* (1936, Pacon terve) épületét is befolyásolták. A hajó—vonat forgalom új kulcspontjai *Brest* és *Le Havre* kikötőpályaudvarai, különleges funkcionális követelményekkel (V. Cassan tervei). Érdekes, hogy *Le Havre—Maritime*, csakugy mint *Reims Gare Centrale* (1930—34, M. Lemarec terve), vasbetonszerkezetű vonat-fogadócsarnokkal épültek, amelyek ugyan méretükben nem vetekszenek a 19. század végének nagy alkotásaival, de a perontetők korszakában különleges megoldást képviselnek.

A harmincas években szinte egyöntetűen állnak a modern építészet mellé az Olasz Államvasutak. Itt már a kisebb épületek is korán az új szellemben fogantak. Angiolo Mazzoni három jeles épülete iránymutatónak számít. *Reggio Emilia* (1936) épületénél az elnyújtott tömegből az előcsarnok sima kockaként lép elő. A helyiségek kapcsolatának, magassági és megvilágítási igényeinek megfelelő alaprajzi csoportosítás még pregnánsabban mutatkozik



37. ábra. Firenze Stazione Santa Maria Novella. 1936. *(Micheluzzi* és társai terve)

meg *Siena*-i épületén (1936). A főtömbben az előcsarnok-jegypénztár, váróterem, kijárati folyosó, poggyászkezelés és az étterem-konyhaüzem foglal helyet. Különálló a forgalmi helyiségek tömbje, ismét különálló a fűtés és a hivatali helyiségek épülete. Mindezeket egy vízszintes hangsúlyt is nyújtó tető kapcsolja egybe, mely a komplexumhoz köti még az áruforgalom és posta helyiségcsoportjait is. Hasonlóan érdekes tömegjáték jut érvényre Mazzoni *Trento* (1937) épületénél is, ahol a nagyvonalúan kialakított előcsarnok a terv legértékesebb része. Az olasz vasutak más épületei *(Anzio*, 1934; *Viareggio*, 1936; *Aprilia*, 1937; *Ventimiglia*, 1938; *Iesi*, 1938, s a jelentős *Como*, 1938) sem maradnak el értékben Mazzoni alkotásaitól. A legnagyobb jelentőségű olasz épület a *Firenze Stazione di Santa Maria Novella* (1936, Micheluzzi és társai terve) *(37. ábra)*. Stuttgart után ez a nagy fejpályaudvarok fejlődésében a soronkövetkező lépés. A haladás itt elsősorban a szerkezetre és formára vonatkozik. A történelmi környezetbe helyezett épület főhomlokzatán az előcsarnok aszimmetrikus elhelyezését a beforduló előtető erős árnyékhatása ellensúlyozza; a nagy sima falfelület — amelybe az üvegfelület harmonikusan metsződik — dominál.

A negyvenes évek elején Schelling két Amsterdam-külvárosi pályaudvara irányadó. *Amsterdam Amstel* (1939) állomás oldalsó helyzetű felvételi épület, átmenő pályaudvar mellett. Az előcsarnok tömbje kétszintes, az alsóban 2500 kerékpár részére van férőhely. Maga az előcsarnok hatalmas üvegezett falakkal határolt tér, hossztengelyével a szigetperonokra merőleges. A terv egyenlő gondossággal oldja meg az állomáselőtéri városi közlekedési eszközök és az előcsarnok közötti, valamint az utasforgalmi rész és a peronok közötti kapcsola-



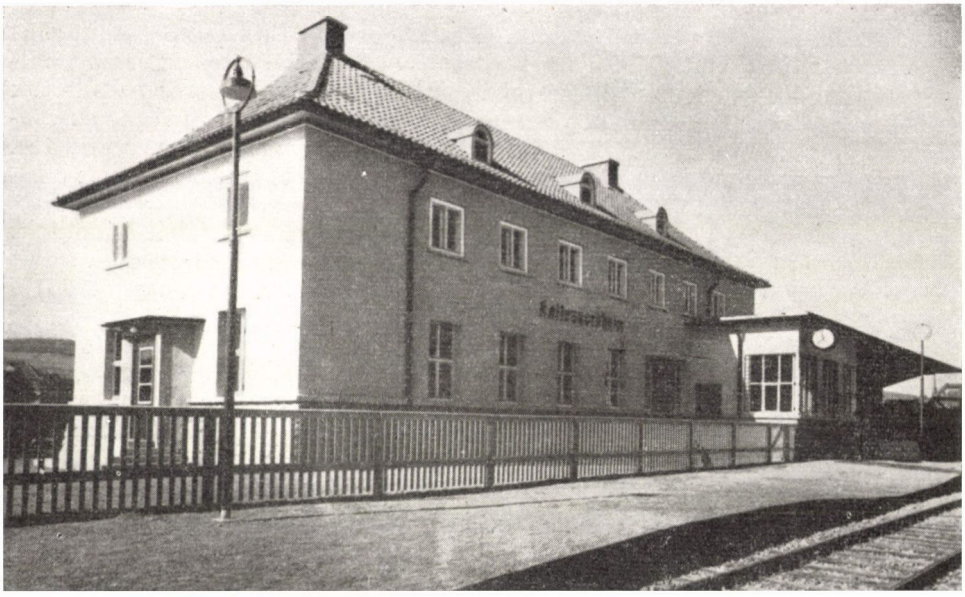
38. ábra. Blankenberg. 1936. *(Henry van de Velde* és társai terve)

tot. Az előcsarnok architektonikus kihangsúlyozása mutatja, hogy az utasforgalom fő funkciói már mind e térbe koncentrálódnak. *Amsterdam Muidenpoort* (1940) különleges helyszíni adottságokhoz igazodik, ékalakú területen. Az előcsarnok forgalmát üzletsor bontja érkező és induló irányra. Amstelhez hasonlóan itt is van a szigetperonokon kisebb befogadóképességű váróterem.

Az európai vasúti építészet jellegzetes művei e korból a finn *Tampere* (1933—38, E. Seppälä terve) sima kubuszával, a dán *Fredericia* (1936) a vágányok feletti felüljárót lefedő nagy nyeregtető nyújtotta érdekes tömegjátékával, és Henry van de Velde *Blankenberg* (1936) *(38. ábra)* felvételi épülete Belgiumban. A Szovjetunió, mely a szocializmus építését e korszakban kezdi meg, szintén épít több jeles felvételi épületet (így a modern *Szocsi*-t), vasutainak építészete azonban a második világháború után bontakozik ki teljesen.

Magyarországon *Kiskunfélegyháza* (Goszleth B. terve) jelzi az első felvételi épületet, amely külsején az új építészet jegyeit hordja. Igen sikerült *Máriabesnyő* (1936, Ney Á. terve) szigetperonon elhelyezett épülete, mely nagy vasszerkezetű perontetőhöz kapcsolja az utasforgalom szerény helyiségeit. *Kecskemét* átépítése mellett *Kőbánya alsó pu.* (Kamarássy terve) tükrözi a negyvenes évek elejének konstruktivista magyar építészetét.

Itt kell megemlíteni, hogy a kisebb vasúti épületeknél a külső architektúra gyakran támaszkodott a táj, illetőleg a népi építészet hagyományaira. Az ilyen törekvések az építészet századforduló körüli érdeklődéseire vezethetők vissza, amikor is a formakincs növelésére irányuló szándék ösztönözte a kutatásokat, amelyek sok elhanyagolt adatot, népművészetet hoztak felszínre. A vasúti épületeknél gyakran a tájba, illetve a falu környezetébe való illeszkedés miatt alkalmazták ezeket a motívumokat. Különösen Németországban jutott az első világháború utáni években ez az irányzat általános



39. ábra. Kaltennordheim

érvényre. Az 1924-ben épített Tölz—Lenggries vonal épületeinél még az őrházak is alkalmazkodnak a bajor népi építészethez. Sokkal pozitívebben értékelhető az, amikor a népi építészetből a formák egyszerűbb, tisztább interpretálásához merítenek. Szép példa erre a nyugodt megjelenésű *Kaltennordheim* (1934) *(39. ábra)*. A hasonló szellemben fogant svájci *Mosen* (1935) állomásnál a racionalizálás érdekében egyesítették a kisforgalmú felvételi épületet az árukezeléssel. A népi és a modern építészet sikeres összhangját tükrözik a *Müglitzthalbahn* épületei (1941, R. Spröggel tervei). A vonal kis megállóhelyi és állomási felvételi épületei, melyek anyagszükségükben is alkalmazkodnak a hegyvidék nyújtotta fa- és kőépítkezés adottságaihoz, formájukkal, homlokzatfestésükkel és alakjukkal átgondolt, mintaépítmény jellegűek *(Bärenstein, Weesenstein, Altenberg)*. A magyar vasutak mentén a már említett *balatoni vonal* néhány átalakítása mellett *(Gárdony, Balatonzamárdi)* a népi jelleget a *Déda—Szeretfalva* között épített állomások akarták kifejezésre juttatni, de legtöbbjük inkább erőltetettnek hat.

3. A perontető

A perontető, mint láttuk, a funkcionális kétszintes pályaudvarral együtt a 19. század utolsó éveiben fejlődött ki. Előnye gazdaságosságában rejlik, mert míg a csarnok tetőt húzott a vágányok fölé is, addig a perontető csak az utasok által használt területsávot fedi le. A perontetők fából, acélból vagy vasbetonból épültek, de gyakoriak a vegyes szerkezetek is. Alakjukra nézve egy vagy kétoszlopsoros alátámasztási módokat különböztetünk meg. Fából épült *Interlaken* (1939) pályaudvaron a 2. peron tetője, íves ragasztott tartókkal, kettős zsaluzattal, aminek következtében alulról síkfelület látszik. Az esővíz-

elvezetés középső csatornával történik. Ezzel ellentében *Däniken* (1944) ugyancsak enyvezett kivitelben készült perontetőjénél a vízelvezetés az ereszvonalban végigmenő csatornák segítségével történik. A kétoszlopsoros perontetők voltaképpen a régi facsarnokok peronra helyezett kisebbített másai, az esővizet nyeregtetőszerűen vezetik el kifelé *(Dunakeszi műhelytelep,* régi tető). A fát szívesen használják vas- és vasbetonszerkezetű tetők alsó síkjának borítására, tetszetős felülete miatt *(Bratislava).*

A vasszerkezetű tetők szélesebben elterjedtek, mint a fából készültek. Az első világháborút megelőző időkben kizárólag szegecselt kötésekkel, a két világháború között már gyakran hegesztett kivitelben. *Lugano*-ban (1933) a tartóváz T alakú keretekből áll, amelyek 14,3 méterenként vannak elhelyezve, s kétoldalt elhelyezett szelemenekkel hordják a tető fahéjazatát. Hasonló elvek szerint készült *Genf-Cornavin* (1931—32) állomáson a 2. peron lefedése, de a T alakú keret kinyúlása itt nagyobb. Ugyanitt a 3. peronon kétoszlopsoros hegesztett vázú perontető készült. Befelé lejtő tetősíkokkal épült *Máriabesnyőn* a kétoszlopsoros, konzolos perontető. *Bukarest Gare de Nord*-nál hasonlóan vasszerkezetű perontetőt alkalmaztak, de itt a fejállomás nyelvperonjainak lefedését szolgálta.

Már Tony Garnier híres Cité Industrielle tervében, vasútállomásánál vasbetonszerkezetű perontetőt ábrázol. Valóban ezt az alakot valósítják meg általánosan a harmincas években. *Firenze* nyelvperonjain egyoszlopsoros kivitelben készült a karcsú vasbetonszerkezet. *Trento* állomáson hasonló megoldásnál a szögletes pillérek és a sík tetőforma monumentális alakzatot mutat, s formailag idomul az állomás homlokzatához. *Loughton*-ban gombafödémszerű kialakítással alkalmaztak egyoszlopsoros kivitelű vasbetonperontetőt. A vasbetonépítés klasszikus modorában, kétoszlopsoros kivitelben készült *Tatabánya* szigetperonján a tető. A tetősíkok az oszlopállások felé lejtenek, miért is a tetősík metszete W alakú. Ez az alakzat még a régi vasszerkezetű perontetőkre vezethető vissza (Győr). A vasbeton perontetők szempontjából ez a korszak még csak első lépésnek tekinthető, a szerkezetek tökéletességük teljét az előregyártás és feszítés elterjedésével, az ötvenes években érik el.

IV. Az újjáépítés

(1945—)

A *második világháború* pusztításai a vasutaknak súlyos károkat okoztak. A háború által sújtott területeken a pályaudvarok nagyrésze megrongálódott vagy elpusztult. Az újjáépítés, amely az ötvenes években is még tart, éppen a pusztítások nagy mértékénél fogva oly sok vasúti épület építését kívánja, hogy az helyenként a nagy vasútépítések korának építészeti tevékenységét is meghaladja. Az újjáépítésre elsősorban a gócpontokon, tehát a nagyobb épületeknél van szükség. Az újjáépítés során igyekeznek azoknak az elveknek érvényt szerezni, melyek a vasúttechnika, az építőtechnika és a közlekedés más igényei következtében alakultak ki. A második világháborút követő időben a távolsági közlekedés terén a légiforgalom, a környéki forgalomnál a gépjármű jelent — most már komoly — versenytársat. A vasút a gyorsabb közlekedéssel és a nagyobb kényelem biztosításával veszi fel a harcot. Az újjáépítés mellett a még fokozottabb harc a gazdaságosságért a *vasutak gyökeres rekonstrukcióját* teszi szükségessé, ami a vasútüzem egész területére kihat. Egyes kisforgalmú



40. ábra. Szocsi

vonalakat megszüntetnek, igyekeznek megoldani a nagyvárosok hálózatainak problémáját, de csak kevés helyen sikerül gyökeres megoldásra jutni. A távközlő-, jelző- és biztosítóberendezések fejlesztése növeli a meglevő vonalak átbocsátóképességét és a forgalom biztonságát.

Nehéz áttekintést adni a közelmúlt építészeti tevékenységéről. Amíg az Amerikai Egyesült Államokban a negyvenes évekig, a szocializmus építésének útjára tért országokban pedig az ötvenes évek közepéig általánosan még a *historizálás* utócsengése érvényesül, addig máshol az ún. *modern építészet* az első, puritán fázisából már továbbfejlődik egy differenciáltabb tömegalkotást és részletképzést alkalmazó, de változatlan alapelveken nyugvó irányzat felé. Napjainkban ez a tendencia már szinte általánosítható. Különösen rá kell mutatni azokra a változásokra, melyeket az építőipar gépesítése, az új szerkezetek (feszített beton, előregyártás) és az új anyagok (műanyagok) alkalmazása jelent.

A vasúti építészetben, a *racionalizálás* eredményeként — pl. a nagy károkat szenvedett német épületállomány — a megnövekedett igények ellenére az eredeti össztérfogat 70%-ával kívánják újjáépíteni. Ezt a nagy belmagasságú reprezentatív terek takarékosabb megoldásával, az alaprajz racionálisabb megoldásával igyekeznek elérni. A fejlődésre — amennyire az ma már egyáltalán áttekinthető — az a polarizáció jellemző, mely a súlypontot a tulajdonképpeni felvételi épületről egyrészt a vágányokkal érintkező *peronokra*, peronlefedésekre, peronmegközelítésekre, másrészt az *állomáselőtéren* a felvételi épület utasáramlásának és a városi közlekedési eszközöknek találkozópont-

jához tereli. Míg az elsőnél már az előző periódusban is kiforrott alkotásokat láttunk, addig a megnövekedett *gépjárműforgalom* az állomáselőtér kérdését vetette fel, amely a múlt században még csak a parkosítás esztétikai problémájára szorítkozott. Miként 50 évvel ezelőtt a vágány felőli oldalon, most gyakran itt is segítségül kell venni a tervezések során a „második síkot", és a forgalom keresztezésmentes, zavartalan lebonyolítása érdekében alábújtatásokat, hidakat, aluljárókat kell építeni. Igen jellemző az egyes közlekedési ágazatok koordinációja folytán némely felvételi épületnél megmutatkozó, közvetlen kapcsolatból származó, megváltozott igény is. Így pl. *Maçon* állomáson a felvételi épület egyaránt szolgálja a vasút és az autóbuszállomás utasait, s ehhez T alakú alaprajzi kontúrba felfűzött helyiségcsoportosítást alkalmaz. Az előcsarnok a középpontban foglal helyet. Hasonlóképpen érdekes és jellemző *Gatwick Airport* épülete, mely a Nagy-London melletti repülőtér utasainak közvetlen beszállási lehetőséget nyújt a repülőtéri épületből. Természetesen, ezek mellett a kiragadott jellegzetes példák mellett az állomásépületek nagy része a funkciók már korábban ismert követelményeinek igyekszik megfelelni.

E kor részletes ismertetése egy, a történeti fejlődést elemző tanulmány keretében nem lehet cél; az előző fejezeteknél is vázlatosabb ismertetése, a legnevezetesebb alkotások megemlítése azonban a teljesség kedvéért elengedhetetlen. A helyes példák kiragadása azonban itt — éppen a történeti távlat hiánya folytán — még nehezebb.

A *Szovjetunióban* a második világháborúban bekövetkezett pusztítások után nagyszabású újjáépítési, illetve korszerűsítési munka indult, amelynek során százával építették az új felvételi épületeket. A Szovjetunió vasutainak a mienktől eltérő adottságai, így a rendkívül hosszú utazási távolságok, a felvételi épületek alaprajzában is különleges szempontokat érvényesítenek. A várótermeket a környéki és távolsági utasok igényeinek megfelelően választják szét, fokozottan ügyelnek az utasok kényelmére, a gyermekek pihentetésére és az utasok egy részének átmeneti elszállásolására. Érdekes a poggyászforgalomnak konzekvens különválasztása az utasforgalom egyéb funkcióitól. A poggyászfelvétel többnyire az alagsorban, az előcsarnok alatt foglal helyet. Az új pályaudvarok közül a közepes nagyságúak is már mind szigetperonos rendszerűek. Építészeti forma szempontjából az ismert alkotások nagy részét még az építészetet ért bírálat előtti időben tervezték. Így azok az építési elvek, amelyek ma a Szovjetunióban mértékadóak, még nem érvényesülhettek a vasúti épületeknél, mert azok túlnyomó részben a háború utáni újjáépítés első fázisában kerültek megvalósítására. *Ogyessza* (1952, L. M. Csuprin és V. V. Bereznickij terve) újjáépítésénél kisebb beépített épülettömbbel a régi befogadóképességet 65%-kal növelték. Az épület L alaprajzú, fejpályaudvart szolgál ki, a távolsági és környéki utasok teljes elválasztása érvényesül. *Harjkov* (1952, G. I. Volozinov és munkatársai terve) több tervpályázat lebonyolítása után került kivitelre, a felvételi épület maga 104 ezer m³. Itt is érvényesül az előcsarnok alapterületének a váróhelyiségek rovására történő növelésének elve. *Kurszk* (1952, I. G. Javejn terve) épületén a különös gonddal kiképzett belső terek figyelemre méltóak. *Sztálingrád* (1954, A. V. Kurovszkij és társai terve) formájában az orosz klasszicizmus hagyományait tükrözi. Az épület belső tereinek méretét az előcsarnok 26 méteres belmagassága jellemzi. A megnövekedett fürdőforgalom miatt az alig húsz éves épület helyére újat emeltek *Szocsi*-ban *(40. ábra)*. A Fekete-tenger partján figyelemre méltó ezen-



41. ábra. Roma Termini 1947/50. *(Montuori, Calini* és társaik terve)

kívül *Szimferopol* és *Szuhumi* új épülete is. Alaprajzában valamennyi a különleges igények és a szükséges reprezentáció figyelembevételével készült, az utasforgalmi rész a vasútüzemi résztől teljesen el van választva; utóbbi többnyire külön épülettömbben helyezkedik el. Igen gyakoriak a Szovjetunióban a vágányok közé épített szigetpályaudvarok, amelyeket aluljárókon lehet megközelíteni *(Orel, Szmolenszk, Lozovaja).*

A vasúti felvételi épületek csoportjától különálló, de építőművészeti jelentősége miatt feltétlenül megemlítendő külön csoportot képez a *moszkvai földalatti vasút.* Az egyre bővülő vonalhálózat mentén valamennyi állomást a nemzeti és népi építészeti hagyományok formakincsének gazdag és színes csoportosításával építették fel.

Olaszországban építették a háború utáni pályaudvarok egyik legnagyobb feltűnést keltett példányát, a modern építőművészet sorában általánosan elismert *Roma Termini*-t (1950, Montuori, Calini és társaik terve) *(41. ábra).* Az architektonikus hangsúlyt a vágányok teljes szélességét átfogó sima épülettömb alkotja, mely 5 emeletsoron át a vasútüzem irodahelyiségeit foglalja magába. Az 5 emelet mindegyike 2 ablakszalaggal van megvilágítva; ez a kedvező bevilágítást célzó megoldás formalisztikus utánzásra késztette Rotterdam Central tervezőit. A főtömbhöz aszimmetrikusan csatlakozik a teljesen üvegezett előcsarnok, amelyet egy merész hullámvonalú és messze kinyúló tető fed. Az éttermi szárny kisebb tömbje az átellenes oldalon nyúlik ki a hom-

loksíkból. A forgalmat 22 fejpályaudvari vágány bonyolítja le, a magas irodaépület a vele azonos magasságú oldalszárnyakkal együtt U alakban fogja közre a 10 közbenső perontetővel fedett „pályaudvart". A keresztperon és előcsarnok közötti főlépcsők — amelyek egyben az ötemeletes irodaépületet is kiszolgálják — közvetlen kapcsolatot teremtenek a földalatti vasúthoz. Az épület előtt gondosan megoldott előtér helyezkedik el. Hasonlóképpen tervpályázatokon érlelődött ki *Velence St. Lucia* pályaudvarának új, sima homlokfelületű épülete. Ezzel szemben több olasz állomásépület, így *Foggia*, *Verona Porta Nuova*, *Padova Stazione Centrale* a klasszicizálás jegyeit hordja magán.

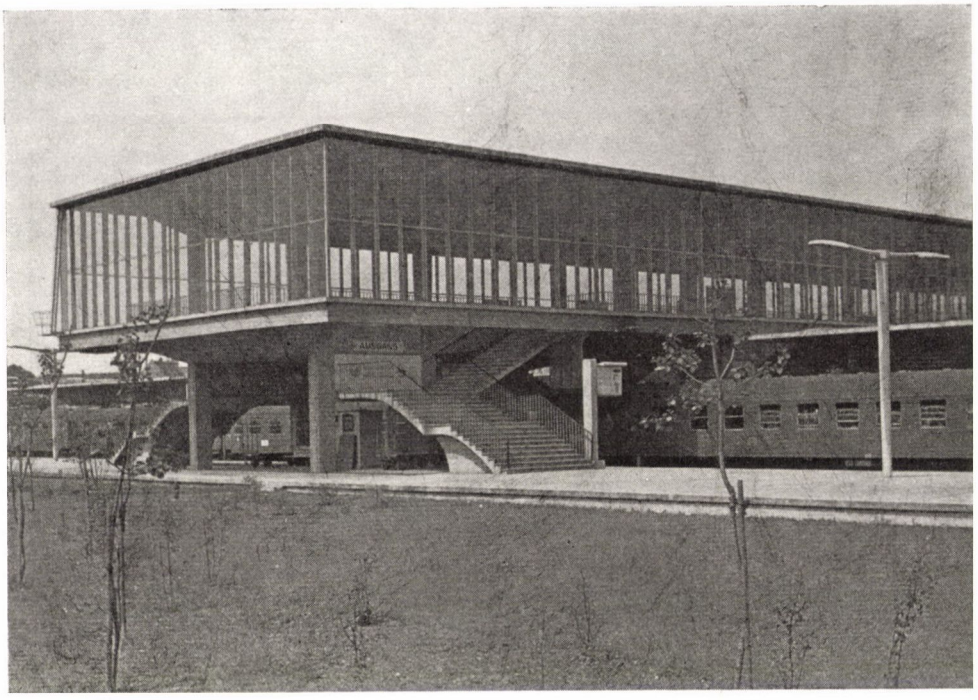
A *Német Demokratikus Köztársaságban Lipcse*, Európa legnagyobb pályaudvarának helyreállítására fordítanak nagy gondot. Más jelentős állomások rekonstrukciójára is sor kerül *(Dessau, Magdeburg)*. Több kisebb új épület a tájépítészet tradícióinak figyelembevételével korszerű megoldásokat reprezentál *(Falkenhagen, Hohen Neuendorf West)*. A *Német Szövetségi Köztársaság* építkezései közül jelentős *Heidelberg* vonaláthelyezés következtében szükségessé vált új átmenő pályaudvarának épülete *(42. ábra)*, továbbá *Köln*, *Bochum*, *München* újjáépítése, mely egészen modern alkotásokat eredményezett. Ezeket a munkákat elsősorban a vasútüzemi szempontok jó kielégítése jellemzi; egyedül München előcsarnokának építészeti megoldása mondható feltétlenül sikerültnek. Több épület előcsarnokában a vasút, illetve vasúttörténet egyes mozzanatait szimbolizáló képzőművészeti alkotások festik alá az épületek rendeltetését. Németországban több formalisztikus alkotás is született *(Goch)*.

Franciaországban Auguste Perret posthumus műveként épült meg *Amiens* (1958), kissé tartózkodó formanyelvvel. A tengeri kikötők pályaudvarainak újjáépítése *(Calais Maritime)* során a belső terek reprezentatív kiképzésére fordítottak gondot. Az újabb művek közül *Angers St. Loud* és *Poitiers* (Peirani terve) említésre méltóak.

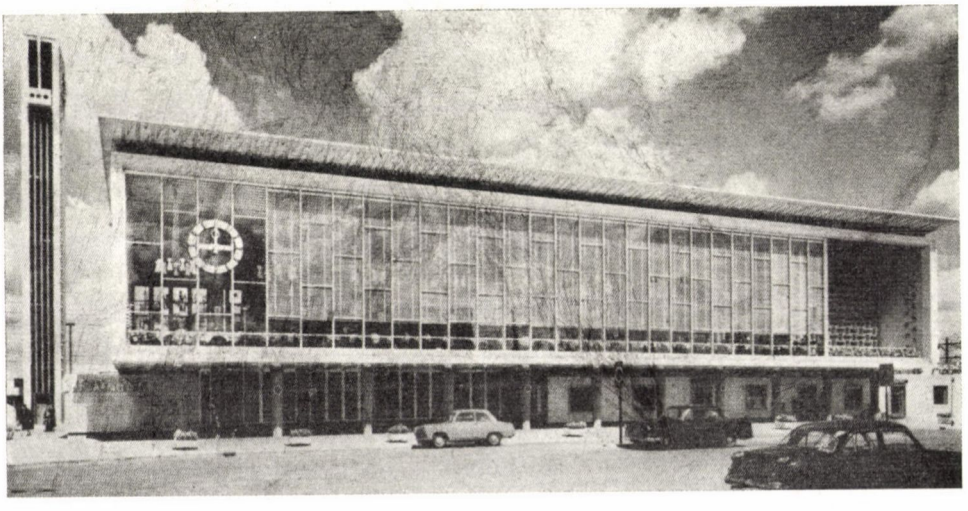
Hollandiában több nevezetes épületet emeltek. *Rotterdam* újjáépítése során íves alaprajzú felvételi épületet csatlakoztattak a szigetperonokhoz. A főtömb íveltsége mintegy jelképezni kívánja az épület és az előtér forgalmának összeforrottságát. Az amsterdami épületeiről neves Schelling két újabb épülete *Enschede* és *Hengelo* érdekesen inkább enyhe eklektizálást mutat, s ha a funkciókat ki is elégíti, formai téren nem tekinthető haladásnak. A holland vasutak legjobban sikerült épülete *Eindhoven* állomáson épült (1958, K. van der Gaast terve) *(43. ábra)*. Az épület fekvő hasáb alakú tömbje a homlokfalon majdnem teljes egészében alumíniumkeretbe foglalt üvegtáblákkal van megnyitva, e mögött az étterem foglal helyet. Az előcsarnok az állomáselőtérrel két oldalon áll kapcsolatban; ennek a lehetőségnek kiaknázása az előtér nagy forgalmának kedvező kialakítását tette lehetővé.

Csehszlovákiában *Pardubice* (1958) új épülete jelentős; az épület magját a hosszan elnyújtott nagy előcsarnok képezi.

A hazai újjáépítés első eredménye a negyvenes évek szellemében fogant *Sárbogárd* (1948). Az ötvenes évek elején több kisebb épület készült a Középterv, illetve Uvaterv tervezőinek (Győr József, Molnár Rudolf, Ránky József, Vass Dénes) munkája nyomán. Ezek, a funkciók tökéletes kielégítése mellett, egyszerű alakzatra törekszenek *(Balinka, Kóny, Balatonszabadi-Sóstó [44. ábra]* stb.). *Pécel* nagyságrendileg egy nagyobb lépcsőt képvisel, *Sztálinváros* az ötvenes évek elejére jellemző formanyelvet interpretálja. A nagyobb állomások közül *Nyíregyháza* épült elsőnek (1949, Gilyén—Zahradniczky terve); jellegzetessége a forgalmi szolgálat kettéválasztása révén a rendelkező forgalmi



42. ábra. Heidelberg. 1955. *(Helmuth Conradi* terve.) Az utasforgalmat szétosztó keresztcsarnok a vágányokat hidalja át



43. ábra. Eindhoven. 1956. *(Van der Gaast* terve.) Az üvegfal mögött az első emeleten az étterem helyezkedik el, mögötte az előcsarnok légtere



44. ábra. Balatonszabadi-Sóstó. 1949. *(Győr József* terve)

szolgálatnak a homlokzaton is domináló elhelyezése. *Székesfehérvár* (1951, Kelemen László terve) építését erős megkötöttségek jellemezték. Az épület hangsúlyos főtömegét alacsonyabb szárnyak szegélyezik. Architektúráját még a historizálás jellemzi. *Hatvan* (1956, Nagy B.— Félix terve) új felvételi épülete szakít a hagyományos tömegtagozódással, s a belső udvarok köré csoportosított helyiségeket egy hosszabb épülettömbbe tömöríti, melyet kisebb sarokpavilonok lazítanak. A hiányzó szigetperonos rendszer miatt a komplexum nem tudja jól kielégíteni az utasforgalom funkcióit. *Győr* (1954—1960, Éhn—Vass—Dianóczky terve) a legnagyobb magyar állomásépület, amely az utóbbi 50 évben épült. Tömegtagozódása nem fedi a helyiségek funkcióinak csoportosítását. Belső kiképzése modern és reprezentatív, ha nem is feltétlenül gazdaságos.

A második világháború utáni szerkezeti és esztétikai fejlődést talán legszemléletesebben a *perontetőkről* olvashatjuk le. Az alapot ehhez azok a létesítmények szolgáltatták, amelyeket az előző fejezetben tárgyaltunk.

A fémszerkezetű perontetők száma mindenesetre továbbra is elmarad a vasbetonszerkezetek száma és jelentősége mögött. *Párizs Austerlitz* állomáson idomacéloszlopokon nyugvó, illetve azokra függesztett fémvázas, alumíniumlemezborítású perontető készült. *Gatwick Airport*-nál kétoszlopos karcsú acél szerkezetet építettek, a tető szinte teljesen üvegezett, s ennek következtében az építmény hatása könnyed; az acél- és üvegkonstrukciók, amelyeknek olyan jeles tradícióik vannak éppen a vasúti építményeknél, itt újabb szép példával gazdagodtak. A betonszerkezetek közül figyelemre méltóak a feszített megoldások. *Heidelberg* pályaudvar szigetperonjain a 3,50 magas oszlopokról két negyedkörív alakú héjlemez indul ki. Az esztétikai hatást növeli, hogy a peron-



45. ábra. Rotterdam Centraal Station. 1958. *(Ravesteyn* terve)

végeken, a beforgatás miatt, szintén csak az alsó felület látható. A tetők középpillérsorosak, csak a poggyászalagút betorkolásánál váltottak át kétoszlopsoros rendszerre. Az utófeszített héjszerkezet vastagsága mindössze 7 cm. Ugyancsak héjszerkezetű tető készült *Koblenz*-ben. *Rotterdam Centraal Station* perontetőinek *(45. ábra)* pillangószerű vonalvezetése a peronvégeken teljes mértékben érvényesül. A kedvező éjszakai megvilágítás a perontető hatását csak növeli. Az előregyártott szerkezetek masszívabb hatást kölcsönöznek az építményeknek. *Portishead* két oszlopsoros, konzolos rendszere bevilágítást biztosít a kifelé emelkedő tetősíkok felett, s így a peron vonat benntartózkodása esetén is világos marad. Szellemes szerkezetű és csomópontú megoldásokkal épültek *Székesfehérvár* és *Dombóvár* előregyártott perontetői; *Győr* esetében helyszínen készített tartókeretekre előregyártott tetőlemezeket helyeztek. A vegyes szerkezetek közül a legfigyelemreméltóbb a *Winterthur-Grüze* perontető, melynél a 90 méter összhosszúságú tetőt mindössze 3, gondosan kiképezett pillér hordja. A 12 méteres hosszirányban vett konzolok mellett keletkező két 33 méteres támaszközt 1,25 m átmérőjű hegesztett fémcső hidalja át; erre támaszkodik, illetve ennek felső részéhez van kifüggesztve a tető két kinyúló síkja, mely előregyártott elemekből készült. Ha mindehhez hozzávesszük, hogy a szigetperon ívben fekszik, és a tetőket a forgalom teljes fenntartása mellett kellett elkészíteni, akkor láthatjuk, hogy itt valóban korszerű, a mérnöki és építészeti tudást egyesítő megoldással állunk szemben.

*

A vasúti épületek fejlődéstörténete — az építészettörténeti szempont elsődlegessége mellett — egyben dokumentálja azt a kibontakozást, amely a

19. század közepe óta technikai és kultúrtörténeti vonatkozásban előbb a kapitalizmust, majd a szocializmust építő társadalmak törekvéseit jellemzi. A téma technikai vonatkozását az építőtechnika fejlődésének szemmel követhető lépcsőin kívül a vasutak állandó fejlődése mutatta, míg a kultúrtörténeti faktort maga a közlekedés ténye nyújtja, mely az élet egészét átfogja, és napjaink mindennemű megnyilatkozásának elengedhetetlen alapszükségletévé vált. A közlekedési építészet története ezért — úgy hiszem — sokkal átfogóbb képet nyújt az elmúlt 100—150 év építészeti és technikai fejlődéséről, mint azt akár az ipari, mezőgazdasági, sőt a lakóépületek fejlődéstörténete tenné, melyek inkább csak a kultúrtörténet egy-egy szektorát tükröznék. Jelen tanulmány keretei nem tették lehetővé a kérdés széleskörű megvilágítását, a részletkérdések elemzésére alig nyílt mód, s az ábrák csak futó benyomást kelthetnek az olvasóban. Ezért írásom inkább csak az érdeklődést kívánja e terület iránt felkelteni, mely a legújabbkori építészettörténetben — a fent vázolt átfogó jellege ellenére — eddig még szinte feldolgozatlan maradt.

IRODALOM

A vasúti épületek történetére vonatkozó irodalom elsősorban egyes épületek ismertetésére szorítkozó szemelvényekből állítható össze, melyek ritkábban építőművészeti, többnyire vasúti szakfolyóiratokban találhatók. Átfogó történeti áttekintést csak néhány külföldi munka nyújt; többnyire ezeknél is a hangsúly saját országuk építményeinek ismertetésén van.

ÁTFOGÓ MŰVEK:

Carroll L. V. Meeks: The railway station. An architectural history. London. *The Architectural Press*, 1957.

Edmund Heusinger von Waldegg: Atlas zu dem Handbuch für spezielle Eisenbahn-Technik. Erster Band. Der Eisenbahnbau. *Leipzig.* Verlag von Wilhelm Engelmann 1871.

Paul von Röll: Enzyclopädie des Gesamten Eisenbahnwesens. *Berlin.* 1912—13. Band 4: „*Empfangsgebäude*", Band 6: „*Hallen*".

R. Campanini: Edifici dei trasporti (Documenti de architettura composizione e tecnica moderna (Editore Vallardi Milano, 1945).

Vincenzo Lena: Le grandi stazioni per viaggiatori. Urbanistica ed architettura ferroviaria (4 folytatásos közlemény az Ingegnieria ferroviaria 1953. 10, 1953. 11, 1954. 2, és 1954. 3. számban).

Fodor Jenő: Vasúti épületek (Felvételi épületek). *A mérnöki továbbképző Intézet kiadványai.* É. 37. sz., 1949, valamint átdolgozott kiadása: *Fodor Jenő—Mangel János :* Vasúti felvételi és áruforgalmi épületek. Közlekedési Kiadó, 1953.

FONTOSABB RÉSZ-MŰVEK:

Magyarország

Das Eisenbahnwesen in Ungarn seit 1867. *D. Julius Perner :* Hochbau. (Hermann Strach: Geschichte der Eisenbahnen der Österreichisch-Ungarischen Monarchie. III. Band.)

Vasúti felvételi épületek tervbemutatója. Uvaterv, 1956. Kézirat.

Anglia

Christian Barman: An introduction to railway architecture. *(London. Art and Technics,* 1950.)

Ausztria

HERMANN STRACH: Geschichte der Eisenbahnen der Österreichisch-ungarischen Monarchie. I—IV. Band. Wien—Teschen—Leipzig. 1898.
(Különösen a II. kötetben: *Ernst Reitler :* Bahnhofsanlagen; és *Hartwig Fischel :* Hochbau.)

Németország

H. RÖTTCHER: Empfangsgebäude der Personenbahnhöfe. *Berlin.* 1933.
Berlin und seine Eisenbahnen I—II. Verlag von Julius Springer, *Berlin.* 1896.
RICHARD SPRÖGGEL: Hochbauten der Eisenbahn, Springer Verlag, 1954.

Svájc

Ein Jahrhundert Schweizer Bahnen 1847—1947. Verlag Hubert et Co. Ag. Frauenfeld. Zweiter Band. III. Hochbauten.

Szovjetunió

G. P. ZAPOROZSCEV—SZ. I. JAKUSIN: Novje zseleznodarozsnje vokzali. Transzzseldorizdat 1957.

FOLYÓIRATOK:

Architectural Review
Eisenbahntechnische Rundschau
Ingegnieria ferroviaria
Közlekedéstudományi Szemle
Magyar Mérnök és Építész Egylet Közlönye
Organ für die Fortschritte im Eisenbahnwesen
Railway Gazette
Revue Generale des chemins de fer
Zeitschrift für Bauwesen
Zentralblatt der Bauverwaltung stb. stb.

A kézirat beérkezett 1961 január hóban.

JEGYZETEK.

[1] *N. Pevsner :* Europäische Architektur, 646. o.

[2] A Tiszavidéki Vasút épülettípusainak teljes sorával szerző „*Romantikus magyar vasúti épületek*" c. cikke foglalkozik *(Műemlékvédelem,* 1959. 3.)

[3] *Christian Barman* szerint a vasutak építészetében a nagyszabású alkotások sorát King's Cross nyitotta meg, melyhez a tervező *Lewis Cubbit* a moszkvai cári lovarda megtekintésekor kapott ihletet.

[4] A pályázatot a Schweizerische Nordostbahn igazgatósága írta ki.

Az ábrák eredete

Magyar Szovjet Baráti Társaság: 27, 40; UVATERV: 44; Deutsche Reichsbahn: 10, 32, 39; Deutsche Bundesbahn: 42; Ferrovie dello Stato Italia: 22, 37, 41; Nederlandsche Spoorwegen: 26, 45; Red Ferrocariles Espanoles: 33; Societé Nationale des Chemins de fer Belges: 30, 38; Societé Nationale des Chemins de fer Français: 19. — *Reprodukciók : Barman :* An introduction to railway architecture: 3, 5, 6, 8, 16, 35; Berlin und seine Eisenbahnen: 21; Budapest Nyugati pu. (album): 24; *Meeks :* The railway station: 17; *Röttcher :* Empfangsgebäude: 25; *Spröggel :* Hochbauten der Eisenbahn: 34; *Süss :* Die Geschichte des Münchner Hauptbahnhofes: 4; *Vom Adler zum Komet :* 9; 1847—1947. Ein Jahrhundert Schweizer Bahnen: 36. — *Folyóiratok :* Ingegnieria ferroviaria: 12; Magyar Mérnök és Építész Egylet Közlönye: 28; Rail et route: 11. Reichsbahnkalender, der: 15; Vasárnapi Ujság: 7. — *Képeslevelezőlapok :* 18, 20, 29, 31. — *Szerző felvételei és rajzai :* 1, 2, 13, 14, 23, — *Egyéb*: 43.

BŐRŐCZ IMRE

SZIVÁRGÁSI FELADATOK MEGOLDÁSA TRIGONOMETRIKUS FÜGGVÉNYSOROKKAL

Bevezető

Egyes szivárgási feladatokra, például gát alatti vagy szádfal körüli talajvízáramlásra, homogén altalaj esetén ismeretes az áramkép és ismerünk képleteket az átszivárgó vízmennyiségre vonatkozóan. A gyakorlatban azonban a legritkább esetek közé tartozik a térszínig terjedő homogén talaj, s ezért ezek a megoldások legtöbbször csak tájékoztató jellegűek.

Folyók mentén gyakori, hogy a folyó vize vastagabb vízáteresztő réteget táplál, melyet alulról egy vízzáró agyagréteg határozottan elhatárol, felette pedig egy vagy több olyan talajréteget találunk, melyek szivárgási együtthatója — k tényezője — lényegesen kisebb a vízvezető réteg k_0 szivárgási együtthatójánál. A fedőrétegek ez esetben mintegy nyomás alá helyezik a vízvezető réteget, s ezért áradások alkalmával az árvédelmi töltésektől lényegesen nagyobb távolságban is előfordulhatnak vízfeltörések, mint ahogy az homogén talaj esetén várható volna.

A talajrétegek fekvése általában a Duna mentén is megfelel az előző bekezdésben vázolt körülményeknek. A tervezett dunai vízerőművek létesítésével kapcsolatban előállítandó állandóan magas duzzasztott vízszint döntő jelentőségűvé teszi a kérdést, milyen stacionár potenciáláramlás fog a vízvezető rétegben kialakulni, s a víztértől különböző távolságban fekvő pontokon a vízvezető rétegben mekkora nyomás fog előállni.

A kérdés felvetése természetszerűleg a probléma irodalmi tárgyalását eredményezte. A közelmúltban jelent meg e tárgyban *Galli László* tanulmánya.* Megoldása két hipotézisen alapszik:

1. a nyomás alatt levő vízvezető rétegből a víz a legrövidebb úton, tehát függőleges vízszálak mentén áramlik a felszín felé és

2. a vízvezetőrétegben az áramvonalak vízszintesek, azaz a vízrészecske függőleges sebességi komponense elhanyagolható. E hipotézisek a gyakorlatban is kitünően használható, egyszerű képletek felállítását tették lehetővé.

Galli László első feltevése mind a tapasztalatokkal, mind a szemlélettel jól egyezik, s azzal általában mindenki egyetértett. A második hipotézist

**Galli László:* Műtárgyak alatti szivárgások számítása rétegzett talajokban, közelítő eljárással. *Vízügyi Közlemények*, 1959. 3.

azonban számos támadás érte azon az alapon, hogy a függőleges sebességi komponens elhanyagolása a való helyzetet lényegesen eltorzíthatja.

Kovács György komplexváltozós függvények segítségével, konform leképezéssel keresi a fedőréteg alatt előálló potenciáláramlás törvényeit.

Jelen tanulmányunkban exakt matematikai módszerekkel kívánjuk meghatározni a fedőréteggel határolt vízvezetőrétegben előálló potenciáláramlás áramképét, potenciálfüggvényét és az átszivárgó víz mennyiségét egy egyszerűsített körülményeknek megfelelő szivárgási tartományban. Tanulmányunk egyik fontos célja annak kiértékelése, hogy a gyakorlati szempontból igen alkalmas Galli-féle megoldás mennyire tükrözi a valóságot, azaz mekkorák annak hibahatárai. Mindamallett elméletünk egyes egyszerűbb eredményei, mint például az átszivárgott víz mennyiségére vonatkozóan levezetendő képlet, közvetlenül a gyakorlat céljaira is felhasználhatók.

Elméletünk is feltételezi a Galli-féle első hipotézist, azaz a fedőrétegben a függőleges irányú vízmozgást.

Kitűzött feladatunk megoldását a függelékben részletesen ismertetett trigonometrikus függvénysoroknak az alkalmazása teszi lehetővé. E trigonometrikus függvénysorok a jól ismert Fourier-sor általánosításának tekinthetők, amennyiben az utóbbi a végtelen sok sorbafejtési lehetőség között speciális esetnek számít.

A matematikai irodalomban a sorbafejtéshez alkalmazott függvényrendszerek ortogonalitása (amiből függvénysorok képzésére való gyakorlati alkalmasságuk következik) már ismert. Mivel azonban egyrészt a módszert hazai irodalom még nem tárgyalta, másrészt a külföldi irodalom* is jóformán csak az ortogonalitás tényének megállapítására szorítkozik, a gyakorlatban való alkalmazáshoz célszerű segédeszközök (pl. a transzcendens alapegyenletek gyökeinek felkeresésére való közelítő képletek) ismertetése nélkül, helyesnek tartottuk az elmélet teljes ismertetését, de tanulmányunk vízépítési jellegére való tekintettel csak függelékben. Előre közöljük azonban az elmélet alapképleteit olyan mértékben, amennyire az a továbbiak megértéséhez szükséges.

1. *Az általános trigonometrikus függvénysorok*

Határozzuk meg a

$$\left.\begin{aligned} \varphi \operatorname{tg}\varphi &= C_\varphi \\ \text{és} \qquad \psi \operatorname{ctg}\psi &= C_\psi \end{aligned}\right\} \tag{1}$$

karakterisztikus egyenletek pozitív gyökeit. Jelentse φ_0 és ψ_0 ez egyenletek első gyökét (főértékét), φ_n és ψ_n az egyenletek $(n+1)$-ik gyökét (a második karakterisztikus egyenletnek $\psi = 0$ gyöke figyelmen kívül hagyandó). C_φ és C_ψ tetszőleges állandók, fenti képletekkel tehát kétszeresen végtelen sok

$$\left.\begin{aligned} &\varphi_0, \varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \ldots \varphi_n, \ldots \\ &\psi_0, \psi_1, \psi_2, \psi_3, \ldots \psi_n, \ldots \end{aligned}\right\} \tag{2}$$

értékrendszer határozható meg.

* *Krülov A. N.:* A matematikai fizika bizonyos műszaki alkalmazású differenciálegyenleteiről, 5. kiadás (orosz nyelvű), *Moszkva*, 1950, 227-228. oldalak

Legyen $f(x)$ függvény az $-l < x < +l$ intervallumban korlátos és legalább szakaszosan folytonos, úgy az

$$f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \left(A_n \cos \frac{\varphi_n x}{l} + B_n \sin \frac{\psi_n x}{l} \right) \tag{3}$$

képlet szerinti trigonometrikus sorba fejthető. A képletben szereplő φ_n és ψ_n értékek valamelyik (φ), (ψ) értékrendszer tagjai, az A_n és B_n együtthatók pedig az

$$\left.\begin{aligned} A_n &= \frac{\int_{-l}^{+l} f(x) \cos \frac{\varphi_n x}{l} dx}{l \left(1 + \frac{\sin 2\varphi_n}{2\varphi_n}\right)} \\ \text{és} \qquad B_n &= \frac{\int_{-l}^{+l} f(x) \sin \frac{\psi_n x}{l} dx}{l \left(1 - \frac{\sin 2\psi_n}{2\psi_n}\right)} \end{aligned}\right\} [n = 0, 1, 2, 3 \ldots] \tag{4}$$

képletekből határozandók meg.

Mivel kétszeresen végtelen sok (φ) (ψ) értékrendszer határozható meg, ezért a sorbafejtés is kétszeresen végtelen sok módon történhet, a C_φ és C_ψ állandók választásától függően.

Ha $C_\varphi = 0$ és $C_\psi = -\infty$ értékeket választunk, úgy a (φ) és (ψ) értékrendszer: $0, \pi, 2\pi, 3\pi, \ldots n\pi, \ldots$ alakú lesz, a (3) alatti képlet az $f(x)$ függvény Fourier-sorába megy át, a (4) alatti képletek pedig a Fourier-együtthatók. Az általános trigonometrikus függvénysor tehát a Fourier-sor általánosítása.

Az (1) alatti karakterisztikus egyenletekből a (φ) és (ψ) értékrendszerek csak körülményesen határozhatók meg. Ezért célszerűen használhatók az alábbi közelítő képletek:

$$\left.\begin{aligned} &\varphi_n = n\pi + \varepsilon_n; \quad \varepsilon_n = \sqrt{\left(\frac{n\pi\delta}{2C_\varphi}\right)^2 + \lambda_n^{(\varphi)}\delta} - \frac{n\pi\delta}{2C_\varphi}; \quad [n = 0, 1, 2, 3, \ldots] \\ &\delta = \frac{3C_\varphi}{3 + C_\varphi}; \quad \lambda_n^{(\varphi)} = 1 - \frac{7\varepsilon_n^4}{315 - 30\varepsilon_n^2}; \quad \text{első közelítés } \lambda_n^{(\varphi)} = 1 \end{aligned}\right\} . \tag{5}$$

Fenti iterációs képlet $0{,}42^0/_{00}$-nél kisebb hibával adja a φ értékeket, s gyorsan konvergál, mert $\lambda_n^{(\varphi)}$ alig változik ε_n függvényében. Ha $\varepsilon_n \leq 0{,}5$, úgy $0{,}7^0/_{00}$ hibán belül $\lambda_n^{(\varphi)} = 1$ helyettesíthető, s a φ_n értékek iteráció nélkül egy

lépésben számíthatók. Nagyobb n értékeknél ε_n értéke csökken, így egyszerűbb képletek is használhatók:

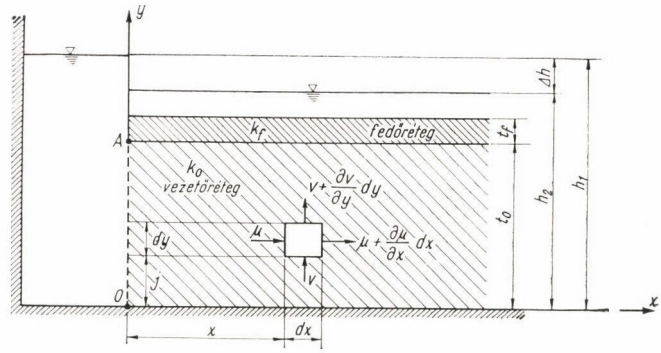
$$\left.\begin{array}{lll} \text{ha } \varepsilon_n < 0,1\,\varepsilon_0\text{; akkor } \varepsilon_n = \dfrac{C_\varphi}{n\pi} - \dfrac{1}{\delta}\left(\dfrac{C_\varphi}{n\pi}\right)^3\text{; hiba} < 0,2\,^0/_{00} \\ \text{ha } \varepsilon_n < 0,02\,\varepsilon_0\text{; akkor } \varepsilon_n = \dfrac{C_\varphi}{n\pi}\text{; hiba} < 0,4\,^0/_{00} \end{array}\right\}. \qquad (6)$$

A ψ értékrendszer meghatározásához hasonló közelítő képletek állnak rendelkezésre, mivel azonban azokra e tanulmányban nem lesz szükségünk, csupán utalunk a függelékre.

2. *A megoldandó szivárgási probléma*

A megoldandó problémát egy elvont — egyszerűsített — feladattal kapcsolatban ismertetjük.

Az *1. ábrán* felrajzoltuk egy kísérleti berendezés vázlatos hosszmetszetét. A berendezés két edényből áll, melyek az OA vonal mentén perforált lemezzel



1. ábra. Idealizált, fedőréteges szivárgási tartomány

vannak elválasztva. A jobboldali edény — melynek lezáró határfala gyakorlatilag végtelen távol képzelhető — t_0 magasságig k_0 szivárgási tényezőjű anyaggal van töltve, melyre egy kevésbé vízáteresztő t_f vastagságú k_f szivárgási tényezőjű fedőréteg kerül.

A kísérleti berendezés mindkét edényét vízzel feltöltjük úgy, hogy a baloldali edényben a vízszintet állandóan h_1 magasságban, a jobboldali edényben pedig h_2 magasságban tartjuk. A Δh vízszintkülönbség hatására a perforált lemezen és a talajrétegeken keresztül a víz a baloldali edényből a jobboldali edénybe stacionär áramlással átszivárog.

Feladatunk meghatározni az áramlás törvényeit, nyomásviszonyokat, sebességeket és az átszivárgó vízmennyiséget.

3. *Az áramlási feladat differenciálegyenletei*

Az 1. ábra szerint felvett (x, y) koordinátarendszerben a vízvezetőréteg bármely x és y koordinátákkal jellemzett pontján az általános irányú sebességvektort u és v komponenseivel jellemezzük. Mint ismeretes, a forrás- és örvénymentes áramlások potenciáláramlások, ahol az u és v sebességkomponensek egy Φ potenciálfüggvénynek és egy Ψ áramfüggvénynek parciális deriváltjaiként állíthatók elő:

$$\left.\begin{aligned} u &= \frac{\partial \Phi}{\partial x}; & v &= \frac{\partial \Phi}{\partial y}; \\ u &= \frac{\partial \Psi}{\partial y}; & -v &= \frac{\partial \Psi}{\partial x}; \end{aligned}\right\}, \tag{7}$$

továbbá az u, v, Φ, Ψ függvények mind eleget tesznek a síkbeli ún. Laplace-féle potenciálegyenletnek:

$$\left.\begin{aligned} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} &= 0; & \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} &= 0; \\ \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2} &= 0; & \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} &= 0; \end{aligned}\right\}, \tag{8}$$

tehát az áramlás tartományában harmonikus függvények. Egyúttal u és v, valamint Φ és Ψ egymás konjugáltjai, vagyis eleget tesznek a Cauchy—Riemann-féle differenciálegyenleteknek:

$$\left.\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial x} &= -\frac{\partial v}{\partial y}; & \frac{\partial u}{\partial y} &= \frac{\partial v}{\partial x}; \\ \frac{\partial \Phi}{\partial y} &= -\frac{\partial \Psi}{\partial x}; & \frac{\partial \Phi}{\partial x} &= \frac{\partial \Psi}{\partial y}; \end{aligned}\right\}. \tag{9}$$

Ha sikerül az u, v, Φ, Ψ függvényeket úgy meghatároznunk, hogy a fenti differenciálegyenletek, s egyszersmind az áramlás tartományának határvonalán a kerületi feltételek kielégüljenek, akkor feladatunkat megoldottuk.

Hogy a kerületi feltételeket felírhassuk, tisztáznunk kell a külső nyomásviszonyoknak és a Φ potenciálnak az összefüggéseit. Tételezzük fel először, hogy $\Delta h = 0$, azaz $h_1 = h_2$. Nyilvánvaló, hogy ebben az esetben statikus egyensúlyi állapot van, vízmozgás nincsen, a potenciál az áramlási tartomány minden pontjában azonos értékű állandó. Vízmozgás az áramlási tartomány két pontja között akkor indulhat meg, ha a két pont között szintkülönbség van (helyzeti potenciál, y ordinátával arányos), vagy ha nyomáskülönbség van $\left(\text{nyomáspotenciál}, \frac{p}{\gamma}\text{-val arányos}\right)$. A Φ potenciál tehát a $h = y + \frac{p}{\gamma}$ magassággal arányos, az x tengelyre, mint nívó-vonalra vonatkoztatva: $\Phi = c \cdot h = c\left(y + \frac{p}{\gamma}\right)$. Amíg $\Delta h = 0$, addig minden pontban $\Phi_2 = c \cdot h_2 = \text{constans}$.

Emeljük a vízszintet a baloldali edényben h_1 értékre, úgy az OA vonal mentén a potenciál értéke $\Phi_1 = c \cdot h_1$ értékű lesz, míg a t_f vastagságú fedőréteg felső síkján ($y = t_0 + t_f$) marad $\Phi_2 = c \cdot h_2$ kisebb érték. A vízszivárgás tehát a már tárgyalt módon megindul, s az áramlás tartományában, például az általános (x, y) koordinátájú pontban $\Phi = ch$, ahol $h_2 \leqq h \leqq h_1$.

A $h = y + \frac{p}{\gamma}$ érték az áramlási tartományban pontról-pontra változik. Az

$$I_x = -\frac{\partial h}{\partial x} \quad \text{és} \quad I_y = -\frac{\partial h}{\partial y} \tag{10}$$

deriváltak az x és y irányú hidraulikus esést adják, s így a $v = kI$ Darcy-képlet alkalmazásával az u és v sebességkomponensek:

$$u = -k_0 \frac{\partial h}{\partial x} \quad \text{és} \quad v = -k_0 \frac{\partial h}{\partial y}. \tag{11}$$

Ezeket az összefüggéseket (7) első két egyenletével összehasonlítva, s figyelemmel a $\Phi = c\,h$ összefüggésre, nyilvánvaló, hogy

$$c = -k_0, \quad \text{s igy} \quad \Phi = -k_0 h = -k_0 \left(y + \frac{p}{\gamma} \right) \tag{12}$$

alakban írhatjuk a Φ potenciálfüggvényt.

Ha az 1. ábrán kimetszett $dx\,dy$ élhosszúságú kimetszett hasábra vonatkozóan felírjuk a forrásmentesség feltételét, mely szerint az oldalak mentén dt idő alatt be- és kiáramló vízmennyiség összege zérus, akkor

$$\frac{\partial u}{\partial x} dx\,dy\,dt + \frac{\partial v}{\partial y} dy\,dx\,dt = 0\,,$$

$$\text{azaz} \quad \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0$$

folytán egyrészt a (9) alatti Cauchy–Riemann-féle differenciálegyenletek egyikét kapjuk, másrészt (7) alapján

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2} = 0$$

annak igazolását, hogy a Φ potenciál harmonikus függvény.

31. Kerületi feltételek

Feladatunk megoldásához az áramlási tartomány határvonalain előírt kerületi feltételeket kielégítő harmonikus függvényekre van szükségünk.

Az edény fenekén ($y = 0$) a kerületi feltétel egyszerűen:

$$v = \frac{\partial \Phi}{\partial y} = 0 \qquad [\text{ha } y = 0] \tag{13}$$

Az OA vonal mentén a Φ potenciál állandó:

$$\Phi_1 = -k_0 h_1 = -k_0 h_2 - k_0 \Delta h = \Phi_2 - k_0 \Delta h \quad [\text{ha } x = 0]. \tag{14}$$

Az áramlási tartomány harmadik határa az $y = t_0$ érintkező vonal a vízvezetőréteg és a fedőréteg között. A fedőréteg már nem tartozik az áramlási tartományba, mert az áramlás előző pontban ismertetett differenciálegyenletei csak homogén tartományra érvényesek. A határvonalon viszont nem ismerjük a potenciál értékét, hiszen nem ismerjük a törvényszerűséget, milyen mértékű fojtást okoz a fedőréteg. A fedőréteg felső felületén ($y = t_0 + t_f$) a potenciál állandó: $\Phi_2 = -k_0 h_2$. A kerületi feltételt éppen ezért itt abból a törvényszerűségből határozzuk meg, hogy a v sebességkomponens a fedőrétegen átszivárgó víz szivárgási sebességével azonos. A fedőrétegben az x irányú sebességet elhanyagoljuk, illetve feltételezzük, hogy a fedőréteg fojtása miatt nyomás alá helyezett vezetőrétegből a víz a nyomáskülönbség függvényében függőlegesen tör át a fedőrétegen.

Az $y = t_0$ magasságban az egyenlőre ismeretlen $\Phi = -k_0 h$ potenciálból

$$h = -\frac{\Phi}{k_0}, \tag{15}$$

így a hidraulikus esés a fedőrétegen:

$$I_f = \frac{h - h_2}{t_f} = \frac{\Phi_2 - \Phi}{k_0 t_f} \qquad [\text{ha } y = t_0] \tag{16}$$

s a Darcy-képlet alapján a sebesség a fedőrétegen át:

$$v_f = k_f I_f = \frac{k_f}{k_0} \frac{\Phi_2 - \Phi}{t_f} \qquad [y = t_0]. \tag{17}$$

A határfeltétel tehát, hogy a $v = \dfrac{\partial \Phi}{\partial y}$ függőleges sebességkomponens a v_f sebességgel egyenlő az $y = t_0$ határvonalon

$$\frac{\partial \Phi}{\partial y} = \frac{k_f}{k_0} \frac{\Phi_2 - \Phi}{t_f}, \quad \text{azaz}$$

$$\frac{\partial \Phi}{\partial y} + \alpha \frac{\Phi}{t_0} - \alpha \frac{\Phi_2}{t_0} = 0 \quad [\text{ha } y = t_0], \tag{18}$$

ahol

$$\alpha = \frac{k_f t_0}{k_0 t_f} \tag{19}$$

constans paraméter a szivárgási tényezők és rétegvastagságok függvényében.

32. *A Φ potenciálfüggvény*

Állítjuk, hogy a

$$\Phi = \Phi_2 + \sum_{n=0}^{\infty} A_n e^{-\frac{\varphi_n x}{t_0}} \cos \frac{\varphi_n y}{t_0} \tag{20}$$

alakú potenciálfüggvény segítségével mind az áramlás differenciálegyenletei, mind a kerületi feltételek kielégíthetők, sőt az OA vonal mentén ($x = O$) nemcsak a $\Phi_1 = \text{const.}$ határfeltétel, hanem a potenciál bármely más eloszlása is kielégíthető.

Ismeretes, de differenciálással könnyen igazolható is, hogy a (20) jobb oldalán álló kifejezés harmonikus, azaz kielégíti a (8) alatti Laplace-féle differenciálegyenletet, bármely A_n, φ_n, t_0 értékek mellett. Így ez utóbbiakat kell a határfeltételeknek megfelelően meghatároznunk, s ha ez sikerül, feladatunkat megoldottuk.

33. *A kerületi feltételek kielégítése*

331. $y = 0$ határvonal

Kerületi feltétel (13) szerint $\frac{\partial \Phi}{\partial y} = 0$. Differenciáljuk tehát (20)-at:

$$\frac{\partial \Phi}{\partial y} = -\sum_{n=0}^{\infty} A_n \frac{\varphi_n}{t_0} e^{-\frac{\varphi_n x}{t_0}} \sin \frac{\varphi_n y}{t_0} . \tag{21}$$

Ennek a kifejezésnek $y = 0$ helyettesítéssel minden tagja eltűnik, a határfeltétel tehát teljesül.

332. $x = 0$ határvonal

Kerületi feltétel (14) szerint, hogy $\Phi = \Phi_2 - k_0 \Delta h$ állandó. (20)-ban $x = 0$ helyettesítéssel tehát

$$\Phi_2 + \sum_{n=0}^{\infty} A_n \cos \frac{\varphi_n y}{t_0} = \Phi_2 - k_0 \Delta h ,$$

azaz

$$\sum_{n=0}^{\infty} A_n \cos \frac{\varphi_n y}{t_0} = -k_0 \Delta h . \tag{22}$$

Tekintve, hogy a bal oldalon az általános trigonometrikus függvénysor áll, mellyel az $0 < y < t_0$ intervallumban bármely függvény előállítható, így nincs akadálya annak, hogy a (22) jobb oldalán álló constans érték függvénysorát képezzük, feltéve, hogy a φ_n értékek az (1) alatti első karakterisztikus egyenlet gyökei. Az A_n együtthatók (4) alapján $f(x) = -k_0 \Delta h = \text{const.}$ helyettesítéssel:

$$A_n = -k_0 \Delta h \frac{\int_{-t_0}^{+t_0} \cos \frac{\varphi_n y}{t_0} dy}{t_0 \left(1 + \frac{\sin 2\varphi_n}{2\varphi_n}\right)} = -k_0 \Delta h \frac{2 \sin \varphi_n}{\varphi_n + \sin \varphi_n \cos \varphi_n} . \tag{23}$$

333. $y = t_0$ határvonal

Kerületi feltétel (18) szerint $\frac{\partial \Phi}{\partial y} + \alpha \frac{\Phi}{t_0} - \alpha \frac{\Phi_2}{t_0} = 0$, ha $y = t_0$. Helyettesítve ebbe (20) és (21) alattiakat:

$$- \sum_{n=0}^{\infty} A_n \frac{\varphi_n}{t_0} e^{-\frac{\varphi_n x}{t_0}} \sin \frac{\varphi_n y}{t_0} + \frac{\alpha}{t_0} \sum_{n=0}^{\infty} A_n e^{-\frac{\varphi_n x}{t_0}} \cos \frac{\varphi_n y}{t_0} = 0,$$

azaz $y = t_0$ helyettesítéssel

$$\sum_{n=0}^{\infty} A_n \frac{\varphi_n}{t_0} e^{-\frac{\varphi_n x}{t_0}} \sin \varphi_n = \frac{\alpha}{t_0} \sum_{n=0}^{\infty} A_n e^{-\frac{\varphi_n x}{t_0}} \cos \varphi_n . \tag{24}$$

Az egyenlet fennáll, ha minden n-re tagonként is igaz:

$$A_n \frac{\varphi_n}{t_0} e^{-\frac{\varphi_n x}{t_0}} \sin \varphi_n = \frac{\alpha}{t_0} A_n e^{-\frac{\varphi_n x}{t_0}} \cos \varphi_n ,$$

tehát

$$\varphi_n \operatorname{tg} \varphi_n = \alpha \qquad [n = 0, 1, 2, 3 \ldots .] \tag{25}$$

a feltételi egyenlete az $y = t_0$ kerületi feltétel teljesülésének. Ha tehát a (φ) értékrendszert az (1) alatti karakterisztikus egyenletből $C_\varphi = \alpha$ választással számítjuk, úgy célunkat elértük.

34. *Az u, v, Φ és Ψ függvények általános alakja*

Helyettesítsük (23)-at (20)-ba, úgy

$$\Phi = \Phi_2 - 2 k_0 \Delta h \sum_{n=0}^{\infty} \frac{e^{-\frac{\varphi_n x}{t_0}} \cos \frac{\varphi_n y}{t_0} \sin \varphi_n}{\varphi_n + \sin \varphi_n \cos \varphi_n} . \tag{26}$$

A (7) összefüggésekkel a két sebességkomponens:

$$u = \frac{\partial \Phi}{\partial x} = 2 k_0 \frac{\Delta h}{t_0} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\varphi_n e^{-\frac{\varphi_n x}{t_0}} \cos \frac{\varphi_n y}{t_0} \sin \varphi_n}{\varphi_n + \sin \varphi_n \cos \varphi_n} \tag{27}$$

$$v = \frac{\partial \Phi}{\partial y} = 2 k_0 \frac{\Delta h}{t_0} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\varphi_n e^{-\frac{\varphi_n x}{t_0}} \sin \frac{\varphi_n y}{t_0} \sin \varphi_n}{\varphi_n + \sin \varphi_n \cos \varphi_n} \tag{28}$$

végül (7) figyelembevételével az áramfüggvény:

$$\Psi = 2 k_0 \Delta h \sum_{n=0}^{\infty} \frac{e^{-\frac{\varphi_n x}{t_0}} \sin \frac{\varphi_n y}{t_0} \sin \varphi_n}{\varphi_n + \sin \varphi_n \cos \varphi_n} . \tag{29}$$

Mint ismeretes, az áramlási tartomány két tetszés szerinti pontjára meghatározott áramfüggvények különbsége a két ponton átmenő áramvonalak között időegységben átszivárgó vízmennyiséget adja. Ha a P és Q pont azonos áramvonalon van, úgy e különbség természetesen $\Psi_P - \Psi_Q = 0$, azaz $\Psi_P = \Psi_Q$. $A\Psi = \text{const.}$ egyenletek tehát az áramvonalakat adják.

A (29) képlet jobb oldalán egy tetszés szerinti Ψ_0 integrálási állandó is szükséges lenne. A Ψ_0 állandót azonban úgy választjuk, hogy a koordinátarendszer kezdőpontján átmenő áramvonalra az áramfüggvény $\Psi = 0$ legyen. Mivel $y = 0$ helyettesítésével (29) jobb oldalán a Σ eltűnik, ezért a $\Psi = 0$ feltételt $\Psi_0 = 0$ elégíti ki.

Ilyen választás mellett az A ponthoz tartozó Ψ_A áramfüggvény az OA vonalon átszivárgó összes Q vízmennyiséget adja. Helyettesítve tehát (29)-be az A pont $(0, t_0)$ koordinátáit:

$$Q = 2 k_0 \Delta h \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\sin^2 \varphi_n}{\varphi_n + \sin \varphi_n \cos \varphi_n} . \tag{30}$$

Megjegyezzük, hogy amint a $\Psi = \text{const.}$ egyenletek az áramvonalakat adják, ugyanúgy a $\Phi = \text{const.}$ egyenletek az aequipotenciális pontokat összekötő görbék egyenleteit jelentik. Mindkét görbesereg megszerkesztésével az áramlási viszonyok képiesen ábrázolhatók, amint azt a számpéldával kapcsolatban a 2. ábrán is láthatjuk.

A fenti trigonometrikus függvénysorok egy kivétellel konvergensek. Általában gyorsan konvergálnak, kivéve az $x \approx 0$ kezdeti sávot, ahol Φ és Ψ még elég jól, de u és v lassan konvergál. Az A ponti u sebességkomponens függvénysora divergens, azaz a tartomány A pontjában végtelen nagy u sebesség lép fel.

Az A ponti v_A sebességkomponens értéke, mely a fedőrétegen átszivárgó legnagyobb vízsebesség, s így a gyakorlat szempontjából fontos, egyszerűbb alakban írható fel. Mivel ugyanis kerületi feltételünk értelmében $v_A = v_f$, ezért (17) alapján $\Phi = \Phi_1$ helyettesítéssel

$$v_A = \frac{k_f}{k_0} \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{t_f} = a \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{t_0} = k_0 \frac{h_1 - h_2}{t_0} a = k_0 \frac{\Delta h}{t_0} a, \tag{31}$$

amint ez a (28) egyenletből $x = 0$, $y = t_0$ helyettesítéssel numerikus számpéldákkal is ellenőrizhető.

4. *Egyszerűsítési lehetőségek*

Az előző pont képletei meglehetősen komplikáltak, s így a gyakorlatban kevésbé hasznosíthatók. Szerencsére azonban a legtöbb gyakorlati esetre érvényes jó közelítő értékeket vezethetünk le abban az esetben, ha az a paraméter (19) szerinti értéke:

$$a = \frac{k_f t_0}{k_0 t_f} \leq 1 . \tag{32}$$

Ez a korlátozás éppen a gyakorlatilag fontos esetekben teszi lehetővé egyes képletek egyszerűsítését, azaz akkor, ha a fedőréteg fojtása nagyobb mértékű.

41. *A Q vízmennyiség képlete*

Ha (30)-ban az (5) alatti $\varphi_n = n\pi + \varepsilon_n$ helyettesítést végezzük:

$$Q = 2 k_0 \Delta h \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\sin^2 \varepsilon_n}{n\pi + \varepsilon_n + \sin \varepsilon_n \cos \varepsilon_n} =$$

$$= k_0 \Delta h \left[\frac{4 \sin^2 \varepsilon_0}{2 \varepsilon_0 + \sin 2 \varepsilon_0} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{4 \sin^2 \varepsilon_n}{2 n \pi + 2 \varepsilon_n + \sin 2 \varepsilon_n} \right]. \qquad (33)$$

Határozzuk meg a zárjeles kifejezés első tagjának közelítő értékét. Az ismert

$$2 \sin^2 \varepsilon_0 = 1 - \cos 2\varepsilon_0$$

összefüggés felhasználásával

$$\frac{4 \sin^2 \varepsilon_0}{2 \varepsilon_0 + \sin 2 \varepsilon_0} = \frac{2 - 2 \cos 2 \varepsilon_0}{2 \varepsilon_0 + \sin 2 \varepsilon_0} =$$

$$= \frac{2 - 2\left[1 - \frac{(2\varepsilon_0)^2}{2!} + \frac{(2\varepsilon_0)^4}{4!} - \frac{(2\varepsilon_0)^6}{6!} + \dots\right]}{2\varepsilon_0 + \left[2\varepsilon_0 - \frac{(2\varepsilon_0)^3}{3!} + \frac{(2\varepsilon_0)^5}{5!} - \dots\right]} = \varepsilon_0 \frac{1 - \frac{\varepsilon_0^2}{3} + \frac{2\varepsilon_0^4}{45} - \dots}{1 - \frac{\varepsilon_0^2}{3} + \frac{3\varepsilon_0^4}{45} - \dots}. \qquad (34)$$

Mivel $\alpha \leq 1$ esetén a $\varphi \operatorname{tg} \varphi = \alpha$ karakterisztikus egyenlet első gyöke $\varphi_0 = \varepsilon_0 \leq 0{,}86$, ezért (34) jobb oldalán álló tört értéke alig tér el az egységtől. A legnagyobb eltérés $\alpha = 1$; $\varepsilon_0 = 0{,}86$ esetében 1,5% (a tört értéke 0,985). Ezt a hibát elhanyagolva

$$\frac{4 \sin^2 \varepsilon_0}{2 \varepsilon_0 + \sin 2 \varepsilon_0} \approx \varepsilon_0, \text{ ha } \alpha \leq 1 \qquad (35)$$

Vizsgáljuk a következőkben a (33) alatti zárjeles kifejezés második tagját Mivel a Σ értéke (6) figyelembevételével

$$\sin \varepsilon_n \approx \varepsilon_n \approx \frac{\alpha}{n\pi}$$

kapcsán közel kvadratikusan függ α-tól, ezért az összegnek ε_0-hoz viszonyított értéke $\alpha = 1$ esetén legnagyobb. Ebben az esetben az $\varepsilon_1 = 0{,}284$; $\varepsilon_2 = 0{,}154$; stb. értékek alapján a Σ értékének elhanyagolása $\varepsilon_0 = 0{,}86$ mellett mintegy 5% hibát okoz Q értékében. Tekintettel arra, hogy k_0 értékében ennél sokkal nagyobb bizonytalanságokkal kell számolnunk, a Q vízmennyiséget megbízhatóan számíthatjuk a

$$Q = k_0 \Delta h \varepsilon_0$$

azaz (5) figyelembevételével ($\varepsilon_0 = \sqrt{\delta}$)

$$Q = k_0 \Delta h \sqrt{\frac{3\alpha}{3 + \alpha}} = k_0 \Delta h \sqrt{\frac{3 k_f t_0}{3 k_0 t_f + k_f t_0}} \qquad (36)$$

képletből, mely a gyakorlat igényeit is kielégítheti.

42. *Szivárgási sebesség az OA vonalon* ($x = 0$).

Az u sebességkomponens az OA vonalon változó értékű úgy, hogy az O pontban u_0 legkisebb értékű és az A pontban $u_A \to \infty$. Az A pont tehát szinguláris pont. A v sebesség értéke O pontban zérus, A pontban pedig a (31) alatt meghatározott v_A érték, mely az egész tartományban a legnagyobb v sebesség.

Az u sebességképleteket (27) alapján $x = 0$ és $y = 0$, illetve $y = t_0$ helyettesítéssel írhatjuk fel:

$$\left.\begin{aligned} u_0 &= k_0 \frac{\Delta h}{t_0} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{4\varphi_n \sin\varphi_n}{2\varphi_n + \sin 2\varphi_n} \quad (0\text{ pont}) \\ u_A &= k_0 \frac{\Delta h}{t_0} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2\varphi_n \sin 2\varphi_n}{2\varphi_n + \sin 2\varphi_n} \quad (A\text{ pont}) \end{aligned}\right\} \tag{37}$$

vagy $\varphi_n = n\pi + \varepsilon_n$ helyettesítéssel:

$$\left.\begin{aligned} u_0 &= k_0 \frac{\Delta h}{t_0} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n 4 (n\pi + \varepsilon_n) \sin\varepsilon_n}{2n\pi + 2\varepsilon_n + \sin 2\varepsilon_n} \\ u_A &= k_0 \frac{\Delta h}{t_0} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2 (n\pi + \varepsilon_n) \sin 2\varepsilon_n}{2n\pi + 2\varepsilon_n + \sin 2\varepsilon_n} \end{aligned}\right\}. \tag{38}$$

Először igazoljuk, hogy $u_A \to \infty$. Ha n elegendő nagy, úgy

$$\sin\varepsilon_n \approx \varepsilon_n \approx \frac{a}{n\pi} << n\pi, \tag{39}$$

azaz a Σ alatti kifejezés nagy n értékeknél ($n > m$)

$$\sin 2\varepsilon_n \approx 2\varepsilon_n \approx \frac{2a}{n\pi},$$

melynek összege

$$\sum_{m}^{\infty} \frac{2a}{n\pi} = \frac{2a}{\pi} \sum_{m}^{\infty} \frac{1}{n} \to \infty,$$

mert a harmonikus sor divergens.

Az u_0 értékének megközelítéséhez válasszuk külön a Σ-tól az $n = 0$ tagot és ott alkalmazzuk a (35) összefüggést:

$$u_0 = k_0 \frac{\Delta h}{t_0} \left[\frac{\varepsilon_0^2}{\sin\varepsilon_0} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n 4 (n\pi + \varepsilon_n) \sin\varepsilon_n}{2n\pi + 2\varepsilon_n + \sin 2\varepsilon_n} \right].$$

A Σ alatt helyettesítsük a (39) közelítést

$$u_0 = k_0 \frac{\Delta h}{t_0} \left[\frac{\varepsilon_0^2}{\sin\varepsilon_0} + \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n 2\varepsilon_n \right] = k_0 \frac{\Delta h}{t_0} \left[\frac{\varepsilon_0^2}{\sin\varepsilon_0} + \frac{2a}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n} \right] =$$

$$= k_0 \frac{\Delta h}{t_0} \left[\frac{\varepsilon_0^2}{\sin\varepsilon_0} - \frac{2a \ln 2}{\pi} \right] = k_0 \frac{\Delta h}{t_0} \left[\frac{\varepsilon_0^2}{\sin\varepsilon_0} - 0{,}44\, a \right], \tag{40}$$

ahol a $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n} = \ln 2$ ismert összefüggést alkalmaztuk.

A (40) képlet első tagja még tovább egyszerűsíthető. Ha $\alpha < 1$, tehát $\varepsilon_0 < 0{,}86$, úgy az (5) képletben szereplő $\lambda_0^{(\varphi)}$ tényező 1,3% hibán belül egyenlő az egységgel. Tehát ugyancsak (5) alapján

$$\varepsilon_0^2 \approx \delta = \frac{3\,\alpha}{3+\alpha}\,, \tag{41}$$

Ha ezt az összefüggést az ismert

$$\sin \varepsilon_0 = \varepsilon_0 \left(1 - \frac{\varepsilon_0^2}{6} + \frac{\varepsilon_0^4}{120} - \dots\right) \tag{42}$$

relációba helyettesítjük, akkor (41) és (42) segítségével az

$$\frac{\varepsilon_0^2}{\sin \varepsilon_0} \approx \sqrt{\alpha} \tag{43}$$

közelítést vezethetjük le, mely $\alpha < 1$ esetben 1,7% hibán belül igaz. Az u_0 sebességérték végleges képlete tehát a következő alakban írható:

$$u_0 = k_0 \frac{\Delta h}{t_0} (\sqrt{\alpha} - 0{,}44\,\alpha)\,, \tag{44}$$

melynek legnagyobb hibája az összes közelítés együttes hatására maximális értékben $\alpha = 1$ esetén -6%, s α csökkenése esetén a hiba is elenyészik.

Összehasonlítási alapul felírjuk még az OA vonalon átszivárgó víz átlagos sebességét, mely (36) alapján:

$$u_{\text{átl.}} = \frac{Q}{t_0} = k_0 \frac{\Delta h}{t_0} \varepsilon_0 = k_0 \frac{\Delta h}{t_0} \sqrt{\frac{3\,\alpha}{3+\alpha}}\,. \tag{45}$$

43. *A Φ potenciál az $y = 0$ és $y = t_0$ határokon*

A potenciálnak az áramlási tartományra vonatkozólag a (26) képlettel megadott értéke jellemzi az adott helyeken fellépő nyomásokat. Mivel a gyakorlatban kizárólag a nyomással dolgozunk s nem a potenciállal, helyesebb, ha a (26) egyenletet eleve a h nyomásra vonatkozólag alakítjuk át. Nyomás alatt természetesen az energiaszint magasságát értjük, azaz a helyzeti magasság és nyomásmagasság összegét, amint azt már tisztáztuk. A (15) összefüggés figyelembevételével a (26) egyenlet így írható:

$$h - h_2 = \Delta h \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2\, e^{-\frac{\varphi_n x}{t_0}} \cos \frac{\varphi_n y}{t_0} \sin \varphi_n}{\varphi_n + \sin \varphi_n \cos \varphi_n}\,. \tag{46}$$

A képlet bal oldalán levő $(h - h_2)$ érték azt az energiatöbbletet jelenti, mely a vízrészecskét a tartomány legkisebb (h_2) energiaszintű pontjai felé hajtja. Ez az energiatöbblet természetszerűleg pozitív mennyiség és kisebb a tartományban előforduló szélső energiaszintek Δh különbségénél, a (46) képlet jobb oldalán levő Σ értéke tehát zérus és az egység között változó.

Vizsgáljuk meg a nyomások változását a tartomány határain. Az $x = 0$ koordinátával jellemzett OA vonalon $h - h_2 = \Delta h$, hiszen ez képezte kiindulásunk alapját. Az $y = 0$ és $y = t_0$ határokon fellépő nyomások szempontjából kívánjuk a (46) képletet egyszerűsíteni. Fontosabb ezek közül az $y = t_0$ határ, tehát a fedőréteg alsó síkja, ezért előbb ezt tárgyaljuk.

A (46) képlet $y = t_0$ helyettesítéssel és az összeg első tagjának külön írásával következő alakot ölti:

$$h_f - h_2 = \Delta h \left[\frac{2 \sin 2\varphi_0}{2\varphi_0 + \sin 2\varphi_0} e^{-\varphi_0 \frac{x}{t_0}} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2 \sin 2\varphi_n}{2\varphi_n + \sin 2\varphi_n} e^{-\varphi_n \frac{x}{t_0}} \right]. \quad (47)$$

Az első tag trigonometriai átalakítással, a (35) alatti közelítés felhasználásával, ($\varphi_0 = \varepsilon_0$), a (25) alatti karakterisztikus egyenlet figyelembevételével, végül a (41) közelítéssel a következő módon változik:

$$\frac{2 \sin 2\varphi_0}{2\varphi_0 + \sin 2\varphi_0} = \frac{4 \sin^2 \varphi_0}{2\varphi_0 + \sin 2\varphi_0 \sin \varphi_0} \cos \varphi_0 \approx \frac{\varphi_0}{\operatorname{tg} \varphi_0} = \frac{\varphi_0^2}{a} \approx \frac{3}{3 + a}. \quad (48)$$

A közelítéssel elkövetett hiba $a < 1$ esetén kisebb 2,8%-nál.

A (47) jobb oldalán levő Σ alatti hasonló kifejezés nehezebben közelíthető, de egy érdekes megállapítást tehetünk. Tárgyaltuk ugyanis, hogy a (47) alatti zárjeles kifejezés értéke $x = 0$ helyen (az OA vonalon) az egységgel egyenlő. $x = 0$ helyettesítéssel viszont az exponenciális tagok az egységgel egyenlők és így (48) figyelembevételével:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2 \sin 2\varphi_n}{2\varphi_n + \sin 2\varphi_n} = \frac{a}{3 + a}. \quad (49)$$

Ha feltételünk értelmében $a < 1$, úgy (48) értéke nagyobb, mint 0,75 és (49) értéke kisebb, mint 0,25. Ebből két dolog következik. Először, hogy mivel $x = 0$ helyen is az első tag dominál, ezért nagyobb x-nél, például, ha $x > t_0$ az első tagon kívül minden tag elhagyható. Az egymás utáni tagok ugyanis az exponenciális szorzó miatt mind erősebb csillapításúak, és már a második tag szorzója is kisebb $x = t_0$ helyen $e^{-\pi} = 0{,}043$-nál (vö. 2. ábrával). Másodszor, hogy a (47) alatti összeg alárendeltebb jelentősége miatt az $x < t_0$ szakaszon is elegendő annak értékét durvább közelítéssel figyelembe venni. Helyettesítsük ezért a $\varphi_n = n\pi + \varepsilon_n$ összefüggést, majd alkalmazzuk a (39) alatti közelítést, melynek értelmében az ε_n értékek $n\pi$ mellett elhanyagolhatók, úgy (48)-at is figyelembe véve (47) így írható:

$$h_f - h_2 = \Delta h \left[\frac{3}{3 + a} e^{-\varepsilon_0 \frac{x}{t_0}} + \frac{2a}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} e^{-n\pi \frac{x}{t_0}} \right]. \quad (50)$$

Így végrehajtott közelítésünk pontosságát ellenőrizhetjük, ha meghatározzuk az (50) képletből $h_f - h_2$ értékét $x = 0$ helyen, ahol mint ismeretes, Δh értéket kellene kapnunk. Ehelyett az ismert

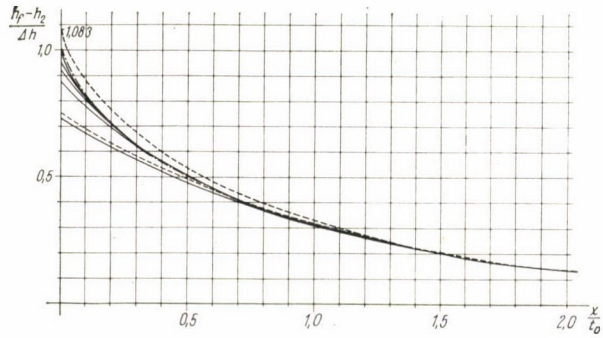
$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} = \frac{\pi^2}{6} \quad (51)$$

összefüggés figyelembevételével

$$h_f - h_2 = \Delta h \left[\frac{3}{3+\alpha} + \frac{\alpha}{3} \right] = \Delta h \left[1 + \frac{\alpha^2}{9+3\alpha} \right] \tag{52}$$

értéket nyerjük, mely például $\alpha = 1$ esetén 1,083 Δh, az egyezés tehát kielégítő annál inkább, mert növekvő x érték mellett a pontosság fokozódik.

A 2. ábrán megrajzoltuk $h_f - h_2$ görbéjét x függvényében $\alpha = 1$ esetre. A folytonos vonallal húzott görbék a pontos (47) képlet alapján számított értékeket jelzik, éspedig az egyes tagoknak megfelelő értékek egymásrahalmozódását is mutatják. Látható, hogy az egymás utáni tagok mind kisebb x távolságra hatnak ki. A szaggatott vonallal rajzolt görbék közül az alsó az (50) képlet első tagjának felel meg, a felső a teljes összeget ábrázolja.



2. *ábra.* A nyomás változása a fedőréteg alsó síkján

A nyomáseloszlás függvényét az eddigiek alapján egyszerűbben és ugyanakkor pontosabban is felírhatjuk. Az (50) alatti zárjeles kifejezés első tagját ugyanis változatlanul hagyjuk, a második tagot pedig α függvényeként úgy írjuk fel, hogy $x = 0$ helyen a $h_f - h_2 = \Delta h$ határfeltétel kielégüljön, s ugyanakkor $h_f - h_2$ értéke változó x mellett a (47) egyenlettel megadott és a 2. ábrán megszerkesztett nyomásértékekhez $\alpha = 1$ esetre minél jobban simuljon. Ez a függvény:

$$h_f - h_2 = \Delta h \left[\frac{3}{3+\alpha} e^{-\varepsilon_0 \frac{x}{t_0}} + \frac{\alpha}{3+\alpha} e^{-2\pi \frac{x}{t_0}} \right], \tag{53}$$

melynek értékeit $\alpha = 1$ esetre a 2. ábrán eredményvonal ábrázolja. A képlet $\alpha \leqq 1$ esetben 2—3% hibán belül adja meg a fedőréteg alsó síkjában fellépő nyomások értékeit.

Térjünk át a vízzáróréteg határán, tehát $y = 0$ vonalon fellépő nyomások vizsgálatára. A (46) képletben helyettesítsünk $y = 0$ értéket, írjuk külön az első tagot és alkalmazzuk ott a (35) közelítést, a Σ alatt pedig a (39) közelítéssel élünk, így

$$h_0 - h_2 = \Delta h \left[\frac{\varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0} e^{-\varepsilon_0 \frac{x}{t_0}} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2(-1)^n \varepsilon_n}{n\pi} e^{-n\pi \frac{x}{t_0}} \right]. \tag{54}$$

A zárjeles kifejezés első tagját (42) és (41) figyelembevételével alakítjuk át, a Σ alatt pedig az $\varepsilon_n \approx \frac{\alpha}{n\pi}$ további helyettesítést végezzük:

$$h_0 - h_2 = \Delta h \left[\frac{6 + 2\alpha}{6 + \alpha} e^{-\varepsilon_0 \frac{x}{t_0}} + \frac{2\alpha}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n^2} e^{-n\pi \frac{x}{t_0}} \right]. \tag{55}$$

A képlet $x = 0$ helyen az ismert

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n^2} = -\frac{\pi^2}{12} \tag{56}$$

összefüggés alapján $h_0 - h_2 = 0{,}976\ \Delta h$ értéket ad $\alpha = 1$ esetén, míg kisebb α mellett még jobban megközelíti az előírt Δh értéket. Az (55) alatti képlet szerkezetét megtartva, végleges képletünk a tartomány alsó határán fellépő nyomások értékére:

$$h_0 - h_2 = \Delta h \left[\frac{6 + 2\alpha}{6 + \alpha} e^{-\varepsilon_0 \frac{x}{t_0}} - \frac{\alpha}{6 + \alpha} e^{-\pi \frac{x}{t_0}} \right], \tag{57}$$

mely a határfeltételt $x = 0$ helyen minden α-ra kielégíti, s a tényleges nyomásértékeket $\alpha \leqq 1$ esetén 1—2% hibán belül megadja.

44. *Függőleges sebesség a fedőrétegen keresztül*

Gyakorlati szempontból a leglényegesebb kérdés a vízfeltörés lehetősége szempontjából a fedőrétegben fellépő sebesség, különösen, ha a fedőrétegben gyengébb helyek vannak. Szerencsére eddigi ismereteink elegendőek a sebesség megállapításához, ugyanis a sebesség arányos a fedőréteg alsó síkján fellépő nyomással, melyre (53) képletünk már rendelkezésre áll. A fellépő sebesség a Darcy-képlettel

$$v_f = \frac{k_f}{t_f} (h_f - h_2), \tag{58}$$

ahol k_f, t_f értékeit nyilván a leggyengébb pontokra vonatkozóan helyettesítjük (helyi értékek), a $h_f - h_2$ nyomást viszont az (53) képletből az átlagos talajviszonyok alapján határozzuk meg.

45. *Összefoglalás*

Eddigi vizsgálatainkban egy olyan tartományban előálló potenciáláramlást (talajvízmozgást) tárgyaltunk, mely véges mélységben vízzáró réteggel, a felszínen kisebb szivárgási együtthatójú fedőréteggel van határolva, harmadik határán a kerületi feltétel a potenciál állandósága, s negyedik határa a végtelenbe nyúlik. Meghatároztuk azokat a képleteket, melyek segítségével az áramlás jellemzői (nyomás, sebesség, vízhozam) a tartomány bármely pontjában számíthatók. A komplikált képleteket e jellemzők egyes kiválasztott pontokban és vonalakon előálló értékeire vonatkozólag lényegesen egyszerűsítettük és ezáltal a gyakorlat számára is alkalmassá tettük arra az esetre, ha a méretektől és szivárgási együtthatóktól függő α tényező kisebb az egységnél.

Képleteinket a számítás végrehajtásához szükséges összes segédképletekkel együtt az I. táblázat áttekinthető formában tartalmazza, s megadja a közelítő képlet alkalmazása esetén elkövetett hiba felső határát is.

Idealizált szivárgási tartomány áramképének jellemző képletei *I. táblázat*

	Jellemző megnevezése	Pontos képlet ($\alpha>1$)	Közelítő képlet ($\alpha<1$)	Közelítő képlet max. hibája $\alpha<1$ esetén
Vízhozam	Áramfüggvény	$\Psi = 2\,k_0\,\Delta h \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\sin\varphi_n \sin\varphi_n\,\eta}{\varphi_n + \sin\varphi_n\cos\varphi_n}\, e^{-\varphi_n\xi}$	—	—
	Összes vízhozam	$Q = 2\,k_0\,\Delta h \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\sin^2\varphi_n}{\varphi_n + \sin\varphi_n\cos\varphi_n}$	$Q = k_0\,\Delta h\,\varepsilon = k_0\,\Delta h\,\sqrt{\delta}$	4%
Vízszintes sebesség	Általában	$u = 2\,k_0 \frac{\Delta h}{t_0} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\varphi_n \sin\varphi_n\cos\varphi_n\,\eta}{\varphi_n + \sin\varphi_n\cos\varphi_n}\, e^{-\varphi_n\xi}$	—	—
	0 pontban	$u_0 = 2\,k_0 \frac{\Delta h}{t_0} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\varphi_n \sin\varphi_n}{\varphi_n + \sin\varphi_n\cos\varphi_n}\, e^{-\varphi_n\xi}$	$u_0 = k_0 \frac{\Delta h}{t_0}(\sqrt{\alpha} - 0.44\,\alpha)$	6%
	A pontban	∞	—	—
	OA vonalon átlag	$\frac{Q}{t_0}$	$u_{\text{átl.}} = k_0 \frac{\Delta h}{t_0}\,\varepsilon = k_0 \frac{\Delta h}{t_0}\sqrt{\delta}$	4%
Függ. seb.	Általában	$v = 2\,k_0 \frac{\Delta h}{t_0} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\varphi_n \sin\varphi_n \sin\varphi_n\,\eta}{\varphi_n + \sin\varphi_n\cos\varphi_n}\, e^{-\varphi_n\xi}$	—	—
	$y = t_0$ vonalon (fedőrétegen)	$v_f = \frac{k_f}{t_f}(h_f - h_2)$	$v_f = \frac{k_f\,\Delta h}{t_f}\left(\frac{3}{3+\alpha}\,e^{-\varepsilon\xi} + \frac{\alpha}{3+\alpha}\,e^{-2\pi\xi}\right)$	2—3%
Nyomás	Általában	$h - h_2 = 2\,\Delta h \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\sin\varphi_n\cos\varphi_n\,\eta}{\varphi_n + \sin\varphi_n\cos\varphi_n}\, e^{-\varphi_n\xi}$	—	—
	$y = t_0$ vonalon (fedőréteg alatt)	$h_f - h_2 = 2\,\Delta h \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\sin\varphi_n\cos\varphi_n}{\varphi_n + \sin\varphi_n\cos\varphi_n}\, e^{-\varphi_n\xi}$	$h_f - h_2 = \Delta h\left(\frac{3}{3+\alpha}\,e^{-\varepsilon\xi} + \frac{\alpha}{3+\alpha}\,e^{-2\pi\xi}\right)$	2—3%
	$y = 0$ vonalon (vízzáró rétegnél)	$h_0 - h_2 = 2\,\Delta h \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\sin\varphi_n}{\varphi_n + \sin\varphi_n\cos\varphi_n}\, e^{-\varphi_n\xi}$	$h_0 - h_2 = \Delta h\left(\frac{6+2\,\alpha}{6+\alpha}\,e^{-\varepsilon\xi} - \frac{\alpha}{6+\alpha}\,e^{-\pi\xi}\right)$	1—2%
	Jelölések és segédmennyiségek	$\alpha = \frac{k_f\,t_0}{k_0\,t_f}$; $\delta = \frac{3\,\alpha}{3+\alpha}$; $\lambda_n = 1 - \frac{7\,\varepsilon_n^4}{315 - 30\,\varepsilon_n^2}$ $\varepsilon_n = \sqrt{\left(\frac{n\,\pi\delta}{2\,\alpha}\right)^2 + \lambda_n\,\delta} - \frac{n\,\pi\delta}{2\,\alpha}$ $(n = 0, 1, 2\ldots)$ $\varphi_n = n\,\pi + \varepsilon_n$; $\xi = \frac{x}{t_0}$; $\eta = \frac{y}{t_0}$; $\Delta h = h_1 - h_2$	$\lambda_n = 1$; $\varepsilon = \varepsilon_0 = \sqrt{\delta}$; egyébként azonosak, mint $\alpha = 1$ esetben.	

5. *Különleges esetek*

A rétegvastagságok és szivárgási tényezők függvényeként megadott α tényező szempontjából két különleges eset tárgyalható: $\alpha = 0$ és $\alpha \to \infty$. Mivel a (19) képlet szerinti

$$\alpha = \frac{k_f t_0}{k_0 t_f}$$

tényező akkor zérus, ha a fedőréteg ellenállása végtelen nagy ($k_f = 0$), vagy a szivárgási tartománynak nincs ellenállása ($k_0 \to \infty$), az $\alpha = 0$ eset egyszerűen elintézhető. Ebben az esetben ugyanis a nyomás az egész tartományban azonos a felvízoldali h_1 nyomással.

Érdekesebb eredményt szolgáltat azonban az $\alpha \to \infty$ eset, melynek fizikai értelme kettős lehet: véges t_0 szivárgási tartományról van szó fedőréteg nélkül ($t_f = 0$), vagy vízzáró réteggel nem határolt ($t_0 \to \infty$) tartomány van fedőréteggel lezárva. Következőkben e két esetet külön-külön vizsgáljuk.

51. *Vízzáró réteggel határolt, fedőréteg nélküli tartomány*

A (25) alatti karakterisztikus egyenlet gyöksorozata, ha az α tényező végtelenhez tart:

$$\varphi_n = \frac{2n+1}{2}\pi \qquad [n = 0,1,2,3 \ \ldots] \tag{59}$$

s ezért

$$\sin \varphi_n = (-1)^n \quad \text{és} \quad \cos \varphi_n = 0 \,. \tag{60}$$

Bevezetve még az 1. táblázatnál már alkalmazott

$$\xi = \frac{x}{t_0} \qquad \text{és} \qquad \eta = \frac{y}{t_0} \tag{61}$$

relatív koordinátákat, az áramlás jellemzőinek képletei az alábbiak lesznek:

$$\Psi = \frac{4}{\pi} k_0 \Delta h \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n}{2n+1} \sin \varphi_n \eta \, e^{-\varphi_n \xi} \tag{62}$$

$$u = 2 k_0 \frac{\Delta h}{t_0} \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \cos \varphi_n \eta \, e^{-\varphi_n \xi} \tag{63}$$

$$v = 2 k_0 \frac{\Delta h}{t_0} \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \sin \varphi_n \eta \, e^{-\varphi_n \xi} \tag{64}$$

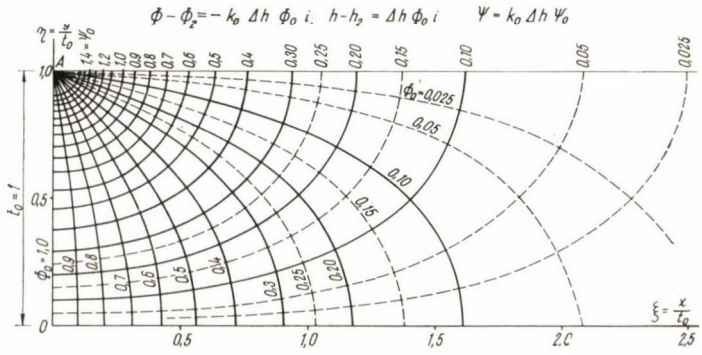
$$h - h_2 = \frac{4}{\pi} \Delta h \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n}{2n+1} \cos \varphi_n \eta \, e^{-\varphi_n \xi} \,. \tag{65}$$

Az $x = 0$ kezdeti szelvényen átfolyó összes vízmennyiség Q értéke a (62) képletből volna nyerhető, mint az $y = t_0$, azaz $\eta = 1$ ordinátához tartozó áramfüggvény, ebben a pontban azonban a sor divergenssé válik, azaz $Q \to \infty$ adódna. Mivel egyébként a sor mindenütt konvergens, az A pontban szivárog át végtelen vízhozam. Ez természetes is, hiszen itt a szivárgási út zérus, tehát a sebesség is végtelen.

A (65) képletben a Φ potenciál helyett a h nyomás képletét adtuk meg. A potenciál ebből a (15) képlettel írható fel:

$$\Phi - \Phi_2 = -\frac{4}{\pi} k_0 \Delta h \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n}{2n+1} \cos \varphi_n \eta \, e^{-\varphi_n \xi}. \tag{66}$$

Mivel mind ebben a kifejezésben, mind az áramfüggvény (62) alatti képletében a Σ alatt csak a ξ, η méret nélküli viszonyszámok fordulnak elő, s mindkét képlet ugyanazzal a $k_0 \Delta h$ tényezővel van szorozva, az áramképet egyszer s mindenkorra alakhelyesen megszerkeszthetjük, s ennek adatait bármely tényleges feladatnál felhasználhatjuk. A 3. ábrán vázolt áramképet $t_0 = 1$ és



3. ábra. Idealizált, fedőréteg nélküli tartomány áramképe

$k_0 \Delta h = 1$ választással rajzoltuk meg. Gyakorlati alkalmazás esetén az ábrát $1 : t_0$ méretarányú rajznak tekintjük és a görbékre írt számokat a tényleges $k_0 \Delta h$ értékkel szorozzuk.

Megállapítható az ábrából, hogy a vízzáró réteg mélységének megfelelő távolságban a nyomás a mélyben is negyedére csökken.

Ismeretes, hogy a végtelen mély vízvezető réteg esetén előálló áramkép keskeny (zérus) talpszélességű gáttest alatt körökből és sugarakból áll. A 3. ábra bal felső sarkában láthatjuk ezt az áramképet, mert itt a sarok környezetében a vízzáró réteg mélysége gyakorlatilag végtelen.

Megjegyezzük végül, hogy a bal felső sarokpont (A pont) a tartomány szinguláris pontja, mert közös pontja az $\eta = 1$ egyenesnek, ahol a potenciál $\Phi_0 = 0$ és a $\xi = 0$ egyenesnek, ahol $\Phi_0 = 1$. E szingularitás az oka annak, hogy a következő pontban tárgyalt esetben képleteink nem adnak megoldást.

52. *Végtelen mély tartomány fedőréteggel*

Tárgyaltuk, hogy az α tényező a t_0 mélységgel együtt ebben az esetben is a végtelenhez tart. Várható volna, hogy a (62—65) képletek, melyeket $\alpha \to \infty$ alapon írtunk fel, limesképzés esetén a fedőréteggel takart végtelen mély rétegben előálló szivárgás képleteit adják. A képletek azonban sajnos koordinátatranszformáció esetén is azonosan zérus eredményt adnak bármely véges mélységű pontra. Ennek oka nyilván az, hogy a mélység végtelenre való növelése miatt az egész véges tartományra vonatkozik az előző pont utolsó bekezdésében említett szingularitás.

A fedőréteges, végtelen mély tartományra tehát precíz megoldást nem tudunk adni. Jó közelítésül szolgálhat azonban, ha az áramképet meghatározzuk elegendő mélyen választott vízzáró réteg felvételével. A 3. ábra tanúsága szerint a vízzáró réteg ama határmélysége, melyen túl való süllyesztése már gyakorlatilag hatástalan az áramkép felső részére, a vizsgálat tárgyát képező tartomány mélységének 3—5-szörösében vehető fel.

6. *Gyakorlati feladatok megoldása*

Eddig ismertetett elméletünk elvi megoldást jelent olyan szivárgási tartományra, illetve olyan kerületi feltételekre, melyek a gyakorlatban soha sem fordulnak elő. Ebben a fejezetben azzal a kérdéssel foglalkozunk, hogyan hasznosíthatók az elmélet eredményei gyakorlati esetek megoldása során.

A gyakorlati esetekben ritkán fordul elő egyetlen homogén fedőréteg. Több, különböző vastagságú és szivárgási tényezőjű fedőréteg azonban mindig helyettesíthető egyetlen fiktív fedőréteggel, mely hatásaiban a több fedőréteggel egyenértékű. A 61. pontban az egyenértékű fedőréteg jellemzőit határozzuk meg.

Az áramkép meghatározása általában töltések vagy egyéb műtárgyak alatti szivárgásra vonatkozóan válik szükségessé. A műtárgy B szélessége lehet a vízvezető réteg t_0 mélységéhez képest keskeny, mely esetben az áramkép szerkesztésénél elhanyagolható, vagy széles, mely esetben feltétlenül figyelembe veendő. A fedőréteg a felvízi és alvízi oldalon lehet azonos, mely esetben a teljes elrendezés és ezzel az áramkép is szimmetrikus, vagy lehet különböző, mely esetben az áramkép aszimmetrikus. E fejezet további pontjaiban ezekkel a változatokkal foglalkozunk. Megjegyezzük azonban, hogy a vízzáró és vízvezető rétegek elrendezését mindegyik változatnál szimmetrikusnak tételezzük fel.

61. *Az egyenértékű fedőréteg meghatározása*

Igazolni fogjuk, hogy ha a t_0 vastagságú áramlási tartomány felett több különböző t_{f1}, t_{f2}, . . . t_{fm} vastagságú és k_{f1}, k_{f2}, . . . k_{fm} szivárgási tényezőjű fedőréteg található, úgy az m számú fedőréteg hatása egyenértékű egyetlen $t_f = \sum_{i=1}^{m} t_{fi}$ vastagságu és ideális

$$k_f = \frac{t_{f1} + t_{f2} + \ldots + t_{fm}}{\frac{t_{f1}}{k_{f1}} + \frac{t_{f2}}{k_{f2}} + \ldots + \frac{t_{fm}}{k_{fm}}} = \frac{t_f}{\sum_{i=1}^{m} \frac{t_{fi}}{k_{fi}}} \tag{67}$$

szivárgási tényezőjű fedőréteg hatásával.

Bizonyításunk során feltételezzük, hogy a fedőrétegeken a víz v_f függőleges sebességgel szivárog, mely természetesen mindegyik rétegre azonos értékű, s az u sebességkomponens a fedőrétegekben $u_f = 0$.

A v_f sebességet az egyes rétegekben Δh_1, Δh_2, . . . Δh_m relatív nyomásesések tartják fenn, melyek a Darcy-képlet minden egyes rétegre való alkalmazásával a

$$v_f = \frac{k_{f1}}{t_{f1}} \Delta h_1 = \frac{k_{f2}}{t_{f2}} \Delta k_2 = \ldots = \frac{k_{fm}}{t_{fm}} \Delta h_m \tag{68}$$

összefüggéseket kielégítik s egyúttal

$$\Delta h_1 + \Delta h_2 + \ldots + \Delta h_m = h - h_2 \,, \tag{69}$$

ha $h - h_2$ az összes réteg együttes nyomásesése, mint egyetlen fedőréteg esetén.

A (68) egyenletekből a Δh_i értékeket képezve és (69)-be helyettesítve

$$\left(\frac{t_{f1}}{k_{f1}} + \frac{t_{f2}}{k_{f2}} + \ldots + \frac{t_{fm}}{k_{fm}}\right) v_f = h - h_2$$

adódik, amit összehasonlítva a $t_f = \Sigma t_{fi}$ vastagságú egyetlen fedőrétegre felírható Darcy-képlettel:

$$\frac{t_f}{k_f} v_f = h - h_2$$

nyilvánvaló, hogy

$$\frac{t_f}{k_f} = \frac{t_{f1}}{k_{f1}} + \frac{t_{f2}}{k_{f2}} + \ldots + \frac{t_{fm}}{k_{fm}} = \sum_{i=1}^{m} \frac{t_{fi}}{k_{fi}} \,,$$

amiből az egyenértékű fedőréteg idális k_f szivárgási tényezőjét kifejezve, valóban (67) adódik.

62. *Az áramkép meghatározása kis lábszélességű műtárgy és szimmetrikus rétegződés esetén*

Ha a rétegződés az alvízi és felvízi oldalon azonos, tehát a gát tengelyvonala a teljes szivárgási tartománynak szimmetriatengelye, úgy az áramkép is szimmetrikus lesz. A szimmetria folytán a szimmetriatengely potenciálvonal lesz, melyen a potenciál értéke, azaz a nyomás értéke állandó. A 2—4. pontokban ismertetett elvi megoldásunk tehát minden változtatás nélkül érvényes erre az esetre, csupán a Δh értéket kell megfelelően választanunk.

Jelöljük a felvízszint magasságát H_f, az alvízszintét H_a betűkkel. Legyen a teljes szivárgási tartományra vonatkozó alapsík az alvízszint, tehát $h_2 = H_a$. A felvíz és alvíz szintkülönbségét $H = H_f - H_a$ betűvel jelöljük. Nyilvánvaló, hogy a szimmetriatengelyben fellépő nyomás értéke a felvízi H nyomástöbbletnek fele, azaz

$$\Delta h = \frac{H}{2} \,. \tag{70}$$

Ha képleteinket a (70) alatt adott Δh értékkel használjuk, úgy meghatározhatjuk a szivárgás áramképét. A számítás menetét egy számpéldával kapcsolatban mutatjuk be.

Határozzuk meg az áramképet a 4. ábrán vázolt $t_0 = 10$ m vastag, $k_0 = 10^{-2}$ cm/sec szivárgási együtthatójú vízvezető rétegre vonatkozóan, mely felett három fedőréteget találunk, az alábbi jellemzőkkel:

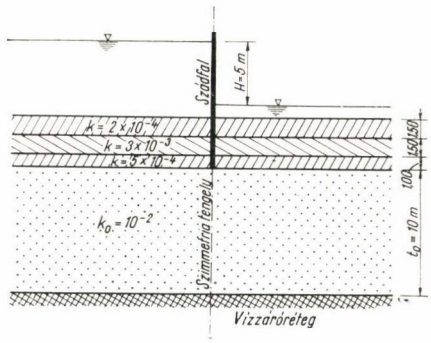
$$t_{f1} = 1{,}50 \text{ m}, \qquad k_{f1} = 2 \times 10^{-4} \text{ cm/sec},$$
$$t_{f2} = 1{,}50 \text{ m}, \qquad k_{f2} = 3 \times 10^{-3} \text{ cm/sec},$$
$$t_{f3} = 1{,}00 \text{ m}, \qquad k_{f3} = 5 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}.$$

A vízszintkülönbség a felvízi és alvízi szintek között $H = 5$ m.

Először a $t_f = 4{,}00$ m vastag egyenértékű fedőréteg ideális szivárgási tényezőjét határozzuk meg. A (67) képlet alapján $k_f = 4 \times 10^{-4}$ cm/sec.

A (19) képlet szerint $\alpha = 0{,}1$, a (25) alatti karakterisztikus egyenlet tehát

$$\varphi_n \operatorname{tg} \varphi_n = 0{,}1.$$



1. ábra. Szimmetrikus szivárgási tartomány keskeny műtárggyal

A karakterisztikus egyenlet gyökei (az (5—6) egyenletek segítségével számítva):

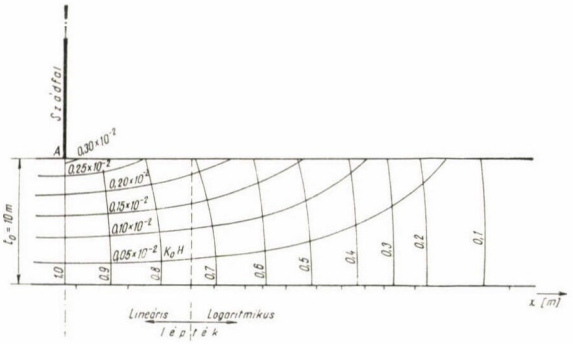
$$\begin{aligned}
\varphi_0 &= 0{,}311 \quad (\varepsilon_0 = 0{,}311) \\
\varphi_1 &= 3{,}173 \quad (\varepsilon_1 = 0{,}032) \\
\varphi_2 &= 6{,}299 \quad (\varepsilon_2 = 0{,}016) \\
\varphi_3 &= 9{,}435 \quad (\varepsilon_3 = 0{,}011) \\
\varphi_4 &= 12{,}574 \quad (\varepsilon_4 = 0{,}008) \\
\varphi_5 &= 15{,}714 \quad (\varepsilon_5 = 0{,}006) \\
\varphi_6 &= 18{,}855 \quad (\varepsilon_6 = 0{,}005) \\
&\ldots \qquad\qquad \ldots
\end{aligned}$$

Az áramkép meghatározásához szükséges Δh érték H fele, azaz 2,50 m. Helyesebb azonban, ha az áramképet $\Delta h = 1$ esetre határozzuk meg és a tényleges Δh értékkel csak a kiértékelésnél szorzunk, így különböző vízszintkülönbségekre is helyes megoldást kapunk.

Mivel az áramlási tartomány szimmetrikus, elegendő a felével, például a jobboldali felével foglalkoznunk. Létesítsünk a tartományban különböző x és y értékekkel négyszöghálózatot, s határozzuk meg a hálózat sarokpontjaiban az *I. táblázatban* összegyűjtött képletek segítségével a Ψ áramfüggvény és a $h - h_2$ nyomásfüggvény értékeit. Utóbbi azonos a Φ potenciállal, csupán ellenkező előjelű és nincs szorozva k_0 értékkel, használata viszont jobban kézzelfogható. A kapott értékeket a négyszöghálózat sarokpontjaira felírva a geodéziai kótás projekcióhoz hasonló ábrát nyerünk, melyből a $\Phi = \text{constans}$ potenciálvonalak (vagy nyomásvonalak) és a $\Psi = \text{constans}$ áramvonalak úgy szerkeszthetők, ahogyan a rétegvonalakat szerkesztjük a kótás projekcióból.

Példánkban az így megszerkesztett áramképet az 5. *ábra* mutatja. Mivel az áramkép természetes léptékben hosszúra nyúlt volna, az ábrán az $x > 10$ m értékeknél logaritmikus léptékre tértünk át.

A szádfal tengelyében a fedőréteg alsó síkján kapott áramfüggvényérték a teljes vízhozamot adja. A számított érték $0{,}312 \times 10^{-2}\, \Delta h$. Ha az összes vízhozamot az 1. táblázati közelítő képlettel számítjuk, úgy $Q = 0{,}311 \times 10^{-2}\, \Delta h$ értéket kapunk, jó egyezésben a pontos értékkel.



5. ábra. Szimmetrikus szivárgási tartomány áramképe keskeny műtárgy esetén

Az 1. táblázatban foglalt közelítő képletekkel a szivárgás néhány jellemzőjét a $\Delta h = 2{,}50$ m értékkel meghatározva, az alábbi eredmények adódnak:

$$
\begin{aligned}
u_0 &= 0{,}68 \times 10^{-3} \text{ cm/sec} \\
u_{átl.} &= 0{,}78 \times 10^{-3} \text{ cm/sec} \\
v_{f\max} &= 0{,}25 \times 10^{-3} \text{ cm/sec} \\
Q &= 0{,}78 \text{ cm}^2\text{/sec} = 0{,}078 \text{ l/secfm} = 0{,}28 \text{ m}^3\text{/órafm}
\end{aligned}
$$

63. *Az áramkép meghatározása kis lábszélességű műtárgy és aszimmetrikus rétegződés esetén*

Ha a műtárgy két oldalán a fedőréteg jellemzői nem azonosak — és ez a gyakoribb eset —, úgy a műtárgytengely nem szimmetriatengely, tehát ott a potenciál nem állandó. Ezért (26—29) alapképleteink sem felelnek meg az áramkép meghatározására, de (20) alatti alapképletünk változatlanul érvényben van, hiszen annak $x = 0$ helyen vett és (22) alatt felírt speciális alakja nem csupán a (22) jobb oldalán levő $-k_0\, \Delta h$ állandó potenciáleloszlás leírására, hanem bármilyen tetszőleges potenciáleloszlás jellemzésére alkalmas. Megfelelő A_n együtthatók felvételével tehát a (20) képlet meghatározza a féltartomány bármely pontjában a potenciál értékét, s ezáltal az áramlás összes jellemzőit, a nehézség csupán ott van, hogy a megfelelő A_n együtthatókat nem ismerjük és közvetlen sorbafejtéssel sem tudjuk meghatározni a (22) egyenlethez hasonló módon, mert a potenciál eloszlását sem ismerjük az $x = 0$ koordinátával jellemzett tengelyvonalon.

A megfelelő A_n együtthatók megkeresésének módja alapelvben a következő:

Ha a műtárgy tengelyvonalában tetszés szerinti potenciáleloszlást veszünk fel, úgy annak sorbafejtett alakja megadja az A_n értékeket. Kapunk

tehát egy áramképet az egyik, például a jobboldali féltartományra, a jobb oldali fedőrétegnek megfelelően. Ha ugyanezt az áramképet meghatározzuk a baloldali (felvízoldali) féltartományra vonatkozólag, de a baloldali fedőréteg jellemzőivel és a felvízi vízszintre mint alapsíkra, úgy a meghatározott két áramkép a közös határán (a műtárgy tengelyében) általában még nem illik össze. A potenciál ugyan azonos, hiszen ebből indultunk ki, a vízhozamok azonban nem egyenlőek, tehát az áramvonalak nem illeszkednek. Nyilvánvaló, hogy csak egy olyan kiinduló potenciáleloszlás létezik, melynél az áramvonalak is egyeznek, s éppen ez a keresett függvény, az ennek sorbafejtésével nyerhető A_n együtthatók alkalmasak a teljes áramkép meghatározására. (A két féltartományra külön-külön!)

Az elmondottak alapján az áramkép két, egymástól független tartományban külön-külön határozandó meg, szükséges tehát a jelölések kibővítése.

A két tartományban az azonos fogalmakat a és f indexszel különböztetjük meg egymástól. Így a különböző fedőrétegek alapján a (19) képlettel meghatározott α tényezőket a felvízi oldalon α_f, az alvízi oldalon α_a jelöli. A Φ potenciál alapsíkja a felvízi oldalon a felvízszint magassága (Φ_f), az alvízi oldalon az alvízszint magassága (Φ_a), helyesebben e magasságoknak megfelelő potenciál. A karakterisztikus egyenletek gyökrendszerét az indexhalmozás elkerülésére külön betűvel jelöljük, éspedig az alvízi oldalon φ-vel, mint eddig, a felvízi oldalon ϑ-val. A karakterisztikus egyenletek tehát:

$$\left.\begin{aligned} \varphi_n \operatorname{tg} \varphi_n &= \alpha_a \\ \vartheta_n \operatorname{tg} \vartheta_n &= \alpha_f \end{aligned}\right\}. \tag{71}$$

Hasonlóan külön betűvel jelöljük a potenciálfüggvények konstans együtthatóit, az alvízi oldalon, mint eddig A_n, a felvízi oldalon pedig F_n betűkkel.

A két tartomány koordináta-rendszere is különböző. Az y tengely azonos, az x tengelyek egybeesnek, de értelmük ellenkező, mindkettő a műtárgytengelytől távolodóan pozitív. A jelölések további egyszerűsítésére egyébként az x és y koordináták helyett most is a (61) alatt bevezetett ξ és η relatív koordinátákat használjuk.

Fenti jelölésekkel a két tartomány potenciálfüggvényei:

$$\Phi = \Phi_a + \sum_{n=0}^{\infty} A_n e^{-\varphi_n \xi} \cos \varphi_n \eta \tag{72}$$

$$\Phi = \Phi_f + \sum_{n=0}^{\infty} F_n e^{-\vartheta_n \xi} \cos \vartheta_n \eta \tag{73}$$

az áramfüggvények pedig a (7) alatti relációk alapján:

$$\Psi = -\sum_{n=0}^{\infty} A_n e^{-\varphi_n \xi} \sin \varphi_n \eta \tag{74}$$

$$\Psi = -\sum_{n=0}^{\infty} F_n e^{-\varphi_n \xi} \sin \vartheta_n \eta \,. \tag{75}$$

A két áramkép illeszkedésének feltételei a következők:

1. a $\xi = 0$ határvonalon a két tartomány potenciálfüggvénye azonos;

2. ugyanott a két tartomány áramfüggvényeinek összege zérus, mert a határvonalon sem vízelvezetés, sem betáplálás nincs.

A feltételi egyenletek tehát (72—75) alapján $\xi = 0$ helyettesítéssel, valamint a (12) alapján írható

$$\Phi_a - \Phi_f = -k_0 H_a + k_0 H_f = k_0 H$$

összefüggéssel

$$\sum_{n=0}^{\infty} (F_n \cos \vartheta_n \eta - A_n \cos \varphi_n \eta) = k_0 H \tag{76}$$

$$\sum_{n=0}^{\infty} (F_n \sin \vartheta_n \eta + A_n \sin \varphi_n \eta) = 0 . \tag{77}$$

Feladatunk az F_n és A_n értékrendszert úgy meghatározni, hogy mindkét feltételi egyenlet bármely η érték mellett kielégüljön az $\eta = 0$ és $\eta = 1$ határok között.

A feladatot előbb úgy oldjuk meg, hogy a (76—77) egyenletekben az összegezés felső határát egyelőre k-nak választjuk, majd $k \to \infty$ határátmenettel írjuk fel a pontos megoldást.

Az így módosított (76—77) egyenleteket differenciáljuk $(2k + 1)$-szer és a kapott egyenletekben helyettesítsünk $\eta = 0$ értéket, beleértve a (76—77) egyenleteket is. Az összesen $4k + 4$ számú egyenlet fele sinusfüggvényt tartalmaz, így a helyettesítéssel azonosan zérussá válik, a másik fele $2k + 2$ számú egyenletet ad az ugyanennyi $F_0, F_1 \ldots F_k, A_0, A_1 \ldots A_k$ ismeretlen kiszámításához. Ezek az egyenletek a következők:

$$\left.\begin{aligned}
&\sum_{0}^{k} (F_n - A_n) = k_0 H \\
&\sum_{0}^{k} (F_n \vartheta_n + A_n \varphi_n) = 0 \\
&\sum_{0}^{k} (F_n \vartheta_n^2 - A_n \varphi_n^2) = 0 \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
&\sum_{0}^{k} (F_n \vartheta_n^{2k+1} + A_n \varphi_n^{2k+1}) = 0
\end{aligned}\right\} \tag{78}$$

Vezessük be átmenetileg a

$$\left.\begin{aligned}
P_n &= -A_n \\
\lambda_n &= -\varphi_n
\end{aligned}\right\} \tag{79}$$

jelöléseket, melyek célja kizárólag az előjel megváltoztatása, az értékek egyébként azonos abszolutértékűek, úgy a (78) egyenletrendszerben az előjel válta-

kozása megszűnik, az összes előjel pozitív lesz. A (78) egyenletrendszer kifejtett alakja tehát:

$$\left.\begin{aligned}
F_0 + F_1 + \ldots + F_k \;+\; P_0 + \;P_1 + \ldots + \;P_k &= k_0 H \\
\vartheta_0 F_0 + \vartheta_1 F_1 + \ldots + \vartheta_k F_k + \lambda_0 P_0 + \lambda_1 P_1 + \ldots + \lambda_k P_k &= 0 \\
\vartheta_0^2 F_0 + \vartheta_1^2 F_1 + \ldots + \vartheta_k^2 F_k + \lambda_0^2 P_0 + \lambda_1^2 P_1 + \ldots + \lambda_k^2 P_k &= 0 \\
\ldots\ldots\ldots

rendszer jobb oldalán álló oszlopot írjuk. Mivel ez az első tag kivételével zérus, a D_{Fn} determináns értékét úgy határozhatjuk meg, hogy a (81) alatti determináns első sorát és F_n-hez tartozó oszlopát töröljük és a kapott aldeterminánst $k_0 H$ értékkel, valamint $(-1)^n$ helyértékkel szorozzuk. Tehát

$$D_{Fn} = (-1)^n k_0 H D'_{Fn} \tag{84}$$

ahol D'_{Fn} a szóban levő aldeterminánst:

$$D'_{Fn} = \begin{vmatrix} \vartheta_0 & \dots & \vartheta_{n-1} & \vartheta_{n+1} & \dots & \vartheta_k & \lambda_0 & \dots & \lambda_k \\ \vartheta_0^2 & \dots & \vartheta_{n-1}^2 & \vartheta_{n+1}^2 & \dots & \vartheta_k^2 & \lambda_0^2 & \dots & \lambda_k^2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \vartheta_0^{2k+1} & \dots & \vartheta_{n-1}^{2k+1} & \vartheta_{n+1}^{2k+1} & \dots & \vartheta_k^{2k+1} & \lambda_0^{2k+1} & \dots & \lambda_k^{2k+1} \end{vmatrix} . \tag{85}$$

Mivel a determináns egy oszlopának ugyanazzal a számmal való osztása egyenértékű a determinánsnak ugyanazzal a számmal való osztásával, ezért az első oszlopból ϑ_0, a másodikból ϑ_1 stb. kiemelhető, s így

$$D'_{Fn} = \vartheta_0 \vartheta_1 \dots \vartheta_{n-1} \vartheta_{n+1} \dots \vartheta_k \lambda_0 \dots \lambda_k D''_{Fn} \tag{86}$$

ahol

$$D''_{Fn} = \begin{vmatrix} 1 & \dots & 1 & 1 & \dots & 1 & 1 & \dots & 1 \\ \vartheta_0 & \dots & \vartheta_{n-1} & \vartheta_{n+1} & \dots & \vartheta_k & \lambda_0 & \dots & \lambda_k \\ \vartheta_0^2 & \dots & \vartheta_{n-1}^2 & \vartheta_{n+1}^2 & \dots & \vartheta_k^2 & \lambda_0^2 & \dots & \lambda_k^2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \vartheta_0^{2k} & \dots & \vartheta_{n-1}^{2k} & \vartheta_{n+1}^{2k} & \dots & \vartheta_k^{2k} & \lambda_0^{2k} & \dots & \lambda_k^{2k} \end{vmatrix} \tag{87}$$

ismét hatványdeterminány, melynek kifejtett alakja ugyanaz, mint a (82) alatti szorzat, azzal az eltéréssel, hogy a ϑ_n elemet tartalmazó különbségek hiányoznak. E determinánsnak és a D_0 determinánsnak a hányadosa tehát éppen csak ezeket az elemeket tartalmazza:

$$\frac{D''_{Fn}}{D_0} = \tag{88}$$

$$= \frac{1}{(\vartheta_n - \vartheta_0)(\vartheta_n - \vartheta_1) \dots (\vartheta_n - \vartheta_{n-1})(\vartheta_{n+1} - \vartheta_n) \dots (\vartheta_k - \vartheta_n)(\lambda_0 - \vartheta_n) \dots (\lambda_k - \vartheta_n)} .$$

A (83), (84), (86) és (88) összefüggések alapján felírható az F_n tényező képlete:

$$F_n = (-1)^n k_0 H \frac{1}{\frac{\vartheta_n}{\vartheta_0} - 1} \cdot \frac{1}{\frac{\vartheta_n}{\vartheta_1} - 1} \dots \frac{1}{\frac{\vartheta_n}{\vartheta_{n-1}} - 1} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\vartheta_n}{\vartheta_{n+1}}} \dots$$

$$\dots \frac{1}{1 - \frac{\vartheta_n}{\vartheta_k}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\vartheta_n}{\lambda_0}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\vartheta_n}{\lambda_1}} \dots \frac{1}{1 - \frac{\vartheta_n}{\lambda_k}} . \tag{89}$$

A kapott képletet $n = 0, 1, 2, \ldots k$ értékekre felírva meghatározható a teljes F értékrendszer. Hasonló elven írható fel a P értékrendszer általános P_n tagjának képlete:

$$P_n = (-1)^{n+k+1} k_0 H \frac{1}{\frac{\lambda_n}{\vartheta_0} - 1} \cdot \frac{1}{\frac{\lambda_n}{\vartheta_1} - 1} \cdots \frac{1}{\frac{\lambda_n}{\vartheta_k} - 1} \cdot \frac{1}{\frac{\lambda_n}{\lambda_0} - 1} \cdots$$

$$\frac{1}{\frac{\lambda_n}{\lambda_{n-1}} - 1} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\lambda_n}{\lambda_{n+1}}} \cdots \frac{1}{1 - \frac{\lambda_n}{\lambda_k}} \cdot \tag{90}$$

A (89) és (90) képletekbe a (79) összefüggésekkel λ_n helyébe φ_n és P_n helyébe A_n értékeket bevezetve és kisebb átcsoportosítást végrehajtva:

$$F_n = (-1)^n k_0 H \frac{1}{\left(\frac{\vartheta_n}{\vartheta_0} - 1\right)\left(\frac{\vartheta_n}{\varphi_0} + 1\right)} \cdot \frac{1}{\left(\frac{\vartheta_n}{\vartheta_1} - 1\right)\left(\frac{\vartheta_n}{\varphi_1} + 1\right)} \cdots \frac{1}{\left(\frac{\vartheta_n}{\vartheta_{n-1}} - 1\right)\left(\frac{\vartheta_n}{\varphi_{n-1}} + 1\right)} \cdot$$

$$\cdot \frac{1}{\frac{\vartheta_n}{\varphi_n} + 1} \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{\vartheta_n}{\vartheta_{n+1}}\right)\left(1 + \frac{\vartheta_n}{\varphi_{n+1}}\right)} \cdots \frac{1}{\left(1 - \frac{\vartheta_n}{\vartheta_k}\right)\left(1 + \frac{\vartheta_n}{\varphi_k}\right)} \cdot \tag{91}$$

$$A_n = (-1)^{n+1} k_0 H \frac{1}{\left(\frac{\varphi_n}{\varphi_0} - 1\right)\left(\frac{\varphi_n}{\vartheta_0} + 1\right)} \cdots \frac{1}{\left(\frac{\varphi_n}{\varphi_{n-1}} - 1\right)\left(\frac{\varphi_n}{\vartheta_{n-1}} + 1\right)} \cdot$$

$$\cdot \frac{1}{\frac{\varphi_n}{\vartheta_n} + 1} \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{\varphi_n}{\varphi_{n+1}}\right)\left(1 + \frac{\varphi_n}{\vartheta_{n+1}}\right)} \cdots \frac{1}{\left(1 - \frac{\varphi_n}{\varphi_k}\right)\left(1 + \frac{\varphi_n}{\vartheta_k}\right)} \cdot \tag{92}$$

A kapott képletekből az F és A értékrendszer egyértelműen kiszámítható. Nincs akadálya a $k \to \infty$ határátmenet képzésének sem, mert a szorzatban egymásután következő tényezők értéke növekvő k esetén az egységhez tart és a konvergencia további feltételei is teljesülnek. Numerikus számításra azonban a kapott képletek alig felelnek meg, mert kellő pontosság eléréséhez igen sok tényező kiszámítása és összeszorzása szükséges. A képletek konvergenciáját az alábbi módon lényegesen meg tudjuk javítani.

Emlékezzünk arra, hogy elegendő nagy i esetén

$$\varphi_i \approx \vartheta_i \approx i\pi \tag{93}$$

az $(i + 1)$-ik szorzótényező tehát például a (91) képletben, ha azt $k \to \infty$ határátmenettel végtelen szorzattá alakítottuk át:

$$\frac{1}{\left(1 - \frac{\vartheta_n}{\vartheta_i}\right)\left(1 + \frac{\vartheta_n}{\varphi_i}\right)} \approx \frac{1}{\left(1 - \frac{\vartheta_n}{i\pi}\right)\left(1 + \frac{\vartheta_n}{i\pi}\right)} = \frac{1}{1 - \frac{\vartheta_n^2}{i^2 \pi^2}} \cdot \tag{94}$$

Ismeretes azonban a $\sin \vartheta_n$ függvénynek az alábbi végtelen szorzattal megadott alakja:

$$\sin \vartheta_n = \vartheta_n \left(1 - \frac{\vartheta_n^2}{\pi^2}\right)\left(1 - \frac{\vartheta_n^2}{4\pi^2}\right)\left(1 - \frac{\vartheta_n^2}{9\pi^2}\right)\left(1 - \frac{\vartheta_n^2}{16\pi^2}\right) \dots \tag{95}$$

melynek $(i+1)$-ik szorzótényezője láthatóan reciprokértéke a (94) alattinak. Nyilvánvaló tehát, hogy elegendő nagy i-től kezdve a (91) alatti végtelen szorzat tagjai helyettesíthetők a (95) alatti szorzat megfelelő tagjainak reciprokával. Ha még ezenkívül a (71) alatti karakterisztikus egyenlet alapján felírható

$$\sin \vartheta_n = \frac{a_f \cos \vartheta_n}{\vartheta_n} \tag{96}$$

összefüggést is figyelembe vesszük, úgy F_n végleges képlete:

$$F_n = \frac{k_0 H}{a_f} \cdot \frac{1}{\cos \vartheta_n} \cdot \frac{\vartheta_n^2}{\left(\frac{\vartheta_n}{\vartheta_0} - 1\right)\left(\frac{\vartheta_n}{\varphi_0} + 1\right)} \cdot \frac{\frac{\vartheta_n^2}{\pi^2} - 1}{\left(\frac{\vartheta_n}{\vartheta_1} - 1\right)\left(\frac{\vartheta_n}{\varphi_1} + 1\right)} \dots$$

$$\dots \frac{\frac{\vartheta_n^2}{(n-1)^2\pi^2} - 1}{\left(\frac{\vartheta_n}{\vartheta_{n-1}} - 1\right)\left(\frac{\vartheta_n}{\varphi_{n-1}} + 1\right)} \cdot \frac{\frac{\vartheta_n^2}{n^2\pi^2} - 1}{\frac{\vartheta_n}{\varphi_n} + 1} \cdot \frac{\frac{\vartheta_n^2}{(n+1)^2\pi^2} - 1}{\left(\frac{\vartheta_n}{\vartheta_{n+1}} - 1\right)\left(\frac{\vartheta_n}{\varphi_{n+1}} + 1\right)} \dots \tag{97}$$

Hasonlóan vezethető le a (92) egyenletből A_n képlete:

$$A_n = -\frac{k_0 H}{a_a} \cdot \frac{1}{\cos \varphi_n} \cdot \frac{\varphi_n^2}{\left(\frac{\varphi_n}{\varphi_0} - 1\right)\left(\frac{\varphi_n}{\vartheta_0} + 1\right)} \cdot \frac{\frac{\varphi_n^2}{\pi^2} - 1}{\left(\frac{\varphi_n}{\varphi_1} - 1\right)\left(\frac{\varphi_n}{\vartheta_1} + 1\right)} \dots$$

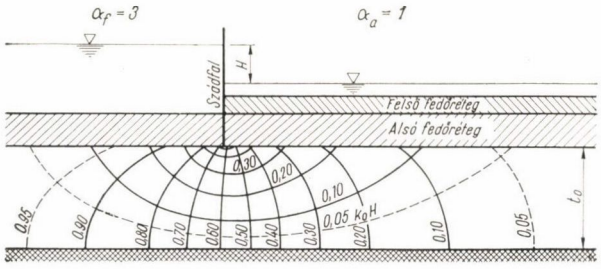
$$\dots \frac{\frac{\varphi_n^2}{(n-1)^2\pi^2} - 1}{\left(\frac{\varphi_n}{\varphi_{n-1}} - 1\right)\left(\frac{\varphi_n}{\vartheta_{n-1}} + 1\right)} \cdot \frac{\frac{\varphi_n^2}{n^2\pi^2} - 1}{\left(\frac{\varphi_n}{\vartheta_n} + 1\right)} \cdot \frac{\frac{\varphi_n^2}{(n+1)^2\pi^2} - 1}{\left(\frac{\varphi_n}{\varphi_{n+1}} - 1\right)\left(\frac{\varphi_n}{\vartheta_{n+1}} + 1\right)} \dots \tag{98}$$

A (97—98) képletek már numerikus számításra is alkalmasak, mert gyorsan konvergálnak. A képletek szerkezete és a ki nem írt szorzótényezők képzési módja nem kíván magyarázatot, csupán F_0 és A_0 képletéhez fűzünk megjegyzést. Mivel F_n, ill. A_n képletében mindig az n indexű tényező nevezőjében marad el a különbség, $n = 0$ esetére az előírás nem evidens. A levezetésünk alapján azonban megállapíthatjuk, hogy ebben az esetben is a képletek harmadik tagjául

$$\frac{\vartheta_0^2}{\frac{\vartheta_0}{\varphi_0} + 1}, \qquad \text{illetve} \qquad \frac{\varphi_0^2}{\frac{\varphi_0}{\vartheta_0} + 1}$$

írandó, tehát a nevezőben szereplő különbség elhagyandó. A további tényezők $n = 0$ helyettesítéssel képezhetők.

Levezetett számítási eljárásunk alkalmazását egy számpéldán mutatjuk be. A szivárgási tartományt és az általános elrendezést a 6. ábrán láthatjuk. A vízvezető réteg és a fedőréteg állandóiból számított karakterisztikus tényezők az alvízi oldalon $\alpha_a = 1$ és a felvízi oldalon $\alpha_f = 3$. Meghatározandó az áramkép.



6. ábra. Aszimmetrikus szivárgási tartomány áramképe keskeny műtárgy esetén

Először a φ és ϑ értékeket számítjuk a (71) karakterisztikus egyenletekből. A számításhoz felhasználjuk az (5) alatti számítási segédleteket. Az eredmények a következők:

$$\varphi_0 = \quad = 0{,}860; \qquad \vartheta_0 = \quad = 1{,}193;$$
$$\varphi_1 = \pi + 0{,}284 = 3{,}426; \qquad \vartheta_1 = \pi + 0{,}667 = 3{,}809;$$
$$\varphi_2 = 2\pi + 0{,}154 = 6{,}437; \qquad \vartheta_2 = 2\pi + 0{,}421 = 6{,}704;$$
$$\varphi_3 = 3\pi + 0{,}104 = 9{,}529; \qquad \vartheta_3 = 3\pi + 0{,}299 = 9{,}724;$$
$$\varphi_4 = 4\pi + 0{,}079 = 12{,}645; \qquad \vartheta_4 = 4\pi + 0{,}231 = 12{,}797;$$
$$\varphi_5 = 5\pi + 0{,}064 = 15{,}772; \qquad \vartheta_5 = 5\pi + 0{,}187 = 15{,}895;$$
$$\varphi_6 = 6\pi + 0{,}053 = 18{,}903; \qquad \vartheta_6 = 6\pi + 0{,}156 = 19{,}006;$$
$$\varphi_7 = 7\pi + 0{,}045 = 22{,}036; \qquad \vartheta_7 = 7\pi + 0{,}134 = 22{,}126;$$
$$\varphi_8 = 8\pi + 0{,}040 = 25{,}173; \qquad \vartheta_8 = 8\pi + 0{,}118 = 25{,}251;$$
$$\varphi_9 = 9\pi + 0{,}035 = 28{,}309; \qquad \vartheta_9 = 9\pi + 0{,}105 = 28{,}379;$$
$$\varphi_{10} = 10\pi + 0{,}032 = 31{,}448; \qquad \vartheta_{10} = 10\pi + 0{,}095 = 31{,}511.$$

Következik az F, A értékrendszerek számítása. A számítást táblázatban végezzük. Az egyes szorzótényezőket addig kell figyelembe venni, amíg kellően meg nem közelítik az egységet. Megfigyelhető a számítás során, hogy a nagyobb n indexű F és A értékek számításánál a konvergencia rosszabb. A részletes számítás mellőzésével csak az eredményeket közöljük:

$$F_0 = \quad 0{,}489\ k_0 H \qquad A_0 = -0{,}669\ k_0 H$$
$$F_1 = -0{,}103\ k_0 H \qquad A_1 = \quad 0{,}100\ k_0 H$$
$$F_2 = \quad 0{,}039\ k_0 H \qquad A_2 = -0{,}034\ k_0 H$$
$$F_3 = -0{,}020\ k_0 H \qquad A_3 = \quad 0{,}016\ k_0 H$$
$$F_4 = \quad 0{,}011\ k_0 H \qquad A_4 = -0{,}009\ k_0 H$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots$$

Fenti értékeket a (78) alatti első egyenletbe, valamint a (77) alatti egyenletbe $\eta = 1$ helyen behelyettesítve nem kapunk tökéletes egyezést az elhanyagolt tagok miatt. Ezért célszerű az F_4, A_4 értékeket úgy módosítani, hogy ezek az egyenletek, azaz a potenciál és vízhozam feltételi egyenletei kielégüljenek. A módosított értékek lesznek:

$$F_4' = \quad 0{,}004\, k_0 H \qquad\qquad A_4' = -0{,}004\, k_0 H$$

Az F és A értékrendszer ismeretében a (72—75) képletekkel számítjuk a potenciál és áramfüggvény értékeit a két tartomány egyes pontjaiban, s ezek alapján megszerkesztjük az áramképet. Az eredményt a 6. ábrán láthatjuk. Megállapítható az ábra alapján, hogy a műtárgy (szádfal) tengelyében a potenciál értéke ebben az esetben is közel állandó. A teljes átszivárgó vízhozam

$$Q = 0{,}542\, k_0 H \tag{99}$$

a számítás eredménye szerint.

Közelítő megoldás lehetősége

Az ismertetett számítási eljárás segítségével aszimmetrikus fedőrétegek esetén is pontosan meghatározhattuk az áramképet, de meglehetősen sok számítási munkával. Kívánatos volna ezért itt is egyszerűbb képletek felállítása, melyekkel közelítő eredményt nyerhetünk.

Közelítő megoldás akkor állítható fel, ha valamelyik tartomány α tényezője kicsi. Legyen például az alvízi oldalon a fedőrétegek fojtása olyan nagy, hogy $\alpha_a < 1$. Vizsgáljuk meg a (98) alatti képlettel megadott A tényezők értékét. A φ tényezők értékére feltesszük, hogy közelítőleg:

$$\varphi_0 = \sqrt{\frac{3\,\alpha_a}{3+\alpha_a}} \quad \text{és} \quad \varphi_n = n\,\pi. \qquad (n = 1, 2, 3 \ldots)$$

E közelítő feltevés folytán a (98) képletben az n indexű szorzótényező zérus értékű, tehát az összes A_n zérus az A_0 kivételével. Az A_0 értékét közelítőleg egyenlőnek vesszük a (98) alatti első három tényező szorzatával, tehát az 1, 2, 3... indexű, közel egységnyi értékű tényezőket nem vesszük figyelembe. Így

$$A_0 = -\frac{k_0 H}{\alpha_a} \cdot \frac{1}{\cos\varphi_0} \cdot \frac{\varphi_0^2}{\frac{\varphi_0}{\vartheta_0} + 1}$$

amit a φ-re vonatkozó (96)-hoz hasonló összefüggés alapján így is írhatunk:

$$A_0 = -\frac{k_0 H}{\sin\varphi_0} \cdot \frac{\varphi_0 \vartheta_0}{\varphi_0 + \vartheta_0}. \tag{100}$$

Az alsó tartomány potenciálfüggvénye és áramfüggvénye tehát a (72) és (74) képletekkel:

$$\Phi = \Phi_a - \frac{k_0 H}{\sin\varphi_0} \cdot \frac{\varphi_0 \vartheta_0}{\varphi_0 + \vartheta_0} e^{-\varphi_0 \xi} \cos\varphi_0 \eta \tag{101}$$

$$\Psi = \frac{k_0 H}{\sin\varphi_0} \cdot \frac{\varphi_0 \vartheta_0}{\varphi_0 + \vartheta_0} e^{-\varphi_0 \xi} \sin\varphi_0 \eta. \tag{102}$$

Vizsgáljuk meg a potenciál értékét a két tartomány határvonalán ($\xi = 0$). Egyszerűbb szemlélet érdekében a H_a alvízszinthez képest mutatkozó ΔH nyomásértékre áttérve:

$$\Delta H = \frac{H}{\sin \varphi_0} \cdot \frac{\vartheta_0 \varphi_0}{\varphi_0 + \vartheta_0} \cos \varphi_0 \eta .$$

Határozzuk meg ΔH értékét a határvonal alsó ($\eta = 0$) és felső ($\eta = 1$) végpontján:

$$\Delta H_0 = H \frac{\varphi_0}{\sin \varphi_0} \cdot \frac{\vartheta_0}{\varphi_0 + \vartheta_0} \quad \text{és} \quad \Delta H_1 = H \frac{\varphi_0}{\operatorname{tg} \varphi_0} \cdot \frac{\vartheta_0}{\varphi_0 + \vartheta_0} .$$

Mivel kisértékű α_a mellett $\sin \varphi_0 \sim \varphi_0 \sim \operatorname{tg} \varphi_0$, ezért a potenciál a határvonalon állandónak tekinthető, s a nyomás értéke:

$$\Delta H = H \frac{\vartheta_0}{\varphi_0 + \vartheta_0} \tag{103}$$

Feladatunkat így visszavezettük a 2—4. fejezetekben tárgyalt alapesetre, mert a határvonalon a (103) képlettel számítható állandó értékű potenciál ismert, az áramkép az alsó és felső tartományban külön-külön meghatározható. Ismételjük, hogy fenti egyszerűbb képlet alkalmazásának elegendő feltétele az egyik tartomány α tényezőjének kicsiny volta, a másik tetszés szerinti lehet. Lehet például a felvízi oldalon $\alpha_f = \infty$, azaz a fedőréteg hiányzik. Ez esetben $\vartheta_0 = \frac{\pi}{2}$ és a felső tartomány áramképe az 51. pont képletei, illetve a *3. ábra* szerint határozható meg.

Az átszivárgó teljes vízhozam képletét (102) alapján írhatjuk fel $\xi = 0$ és $\eta = 1$ helyettesítéssel:

$$Q = k_0 H \frac{\varphi_0 \vartheta_0}{\varphi_0 + \vartheta_0} . \tag{104}$$

Befejezésül számítsuk ki a nyomás értékét a határvonalon és az átszivárgó teljes vízmennyiséget a (103—104) képletekkel a részletesen kidolgozott számpélda adataival. Mivel $\varphi_0 = 0{,}860$; $\vartheta_0 = 1{,}193$, $\Delta H = 0{,}58\, H$ és $Q = 0{,}50\, k_0 H$, elég jó egyezésben a *6. ábrával*, illetve a (99) képlet szerinti vízhozammal. Ha az α tényezők valamelyike a számpéldában kisebb lett volna, úgy az egyezés is jobb lenne.

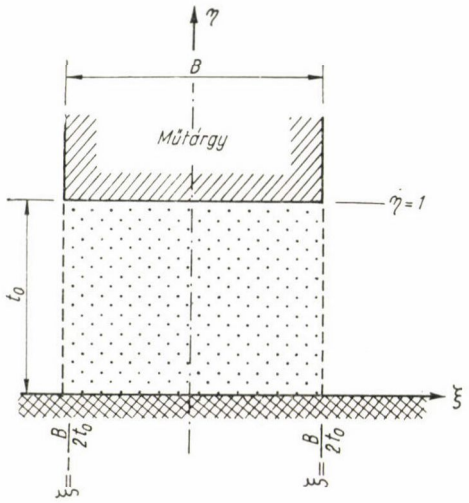
64. *Széles műtárgy alatti szivárgás*

Ha a műtárgy B szélessége a vízvezető réteg t_0 mélységéhez képest nem elhanyagolhatóan kicsi, úgy az alvízi és felvízi tartományok mellett a műtárgy alatti rész külön — harmadik — tartományként veendő figyelembe. E tartomány felső határvonalán ($\eta = 1$) vízelvezetés nincs, tehát $\alpha_B = 0$. A vonatkozó karakterisztikus egyenlet gyökrendszere tehát: $0, \pi, 2\pi, \ldots, n\pi, \ldots$, így az általános trigonometrikus függvénysor a Fourier-sorba megy át. A tartomány

további két határvonala, melyek a 7. ábra szerint egyúttal az alvízi és felvízi tartományokkal közös határvonalak, a

$$\frac{B}{2t_0} = \beta \tag{105}$$

viszonyszám bevezetésével a $\xi = \beta$, ill. $\xi = -\beta$ egyenesek.



7. ábra. Széles műtárgy alatti szivárgási tartomány és koordinátarendszere

Ha a tartomány potenciálfüggvényét

$$\Phi = C_0 + D_0 \xi + \sum_{n=1}^{\infty} (C_n \operatorname{ch} n\pi\xi + D_n \operatorname{sh} n\pi\xi) \cos n\pi\eta \tag{106}$$

alakban írjuk fel, úgy a $\xi = \beta$ és $\xi = -\beta$ határokon tetszés szerinti potenciáleloszlás előírható kerületi feltételként. Ha ugyanis a határokon fellépő előírt potenciálfüggvényeket Fourier-sorba fejtjük, úgy ezek tiszta tagjaihoz igazodhatunk a C_0 és D_0 értékekkel, míg a szummáció n-ik tagjának egyenlővé tételéhez is két állandó, C_n és D_n áll rendelkezésünkre. Az állandók megfelelő választásával tehát a (106) képlet szerinti potenciálfüggvény jellemzi a műtárgy alatti tartományban előálló szivárgást, bármilyen tartományok csatlakozzanak az alvízi és felvízi oldalon.

A (106) képlet kiegészítésére írjuk fel a tartományra vonatkozó áramfüggvény képletét is:

$$\Psi = D_0 \eta + \sum_{n=1}^{\infty} (C_n \operatorname{sh} n\pi\xi + D_n \operatorname{ch} n\pi\xi) \sin n\pi\eta\,. \tag{107}$$

65. *Az áramkép meghatározása széles műtárgy és szimmetrikus rétegződés esetén*

A szimmetria folytán a műtárgy tengelyében a potenciál állandó, ezért a (106) képletben levő összes $C_n = 0$. Mivel az áramkép szimmetrikus, elegendő egy határvonalon — például a műtárgy alatti és az alvízi tartományok határ-

vonalán — a határfeltételeket kielégíteni. Ennek alapelve hasonló a 63. pontban tárgyalt esetéhez.

A két tartomány koordinátatengelyeit alábbiak szerint vesszük fel. A ξ tengely közös, értelme is egyező, kezdőpontja a műtárgy alatti tartományra a műtárgy középvonalában, az alvízi tartományra a két tartomány határvonalán van. A η tengelyek iránya és értelme egyező, kezdőpontjuk is azonos magasságban van, a vízzáró réteg szintjén.

A potenciál értéke a műtárgy tengelyében a szimmetria folytán ismert, mert az alvízi és felvízi értékek közepe:

$$\Phi_0 = \frac{\Phi_a + \Phi_f}{2} = \Phi_a + \frac{\Phi_f - \Phi_a}{2} = \Phi_a - \frac{H_f - H_a}{2} k_0 = \Phi_a - k_0 \frac{H}{2}. \quad (108)$$

A (106) képletből $\xi = 0$ helyettesítéssel és $C_n = 0$ figyelembevételével $\Phi_0 = C_0$, s így

$$C_0 = \Phi_a - k_0 \frac{H}{2}. \quad (109)$$

A műtárgy alatti tartomány potenciálfüggvénye tehát az alvízi tartomány határvonalán a (106) képletből $\xi = \beta$ helyettesítéssel:

$$\Phi = \Phi_a - k_0 \frac{H}{2} + D_0 \beta + \sum_{n=1}^{\infty} D_n \operatorname{sh} n\pi\beta \cos n\pi\eta \quad (110)$$

és az alvízi tartomány potenciálfüggvénye ugyanitt a (72) képletből $\xi = 0$ helyettesítéssel:

$$\Phi = \Phi_a + \sum_{n=0}^{\infty} A_n \cos \varphi_n \eta. \quad (111)$$

Az A, D állandók meghatározására szolgáló egyik feltételi egyenlet tehát a (110) és (111) alatti potenciálok egyenlősége:

$$D_0 \beta - A_0 \cos \varphi_0 \eta + \sum_{n=1}^{\infty} (D_n \operatorname{sh} n\pi\beta \cos n\pi\eta - A_n \cos \varphi_n \eta) = k_0 \frac{H}{2}. \quad (112)$$

A második feltételi egyenletet kapjuk, ha a vízhozamok különbségét a határvonalon zérussal tesszük egyenlővé, tehát a (107) alatt $C_n = 0$ és $\xi = \beta$ helyettesítést, a (74) alatt $\xi = 0$ helyettesítést végzünk és a két egyenletet egymásból kivonjuk:

$$D_0 \eta + A_0 \sin \varphi_0 \eta + \sum_{n=1}^{\infty} (D_n \operatorname{ch} n\pi\beta \sin n\pi\eta + A_n \sin \varphi_n \eta) = 0. \quad (113)$$

A (112—113) feltételi egyenletek $\eta = 0$ és $\eta = 1$ határok között minden η-ra kielégítendők. Meghatározandó az A, D értékrendszer.

Az A, D állandók kiszámításához — sajnos — nem tudunk zárt képletet felállítani, de egy viszonylag jól használható eljárást vezetünk le az alábbiakban.

Ha a (112) egyenletet $\eta = 0$ és $\eta = 1$ határok között integráljuk, úgy a Σ alatt levő D_n tagok eltűnnek. A kapott egyenletből D_0 kifejezhető:

$$D_0 = \frac{k_0 H}{2\beta} + \frac{1}{\beta} \sum_{n=0}^{\infty} A_n \frac{\sin \varphi_n}{\varphi_n}. \quad (114)$$

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA KÖNYVTÁRA

A (113) egyenletben viszont $\eta = 1$ értéket helyettesítve és D_0 kifejezve:

$$D_0 = - \sum_{n=0}^{\infty} A_n \sin \varphi_n . \tag{115}$$

A (114) és (115) egyenletet összevetve:

$$\sum_{n=0}^{\infty} A_n \sin \varphi_n \frac{\beta \varphi_n + 1}{\varphi_n} = - \frac{1}{2} k_0 H , \tag{116}$$

mely egyenletben csak az ismeretlen A értékek fordulnak elő, a D értékeket eliminálták. További hasonló egyenletek nyerése céljából szorozzuk végig a (112) egyenletet $\cos k \pi\eta$-val, ahol $k = 1, 2, 3 \ldots$ egész számok bármelyike, s integráljunk ismét a fenti határok, között. A $\cos n \pi\eta$ és $\cos k \pi\eta$ függvények ortogonalitása folytán a D_n értékek közül csak a k indexű marad az egyenletben, a többi eltűnik, D_0-t is beleértve. A kapott egyenlet felírása előtt a fellépő határozott integrálokat oldjuk meg:

$$\int_0^1 \cos^2 k \pi\eta \, d\eta = \frac{1}{2} \tag{117}$$

$$\int_0^1 \cos \varphi_n \eta \cos k \pi\eta \, d\eta = \frac{\varphi_n \sin \varphi_n \cos k\pi - k\pi \cos \varphi_n \sin k\pi}{(\varphi_n - k\pi)(\varphi_n + k\pi)} =$$

$$= (-1)^k \frac{\varphi_n \sin \varphi_n}{\varphi_n^2 - (k\pi)^2} . \tag{118}$$

Ezek figyelembevételével az integrálás után kapott képlet D_k-ra megoldva:

$$D_k = (-1)^k \frac{2}{\operatorname{sh} k\pi\beta} \sum_{n=0}^{\infty} A_n \frac{\varphi_n \sin \varphi_n}{\varphi_n^2 - (k\pi)^2} . \tag{119}$$

A (113) egyenletből teljesen analóg módon kaphatjuk D_k értékét, ha azt $\sin k \pi\eta$-val szorozzuk és integráljuk. A fellépő határozott integrálok:

$$\int_0^1 \sin^2 k \pi\eta \, d\eta = \frac{1}{2} \tag{120}$$

és

$$\int_0^1 \sin \varphi_n \eta \sin k \pi\eta \, d\eta = (-1)^k \frac{k\pi \sin \varphi_n}{\varphi_n^2 - (k\pi)^2} \tag{121}$$

$$\int_0^1 \eta \sin k \pi\eta \, d\eta = - \frac{(-1)^k}{k\pi} . \tag{122}$$

Mivel a (122) integrál értéke nem zérus, az egyenletben a keresett D_k értéken kívül D_0 értéke is szerepel. Ennek helyébe írhatjuk azonban a (115)

összefüggés jobb oldalát, az egyenletben tehát D_k értékén kívül csak az A értéksorozat fog előfordulni. Az egyenlet összevonásával végeredményben D_k-ra a következő kifejezést kapjuk:

$$D_k = -(-1)^k \frac{2}{\operatorname{ch} k\pi\beta} \frac{1}{k\pi} \sum_{n=0}^{\infty} A_n \frac{\varphi_n^2 \sin \varphi_n}{\varphi_n^2 - (k\pi)^2} . \tag{123}$$

A (119) és (123) egyenleteket összevetve:

$$\sum_{n=0}^{\infty} A_n \frac{\varphi_n \sin \varphi_n}{\varphi_n^2 - (k\pi)^2} (\varphi_n \operatorname{th} k\pi\beta + k\pi) = 0 . \tag{124}$$

A (124) egyenlet $k = 1, 2, 3 \ldots$ felvétellel egy-egy egyenletet ad az A értékrendszer meghatározásához. Az így kapott homogén lineáris egyenletrendszer az első egyenletként hozzáirandó (116) alatti egyenlettel válik határozottá, mert utóbbinak jobb oldala nem zérus. Az egyenletrendszerből az A együtthatók egyértelműen meghatározhatók, s azok ismeretében D_0 és a többi D érték a (114) vagy (115) és (119) vagy (123) képletekkel közvetlenül számítható. Ha a D értékeket a rendelkezésre álló mindkét képletből számítjuk, úgy számításunkra kontrollt is kapunk.

Megjegyezzük, hogy a (124) egyenlet egy-két k érték után már lényegesen egyszerűbben írható fel. A $\operatorname{th} k\pi\beta$ érték ugyanis növekvő k mellett igen gyorsan az egységhez tart, s ekkor a (124) egyenlet helyett a

$$\sum_{n=0}^{\infty} A_n \frac{\varphi_n \sin \varphi_n}{\varphi_n - k\pi} = 0 \tag{125}$$

egyenlet alkalmazható. Szélesebb műtárgy esetén, ha B szélesség nagyobb a vízvezető réteg t_0 mélységének másfélszeresénél, úgy a (125) képlet már $k = 1$ esetben is használható, a (124) alkalmazása felesleges.

Az A és D értékek meghatározásához levezetett képleteinken a karakterisztikus alapegyenlet szerinti

$$\varphi_n \sin \varphi_n = \alpha_a \cos \varphi_n \tag{126}$$

összefüggés figyelembevételével még egy — a gyakorlati számítási munka szempontjából jelentős — egyszerűsítést hajthatunk végre. Eszerint az A értékrendszer lineáris egyenletrendszere a következő:

$$(k = 1, 2, \ldots) \begin{cases} \displaystyle\sum_{n=0}^{\infty} A_n \cos \varphi_n \frac{\beta\varphi_n + 1}{\varphi_n^2} = -\frac{k_0 H}{2\alpha_a} \\ \displaystyle\sum_{n=0}^{\infty} A_n \cos \varphi_n \frac{\varphi_n \operatorname{th} k\pi\beta + k\pi}{\varphi_n^2 - (k\pi)^2} = 0 \\ \displaystyle\sum_{n=0}^{\infty} A_n \cos \varphi_n \frac{1}{\varphi_n - k\pi} = 0 \end{cases} , \tag{127}$$

ahol az első egyenlet adja az egyenletrendszer első egyenletét, a második $k = 1, 2, 3 \ldots$ helyettesítéssel a további egyenleteket, melyek az egyszerűbb harmadik egyenletből is meghatározhatók, ha már $\operatorname{th} k\pi\beta \sim 1$. A (126) alatti

helyettesítést a (119) egyenletben is célszerű végrehajtani, mellyel a D értékek számítására alkalmas képlet:

$$D_k = (-1)^k \frac{2\alpha_a}{\operatorname{sh} k\pi\beta} \sum_{n=0}^{\infty}{}' A_n \cos\varphi_n \frac{1}{\varphi_n^2 - (k\pi)^2} \tag{128}$$

$k = 1, 2, 3\ldots$ helyettesítéssel a D_1, D_2, $D_3\ldots$ értékeket adja, míg D_0 változatlanul a (114—115) képletek egyikéből számítható.

A számítási eljárás alkalmazását ismét számpéldán mutatjuk be. Legyen a műtárgy B szélessége egyenlő a t_0 mélységgel, tehát $\beta = 0{,}5$. Legyen a fedőréteg mind az alvízi, mind a felvízi oldalon olyan, hogy a karakterisztikus állandó $\alpha_f = \alpha_a = 1$. Meghatározandó az áramkép.

A φ értékek azonosak a 63. pontbeli példa φ értékeivel:

$$\begin{aligned}
\varphi_0 &= 0{,}860; & \sin\varphi_0 &= 0{,}758; & \cos\varphi_0 &= 0{,}652;\\
\varphi_1 &= 3{,}426; & \sin\varphi_1 &= -0{,}280; & \cos\varphi_1 &= -0{,}960;\\
\varphi_2 &= 6{,}437; & \sin\varphi_2 &= 0{,}153; & \cos\varphi_2 &= 0{,}988;\\
\varphi_3 &= 9{,}529; & \sin\varphi_3 &= -0{,}104; & \cos\varphi_3 &= -0{,}995;\\
\varphi_4 &= 12{,}645; & \sin\varphi_4 &= 0{,}079; & \cos\varphi_4 &= 0{,}997;\\
\varphi_5 &= 15{,}772; & \sin\varphi_5 &= -0{,}064; & \cos\varphi_5 &= -0{,}998;
\end{aligned}$$

Az A értékek (127) szerinti egyenletrendszere a következő:

$$\begin{aligned}
&1{,}260A_0 - 0{,}224A_1 + 0{,}101A_2 - 0{,}064A_3 + 0{,}046A_4 - 0{,}036A_5\ldots = \\
&\qquad\qquad = -0{,}5\,k_0 H\\
&-0{,}280A_0 - 3{,}240A_1 + 0{,}282A_2 - 0{,}148A_3 + 0{,}098A_4 - 0{,}074A_5\ldots = 0\\
&-0{,}120A_0 + 0{,}333A_1 + 6{,}420A_2 - 0{,}306A_3 + 0{,}157A_4 - 0{,}105A_5\ldots = 0\\
&-0{,}076A_0 + 0{,}160A_1 - 0{,}332A_2 - 9{,}550A_3 + 0{,}310A_4 - 0{,}157A_5\ldots = 0\\
&-0{,}056A_0 + 0{,}105A_1 - 0{,}161A_2 + 0{,}330A_3 + 12{,}600A_4 - 0{,}312A_5\ldots = 0\\
&-0{,}044A_0 + 0{,}078A_1 - 0{,}107A_2 + 0{,}162A_3 - 0{,}327A_4 - 15{,}600A_5\ldots = 0\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots
\end{aligned}$$

Az egyenletrendszer megoldása:

$$\begin{aligned}
A_0 &= -0{,}390\,k_0 H \quad (0{,}397)\\
A_1 &= +0{,}033\,k_0 H \quad (0{,}034)\\
A_2 &= -0{,}009\,k_0 H \quad (0{,}009)\\
A_3 &= +0{,}004\,k_0 H \quad (0{,}004)\\
A_5 &= -0{,}002\,k_0 H \quad (0{,}002)\\
A_6 &= +0{,}001\,k_0 H \quad (0{,}001)
\end{aligned}$$

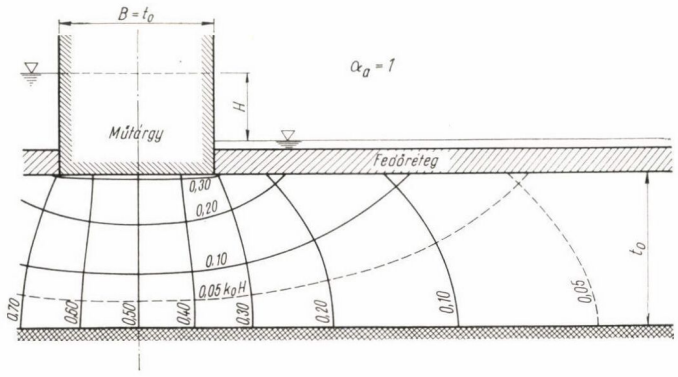
Már itt felhívjuk a figyelmet egy lényeges egyszerűsítési lehetőségre. Az A értékek számítását még viszonylag nagyobb α karakterisztikus tényezők mellett is végezhetjük olyan közelítéssel, hogy mindegyik egyenletben a legnagyobb együtthatójú tag (általában az i-ik egyenletben az A_{i-1} tag) utáni tagokat elhanyagoljuk. Az egyenletrendszer megoldása így rendkívül egyszerű, mert az első egyenletben csak A_0 ismeretlen, s egy osztással meghatározható. A második egyenletben A_0 behelyettesítése után csak A_1 ismeretlen szerepel, tehát ismét közvetlenül számítható stb. Számpéldánkban az így meghatározott

értékeket a fent felsorolt pontos A értékek mellett zárójelben feltüntettük. Látható, hogy az egyezés $\alpha = 1$ értéknél még kiváló.

Az A értékek alapján a (115) és (119) egyenletekből számított D értékek:

$$D_0 = +0{,}307 \quad k_0 H$$
$$D_1 = -0{,}0089 \quad k_0 H$$
$$D_2 = +0{,}00054 \quad k_0 H$$
$$D_3 = -0{,}000058 \, k_0 H$$
$$D_4 = +0{,}000006 \, k_0 H$$

Az A és D értékek ismeretében számíthatók az egyes tartományokban a potenciál és áramfüggvény értékek. A műtárgy alatti tartományban a poten-



8. ábra. Szimmetrikus szivárgási tartomány áramképe széles műtárgy esetén

ciál képlete a (106) képlet, melyben C_0 értékét a (109) képlet határozza meg. Az áramfüggvény ugyanitt a (107) képletből számítható. (C_n szimmetria miatt zérus). Az alvízi tartományban a (72) képlet adja a potenciál és a (74) képlet az áramfüggvény értékeit.

A kiszámított potenciál és áramfüggvény értékek alapján megszerkesztett áramképet a 8. *ábra* szemlélteti. A teljes vízhozam:

$$Q = D_0 = 0{,}307 \, k_0 H \, .$$

Közelítő megoldás lehetősége

Egy egyszerűsítési lehetőségről az A értékek lineáris egyenletrendszerének közelítő megoldásával kapcsolatban már a számpélda alkalmával megemlékeztünk. Ez nagyobb α értékek esetén is alkalmazható nagyobb hiba nélkül. Ha α nem nagy, például $\alpha < 1$, úgy tovább mehetünk és A_0 mellett a többi A értéket elhanyagolhatjuk. A_0 értékét a (116) egyenletből számíthatjuk:

$$A_0 = -\frac{k_0 H}{2} \frac{1}{\sin \varphi_0} \frac{\varphi_0}{1 + \beta \varphi_0} \, . \tag{129}$$

A D_0 érték (115) alapján:

$$D_0 = Q = \frac{k_0 H}{2} \frac{\varphi_0}{1 + \beta \varphi_0} \, , \tag{130}$$

mely egyúttal a teljes Q vízhozam képlete is, mint az a (107) egyenletből $\eta = 1$ helyettesítéssel adódik.

A 63. pontban foglalt meggondolás szerint a nyomás átlagos értéke a műtárgy alatti és alvízi tartományok határvonalán, tehát a műtárgy lábvonalának függőlegesében az alvízhez képest:

$$\Delta H = H \frac{1}{1 + \beta\varphi_0}. \tag{131}$$

Számpéldánk adataival a (130) és (131) képletek szerinti értékek $Q = 0{,}301\, k_0 H$ és $\Delta H = 0{,}35\, H$, elég jó egyezésben a pontos Q értékkel, illetve a 8. ábrán látható nyomásértékkel.

66. *Különleges eset; nincsen fedőréteg*

Az előző pont eredményei alapján a fedőréteg nélküli, véges mélységű tartományban előálló szivárgás jellemzőit is meghatározhatjuk. A közelítő módszerek természetesen ez esetben nem érvényesek, hiszen $\alpha \to \infty$. A vonatkozó képleteket határátmenet képzésével kell előállítanunk.

A φ_n értékek a határátmenet során az (59—60) alattiakba mennek át. Ezekkel a (127) egyenletek használhatatlanok, az eredeti (116) és (124—125) egyenletekben azonban a határátmenet elvégezhető. Eszerint az A értékek számítására szolgáló egyenletrendszer:

$$\left.\begin{aligned} &\sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n A_n \left[\beta + \frac{2}{(2n+1)\pi}\right] = -\frac{1}{2} k_0 H \\ &\sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n A_n \frac{(2n+1)^2 \operatorname{th} k\pi\beta + (2n+1)\, 2k}{(2n+1)^2 - 4k^2} = 0, \\ &\qquad \text{illetve nagyobb } k \text{ esetén:} \\ &\sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n A_n \frac{2n+1}{2n-2k+1} = 0. \end{aligned}\right\} \tag{132}$$

Továbbiakban feltételezzük, hogy a műtárgy B szélessége nagyobb a vízvezetőréteg t_0 mélységének másfélszeresénél. Ekkor ugyanis $\operatorname{th} \pi\beta = 0{,}98$, a (132) alatti második egyenlet helyett tehát már $k = 1$ esetben is használható az egyszerűbb harmadik, mely $k = 1, 2, 3 \ldots$ helyettesítéssel adja az egyenletrendszer második, harmadik stb. egyenletét.

A (132) alatti egyenletek között csak az első függvénye tehát a műtárgy B szélességének, a többiben β nem szerepel, az egyenletrendszer további része tehát egyszer s mindenkorra megoldható úgy, hogy az $A_1, A_2, \ldots$ tényezőknek és A_0 értéknek a viszonyát határozzuk meg. A_0 értéke ezután az első egyenletből adódik, mellyel az összes A érték ismert.

A szóban levő egyenletrendszer egyszerűsítése érdekében bevezetjük az

$$a_n = (-1)^n (2n+1) \frac{A_n}{A_0} \tag{133}$$

jelölést, s így a (132) alatti harmadik egyenlet $k = 1, 2, 3 \ldots$ helyettesítéssel az alábbi egyenletrendszert adja:

$$\left.\begin{aligned}
&\frac{a_1}{1}+\frac{a_2}{3}+\frac{a_3}{5}+\frac{a_4}{7}+\frac{a_5}{9}+\ldots=1\\
&\frac{a_1}{-1}+\frac{a_2}{1}+\frac{a_3}{3}+\frac{a_4}{5}+\frac{a_5}{7}+\ldots=\frac{1}{3}\\
&\frac{a_1}{-3}+\frac{a_2}{-1}+\frac{a_3}{1}+\frac{a_4}{3}+\frac{a_5}{5}+\ldots=\frac{1}{5}\\
&\frac{a_1}{-5}+\frac{a_2}{-3}+\frac{a_3}{-1}+\frac{a_4}{1}+\frac{a_5}{3}+\ldots=\frac{1}{7}\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots
\end{aligned}\right\} \qquad (134)$$

Az egyenletrendszer megoldása meglehetősen körülményes, ezért csak a megoldás lényegére utalunk és a végeredményt írjuk fel. A megoldás az egyenletrendszer determinánsának kifejtésén alapszik, amint azt például az alábbi harmadrendű determinánson bemutatjuk:

$$D=\begin{vmatrix}\frac{1}{r-1} & \frac{1}{r+1} & \frac{1}{r+3}\\ \frac{1}{q-1} & \frac{1}{q+1} & \frac{1}{q+3}\\ \frac{1}{p-1} & \frac{1}{p+1} & \frac{1}{p+3}\end{vmatrix}=\begin{vmatrix}\frac{1}{r-1} & \frac{-2}{(r-1)(r+1)} & \frac{-4}{(r-1)(r+3)}\\ \frac{1}{q-1} & \frac{-2}{(q-1)(q+1)} & \frac{-4}{(q-1)(q+3)}\\ \frac{1}{p-1} & \frac{-2}{(p-1)(p+1)} & \frac{-4}{(p-1)(p+3)}\end{vmatrix}=$$

$$=\frac{2\cdot 4}{(r-1)(q-1)(p-1)}\begin{vmatrix}1 & \frac{1}{r+1} & \frac{1}{r+3}\\ 1 & \frac{1}{q+1} & \frac{1}{q+3}\\ 1 & \frac{1}{p+1} & \frac{1}{p+3}\end{vmatrix}=$$

$$=\frac{2\cdot 4}{(r-1)(q-1)(p-1)}\begin{vmatrix}1 & \frac{1}{r+1} & \frac{1}{r+3}\\ 0 & \frac{r-q}{(r+1)(q+1)} & \frac{r-q}{(r+3)(p+3)}\\ 0 & \frac{r-p}{(r+1)(p+1)} & \frac{r-p}{(r+3)(q+3)}\end{vmatrix}=$$

$$=\frac{2\cdot 4\,(r-q)(r-p)}{(r-1)(q-1)(p-1)(r+1)(r+3)}\begin{vmatrix}\frac{1}{q+1} & \frac{1}{q+3}\\ \frac{1}{p+1} & \frac{1}{p+3}\end{vmatrix}$$

A felvett determinánson, melynek p, q, r értékei tetszőlegesen választott páros, egész számok, a kifejtés során az alábbi műveleteket végeztük. Előbb az első oszlopot kivontuk a második és harmadik oszlopból, majd a kapott determináns oszlopaiban levő -2 és -4 közös tényezőket, valamint a sorokban levő $(r-1)$, $(q-1)$ és $(p-1)$ közös tényezőket kiemeltük. A kapott determináns első sorát a második és harmadik sorból kivonva olyan determinánst nyertünk, melynek első oszlopa az első elem kivételével zérus, tehát értéke másodrendű determinánssal közvetlenül felírható. Ez utóbbiból egyúttal kiemeltük az oszlopokban levő $(r+1)$, $(r+3)$ és a sorokban levő $(r-q)$, $(r-p)$ közös tényezőket. A megmaradt másodrendű determináns az eredeti harmadrendű determináns első eleméhez tartozó aldeterminánsa, mellyel az eljárás hasonlóan folytatható. Végül a determináns értéke egy tört, melynek nevezőjében a determináns összes elemének nevezői, számlálójában a p, q, r értékekből alkotható különbségek szorzandók $2^2 \cdot 4 = 16$ puszta számmal.

A bemutatott kifejtési eljárás tetszőleges k-adrendű determináns esetén alkalmazható, s a végeredmény ismét egy tört, nevezőjében a determináns összes elemének nevezőivel, számlálójában az összes p, q, $r\ldots$ értékekből alkotható különbségekkel és $2^{k-1} \cdot 4^{k-2} \cdot 6^{k-3} \ldots (2k-4)^2 (2k-2)$ szorzóval. A (134) alatti egyenletrendszerben a p, q, $r\ldots$. értékek egymásutáni páros számok, tehát az egyenletrendszer első k egyenletének megfelelő k-adrendű determináns kifejtett törtjének számlálójában levő különbségek között $(k-1)$-szer fordul elő a 2, $(k-2)$-szer a 4, stb., a különbségek szorzata tehát egyenlő a puszta számmal. A determináns számlálója tehát $2^{2k-2} \cdot 4^{2k-4} \cdot 6^{2k-6} \ldots$ $\ldots (2k-4)^4 (2k-2)^2$, s nevezője a szóban levő k-adrendű determináns összes elemének nevezőiből alkotott szorzat.

Az a_i ismeretlen meghatározásához szükségünk van még egy determináns értékére, melyet úgy nyerünk, ha az előbbi determináns i-ik oszlopának helyébe a (134) alatti egyenletrendszer jobb oldalát írjuk. Ezt az i-ik oszlopot a kapott determinánsban felcseréljük az előtte levővel, majd ismét az előtte levővel, míg végül is ez lesz az első oszlop, s minden csere alkalmával az előjelet váltjuk. Ha ezután újabb előjelváltással a kapott első oszlopot végigszorozzuk (-1)-gyel, úgy ez az oszlop beleillik a determináns ciklikus rendszerébe, s a determináns csak annyiban tér el az egyenletrendszer már tárgyalt fődeterminánsától, hogy az i-ik oszlop után ugrás van — egy oszlop hiányzik. A kifejtés ugyanúgy végrehajtható, s az eredmény ismét egy tört, nevezőjében az új determináns összes elemének nevezőiből alkotott szorzat, számlálójában az összes p, q, $r\ldots$ értékekből alkotott különbségek szorzata (mely azonos a fődeterminánséval) és egy puszta szám: $2^{k-1} \cdot 4^{k-2} \cdot 6^{k-3} \ldots (2k-4)^2 (2k-2) \cdot \frac{2k}{2i} \cdot \frac{2k-2}{2i-2} \cdots \frac{2k-2i+2}{2}$.

A két determináns hányadosa adja az a_i ismeretlen értékét. A hányados képzésénél figyelembe vesszük, hogy a fődeterminánsban levő tényezők között az i-ik oszlop helyébe a (134) egyenletrendszer jobb oldalának nevezői kerültek, egyébként a tényezők azonosak, kiesnek. Az a_i ismeretlen tehát:

$$a_i = \left(\frac{k}{i} \cdot \frac{k-1}{i-1} \cdots \frac{k-i+1}{1}\right)\left(\frac{2i-1}{1} \cdot \frac{2i-3}{3} \cdots \right.$$

$$\left. \cdots \frac{3}{2i-3} \cdot \frac{1}{2i-1} \cdot \frac{1}{2i+1} \cdot \frac{3}{2i+3} \cdots \frac{2k-2i-1}{2k-1}\right). \quad (135)$$

Ez a megoldás az első zárjeles kifejezésben i tényezőt, a másodikban k tényezőt tartalmaz, mely utóbbinak első i tényezője az egységgel egyenlő szorzatot ad (párosával egymás reciprokai), így végeredményben $(k - i)$ tényező marad.

A kapott megoldás még nem a (134) alatti egyenletrendszer megoldása, csupán annak első k egyenletéből számított közelítő érték. A végleges a_i megoldás $k \to \infty$ határátmenettel keresendő. Válasszunk ezért olyan k értéket, mely i-nek többszöröse, pl. $k = ni$, ahol n egész szám. A (135) alatti második zárjeles kifejezés így $(k - i) = (n - 1)\, i$ tényezőt tartalmaz, melyek között az n-ik számlálója azonos az első nevezőjével, a $(2n - 1)$-ik számlálója az n-ik nevezőjével stb., valamint az $(n + 1)$-ik számlálója a második nevezőjével stb., az összes $(n - 1)\, i$ tényező tehát i tényezőre egyszerűsíthető, melyek a (135) alatti első zárjelben levő i számú téyezővel fordított sorrendben párosítva ($k = ni$ helyettesítéssel) az alábbi megoldást adják:

$$a_i = \frac{ni - i + 1}{2ni - 2i + 1} \cdot \frac{(ni - i + 2)\,3}{(2ni - 2i + 3)\,2} \cdot \frac{(ni - i + 3)\,5}{(2ni - 2i + 5)\,3} \cdots \frac{(2i - 1)\,n}{2ni - 1}.$$

A $k \to \infty$, azaz $n \to \infty$ határátmenet igy már elvégezhető és a keresett a_i ismeretlen:

$$a_i = \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6} \cdot \frac{7}{8} \cdots \frac{2i - 1}{2i}. \tag{136}$$

A (132) alatti eredeti egyenletredszerünk megoldásai tehát (133) alapján (visszatérve az n indexre):

$$A_n = (-1)^n \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6} \cdot \frac{7}{8} \cdots \frac{2n - 1}{2n} \cdot \frac{1}{2n + 1} A_0, \tag{137}$$

ahol A_0 a (132) alatti első egyenletből határozandó meg. Helyettesitsük ezért ebbe az egyenletbe (133) alapján A_n értékét:

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{A_0 a_n}{2n + 1} \left[\beta + \frac{2}{(2n + 1)\pi}\right] = A_0 \beta \sum_{n=0}^{\infty} \frac{a_n}{2n + 1} +$$

$$+ A_0 \frac{2}{\pi} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{a_n}{(2n + 1)^2} = -\frac{1}{2} k_0 H. \tag{138}$$

Feladatunk tehát az alábbi összegek meghatározása:

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{a_n}{2n + 1} = 1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{5} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6} \cdot \frac{1}{7} + \ldots \tag{139}$$

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{a_n}{(2n + 1)^2} = 1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3 \cdot 3} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{5 \cdot 5} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6} \cdot \frac{1}{7 \cdot 7} + \ldots \tag{140}$$

Az előbbit az ismert

$$\arcsin x = x + \frac{1}{2} \cdot \frac{x^3}{3} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{x^5}{5} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6} \cdot \frac{x^7}{7} + \ldots \tag{141}$$

összefüggésből $x = 1$ helyettesítéssel közvetlenül megkaphatjuk:

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{a_n}{2n+1} = \arcsin 1 = \frac{\pi}{2} = 1{,}5708 \,. \tag{142}$$

A (140) alatti összeg értékét a sor kielégítő konvergenciája miatt közvetlenül is számithatjuk, de jobb konvergenciát érhetünk el, ha (141)-et $x = 0$ és $x = 1$ határok között integráljuk és (140)-ből kivonjuk, majd rendezzük. Az igy kapott sor:

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{a_n}{(2n+1)^2} = \frac{\pi}{2} - \frac{1}{2} + \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{3\cdot 3\cdot 4} + \frac{1}{2}\cdot\frac{3}{4}\cdot\frac{1}{5\cdot 5\cdot 6} + \frac{1}{2}\cdot\frac{3}{4}\cdot\frac{5}{6}\cdot\frac{1}{7\cdot 7\cdot 8} + \ldots =$$

$$= 1{,}089 \tag{143}$$

A (142—143) alatti eredményeket (138)-ba helyettesítve, kifejezhető A_0 értéke:

$$A_0 = -\frac{2}{\pi}\cdot\frac{k_0 H}{0{,}88 + 2\beta} = -\frac{2}{\pi}\cdot\frac{k_0 H}{0{,}88 + \dfrac{B}{t_0}}, \tag{144}$$

melynek ismeretében a további A együtthatók:

$$\left.\begin{aligned}
A_1 &= -\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{3}\,A_0 = && -0{,}1667\,A_0 \\
A_2 &= +\frac{1}{2}\cdot\frac{3}{4}\cdot\frac{1}{5}\,A_0 = && +0{,}0750\,A_0 \\
A_3 &= -\frac{1}{2}\cdot\frac{3}{4}\cdot\frac{5}{6}\cdot\frac{1}{7}\,A_0 = && -0{,}0446\,A_0 \\
A_4 &= +\frac{1}{2}\cdot\frac{3}{4}\cdot\frac{5}{6}\cdot\frac{7}{8}\cdot\frac{1}{9}\,A_0 = && +0{,}0304\,A_0 \\
A_5 &= -\frac{1}{2}\cdot\frac{3}{4}\cdot\frac{5}{6}\cdot\frac{7}{8}\cdot\frac{9}{10}\cdot\frac{1}{11}\,A_0 = && -0{,}0224\,A_0 \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots
\end{aligned}\right\} \tag{145}$$

Az A értékek ismeretében az alvízi tartomány potenciálfüggvénye a (72), áramfüggvénye a (74) képlettel adott, figyelembevéve, hogy φ_n értékek az (59) képlet szerintiek. A műtárgy alatti tartomány áramképének jellemzésére a D értékeket kell kiszámítanunk. A (115) képlettel (133) és (142) figyelembevételével:

$$D_0 = -\sum_{n=0} A_n(-1)^n = -A_0 \sum_{n=0} \frac{a_n}{2n+1} = \frac{k_0 H}{0{,}88 + \dfrac{B}{t_0}} \tag{145}$$

Mivel D_0 — mint már tárgyaltuk — egyúttal a műtárgy alatt átszivárgó összes vízmennyiséget is jelenti, a (145) képlettel a véges vízvezetőréteg vízhozamára vonatkozólag *Dachler* által már levezetett képletet kaptuk meg.

A további D_k értékeket akár a (119), akár a (123) képletekből számíthatnánk, a számítás azonban körülményes. Szorozzuk ezért (119)-et $\mathrm{shk}\pi\beta$-val és (123)-at $\mathrm{chk}\pi\beta$-val, majd a két egyenletet adjuk össze és fejezzük ki D_k értékét:

$$D_k = (-1)^k e^{-k\pi\beta} 2 \sum_{n=0}^{\infty} A_n \frac{\varphi_n^2 \sin \varphi_n}{\varphi_n^2 - (k\pi)^2} \left(\frac{1}{\varphi_n} - \frac{1}{k\pi} \right)$$

azaz rendezés és (59—60) helyettesítése után:

$$D_k = -(-1)^k \frac{2}{k\pi} e^{-k\pi\beta} \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n A_n \frac{2n+1}{2n+2k+1}$$

végül (133) alapján:

$$D_k = -(-1)^k \frac{2 A_0}{k\pi} e^{-k\pi\beta} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{a_n}{2n+2k+1}. \tag{146}$$

Feladatunk a képletben levő összeg értékét $k = 1, 2, 3 \ldots$ helyettesítéssel egyszer s mindenkorra meghatározni, figyelemmel a (136) alatti értékekre. A summa kifejtett alakja:

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{a_n}{2n+2k+1} = \frac{1}{2k+1} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2k+3} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{2k+5} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6} \cdot \frac{1}{2k+7} + \ldots \tag{147}$$

Ha az alábbi Taylor-sort:

$$\frac{x^{2k}}{\sqrt{1-x^2}} = x^{2k} + \frac{1}{2} x^{2k+2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} x^{2k+4} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6} x^{2k+6} + \ldots$$

$x = 0$ és $x = 1$ határok között integráljuk, úgy jobboldala nyilván (147) jobboldalával lesz egyenlő, s ezért

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{a_n}{2n+2k+1} = \int_0^1 \frac{x^{2k}}{\sqrt{1-x^2}} dx = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{2k} t \, dt = \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6} \ldots \frac{2k-1}{2k} \cdot \frac{\pi}{2}. \tag{148}$$

A D_k értékek tehát (146)-ból; (145) figyelembevételével:

$$D_k = -\frac{2k+1}{k} e^{-k\pi\beta} A_k. \tag{149}$$

Számértékekkel:

$$\left.\begin{aligned} D_0 &= -\frac{\pi}{2} A_0 \\ D_1 &= +\frac{1}{2} e^{-\pi\beta} A_0 \\ D_2 &= -\frac{3}{16} e^{-2\pi\beta} A_0 \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots \end{aligned}\right\} \tag{150}$$

A kapott D értékek ismeretében az áramkép a műtárgy alatti tartományban is adott a (106) és (107) képletekkel, melyekben $C_n = 0$ (szimmetria miatt) és C_0 a (109) képlet szerinti. Megjegyzendő, hogy a (150) alatti D_1, $D_2 \ldots$ értékekben levő exponenciális függvény miatt az áramkép a műtárgy alatti tartománynak csak a két végén — mintegy a vízvezető réteg t_0 mélységének háromnegyed hosszúságán — tér el a parallelszálas szivárgási képtől.

E pontban végzett vizsgálataink során eddig feltételeztük, hogy a műtárgy B szélessége nagyobb a vízvezetőréteg t_0 mélységének másfélszeresénél. Most röviden utalunk még a megoldás módjára abban az esetben, ha ez a feltétel nem teljesül. Ebben az esetben ugyanis a (132) alatti második egyenlet helyett nem lehet minden esetben az egyszerűbb, harmadik egyenletet használni. Az egyenletrendszer első egyenlete változatlanul a (132) alatti első egyenlet lesz, utána néhány egyenlet a (132) alatti második egyenlet szerint írandó fel, majd — ha th $k\pi\beta$ kellően megözelíti az egységet — ismét áttérhetünk a harmadik — β-tól már független — egyenletre.

A számítás metódusát példaképpen bemutatjuk olyan esetre, hogy $\operatorname{th} 3\pi\beta \approx 1$, de $\operatorname{th} \pi\beta \neq 1 \neq \operatorname{th} 2\pi\beta$, tehát két egyenlet kell a második típus szerint kifejteni, a harmadiktól kezdve az egyszerű forma használható. Ez körülbelül annak az esetnek felel meg, ha a B műtárgyszélesség fele a t_0 mélységnek.

A (134) egyenletek helyébe így a következő egyenletek lépnek (megkülönböztetésül az a_n tényezőket vesszővel jelölve):

$$\left.\begin{aligned} &\frac{3\operatorname{th}\pi\beta + 2}{5} \cdot \frac{a_1'}{1} + \frac{5\operatorname{th}\pi\beta + 2}{7} \cdot \frac{a_2'}{3} + \frac{7\operatorname{th}\pi\beta + 2}{9} \cdot \frac{a_3'}{5} + \\ &\qquad + \frac{9\operatorname{th}\pi\beta + 2}{11} \cdot \frac{a_4'}{7} + \ldots = \frac{\operatorname{th}\pi\beta + 2}{3} \cdot \frac{1}{1} \\ &\frac{3\operatorname{th} 2\pi\beta + 4}{7} \cdot \frac{a_1'}{-1} + \frac{5\operatorname{th} 2\pi\beta + 4}{9} \cdot \frac{a_2'}{1} + \frac{7\operatorname{th} 2\pi\beta + 4}{11} \cdot \frac{a_3'}{3} + \\ &\qquad + \frac{9\operatorname{th} 2\pi\beta + 4}{13} \cdot \frac{a_4'}{5} + \ldots = \frac{\operatorname{th} 2\pi\beta + 4}{5} \cdot \frac{1}{3} \\ &\qquad \frac{a_1'}{-3} + \frac{a_2'}{-1} + \frac{a_3'}{1} + \frac{a_4'}{3} + \ldots = \frac{1}{5} \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{aligned}\right\} \tag{151}$$

Mint látjuk, a harmadik egyenlet azonos a (134) alatti harmadik egyenlettel, s a többi is azonosan írandó fel. Feladatunk tehát az a' értékrendszert meghatározni egy egyenletrendszerből, melynek csak első két egyenlete tér el egy már ismert és megoldott egyenletrendszertől, ti. a (134) jelűtől.

A feladatot a következő módon oldhatjuk meg. Térjünk vissza a (134) egyenletrendszerhez, s annak második egyenletét szorozzuk λ_1, első egyenletét pedig λ_2 határozatlan együtthatókkal és redukáljuk zérusra, majd adjuk hozzá a harmadik egyenlethez. Ugyanígy adjuk a harmadik és második egyenletet a negyedikhez, stb.:

$$\left.\begin{aligned}
&\frac{a_1+\lambda_1}{-3}+\frac{a_2+\lambda_1 a_1+\lambda_2}{-1}+\frac{a_3+\lambda_1 a_2+\lambda_2 a_1}{1}+\frac{a_4+\lambda_1 a_3+\lambda_2 a_2}{3}+\\
&\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad+\ldots=\frac{1}{5}\\
&\frac{a_1+\lambda_1}{-5}+\frac{a_2+\lambda_1 a_1+\lambda_2}{-3}+\frac{a_3+\lambda_1 a_2+\lambda_2 a_1}{-1}+\frac{a_4+\lambda_1 a_3+\lambda_2 a_2}{1}+\\
&\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad+\ldots=\frac{1}{7}\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots
\end{aligned}\right\} \qquad (152)$$

Fenti egyenletek azonosak a (134) alatti harmadik, negyedik, stb. egyenletekkel, de a_1, a_2, a_3... értékek helyett ezekből kombinált kifejezések szerepelnek. Nyilván ez utóbbiak is kielégítik az első két egyenletétől megfosztott csonka egyenletrendszert, bármely λ_1 és λ_2 tényező mellett.

Ha tehát a (151) alatti egyenletrendszer megoldásául az

$$\left.\begin{aligned}
a'_1 &= a_1+\lambda_1\\
a'_2 &= a_2+\lambda_1 a_1+\lambda_2\\
a'_3 &= a_3+\lambda_1 a_2+\lambda_2 a_1\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\
a'_n &= a_n+\lambda_1 a_{n-1}+\lambda_2 a_{n-2}\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots
\end{aligned}\right\} \qquad (153)$$

értékrendszert választjuk, úgy a harmadik egyenlettől kezdve valamennyi kielégül, bármely λ értékek mellett. Ez utóbbiakat úgy határozzuk meg, hogy (153) alatti a' értékeket (151)-be helyettesítjük, s mivel az a értékek ismertek, a két egyenletben egyedül a két λ ismeretlen, így számítható. Az eredményeket (153)-ba helyettesítve nyerjük az a' értékrendszert, melynek alapján már ismert módon meghatározhatjuk az áramkép A_n jellemzőit. A számítás további részleteibe nem bocsátkozunk, a gyakorlati esetekben ugyanis többnyire kielégül a $B > 1{,}5\,t_0$ feltétel, s ha nem, úgy közelítő megoldásként mintegy $B > 0{,}5 t_0$ esetig az e pontban ismertetett eljárás, ez alatt pedig az 51. pontbeli eljárás alkalmazható. $B = 0{,}5\,t_0$ esetben ($\beta = 0{,}25$) th $\pi\beta = 0{,}66$, th $2\pi\beta = 0{,}92$ folytán az áramkép még tűrhető pontossággal határozható meg a (144—145) alatti tényezőkkel, kisebb műtárgyszélesség esetén pedig szemlélet útján világos,

hogy a szádfalszerűen keskeny műtárgy feltételezése — a műtárgy közvetlen környezetétől eltekintve — megengedhető. Utóbbi esetben ugyan az átszivárgó vízmennyiségre nem kapunk megoldást, erre vonatkozólag viszont rendelkezésre áll *Dachler* vonatkozó képlete, melyet $B < t_0$ esetre idézünk:

$$Q = k_0 H \cdot 0{,}73 \log \frac{13 + \left(\frac{B}{t_0}\right)^2}{2{,}54 \frac{B}{t_0}}. \qquad (154)$$

67. Az áramkép meghatározása széles műtárgy és aszimmetrikus rétegződés esetén

A műtárgy alatti tartomány (106) alatti potenciálfüggvényét ebben az esetben úgy kell meghatározni, hogy a csatlakozási feltételek mind az alvízi tartomány határvonalán ($\xi = \beta$), mind a felvízi tartomány határvonalán ($\xi = -\beta$) kielégüljenek, mind a potenciál, mind a vízhozamok egyenlősége tekintetében. A feladat megoldására az eddigiekhez hasonlóan négy feltételi egyenlet írható fel a négy ismeretlen értékrendszer (alvízi A értékek, felvízi F értékek, műtárgy alatti C és D értékek) meghatározásához. A feladat tehát elvileg megoldható és van négy olyan értékrendszer, mellyel a teljes áramkép jellemezhető.

A feladat fenti módon való megoldása azonban körülményes és hosszadalmas, s $B < 1{,}5\, t_0$ esetben — mely már a szimmetrikus esetnél is komplikációkat okozott — az exakt megoldás megkeresése alig kivihető. A $B > 1{,}5\, t_0$ esetben viszont egy egyszerűbb módszer is áll rendelkezésünkre, mely — az előző pontban már említett módon — közelítő megoldásként mintegy $B \geqq 0{,}5 t_0$ határig is alkalmazható, s melyet a következőkben ismertetünk.

A módszer alapja az a felismerés, hogy e hosszabb műtárgy alatt a szivárgás — legalábbis a műtárgy középvonalában — alig tér el a párhuzamos szálas áramképtől, a potenciál tehát a műtárgy középvonalában állandónak tekinthető, mert a potenciálvonalak merőlegesek az áramvonalakra. (Vö. a (150) képlet után tett megjegyzéssel). E potenciál értékét ugyan nem ismerjük, de meghatározása — mint egyetlen ismeretlené — az átszivárgó teljes vízmennyiség felvízi és alvízi egyenlősége alapján könnyű.

A számítást úgy célszerű végrehajtani, hogy a felvízi oldalon levő fedőrétegek helyébe is az alvízi fedőrétegeket képzeljük és az így kapott szimmetrikus esetet a (112—113) képletekkel megoldjuk $H = 1$ vízszintkülönbség felvételével. Az áramkép jellemzői A'_n és D'_n ($n = 0, 1, 2, \ldots$) együtthatók lesznek. Most az alvízi fedőrétegek helyébe képzeljük a felvízi tartomány fedőrétegeit és a kapott szimmetrikus esetet ugyanazokkal a képletekkel megoldjuk ismét $H = 1$ vízszintkülönbség esetére. A (112—113) képletekben φ_n helyébe természetesen a felvízi fedőrétegeknek megfelelő ϑ_n értékeket írjuk. Az így kapott együtthatókat jelöljük A''_n és D''_n-vel. Az átszivárgó víz mennyiségét a két esetben D'_0 ill. D''_0 adja meg.

Tegyük fel, hogy a műtárgy középvonalában fellépő állandó potenciálnak megfelelő nyomás az alvízi szinthez képest mH, ahol az m tényező 0 és 1 közötti szám a kétféle fedőréteg fojtásától függően. Szimmetrikus esetnek $m = 0{,}5$ tényező felel meg. Nyilvánvaló, hogy az m tényező a vízhozamok egyenlőségét kifejező

$$mD'_0 = (1 - m) D''_0$$

összefüggés alapján:

$$m = \frac{D_0''}{D_0' + D_0''} \tag{155}$$

képletből számítható. Az m tényező ismeretében az alvízi tartomány végleges áramképét jellemző A, D értékrendszer

$$A_n = 2\,m\,A_n' H \quad \text{és} \quad D_n = 2\,m\,D_n' H \tag{156}$$

összefüggésekkel rendelkezésre áll. A felvízi tartomány áramképének jellemzői hasonlóan nyerhetők az A_n'' és D_n'' értékekből $2(m-1)H$ szorzóval. A negatív előjelet az indokolja, hogy a felvízi oldalon a szivárgás iránya ellentétes azzal, mint aminek alapján az A_n'', D_n'' értékeket meghatároztuk.

Ha a felvízi és alvízi tartományok közül valamelyik fedőréteg nélküli, például a felvízi, úgy D_0'' helyett a (154) alatti Dachler-féle képletet helyettesíthetjük kis műtárgyszélesség esetén. Az alvízi áramkép így kis szélesség esetén is majdnem korrekt lesz, mert fedőréteg esetén a műtárgy alatti párhuzamos szivárgási kép a műtárgy középrészén gyakorlatilag már kisebb szélesség esetén is előáll.

A mondottakat egy számpéldával illusztráljuk. Legyen a szivárgási tartomány a felvízi oldalon fedőréteg nélküli, az alvízi oldalon a fedőrétegek alapján számított karakterisztikus tényező $\alpha_a = 1$. A műtárgy szélessége legyen $B = t_0$, azaz $\beta = 0{,}5$. Határozzuk meg a nyomás értékét a műtárgy középvonalában, ha az alvízi és felvízi vízszintek különbsége H.

Az alvízi tartomány példánkban azonos a 65. pontban megoldott számpélda alvízi tartományával. A D_0' érték tehát azonos az ott kapott D_0 értékkel $H = 1$ esetére, azaz

$$D_0' = 0{,}307\,k_0$$

A fedőréteg nélküli felvízi tartomány D_0'' vízhozama (145) képlettel:

$$D_0'' = 0{,}53\,k_0$$

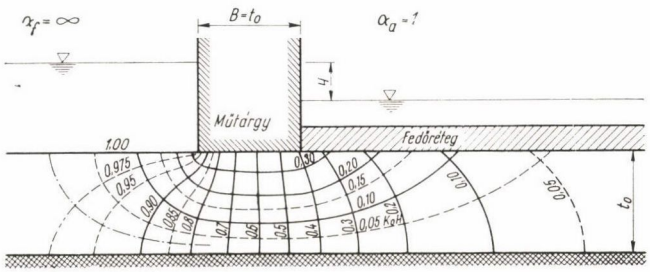
Az m tényező (155) képlettel

$$m = 0{,}634,$$

a keresett nyomás tehát $0{,}634\,H$ az alvízszinthez képest.

Határozzuk meg a szivárgás áramképét! Az alvízi tartomány A, D értékei a 65. pont számpéldájában kiszámított megfelelő értékekből a (156) összefüggés szerint $2m = 1{,}268$ szorzóval nyerhetők, a felvízi tartomány megfelelő értékei pedig a 66. pont (145) és (150) alatti értékeiből $2(1-m) = -0{,}732$ szorzóval. Az együtthatók ismeretében az áramkép már ismert módon megszerkeszthető.

Az áramképet a 9. *ábrán* láthatjuk.



9. ábra. Aszimmetrikus szivárgási tartomány áramképe széles műtárgy esetén

7. *Galli László megoldásának kritikája*

Bevezetőben már említettük, hogy a fedőréteggel takart, véges mélységű vízvezető rétegben előálló szivárgások problémáját *Galli László* azzal a közelítő feltevéssel vizsgálta, hogy a vízvezető rétegben előálló sebességek függőleges komponensét elhanyagolta. A vízvezető réteget így folyamatos vízkivétellel terhelt csőnek tekinthetjük, melynek egy-egy függőleges metszetében a nyomás állandó. E feltétellel a probléma lényegesen egyszerűbb képletekre vezet, ezek hibahatárait azonban Galli László — megfelelő pontos számítási eljárás hiányában — csak közvetett módon, s kevésbé meggyőzően tudta megvizsgálni. E fejezetben e hiányosságot kívánjuk pótolni, s a Galli-féle számítási eljárásnak a pontos képletekkel való összehasonlítását elvégezni.

Galli László eljárása az áramképek megszerkesztésére természetesen nem alkalmas, csupán a műtárgytól különböző távolságban levő függőleges metszeteken átszivárgó vízmennyiségek és az illető metszetekben fellépő nyomás (helyesebben az alvízi fedőrétegsor felső síkján levő nyomáshoz viszonyított nyomástöbblet) meghatározására szolgál. Végképletei lényegileg a következők (e tanulmány jelöléseit alkalmazva):

Valamely műtárgy alatt átszivárgó összes vízhozam

$$Q = \frac{t_0}{B_0} k_0 H \,. \tag{157}$$

ahol B_0 a teljes szivárgási tartomány egyenértékű műtárgyszélessége, mely a

$$B_0 = B_f + B + B_a \tag{158}$$

összefüggéssel a műtárgy tényleges B talpszélességéből, valamint a felvízi tartomány B_f és az alvízi tartomány B_a fiktív műtárgyszélességéből tevődik össze. Ez utóbbiak közül például az alvízi fiktív szélesség:

$$B_a = \sqrt{k_0 t_0 \frac{t_{fa}}{k_{fa}}} \,. \tag{159}$$

melyben t_{fa} és k_{fa} az alvízi fedőrétegsort helyettesítő egyenértékű fedőréteg (lásd 61. pontban) vastagsága és szivárgási tényezője. A B_f fiktív műtárgyszélesség képlete azonos a (159) képlettel, csupán a felvízi egyenértékű fedőréteg t_{ff} és k_{ff} állandói szerepelnek a megfelelő alvízi értékek helyett.

A műtárgy alvízi lábvonalától x távolságban felvett függőleges metszeten átszivárgó vízmennyiség Q ismeretében:

$$Q_x = Qe^{-\frac{x}{B_a}} \tag{160}$$

és hasonló a képlet a felvízi oldalra vonatkozólag B_f értékkel.

A műtárgy alvízi lábvonalában fellépő nyomás értéke (a fedőréteg felső síkjában fellépő nyomáshoz viszonyítva):

$$h_0 = \frac{B_a}{B_0} H \quad \text{vagy} \quad h_0 = \frac{B_a}{k_0 t_0} Q \tag{161}$$

képlettel nyerhető, melyből az alvízi lábvonaltól x távolságban fellépő nyomás értéke:

$$h_x = h_0 e^{-\frac{x}{B_a}} \tag{162}$$

Hasonlóan határozhatók meg a felvízi tartomány nyomásértékei, B_a helyett B_f helyettesítésével.

A Galli-féle eljárás képleteinek ismertetése után vizsgáljuk meg azoknak összefüggéseit az e tanulmányban foglalt képletekkel. Az alvízi tartomány α_a karakterisztikus tényezője (19) alapján

$$\alpha_a = \frac{k_{fa} t_0}{k_0 t_{fa}},$$

mellyel (159)-ből nyilvánvaló, hogy

$$B_a = \frac{t_0}{\sqrt{\alpha_a}} \tag{163}$$

és hasonlóan B_f ugyanígy függ α_f-től, tehát (158) szerint:

$$B_0 = \frac{t_0}{\sqrt{\alpha_f}} + B + \frac{t_0}{\sqrt{\alpha_a}}. \tag{164}$$

Az összes átszivárgó vízmennyiség tehát (157)-ből:

$$Q = \frac{k_0 H}{\frac{1}{\sqrt{\alpha_f}} + \frac{B}{t_0} + \frac{1}{\sqrt{\alpha_a}}}. \tag{165}$$

A kapott általános képlet különleges esetei a következők:

1. felvízi tartomány hiányzik és $B = 0$ (*1. ábrának* megfelelő idealizált eset):

$$Q = k_0 H \sqrt{\alpha_a}. \tag{166}$$

Tanulmányunkban erre az esetre $\alpha < 1$ esetén 4%-on belül pontos közelítő képletet vezettünk le, mely (36) alapján ($\Delta h = H$):

$$Q = k_0 H \sqrt{\alpha_a} \sqrt{\frac{3}{3 + \alpha_a}}. \tag{167}$$

A két képletet összehasonlítva nyilvánvaló, hogy a (166) képlet $\alpha_a = 1$ esetén további 14% hibával terhelt*. A hiba kisebb α értéknél kisebb, nagyobbnál növekszik. Nagyobb α esetén azonban a (167) képlet hibája is nő, tehát az *I. táblázat* szerinti pontos képletet kell használni.

2. áramkép aszimmetrikus, tehát $\alpha_f \neq \alpha_a$ és $B = 0$ (63. pontban tárgyalt eset):

$$Q = \frac{k_0 H}{\frac{1}{\sqrt{\alpha_f}} + \frac{1}{\sqrt{\alpha_a}}}. \tag{168}$$

* A 14% hiba a két képlet között mutatkozik $\alpha_a = 1$ esetén. A (167) képlet 4% hibája azonban ezzel ellenkező értelmű, ezért a (166) képlet abszolút hibája csak 10% körül van.

Tanulmányunk (104) képlete kissé átalakítva:

$$Q = \frac{k_0 H}{\frac{1}{\vartheta_0} + \frac{1}{\varphi_0}}, \tag{169}$$

mely közelítő képlet és akkor érvényes, ha a felvízi és alvízi tartományok közül legalább az egyiknél a karakterisztikus a tényező kisebb az egységnél. A képletben ϑ_0 és φ_0 a karakterisztikus egyenletek első gyökei. Ha például az alvízi tartomány α_a tényezője kisebb 1-nél, úgy

$$\varphi_0 \sim \sqrt{\frac{3\,\alpha_a}{3 + \alpha_a}} \sim \sqrt{\alpha_a}, \tag{170}$$

mely utóbbi közelítés mintegy 10% hibával terhelt, ha $\alpha_a = 1$. Ha a felvízi tartomány α_f tényezője is kisebb az egységnél, úgy ϑ_0-ra hasonlító közelítés alkalmazható és a (169) képlet azonos lesz a (168) képlettel. A (169) képlet azonban akkor is jó közelítést ad, ha csak az egyik, pl. az alvízi tartomány α_a tényezője kicsi, a másik lehet nagy, akár ∞, mely a fedőréteg nélküli tartományt jelenti. Mivel ekkor $\vartheta_0 = \frac{\pi}{2}$, ezért azt az érdekes következtetést vonhatjuk le, hogy

fedőréteg nélküli tartomány Galli-féle egyenértékű műtárgyszélessége $\frac{2}{\pi} t_0 = 0{,}64\, t_0$ *abban az esetben, ha a másik tartomány a tényezője kicsi.* Utóbbi megszorítás nyilván szükséges, mert ha mindkét tartomány fedőréteg nélküli, úgy az általunk is levezetett (145) alatti Dachler-képletből ugyanez a műtárgyszélesség 0,44 t_0-ra adódik.

Fentiek alapján már következtethetünk a *Galli-féle módszer* érvényességi határaira. *Ha a felvízi és alvízi tartományokra vonatkozólag az a karakterisztikus tényező kisebb az egységnél, úgy az eljárás* 10%*-nál kisebb hibával alkalmazható.* E hibahatár 4%-ra csökkenthető, ha a *Galli*-féle egyenértékű műtárgy szélességet

$$\lambda = \sqrt{1 + \frac{a}{3}} \tag{171}$$

növelő tényezővel szorozva állapítjuk meg. Ha a nagyobb az egységnél, úgy a hiba erősen nő, ezért az *I. táblázatban* foglalt pontos képlet alkalmazása javasolható.

A *Galli-féle eljárás kiegészítésére* megállapítjuk, hogy az eljárás akkor is alkalmazható, ha csak az egyik tartományra vonatkozólag teljesül az $a<1$ feltétel. A másik — például a felvízi tartomány egyenértékű műtárgyszélességét ebben az esetben az α_f tényező nagyságától függően 0,64 t_0 és t_0 határok között kell felvenni, melyek közül az előbbi az $\alpha_f = \infty$ (fedőréteg nélküli eset), az utóbbi az $\alpha_f = 1$ esetnek felel meg.

FÜGGELÉK

Az általános trigonometrikus függvénysorok elmélete

Tanulmányunk bevezető részében említést tettünk már az általános trigonometrikus függvénysorokról, melyek a fedőréteges szivárgási tartományok matematikai tárgyalását lehetővé tették. Kilátásba helyeztük e függvénysorok elméletének ismertetését. Ez képezi jelen függelék tárgyát.

1. Az általános trigonometrikus függvénysorok

Állítjuk, hogy végtelen sok olyan

$$\varphi_0, \varphi_1, \varphi_2, \ldots \varphi_n, \ldots \psi_0, \psi_1, \psi_2, \ldots \psi_n, \ldots \qquad (F-1$$

értékrendszer létezik, melyekkel képezett

$$\left.\begin{aligned} &\cos\frac{\varphi_0}{l}x, \cos\frac{\varphi_1}{l}x, \cos\frac{\varphi_2}{l}x, \ldots \cos\frac{\varphi_n}{l}x, \ldots \\ &\sin\frac{\psi_0}{l}x, \sin\frac{\psi_1}{l}x, \sin\frac{\psi_2}{l}x, \ldots \sin\frac{\psi_n}{l}x, \ldots \end{aligned}\right\} \qquad (F-2)$$

függvényrendszer az $-l < x < +l$ intervallumban ortogonális és lehetővé teszi bármely $y = f(x)$ függvénykapcsolat említett intervallumba eső részének sorbafejtését az

$$f(x) = \sum_{n=0}^{\infty}\left(A_n \cos\frac{\varphi_n}{l}x + B_n \sin\frac{\psi_n}{l}x\right)[n = 0, 1, 2, \ldots] \qquad (F-3)$$

képlet szerint, ha az $f(x)$ függvény korlátos és legalább szakaszosan folytonos.

2. Segédtételek

Idézzük az alábbi határozott integrálokat:

$$\left.\begin{aligned} &\int_{-l}^{+l}\cos^2\frac{\varphi_n}{l}x\,dx = l\left(1+\frac{\sin 2\varphi_n}{2\varphi_n}\right) \\ &\int_{-l}^{+l}\sin^2\frac{\psi_n}{l}x\,dx = l\left(1-\frac{\sin 2\psi_n}{2\psi_n}\right) \end{aligned}\right\} \qquad (F-4)$$

továbbá, mivel az integrandus páratlan függvény, minden n és m értékre:

$$\int_{-l}^{+l}\cos\frac{\varphi_n}{l}x\sin\frac{\psi_m}{l}x\,dx = 0 \qquad (F-5)$$

végül minden n és m értékre, de $n \neq m$:

$$\left.\begin{aligned} \int_{-l}^{+l} \cos\frac{\varphi_n}{l}x \cos\frac{\varphi_m}{l}x\,dx &= \frac{2l\cos\varphi_n\cos\varphi_m}{\varphi_n^2-\varphi_m^2}(\varphi_n \operatorname{tg}\varphi_n - \varphi_m \operatorname{tg}\varphi_m) \\ \int_{-l}^{+l} \sin\frac{\psi_n}{l}x \sin\frac{\psi_m}{l}x\,dx &= \frac{2l\sin\psi_n\sin\psi_m}{\psi_n^2-\psi_m^2}(\psi_m \operatorname{ctg}\psi_m - \psi_n \operatorname{ctg}\psi_n) \end{aligned}\right\}. \quad (F-6)$$

A fenti egyenletekben φ_n, φ_m, ψ_n, ψ_m tetszés szerinti valós számértékek lehetnek.

3. *A függvényrendszerek ortogonalitásának feltételei*

Vizsgáljuk meg, mi a feltétele annak, hogy az (F—2) alatti függvényrendszer ortogonális legyen?

Az (F—5) egyenlőség értelmében bármelyik cosinus függvény minden esetben ortogonális valamennyi sínusfüggvényhez.

Az (F—6) egyenlőségek alapján viszont az (F—2) alatti cosinus és sínusfüggvények egymás között is ortogonálisak, ha bármely n és m értékre ($n \neq m$) igazak az alábbi egyenletek:

$$\left.\begin{aligned} \varphi_n \operatorname{tg}\varphi_n - \varphi_m \operatorname{tg}\varphi_m &= 0 \\ \psi_n \operatorname{ctg}\psi_n - \psi_m \operatorname{ctg}\psi_m &= 0 \end{aligned}\right\}. \quad (F-7)$$

E feltételi egyenletek egyértelműen kielégülnek, ha az (F—1) alatti értékrendszer összes φ és ψ értékei a

$$\left.\begin{aligned} \varphi \operatorname{tg}\varphi &= C_\varphi \\ \text{illetve} \quad \psi \operatorname{ctg}\psi &= C_\psi \end{aligned}\right\} \quad (F-8)$$

karakterisztikus egyenletek gyökei, ahol C_φ és C_ψ tetszés szerint választható állandók. A karakterisztikus egyenletekből meghatározható végtelen sok gyök minden C_ψ-hez egy végtelen φ értékrendszert és minden C_ψ-hez egy végtelen ψ értékrendszert ad, ezek szerint kétszeresen végtelen sok ortogonális függvényrendszer képezhető.

A továbbiakban φ_0 és ψ_0 alatt az (F—8) alatti karakterisztikus egyenletek első pozitív gyökét (főértékét) értjük, míg φ_n és ψ_n azok $(n+1)$-ik pozitív gyöke. A második karakterisztikus egyenletnek $\psi = 0$ is gyöke, ezt azonban az értékrendszerből kizárjuk, mert megfelelője az (F—2) függvényrendszerben zérusfüggvény.

A karakterisztikus egyenletek gyökeinek grafikus ábrázolása szemléletes áttekintést nyújt az értékrendszerekről. Az (F—8) egyenletek átalakításával

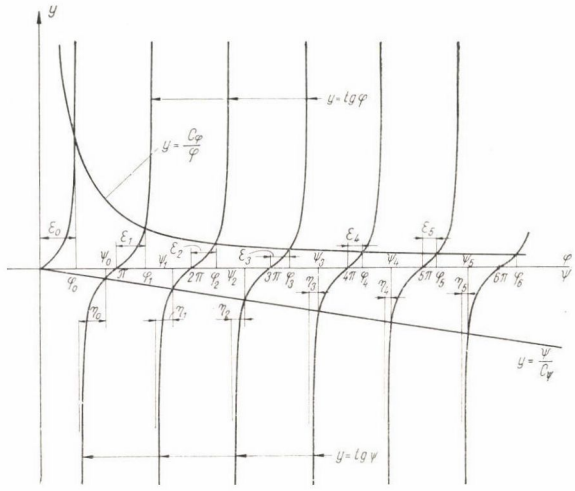
$$\left.\begin{aligned} \operatorname{tg}\varphi &= \frac{C_\varphi}{\varphi} \\ \operatorname{tg}\psi &= \frac{\psi}{C_\psi} \end{aligned}\right\} \quad (F-9)$$

ugyanis nyilvánvaló, hogy az *F—1. ábrán* felrajzolt tangensgörbéknek az $y = C_\varphi/\varphi$ hiperbolával, illetve az $y = \psi/C_\psi$ egyenessel való metszéspontjaihoz tartozó abszcisszák a φ, illetve ψ értékek sorozatát adják.

Az ábra alapján megállapítható, hogy a φ és ψ értékek célszerűen írhatók az alábbi alakban:

$$\left.\begin{aligned} \varphi_n &= n\pi + \varepsilon_n \\ \psi_n &= n\pi + \frac{\pi}{2} + \eta_n \end{aligned}\right\} (n = 0, 1, 2, 3 \ldots) , \qquad (F - 10)$$

ahol ε_n és η_n $\frac{\pi}{2}$-nél kisebb értékek és növekvő n-nel zérushoz tartanak.



F—1. ábra. A φ és ψ értékrendszer grafikus szerkesztése

Megjegyezzük, hogy a negatív gyökök megkeresése felesleges, mert azok az (F—2) alatti függvényrendszerben nem jelentenek új függvényt.

Gyakorlati esetekben C_φ általában pozitív, C_ψ pedig negatív állandónak adódik és gyakori eset, hogy $C_\varphi = -C_\psi$. Ez utóbbi esetre bizonyítható, hogy az (F—2) alatti függvényrendszer nem csak az $-l < x < +l$ intervallumban, hanem külön-külön az $-l < x < 0$ és $0 < x < +l$ intervallumokban is ortogonális.

4. Az általános trigonometrikus függvénysor együtthatói

Az (F—3) alatti kifejezést $\cos\frac{\varphi_n}{l}x$ értékkel szorozva és az érvényességi intervallumon belül integrálva az ortogonalitás miatt a polinomnak csak egy tagja nem lesz zérus, az, amelyikben φ_n szerepel. Így (F—4) figyelembevételével:

$$\int_{-l}^{+l} f(x)\cos\frac{\varphi_n}{l}x\,dx = A_n l\left(1 + \frac{\sin 2\varphi_n}{2\varphi_n}\right)$$

amiből:

$$A_n = \frac{\int_{-l}^{+l} f(x) \cos \frac{\varphi_n}{l} x \, dx}{l\left(1 + \frac{\sin 2\varphi_n}{2\varphi_n}\right)} \quad (n = 0, 1, 2, 3 \ldots) \qquad (F - 11)$$

és hasonlóan nyerhető:

$$B_n = \frac{\int_{-l}^{+l} f(x) \sin \frac{\psi_n}{l} x \, dx}{l\left(1 - \frac{\sin 2\psi_n}{2\psi_n}\right)} \quad (n = 0, 1, 2, 3 \ldots). \qquad (F - 12)$$

Itt említjük meg, hogy az általános trigonometrikus függvénysor $C_\varphi = 0$ és $C_\psi = -\infty$ esetben az ismert Fourier-sorba megy át. Ekkor ugyanis az F—1. ábrán a φ, ill. ψ értékeket kimetsző hiperbola és egyenes összeesik az abszcisszatengellyel, a φ és ψ értékek tehát $\varphi = 0, \pi, 2\pi, 3\pi, \ldots$ és $\psi = \pi, 2\pi, 3\pi, \ldots$ lesznek miáltal (F—3) valóban a Fourier-sort állítja elő. Az A_n, B_n együtthatók nevezőiben a zárjeles kifejezések az egységgel lesznek egyenlők, mert $\sin 2n\pi = 0$. Kivétel az $n = 0$ eset, mert ekkor az A_n képlet nevezőjében levő törtnek nemcsak számlálója, hanem nevezője is zérus. Mivel a tört határértéke, mint ismeretes, az egységgel egyenlő, a zárjeles kifejezés értéke ebben az egy esetben: 2. A Fourier-sorok általában önállóan, $\frac{a_0}{2}$ alakban felírt, ún. tiszta tagjának ama szingularitására, hogy a többi együtthatóhoz képest kettővel osztva szerepel, így az általános trigonometrikus függvénysor ad magyarázatot.

5. Páros, páratlan függvények, periodicitás

Nyilvánvaló, hogy páros függvények sorbafejtésénél az (F—3) kifejezésben szereplő összes $B_n = 0$, míg páratlan függvények esetén az összes $A_n = 0$, ugyanúgy, mint a Fourier-soroknál.

A periodicitás ezzel szemben az általános trigonometrikus függvénysornak nem tulajdonsága. A Fourier-sorok a leképezett intervallumon kívül sorozatosan ismétlik az intervallumon belül leképezett függvényalakot, az általános trigonometrikus függvénysorok nem. Utóbbiak által az intervallumon kívül előállított függvényértékekre vonatkozólag egyelőre semmi megállapítást nem tehetünk.

6. Közelítő számítási módszerek

Az általános trigonometrikus függvénysorok gyakorlati alkalmazása körülményesebb a Fourier-sorokénál, mert a φ és ψ értékrendszert külön ki kell számítani az (F—8) alatti karakterisztikus egyenletekből. A karakterisztikus egyenletek gyökei zárt alakú képletekkel nem adhatók meg, de jó közelítő képletek vezethetők le, melyekkel kiszámított közelítő értékek szükség esetén iterációval pontosabbá tehetők. Jelen fejezetben a közelítő képleteket és levezetésüket ismertetjük.

61. Közelítő képlet levezetése $\left(x \operatorname{ctg} x + \frac{x^2}{3}\right)$ *értékére*

Idézzük $x\operatorname{ctg}x$ ismert Taylor-sorát:

$$x\operatorname{ctg} x = 1 - B_2 \frac{(2x)^2}{2!} + B_4 \frac{(2x)^4}{4!} - B_6 \frac{(2x)^6}{6!} + \ldots + (-1)^n B_{2n} \frac{(2x)^{2n}}{(2n)!} + \ldots \qquad (F-13)$$

mely $|x| < \pi$ esetre érvényes. A B_2, B_4, B_6, ... értékek az ún. Bernoulli-féle számok, melyek nagyobb n értékek esetén kényelmesen számíthatók a

$$B_{2n} = (-1)^{n+1} 2 \frac{(2n)!}{(2\pi)^{2n}} \left(1 + \frac{1}{2^{2n}} + \frac{1}{3^{2n}} + \ldots\right) \qquad (F-14)$$

képletből, kis n esetén viszont inkább az

$$\binom{n}{1} B_{n-1} + \binom{n}{2} B_{n-2} + \ldots + \binom{n}{n-1} B_1 + 1 = 0 \quad (n = 2, 3, 4 \ldots) \; (F-15)$$

rekurziós formulából.

A Bernoulli-féle számok értékei az idézett képletek alapján:

$$B_1 = -\frac{1}{2}; \; B_2 = \frac{1}{6}; \; B_4 = -\frac{1}{30}; \; B_6 = \frac{1}{42}; \; B_8 = -\frac{1}{30}; \; B_{10} = \frac{5}{66};$$

$$B_{12} = -\frac{691}{2730}; \; B_{14} = \frac{7}{6}; \ldots \text{ stb. } B_3 = B_5 = B_7 = B_9 = \ldots = 0.$$

E felsorolásban a Bernoulli-féle számokat $n = 7$-ig bezárólag írtuk fel, míg $n = 8$-tól az (F—14) képletet alábbi közelítéssel használhatjuk:

$$B_{2n} \approx (-1)^{n+1} 2 \frac{(2n)!}{(2\pi)^{2n}}, \qquad (F-16)$$

mely B_{2n} értékét $1{,}5 \times 10^{-5}$ nél kisebb relatív hibával adja meg.

A Bernoulli-féle számok idézett értékeit, illetve $n = 8$ tól a fenti formulát (F—13) jobboldalára helyettesítve:

$$x\operatorname{ctg} x = 1 - \frac{x^2}{3} - \frac{x^4}{45} - \frac{2x^6}{945} - \frac{x^8}{4725} - \frac{9x^{10}}{93555} - \frac{1382x^{12}}{638512875} - \\ - \frac{4x^{14}}{18243225} - \sum_{n=8}^{\infty} 2 \left(\frac{x}{\pi}\right)^{2n} \qquad [|x| < \pi]. \qquad (F-17)$$

A képlet utolsó tagja egy végtelen geometriai sor, melynek összege zárt alakban közvetlenül felírható. E helyettesítést elvégezve és némi rendezéssel:

$$x\operatorname{ctg} x + \frac{x^2}{3} = \qquad (F-18)$$

$$= 1 - \frac{x^4}{45}\left[1 + \frac{2x^2}{21} + \frac{x^4}{105} + \frac{2x^6}{2079} + \frac{1382x^8}{14189175} + \frac{4x^{10}}{405405} + \frac{90}{\pi^4}\,\frac{\left(\frac{x}{\pi}\right)^{12}}{1-\left(\frac{x}{\pi}\right)^2}\right].$$

Hasonlítsuk össze (F—18) jobboldalát a következő kifejezéssel:

$$\lambda = 1 - \frac{x^4}{45}\sum_{n=0}^{\infty}\left(\frac{2x^2}{21}\right)^n =$$

$$= 1 - \frac{x^4}{45}\left[1 + \frac{2x^2}{21} + \frac{4x^4}{441} + \frac{8x^6}{9261} + \frac{16x^8}{194481} + \frac{32x^{10}}{4084101} + \frac{\left(\frac{2x^2}{21}\right)^6}{1-\frac{2x^2}{21}}\right]. \qquad (F-19)$$

(F—18) és (F—19) különbségét jelöljük R-rel:

$$R = \lambda - x\operatorname{ctg} x - \frac{x^2}{3} =$$

$$= \frac{x^4}{45}\left[\frac{x^4}{2205} + \frac{x^6}{10187} + \frac{x^8}{66103} + \frac{x^{10}}{492268} + \frac{0{,}924\left(\frac{x}{\pi}\right)^{12}}{1-\left(\frac{x}{\pi}\right)^2} - \frac{\left(\frac{2x^2}{21}\right)^6}{1-\frac{2x^2}{21}}\right], \qquad (F-20)$$

ahonnan továbbá:

$$x\operatorname{ctg} x - \frac{x^2}{3} = \lambda\left(1 - \frac{R}{\lambda}\right). \qquad (F-21)$$

Az (F—19) képletben levő végtelen geometriai sor értékét annak véges határértékével helyettesítve λ zárt alakban írható:

$$\lambda = 1 - \frac{7x^4}{315 - 30x^2}. \qquad (F-22)$$

Tegyünk kikötést x értékére vonatkozólag:

$$\text{ha } |x| \leq \frac{\pi}{2}, \quad \text{akkor} \quad \begin{cases} 1 \geq \lambda & \geq 0{,}823 \\ 0 \leq R & \leq 0{,}000685 \\ 1 \geq 1 - \frac{R}{\lambda} & \geq 0{,}99917 \end{cases} \qquad (F-23)$$

Ha tehát (F—21) jobboldalát az (F—22) képlettel adott λ értékkel helyettesítjük, azaz

$$xc\,\mathrm{tg}\,x - \frac{x^2}{3} \approx 1 - \frac{7x^4}{315 - 30x^2} \qquad (F-24)$$

közelítést alkalmazzuk, úgy az (F—24) baloldalán álló trigonometrikus kifejezés értékét $|x| \leq \frac{\pi}{2}$ esetben legfeljebb 0,83‰ relatív hibával kapjuk meg.

Ha x értéke kisebb, például $|x| \leq 0{,}5$, úgy a még egyszerűbb

$$xc\,\mathrm{tg}\,x + \frac{x^2}{3} \approx 1 \qquad (F-25)$$

közelítő képlet hibája legfeljebb 1,4‰. E képlet hibája $|x|=1$ esetén már 2,5% $\frac{\pi}{2}$ esetén pedig 21,5%, tehát ez esetekben már csupán durvább közelítésre alkalmas.

62. A φ értékrendszer meghatározása

Az előző pontban levezetett közelítő képlet eszközt ad kezünkbe a φ értékrendszer kényelmes meghatározásához. Kiindulunk φ_n (F—10) alatti alakjából, melyet az (F—9) alatti karakterisztikus egyenletbe helyettesítve:

$$(n\pi + \varepsilon_n)\,\mathrm{tg}\,\varepsilon_n = C_\varphi \qquad (n = 0, 1\,2, 3\ldots), \qquad (F-26)$$

ahol ε_n kisebb $\frac{\pi}{2}$-nél, C_φ-re vonatkozólag pedig kikötjük, hogy pozitív legyen, ami a gyakorlati esetekben általában teljesül.

(F—26) reciprokát szorozzuk $\varepsilon_n(n\,\pi + \varepsilon_n)$ kifejezéssel és adjunk mindkét oldalhoz $\varepsilon_n^2/3$ értéket:

$$\varepsilon_n\,\mathrm{ctg}\,\varepsilon_n + \frac{\varepsilon_n^2}{3} = \frac{n\,\pi\varepsilon_n}{C_\varphi} + \frac{\varepsilon_n^2}{C_\varphi} + \frac{\varepsilon_n^2}{3}. \qquad (F-27)$$

Vezessük be jobboldalon az

$$\frac{1}{\delta} = \frac{1}{C_\varphi} + \frac{1}{3}; \quad \text{azaz} \quad \delta = \frac{3C_\varphi}{3 + C_\varphi} \qquad (F-28)$$

jelölést, továbbá (F—27) baloldalát az (F—24) összefüggés alapján a

$$\lambda_n^{(\varphi)} = 1 - \frac{7\,\varepsilon_n^4}{315 - 30\,\varepsilon_n^2} \qquad (F-29)$$

értékkel helyettesítjük úgy

$$\frac{\varepsilon_n^2}{\delta} + \frac{n\,\pi\varepsilon_n}{C_\varphi} - \lambda_n^{(\varphi)} = 0 \qquad (F-30)$$

vegyes másodfokú egyenletet nyerjük, melyből

$$\varepsilon_n = \sqrt{\left(\frac{n\,\pi\delta}{2\,C_\varphi}\right)^2 + \lambda_n^{(\varphi)}\,\delta} - \frac{n\,\pi\delta}{2\,C_\varphi} \qquad (n = 0, 1, 2, 3\ldots). \qquad (F-31)$$

Az (F—31) képlet iterációs képlet, mert a gyök alatt szereplő $\lambda_n^{(\varphi)}$ érték a keresett ε_n-nek függvénye. A konvergencia viszont igen gyors, mert $\lambda_n^{(\varphi)}$ (F—23) szerint csak kismértékben változik. Az (F—31) képlet ezenkívül csak közelítő képlet, mert az (F—24) összefüggés 0,83‰ maximális relatív hibával terhelt. E hiba hatását a keresett ε_n értékre vonatkozólag az (F—31) összefüggés $\lambda_n^{(\varphi)}$ szerinti differenciálásával kaphatjuk meg. A levezetés mellőzésével megállapítjuk, hogy az első gyök, azaz ε_0 maximális relatív hibája 0,42‰, a további gyökök hibája kisebb.

Az ε_n értékek ismeretében a φ_n értékek (F—10) képlettel határozhatók meg.

Az ε_n értékek nagyobb n esetén mind kisebbek lesznek. Ha már $\varepsilon_n \leq 0{,}5$, úgy az (F—31) képletben $\lambda_n^{(\varphi)} = 1$ helyettesíthető, ettől kezdve tehát közvetlen (nem iterációs) képlet áll rendelkezésünkre, melynek legnagyobb hibája kisebb 0,7‰-nél.

Még nagyobb n értékekre a képlet tovább is egyszerűsíthető. Helyettesítsünk ugyanis (F—31)-ben $\lambda_n^{(\varphi)} = 1$ értéket, majd alábbiak szerint kiemelünk és sorbafejtünk:

$$\varepsilon_n = \frac{n\pi\delta}{2C_\varphi}\left(\sqrt{1+\frac{4C_\varphi^2}{\delta(n\pi)^2}}-1\right) \approx \frac{C_\varphi}{n\pi} - \frac{1}{\delta}\left(\frac{C_\varphi}{n\pi}\right)^3. \qquad (F-32)$$

A kapott képlet 0,2‰ hibán belül használható, ha $\varepsilon_n \leq 0{,}1\ \varepsilon_0$, ahol ε_0 a karakterisztikus egyenlet első gyöke. Ekkor ugyanis ε_n helyébe durvább közelítésként $C_\varphi/n\pi$ értéket, ε_0 helyébe pedig közelítőleg $\sqrt{\delta}$ értéket írva

$$\frac{C_\varphi}{n\pi} \leq 0{,}1\sqrt{\delta} \quad \text{azaz} \quad \frac{4C_\varphi^2}{\delta(n\pi)^2} \leq 0{,}04,$$

mely biztosítja, hogy az (F—32) alatti sorbafejtésnél az elhanyagolt tagok révén előálló hiba 0,2‰-nél kisebb legyen.

Ha végül $\varepsilon_n \leq 0{,}02\ \varepsilon_0$ feltétel is teljesül, úgy ε_n 0,4‰ hibán belül számítható az egyszerű

$$\varepsilon_n \approx \frac{C_\varphi}{n\pi} \qquad (F-33)$$

képletből.

63. A ψ értékrendszer meghatározása

A ψ értékrendszer (F—10) alatti alakjával az (F—8) alatti karakterisztikus egyenlet

$$\left(n\pi+\frac{\pi}{2}+\eta_n\right)\operatorname{ctg}\left(n\pi+\frac{\pi}{2}+\eta_n\right) = -\left(n\pi+\frac{\pi}{2}+\eta_n\right)\operatorname{tg}\eta_n = C_\psi \qquad (F-34)$$

alakban írható, ahol $\eta_n \leq \frac{\pi}{2}$, C_ψ-re pedig kikötjük, hogy negatív, mint a gyakorlati esetekben általában.

Az (F—34) egyenlet reciprokértékét $-\eta_n\left(n\pi+\frac{\pi}{2}+\eta_n\right)$ kifejezéssel szorozva az alábbi egyenlet nyerhető:

$$\eta_n \operatorname{ctg}\eta_n+\frac{\eta_n^2}{3}=-\frac{\left(n\pi+\frac{\pi}{2}\right)\eta_n}{C_\varphi}+\frac{\eta_n^2}{3}-\frac{\eta_n^2}{C_\varphi}. \qquad (F-35)$$

Bevezetve az

$$\frac{1}{\vartheta}=\frac{1}{3}-\frac{1}{C_\varphi};\quad \text{azaz}\quad \vartheta=\frac{3C_\varphi}{C_\varphi-3} \qquad (F-36)$$

paramétert, továbbá (F—35) baloldalát az (F—24) összefüggés alapján

$$\lambda_n^{(\psi)}=1-\frac{7\eta_n^4}{315-30\eta_n^2} \qquad (F-37)$$

értékkel helyettesítve:

$$\frac{\eta_n^2}{\vartheta}-\frac{\left(n\pi+\frac{\pi}{2}\right)\eta_n}{C_\varphi}-\lambda_n^{(\psi)}=0 \qquad (F-38)$$

melynek megoldása;

$$\eta_n=\sqrt{\left[\frac{\left(n\pi+\frac{\pi}{2}\right)\vartheta}{2C_\varphi}\right]^2+\lambda_n^{(\psi)}\vartheta}+\frac{\left(n\pi+\frac{\pi}{2}\right)\vartheta}{2C_\varphi}. \qquad (F-39)$$

Az η_n értékek tehát hasonlóan számíthatók, mint a φ értékrendszer ε_n értékei. A képlet itt is gyorsan konvergáló iterációs képlet, mely 0,42‰-nél kisebb hibával adja a végeredményt.

Az η_n értékek ismeretében a ψ_n értékek (F—10) képlettel határozhatók meg.

Az (F—39) képlet egyszerűsítési lehetőségei hasonlók az (F—31)-éhez. Így $\eta_n \leqq 0{,}5$ esetben (F—39)-ben $\lambda_n^{(\psi)}=1$ helyettesíthető, miáltal 0,7‰ hibán belül pontos közvetlen (nem iterációs) képlet áll rendelkezésünkre.

Ha $\eta_n \leqq 0{,}1\sqrt{\vartheta}$, úgy az alábbi képlet 0,2‰-re pontos;

$$\eta_n=-\frac{C_\varphi}{n\pi+\frac{\pi}{2}}+\frac{1}{\vartheta}\left(\frac{C_\varphi}{n\pi+\frac{\pi}{2}}\right)^3. \qquad (F-40)$$

Ha $\eta_n \leqq 0{,}02\sqrt{\vartheta}$, úgy a még egyszerűbb

$$\eta_n=-\frac{C_\varphi}{n\pi+\frac{\pi}{2}} \qquad (F-41)$$

összefüggés legnagyobb hibája kisebb 0,4‰-nél.

7. *Az általános trigonometrikus függvénysor gyakorlati alkalmazása*

Az általános trigonometrikus függvénysor alkalmazását szivárgási feladatok megoldásánál jelen tanulmányban kimerítően tárgyaltuk.

További gyakorlati alkalmazási lehetőség kínálkozik síktárcsák és héjak szilárdságtanában. Itt a határfeltételek kielégítésére a Fourier-sorok használatosak, melyek a szabad peremen fellépő kerületi feltételeket kielégíthetik. Igazolható, hogy bizonyos feltételek mellett az a trigonometrikus függvénysor, melynek (F—8) alatti karakterisztikus egyenleteiben a C_φ és C_ψ állandók egy adott gerenda és lemez viszonylagos merevségének felelnek meg, az illető gerendával szegélyezett tárcsa vagy héj kerületi feltételeinek kielégítésére alkalmas.

*

DR. IVICSICS LAJOS, a műszaki tudományok kandidátusa

AZ INVARIÁNS MENNYISÉGCSOPORTOK SZEREPE A VÍZÉPÍTÉSI KUTATÁSBAN

Bevezetés

A vízépítési kutatások hatalmas területét jelentik azok a vizsgálatok, amelyeknek célja a nyugvó vizet, a víz mozgását, valamint a vízépítésben használatos anyagok, szerkezetek terhelés hatására bekövetkező viselkedését jellemző összefüggések meghatározása. Ezeknél a kutatásoknál az *invariáns mennyiségcsoportok* fontos szerepet játszanak.

Invariáns mennyiségcsoportoknak azokat a meghatározott fizikai jelenséget jellemző mennyiségekből alkotott csoportokat nevezzük, amelyeknek számértéke nem változik meg, ha a bennük szereplő mennyiségek számértékeit esetenként különböző mértékegységben kifejezve helyettesítjük be, feltételezve, hogy egy-egy behelyettesítés-sorozatnál ugyanazokat az alap-mértékegységeket alkalmazzuk minden mennyiség kifejezésére. (Így pl. az általánosan ismeretes, Froude-számnak nevezett mennyiségcsoport számértéke változatlan, ha egyik esetben a sebességet cm/s-ban, a jellemző hosszat cm-ben és a nehézségi gyorsulást cm/s^2-ben, a másik esetben pedig ugyanezeket a mennyiségeket rendre m/óra, m és m/óra^2 mértékegységekben kifejezve helyettesítjük be.)

Az invariáns mennyiségcsoportok meghatározásának többféle módszere alakult ki. Régebben általában a Newton-számnak nevezett és Π-vel jelölt

$$\alpha\, \lambda^4\, \tau^{-2}$$

mennyiségcsoport segítségével határozták meg a különböző invariáns csoportokat (α az egymásnak megfelelő sűrűségek, λ a hosszak, τ az időtartamok viszonyát jelöli). Ritkábban bár, de alkalmazták, illetőleg elszórtan ma is alkalmazzák az invariáns mennyiségcsoportoknak a Newton-szám reciprokát, a megfelelő erők viszonyát, valamint a megfelelő energiák arányát figyelembe vevő meghatározási módjait is [10, 11, 16]. Ugyancsak találkozunk az invariáns csoportoknak az anyagjellemzők segítségével történő meghatározási módjával [16], valamint a vizsgált folyamatot jellemző egyenlet dimenzionális homogenitásának feltételéből kiinduló meghatározási módszerrel is [16]. Újabban egyre szélesebb körben alkalmazzák az invariáns mennyiségcsoportok meghatározására a dimenzióanalízis, valamint a determinánsok módszereit is [1, 3, 8, 12, 13].

A vízépítési kutatások területén kezdetben csak néhány invariáns mennyiségcsoport szerepelt. Ilyenek pl. a *Newton-számnak*, a *Froude-számnak*, a *Reynolds-számnak*, a *Weber-számnak* nevezett invariáns csoportok. Később újabb invariánsok bevezetése vált szükségessé [2, 4, 5, 6, 7, 10]. Várható, hogy az újabb feladatok megoldásával kapcsolatosan további invariáns mennyiségcsoportok meghatározására kerül sor.

Nemcsak a vízépítési kutatásoknál, hanem egyéb tudományágak területén is gyakorta találkozunk invariánsokkal. Így például többször kerül sor alkalmazásukra a hőtechnika, a repülőgépépítés, a hajóépítés különböző feladatainak megoldásánál. Az invariáns csoportok első kiterjedtebb alkalmazására a múlt század második felében, az egyre sűrűbben felvetődő, az akkori ismeretek birtokában mind nehezebben megoldható feladatokkal kapcsolatosan került sor. Azonban mind az alkalmazási terület nagymértékű növekedése, mind pedig a meghatározási módszerek fokozott fejlődése az 1920-as éveket követő időszakra esik. Napjainkban az invariáns mennyiségcsoportok a vízépítési kutatások nagyon gyakran alkalmazott segédeszközei.

Az invariáns mennyiségcsoportok szerepe a vízépítési kutatásban

Mint már említettük, a vízépítési kutatásoknak igen nagy részét foglalják el a nyugvó, valamint a mozgó vízre, továbbá a vízépítésben használatos anyagokra, szerkezetekre vonatkozó fizikai vizsgálatok. Az invariáns mennyiségcsoportoknak ezeknél a vizsgálatoknál *hármas* szerepük van.

1. Segítségükkel a *különböző méretekben lejátszódó* vízépítési *fizikai jelenségek* egymásnak megfelelő *jellemző mennyiségei közötti összefüggéseket* igen sok esetben közvetlenül matematikai alakban fejezhetjük ki. Ezzel biztosíthatjuk a főkiviteli jellemző mennyiségek kismintabeli megfelelőinek egyértelmű meghatározását, valamint a kismintabeli mérési, megfigyelési eredmények főkiviteli viszonyokra történő átszámítását.

2. Az invariáns mennyiségcsoportok alkalmasak arra, hogy a fizikai jelenségek egyes meghatározott, valamilyen szempontból *fontos* vagy *kritikus fázisait* segítségükkel *jellemezzük*, s így a főkiviteli jelenség kritikus vagy fontos fázisának kismintabeli bekövetkeztét jellemző mennyiségeket egyértelműen meghatározzuk és fordítva; akár azért, hogy a kritikus vagy fontos fázis bekövetkeztét biztosíthassuk, akár pedig azért, hogy ezt az esetet elkerülhessük. A kritikus vagy fontos esetekre vonatkozó invariánsok lényegükben a jellemzők közötti összefüggést jelentik, azonban az egyes, egymásnak megfelelő jellemző mennyiségek egymás közötti kapcsolatát igen gyakran nem fejezzük ki.

3. Számottevő segítséget jelent az invariáns mennyiségcsoportok alkalmazása a fizikai, és ezen belül a vízépítési fizikai jelenségek jellemző mennyiségei közötti összefüggések matematikai kifejezésénél, vagyis *a jelenségeket jellemző egyenletek meghatározásánál*, és ezzel *a mérési eredmények általánosításánál*.

*

Az a körülmény, hogy az invariáns mennyiségcsoportok alkalmazásával a különböző méretekben lejátszódó vízépítési fizikai jelenségek egymásnak megfelelő *jellemző mennyiségei közötti összefüggések* matematikai alakban kifejezhetők, lehetővé teszi, hogy igen sok esetben egyértelműen következtethessünk a kismintáról a főkivitelre és fordítva, vagyis hogy *kismintavizsgálatokat* végezhessünk.

A megfelelő mennyiségek közötti összefüggések matematikai kifejezésénél rendszerint a jelenséget jellemző mennyiségekből alkotott invariáns mennyiségcsoportból indulunk ki, feltételezve, hogy a csoport valóban invariáns, vagyis felírjuk mind a főkivitelre, mind pedig a kismintára vonatkozó értékét. A két rendszerre vonatkozó mennyiségcsoportokat egymással egyenlővé téve és az adott körülményekből következő esetleges egyszerűsítéseket elvégezve, az egyenletből a keresett mennyiségek viszonyát az ismert vagy az ismertnek feltételezett egyéb mennyiségek függvényében kifejezhetjük. Így fejezhetjük ki például a nehézségi gyorsulásból származó erő uralkodása esetén érvényes Froude-szám alapján a hosszak arányának (λ) függvényében a sebességek (v', v''), vagy a vízhozamok (Q', Q'') ismert

$$\frac{v'}{v''} = \sqrt{\lambda} \tag{1}$$

$$\frac{Q'}{Q''} = \lambda^{2,5} \tag{2}$$

viszonyát stb.

Természetesen nemcsak a Froude-szám, hanem egyéb, ismert és újonnan meghatározott invariánsok esetén is hasonló módon határozhatjuk meg az egymásnak megfelelő jellemző mennyiségek közötti összefüggést, rendszerint a jellemző mennyiségek viszonyát, az ismertnek feltételezett egyéb mennyiségek függvényében. Így például a *medermélyülés* jelenségét bizonyos körülmények között a középsebesség (v_k), a víz sűrűsége (ϱ), a hordalékszemek alaki tényezője (φ), a nehézségi gyorsulás (g), a víz kinematikai viszkozitása (ν), a hordalékszemek mérete (d), a hordalék szemösszetételét jellemző mennyiség (S), a hordalék sűrűsége (ϱ_1), a kimélyülés folyamán a vizsgált helyről egységnyi idő alatt kimosott hordalék mennyisége (G), valamint egy összehasonlítási alapul felvett hordalékhozam (G_0) jellemzik. Ezekből a mennyiségekből a

$$\frac{v_k^3\,\varrho\,\varphi}{g\,\nu\,d\,S\,(\varrho_1 - \varrho)}\,\frac{G_0}{G} = H_G \tag{3}$$

invariáns csoportot képezhetjük [6].

Ha a főkiviteli jelenséget jellemző mennyiségeket '-vel, a megfelelő kismintabeli mennyiségeket ''-vel jelöljük, a H_G mennyiségcsoport invariáns voltát feltételezve felírhatjuk a

$$\frac{v_k'^3\,\varrho'\,\varphi'}{g'\,\nu'\,d'\,S'\,(\varrho_1' - \varrho')}\,\frac{G_0'}{G'} = \frac{v_k''^3\,\varrho''\,\varphi''}{g''\,\nu''\,d''\,S''\,(\varrho_1'' - \varrho'')}\,\frac{G_0''}{G''} \tag{4}$$

egyenletet. Ebből az egyenletből az egymásnak megfelelő főkiviteli és kismintabeli mennyiségek viszonya az egyenletben szereplő egyéb mennyiségek függvényében kifejezhető.

Ha például azt a gyakran előforduló esetet vizsgáljuk, amikor a kismintában ugyanazt a kísérleti folyadékot alkalmazzuk, mint amely a főkiviteli jelenség esetén szerepel, továbbá ha a kismintabeli és a főkiviteli nehézségi gyorsulás egymástól számottevő mértékben nem tér el, a kismintában a főkivitelével azonos alakú és fajsúlyú

hordalékot alkalmazunk és az összehasonlítási alapul felvett kismintabeli és főkiviteli hordalékhozamok egyenlők, a (4) egyenlet alapján, figyelembe véve a

$$\left.\begin{aligned} \varrho' &= \varrho'' \\ g' &= g'' \\ \varphi' &= \varphi'' \\ \nu' &= \nu'' \\ \varrho_1' &= \varrho_1'' \\ G_0' &= G_0'' \end{aligned}\right\} \tag{5}$$

egyenlőségeket, a

$$\frac{v_k'^3\, d''\, S''\, G''}{v_k''^3\, d'\, S'\, G'} = 1 \tag{6}$$

egyenletet írhatjuk fel. Ebből például a főkiviteli és a kismintabeli hordalékhozamok viszonyát a sebességek, a szemcseméretek és a szemösszetételi jellemzők viszonyának függvényében az

$$\alpha_G = \frac{\alpha_{v_k}^3}{\alpha_d\ \alpha_S} \tag{7}$$

egyenlettel fejezhetjük ki (α az indexében szereplő mennyiség főkiviteli és kismintabeli megfelelőjének viszonyát jelöli). A (7) egyenletet akkor alkalmazhatjuk az egymásnak megfelelő hordalékhozamok kiszámítására, ha a főkiviteli és a kismintabeli hordalék szemcseméreteit és szemösszetételét jellemző mennyiségeket, valamint a megfelelő középsebességeket ismerjük.

Természetesen abban az esetben is meghatározhatjuk az α viszonyszámokat (az ún. átszámítási tényezőket), ha az (5) egyenletcsoportban szereplő egyenletek közül egy vagy több (akár az összes) nem érvényes, vagyis ha például

$$\nu' \neq \nu'' \tag{8}$$

vagy

$$\varrho' \neq \varrho'' \quad stb. \tag{9}$$

Bár abban az esetben, ha a H_G jelű mennyiségcsoport valóban invariáns, logikailag nyilvánvaló, hogy a csoportot alapul véve a különböző méretekben lejátszódó mederkimélyülési jelenségek egymásnak megfelelő mennyiségei közötti összefüggést egyértelműen meghatározhatjuk, a (7) egyenlettel kifejezett átszámítási tényező helyességére vonatkozóan *ellenőrző laboratóriumi méréseket* végeztünk az alábbi módon:

A Felső-Duna egyik, kb. 10 km hosszú szakaszának két különböző méretarányú kismintáját vizsgáltuk. Az egyik kisminta (jelöljük I-gyel) esetén a hosszúsági, valamint a szélességi irányú méretek aránya 1 : 500, a mélységi méretek aránya 1 : 100, a másik (II. jelű) kisminta esetén a hosszúsági, valamint a szélességi irányú méretek aránya 1 : 1500, a mélységi méretek aránya 1 : 150 volt.

Ezek a kismináták nemcsak a természetes Duna-szakasznak, hanem nyilvánvalóan egymásnak is kölcsönösen kismintái, illetőleg „főkivitelei". Vagyis ha az egyik kismintában megvalósítjuk a H_G csoportba foglalt mennyiségekkel jellemezhető hordalékmozgási jelenséget és megmérjük a jellemző mennyiségek számértékét, továbbá a másik kismintában, más méretekben, ugyancsak a H_G csoportba foglalt mennyiségekkel jellemezhető medermélyülési jelenséget valósítunk meg, és ebben az esetben is megmérjük a mennyiségek számértékét, az utóbbi esetben meghatározott G mennyiségnek elvileg egyenlőnek kell lennie a (7), vagy a (7)-nek megfelelő képlet alapján számított értékkel. (Gyakorlatilag az elkerülhetetlen mérési hibák miatt nem lesz pontosan egyenlő, de az eltérés nem haladhatja meg a hibák által megszabott határt.)

A fentieket szem előtt tartva a II. jelű kismintában megvalósítottuk az említett mennyiségekkel jellemezhető medermélyülési jelenséget, és mértük a mennyiségek szám-

értékeit. Az eredmények az alábbiak voltak (a II. jelű kismintát jellemző mennyiségeket ''-vel, az I.-re vonatkozókat '-vel jelöltük):

$$v_k'' = 2{,}0.10^{1}\ cms^{-1} \qquad d'' = 7{,}57.10^{-2}\ cm$$
$$\varrho'' = 1{,}01.10^{-3}\ gs^2\ cm^{-4} \qquad S'' = 1{,}89.10^{-3}\ cm^{-1}$$
$$\varphi'' = 9{,}95.10^{-1} \qquad \varrho_1'' - \varrho'' = 1{,}68.10^{-3}\ gs^2\ cm^{-4}$$
$$\nu'' = 1{,}15.10^{-2}\ cm^2\ s^{-1} \qquad G_0'' = 4{,}70.10^{-4}\ cm^3\ s^{-1}$$
$$g'' = 9{,}81.10^{2}\ cms^{-2} \qquad G'' = 1{,}71.10^{-4}\ cm^3\ s^{-1}$$

Az I. jelű kisminta lényegében a II-es kisminta „főkivitelének'' tekinthető. Így a H_G invariáns alapján a G'' mért értékének megfelelő G' érték meghatározható. Minthogy ebben az esetben az (5) egyenletrendszer hat tagja közül csak öt érvényes (a kinematikai viszkozitások nem egyenlők egymással), G' értékét az

$$a_G = -\frac{a_{v_k}^3}{a_j\, a_s\, a_\nu} \tag{10}$$

egyenletből számíthatjuk. Az I-es kismintában a

$$v_k' = 3{,}57.10^{1}\ cms^{-1} \qquad d' = 6{,}85.10^{-2}\ cm$$
$$\varrho' = 1{,}01.10^{-3}\ gs^2\ cm^{-4} \qquad S' = 2{,}14.10^{-3}\ cm^{-1}$$
$$\varphi' = 9{,}95.10^{-1} \qquad \varrho_1' - \varrho' = 1{,}68.10^{-3}\ gs^2\ cm^{-4}$$
$$g' = 9{,}81.10^{2}\ cms^{-2} \qquad G_0' = 4{,}70.10^{-4}\ cm^3\ s^{-1}$$
$$\nu' = 9{,}40.10^{-3}\ \mathrm{cm^2\ s^{-1}}$$

értékekkel jellemzett medermélyülési folyamatot valósítottuk meg. Ezeknek az adatoknak, valamint a (10) egyenlet figyelembevételével

$$a_G = \frac{G'}{G''} = 6{,}82\ . \tag{11}$$

Minthogy G'' értékét ismerjük,

$$G' = 6{,}82\ G'' = 6{,}82.1{,}71.10^{-4}\ cm^3\ s^{-1} = 1{,}17.10^{-3}\ cm^3\ s^{-1}$$

Az I. jelű kismintában ellenőrzésül nemcsak a felsorolt mennyiségeket, hanem a hordalékhozamot is megmértük. Az eredmény a számítási eredményekhez nagyon közel levő

$$G' = 1{,}095.10^{-3}\ cm^3\ s^{-1}$$

volt.

Harmadik példaként az invariáns csoportoknak a különböző méretekben lejátszódó jelenségek egymásnak megfelelő jellemző mennyiségei közötti összefüggések matematikai kifejezésénél való alkalmazására a vízépítési műtárgyakkal kapcsolatos *szilárdságtani kismintavizsgálatok* egyik jellegzetes esetét említjük. (Ugyanis nemcsak hidromechanikai, hanem szilárdságtani feladatokat is megoldhatunk kisminták segítségével.)

Vízépítési műtárgyak tervezése során gyakran vetődik fel az a feladat, hogy határozzuk meg valamely, *víznyomással* és *önsúlyával* terhelt szerkezet *feszültségi viszonyait* vagy *alakváltozását*. Bonyolultabb szerkezetek esetén nagyon célszerűen alkalmazhatjuk a *kismintavizsgálati* módszereket. Természetesen a szilárdságtani kismintavizsgálatok esetén is alapvető feladat a különböző méretekben lejátszódó folyamatok egymásnak megfelelő jellemző mennyiségei közötti összefüggések matematikai kifejezése. Ez ebben az esetben is az invariáns mennyiségcsoportok segítségével történik.

Azt a jelenséget, hogy valamely vízépítési műtárgy az önsúly és a víznyomás hatására deformálódik, a deformáció mértéke (Δl), a nehézségi gyorsulás (g), a műtárgy (létesítmény) anyagának rugalmassági modulusa (E), sűrűsége (ϱ_1), a víz sűrűsége (ϱ), valamint a létesítmény geometriai mérete (méretei, l) jellemzik. Ezek a mennyiségek egymással nyilvánvalóan összefüggenek, de természetszerűleg összefüggenek a különböző méretekben lejátszódó alakváltozási folyamatok egymásnak megfelelő jellemző mennyiségei is.

A jellemzőkből a dimenzióanalízis szabályainak figyelembevételével a

$$\Pi = \frac{l \varrho^2 g}{E \varepsilon \varrho_1} \tag{12}$$

invariáns csoportot alkothatjuk, ahol

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \tag{13}$$

a fajlagos alakváltozás. A Π jelű csoport invariáns voltáról a dimenziók behelyettesítésével könnyen meggyőződhetünk. Ha a két összehasonlított jelenség közül a nagyobb numerikus értékekkel jellemezhetőre (a főkivitelre) vonatkozó mennyiségeket $'$-vel, a kisebb értékekkel jellemezhetőre (a kismintára) vonatkozókat $''$-vel jelöljük, a Π csoport invariáns voltát feltételezve az

$$\frac{l' \varrho'^2 g'}{E' \varepsilon' \varrho_1'} = \frac{l'' \varrho''^2 g''}{E'' \varepsilon'' \varrho_1''} \tag{14}$$

egyenletet írhatjuk fel. Ebből az egyenletből az egymásnak megfelelő mennyiségek kapcsolatát egyszerűen kifejezhetjük a többi ismert vagy ismertnek feltételezett mennyiség függvényében.

Példaként tételezzük fel, hogy a két különböző méretű jelenség egymástól földrajzilag nem túlzottan nagy távolságban játszódik le, hogy a terhelő folyadék mindkét folyamatnál azonos,és hogy a két jelenség fajlagos alakváltozásainak egyenlőségét akarjuk vagyis, hogy

$$\begin{aligned} g' &= g'' \\ \varrho' &= \varrho'' \\ \varepsilon' &= \varepsilon'' \end{aligned} \tag{15}$$

Kifejezve a (14) egyenletből a megfelelő mennyiségek viszonyát:

$$\left(\frac{\varrho'}{\varrho''}\right)^2 \frac{l'}{l''} \frac{g'}{g''} = \frac{E'}{E''} \frac{\varepsilon'}{\varepsilon''} \frac{\varrho_1'}{\varrho_1''}. \tag{16}$$

λ-val jelölve a hosszak arányát, a (15) egyenletrendszer figyelembevételével a főkiviteli és a kis mintabeli szerkezeti anyagok sűrűségének, illetőleg fajsúlyának viszonyát a

$$\frac{\varrho_1'}{\sigma_1''} = \frac{\gamma_1'}{\gamma_1''} = \frac{E''}{E'} \lambda \tag{17}$$

egyenlettel fejezhetjük ki. Hasonló módon határozható meg az egyéb jellemzők viszonya is.

A vízépítési létesítmények tervezése során többször előfordulnak különböző *rezgés-jelenségekkel* kapcsolatos feladatok. Ezeknek megoldására szintén célszerűen felhasználhatók a kismintavizsgálati módszerek.

Az invariáns mennyiségcsoportoknak a különböző méretekben lejátszódó vízépítési fizikai jelenségek egymásnak megfelelő jellemző mennyiségei közötti összefüggések matematikai kifejezésénél betöltött szerepére példaként még számos ismert és kevéssé ismert invariáns csoportot lehetne említeni, amelyek mind az invariánsok fontosságát bizonyítják. Minthogy a felsorolt invariánsok, illetőleg a meghatározott kapcsolatok is eléggé jól rávilágítanak az invariánsoknak ezen a téren betöltött szerepére, a további példák felsorolásától eltekintünk.

Megemlítjük azonban, hogy az invariáns mennyiségcsoportokat, elsősorban a régebben meghatározott, általánosan ismerteket, mint pl. a Froude-számot, a Reynolds-számot, a Weber-számot stb., gyakran *modelltörvényeknek* nevezik. Ennek a megnevezésnek alkalmazása ebben az esetben félreértésre ad lehetőséget. Ugyanis természeti (és ezen belül fizikai) törvénynek általában két jelenség oksági összefüggését egyetemesen kifejező ítéletet nevezünk. Valamely jelenséget jellemző mennyiségekből alkotott invariáns csoportot *önmagában* még nem tekinthetünk törvénynek, a jellemző mennyiségek közötti összefüggés kifejezőjének, még akkor sem, ha azt betűjelével (pl. a Froude-szám esetében Fr-el) tesszük egyenlővé. Azonban kifejezhetünk bizonyos határok között érvényes összefüggéseket, természeti törvényeket az invariánsokkal akkor, ha numerikus értéküket mérési vagy számítási eredmények alapján meghatározzuk. Természetesen ezeket a törvényeket nemcsak a kismintavizsgálatoknál, hanem a vízépítési kutatások egyéb területein is alkalmazzuk. (Megemlítendő, hogy lényegében akkor is természeti törvényként alkalmazzuk az invariáns csoportokat, amikor segítségükkel a különböző méretekben lejátszódó jelenségek egymásnak megfelelő jellemző mennyiségei közötti összefüggéseket fejezzük ki. Azonban ebben az esetben magát a numerikus értéket — minthogy feltételezzük, hogy mindkét jelenség esetén azonos — nem vonjuk be a számításokba.)

*

Az invariáns csoportoknak, azonkívül hogy lehetővé teszik a különböző méretekben lejátszódó jelenségek egymásnak megfelelő, jellemző mennyiségei közötti összefüggések kifejezését, fontos szerepük a vízépítési kutatásoknál még az is, hogy *segítségükkel a fizikai jelenségek egyes meghatározott, valamilyen szempontból fontos vagy kritikus fázisát jellemezhetjük.*

Így például a vízépítési kismintavizsgálatok szempontjából nagyon fontos a *lamináris*, valamint a *turbulens vízmozgás* közötti határállapot jellemzése. Erre a célra a Reynolds-számot alkalmazzuk. Például a csövekben mozgó víz tanulmányozásánál mind nagyméretű, mind pedig kisméretű (laboratóriumi) jelenségek esetén a lamináris mozgást azok a Reynolds-számok jellemzik, amelyeknek számértéke 5.10^2-nál kisebb. Az 5.10^2 érték a lamináris és az instabil mozgásállapot határát jellemzi. Az instabil és a turbulens mozgás határán a Reynolds-szám értéke 10^3. Ennél nagyobb Reynolds-számok esetén a mozgás turbulens [14]. (Ezekben az esetekben a Reynolds-számot a

$$\frac{Rv}{\nu} = Re \tag{18}$$

kifejezéssel értelmeztük, ahol R hidraulikai sugarat, v középsebességet, ν kinematikai viszkozitást jelent.)

Ugyancsak meghatározott jelenség-fázisokat jellemeznek azok az invariáns csoportok is, amelyekkel a kutatók bizonyos *összefüggések érvényességi tartományát* szabják meg. Így például *L. Prandtl* az ülepedési sebesség számítására szerkesztett

$$w^{3/2} = \frac{g d_1^{1/2}}{11{,}2\sqrt{\nu}} \left(\frac{\varrho_1 - \varrho}{\varrho} \right) \tag{19}$$

képletének érvényességi tartományát az $1 < \mathrm{Re} < 30$ értékekkel határolta [7, 9] (w ülepedési sebességet, g nehézségi gyorsulást, d_1 szemcseméretet, ϱ_1 szemcsesűrűséget, ϱ folyadéksűrűséget, ν kinematikai viszkozitást jelent). Úgyszintén a Reynolds-szám értékeivel határolja az ülepedési sebesség és az ülepedési jelenséget befolyásoló egyéb mennyiségek összefüggését kifejező képletének érvényességi tartományát *Richards* is [7, 9]. Szerinte a

$$w^{1{,}8} = \frac{g d_1^{1{,}2}}{4{,}4\,\nu^{0{,}2}} \left(\frac{\varrho_1 - \varrho}{\varrho} \right) \tag{20}$$

képlet a $30 < \mathrm{Re} < 400$ Reynolds-számok tartományában érvényes (a betűk jelentése ugyanaz, mint a (19) képlet esetén).

A különböző jelenség-fázisoknak invariáns mennyiségcsoportokkal történő jellemzésére az említetteken kívül még számos példát találhatunk. Hidromechanikai jelenségeknél ilyen célra leginkább a Reynolds-számot és a Froude-számot alkalmazzák.

*

Az említett kétféle alkalmazási területen kívül fontos szerepet játszanak az invariáns mennyiségcsoportok a különböző vízépítési fizikai jelenségeket jellemző *összefüggések meghatározásánál*, illetőleg a *mérési eredmények általánosításánál* is.

A vízépítési kutatómunka egyik legfőbb célja, mint már említettük, az, hogy a vízépítés szempontjából fontos fizikai jelenségek lefolyását tisztázza, hogy összefüggéseket állapítson meg a jelenségeket jellemző mennyiségek között. Azonban a jelenségek több, elvileg végtelenül sok különböző méretben mehetnek végbe, és a végtelenül sok változat között nagyon nagy a vízépítési gyakorlat szempontjából fontos esetek száma. Elvileg külön méréssorozatot kellene végezni a különböző méretekben lejátszódó jelenségek minden változatára. Azonban ez az esetek nagy száma miatt rendszerint gyakorlatilag nem lehetséges. Így *a gyakorlatilag megvalósítható, aránylag nem túlzottan nagyszámú méréssorozat eredményeit kell általánosítanunk. Ezt az általánosítást az invariáns csoportok alkalmazása nagymértékben megkönnyíti.* Segítségükkel néhány — általában húsz-harminc — méréssorozat eredményét ugyanannak a jelenségnek minden, különböző méretekben lejátszódó változatára vonatkoztathatjuk. Ennek következtében az invariáns mennyiségcsoportok azon túl, hogy a jelenségek laboratóriumi vizsgálatát elősegítik, általánosabb vízépítési szempontból is nagyon fontosak.

A mérési eredményeknek az invariáns mennyiségcsoportok segítségével történő általánosításánál, illetőleg a jellemző mennyiségek közötti összefüggé-

sek meghatározásánál általában kétféle utat szoktunk követni. Vagy *egyetlen csoportba* foglaljuk a jelenséget jellemző invariánsokat, és ennek az újabb invariáns csoportnak határozzuk meg a számértékét a mérési eredmények alapján, vagy pedig a jelenséget jellemző *egyes invariánsok vagy azok egy-egy csoportjának egymás közötti összefüggését* fejezzük ki matematikailag. Rendszerint a feladat jellege és különböző méréstechnikai szempontok döntik el, hogy az egyes esetekben melyik utat válasszuk.

Az elmondottak *példáiként* az alábbiakat említjük:

Különböző alakú *hordalékszemek* nyugvó vízben történő *ülepedését* a szemek sűrűsége (ϱ_1), a víz sűrűsége (ϱ), a szemek mérete (d), a nehézségi gyorsulás (g), az ülepedési sebesség (w), a víz kinematikai viszkozitása (ν) és a szemek alaki tényezője (φ) jellemzi. A két jellemző mennyiségből négy invariáns csoport alkotható, azonban ez a négy további két csoporttá foglalható össze:

$$F = \frac{Fr}{\varphi\left(\frac{\varrho_1}{\varrho} - 1\right)} \tag{21}$$

$$R = \frac{1}{Re(1+\varphi)} \,. \tag{22}$$

A mérési eredmények alapján az

$$f(F, R) = 0 \tag{23}$$

függvényt határoztuk meg:

$$\frac{Fr}{\varphi\left(\frac{\varrho_1}{\varrho} - 1\right)} - 0{,}117\left[Re\,(1+\varphi)\right]^{0{,}50} = 0 \tag{24}$$

(Fr a Froude-számot, Re a Reynolds-számot jelenti), vagyis ebben az esetben a két-két invariáns csoportot magukba foglaló, ugyancsak invariáns F és R jelű csoportok összefüggését jellemző (24) jelű egyenletet határoztuk meg. Ha az egyenletben szereplő Fr és Re jelöléseket kifejtjük, egyszerű átrendezéssel az ülepedési sebesség számítására a

$$w = 0{,}238\; d \sqrt[3]{\frac{g^2 \varphi^2 (1+\varphi)\left(\frac{\varrho_1}{\varrho} - 1\right)^2}{\nu}} \tag{25}$$

egyenletet vezethetjük le [7, 4]. A (25) illetőleg a (24) egyenlet nemcsak azokra az esetekre érvényes, amelyekben a bennük szereplő mennyiségekre méréseket végeztünk, hanem mindazokra, amelyek az érvényességi tartományon belül vannak.

Második példaként *csatornákban, csövekben szabad felszínnel, a gravitációs erő hatására lefolyó víz* esetét említjük (5). Ezt a vízmozgást, mint ismeretes, a középsebesség (v), a nehézségi gyorsulás (g), a hidraulikai sugár (R), a vízszínesés (J), a viszkozitás (ν) és az érdességi tényező (δ) jellemzik. Ezeket a mennyi-

ségeket három invariáns csoportba foglalhatjuk össze. Nyilvánvalóan ez a három invariáns egymással összefügg:

$$f\left(\frac{v}{\sqrt{gRI}}, \frac{Rv}{\nu}, \frac{R}{\delta}\right) = 0. \tag{26}$$

A mérési eredmények alapján ennek a három csoportnak a kapcsolatát kifejező egyenletet *Colebrook* és *White* [14] határozta meg:

$$\frac{v}{\sqrt{gRI}} = -5{,}66\, lg\left(0{,}0676\,\frac{\delta}{R} + \frac{0{,}222}{Re}\,\frac{v}{\sqrt{gRI}}\right). \tag{27}$$

Bizonyos esetekben célszerűbb a jelenséget jellemző invariáns csoportokat egyetlen invariánssá összevonni és ennek az új csoportnak a számértékét mérési eredmények alapján meghatározni. Például a *görgetett hordalék mozgásának kezdetét* a kritikus sebesség (v_{kr}), a víz sűrűsége (ϱ), a kinematikai viszkozitás (ν), a hordalékszemek mérete (d), sűrűsége (ϱ_1), alaki tényezője (φ), a nehézségi gyorsulás (g), valamint a szemösszetétel vegyességét kifejező menynyiség (S) jellemzik. Ebből a nyolc mennyiségből öt invariáns csoport képezhető, azonban célszerűbb ezeket egy csoporttá összevonni, és a mérési eredmények alapján a

$$\frac{v_{kr}^3\,\varrho\,\varphi}{g\,\nu\,d(\varrho_1 - \varrho)S} = H_k \tag{28}$$

invariáns számértékét meghatározni.

Eredményül 6,486, 10^6 értéket kaptunk. A méréseket laboratóriumban végeztük, de ellenőrzésül a Dunaremete körüli Duna-szakaszon végzett mérések eredményei alapján is kiszámítottuk a H_k csoport számértékét. Az eltérés nem volt nagyobb az elkerülhetetlen mérési hibák által okozott eltérésnél.

A (28) egyenletből, ha H_k számértéke ismert, bármely benne szereplő mennyiséget egyszerű módon kifejezhetjük a többi függvényében. A H_k számértékének meghatározásával lényegében a jelenséget jellemző összefüggés egyik tagját határoztuk meg, s így a jelenség különböző méretekben lejátszódó minden változatára általánosítottuk a mérési eredményeket [2].

Bizonyos esetekben, mint a fentebbiekben is láttuk, a folyamatot jellemző invariánsok kapcsolatát célszerűbb meghatározni. Erre példaként *W. W. Rubey*-nek *az ülepedési sebesség* (w) *kiszámítására* szerkesztett képletét említjük [4, 7]. Eszerint

$$w = \sqrt{\frac{2}{3}agd_1 + \frac{36\,\eta^2}{\varrho^2 d_1^2}} - \frac{6\,\eta}{\varrho\, d_1}, \tag{29}$$

ahol $a = \dfrac{\varrho_1 - \varrho}{\varrho}$

(g nehézségi gyorsulást, d_1 szemcseméretet, ϱ_1 szemcsesűrűséget, ϱ folyadéksűrűséget, η dinamikai viszkozitást jelent).

Ha figyelembe vesszük, hogy

$$Re = \frac{wd_1}{\nu} \tag{30}$$

és hogy $Fr = \frac{w^2}{d_1 g}$ (31)

a (29) képletet a

$$Fr\,Re + 12\,Fr = \frac{2}{3}\,a\,Re \tag{32}$$

alakban írhatjuk. Minthogy az a jelű mennyiség maga is invariáns csoport, az egyenlet három invariáns kapcsolatát fejezi ki. A három invariáns kapcsolatának meghatározásával Rubey viszonylag nem túlzottan nagyszámú méréseinek eredményeit nagyon nagy érvényességi tartományra általánosította (érvényességi határai $0{,}0002 < d_1\,\mathrm{cm} < 10$).

Ugyancsak a Reynolds-szám és a Froude-szám kapcsolatát tanulmányozta a *görgetett hordalék mozgásának különböző fázisait vizsgálva S. Yalin is* [17]. Vizsgálatainál Reynolds-számként a

$$Re = \frac{u_* k_s}{\nu} \tag{33}$$

Froude-számként pedig a

$$Fr = \frac{u_*^2}{g k_s} \tag{34}$$

mennyiségcsoportokat alkalmazta (u_* a csusztatósebességet, g a nehézségi gyorsulást, ν a víz kinematikai viszkozitását, k_s a mederérdességet jellemző mennyiséget jelenti).

Mint a fentiekben láttuk, az invariáns mennyiségcsoportok a vízépítési kutatásokban fontos szerepet töltenek be. Sok esetben tudjuk ezeket a mennyiségcsoportokat nagyon célszerűen alkalmazni, nagymértékben elősegítve ezzel a különböző feladatok megoldását. Azonban az invariánsok széleskörű alkalmazhatóságának ellenére is számos megoldatlan, tisztázatlan feladat van még a vízépítés területén, így például a kismintavizsgálatok során felvetődő átszámítási feladatokkal kapcsolatosan is. Ezeknek megoldására további széleskörű kutatómunkát kell végezni. A kutatások során mindenekelőtt a vízépítési szempontból fontos jelenségek jellemző mennyiségeit, a jelenségeket jellemző összefüggéseket, ezeknek érvényességi határait kell megállapítani.

Összefoglalás

A vízépítési kutatásban az *invariáns mennyiségcsoportok* fontos szerepet játszanak. Az invariánsok meghatározásának többféle módszere fejlődött ki [1, 3, 8, 10, 11, 12, 13, 16]. Újabban egyre kiterjedtebben alkalmazzák a dimenzióanalízis és a determinánsok segítségével történő invariáns-meghatározás módszereit [3, 8].

Nemcsak a vízépítési kutatásban, hanem egyéb tudományágak területén is gyakorta találkozunk invariáns mennyiségcsoportokkal. Az invariánsok szélesebb körű alkalmazása és újabb meghatározási módszereik kifejlesztése az 1920-as éveket követő időszakra esik.

Az invariáns mennyiségcsoportok a vízépítési kutatásban *hármas* szerepet töltenek be.

1. Elősegítik a különböző méretekben lejátszódó vízépítési fizikai jelenségek *egymásnak megfelelő jellemző mennyiségei közötti összefüggések* matematikai alakban történő *kifejezését.*

2. *Segítségükkel jellemezhetők* és a különböző méretekben lefolyó jelenségek esetén egyértelműen megvalósíthatók (vagy elkerülhetők) a *jelenségek valamilyen szempontból kritikus vagy fontos fázisai.*

3. Alkalmazásuk nagymértékben elősegíti a különböző vízépítési fizikai jelenségek *jellemző mennyiségei közötti összefüggések meghatározását*, illetőleg a *mérési eredmények általánosítását.*

Az 1. alattiakkal kapcsolatosan a Froude-számot és a Froude-szám alapján levezetett összefüggéseket (1), (2), a H_G invariánst (3), valamint az ennek alapján a megfelelő hordalékhozamok közötti összefüggést kifejező (7), illetőleg (10) egyenletet említhetjük. Ugyancsak az 1. alattiakkal kapcsolatos példaként tekinthetjük a vízépítési létesítmények szilárdságtani kismintavizsgálatánál abban az esetben alkalmazott invariáns csoportot is (12), amikor a létesítményt az önsúlya és a víznyomás terheli.

A különböző jelenségfázisok invariáns mennyiségcsoportokkal való jellemzésének egyik példája a lamináris, az instabil és a turbulens mozgás határainak jellemzése a Reynolds-számmal (18), továbbá a Prandtl-féle (19), valamint a Richards-féle (20) képlet érvényességi határainak meghatározása a Reynolds-szám különböző értékeivel.

Az invariáns mennyiségcsoportok mérési eredmények általánosítását, a jelenségeket jellemző összefüggések meghatározását elősegítő szerepének egyik példája a különböző alakú hordalékszemeknek nyugvó vízben történő ülepedését jellemző összefüggés (24) meghatározása, amelynél az F (21) és az R (22) jelű invariánsokat alkalmaztuk. Második példaként a csatornákban a gravitációs erő hatására szabad felszínnel mozgó víz tanulmányozásánál alkalmazott invariánsokat (26), harmadik példaként a görgetett hordalék mozgásának kezdetét jellemző invariáns csoportot (28) említettük. Ebben az esetben egyetlen invariánssá foglaltuk össze az eredetileg meghatározott öt invariánst. Bizonyos esetekben nem célszerű az invariánsokat egy vagy több további csoportba összefogni, hanem az eredeti csoportok közötti összefüggést kell meghatározni, mint ahogy az a Rubey-féle képlet (29) esetén is történt, amely lényegében a Fr és a Re kapcsolatát fejezi ki (32).

Az invariáns mennyiségcsoportok sokoldalú alkalmazhatósága, fontos szerepe, a velük kapcsolatos számos feladat megoldottsága ellenére a vízépítési kutatásoknak még számos, nem kellőképpen felderített területe, sok tisztázatlan kérdése van. Ezért ezen a területen tovább kell folytatni a kutatómunkát.

IRODALOM

[1] Allen, J.: Scale models in hydraulic engineering. Longmans Green and Co. *London.* 1947.

[2] Ivicsics L.: A hordalékmozgás kezdetének jellemzése invariáns mennyiségcsoporttal, görgetett hordalék esetén. *Hidrológiai Közlöny, Budapest.* 1959. 6. sz. 425—432. o.

[3] Ivicsics L.: Az invariáns számok és meghatározásuk módjai. *Hidrológiai Közlöny, Budapest.* 1953. 9—10. sz. 346—355. o.

[4] Ivicsics L.: Hosszanti átfolyású ülepítőmedencék áramlástani vizsgálata. *Budapest.* 1954. Kandidátusi disszertáció.

[5] Ivicsics L.: Mérések a szabad felszínű vízmozgás jellemzőinek meghatározására. *Vízügyi Közlemények, Budapest.* 1958. 4. sz. 512—515. o.

[6] Ivicsics, L.: Problems relating to bed load movement in different scales. Hidraulikai Konferencia, *Budapest.* 1960.
[7] Ivicsics L.: Ülepítőmedencék hidraulikai méretezése és az ülepedési sebesség meghatározása. *Vízügyi Közlemények, Budapest.* 1957. 3. sz. 234—281. o.
[8] Langhaar, H. L.: Dimensional-Analysis and Theory of Models. *New York, London.* 1951. John Wiley and Sons, Chapman and Hall.
[9] Levi, I. I.: Dinamika ruszlovih potokov. Goszenergoizdat, *Moszkva—Leningrád.* 1948.
[10] Mosonyi E.—Kovács Gy.: Kismintatörvények a nehézségi- és súrlódóerő együttes figyelembevételével. *Hidrológiai Közlöny, Budapest.* 1952. 7—8. sz.
[11] Németh E.: Hidromechanika címmel a műszaki egyetemen tartott előadások.
[12] Németh E.: Invariáns számok szerepe kismintakísérleteknél. *A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei, Budapest.* 1953. X. k. 3—4. sz. 375—383. o.
[13] Szedov, L. I.: Metodi podobija is razmernoszti v mehanike. *Moszkva—Leningrád.* 1951. Goszudarsztvennoje Izdatelsztvo Tehniko-Teoreticseszkoj Literaturi.
[14] Szesztay K.: Az áramlási sebesség számítása. *Vízügyi Közlemények, Budapest.* 1957. 1—2. füzet. 22—61. o.
[15] Velikanov, M. A.: Dinamika ruszlovih potokov. Gosztehizdat, *Leningrád.* 1949.
[16] Weber, M.: Das Allgemeine Ähnlichkeitsprinzip der Physik . . . *Jahrbuch der Schiffbautechnischer Gesellschaft.* 1930.
[17] Yalin, S.: Über die Naturähnlichkeit der Geschiebebewegungen bei Modellversuchen. *Die Bautechnik,* 1959. H. 3. 96—99. o.

A kézirat beérkezett 1960 október hóban.

SZEMLE

A „VÁROSÉPÍTÉSTÖRTÉNET ÉS ÉPÍTÉS TÖRTÉNETI VÁROSOKBAN" C. AKADÉMIAI MUNKAKÖZÖSSÉG ELSŐ NEMZETKÖZI KONFERENCIÁJA

(Erfurt — 1956)*

A „Városépítéstörténet és építés történeti városokban" c. akadémiai munkacsoport Erfurtban tartott konferenciájának (1956) anyagát a Deutsche Bauakademie által kiadott Städtebau-Geschichte und Gegenwart (Berlin, 1959) c. vaskos kötet tartalmazza, külön ábrakötettel. *E. Egli* zürichi tanár a városalakulások piac- vagy székhely-eredetével szemben a határok szerepére mutat rá a nomád, gyűjtögető életforma mellett kialakuló földművelő csoportoknál, akik először védik tulajdonukat, először határolják le magukat, és ezzel kialakul a védekező földműves és támadó nomád közötti határ. A kínaiaknak érdekes szabályos ilyen településeit említi és a római limes körül a városok szerepét is ide sorozza. (Ez azonban téves, mert csak az idegen népek nyomására a IV. században alakulnak ki a fallal védett városok, úgy a Rajna vidékén, mint Pannónia területén. A városi aglomerációnak itt tehát keletkezése idején nincs védelmi jellege. A mentsvárak persze másképp keletkeznek, de azok meg nem településhelyek, nem mutatnak hosszabb bennlakást, és végül a korai erősített telepekről Biskupin mellett stb. nincs mondanivalója. *G. L.)* Ugyanakkor az indus és sumér kultúrák közös gyökerére a települési formák hasonlósága alapján következtet. *K. Dziewonski* a lengyel koraközépkori városok kialakulásáról ír. Az új kutatást sokoldalúan kezdték, arab, latin, héber forrásanyag kiadásával, középkori térképatlasszal és románkori épületek jegyzékével, másrészt nagyarányú ásatással, rendszeresen sok helységben: Opole előváraiban, a gdanski halászkikötőben, a biskupini, leczyczai várakban, majd hosszan sorolja a vajdaságokban folyó kutatómunkát. A lengyel városi települések a vár-településekkel függenek össze, amelyek még a törzsközösségi szervezetben gyökerező rendszert alkotnak. A várrendszerben élen áll egy fő település, melynek a többi alárendelt. Az alárendelt települések között a szolgálati települések külön szerepet játszottak, amennyiben a várnak külön szolgálattal adóztak. Érdekes a biskupini példa, ahol az ovális körvonalú település — ez a lengyel falusi településforma — elkülönülő tere nem kereskedő, hanem termelő-központ. A fő települési és igazgatási központot, a várt, ahova a termelésfölösleget és a beszolgáltatott terményeket gyűjtötték, biztonságba kellett helyezni, ami védhető helyet kívánt. Ezért választottak a váraknak természettől is védett helyet, melyet fa vagy kőfalakkal vettek körül. Ezek voltak alapjai a lakosság sűrűsödésének a várban, vagy közvetlen környékén. A vár azután megkezdi differenciálódását. Alapvető megosztása a vár és elővár. Utóbbi általában gyengébb, mint a vár, a feudális úr lakóhelye. Melyik előbbi, a vár vagy elővár, még nem eldöntött, de nem is lényeges. A lengyel kutatók többsége a várat feltételezi először, mint hatalmi központot. Az elővár tovább fejlődött: védhető elővár, hercegi népek elővára és kézművesek települése, végül egyházi települések (vicus ecclesiasticus). A katonai település közvetlenül a falak alatt foglal helyet, vagy ovális vagy kerek tér körül, leggyakrabban közepén kúttal. A kézműves településeknél a műhelyek teljesen kitöltötték az elővár határolta területet. A tér gazdaságos kihasználása a műhelyeket szabályos sorokba kényszerítette, szűk utakkal, amelyek közül csak a kapuhoz vagy kapukhoz vezető főutak voltak valamivel szélesebbek. A megerősített kézműves elővárosokkal szemben egyidejűleg nyílt településeket is találunk, amelyek nyilván spontán

* E számunkban a telepítéstudomány egyik igen fontos területével foglalkozó nemzetközi akadémiai munkacsoport három egymást követő konferenciájáról összefüggően számolunk be.

alakultak ki a várakhoz vezető utak mentén. Jellemző, hogy a legrégibb kézműves elővárosokban nem találtak piacteret. Alapjában oly települések voltak ezek, amelyek még nem ismerték a pénzgazdálkodást, bár árucsereforgalmuk elég nagy volt. Az opolei ásatások legalábbis jólétet bizonyító kézműves előtelepülést mutattak. Az egyházi településben a középen áll a templom, székesegyház vagy apátság, a megerősítés jelentéktelen, általában a templom maga felelt meg védelemül. Az ilyen települések jellegzetesen telek-osztatlan tervet mutatnak. Ha elpusztulnak, ugyanúgy épülnek újra anélkül, hogy egyéni magántulajdonokra osztanák a területet. A vár körül sok ilyen elővár — mi azt mondanánk: váralji település — keletkezett, ily módon tagolt település-együttes, mely a vár körüli nép társadalmi és gazdasági életét tükrözte. A termelőerők további fejlődése és a társadalmi élet szervezése hozta magával a szabad piacot, és ezzel a piaci települést. A piac már korán megtalálható: a X. században. Szorosan összefügg a pénzgazdálkodással és idegen — vagyis a helybéli hűbérúrtól független (ezen van a hangsúly) lakossággal. A piactér körül keletkezett állandó település (circuitio = kör) a kereskedelem tényezőinek, és a jövevényeknek (vendégeknek) megjelenéséhez kapcsolódik. Valószínűleg a piac szabadsága és biztonsága miatt keletkezik egy területi előjog, amelyben a városjog őse rejlik. A piaci település általában az úton vagy útkeresztezésnél keletkezik, a váron vagy előváron kívül, de most már felosztott telkeken és a település, ill. vár új elemeként. Másik településforma a körzet fővára a herceggel vagy helytartóval és mellettük a helyi hűbérurak, az igazgatásban elfoglalt szerepük szerint, sokszor a maguk várán kívül a maguk elővárával, sőt piaci településükkel. A fővárnak, ennek a központi településnek jellege az, hogy sok-központos, és a nem koordinált, spontán nőtt település-együttes több vár terjedelmes körzete: pl. a XI—XII. századi Krakkó nem sokkal kisebb területű, mint a több százezer lakosú mai város. Érthető, ha e bonyolult városszerkezet tér-szervezést és városjogot kívánt. Háborús pusztulások, különösképpen a tatárjárás meggyorsították e folyamatot. A növekvő osztálytagolódás, valamint a város és táj növekvő ellentéte szorosan összefügg a vár-, váralji településnek középkori várossá válásával. Az ellentét első eleme volt a gazdasági előjogok (privilégiumok) követelése. A természetbeli adózást és robotot a vendégek a helyi hűbérúrtól megváltják, amikor ide érkeznek. A másik volt hasonló mentességjog megadása egyes városi lakosoknak, pl. a legjobb kézműveseknek, vagy hadi érdemekért. Ezekkel már adva van a városi patriciátus, mely elkülönül a néptől és az inasok, nincstelenek rétege, mely alapja lesz végül a városi proletariátusnak. A kisebb települések vendégnépei az ország másik részéről valók voltak, míg a központi településekbe többnyire külföldiek, kezdetben flamandok és burgundiak, később németek, végül még olaszok is jöttek. Ahogyan a magdeburgi városjog, vagy a kikötővárosokban a lübecki jog adományozása a középkori város kialakulása folyamatának befejezését jelentette, úgy az alapítás (lokatio) a spontán keletkezett település elrendezésének térbeli konszolidálódását. Némely esetben a város az elrombolt elővár helyén keletkezett, más esetben az eredeti piaci település körül vagy egy alkalmasabb helyen. Minden esetben az új, nagyobb és tervszerű alkotás az egész eddigi váregyüttest, társadalmi és gazdasági feladataival együtt felszívta. Teljesen új települések csak addig telepítetlen területen keletkeztek. A lokáció idején, a városalapítások idején tehát a régi soktagozatú, sok szabálytalanságot tartalmazó településből sok mindent megőriztek, különösen a kőépületeket és kőfalakat. Csak a német lovagrend egykori területein találjuk a szigorúan geometrikus településeket. A városok XIII. sz. utáni bővítése Lengyelországban általában egy, a régi magtól teljesen független, gyakran vele versengő településsel történik. Egyetlen kivétel Wroclaw, ahol a bővülés koncentrikusan következik be az eredeti városmag körül. E sejtformájú városbővülés kétségtelen jele a városi polgárság és a földművelő nemesi rétegek osztályküzdelmének akkor is, ha a korábbi várfejlődéshez hasonlóan következik be. Általában a régi város a patriciátus helye, idegen kereskedőké és bankároké, az új rész pedig a bennszülött kézművesek lakóhelye. Később, a XVI. XVII. és XVIII. sz.-ban az alapított városokhoz nőtt hozzá a kontárok és városi proletariátus, valamint az egyház és különleges jogokat élvezők lakónegyedei. A korábbi városalaprajzi vizsgálatokhoz a legutóbbi ásatások tárgyi adatai lehetőséget adtak a termelőerők fejlődésének fokozott vizsgálására a város alakulásában. A vitatott tételek között szerepel az elővárak (váralja) lakosságának nemesi eredete *(Lowmianski)*, a váralji település és a piaci település része a középkori érett város kialakításában, végül az ún. ovális (tojás alakú) középkori város eredete Lengyelországban. A vendégek szerepét és a váraljai települések nemesi származása hagyományát *Dziewonski* nem látja tisztázottnak. A termelőerők váralji telepekben történt kifejlődése valószínűleg a legfontosabb alapja a város keletkezésének — írja —, de ugyanígy volt a piaci település egy új rend érlelője, érettebb jogi és térbeli formák kialakulásának helye a középkori városban. Véleménye szerint a középkori

város e két település ötvözetéből keletkezett tulajdonképpen. Az ovális településforma eredetkérdését formálisnak és jelentéktelennek tartja. Kétségtelen, hogy a legtöbb szabályos alaprajzú telepített városban is megtalálható a két kapu közti főútvonal lencseszerű kiszélesedése térré, amiből a korábbi, középkori falusi település-eredetre következtettek. Mások abból keletkeztetik ezt az alakot, hogy a piactér volt az első, amely körül telekosztásos és zárt beépítés keletkezett. A lengyel városfejlődés kutatásában azt lehetett látni, hogy egyik-másik alak létrejöttének nem egyedül egy tényező az alapja, hanem az több, többgyökerű. Nem kevésbé fontos a töredékesen kutatott városi ház fejlődésének kérdése, a későbbi polgárházé. Az opolei ásatások azt tanúsították, hogy az egyterű házból a többterűbe való átmenet nem a lakóterület osztódása útján keletkezett, hanem a lakóépület összenövése útján a gazdasági épülettel. Másik fejlődési keresztmetszetet *Jamroz* mutatott be az alapított Krakkó legkorábbi beépítéséből, ami azt látszik bizonyítani, hogy a toronyszerű (többemeletes), a telek végében található hátsó ház — valószínűleg egy raktár és kincstárféleség — volt a városi ház első falazott eleme. A szabadon álló házat orom zárta le az utca felé. Ezek természetesen csak töredékes adatok, de rámutatnak a feladatokra, a kutatás szükséges irányaira. Csak ezeknek feltárása vezethet a város szerkezetének, társadalmi viszonyainak és történelmi összefüggéseinek tisztázására. Legfontosabb problémának tartja a városfejlődés táji sajátságainak megismerését. Kétségtelen ugyanis, hogy az általános törvényszerűség fejlődési folyamatát helyi eltérések és változások módosították. E táji (regionális) sajátosságok lényegesen gazdagíthatják a fő kérdésekre vonatkozó ismereteinket, és ezzel az általános fejlődés folyamatának teljességét is. Pl. a váregyüttes térbeli elrendeződése a városalapítások idején Szczecin-Pomeránia városaiban jelentékenyen gyengébb volt, mint Sziléziában és Kislengyelországban, vagy mint a porosz hódoltsági területen „tűzzel-vassal" épített német lovagrendi városok különleges térrendjében. A széleskörű lengyel kutatást közlő cikk után *K. Junghanns* ír a koraközépkori városépítésről Németországban. Junghanns hasonló című könyve azóta (1959) megjelent és a korai német városfejlődésről vallott nézeteit e bővebb könyve alapján részletesen ismertettük. (Müv. Tört. Ért. 1961. 1. sz.) A három előadás hoz *G. Münter* megjegyzi, hogy az irodalomban rekonstruált kínai város belső négyzetében a földbirtokosokkal, ezt körülvevő négyzetében a jobbágyokkal *(Egli)* olyan szerkezet, amelyhez az európai fejlődésnek nincs köze. Itt a feudális mag a városi szervezethez képest nem központos, hanem periferikus. Felfogása szerint a várnak a tőle függő várossal szemben kettős szerepe van: először is védi azt, mindaddig, amíg a lakosság és a földbirtokos érdekei azonosak, másodszor támadási alap vagy védelem akkor, mikor ezek az érdekek egymás ellen fordulnak. Ha azonban a kínai ismertetett forma *mentsvár* alak, akkor érthető, hiszen a földbirtokos és jobbágy egyformán ide menekül egy mindkettőnek idegen támadó elől. — *V. Kotrba* az *Egli* által említett „dun" végződésű (lat. dunum) későgall-kori mentsvárakkal kapcsolatban a nyelvi kutatások fontosságát húzza alá. A cseh „tyn" megerősített, zárt, kerített helyet (magyar megfelelője az „udvar") jelent. Az alapított város előtti Prágában a különféle település-csoport, vicus mellett volt a királyi vásárudvar (Teyn-udvar), a kereskedelem központja. A svéd ‚Torg" piaci települést jelent. *Jablonec, Gablonz, Jabloné* szerinte vámhelyet (leadást) jelent, leggyakrabban a régi sóutakon (a mi vonatkozásunkban Jablonkai hágó). *Egli* rámutatott arra, hogy a városalapításoknak lehet kultikus eredete is. *Kotrba* egy „*Die Magdeburge, die Babenberge, und die Petersberge*" c. munkán dolgozik. A cseh terület korai településekben is vannak nagy várelrendezések: Veletrad, nagyvár elnevezéssel, egy Knez székhelyével (nemcsak uralkodó, hanem pap is lehet). Rámutat a „Devin" (Dévény) jelentésére, amelyet a legkorábbi krónikás Kosmas 1100 körül használ és más helyekre: Prágára, Pozsonyra is értették, mint „parthenopolist" = Magdeburg (leányvár). Bár itt a Dévény szerinte a „divus" (isteni) eredettel valamely kultikus helyre vall. *E. Egli* válaszában arra utal, hogy a feudális birtokos és jobbágyának Münter által vázolt ilyen elkülönülésére nincs a kínai korai településekben adat. A későbbiekben a földesúr az északi peremen építkezik, ahogyan a mezopotámiai korai városokban ez látható: az első sumér példáknál: II. Sargon korzabadi palotája esetében. A „Troja" szóban „oi" gyökér a törökben sátrat, sátorcsoportot, házat, otthont jelent. Istanbul = „befelé a városba". *R. Paulick* a kínai város mezőgazdasági eredetére utal, ahol a kilencedik föld mindig a „Királyföldje" a hűbérúré. *G. Strauss* fontosnak tartja a város fogalmának minden oldalról elismert meghatározását. Az előadásban említett biskupini termelési központhoz hasonló kézműves gyülekezőhelyek voltak a Karoling Pfalz-ok (Ingelheim). Hasonló termelési helyek első megjelenése visszanyúlik a korai kőkorszakba. Eredetileg úgyszólván kivétel nélkül az anyagi szükségletek döntőek, gyakran a termelési folyamatban is. Csak később hatnak más tényezők, pl. téralakítóan stb. *E. Hruska* a középkori városok áttekinthetőségét,

az elemeknek, városcsoportoknak szerves és logikus összefüggését emeli ki. *H. Räder* felhívja Junghanns figyelmét azokra az összefüggésekre, amelyeket Gantner kitűnő könyve (Grundlagen der europäischen Stadt. Wien, 1928) tartalmaz. Egli még a város és táj kapcsolatáról szólt, majd *Granasztói* Pál szól hozzá a koraközépkori város témájához, amelyben még több csírája rejlett a jövő városának. Mai elképzelésünk a városról, mint egységes épülettömegről és egységes építésmódról e korszak végéről származik, abból a korból, amikor a középkori városnak az alakja már egységesen kialakult. Ez egy központosító fejlődés eredménye volt, amely egységes városi épülettömegekre és térformákra vezetett. A következő tanulmányt *W. Ostrowski, T. P. Szafer, W. Trzebinski* írták, a városépítés története kutatásának módszereiről. E tanulmányt a berlini Bauakademie most tárgyalt gyűjteményét megelőző (Kwartalnik Architektury I Urbanistyki II. 3—4. 1957) közlemény alapján máshol ismertettük (Műemlékvédelem, 1959. 4. sz. 247—249. o.). A következő tanulmány *Pogány Frigyes :* A városépítés történetének néhány módszertani kérdése. A pusztulások nyomán újjáépülő városokban a műemléki, városképi értékelés alapvetően fontos. Ezt szolgálták a magyarországi ilyen vizsgálatok 70 helységben. Az értékelés többféle lehet úgy az egyes, mint a csoportos épületekre: együttesekre. Szükség van olyan módszerre, amely alkalmas a fő jellemzők rövid összefogására. Az utak, terek ritmusa, tagolása, összefüggéseik, tájjal való kapcsolatuk, az építészeti dominánsok és jellegük, a térarányok, a térfalak plasztikája egyes épületek építészeti sajátságai stb. olyan jellegzetességek, amelyek helyesen csoportosítva a város építészeti jellegét adják. A történelmi fejlődésben formálódott várost is így tekintjük. A dialektikus szemlélet arra tanít, hogy az együttest ne valamely korhoz kötött múzeumi tárgyként szemléljük, hanem mint egy önmagát kifejlesztő eleven szervezetet. Ez értékelést alátámasztják a városi képek, amelyeknek történelmi jellege sohasem egyetlen kor tükröződéséből adódik, hanem a sok változásból,az együttes jellegéből, valamint az új és a régi hagyományos viszonyából. Ez az érték csak gyarapszik akkor, ha az új és a régi összefüggése a mindenkori jelenbe torkollik. Akkor már nincs ellentmondás a forma és tartalom között. Mert a városi együttes értéke nemcsak a formák megtartásából áll, hanem elsősorban a ritmus megtartásában, különösen az újnak a régihez való alkalmazkodásában. *Granasztói Pál* a magyar városépítés morfológiai problémáiról írt. Az előadása magyar nyelven is megjelent Pogány F. előadásával együtt, ezért egyik előadással sem foglalkozunk itt behatóbban. *(Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények*, I. 1957. 1—2. sz., valamint vö. *Granasztói P. :* A magyar városkép cikkével *Műemlékvédelem*, I. évf. 1957. 7—19. o.) Az előadások fölötti vitában *T. P. Szafer* megemlíti, hogy a lengyel építészeti főiskolákban 2 éves programként szerepel a városépítési objektumok felmérése. Nemcsak egyedi épületekről, de egész együttesekről van itt szó. Ez a város településtörténetének kidolgozásához is fontos. Ezekre támaszkodik a városok rajzbeli rekonstrukciója, a feltüntetett adatokra vonatkozó feljegyzésekkel, amelyek az adatok származáshelyéről tájékoztatnak. *W. Radig* még nem látja, a suburbiumok eredetében a kutatás biztos eredményeit. Szerinte főleg a földrajzi fekvés adja meg a suburbium térbeli alakját. Nemcsak néhány települést kellene vizsgálni, hanem egész sorát ezeknek, és összehasonlítani. *A. W. Bunin* azt fejti ki, hogy a várostörténetet nem lehet megírni az alapok nélkül, amit a termelőerők képviselnek. A rabszolgaság saját termelési módszereivel meghatározott városokat hozott létre, hasonlóan a feudalizmus különálló típusához. Ugyanez mondható el a kapitalizmusról és a szocializmusról is. A Szovjetunió történetét ma úgy szemlélik, mint a népek történetét és nem úgy, mint az uralkodók tetteinek történetét. *Brinckmann* könyvei sokat adtak, de ő a figyelmet túlságosan a város megjelenésének látványára helyezte és azt az egészből kiemelte. A várost szociális-gazdasági és történeti egészként kell vizsgálnunk. Harmadik fontos vizsgálódási pont az építési technika és anyagok összefüggése. Negyedik a város esztétikája, amire korábban talán túl nagy súlyt fektettek. Ha nem is hanyagolható el ez a szempont,mert az alkotó ember egyben művész is. Az ötödik szempont, amire külön felhívja a konferencia figyelmét: nem szabad a városépítés történetét elkülönülten, egy országra korlátozva szemlélni. Az országok művelődési kapcsolatai mindig megtalálhatók. *H. Hopp* az esztétikai felfogás és a gazdaságosság összefüggéseinek törvényszerűségeit szeretné tisztázni. *W. Trzebinski* szerint a monográfiák valóban nem elegendők ahhoz, hogy a városépítések alapjait feltárhassuk. A városokat, amelyeknek monográfiáját kidolgozzák, a városrendezési tervek kívánalmára választják ki, és ez nem alkalmas a szintézishez. Ehhez inkább a legmegfelelőbb városok kiválasztása szükséges, nem a más okból adottaké. A feladatoknak a műemlékvédelem és várostervezés legjelentősebb oldalai felé kell fordulnia. Első cél, hogy a munkát a tervezők jól használhassák. Lengyel tapasztalat szerint a városrendező számára és a tudományos célra felfogott monográfiák lényegesen

különböznek. Még azonos kutatásmód mellett is különféle marad a problémák értékelése. Nem lehet minden — a tudomány szempontjából fontos — problémát a várostervezés számára készülő monográfiába kimerítően belefoglalni. Ezt a kérdést mind Lengyelországban, mind a Német Demokratikus Köztársaságban mintaszerűen oldották meg tudományos intézetek felállításával, amelyek a következő feladatokat kapták: 1. Analitikus városépítés — történeti tanulmányok saját hatáskörben. 2. Hasonló kutatástervezése és kezdeményezése az intézeten kívül. 3. Szintetikus feldolgozások előkészítése. — A kiadványban közölt következő nagy tanulmány *Z. Wirth* akadémikus munkája, melyet „A műemlékvédelmi elvek fejlődése az Osztrák-Magyar Monarchiában és Csehszlovákiában" címen más helyen részletesen ismertettünk (*Műemlékvédelem*, 1959. III. évf.241—244. o.). A következő tanulmányt a varsói műemléki városrészeket visszaállító vezetőépítész, *J. Zachwatowicz* akadémikus írta a lengyel városok történelmi központjai újjáépítéséről. A műemléki együttes értékelése a fogalmaknak a fejlődéssel járó pontosabb meghatározásából ered. Az európai városok történelmi központjai alatt általában azt a különváló magot értjük, amelyet a középkori utcaháló és a városfalak jelölnek ki. Ez a meghatározás azonban nem helyes, mert gyakran értékes városrészekkel bővül a középkori mag. A történelmi központot tehát szélesebb tanulmányozás alapján kell kijelölni, melybe a XIX. sz. értékes alkotásait is szükséges bevonni. Egyetlen emlék aligha adhat oly meggyőző élményt egy nép anyagi műveltségéről, mint a műemlékegyüttesek. Innen van ezek jelentőségének fokozódása. A történelmi városközpontok legfőbb dokumentációja a város keletkezését, fejlődését, változásait feltáró városépítés-történeti kutatás, amit ilyen specialisták végeznek a városrendezők és történészek segítségével, a levéltári források, térképek és ábrázolások kiértékelésével, a város teljes területére. E kutatások alapján lehet a városközpont térrendszerének legrégibb, legfontosabb, legértékesebb elemeit, a változtatásokat és elépítéseket megállapítani, ami a történeti központ további feldolgozásához nagy fontosságú. Ahol ez lehetséges volt, a történeti kutatást régészeti kutatással egészítették ki, ami eddig nem ismert fejlődési korszakok megállapítására vezetett. — A dokumentáció második fejezete a mai beépítés kimerítő vizsgálata a történeti központon belül és környezetében, összekötve minden egyes épület értékelésével. E vizsgálat tartalmazza minden épület lehetőleg teljes történetét, sorsát, változását és támaszkodjon pontos felmérésre és minden épületrész falainak kutatására. E munkák alapján keletkezik oly rajzbeli és leíró dokumentáció, amely a városközpont lényeges értékeinek és az egész értékelésének megállapítását lehetővé teszi. — A lengyel munkát különösen megnehezítette a levéltári anyag pusztulása és az, hogy azt bizonyos mértékig helyettesítő felmérés számos épületre hiányzott. — A történeti városközpontok feldolgozásának további fejezetét jelentik a városrendezési tanulmányok, amelyek a történelmi központnak a város egészében vitt feladatának megállapításával függenek össze. Szerepének és működésének meghatározása, az egész városszervezethez képest elkülönülő jellege és helyzete fontos tényezőt jelentenek. Lengyelországban a legtöbb központ valaha zárt középkori vagy reneszánsz együttes volt. Ritka az egyházi vagy magános alapítású székhelyből álló történelmi városközpont. A város topográfiai fejlődése szerint a történelmi központ lehet a városban központi vagy szélső helyzetű. A központinál óriási nehézségek vannak, mert a modern városközpont fedi a régit, amely az újnak számtalan korlátot állít. Az ilyen városközpontok leggyakrabban óriási átépítéseket szenvedtek el a fejlődés során és a legnehezebb problémákat jelentik (Wroclaw, Krakkó). A periferikusan fekvő történelmi városközpontok esetében a feladat sokkal könnyebben oldható meg, éppen mert a modern városközpont a történelmi magon kívül fejlődik ki. A központi fekvésű történelmi városmagnál a régtől fennálló úthálózat a történelmi központba vezet, amely gyakran nemcsak cél, hanem átmenő út is. „Magától értetődik ebben az esetben, hogy a forgalom új megoldása a történelmi városmagon kívül történik" — mondja *Zachwatowicz* tanár. (Ez azonban, sajnos, nem mindenki számára magától érthető. Az Eger városunk rendezési tervében szereplő, a történelmi városközpontot átszelő forgalmi út terve szöges ellentétben van az akadémiák munkaközösségei által lefektetett és tőlünk is elfogadott elvekkel. *G. L.*) Az ilyen utat a történelmi városhoz közelebb vagy távolabb, *körül* kell vezetni. A közelebbi vezetést az egykori várárok (Krakkó, Wroclaw) engedi meg (nálunk Sopron, Kőszeg, Pécs, Pest-belváros példái). — A régi városmag forgalomtól izolálására Varsóban drága, de ideális módot választottak: a Visztula-hídra vivő forgalmi utat nem a központon, hanem alatta, alagútban vezették át. (Hasonló példának mondható a budai váregyüttes alatt a Lánchídhoz vezető út is, bár ennek 100 évvel ezelőtti létesítésében a műemléki együttes kímélésének nem sok szerepe lehetett. *G. L.*) „Ha a főforgalmi útvonalak már kialakultak, a belső forgalom a meglevő úthálózathoz igazodhatik, mely a város középpontjára irányul. Itt mi — írja *Zachwatowicz* — egyirányú

forgalmat vezetünk be, vagy csak gyalogjárók számára. Ezek természetesen nem a legideálisabb megoldások, azonban a modern forgalmi feltételeknek való teljes alárendelés a régi városmag fennmaradását lehetetlenné tenné." (111. o.) — A történelmi városközpontok műemlékeinél a polgárházak felhasználásával van a legkevesebb nehézség. Ezek most is lakásnak használhatók. Nehezebb az eset a középületekkel: templomok, kolostorok, paloták, városházak, nagy patriciusházak, melyekhez azok a polgárházak sorolhatók még, amelyekből rossz megvilágításuk miatt már nem szabad lakást csinálni (ilyenek a túl mély telekbeépítés miatt Lengyelországban nagy számmal találhatók, nálunk inkább csak a földszinten, udvarokban. *G. L.*) Ezekből az következik, hogy a történelmi városmag vizsgálatát alaposan kell végezni, sajátosságait, beépítését, a program lehetőségét, határait és a tervezésnek az előfeltételeit vizsgálni. Általában a legfontosabb feladat megállapítani a lakócélra alkalmas kubatúrát vagy lakóterületet, ami alapfeltétele a szükséges közintézmények stb. megállapításának. — A történelmi városközpont lakóterületének v. kubatúrájának megállapítása az épületek állapotától függ. Teljes pusztulás esetén a várostervezés a mai igényekhez közeledik, sőt még típusterveket is felhasználhat, melyek csak nagyjából alkalmazkodnak a városmag épületmagasságához és beépítéséhez. Ebben az esetben mód van az utak szélesítésére is. E megoldást ott ajánlja, ahol csak néhány műemléki szempontból értékes épület maradt meg. Ilyenkor a régi városnak csak a jellegét tartjuk meg és a régi épületmagasságot, amely a megmaradt műemlékekkel, vagy helyreállítható maradványaikkal összhangban van. Ugyanígy megengedhető a régi utcaszélességek és telekosztások módosítása is. Ott, ahol nagyobbszámú műemlék maradt meg, vagy azok rekonstruálását határoztuk el, ott elhagyták mindazokat a szárnyépületeket, toldalékokat, udvari beépítéseket, ráépítéseket, amelyeket a vizsgálat értéktelennek ítélt. Ily módon adódott a beépített területnek 20—40%-os csökkenése. A megmaradó részeket most már telektömbönként és házanként vizsgálták, törekedve az eredeti megtartására, főleg a jellegzetesebb vagy ritkább értékeknél. Nagyon vigyáztak a kicsi udvarokra is, ha azok szépek voltak. Túlságosan mély beépítéseknél egy menettel megrövidítették az épületet, az eredeti pince és gyakran a földszint megtartása mellett. Az új lakóterületre megállapított közszükségletek: iskolák, szociális intézmények: bölcsődék stb. elhelyezése sok gondot okozott. Az iskolát Varsó régi központjában pl. nem is helyezhették el, csak mellette, mert nem volt hely a játszótérre. A sok lakásnak alkalmatlan földszintből üzletek és kávéházak, vendéglők lettek. Ezeket az egyre növekvő idegenforgalom miatt csakhamar ki kellett bővíteni (de így sem elegendők. *G. L.*). Össze kellett gyűjteni a különféle igényeket. A beruházókat és kívánságaikat a meglevő, ill. a helyreállítás után keletkező állapottal össze kellett egyeztetni. A kereskedők pl. hatalmas üvegablakokat akartak, és csak nehezen egyeztek bele a műemlékek követelte építészeti rendbe. Ez végül sikerült, ha helyenként — főleg a belsőben — történetieskedő túlzásokra vezetett is: pl. a kiszolgáló személyzetet történelmi kosztümökbe öltöztették a kávéházakban és vendéglőkben. — Az építési feltételek és program megállapítása mellett sok gonddal járt a műemléki helyreállítás maga, épületenként, a sok eredeti részlet hiteltadó bemutatásával. A rombolásokban sok eddig ismeretlen gótikus részlet, beépített tér stb. került elő. A törmelékben is sok részlet volt, amely a kiegészítéshez segített. Sok nehézséget okoztak a XIX. és XX. sz.-i átépítések. A varsói Óvárosban ugyan nem, de Wroclawban, Gdañskban annál gyakrabban. Némelykor jobb megtartani az átépítést, ha az eredetire nincs támpont. Sajnos — mondja szerző — lelkiismeretüket úgy is egy sereg „quasi műemlék" terheli mind Gdañsk, mind Wroclaw és Raciborz városokban, ahol a rekonstrukciók teljességgel elégtelen ikonográfiai anyagra és az ekkor általánosan követett eklektizálásra támaszkodva készültek. A lengyel városmagok újraépítésének különleges sajátosságai közé tartozik a homlokzatok színessége. A képzőművészek együttműködését még e téren nem tartja olyan eredményesnek, mint a városépítését és építészetét. A zöldterületek a városfalak körül és a megnagyobbított udvarokban jelentkeznek. — Összefoglalóan megállapítja, hogy a történeti együtteseknél minden kis eredeti elemnek fontos szerepe van. Eklektikus, történetieskedő stílusban tervezett újjáépítéseket el kell kerülni. Másrészt azonban nincsen gyakorlatunk — mondja *Zachwatowicz* akadémikus — a történeti együttesbe modern építkezésnek beiktatásában. Az új építészet bevezetése bizonyára szükséges és használható, de nagy önuralommal és mértékkel, nehogy formában és anyagban ellentmondjon az együttes egységének. Akár az újjáépítendő, akár a meglevő városközpontok műemléki értékeinek érvényesítése, az együttes egységesebbé tételére részletesen elemző módszereket kell kidolgozni. Csak ezen az úton lehet megbízható kompromisszumokat elérni, amelyek a maximális épületállomány megtartása mellett a mai városrendezési szándékoknak, a város fellazításának is eleget tesznek. — *D. Libal* a történeti városok városépítési-történeti és építészeti kutatásának

módszereit ismerteti, ahogyan e teljesen új munka Csehszlovákiában kialakult, éspedig a korábbi tisztán tudományos célkitűzéssel szemben az építészeti alakítás gyakorlati segítségeként. Nemrégen még hiányzott ez, azért oly zavaróak a XIX. század közepétől történt beavatkozások, mert a régi építészeti és városépítési fejlődés szálait önkényesen tépték szét, akár tévesen értelmezett szanálás vagy telekkihasználás, akár egy újabb építészet alkotási szándékából, amely nem vette tudomásul a történeti magnak mint egységnek szerepét. Az eredmény legjobb esetben is az lett, hogy két művészi szemlélet került kifejezésre: a régi és az új, minden kapocs nélkül, mint két idegen, akik nem értik meg egymást. Még a hivatalos műemléki körökben is nemrég úgy tekintették a várost, mint különböző értékű házak együttesét, amelyeknek nincs egymással kapcsolatuk. Az értékelés emellett főleg a külső homlokzat alapján történt, amely feltűnő, vagy általánosan ismert volt. „Hogy egy város művészi egész, nemcsak alaprajza révén, hanem mindenekelőtt építészeti elrendezésében rejlő értéke miatt — nem volt érdekes, sem tudott." Modern urbanisztika igyekszik a téves szemléleten változtatni: a város egészét, alaprajzát, fekvését a tájban, az utcahálózatot és az épületek összességét vizsgálja. Az általános szemlélet nem elkülönítetten vizsgálódik, hanem mindenekelőtt a távoli összeköttetéseket, kereskedelmi utakat keresi, mely a településnek a nemzetközi élettel való viszonyára ad felvilágosítást. A település fejlődésének alapja a régi úthálózat ismerete. Több példán mutatja be, hogy a régi utak nyomvonalai lehetővé teszik a legkorábbi városmag megállapítását, még ott is, ahol az alapított városokról szóló okmányok nem beszélnek korábban fennállott településről. Az utak vizsgálata után következik a városé. A románkorban nagy területű települések csoportja, amelyek azután egy megerősített maggá és többnyire nagy elővárosokká alakulnak át. A városegyüttes vizsgálata első feltétele valamennyi épület megvizsgálása, az udvari toldalékokkal együtt, lehetőleg az épületalaprajzokkal együtt — ami a régi házaknál többnyire hiányzik. E vizsgálat célja az épület építészeti fejlődésének és valamennyi építészeti összefüggéseinek a külső felület alapján való megállapítása. Mindenesetre megállapítható, melyek a kevésbé értékes részek. Megmutatkozik valódi művészi lényege, melyet gyakran semmitmondó homlokzat takar. Egyidejűen megállapítható a régi utca vonala és a beépítés magassága is, és kiteljesedik elképzelésünk a város védőfalairól. A kutatás kiterjed az elővárosokra is, egészen a XIX. sz. közepéig tartó építkezésekig, amikor az iparosodás hatalmas ostroma kezdődött. A vizsgálat eredményeit, az egyes stílusoknak megfelelő korokat megfelelő színekkel 1 : 1000 térképre hordják fel. Alapul a földszintet veszik, melynek méretei a régi házakra nagyon jellemzőek. Prágában, ahol a városrendezés részletesebb adatokat kívánt, a vizsgálatokat 1 : 200-as léptékű térképen végezték el és itt nemcsak az egyes épületeket jelölték az építési koruknak megfelelő színnel, hanem külön minden egyes falat is. (Mi az első rendszert 1950-ben alkalmaztuk Pápa vizsgálatánál, a másodikat a budai vár lakónegyedének vezérszintje elkészítésekor, 1955-ben, bár utóbbiban az összes falak vizsgálata még korántsem teljes.) Az így készített vizsgálat szolgáltatja egy város fejlődéséről szóló ismertetésnek valódi alapjait. Prágában e részletes vizsgálatot nemcsak a földszintre, de az összes emeletre vonatkozóan elvégezték (a Történeti Városokat és Műemlékeket Helyreállító Állami Intézetben). Még csak kevés város vizsgálatát végezték ugyan el — mondja Libal (1956) —, de a csehszlovákiai városok keletkezését máris egész új megvilágításban látják. Egyre meggyőzőbben bontakozott ki a legtöbb város középkori eredete, a városépítési vizsgálat azonban meg tudta a románkori város kiterjedését is határozni. Különösen érdekes eredményekre vezetett két északcseh város, Zatec és Litomerice vizsgálata, amelyek régi várak mellett keletkeztek, és valamikor önálló törzsek főinek székhelyei voltak. A zateci négyszegletes piacteret a XIII. sz.-ban alapított város előttinek tartja, amikor az a „nőtt" városban terv szerint létesült volna. Litomericeben 3/4 km hosszú piactér volt, a várból Prágába vezető út mentén, közepén a plébániatemplommal, még a XII. sz.-ban. A település sokkal nagyobb volt, mint amennyit a XIII. sz. 20-as éveiben, az alapított város falai körülvettek, annyira, hogy a plébániatemplom és a nemesség alapította minorita-kolostor a falon kívülre kerültek. A fal a régi piacot is elfelezte. Csak a XIV. sz.-i bővülés érte el ismét a korai határokat, amikor az egészet magas falakkal övezték. Prága XIII. sz. 40-es éveiben épített falain is kívül maradtak románkori településrészek. Prágát már 965-ben jelentős nemzetközi kereskedelmi helynek írta le az arab *Ibrahim Ibn Jakub*, ahol kőházak voltak, ami az akkori Európában ritkaság. A település a XII. sz.-ban már nagy kiterjedésű, két várával, a prágaival és Vysehraddal összenőtten. Alig kisebb, mint IV. Károly gótikus bővítései (1348, 1362) után. Ezután a románkori várost elemzi, a hídfőknél egy- és kétemeletes kőházakkal, melyeknek első emelete is boltozott volt. Nemcsak egyházi emlékek, de 40-nél több kőház is megmaradt. A gótikus időkből ismert az óvárosi St. Gallus tér

(1235) és a Lóvásártér (1348) az Újvárosban, melyek a régi, románkori utakhoz idomultak. Hasonló a fejlődés a legtöbb vidéki városnál is. Alapelrendezésük a régi mag körül keletkezett újabb telekosztások, a mag vezető szerepét közben a körút veszi át (pl. Nymburk). A kutatások megállapították, hogy valamennyi XIII. századi alapított városnál, köztük Prága új részeinél is főleg fából építettek, kivéve a városfalakat, várakat és templomokat. Prágában a gótikus kőházak csak a XIII. sz. végén jelennek meg. Az óvárosi körúton ekkor keletkeznek a bordaboltozatos árkádsorok. Erőteljesebb kőépítkezés a XIV. sz.-ban veszi kezdetét. IV. Károly és IV. Vencel uralkodási idejére esik sok monumentális épület kőből és téglából való építése, abban az időben, amikor a faházakat kezdik kőházakra, ill. téglaházakra átépíteni. Ritkák a hárommenetes házak, átjáróval, gyakoribbak a kétmenetesek. Érdekes a négyszögletes kisházak típusa. A jelentékenyebb utak és terek mentén a husszita-idők előtti gótikus házak nagyobbára kétemeletesek, a továbbiak egyemelet magasak, az emeletek néha favázasak. — Sok gótikus ház maradt meg Zatecben, késő XIV. sz.-i egyemeletes épületek ezek, sok belső és külső átalakítással. Legegyszerűbbek közöttük a négyszegletes, kétemeletes alaprajzúak, egy mélyebb elülső lakótérrel, és egy keskeny hátsó kamrával. Számos kétmenetes épület van mély telken, keskeny átjáróval az udvar felé, néhol a földszinten még megmaradt az eredeti félköríves dongaboltozat. Szokatlanabb az utcával párhuzamos tengelyű ház, szintén két menettel. Ez a típus kizárólag a kevésbé jelentős mellékutcákban található. A tereken és a körúton árkádsoros házak sorakoztak, hárommenetes alaprajzzal, egy hátsó kamrával, melynek szintje mélyebb volt a ház többi helyiségénél. Néha egy helyett két kamra, félköríves dongaboltozattal. A térre néző egyemeletes homlokzatok már a gótikus időkben 6—7 tengelyesek. A telkek szélessége eléri a 17 m-t. A tér déli oldalán feltűnően széles homlokzatok 8—9 ablaktengellyel, ami a középkorban ritka. Több cseh és morva városmag gótikus. A középkori nagyvárosok között gótikus időben Libal Prágát mondja a világon legnagyobbnak. A későgótikus átalakítások az épületek alapelrendezéseit nem érintik. Nagyobbat változik a cseh városkép a XVI. sz. 30-as éveitől a 30 éves háborúig, a reneszánszban, ami messze felülmúlja a Luxemburg-ház XIV. sz.-i tevékenységét. A kőházak homlokzatait színes sgraffitokkal borítják és bonyolult oromzatokkal gazdagítják. A faházakról való áttérés fokozódik (Mikulov, Nikolsburg). A barokk eleinte csak a templomok és a nemesség kastélyaiban, palotáiban jelentkezik. A valamikor erőteljes városi polgárság hosszú ideig nem épít, a barokk stílus nála csak a XVIII. sz. második felében jelenik meg. Az egykor gazdag homlokzatokat simára vakolják, meszelik. Csak a későbarokkban és a klasszicizmusban alkotnak megint sok új homlokzatot. — Igen tanulságosak az egykori védőfalak, amelyeket későbbi beépítések takarnak. Félő, hogy ezeknek az élősdi-építményeknek lebontásakor el fognak tűnni a ma még meglevő városfalmaradványok is. Érdekes volt a prágai Gallus-kapu megtalálása egy reneszánsz, ill. klasszicista ház udvari szárnyában, amely ma a város közepén áll. Itt találták meg a prágai Óváros XIII. sz. végi megerősítésének leghatalmasabb kapuját, széles átjáróval, két torony között, melyek eredeti oromzataikkal együtt 20 m magasságig megmaradtak. A városerődítés rendszeres tanulmányozása máshol is érdekes eredményekre vezetett. Ezek a polgárházakhoz hasonlóan a városok politikai és gazdasági erejéről tanúskodnak. Azért is fontos velük foglalkozni, mert szabaddá tételük módot ad a városmag leválasztására és városképi megjelenítésére. A vizsgálatot legrészletesebben Prágában végezték (1 : 200); más városok szanálási terveiben kisebb részletességig (1:1000), de itt is a régi utak és a városfalak feltüntetésével. Általában a beépítést a műemlék konzerválására vagy a fontosabb városképi elemekre való tekintettel értékelik. A tanulmánynak egészen különleges jellege van az építészeti objektumok rekonstrukciója esetében. „Először falkutatásokat és ásatásokat végeznek, hogy az épület szervezetét feltárják. A kutatásokat a helyreállító munka megindulta után is tovább folytatják. Minden leletet dokumentálnak. A tanulmányozás a rekonstrukció befejezéséig tart." A kutatási eredmények való és lehetőleg hű képét adják a cseh városok építészeti és urbanisztikai fejlődésének. A tudományos kutatás fontos, de nem cél, mindenekelőtt hatékony segítsége legyen a tervezőknek, hogy egy város művészeti emlékei, szervezetének elfeledett kapcsolatai és összefüggései ismét megelevenedhessenek. Az újabb hozzászólásokban *E. Egli* azt fejtegeti, hogy egy-egy városforma késői időkig hat. A kutatásoknak feladata annak megállapítása, hogy egy-egy régebbi alakhoz meddig lehet ragaszkodni, mikor válik e ragaszkodás retrográddá? Most dolgozik a városépítés történetéről szóló munkán, amihez e konferencia nagyon hasznos. *W. Ostrowski* hangsúlyozza, hogy előadásában nem volt Brinckmann ellen, hanem csak arra mutatott rá: a városépítés története nem fogható fel a művészettörténet egyik fejezeteként. A *szép* meghatározásában Braunfels egyik érdekes adatára hívja fel a figyelmet, mely szerint a XIII. sz.-ban e fogalom alatt inkább a

rendet értették, melyhez csak később járul az esztétikai. *G. Strauss* a műemlékvédelemnek a gyakorlati hasznossal összekötése azt bizonyítja, hogy régi városok jellegzetes képét fenn lehet tartani a városmag fokozatos javításával. A szocialistává váló városban a régi kép megtartása éppen a mai építészet és az építészeti hagyományok fontos kapcsolatát jelentik; anélkül, hogy a mi jelenünk utánzatokba torkolna, vagy nem alkotó eklekticizmusba. *O. Novy* szerint az első világháború után az építészek és művészettörténészek megegyeztek abban, hogy csak a régi utcákat és a szétrombolt városok térbeli megjelenését szabad megtartani. A két flandriai városban: Dixmuidenben és Ypernben a régi utcákat: telekosztást és homlokzatokat teljesen rekonstruálták. De más anyagokat használtak és nem pontosan jártak el. A hatás kulisszaszerű lett. A régi városokból szegénynegyedek lettek, mert a tehetősek villanegyedekbe költöztek ki (Amsterdam). A szanálás azt mutatta, hogy a műemlékekben jobb lakásokat tudtak kapni, mint a típusházakban. Ugyanakkor a palotákat a számos közösségi igénynek bocsátották rendelkezésére. *St. Herbst* arra utal, hogy Lengyelországban sok száz város pusztult el. Csak a kiemelkedő értékeknél kell vigyázni. Vannak kis városok, amelyek egyemeletes beépítésű terei helyén az újjáépítésnél a gazdaságilag és az elrendezésnek megfelelő magasságot kell megállapítani. Vannak városok, amelyekben a középkori mezőgazdasági jelleg döntő, tehát sohasem fejlődtek túl egy viszonylag kezdetleges alakon. Ezeket szerinte nem szabad visszaállítani, hanem továbbfejlődésükben felfogni. Fordítva, ott, ahol a kapitalizmus a várost túlságosan besűrítette és egészségtelenül beépítette, olyan formát rekonstruálni, amely egy előző állapotra megy vissza. A sűrűn beépített telektömböket fellazítani és ide zöldet vinni ajánl, akkor is, ha a zöld nem tartozott eredetileg a városképhez. Ezt a tömb-belsőt azután gyalogos átjárásokra fel lehet használni. *J. Pavlicek* arról beszél, hogy a kapitalista társadalomban a műemlékvédő szerepe főleg passzív, tiltó, míg a szocialista társadalomban vezető: fenntartó és helyenként újraépítő, tervszerűen irányító. A védelmet az állam vette át és a ma még csak szerényebb összeggel kell lehetőleg nagyhatású munkát végeznie a műemlékek védelmében. Ezért fontos a gazdaságosság szempontja is, és az, hogy a feladatokat a gazdasági lehetőségekkel lépést tartva oldjuk meg. A műemlékek védelme költséges munka. Hogy e területen is érvényesíthessük a hasznosság elvét, Csehszlovákiában arra az útra tértek, hogy a szanálásokkal új beruházásokat kössenek össze. Építészetileg leromlott műemlékeknek lakás céljára való helyreállítása pl. viszonylag kisebb költséggel jár, mint az új lakások megépítése (129. o.). — *B. Fuchs* a történelmi városok forgalmi problémáinak megoldásával és a történeti városközponttal foglalkozik a modern városszerkezetben. A cseh városok belseje többnyire középkori jellegű: vagy szabadon *nőtt*, vagy tudatos rendezési elveken *alapított*. Legtöbbjüket a kapitalizmus idejének új kívánságai szerint átépítették. Ez gátlástalanul, tisztán mechanikusan történt. A városképi és építészeti egység csak ott maradhatott meg, ahol a rohamos fejlődés elkerülte a várost vagy centrumát. Mintegy 60 éve alakult ki cseh területen oly irányzat, melyből ma már iskola lett, amikor állami rezervátumokat alapított, köztük a 40 legszebb történeti várossal. Ezenkívül a fontos műemlékeket bőkezűen dotálják és a tervezés ellátására a történeti városokat és műemlékeket rekonstruáló különleges állami intézményt létesítettek. — *A védelem alapgondolata az, hogy a történelmi városok utcahálózata, körvonala és városképe* (térbeli megjelenése) *oszthatatlan urbanisztikai egész.* E művészi egységet nem szabad önkényesen megbontani. Újabb beavatkozások — ha elkerülhetetlenül szükségesek — az eredeti épülettömeget ne lépjék túl. „A városrendezőnek, akinek feladata a történelmi városmagnak az egész város szerkezetével egyensúlyban tartása, kötelessége a város építészeti és történeti kutatását teljességgel ismerni, amellett, hogy a város fejlődésének eddigi és új feltételeit ismerje." (131. o.) Ezután a forgalmi adatokkal foglalkozik és az autók várható számát 10 lakosként számítja. — Nehéz problémát jelentenek a főpályaudvarok, amelyek a városok több évtizedes nagyarányú fejlődésével nem tarthattak lépést és itt változásra az európai helyzet alapján nem is számíthatunk. A belvárost átszelő út forgalmának megoldására elsősorban a belső körutat ajánlja meghatározni. Ezt a körutat a helyi szükségletnek megfelelően esetleg meg kell kettőzni, vagy másképpen kiegészíteni. Ez alkotja a város forgalmi vázát. Lehetőleg kicsire kell alakítani e körutat, mert a távoli körút megint akadálya lehet a forgalomnak. „Tudatában kell lennünk annak, hogy a forgalmi fanatizmus a mi korunknak egy vad jegye, gátlástalan és mégis a lakosság nagy része előtt szimpatikus". (133. o.) A kötetlen (autó) forgalomra és egyirányú útrendszerre való áttérés kívánatos. Különös nehézséget jelent a parkoló helyek hiánya a történelmi városmagokban, ami nagy tervezői körültekintést, nemegyszer súlyos anyagi áldozatokat kíván. A növekvő forgalom mind több gát közé szorítja az embereket. A gátak oly mértékben szaporodnak, hogy az ember élete közöttük túlságosan nehézzé válik. Az ember szempontjára is legyünk figye-

lemmel, aki itt él. Ha eddig főleg a város-, tömegkompozíció, magassági dominánsok és kilátások lehetőségeit hangsúlyoztuk, mégis közbetolakodott a kíméletlen, zajos, lármájában korlátlan utcai forgalom. Bizonyára büszkén beszélünk a XX. sz. emberének „tempó"-járól, de nyilván szükségünk van a zajos tempó után a csöndre is. Az új város fogalma tisztázásra szorul. Új urbanizmusról beszélünk, de közben megvalósításukhoz elavult módszereket alkalmazunk. Összetévesztjük a forgalmi utakat a lakóutakkal és a történelmi terekből autóbuszpályaudvarokat csinálunk. Híres utakat és bensőséges szűk utcákat használunk a legsúlyosabb teherforgalom számára; és egész történelmi városnegyedekből csinálunk nyersanyagraktárakat vagy gyártmányraktárakat, gyakran tűzveszélyes anyagokból is. Új városaink számára valóban új felfogásra van szükségünk. Állítsuk ezt az új, korszerű várost szembe a mechanikus urbanizmussal. — A forgalmi terv a város szerkezetének alapja. Ebbe kell bejelölni a gyalogutakat is, melyek a nyugodt kerteket, tereket, szép építészeti részeket, udvarokat összekötik. A forgalmi terv alapvető feltétele a történelmi mag védelmének és más városrészekkel való kapcsolatának. — *V. Kotrba* azt fejtegeti, hogy nekünk nemcsak védeni kell a műemlékeket, hanem fenntartani, új életet kell nekik adni. Alkalmas keretüket meg kell tervezni. Csehszlovákiában elsősorban a régi városok egészségesebbé tételével foglalkoznak. Itt tehát nem *rekonstrukciós* tervekről van szó, hanem *szanálási* tervekről. Csak ezek elkészülte után lehet a gazdasági tervekről szó. Meg kell ezt alaposan tervezni, hogy a pénzügyi rész is tisztázható legyen. A műemlékvédelemnek ily módon készülhet el az ötéves terve. Közben ne feledkezzünk meg a kérdés technikai oldaláról: azokról, akik a tervet megvalósíthatják, az építés szakembereiről. Ezeknél a gyakorlat az általános építési vállalatokra utalt, míg úgy hallja, a lengyel kollégáknál speciális gyakorlatú vállalatok vannak. — *J. Zachwatowicz* : a műemléki konzerválás az általános gyakorlat szerint folyik. A történeti városrészek újjáépítésénél azonban a városépítőkkel és közgazdákkal tárgyalta meg a konzervátor a feladatokat, tehát azok gazdaságossági oldalát is. Itt a konzervátor, a forgalom, a laksűrűség és a lakásviszonyok kívánságai között összhangot kellett teremteni. *K. Liebknecht* a műemlékvédelem gazdaságossági feltételeit fejtegeti, amiket még nem lát kidolgozottnak, főleg német területen. Bár elismeri, hogy a kérdésnek nemcsak gazdaságossági, hanem történelmi, politikai oldalai is vannak. *H. Weidhaas* : a történelmi városmag nemcsak lakáskérdés. Kisebb műhelyek stb. elhelyezése szempontjából is meg kell vizsgálni a helyzetet. Ő is rámutat arra a veszélyre, hogy az egyszerűbb emberben nem keletkezik-e oly felfogás, amely az életet a zajjal azonosítja. A mai ember figyelmét fel kell hívnunk arra, hogy a csendes utca is jogosult az életre és benne nagyon sok élet lehet. Ebben sokkal több van, mint műemlékvédelem. *St. Sommer* : számos adatot összegezve a rekonstrukciók költsége általában az új építés 25—40%-át teszik ki és csak kivételes esetekben volt rá példa, hogy azok 90—120%-ig emelkedtek. *H. Räder* : Rothenburg o. d. Tauber szép régi városa ma élvezhetetlen, mert az oda zsúfolt autók mellett a gyalogjárónak nincs helye. A legutóbbi „Domumgebung Köln" tervpályázat tulajdonképpen forgalmi pályázat. Az előző században a Dóm közvetlen közelébe telepített pályaudvar óriási forgalmi koncentrációt okozott az addigi „szent kerület"-ben. Ha e helyen vezetik ismét át az elpusztult hidat, akkor a forgalom csak több szintben lesz elképzelhető. — *E. Hruska* a városmagokban elhelyezett magasabb hivatalok, külképviseletek Prágában, a Mala-Stranán jó megoldást eredményeztek. A történelmi épületek jelentősége fokozódott ezzel. *Zachwatowicz* és *Egli* a forgalmi kérdésekhez fűznek adalékokat. *G. Strauss* szerint a XIX. századig a forgalmi feltételek azonosak maradtak, ezért nem is volt ellentét a forgalom és a meglevő város között. Ma azonban a forgalom jellege és mennyisége lényegesen megváltozott. Az utcaszélesítések nem elegendő megoldások. Annyira vonzzák a forgalmat, hogy szomszédságuk aligha marad lakható. Tiltakozik az ellen, hogy a városépítés fejlődését egyedül a forgalom felől fogják fel. *E. Hruska* a szlovákiai kisvárosok átépítéséről ír. A forgalom megoldása a mai városrendezés fő feladata. Mégis úgy látja, csak az amerikai és más nagyváros szemszögéből nézik e feladatot, pedig legtöbb közép-európai városunk történelmi időkben keletkezett kisváros, ha nekünk is vannak nagyvárosaink. E történelmi városok átalakulása a mi szempontunkból tehát fontosabb: megóvni a kulturális építészeti hagyatékot meggondolatlan beavatkozásoktól, utcabővítésektől, a forgalomnak a történelmi térre vezetésétől, amelyet autópályaudvarrá és parkolóhellyé fokozunk le. Természetesen nem akarjuk a műemlékvédelem szabályaival a gazdasági életet megfojtani, mint ahogyan nem óhajtunk a történelmi városokból múzeumot csinálni. Másrészt azonban a modern technika és gazdaságtan hatására nem akarjuk a kulturális örökségünktől sem megfosztani magunkat, hiszen éppen a hagyománytudatban van minden nép művelődésének alapja. Ezután a szlovákiai városok földrajzi környezetéről, természeti és társadalmi adottságairól, történelmi fejlődésükről

és eltéréseiről beszél: a város és táj ellentétéről, a védelem szerepéről egészen a XVIII. századig. A város alaprajzát és felépítését tárgyalja: a tipikus felvidéki városok belső magjának átalakulása, bővülése a XIX—XX. sz.-ban. Szétdúlása az ipartól és forgalomtól. A város kiterjedt a tájba. 1954 után tervszerű fejlesztés. A város pozitív és negatív átalakulása: új tér-idő-egység keletkezése (25—30 perc alatt elérhető helyek térképe), a környező táj, satelit-települések. Szerves város-táj létesítése megosztott funkciókkal: termelés, lakás, üdülés, szolgálat (társadalmi és közösségi), melyet a forgalom fog össze. A városmag szerves átépítése: a forgalom problémája, az átmenőforgalom körülvezetése. A gyalogjáró jogának visszaállítása a város központi részében. Az átépítés módszerei: a romboló radikális „szanálás"-tól a tapintatos átépítésig, melynél megmarad a mérték. — *V. Lorenc*, a rekonstruálás állami intézetének igazgatója a csehszlovákiai városok átépítéséről ír. A városok fejlődése 1000 év alatt a rekonstrukciók története: állandó folyamat, még ha néhol nem a városok rekonstrukciójáról, hanem regenerálásáról beszélnek is. Mindenhogyan az élet szükségleteiből adódik: civilizációs (technikai, építési, üzemi, gazdasági) és kulturális (esztétikai, művészeti, műemlékvédelmi) követelményekből. A városok rekonstruálásánál lényegében két egyformán fontos és szorosan összefüggő feladat: 1. az egész település v. együttes szerves megújítása, 2. a történelmi mag egészségesebbé tétele és rehabilitálása. A történelmi város nemcsak a mag, hanem a későbbi városrészek is, a szerint az állapot szerint, ahogyan azt az 1820—40 között készült kataszteri térképek ábrázolják. A cseh intézet létesítése lehetővé tette oly tanulmányok végzését, amelyek mélyebben hatolnak le a városok problematikáiba, mint eddig lehetséges volt. Jórészt ismeretlen fejlődéstörténetüket új fényben világították meg. A cseh városok jogállásának XIII. sz.-i megerősítése rendszerint megnagyobbításukkal függött össze, a település magja tehát korábbi. Ilyen az észak-cseh Litomerice, mely már a XI. sz.-ban fontos kikötőhely az Elbán. E nagy településcsoportnak Lorenc szerint bizonyára már az 1230-as évek új telekosztása és városfala előtt is városi jellege volt. Ugyanígy előzetes fejlődés előzte meg Zatec 1260 évi új telekosztását is. Domazliceben is már a XIII. sz, előtt kiterjedt piacteret találunk széles úttal. Az 1260 körül épített városfallal a hosszan nyúló tér 3/5 részét vették körül, 2/5 része a falon kívül maradt. Olomouc alaprendezését a hercegi vár és váralji települése (suburbium) alkotta, számtalan kisebb település csatlakozásával, templomokkal, amelyeket később zárt egybe a városfal. A XI. században keletkezettnek mondja Znojmo piacát és Szt. Miklós templomát, szintén vár mellett. Hasonló település Brno, ahol a város jogállásának szabályozása előtt még egy zsidóközösség is létesült. Külön csoportja a városoknak a CSR-ben az a fajta, ahol a városalapítások (lokatio) előtti városmag csak egy kisebb részét adja a településnek. Ilyen Nymburk, ahol a régi központ helye — a Szt. Egidius templommal — a XIII. századi bővítéskor elveszti jelentőségét és az új piaci település lesz a városi élet középpontja. Az olomouci méretekhez (1200 × 900/m) hasonlóan nagyvárosi a középkorban Kutná Hora (1000 × 850/m) két távolsági út szétválásánál, ahol az északi ág szabályos, a többi szabálytalan utcahálózatú települést mutat. A város XIII. sz. végi gyors fejlődése az ezüstbányák felfedezésével függ össze, amelyek a cseh királyokat a XIII—XIV. sz. leggazdagabb uralkodóivá tették. Viszonylag legkevesebb az új telepítés. Ilyen Kolin nad Labem szabályos alaprajzú települése, Litovel, České Budějovice, Plzeň, Novy Bydžov. Prága rövid történeti méltatása után azt fejtegeti a szerző, hogy a város elrendezése ugyanolyan rangú művészi és városépítési érték, mint bármely más jelentékenyebb épület. Ez a városelrendezés (szerkezet) egyrészt az ősrégi utakból és a középkori városépítés kifejeződéséből keletkezvén nemcsak mértani vonalakat jelent papiroson vagy pergamenen. Fő forrásai egy sok évszázados városi fejlődésnek; lényegesen értékesebbek, mint minden történeti tudósítás, mert azok gyakran nem hihetők és célzatosan színezettek. Ebből ered az, hogy a régi város alapelrendezéséhez nem szabad hozzányúlni. Javításokat csak a legszélsőbb esetben lehet megengedni, azonban a város alaprendezését és a régi utcahálózatnak értelmét szétrombolni nem szabad. Az elmondottak nemcsak a városmagra, hanem az elővárosokra is vonatkoznak, amelyek némely esetben a város fejlődésében talán jelentősebbek, mint maga a mag. A városépítési rekonstrukcióban mindenekelőtt óvakodjunk szabályozó korrekciókat javasolni, amilyeneket mindenekelőtt „az utcák szerencsétlen egyenesvonalú vezetésé"-ben valósítottak meg, leginkább a múlt század végén. Meg kell gondolnunk, hogy egy-egy görbület nem véletlenül keletkezett. Ezeknek összefüggéseik vannak, amelyekre gyakran csak később derül fény. Ha elmossuk őket, eltüntetjük a történeti fejlődés tanúit és merev szkématikus rendszert állítunk helyébe. A cseh felfogás szerint a rekonstrukciónak olyannak kell lennie, ami nem zavaró, nem úgy jár el, mint a századforduló táján erőltetett „városrendezések", sem nem vezet régieskedő formalizmusra (archaizálás). Nem értenek egyet a városszerkezetet

mélyrehatóan megváltoztató reprezentatív rekonstrukcióval, de a régiségkutatás oly kívánságával sem, amely az épülettöredékeket egy múzeumi kerületben kívánta volna bemutatni. Legkönnyebb volna természetesen radikálisan eljárni és egész városnegyedeket lerombolni, hogy az így keletkezett területen korszerű beépítést készíthessenek. Ez a telektömb belsejének túlságos kiszabadításával járna, ami láthatóan nem lenne összhangban a szegélyek régi beépítésével, melyek ily módon újszerű beépítésekké lennének és csak az utcai homlokzatukat tarthatnák meg. Ő is egyetért az ilyen közös udvarokban parkok létesítésével, még ha azok történetileg nem is igazolhatók. A város alaprajzán emelkedő épületállomány a várossal együtt nőtt, változott. Hasonló elvek érvényesek itt is, mint a műemlékvédelemnél. Sok zavaró részlet van és hiányok is. Az ilyenek pótlásakor felvetődik a kérdés, „hogyan?" Sokféle vélemény van; az eredmények sokfélék, de nem mindig megnyugtatóak. Prágában és más cseh városokban a Riegl-iskolát követték, amely ily esetben teljesen szabad, saját törvényeit követő építészetet kívánt, és megelégedett az új épület tömegének a régihez való több-kevesebb alkalmazásával. De nem szabad elfelejtenünk a fontos körülményt, hogy Riegl nézeteit 1900 körül fejtette ki, a historizáló architektúra hanyatlásakor, de még mindig függőleges ablakok mellett. Ezért másképpen hangzik ez a nézet olyan időben, amikor a vázas szerkezet és teljes üvegfelületek keletkeznek. Ezért nem követhetjük nézetét szó szerint, sem nem fogadhatjuk el a megvalósítottakat. Gyakran találkozunk oly esetekkel, amikor egy — különben értékes új épület — környezetében ellentétes hatású és nem kívánatos. Másrészt nem szabad új „régi"-t tervezni, amely nem lehet saját korának kifejezője. Ezzel egy helytelen, erőszakosan megvalósított romantika keletkeznék — méghozzá a XIX. sz. romantikájának pátosza és belső meggyőződése nélkül — és ez az egész mű építészeti értékét lecsökkentené. A kérdésre: „hogyan?" még nem látja tisztázottnak a helyes válasz elvi alapjait. *Mindenesetre az egészet kell egységesként felfogni.* E nézőpontból minden utcaképet önmagában is egységesnek, amikor is az utcakép egységéből kell kiindulni. A feltűnőt mindenképpen kerülni ajánlja. Úgy kell szerinte eljárni, hogy az új elem ne legyen zavaró, hanem az utcaképbe beilleszkedő. Csak közelebbi szemléletben legyen megállapítható az épület újdonsága, amely az anyagot, a ritmust és arányait illetően a környezet respektálásával épült. Fontos a tető, nemcsak az utca, hanem a városkép szempontjából is. Az értékes belsőket meg kell őrizni. A gyakorlat azt mutatta, hogy előfeltétel a modern egészségügyi berendezések bevezetése és nem jár nehézséggel. A régi házbeosztás elveszti a varázsát, ha eredeti építészeti részleteitől megfosztjuk őket: ablakok, ajtók, lépcsők, burkolatok stb. E részleteket amennyire csak lehetséges, a legnagyobb gonddal konzerválni kell, mert csak ezek adják a belső terek művészi jellegét és báját. Az újonnan tervezett részeket teljesen egyénien kell alakítani, minden részletükig, hogy az egész miliőbe jól illeszkedjenek. Elválaszthatatlan része volt az utcaképeknek a homlokzatok színessége is. A kutatás az eredeti színezésre is rávezet. Sok szobrot is elhordtak eredeti helyükről, főleg forgalmi okokból. A kisarchitektúra és szobrok rekonstrukciója szintén velejárója a védett egységek rekonstrukciójának (cégérek, kerékvetők stb.). — A középkori városnak falain belül nem volt közkertje. Csak a kolostoroknak volt kertjük és a temetőnek, a plébániatemplom mellett. A tört. városok tereit tehát Csehszlovákiában nem parkosítják, de nem bántják azokat, ahol már megvannak és megszokottakká váltak. A térrel szorosan összefügg annak burkolata is. A régi városok burkolata inkább rossz volt, mint jó. Mégis megfelelő anyagok választása sokat emelhet a képen. A város összképének megjelenésében lényeges szerepet játszottak a védőfalak. Ezek többnyire ma is megvannak, csak elépítetten nem érvényesülnek. A történeti város rekonstrukciójának egyik feladata e falöv lehető legteljesebb kiszabadítása és érvényre juttatása. Ez együttjár a sánc és árokövezet élősdi beépítésének megszüntetésével, esetleg olyan fák és növényzet eltávolításával, amelyek a város hatásos érvényesülését gátolják. Lorenc építész ezután a város körvonalának kérdésével foglalkozik és a tájban való szerepével. Ahol ez szépen alakult ki (Český Krumlov, Mikulov) ott új beépítéssel nem szabad azt elrontani, hanem a városszaporulatot szatelit-településbe kell helyezni. — Európa sok városának pusztulása miatt fokozódik a cseh rezervátumok megóvásának európai jelentősége. Azokat a városokat óvni kell, amelyek megtartották a tájon uralkodó jellegüket és építészeti hangsúlyukat ma is. — *O. Novy* a történeti és a mai városközpont kapcsolatáról értekezik. A városi lakosság gazdasági és társadalmi tagolódása a patrícius családok csoportosulásához vezetett a városház körül és a kereskedelemben nagyobb szerepű utcákon. Itt nagyobb igények léptek fel a korábbi faházak helyén. A legrégibbb építészeti központokat templomok és kolostorok alkották, amelyeket különösebb hangsúlyozás nélkül vontak be és építettek körül a városok megerősítése idején; inkább tornyaikkal, épülettömegükkel hatnak a városképben. A nevelési központokat: egyetemet,

kolostorokat nem a főtérre helyezik. A későközépkorban az építészeti központ is a főtérre kerül. Itt egyesül a kereskedelmi, hatósági, legtöbbször építészeti központ, és csak az egyházi, iskolai élet központjai maradnak e körön kívül. Különleges esetben az alapított székvárosok (Residenzstädte)-nál a várban marad az építészeti és igazgatási központ, templomával együtt, míg a város az elővárból fejlődik (pl. Loket, Mladá Boleslav). A cseh középkori városokban csak a polgárság új osztálya lakott, a kereskedőkkel és kézművesekkel, néhány alkalmazottal és a hivatalnokokkal; a nemesség és király csak átmenetileg. A termelés, a lakás és a kiskereskedelem raktárai a malmokat kivéve, építészetileg nem különböznek egymástól. Szerző állítása szerint (164. o.) a cseh városok nagy része már a luxemburgi ház alatt felvette városi alapelrendezését, amit a XIX. sz.-ig megtartott, míg a fejlődés az európai városokban csak a XV. sz. végén következik be. (Szerző megfeledkezik a sokkal régibb frank, karoling, német—francia, angliai területen levő városokról. nem is beszélve az itáliaiakról, vagy akár sok magyar településről is, köztük: Buda, Esztergom, Székesfehérvár, Veszprém, Sopron, Kalocsa, Visegrád. *G. L.)* — A szerző érdekes városépítési folyamatra hívja fel a figyelmet. A reneszánsz ideális-város fogalma a szabályos úthálózat, a város közepén nagy térrel. Ebben a felfogásban alakítanak át gyökeresen sok cseh várost a XVI. sz. második felétől a 30 éves háborúig. A térre néző házak új oromfalakat, attikákat kapnak és körbeviszik a nyitott földszinti árkádsort (pl. Český Krumlov, Třebon, Jindřichuv Hradec, Telč, Slavonice, Litomyšl, Nové Město nad Metŭji). E központok tovább gazdagodnak a nemesség székhelyének átépítésével. A nemesség újraépítőként jelenik most meg a városban. A barokkban ez még csak fokozódik és a templomok mellett úgyszólván a nemesség a kizárólagos építtető. A barokk kolostorok, templomok már nemcsak a város körvonalában jelentősek, hanem uralkodnak egy-egy utca- vagy városképben. A klasszicista korszak itt későbbi mint Párizsban vagy Leningrádban, ahol a reneszánsz szabályos elv az új építésekben ismét nagyarányúan érvényesül és ez hat a cseh klasszicista városépítésre, amelyben már nem a tornyok függőlegesei, hanem az épületek vízszintesei visznek főszerepet. Új fogalmak keletkeznek: sétány és közpark. Ez új településeket a francia, orosz, angol klasszicista városépítőknek sikerül összhangban létesíteni a történeti várossal. Cseh területen ez nem jelentkezik ily erővel, csak két kisebb esetben (Mariánské Lázne, Františkovy Lazné: Marienbad, Franzesbad) és a prágai Karlin-városnegyedben. Ez a függőfolyosós bérház keletkezésének kora. — „A városok 800—1000 éves fejlődésének hosszú szakasza a feudális rendszerben és keresztény ideológiában telt el. Emberi és igavonó állatok korlátozott munkaerejére támaszkodott, vízesések, szél és fatüzelőanyag energiára. Nagyon alacsony termelési módot ismertek csak. Járvány idején tömegesen haltak meg. A születést a csecsemők és anyák magas halálozási száma erősen befolyásolta. A tudomány új virágzás előtt állt és az iskolai nevelés korlátozott volt." Az építkezéshez a legfontosabb természetes építőanyagokat használták. — A kapitalista ipari forradalom következményeit számtalanszor taglalták. E folyamat több mint 100 éves kezdete óta azonban — *Novy* úgy látja — sem az ipari tömörülésben, sem az új épületeknek a történelmi városhoz való viszonyában a helyzet nem javult észrevehetően. Emellett azok a városok, amelyeket nem vontak be ebbe az ipari fejlődésbe, hanyatlóban vannak. Meg kell vizsgálni: 1. E történeti városok hanyatlásának objektív okait. 2. Megvizsgálni a központok átalakulásait az utolsó 100 évben. Megállapítani néhány feledésbe ment pozitív jelenséget. 3. Csoportokba osztani a városokat a központhoz képest az egyes korokban azonos viszonyuk szerint. 4. Megállapítani mik a történelmi városok hanyatlásának továbbélő objektív okai. 5. A fenti megállapítások alapján a lehetséges megoldások megállapítása. — A történelmi városok szétesésének oka volt a termelőerők megváltozása és a kézművességből a gyáripari termelésbe való éles átmenet. E folyamat elemi erővel következett be anélkül, hogy valaki tudta volna, hol fog végződni. A fejlődés legjellemzőbbje a XIX. századi városi lakosságszaporulat és a vasút. A vasút behatol a városfalba, a közlekedés akadályait, a védőtornyokat, falakat lerombolják, a település ismét nyílt. Az új korlátokat a vasúti pályák jelentik. A szaporodást nemcsak a vidéki munkanélküliek városba vándorlása okozza, hanem az egészségügyi viszonyok (születések, magasabb átlagos életkor). A történelmi városkép elpusztulásának másik oka a városi aglomerációval együttjáró telekérték emelkedés és spekuláció. Másik tényezők az új energiaforrások és ezek kihasználásával jelentkező ipar, valamint motoros forgalom. Természetesen mindezen eszközökkel sokkal jobban lehet felhasználni új negyedekben, mint a történelmi városnegyedekben. Ez helyenként a régi mag elsorvadására vezetett (London Cityjének lakossága a XIX. sz. utolsó évtizedeire 28,6%-ra csökkenti). Az új ipari forradalom városközpontja a *kereskedelem* központja (City). — Néha a régi árok helyét választják az új létesítmények helyéül, aminek Wien, Plzeň, České Budějovice, Hradec Kralové,

(Olomouc, Pisek). A folyómeder-szabályozás új helyeket biztosított a középítkezéseknek (Prága, Hrdec Kralové, Pardubice). Szerző is tiltakozik az ellen, hogy a XIX. századi fejlődést kizárólag negatíven ítéljük meg, mint amelynek városai mind kizárólag kaotikusan nőttek volna minden részükben. Végül is e lavinaszerű fejlődés vezetett a legtöbb európai nagyváros XIX. századi szabályozási tervére. Az előbb említett körutak, a városi közparkok, állatkertek, Párizs hausmanni terve és Budapest millenniumi városépítései nagyvonalú és döntően építészeti, páratlan arányú elképzelések. Ezután a City-t jellemzi. A sokemeletessé nőtt bérház gyakran megjelenik a történeti negyedekben is, amilyen a prágai régi lóvásártér esete, a mai Václavské Namesti. A másik oldalon viszont erőteljes ellenkezés figyelhető meg a modern építészek részéről az első világháború után az eklekticizmus, akademizmus és a korszerű építészet más akadályaival szemben. — A II. világháború pusztításai miatt emelkedett a műemléki együttesek értéke. Nagyrészt elpusztított városokat állítottak helyre Lengyelországban és a Szovjetunióban anélkül, hogy Dixmuiden és Ypern álrekonstrukcióit megismételték volna. Novy sajnálatosnak tartja, hogy sok történeti várost az új építkezések lényegében elváltoztattak, vagy az 1900-as állapotot állították helyre és elmulasztották a nagy alkalmat, hogy az ipari forradalom előtti városképi értéket adják a városnak vissza. — A történelmi városokat a mai városközpontjukkal való viszonyuk szempontjából az alábbi csoportokba osztja: 1. Egyhelyben álló (stagnáló) történelmi városok. 2. Történelmi városok a modern ipari központon kívül. 3. Történelmi városok, mint a modern ipari város központjai. 4. Történelmi város, mint része a modern ipari városközpontnak. 5. Történelmi város, amelyet mint egységet az ipari város felépítésével szétromboltak. A csoportok külön-külön jellemzése után a történelmi városok hanyatlásainak okait vizsgálja, amelyek a korábbi periódussal még mindig azonosak, kivéve az akkor magántulajdont képező ház, ill. telekingatlanokat. Felhívja a figyelmet arra, hogy új energiabázis (atom) és új társadalmi rend küszöbén állunk. A termelési eszközök automatizálásával megszűnik az ipari munkásság koncentrációja. A nagyvárosok vonzása tovább tart. Gyorsforgalmi utak vezessék le a felnövekvő lakosság közlekedését, de ezeket nem szabad a történelmi városok határain belül bevezetni. Meggondolandó, hogy ez, az egykor gyalogos, lovas, lófogatos közlekedéshálózatú negyed az ipari városnak csak kis hányadát alkotja, és nagysága ritkán lépi túl a 200 ha-t, a legtöbb 50 ha-nál is kevesebb. „Gyakorlatilag csak egy megoldás van: az autóforgalmat a történelmi város magjától távol kell tartani, kivéve az élelmiszerellátás, szállítás, köztisztaság és közegészségügy szolgálatát, éjjel és a korareggeli órákban. Ily módon a történeti mag a járókelők számára valódi oázis lehet, ahol nem fenyegetik autók, sem lárma." (175. o.) A történeti városnak egykor valamennyi tere és utcája oly tér volt, amelyben sétálni lehetett. E sétánynak egyetlen maradványa a mai „Korzó". A középkor és a reneszánsz fedett sétányának Csehszlovákiában nincsen folytatása. Ezután az öt városcsoportra mutat be példákat és részletezi jellemzőiket. Az 1. csop.-beliek kisvárosok, 2000—10 000 lakossal, kevés forgalommal, kis kiterjedésű területen. Nincsenek városi forgalmi eszközeik, a pályaudvar rendszerint félreeső fekvésű. Ha iparüzeme van, többnyire élelmiszer- és könnyűipar. A kereskedelem még ma is a régi piactérre tömörül, és a piaci utcára. Itt még ma is vannak heti és évi (országos) vásárok. Minthogy e városok gazdasági alapjai, sem lakosságszáma nem változott, az élet a hagyományoknak megfelelően folyik bennük. A távolsági forgalom, amely általában a piactéren át vezet, egyéni megoldást követel: többnyire nehézségeket okoz és emiatt a mag körül kell vezetni (179. o.). E városok avult házainak felújítása nehéz probléma, mert az alacsony lakbérek nem fedezik az épületek rekonstrukcióját, egészségesebbé tételét célzó munkák költségét, sokszor még a karbantartáshoz is alig elegendők. Az ilyen városok központjainak célja továbbra is lakás maradjon. A középkori lakás-raktár-műhely kapcsolatból az alkalmatlan raktárnak és műhelynek ki kell válnia és a tömbön belüli toldásokat le kell bontani. A lakások helyreállítása az új lakótelepek lakásaival egyenértékű legyen. Az államnak és közületnek együttesen kell viselnie a költséget éspedig nemcsak e jelentősebb műemlékekre, de a mag *teljes terjedelmére* vonatkozóan, illetőleg tömbről tömbre. A művelődésház zsúfolt programja általában nehezen erőltethető bele egyetlen műemlékbe, de a programok megosztása és több épület felhasználása Csehországban jó eredményekkel járt. A 2. csop.-ba oly ipari városokat sorol, amelyek lakossága 20—40 000 fő. A régi magból a technikailag jobb új városcentrumba szivárgott át a lakosság. A régi részre vonatkozóan sok egyezés az 1. csop.-tal. Az új települések számára új városközpontokat kell kialakítani anélkül, hogy ezt a történelmi magban akarnának áthelyezni. — A 3. sz. csop.-ba a 40—250 000 lakosú városokat helyezi, amelyekben az ipari város központja a történelmi mag. A kereskedelmi központ kelletkezése a magból sok lakót kiszorított, az épületállomány jobb, mint az 1. és 2.-nál, de az

építészeti központ kevésbé érintetlen. A város állandóan nő; mai központja nem sokáig válik be. Hogyan növekedjék? A pályaudvar felé vagy a gyárövezet felé? Egyáltalán kérdéses a gyártmányok automatizálása idején növekszik-e a gyárak és munkások létszáma? A központ tehermentesítésére kell mindenesetre törekedni. A régi központot a társadalmi és művelődési élet számára szükséges fenntartani, olyanokra, amelyek nem kívánkoznak az *új* központokba. Ugyanez vonatkozik a kereskedelem nem típusos, hanem egyedi igényeket kiszolgáló részére is. A régi központot nem a gyors forgalom, hanem a gyalogos sétálók számára ajánlja kiképezni, sétautakkal, parkosításokkal, csendes terekkel, amivel a pihenés kap szerepet a városi kereten belül is. A 4. sz. csop. hasonló problematikájú, mint a 3. sz. A forgalom megoldása itt is nehéz. A felszín alatti (földalatti) vasúti megoldás alkalmasabbnak látja ezeknél, mint a költségesebb „metro"-rendszert. A milliós lélekszámnál nem nagyobb városokban ez jobban beválik. Az 5. sz. csoportnál a történelmi úthálózatot elváltoztatták, a város már nem maradt meg egységében, csak részleteiben eredeti. Azonban az átalakulások XIX. századi idejében is érdekes objektumok épülhettek, amelyekre az újabb városszanálásoknál figyelemmel kell lenni. — *St. Sommer* a szanálás és rekonstruálás gazdasági kérdéseivel foglalkozik. A beruházások ésszerűsége és célszerűsége az államok felépítésének elsőrendű problémái. Az ország gazdasági tervébe a lakásépítést úgy kell beállítani, hogy abban az új lakások és a régiek rekonstruálása helyes arányú legyen. A szanálás és rekonstruálás konkrét példáival igazolható azok célszerűsége. A példákat az állami rekonstrukciós intézet adataiból veszi. Polick városának történelmi magjában 364 házból 5,2% új, 21,3% jó állapotú, 53,3% sürgősen nagyobb beavatkozást igényel és 20,2% nagyon rossz állapotú, közöttük 3,5% életveszélyes is. A házak túlnyomó része javításra szorul, nehogy állapotuk még inkább rosszabbodjék. Különösen a hibás tetőfedések okozzák a gyors pusztulást. A mély beépítés világítatlan és szellőzetlen tereket eredményezett a házakban, vízöblítés nélküli árnyékszékek, istállók és takarmány felhalmozás tovább rontják az egészségügyi helyzetet. A főtér némely házát földszintjéig ellepte a víz és a falak átnedvesedtek, a pincék is legnagyobbrészt hasznavehetetlenek. A városmag házainak többsége lakóház. A város belsejében nincsen nagyobb ipar, csak kézműipari műhelyek és kereskedések. Az átlagos magasság földszintes és egyenletes. Átlagos laksűrűség 127 lakos/ha. Rendkívül nagy lakófelületet foglalnak el az üzemek és irodák, miáltal a laksűrűség csökkent. Ez a helyzet tipikus a cseh történelmi városmagokra. Rekonstrukció útján és az életveszélyek megszüntetésével mintegy 70—80 lakás nyerhető. A vizsgálat azt mutatta, hogy a költségek az új épületekhez képest csekélyek, nem is beszélve a közművek beruházásának megtakarításáról (189. o.). A szanálás további feladata a tömbökön belül zöldterület létesítése, a mezőgazdaság kitelepítése, a faárnyékszékek megszüntetése, megfelelő tartozékok, világítás, szellőzés megadása. Egyik tömb 56 házának gazdasági értékelése az egész városra jellemző adatokat eredményezett. Közülük 2 ház közületi tulajdonban, a többi magánosoké. 120 lakás van bennük, 308 lakossal, vagyis lakásonként 2,5 lakos. Egy lakás átlagterülete 97,3 m², ami lakásonként 38 m² lakásterületet jelent a mellékhelyiségeket is beleértve. A tiszta lakóterület 25 m²/fő. A lakásokon kívül a vizsgált tömbben 9 műhely, 19 iroda, 12 kereskedés, 19 raktár, 1 garázs, 1 hűtőtér van. Jó állapotú 34%, javításra szorul 42,8%, nagyon rossz állapotú 23,2%. *Az 56 vizsgált házat helyettesítő új házak építési költsége csak 0,77%-kal volna kevesebb, mint Polička egész történelmi városmagja 364 házának modernizálása és teljes rekonstrukciója*, állapítja meg Sommer (189. o.), az állami intézet adatai alapján. A történelmi mag szanálása az új építésnek csak 22,7%-át, vagyis kevesebb mint egynegyedrészét teszik ki. Emellett az új közművek építését még nem is vették figyelembe, pedig az teljes összeggel szerepel, míg a régiek szanálásánál csak a közművek javításáról van szó. A prágai Hradzsani 13 történelmi házának és palotájának modernizálása csak 50%-ába került az új építkezésnek, amire az ide helyezett Nemzeti Galéria beruházásánál szükség lett volna. Pedig a 118 cserelakás költségeit is tartalmazta. Érdekes adatokat közöl Prága és Brünn üzlet-beépítés-lakás megoszlására bizonyos helyeken. Mindebből a lakóépületek megmentésének sürgőssége látható. Az idejében végzett rekonstrukció és szanálás ésszerű és célszerű. Az erre fordított összeg általában 25—40%-a között mozog annak a költségnek, amit ugyanekkora új épületekre kellene fordítani (194. o.). Az eljárás gazdaságosságánál a hibás felhasználás megszüntetését, az objektumok elértéktelenedésének megszüntetését, az anyagtakarékosságot, az új anyagok felhasználásában rejlő anyagtermelésbe rejtett munkaidőmegtakarítást is mind figyelembe kell venni. Emellett nem kevésbé érdekes a restaurált objektumok értékemelkedése. A gazdasági tervben a lakásépítésre szánt keretből a rekonstrukcióra, szanálásra szánt összeget ki kell hasítani és ezt olyan — magasabb — összegben megállapítani, amely a lakóépületek hanyatlását, állományuk pusztulásának folyamatát megszünteti.

Ez alkalommal a nagyobb egységekben végzett munkák gazdaságosabbak (és a sortatarozásokhoz hasonló, de az épület belső korszerűsítését is elvégző tömbfelújítás volna ajánlott. *G. L.)* és ezért erre kell törekedni, mint termelékenyebb eljárásra. — *G. Strauss* a német történelmi városok 1945 utáni újjáépítési problémáit ismerteti. Az a régi városkép, amely 500 éve Aeneas Sylvius Piccolominit annyira lelkesítette és amely Braun és Hogenberg, valamint Merian munkáiban maradt meg, ma torzó. A háborús pusztulás eddig ismeretlen mérvű feladatok elé állít. Strauss a későkapitalizmus idejének városfejlődésével és a jelen követelményeivel foglalkozik: Párizs és azt követően Köln századvégi rendezéseivel, ahol az új *vonalakkal* akarták a város *terét* rendezni. A század második felében a társadalomban is fontos változások történnek, a nagypolgárság veszi át a hatalmat a város fölött. Milyen nagymértékű ennek a jelentősége az a korábbi polgárság építésének összehasonlításából világlik ki. A városok City-képződése a városközpont zsúfolódása, avulása a nagypolgárságot külső, kertes övezetbe kényszeríti, oda épít magának villákat, hasonlóan az itáliai reneszánszban a főnemesség által végeztetett „villa" építéshez (és amelyet a bécsi barokkban figyelhetünk meg. *G. L.)*. Az új művekhez egy új alapvető felfogásra van szükség *(E. A. Brinckmann)*. Az 1950. évi építési törvény megformálja „a városépítés 16 alapelvét": minden város felépítésének elvi rendjét, minden város kötelezettségét lakosai szükségleteinek harmonikus kielégítésére, a városközpont visszaszerzését társadalmi feladatok számára, a jellegzetes történelmi jegyek figyelembevételét, a magán telekhatárok áthidalását stb. A különleges, műemléki előírásokat az 1952. évi műemléki törvény szabályozza. Az itt tárgyalt téma szempontjából Németországban is felvetődött, hogy a változott társadalmi viszonyok közepette mennyire és hogyan kell a régit megtartani az újjáépítés során? Nagyot változtak az anyagi és szellemi igények a várossal szemben, a mai forgalmi és gazdasági feltételek és a mai építészet arcát annyira másképpen meghatározó építőipari eljárások. A német műemlékvédelem hatékonyságát késleltette több téves felfogás, ami oka volt értékes művek elvesztésének annak ellenére, hogy a szovjet megszállóhatalom alátámasztotta ezek biztosítását és hasonló elvet követett a Német Szocialista Egységpárt és a NDK kormánya is. A történelmi városok speciális építészeti feladatairól először az 1946. évi műemlékvédelmi napon volt szó Weimarban, amelyet éppen *Strauss* professzor készített elő. A szélsőséges álláspontokat: város áthelyezését vagy az elpusztult állag túlságos restaurálását nem fogadták el. A szocialista realizmus módszerével megkísérelt nemzeti hagyomány továbbvitelét az NDK Építészeti Akadémiája alátámasztotta, de ez az irány többfelől is kritikát kapott, amit *Strauss* is elismer. A lengyel, cseh, szovjet műemlékvédelemhez képest a német műemlékvédelem erős hátramaradását a saját műemlékvédelmi munkájuk hibájának tartja, de persze ebben a pusztulások rendkívüli mértékének van döntő szerepe. Ezután a történelmi városok szerkezeteiről beszél, a barokk nagyarányú „ditirambus"-airól *(Brinckmann)*, amelyben Drezda épült, és az „unalmastárgyilagos" keletelbai koloniális városok sakktábla alaprajzáról *(Brinckmann)*. Wölfflin az érett kultúrákat a „formálóerők" túltengésében látja, hogy a nyugodt és zárt épülettömegeket „mozgás és izgalom" váltja fel, tehát növekvő formagazdagság. Ez a felfogás közel van a felépítmény marxista értelmezéséhez, mely valamennyi társadalom fejlődésében végbemegy. A formaképzést azonban nemcsak szellemi tényezők, hanem anyagiak is befolyásolták. A feltörekvő osztályok korlátozott gazdasági viszonyai is okozhatták a lemondást a fokozott formafelhasználásról, kemény formafegyelmet követeltek, amely a valósággal számolt. Ez a valós elem lehetett hatékony a sakktábla alakú városalaprajzok keletkezésében. Ennek az eredménye a városszerkezet egyöntetűsége, amely a kifejezetten hangsúlyos barokk elrendezésektől bár különbözik, esztétikai értékben azonban nem hátrébbvaló. Minden alapunk megvan tehát arra, — mondja *Strauss* —, hogy a sakktábla-elrendezéseket is értékes örökségnek tartsuk. Sokkal nehezebb a helyzet a nőtt középkori városalaprajzoknál, melyeknek keskeny utcái végképp alkalmatlanok a mai forgalomnak. Itt gondosan mérlegelni kell az eseteket és csak a nagyon jellegzeteseknél látszik keresztülvihetőnek a meglevő állapot messzemenő fenntartása. Ezt is csak azért, mert mindenhol gazdaságilag nem oldható meg a régi, és a jelen gyakorlatiszükséges közötti ellentmondás feloldása, a túl sok eset miatt. Mégis, még ott is, ahol a megváltoztatások kikerülhetetlenek, vannak lehetőségek a régi városszerkezetet alkotó módon továbbvinni. Hivatkozik arra, hogy W. Rauda és K. Junghanns is aláhúzzák a város jellegzetes városképeinek és dominánsainak fontosságát. Rauda három kompozíciós elvről beszélt: a *szabadritmusú* épülettestekről, melyek a tájban állanak (görögöknél), a *metrikus* elvről a tengelyre fűzött elrendezéseknél (római) és a *kötöttritmusú* elvről a középkori városoknál, túlnyomóan „aszimmetrikus-ritmikus" törekvéseivel. Jobban törekednünk kellene a tengelyekre épített elrendezések elkerülésére régi települések eseté-

ben, mint ahogyan a mai tervekben ez még előtűnik. A régivel össze nem egyeztethető ilyen megoldások jobban veszélyeztetik az egész városképet, mint bármely időből származó egy-egy építészeti újabb forma. Az újabb beépítéseknél a régi alakok különlegességeihez igazodást tartja helyesnek. Nem ért egyet a Kölni Wallraf-Richartz-Muzeum sem a Gürzenich modern épületeivel, melyeket egyénieskedőknek, túlságosan technicistáknak ítél. — Ezután több német város példáját elemzi, köztük Freudenstadtot és Neubrandenburgot, melyeknek történelmi városmagjai teljesen elpusztultak. Mindegyiknél megtartották a régi szabályos alaprajzot, amelyre 3, ill. 4 szintes régieskedő házakat terveztek (1955), illetve előbbinél meg is építették. A főtér hatása olyan, mint Várpalotáé. Münster esetében a gótikában átépített főpiac hosszú utcáját rekonstruálták, belsőkben modernizálták. Az 1955-ben épített új színházat nem tartja szerencsésnek, pedig az épületről közölt kép egymagában megnyerő. Ugyancsak kiáltóan harmoniaellenesnek nevezi a nyugatnémet Frankfurt am Main és Köln új beépítéseit, a teljesen elpusztított történelmi városrészek helyein. Frankfurtban néhány műemlékez visszaállítottak (Goethe-Haus), és az új épületeket nem túl magas és testes tömegekkel és nyeregtetővel fedték, ami még az alkalmazott alacsony hajlásszög mellett is jobban alkalmazkodik a régi városképhez. Az új épületek tömegtagozódása emlékeztet a régi német városok hatására — mondta *Strauss* — és ugyanakkor nem voltak gazdaságtalanok sem. (A bemutatott képek sajnos túl kisméretűek ahhoz, hogy ítéletet alkossunk az alkalmazott részletekről. A beépítés bizonyos mértékben igazodik a régi városszerkezethez, másrészt viszont széles utat vezet át a várostérben, amelynek egyik oldalát az új épületek homlokfalaival határolja, a másik azonban a régi városrész nyitott udvaraival megoldatlan. *G. L.*) A harmincas években Kölnben készített új útátvágás a Heumarkt-tól a Neumarkt-ig élénk példája annak, hogy egy nagyváros növekvő forgalmát nem elegendő az útszélesség növelésével megoldani, legalábbis nem a nagyvárosok központjaiban. Ezeknek az átvágásoknak kezdő és végső pontjainál forgalmi dugók keletkeznek, amiket nem tudnak kiküszöbölni. Kölnben e hibás forgalmi elképzelésnek feláldozták a régi Heumarkt-terét. A jó megoldások ma a megkerülő utak és bizonyos központi területen a kocsi- és gyalogforgalom szétválasztása (213. o.). Kölnben a híres régi Hohe-Strasse-n csak gyalogos forgalmat engedélyeztek és más belvárosi utcákban is, aminek a kereskedelmi emberek ellenálltak és féltették a kereskedelmi forgalom leesését, ami azonban nem következett be, ellenkezően növekedett. Még a kisebb városok hasonló elhatározása is eredményre vezetett (Paderborn). Funkcionális előnyökön kívül a gyalogútak a belváros számára azért is nagyfontosságúak, mert élettel töltik ismét meg azt, nem a közlekedési eszközök tolongásával. Jellemző, hogy a tervezett tehermentesítő úthoz szükséges telkek árait annyira felverte a spekuláció, hogy a terv megvalósítása rendkívül megnehezült. Hibáztatja az Alten Markt-nál a Dóm irányában épített üzletházat, amely sem fő formáiban, sem arányaiban és részleteiben nem illeszkedik semmiféle rendhez. Ismeretes a St. Gereon mellé kíméletlenül felépített magas ház, bár máshol a műemlékhez közvetlenül csatlakozó épületek magasságát korlátozták. *Strauss* ezután az új és régi kapcsolatait fejtegeti és azt, hogy művészi alkotások esetében a régi és új harmonikus együttest alkothatnak. A harmoniának nem feltétele, hogy az új hasonlítson a régire. Igaz, hogy már Goethe rámutatott arra, hogy a „hasznostól vezet az út az igazon át a széphez", de ezt a folyamatot meg is fordította. Semmi esetre sem szabad azonban kiemelni egyetlen tényezőt, mint ahogyan azt a *hasznosság* megszállottjai teszik. (Leipzig, Drezda új beépítéseinek bemutatott képei kompromisszumos megoldást mutatnak. A 6—7 szintes házak sem nem adnak új architektúrát, sem nem régiek. Magdeburgot nem ismerjük és új épületeiről itt nem is kapunk képet. Rostock historizáló helyreállításával azonban a teljesen új méretek és beépítés mellett nem értünk egyet. Még a főteret szegélyező új épületek is csak közönséges másolatok, amelyek unalmasan ismétlődnek és az első világháborúban elpusztult kelet-poroszországi kisváros egyformán helyreállított árkádos házsorára emlékeztetnek, amelyeket már *Dvovak* negatív példaként közöl „*Kathekismus d. Denkmalpflege*" c. könyvében. A szintén említett Bautzen, Görlitz, Stralsund és Quedlinburg városokban helyrehozhatatlan károkat okozna hasonló beavatkozás, amire reméljük nem is kerül sor, mióta láttuk Görlitz esetében a drezdai építészeti főiskola és a műemléki hatóság eredményes együttműködését és óvatos gondosságát. *G. L.*) Szerző ismerteti a berlini Unter den Linden helyreállítási tervét, a Zeughaus, Neue Wache, az Egyetem, Opera épületeit (amelyeket ugyane munkaközösségnek 1959. évi berlini megbeszélései idején már helyreállítva láttunk. *G. L.*). — *G. Münter* Lübeck újjáépítését ismerteti. A romhalmazzá vált városban nem akartak egy középkori városrekonstrukciót végrehajtani. Azonban ott, ahol a megmaradt házoromzatok sorában csak néhány hiány (foghíj) keletkezett, ott természetszerűen azon fáradoztak, hogy a sort bezárják" (228. o.),

és ahol szükséges, az új épületet is oromfal zárja le. Egyik esetben ide egy — csak homlokzatában épen maradt — eredeti falat helyeztek el. (Ennek az eljárásnak a helyessége több szempontból is vitatható. *G. L.)* A főtér helyreállításáról ír, ahol az új épületekkel megtalálták a mértéket a műemlékek helyreállítása mellett azok érvényrejuttatására, anélkül, hogy történetieskedő utánzásokhoz folyamodtak volna. — Az erfurti konferencia zárójegyzőkönyve szerint a megbeszélés főbb eredményei: 1. A kutatásban és gyakorlatban elengedhetetlen a nemzetközi együttműködés, mert a tervszerű feladatokat csak így lehet a tudomány mai állásának megfelelően megoldani. 2. A városépítés történetét az eddigieknél rendszeresebben kell feltárni és régészeti kutatásokkal alátámasztani. Minden országban ajánlott a Lengyel Tud. Akadémiához hasonló kutató intézetet felállítani, és mindenekelőtt ennek módszertani tapasztalatait felhasználni. 3. A városépítéstörténeti anyag (lehetőleg légifelvételek is) rendszeres cseréje sürgős. 4. A történeti települések felépítésében, beleértve a műemlékvédelmet is, szintén folyamatos tapasztalatcserére van szükség. — Az 1957. évi megbeszélés anyaga: 1. Várostörténeti kutatások új eredményei a középkor végétől a XIX. század elejéig. 2. Újabb áramlatok és ezek történeti előfeltételei az európai államok városépítésében. 3. Forgalmi problémák a történelmi városmagokban. Az ülés rendezője a CSR Tud. Akadémiája legyen.

Gerő László

A „VÁROSÉPÍTÉSTÖRTÉNET ÉS ÉPÍTÉS TÖRTÉNETI VÁROSOKBAN" C. AKADÉMIAI MUNKAKÖZÖSSÉG MÁSODIK NEMZETKÖZI KONFERENCIÁJA

(Dobříš, CSR. — 1957.)*

W. Gruszkovski a történeti városok mai kívánságokhoz alkalmazkodásának problémáit ismertette Lengyelországban. A mai lengyel városok túlnyomó többsége a középkorban keletkezett. Bizonyos helyeken az utcahálózat máig megmaradt, egész sor értékes épülettel. Ezeknek fenntartása a mi generációnk kötelessége. A régi városrészek, amelyek valamikor valamennyi városi funkciót megtestesítették, a XIX. század folyamán fokozatosan átalakultak: üzletek, kézműipari műhelyek üzemek, áruraktárak, ügyvédi irodák, orvosi rendelők, egyre több teret foglaltak el bennük. Veszélyt jelentett a sűrű beépítés, a nem időálló anyagok, háborús károk, a megfelelő karbantartás hiánya és végül a nem eléggé előkészített, átgondolatlan „rendezési és tisztogatási beavatkozások". A szét nem rombolt lengyel városokban követett eljárás: 1. a műemlékek konzerválása, 2. a többi épület fokozatos átépítése, 3. a foghíjak kitöltése, 4. a hibás beépítésű lakótömbök szanálása. A sérült városokban: 1. a sérült, részben romos műemlékek konzerválása és helyreállítása, 2. a lerombolt városrészek újraépítése, az alábbi problémákkal: *a*) teljes újjáépítés a megmaradt épületmaradványok, valamint a meglevő ikonográfia alapján, *b*) részleges újjáépítés, a város egyes részeinek átalakításával összefüggően, *c*) modern építészeti formák bevezetése, *d*) részleges újjáépítés és nagyobb zöldfelület alkalmazása. Mindig probléma a műemlékek fenntartása, és az együttesben való megjelenése, másrészt az újjáépített városrészek korszerűsítése. Alapfeltétel az, hogy viszonylag magas hasznos értéke legyen az újjáépített városrésznek. Ellentétek vannak: 1. a régi forma és az új hasznossági érték, valamint 2. a műemlékvédelem és a haszonélvező kívánságai között. Ezután szerző tárgyalja a korszerű követelmények megvalósításának lehetőségeit a történeti városrészekben. A rekonstruált óvárosban a lakásépítéssel kapcsolatban megállapított követelmények: 1. a lakóépületek telepítésére kijelölt hely, ha nem lehet előnyös, akkor legalább elviselhető nedvességfokú és éghajlatú legyen. 2. A lakósűrűség normái a védett együttesekre is vonatkoznak. A régi alaprajz nem teljes beépítésével, vagy nem lakó célú használatával érték el az egészségtelenül magas lakósűrűség csökkentését. 3. A benapozás alapjául III. 21—IX. 1 közötti időben egyoldali lakás esetén 1,5 órát, az épület mindkét homlokzatára néző lakás esetén 4 órát írnak elő. 4. A lakóházak a régi városnegyedekben legyenek olyan szinten, amilyenek az új lakónegyedekben. Természetesen a műemlékekhez helyenként különleges anyag: tölgy, kovácsoltvas, vörösréz stb. is felhasználható. A konyhákat és fürdőszobákat teljes gépészeti felszereléssel látták el. Az iskolák elhelyezése ilyen helyen nehéz, a szükséges játszótér miatt, amely ezekben az együttesekben zavaróan hat. Ezért a csatlakozó területeken kell megoldást találni. — A régi városmagok kiválóan alkalmasak művelődési intézmények hangulatos elhelyezésére: tudományos kutatóintézetek, laboratóriumok, egyesületek, múzeumok, gyűjtemények és hasonlók céljára. A számos kis üzlet hozzátartozott a régi városképhez. Ezeket akkor is megtartani ajánlja, ha több van belőlük a helyi városrész szükségleténél. A műhelyek céljára egyébként is jók azok a földszinti épületrészek, amelyek lakás céljára úgysem felelnek meg. Elsősorban nem is a mindennapi élet szükségleteit ellátó üzletekről van szó, hanem az idegenforgalomtól keresettekre. Vendéglőket és kávéházakat is jó ide helyezni.

* A dobříši konferencián a Magyar Tudományos Akadémia nem képviseltette magát, mert a meghívás későn érkezett. Beszámolónkat a konferencia részvevői számára sokszorosított előadások anyaga alapján adjuk.

Viszont el kell kerülni a nagy félforgalmú intézeteket és nagy áruforgalmú üzleteket, pl. áruházakat, vagy olyanokat, amelyek a környezetre terhesek (zajosak). Kisebb irodák is jól elhelyezhetők ide. A lengyel városok történelmi magjai újjáépítésénél megkívánták az eredeti városelrendezés épségbentartását. Ebből következik, hogy a főforgalmi utakat és nagyobb artériákat mindig a régi városrészen kívül óhajtották vezetni. Minthogy a körülvevő részek forgalmát is meg kellett oldani, ezek a forgalmi utak rendszerint érintőutak, amilyen a varsói Kelet-Nyugati új út. Wroclawban az egykori belvárosi várfalövezetet jelölték ki a tehermentesítő út céljára. A körülvezető rendszerhez autóparkolóhelyeket kell kapcsolni. Megjegyzi a szerző, hogy az ilyen tehermentesítő utak között fekvő történeti városrészek rendszerint nem túl kiterjedtek. (Varsó 320 × 550, Gdansk 600 × 700; Wroclaw 1200 × 1500). Megállapítható tehát, hogy a megkerüléssel és kényszerű gyalogforgalommal okozott időveszteség nem elviselhetetlen, azért sem, mert a széles úton gyorsabb lehet a forgalom. A belső utak forgalmát szabályozásokkal is rendezni lehet: 1. Az utak helyenként kiszélesítésével, 2. árkádosítással, 3. parkoló öblökkel (az úttest kiszélesítésével a gyalogjárók rovására), 4. parkolás és megállástilalommal, 5. egyirányú forgalommal, 6. teherjármű forg. korlátozásával bizonyos órákban, 7. sebességkorlátozással. Mindezek már a mindennapos gyakorlatban is bevált, nem költséges módszerek. A régi városrészek lakásait Lengyelországban központi fűtéssel látják el. A távfűtések kazánházainak elhelyezéseivel nehézségek vannak, mert a kicsik nem gazdaságosak, a nagyok nem illeszthetők megfelelően be. A világítás a danzigi túldíszes régi tartókon nem bizonyult megfelelőnek. A neonreklámokat Varsóban csak a kirakat üvegen belül engedik meg. Zöldterületben ideális Krakkó, ahol a régi tekintélyes szélességű városárok egésze ezt szolgálja, a belsőben azonban a régi városszerkezettel ellentétes. (Az új beépítésű részeknél kimaradó területek azonban bőven felhasználhatók G. L.). *St. Sommer* a városok szanálásához és helyreállításához közöl adalékokat és mottóul *L. B. Alberti* híres 10 könyvéből idéz (XV. sz.) aki szerint

„...az épületek ily mennyiségét pedig nem a tűz, a vas, vagy ellenséges kezek, avagy más bajok tették rommá, hanem semmi más, mint elhanyagolásuk a polgároktól."

Szerző a társadalom egészének anyagi és kulturális szükségletéből indul ki, ami a munka termelékenységével, ez a nemzeti jövedelem emelkedésével függ össze. A dolgozók anyagi és kulturális színvonalának emelésétől függ a munka termelékenysége, ezekhez pedig fontos a jó lakás. Ezután taglalja a lakásépítés feltételeit, az építési beruházás, építőipari anyagtermelés terveit, a lakásfelújítások, szanálások gazdaságosságát, a lakások elavulását és „generál"-javítását. Elemzi a munka, anyag, nyersanyag, energia, szervezet és költség kérdéseit. Akkor beszélhetünk gazdaságosságról, ha a felhasznált eszközök a kitűzött céllal megfelelő arányban vannak. A gazdaságosság számításakor nem szabad egyetlen épület adataira, hanem egész együttesekére támaszkodni. A prágai Hradzsint-övező helyreállítás 14 műemléket érintett, köztük 4 palotát. A tervek készítése idején (1956) a vizsgált objektumok értéke 60%-os elértéktelenedést számítva is 25 millió cseh korona volt (35 millió Ft). Számításuk szerint:

1.	Teljes rekonstrukció	23 200 000 Kcs.
2.	118 váltólakás á 100 000	11 800 000 „
3.	150 váltó-iroda helyiség	1 440 000 „
4.	Víz-, villany-, gázvezetékek felújítása	9 760 000 „
		46 200 000 Kcs

Az épületek rekonstruálása a Nemzeti Galéria számára gazdaságos volt, mert 1. a Latenské-planira tervezett új épület előirányzata 100 millió Kcs volt. 2. a Hradzsani körül kerített szanálás útján a Nemzeti Galéria elhelyezése az új építés költségének csak 46,17%-át jelentette. A műemlékek ilyen felhasználása tehát gazdaságos beruházás volt, nem beszélve arról a kulturális nyereségről, amivel ezek értéke emelkedett, és amivel azok a mai élet áramlatába belehelyezkedhettek. A célszerű helyreállításnak másik példája a brünni „vigadó", amelynek modernizálása 4,6 millió Kcs-t jelent, 34 000 m³ beépített tér mellett. Hasonló hasznos területű új színház építése mintegy 14 millió költséggel járna, ami kb. 67%-kal magasabb a helyreállítás költségénél. Másik alapvetően fontos kérdés az, hogy milyen technikai felszerelést kívánnak ezek a rekonstrukciók? Több cseh város gépészeti felszerelésre vonatkozó vizsgálata az új épület költségei 20—25%-ában álla-

pította meg ezek költségeit, míg a rekonstrukcióknál csak a meglevőt kell felújítani vagy kiegészíteni. Általában nem szükséges a csatornázást, villanyvezetéket, utakat újonnan készíteni. Pardubitz közműhálózata és a lakóházakhoz szükséges berendezés vizsgálata Kroft mérnök számításai szerint a teljes új építésnek mintegy 50%-át tenné ki. E számítást megerősítik a műemlékek és műemléki együttesek helyreállításának állami tervező intézetének tapasztalatai is (Prága). Pardubitzban pl. a régi polgári berendezések megújításához az új berendezés költségei az építési költségeknek csak 20%-a volt, míg új építés esetén átlagban 40%-a. Számítani kell továbbá a bontási költségeket is. Pl. kiszámították, hogy Éger városa történelmi magja lebontásának költségein mintegy 500 új lakást lehetne építeni. A bontások oly drágák, hogy Londonban, Berlinben évekig csak körülkerítették a romokat anélkül, hogy e helyen építésre gondolhattak volna. A rekonstrukció gazdaságosságára befolyással van az anyagszállítás kérdése is. Egy 1956-ban kelt rendelet előírja, hogy 1 m³ beépített tér ne legyen súlyosabb 360 kg-nál, és a vizsgálatok a téglaépítést 540 kg/m³ súlyúnak mutatták, míg a vasbetonvázas építés 320 kg/m³ körül mozgott. Egyetlen 1000 m³ légterű házhoz tehát 320 000 kg anyagszállítás szükséges, ami 320 db 10 tonnás tehergépkocsi fuvart jelent. Részletes számítások azt mutatták, hogy az új építkezések költségeiből a szállításra 15—20% esik. A szanálás és rekonstrukció esetében ezek csak 3—5% között mozognak. Az anyagfelhasználást is meg kell vizsgálni: általánosan az a helyzet, hogy az építési szükségletet az építőanyaggyártás gyakran nem képes teljesen kielégíteni. Itt tehát a meglevő építőanyag felhasználása a rekonstrukció gazdaságosságát jelenti. Ugyanígy az anyaggyártásba helyezett munka megtakarítását, de a helyreállítás munkaórái is lényegesen kevesebbek az új építésénél.

A kérdés megítélésének további szempontja, hogy a rekonstrukció, ill. szanálás megvalósítása révén mennyire használható lakóteret nyerünk? Két lakótömb adatait ismerteti, amelyek nem jobbak a mi vidéki városaink régi városrészeinek egészségügyi ellátottságánál.

A beépített terület a rekonstrukció alkalmával csökkent, tehát valamit nyertek az udvarok javára. A két tömb 79 lakását 127-re emelték fel, az irodák és műhelyek rovására. A szanálások értelmessége a kapott lakások lakótereinek és az új lakások térnagyságának összehasonlításából is kiviláglik. A típuslakások lakófelületeit összehasonlítva az 1950—55 között épített lakófelületekből egy lakásra esik Csehszlovákiában:

1950	53,0 m²	A középnagyságú lakástípus
1951	48,0 m²	2,22 szoba mellett 36,75 m²
1952	39,5 m²	lakóterület.
1953	37,7 m²	
1954	35,9 m²	
1955	35,4 m²	(12. o.)

Fentiekkel szemben a rekonstruálandó régi lakások átlagos nagysága:

Leitmeritz	1,84 átl. szobaszám		69,62 m²
Saaz	1,67 „	„	52,37 m²

Az eddig előadottakból is világos, hogy a szanálás gazdaságos, mert kisebb munkaigényű, mint az új építés. A benne levő nyersanyag, félkész gyártmányok, segédanyagok (állvány), energia, víz, végül a mai létesítéshez szükséges munka, szállítás, anyagtermelés sokkal kisebb, mint az új építésnél. A lakás egységára a kétéves tervben 100 000 Kcs körül mozgott, amit 1951-re sikerült 70 000 Kcs-ra csökkenteni, ami megint lassan 100 000 Kcs-ra emelkedett, amivel szerző nincs megelégedve. A helyzetet súlyosbítja a havi 12 000 főnyi szaporulat, és az, hogy pl. Prágában 1946-ban 54 házban 435 lakást használtak irodának, 1954-ben pedig már 149 házban 2328 lakást. Sommer szerint az irodaépítés költségei lényegesen kevesebbek a lakásépítésnél. A kettő különbségéből is lakásokat lehetne építeni, megfelelő beruházáspolitikával. A régi házak egészségessé tételére bizonyos hányadot kell fordítani a házalapból, mert különben azok helyzete katasztrófálisan rosszabbodhatik. A beavatkozás elhanyagolása hallatlanul emeli a költségeket. Sommer hivatkozik az Állami Rekonstr. Int. számításaira, amelyek szerint pl. Éger városának történelmi épületei 1946—1956 alatt 50—60 évet öregedtek. Az idején történő beavatkozás egyrészt az épület értékét emeli, másrészt modernizálja azt és élettartamát is meghosszabbítja. Részletes anyagvizsgálatok igazolták a történeti épületek sok koron keresztül végzett helyreállító-restauráló munkásságát, amit egyik táblázatban mutat be. Elődeink tehát — mondja Sommer — már a legkorábbi időktől nemcsak bővítették a meglevő épületeket, hanem mindenekelőtt rekonstruálták azokat, és felhasz-

nálták őket a kor kívánságának megfelelően. Alkalmassá tételükhöz felhasználták a a meglevő falakat, és azokat csak kiegészítették. Elődeinknek ez az eljárása azt bizonyítja, hogy érzékük volt a rekonstruálásban rejlő gazdaságosság felismeréséhez, már a középkorban is. Hivatkozik a városépítések gazdaságosságának vizsgálatára a Szovjetunióban, ahogyan azokról Davidovics írt cikkeiben. A beruházások hatékonyabbá tételéről szóló 1957. évi referátum megállapítja, hogy a beruházásoknak a növekvő anyagi szükségletekkel harmonikus tervezése a termelőkapacitások jobb kihasználásának biztosítását kívánja. A beruházások megfelelnek a nemzetgazdaság lehetőségeinek. A beruházások felépítésében a nyersanyagforrások kifejlesztése, a főcél elérése rendkívül költséges és emellett még szükséges az új eljárások bevezetése stb. Mindezek mellett a nem termelési célú beruházások igényeinek, főleg a lakás- és egyéb építkezésnek teljes kielégítése nehézségekkel jár. A tervezett beruházási kereten belül kell megkeresni a maximális kihasználás lehetőségeit, a termeléskapacitás, a technikai eljárások és a gazdaságosabb üzemelés fokozásával. „Röviden, csak akkor szabad új termelőket építenünk, ha a termelés utánpótlása a régi termelők rekonstrukciójával, modernizálásával már nem érhető el. . .". Új építkezéseket csak akkor szabad tervezni és beruházni, ha azok magasabb termelékenységűek. Ezután 12 kiszemelt város összehasonlító számadatait közli. Általában megállapítható, hogy a szanálások ott a leggazdaságosabbak, ahol legkevesebb szállítást és anyagfelhasználást jelentenek, és az új építési költségek 20—40%-a között tarthatók. Minden ház elhanyagolása csökkenti annak értékét, és akadályozza a népgazdaság fejlődését, a kellő időben beavatkozás jó lakásokat tud rekonstruálni a különben használhatatlanná váló épületben, sokkalta gazdaságosabban, mint új épület építése révén, zárja le bőséges vizsgálati anyaggal kísért fejtegetését Sommer.

B. Fuchs a mai városterület övezeti felosztásáról beszél a történeti magra és eredeti településre való tekintettel. A XIX. sz. közepe után, a vasutak megjelenését követő gyorsütemű fejlődésben a középkori város egysége belekerül a külső kerületek gyakran rendezés nélküli körülépítésébe, amelyekben lényegében tervszerűtlenül keverednek lakóházak és ipari objektumok, valamint a forgalmi területek. — Az építmények tengerében a történeti város eredeti zártsága, és vele a város valamikor plasztikus megjelenése a tájban elvész. A történeti városmagban a növekvő forgalom számára gyökeres megoldást kell találni, ha a múltnak történeti értékét meg akarjuk menteni. A történeti városközpont védelmét azonban ki kell terjeszteni a még itt-ott megmaradt eredeti településegységekre is, ha azok egyéni jellegüket megtartották. Egymással szembenálló problémák megoldásáról van szó. Egyrészt itt áll a modern város, gyors fejlődésével és forgalmával, másrészt a védett történelmi város, régi települések és a táj. Sokan mondhatják, hogy a modern élet megkívánhatja a régitől, hogy vonuljon vissza. Fuchs akadémikus azonban figyelmeztet arra, hogy éppen a modern munka üteme kívánja meg, a pihenést is, a műveltebb életet és ennek során minden művelődési érték megbecsülését. Tervgazdálkodásunknak rendszerint egy-egy gondolat (elv) az alapja. A város alaprajza azonban régi, amelyet megpróbálunk felhasználni. Mindig nehéz azonban az elmúlt századok berendezését a XX. század teljesen új igényei szerint átalakítani. Ezért elsősorban a város övezetekre osztását kell revideálnunk: a munka és szabad idő harmonikus kiegyenlítését, amely egyre sürgetőbb problémává válik. Az övezeti felosztás alapjait alkotó történeti városok és települések elemzése számára már bizonyos metodikai alapokat lefektettek Csehszlovákiában. A történeti települések védelméhez hozzá kell sorolni azokat az újabbakat, amelyeket gazdaságossági szempontból szükséges védeni. A város és táj kapcsolatának vizsgálatában az eredeti tájat is fel kell deríteni, és annak minden változtatását (eredeti sétautak, későbbi bányák stb.). A település részletezett képéhez kell, hogy a táj részletezett vizsgálata is hozzátartozzék, amibe be kell vonni a regionális vizsgálat adatait is. Mindezekhez jön a közművek hálózata, amelyet az új övezeti beosztás gyakran jobban képes kihasználni. Ezeken az alapokon első lépés az ipari terület meghatározásának újraértékelése, egyidejűen az új közlekedési és úthálózattal, valamint a munka- és lakóhelyekkel. A történeti mag rendszerint a városi vagy megyei igazgatási székhely. Itt van a legtöbb művelődésügyi és adminisztratív intézmény, körülötte lakónegyeddel, — ami a munka- és lakóhely ideális kapcsolatát jelenti. Ezzel keletkezik a központi övezet. A külső övezetekben is felismerhető az eredeti településmag. Általában három összetevőből: munkahelyek, lakóhelyek és egy eredeti településegység. A munkahely a termelés fajtájától függően távoli, és a lakóhelytől zöldövezet választja el. A településegység tehát régtől óvott, melynek meghagyták eredeti alakját, és bekebelezték az új településbe, amelynek önálló közlekedéstagozódása van. Önállóságához szüksége van művelődési berendezésekre, önálló iskolakerületre. E központ a történeti részt is szolgálhatja. A részletes terv feladata a közvetlen összeköttetést a munkahelyekkel megoldani. A történeti városközpont öve-

zete lesz általában a legkiterjedtebb. Fuchs a történeti települések védelme alapján álló kompozíció előnyeit az alábbiakban látja: *a)* a történelmi központ tartósan védett lesz; *b)* a tájaknak megfelelő egységes településekek megtartják eredeti jellegüket, és a „forgalom láza" nem fenyegeti őket, emellett az új településbe egyéni hangot visznek. *c)* az új települések egyénien alakíthatók, a helyi adottságokra figyelemmel, és így a történeti részek jó társaivá válnak. *d)* a valamennyi övezeten kívül fektetett főközlekedési úthálózat nagyarányúan építhető ki. Nem keveredik itt a helyivel, és nem fenyegetettek a történelmi települések. *e)* A forgalmi helyzet legjobb megoldása az, amikor a lakóhelyről a munkahely minden közlekedési eszköz igénybevételét fölöslegessé teszi. Ez azonban általában csak a család egy tagjára érvényesül, de még ebben az esetben is nyereség. Tudott dolog, hogy a túlhajtott forgalom az életszínvonal csökkentését jelenti, ami főleg az időveszteségben jelentkezik, fáradságban és kényelmetlenségben minden dolgozónál. A gazdaságosság is a város új övezeti felosztását kívánja. *f)* Az új övezeti felosztás kijelöli a zöld felületeket, a felhasználható területeket, mint a táj bekapcsolását. *g)* A zöldövezettel összefüggésben oldhatók meg a főközlekedési utak. Ez az előadó szerint a történeti várost, a természetet és az új várost egyformán kielégítő jövő fejlődés útja. — *E. Hrušķa—T. Zalčík— D. Dorotjak* a történeti városok kutatásának és rekonstrukciójának módszerét fejtegetik. Meg kell állapítani hol a határ a történeti emlékek, szerkezet megóvásában, és hol kell ezeknek teret engednie a mai élet követelményeinek, végül, hol nem maradt meg semmi, ami a szabad új építést korlátozhatná. — Ennek a megállapítása sokrétű kutatást igényel, amelyben nemcsak a történelmi helyzetet, hanem a fejlődés lehetőségeit is mérlegelni kell. Megállapítani a történelmi, gazdasági, művelődésügyi esztétikai, vizuális és szerkezeti értékeket. Mindezt nem lehet a várostól a tervező irodától vagy a műemléki hatóságtól várni, amelyeknek megvannak a tervfeladataik. A feladat komplexitás miatt Szlovákiában e kérdésekkel a Szlovák Tudományos Akadémia Építészeti Intézete foglalkozik, éspedig ennek urbanisztikai csoportja. Itt határozzák meg azokat az irányvonalakat, amelyekre az igazgatási hatóságok és tervezők figyelmét felhívják. Az első vizsgálatok kelet-szlovákia 20 városára állapították meg a történeti városbelső és a jelenlegi város viszonyát. A komplex szemlélet nemcsak a történeti felfogásnak adjon helyet, de a gazdaságinak is, mely utóbbi csak a rezervátumok körülhatárolt részeinél szorul a történeti szempontú városvédelem érdekei mögé. Vannak városok 1. amelyek a jövőben élénk kereskedelmi központúak lesznek, 2. ahol a kereskedelem a központot elhagyja, 3. ahol a kereskedelem a lakóépületekkel keveredve továbbhúzódik. Megállapítandó a történelmi mag, védett övezet stb. továbbá a helyi és átmenő forgalom útja, és a kizárólag gyalogos utakat. A hanyatló városokban a forgalom még sokáig átvezethető a központon, sőt a főtéren is. A nem fejlődőkben azonban már el kell kerülnie, a jól fejlődőkben pedig az átmenő forgalomnak az egész lakott övezetet meg kell kerülnie. E kívánságokat a városrendezést tervező egyedül a legjobb képességekkel és szorgalommal sem teljesítheti. A történeti magok értékelése sokrétű feladat, amit el kell végezni akkor, amikor a város a saját fejlődésének megfelelő gazdasági és egyéb szempontok alapján kívánt rendezési tervét el kívánja készíttetni. A Szlovák Tudományos Akadémia Intézete metodikája a városfejlődés három periódusát állítja fel: 1. a középkort, amikor a város alaprajzi szerkezete állandósult, 2. a XIX. sz.-ot, amikor a megmaradt szerkezetet két beavatkozás változtatta meg: a vasút és az ipar. 3. Szlovákia iparosítását. A középkori városok egységes beépítésűek és nagyságúak. Három kivétel: Kassa, Eperjes és Lőcse. Utóbbi a környék egyik legnagyobb városa, és kiterjedése Pozsony és Nagyszombat után következett. A középkorban inkább csak beépítettségük sűrűségében különböző városok fejlődése a XIX. sz.-ban válik szét. A vasút nélküli városok fejlődése megállt. A korábbi zárt település helyett most a tájba szóródik szét a város, de a belsőben is változik, a gyorsabban fejlődő városok főterei új beépítései figyelmen kívül hagyták a régi méreteket és építőanyagot. A felvidéki városok területi fejlődését szerzők megállapítása szerint a földrajzi környezetük korlátozta és a fejlődés olyan szatelit településekkel következett be, amelyek központjai a városhoz közeleső szélükön alakult ki. A legfontosabb a középkori városmag sokszor már nem érvényesül eredeti egységében, és a legsürgősebb beavatkozást kívánja. A Csehországban általánosan érvényes városépítési alapelvek, amelyeket a gyakorlat is igazolt az ő számukra is felhasználhatók. Egyik probléma a város körül épített mezőgazdasági jellegű lakóövezet, mely a mezőgazdaság átállításával elveszti eredeti funkcióját. A városok átalakulását követően a a következő lépcsőkben gondolják az átépítést: 1. a megtartandó műemlékek közelében végzett szanálások, 2. a kevésbé értékes övezet, amelyben bizonyos magassági korlátozásokat képzelnek. 3. a várost övező kerületek és részek, mely a 2. csoporttal még összefügg, de az 1.-vel nincs kapcsolata.

H. Weidhaas a városi műemlékvédelem néhány alapvető kérdéséről beszélt, oly műemléki értékekről, amelyeket a hivatalos védelem nem tart számon, nem is idegenforgalmi látványosságok. Pedig az emberek döntő többsége nem egy látványos székesegyház, vagy vár tövében jár iskolába „hanem talán egy faluban, amelyet a műemlékek kézikönyve nem is említ, vagy egy ipari városban, ahol a szegényes településmag régen elveszett a vigasztalan elővárosok gyűrűjében, vagy egy elfelejtett kisvárosban". Az ilyen helyen nevelkedőnek csak távolabbi helyek felkeresésével lehetne érdeklődését felkelteni a történettudat, szülőföld szeretete iránt, kérdezi szerző? Pedig mily érdekes volna, ha pl. fennmaradt volna legalább egynehány azokból a munkáslakásokból Angliában, amelyeket *Engels* akkor láthatott, amikor híres írását fogalmazta a lakáskérdésről. A történelmi és dialektikus materializmus nem ismer abszolúttá lett értékmércéket, történeti képét a tudás teljességére alapozza, és ez természetesen lehetetlen ott, ahol a tudományos érdeklődés csak a csúcsteljesítményekre irányul. A teljes képhez a mélységek, középértékek lemérése is hozzátartozik. — Másik kérdésként felveti a történeti városközpontok eredeti beépítettségével össze nem egyeztethető nagyságú új reprezentatív tér kialakításának kívánságát. E túlnagy térrel a régi épületekkel összefüggő méretek aránytalanná válnak. — Az utolsó 4—5 generáció alatt az emberek 15—25 cm-rel megnőttek (sport, egészségügy), és nem férnek el a quedlinburgi házak 1,70—1,85 m magas emeleteiben. Erre *Weidhaas* sem talál megoldást. A nagy ünnepségeket azonban nem a történelmi tereken javasolja megtartani, hanem a sporttereken, amelyek a gyárakhoz, a munkások napi életéhez is közelebb vannak és a munkaszünetekben, otthon a gyerekekkel, a család körében is többször van ezekről szó. A sportstadionokban javasolja tartani a politikai tömegmegnyilvánulásokat, ahogyan a későantik időkben is szokásban volt. Ami nem jelenti azt, mintha a régi városközpontot el akarná szegényíteni, csak olyan új feladattól félti, amely nem fér bele. Arra is emlékeztet; már az erfurti megbeszéléskor szóba került az, hogy „az élet nem azonos a lármával". A csönd helye lehet a város bizonyos része, amely akkor is fontos hely lesz az emberek számára, ha nem feltűnő műemlékek alkotják. — *H. J. Mrusek:* a középkori magánvárak kutatásainak eredményeiről számol be a német településekben. (Részl. ism. l. *Művtört. Ért.* 1960. 4. sz.)

H. Münch : a koraközépkori városegyüttesről beszélt Lengyelországban. Ma már egész településekre vonatkozó ásatások is bizonyítják, hogy már a korai középkorban voltak ilyenek. A lengyel várostörténet korszakai : 1. koraközépkor. X. sz. közepétől 1202. az egész ország feletti felségjog megszűntéig. Várjobbágyi társadalom van ekkor : megerősített uradalmi központok, katonai kíséret és az államért dolgozó, és az uralkodótól függő jobbágyok. 2. Átmeneti kor. A középkori város kialakításának kora, a sziléziai Szakállas Henrik uralkodásának ideje (1202—1238), aki az új városrendet megváltozott jogi és felfogásbeli alapokra fektette. A városfogalom ekkor több, egymással szomszédos település csoportja. A korai időkben a város az uradalmi központokkal függ össze. A városok száma és eloszlásuk az országban az adminisztratív-politikai központok számától és eloszlásától függ. Néhány XII. sz-i forrásból következtethetünk a települések rangsorolására. Az 1113. évi Anonymus *civitas, castellum, villa* és *praedium*-ot említ. A gneseni Bulla (1136). *civitas, castellum, locus adiacens* (a castellumhoz) és *villa*-t sorol fel. A boroszlói püspöki birtokokról szóló hasonló pápai oklevélben (1155) *civitas, castellum, villa, curtis* szerepelnek. Az egyházi felosztás, mely az állami mintájára készült és nagyjából arra támaszkodott, így nézett ki: Egyházmegye, főesperesség, esperesség, plébánia. Bár a két felosztás nem teljesen fedi egymást, mégis azt bizonyítják, hogy az állami és egyházi szervezetben uralmi központok voltak, amelyek nem jelentéktelenek a velük összekötött városi jellegű települések szempontjából sem. Münch szerint ma még korai az egész adminisztráció felosztásának rekonstrukciója; az írásbeli vonatkozások csak a legmagasabb lépcsőt és egy fokkal lejjebbit engedik megközelíteni. A lejjebb álló, az alapvető területi egység, amelyet „*Opole*"-nek nevez még több évi munkát kíván. Némely Opole-központ, vagyis az alapvető területi egységek központjai azt bizonyítják, hogy ezen a fokon is volt városi élet, és ezért előbb-utóbb figyelembe kell őket venni. *Al Idrisi* XII. sz. közepéről származó híradása szerint a tájegységek központjai népesek és kézműiparosaikat is említi, tehát határozottan felismerhető a városi jelleg. Az uradalmi központok egyben a kézműipari termelés városi helyei. Münch említi, hogy 1948-ban bizottságot létesítettek Lengyelország kialakulása kezdeteinek kutatására. Ennek feladata volt sok helységben ásatásokat végeztetni, és módja volt az okmányokat helyekhez rögzíteni. E munka ugyan még nem fejeződött be, de már lehetővé teszi a koraközépkori lengyel városegyüttes vázlatos jellemzését. Megállapítható, hogy az együttes nemcsak a várból és elővárból állt. Elemzi Gnezno városszerkezetet, az uralkodó palatinusét, mely a dombon állt, és a közte és a Dóm közötti részt, melyet Thietmar *insuburbium*-nak nevez, volt a gneznoi *urbs*,

ill. *civitas*. Itt állt a Szt. György templom, itt volt az uralmi központ, az országkormányzás helye, a hivatalviselő állami méltóságok, nyilván a legtekintélyesebb lovagok. A *suburbium*, amelyben a falu volt, egy önmagában zárt tér volt a Dóm kiszolgálására. Az ettől délre fekvő terület az ásatások szerint erődített volt, több településréteget mutatott, amelyben kereskedelmi és ipari tevékenység nyomait, néhány behozatali cikket is találtak. Bizonyára itt lehetett az Al-Idrisitől leírt *város*. Palatium, urbs v, civitas I., suburbium és civitas II., mindegyike különleges funkciójú, a tájban azonban valamennyi egyetlen erősen védett egységként jelenik meg. — Hasonlóan jellemzi Krakkót: a Wawelen a mai palota ÉNy-i részén állt a királyi *palatium*, közte és a Dóm között: urbs, ill. *civitas I*, a St. Felix és Aduactus templommal. Mellette Ny-ra a Dóm területén levő *suburbium*. A hegy egész Ny és DNy lejtőjén foglalt helyet az elsőtől árkokkal, ill. szakadékokkal elválasztott *Civitas II*. a Szt. Mihály és Szt. György templomokkal. Itt is találtak védőfalat. A növekvő kereskedelem révén az Okol földön új városi jellegű központ képződött, a Szt. András és Szt. Márton templomokkal. Ez a waweli város filiáléja volt, ugyanazzal a jelentőséggel és azonos funkcionális jelleggel. Több más településszerkezet ismertetése után szerző elmondja, hogy volt oly felfogás, amely szerint a lengyel elővárosok a katonai kíséret településhelyei *(Koebner)*. Mások szerint tagadhatatlan, hogy a városok ipart és kereskedelmet űző települések voltak, azonban funkciójuk, mint megerősített tábor, nemesi lakossággal világosan felismerhető, és azt sem látni, hogy a kézműves lakosság a nemesitől elkülönült volna *(Lowmianski)*. Münch szerint a városegyüttes városi részében a lakosság két csoportja keveredett: a rendes kíséret tagjai családjaikkal és kézműveseikkel, utóbbiak zöme jobbágy. De figyelnünk kell arra is, hogy a várispánsági helyek között a katona név is megjelenik (Milicz — miles, Wojnicz; Woj=miles) mások viszont Malogoszcz (goszcz=hospes) Zawichost (chost ruténül = hospes). Ebből látható, hogy a kíséret tagjait a koraközépkori városokban a kézművesek egészítik ki. Erre vall Herbord híradása is, mely szerint Boleszláv pomerániai foglyai *in urbibus et in castris* települtek, nemcsak fogolytelepülésekben, hanem várakban is. A szabadok mellett nem szabad vendégek is voltak *(hospites)*. Az eddig tárgyaltakhoz tartozik a *piac* is. Biztonsági okokból a termékek cseréje nem történhetett a védőfalakon belül, ezért azokon kívül, a fő országutakhoz kapcsolódva keletkeztek. Általában azonban mindig a központnak alárendelt Opole-területen. Nagyobb távolság esetén a piaci település kialakulásával saját elnevezést is kaphat.

A *legfejlettebb XI—XII. sz.-i városegyüttes* szerző szerint:

1. palatium, az uralkodó lakása
2. Urbs-civitas I, az igazgatás helye, itt áll a vártemplom is.
3. suburbium — viducus eclesiasticus, a Dómmal vagy a káptalani templommal
4. civitas II., vegyes lakossággal, alapjában a kíséret-kézművesek, akik az uralkodó jobbágyai, néhány templom
5. forum, a piaci csere helye a terület lakossága számára. Rajta az üzletek (tabernae) és külön templom (plebánia-templom).

Az ispánsági székhelyek :

1. Castellum, amelyben az igazgatón kívül a várispán-comes székhelye van (ún. kis-vár)
2. Castrum, a megerősített város kézműves és katona lakossággal (cives, castrones, oppidani, burgenses, milites) —, egy templom
3. forum, ezen macella, broca, tabernae (tabernatores) — a plébániatemplom.

Mazoviában 18 várispánság volt (1065), Kelet-Lengyelország és Közép-Lengyelországban 7—7 (1136), Sziléziában 15 (1155), a többi ismeretlen számú, de hozzávetőlegesen az összes száma: 100. Egy ilyen ispánsági székhelyre általában 2 — Opole — központot feltételezve, ez 200 vele kapcsolatos piachelyet jelentett. A korai óriási várakból (Stradów, Naszacowice, Zawada, Lanskorónska) arra következtet szerző, hogy a Piastok új rendszere a korábbiból megtartotta a használhatót, átalakítva céljainak és államszervezetének megfelelően. A XI—XII. sz. folyamán alakultak ki az állam új alapjai, a topográfiai és funkcionális felosztás és elrendezés megszilárdulásával, amit itt szerző vázlatosan ismertetett, és ami további fejlődésre vezetett. A fejlődés távlatai azonban korábban ismeretlenek voltak, és ezért viszonylag sok idegen telepes, idegen jog, idegen felfogás jutott előtérbe. — Az újabb kutatások révén egyre többet tudunk a városok kialakulásáról, Németországban a szász, X. sz. első tizedében megerősített Werla áll a figyelem középpontjában, Szlovákiában Nyitra, a IX. századi püspökség, Zoborral. Különös nagyságú a cseh Kourim, Budec (Al Idrisi említi). A szovjet régészet is hasonló képet nyert Kijevről, és más helységekről, amelyek többrétűen keletkeztek, és a városi élet nemcsak e meg-

erősített területen belül, hanem azon kívül is kifejlődött. A lengyel piacnak megfelel az orosz *podol* a német *Wiek*, *Stat*. A lengyel városok egyöntetűsége, amit már Al-Idrisi észrevett, az uralkodói akarattal függ össze, ami nemcsak az uradalmi központokra vonatkozott, hanem az egész ország gazdasági életére is. Ez az akarat a XIII. sz.-ig megfigyelhető. Más államokhoz hasonlóan Lengyelországban is a XII. sz. végén a súlypont a piaci részek építésére helyeződött át, amivel a megerősített rész kereskedelmi-ipari települése lassan leépül. Más államokkal összehasonlítva Münch figyelmeztet arra, hogy Lengyelországban a városi települések szervezésében a középkort is beleértve rendkívüli erős az állam befolyása. Innen magyarázható a város középkori arculata, amely világos alaprajzi szerkezetében már keletkezésekor az ipari és kereskedelmi funkciót a piacival egyesíti. *W. Trzebinski* a lengyel reneszánsz városok kutatásának állásáról számol be. A leghíresebb, szabályos alaprajzú reneszánsz város Zamosc, mely a XVI. sz. második felében, magánföldesúri központként létesült. Ilyen városok építése gyakran összefüggött a nagybirtokos székhelyének védhetőségével. Legtöbbször csak 10—20 km körzetre hatnak és nem válnak nagykereskedelmi központokká. Így építette ezt is *Zamoyski*, a Lublin—Lwow-i kereskedelmi úton, és különféle kereskedőket hívott meg: lengyeleket, perzsiai örményeket, kaffai görögöket, levantei és portugál zsidókat. A varsói királyi palota bővítésén dolgozó Bernardo Morandot bízza meg, aki 1579-től haláláig (1600) dolgozik a város építésén, melynek sokáig polgármestere is. Zamosc magábafoglalta a főúri székhelyet és a várost magát kb. 200 házával, az egészet körítő falával 7 bástyával. (A két folyó találkozásánál fekvése, és szabályos utcahálózata e szép reneszánsz városnak nagyon emlékeztet a mi Győr városunkra, amelynél csak alig 2 évtizeddel későbbi. Ez a város is, mint amelyet egy 1570 óta Lengyelországban tartózkodó olasz hadmérnök tervezett, megerősíti állításunkat, amelyet a „Magyar városképek"-ben írtunk 1953-ban, amikor kiemeltük Győr Ferabosco által (1652-ben) tervezett szabályos városszerkezetét, mely 1564—68 között meg is valósult. Mindkettőnek Győrnek és Zamoscnak egyformán azonos itáliai hadiiskolai alapja lehet, ahonnan a két olasz hadmérnök: Ferabosco és Morando az impulzusokat kaphatták, amelyek sok és lényeges vonásokban a két közel egyidőben épült, ill. Győr esetében átépült, várost, ill. szerkezetét oly hasonlatossá teszi. — (G. L.) A piactéren (főtér) 35 m telekmélység mellett a déli oldalon 12 m, a többin 10 m telekmélység, az utcákban 8—9 m. — A legnagyobb telkek a nagykereskedőké voltak. A legkorábban valósultak meg Zamosc építészetében a főtéri árkádok, még faszerkezetű házak esetében is, amelyeket kőszerkezetűekre építettek át a XVII. sz. folyamán. — Glogóvról az újabb kimutatások kiderítették, hogy még valamivel korábbi reneszánsz telepítésű város, mint Zamosc, 1570-ben alapította Glowa földbirtokos, a Sandomierzsi erdők szélén az Erdélyből a Dukla-hágón át ide vezető fontos kereskedelmi út mentén. Ezután a tervet részletesen ismerteti. A főtér 158 × 152 m, a várost 200 telepes számára tervezik. A várost nem kerítette fal. Ismerteti több más reneszánsz város kutatóinak közléseit, de az 1500—1650 közötti mintegy 200 új település vizsgálatát még nem végezhette el a városkutatással foglalkozó lengyel akadémiai intézet. Herbst és Milobendzki tanulmányai világosan elkülönítik Zamosc és Glogów-ot a középkori városszerkezettől. A reneszánszban az egész térbeli szerkezet egyensúlyban van. A főtér a két főtengely keresztezésében, amelyek a térrészeket megfelezik. Jellegzetes, hogy az utak nem a térfalak sarkaiban vannak, mint a középkorban, hanem közepükön. Az úttengelyeket rendszerint valamely monumentális épület zárja le. Lengyelországban az elméletben hangsúlyozott radiális útvezetés nem valósult meg sehol. Szerző arra mutat rá, hogy az európai uralkodó felfogás szerint a városépítés esztetikája a reneszánsz eredménye. Ez az *A. E. Brinckmann*tól bevezetett tétel a legutolsó kutatásokban megingott. *Trzebinski Braunfels:* „Mittelalterliche Stadtbaukunst in des Toscana" (Berlin 1953) c. könyvét idézi, amely szerint Toscana városai legkésőbb a XIII. sz. közepétől tervszerűen épültek át és bővültek éspedig nemcsak hasznos célból, hanem a polgárság esztétikai igényeinek kielégítésére is, amely szép városban óhajtott lakni. Amit Pisa, Lucca, Pistois vagy Volterrára lehet megállapítani, igaz bizonyos rokonvonásokban a nyugati városokra is. A tudatos tér-plasztikus alakítása a középkori városoknak nem egyszerűsíthető le a Brinckmanni „nőtt" és „alapított" városok szkémájára. A Braunfels által megfigyelt jelenségek ugyanis mindkét kategóriában előfordulhatnak. Itt nem a városeredet fontos, hanem az az időszak, amelyben a tervszerű városépítés történt, és annak jellege. És itt érkezik el a leglényegesebb kérdéshez. Vajon a város tudatos plasztikus kompozíciója a középkori tervszerűen alapított városokkal kezdettől megvolt-e, a meghatározott utcahálóval, avagy csak bizonyos idő leforgása után jelent meg, amikor bizonyos építkezések és városszabályozások, megerődítések ezt elősegíthették. Herbst szerint a középkori városokban uralkodó a *célszerűség* — commoditas — a városok persze lehetnek szépek,

de a *festői* nem a művész tudatos akaratából ered. Először L. B. Alberti kívánta hogy a Commoditast voluptas, a *szépség* vágya előzze meg. Ez *P. Lavedan* álláspontja is, aki Albertit elemezve, neki tulajdonítja az új gondolatot „a megépített városnak szép alakot kölcsönözni". *(P. Lavedan :* Histoire de l'urbanisme, Paris 1941.) A hadmérnöki számítgatásoknak is szerepük van a reneszánsz város alakításában, hiszen a „város mint művészeti mű" új fogalom, amelynek elmélete máig tisztázatlan. — *A. Liczbinski* a lengyel kálváriákkal foglalkozik, amelyek gyakran nagyarányúak voltak és számos zarándokseregetet vonzottak. Leginkább már meglevő település közelében, de gyakran maguk az alapjai a településnek. A barokk időkre nagyon jellemzőek a keresztúti kálváriák, amelyek építészete még eléggé feltáratlan. A XII. századi keresztes hadjáratokkal kezdődik az a szokás, hogy a településekben Jeruzsálem mintáját követik, ahogyan erre Firenzénél és Bolognánál rámutattak. Sienában a székesegyháztól a Porta Salariához tartó körmenet viszont nem a Kálvária útját, hanem Krisztus jeruzsálemi bevonulását szimbolizálta. A jeruzsálemi jelkép nemcsak bizonyos templomokban, de még használati tárgyakban (pl. a hildesheimi lámpa) is megjelenik. (Vö. *Braunfels :* Mittelalterliche Stadt, Baukunst in Toscana (Berlin 1953). A jeruzsálemi topográfia iránti rendkívüli érdeklődés vezetett a számos XV. századi európai keresztút keletkezésére, ahogyan ezt *Knoller* kifejti (Geschichte der Kreuzwegen. . . (Freiburg 1908). A XVII. században az ellenreformáció egyik nagyhatású eszköze lesz Lengyelországban. Az első Lanckoronában épül (1602). Igen sokfélék. Kezdve a templombeli, vagy temetői körmenettől, a sokstációs megoldásokig, ahol 30, sőt több állomást építettek (Ujazlowska 28, Wojherowo 32, Paclawska 42). E kálváriákhoz rendszerint hozzátartozik egy templom, amely gyakran kolostorral kapcsolatos. Leírja ezután a kálváriákat, melyek közül a Zebrzydowice-i oly sűrű zarándoklatok helye, hogy mellette város települt a XVIII. sz. folyamán, piaccal stb. — Különösen érdekes az 1670. évi királyi rendeletre épült Új-Jeruzsálem (ma: Góra Kalwaria), a svéd háborúban elpusztult Góra falu helyén. A poznani püspök itt egyszerre telepítette az új várost és kálváriát a Visztula partján. — *K. Junghanns :* a XIX. sz.-i osztályellentétek hatását tárgyalta, a németországi városépítés fejlődésére. — Ő is megállapítja, hogy a XIX. sz. második felének sem az építészettörténetben, sem a városépítésben nincs valami jó hangzása. A művészi kifejezőerő hanyatlása korszakának nevezi, a bérkaszárnya — városépítés virágkorának, melyben a lakáskultúra is a mélyponton van, állapítja meg; bár e megállapítás kissé egyoldalúan csak a lakásuzsorára épített szektorát nézi a kor építészetének. Emellett azonban *Junghanns* is elismeri, hogy ez az idő sok olyan gondolatnak és jelenségnek bölcsője, amelyek teljes hatásukat csak a XX. században fejthették ki. Az ipari fejlődésével összefüggő nagy központok lakásigénye oly jelenségekre vezetett a városépítésben, az egészségügy, forgalmi eszközök fejlődésében, amelyek alapvetően befolyásolták a városok alakulását. Bár ez új jelenségek zöme technikai és a termelőerők síkján következett be, mégis az itt jelentkező változások a társadalmak életében, mindig forradalmiak. Az alapban bekövetkező változások azonban a felépítményben is jelentkeznek. A városépítés részben a termelés eredménye — mondja *Junghanns* — és mint ilyen az alaphoz tartozik, ugyanakkor azonban felépítmény jellegű is, mert minden társadalmi formációnak a város egy-egy meghatározott alakja felel meg úgy alaprajzában, mint épületeiben, amelyekben bizonyos gondolatok és elképzelések testesülnek meg és amelyeket ez a társadalom használ." Ezután a kis telkeken nyugvó városépítés korlátnélküli szabadságairól beszélt, amelyek a század végére a túlzsúfolt telekbeépítésre és uzsorabérházakra, lakásokra vezettek. Ezek annyira meggyökeresedtek, hogy a kialakított rendszer a polgárság villalakásaiban is megtalálható, ahol különösen visszásak a sablonos elrendezések, az égtáj, kert szerepének figyelmen kívül hagyása stb. A század 70-es éveiben épülnek az első munkás-lakótelepek, amelyek a Rajna vidéken a munkásság elégedetlenségét hivatottak csökkenteni. A szociális probléma ebben az időben főleg a lakáskérdésre összpontosult. Idézi *H. Muthesiust*, aki az angol Port Sunlightről ezt írta: „A gyártulajdonos tőkéjét jól látja befektetve, ha munkásait rendezett, vidámabb élethez segíti. . .". A lakásokkal az építtető gyár a munkavállalók újabb függőségét is elérte, de kétségtelenül saját termelékenységét is fokozta az egészséges lakásviszonyok által. A munkástelepeknek jobbaknak kellett lenniük. A lakásépítő szövetkezetekről ír ezután és a *szociáldemokrata* párttal való összefüggéseiről. A lakbér leszorításával a szövetkezetek mindenesetre konkurrenciát támasztottak a háztulajdonosok számára, és az építési vállalkozóknak is. A drágább magánépítés bebizonyításában veszélyes forradalmi elem rejlett. Érdekes adatokat sorol fel Bécs lakásviszonyaira, ahol 1951. év végén még az összes lakások 83%-a ún. kislakás, 35 m² átlagos területtel, egyetlen szobával. A sejtszerűen ismételt lakásforma építését, az egyforma elemekkel való telepítés gondolatait a munkás-lakótelepek hozták. A lakóút kifejlesztését, a hegyes területeken a görbén vezetett utat, a

telepeken a középületek, bölcsődék, napközik, olvasók stb. rendszeres városrendezési elhelyezését centrális, zöldövezetben, a lakónegyed zöldövezetes leválasztását, a közösségi épületek és a település lakóházai arányosítását mind e munkáslakótelepek kezdeményeire lehet visszavezetni. *Junghanns* az *Ebenezer Howard* által propagált kertes város fogalmát is a két angol település példájára Bourneville (1879) és Port Sunlight (1886) viszi vissza. — *V. Lorenc* és *O. Novy* a csehországi történelmi városok életét és átalakulásait tárgyalják. A városfogalmat úgy fogják fel, mint amelynek a társadalmi-gazdasági fejlődés az alapja, mely azt alkotja vagy átalakítja, és az építő, városrendező folyamat eredménye. — Az államjogi meghatározások csak lezárói egy korábbi folyamatnak. A korai, települési előtti fejlődés időszaka a cseh városépítésben 1200-ig tart. Az egységes Csehország kialakulása 300 évig folyik, és a X. sz. elejére fejeződik be, két központtal: Libice nad Cidlinouval a Slavnikok és Prágával a Przemyslidák központjával. A kettősség a Slavnikok 995. évi elpusztulásával megszűnik. — Csak saját használatra termelnek az önállóan gazdálkodó települések. A feudális társadalom kristályosodási helyei a kíséretek, mindenekelőtt a hercegi kíséret. A háborús szolgálataikért a kíséret tagjai a hadizsákmányon kívül földet kapnak az uralkodótól. A népből alattvalót csinálnak e területen, a méltóságviselők birtokai rendkívül szétszórtak. A birtokrészek egyesítése és a föld általános művelése, a népek letelepedésével, vagy áttelepedésével a XI. sz.-ban kezdődik. E tisztán mezőgazdasági falvakon kívül Csehországban egy sor világi és egyházi település is van (Litomerice, Zatec, Olomuc, Znojmo). Az első évezred végén mintegy 1 000 000 lakos, a XII. sz.-ban mintegy 1500 település, amelybe a várak és udvarok nincsenek benne. — Az egyház teljes függőségben van az uralkodótól, aki a prágai püspököt személyes káplánjának tekinti. Az egyház gazdag ajándékokon keresztül feudális úrrá válik. A növekvő gazdagsága később függetlenítési törekvésekre ad alapot. Egy fontos K—Ny-i út mentén Prága lesz a legjelentősebb település, jelentősebb, mint ami a Przemyslidák korai századokbeli hatalmával arányos lett volna. Jelentős piacok, kőházak, sok templom csoportja, a Moldva mindkét oldalán. A mezőgazdaság és a kézművesség munkamegosztása az egész országban egy bizonyos általános állapotot eredményezett. A kereskedelmi és piaci települések és az uralkodóház tagjainak hűbéresi központjainak hálózata, a XI. sz.-ban szerves fejlődés fejlett állapotát tanúsítják. Az állam konszolidálódásában a védelemnek Közép-Európában különös jelentősége van. A régebbről használt földművek mellett megjelennek a városi kő-lakótornyok is. A XI—XII. századi fejlődésben az állam konszolidálódásában a védelemnek Közép-Európában különös jelentősége van. Az állam kialakulásában nagy szerepet játszik a kereszténység általános elterjedése, mint új ideológia, mely a városi települések magasabb szervezeti formái és a termelés — csere — társadalmi kapcsolatok kodifikációjára vezetett. A fejlődés második szakaszát a városok forradalmi fejlődése időszakának nevezik (1330—1419). A lakosság további koncentrálódása bizonyos alakulatokban, az állam politikai egységesedése és védelmének biztossá tétele az uralkodót a városnak mondern lakás-, termelés- és védelmi szintézise vezette. A városok erődítésekké válnak, állandó fegyveres polgárőrséggel. A pénzhozam előfeltétele a városok fejlődésének és a településékének, — amelyet az előadók felfogása szerint helytelenül szoktak kolonizációnak nevezni. A cseh állomány ugyanis sűrű és felosztott volt már korábban is, míg a kolonizáció általában új terület felhasználásával történik. A király egy más korábban meglevő régibb települést jelöl ki, amely megfelelő mezőgazdasági hátterülettel is rendelkezik. Ez lehetőleg egy távolforgalmi úton: stratégiai fontosságú hely legyen. A XIII. században 100 várost alapít a király és alattvalói, a század harmadik negyedében ebből 41-et. Ily gyors építési folyamat a városkörnyéki terület lakottsága, művelése nélkül, szűz területen még ma is nehézségekkel járna, abban az időben pedig elképzelhetetlen. A városfejlődés a településcsoportokon alapult, amelykből egész sornak tisztán város jellege van már. Városalapítás puszta területen kivételes. Ahol ez előfordul (Plzeň, Budejovice), a régebbi település áthelyezéséről van szó, amit a Stara Plzeň, Staré Budejovice nevek is bizonyítanak. Mintegy 600 évvel későbbi a második forradalmi hullám, az ipari városok fejlődése ugyanúgy az akkori települések felhasználásával következik be. — A tárgyalt I. forradalmi városépítési időszakban gyökeresen megváltozik az arcképe egész tájaknak, a földbirtok új elhatárolása miatt. Legnagyobb változást szenvedik a telepítés előtti városi településcsoportok. A viharos változás nyomai 700 év múltán is leolvashatók. Csak az utcahálózat és az éghetetlen anyagból (kő) épített épületek, általában templomok őrzik az eredeti állapotot. „Az utak megmaradása arra vall, hogy a telepítések idejében figyelembe vették az eredeti lakóépületeket. A városok új beépítésekor nagyrészt szabályos elrendezés jellemző, és egy rendkívül kiterjedt piactér. Kézművesség és kereskedelem az alapjai a falakkal védett középkori városnak. A termelés viszonylag kicsi, a céhektől korlátozott mértékben folyik le a házakban,

amelyekben egyidejűen laknak. A középkori polgárház típusa egyemeletes sorház, egy mély telken. A királyi városok többségénél a XIV. sz.-ban kőház." — Ez időszak második felében, a XIV. sz.-ban a legtöbb város kibővül, általában a falakon kívüli elővárossal, a távoli út mentén. Egész kivételes a prágai Újváros telepítése IV. Károlytól (1347—48) 264 ha-on. — A csehországi fejlődés következő szakasza 1419—1620. A huszita forradalommal kezdődő korban a nemesek és városok sok egyházi földbirtokhoz jutottak. A nemesség nagy tógazdaságokat létesít a XV. sz. végén, főleg Třebon, Jindřichuv Hradec és Pardubice vidékén. Sörfőzőket és ércbányákat létesít a nemesség, amelyek a XV. sz.-ban jövedelmezőek. A távolsági utak királyi városaitól távolabbi birtokközpontokon alakult városok most fejlődnek igazán, míg előbbiek a XVI. sz. folyamán hanyatlanak és a nemesség veszi át az irányító szerepet, a tőle függő városokban. — Némely várost az új olasz bástyás rendszerrel erősítenek meg (Pardubice). A nagyobb városok az elővárosokat jellegzetesen elválasztja a városmagtól. — Az újabb periódust a városok stagnálása és a manufaktúrák kifejlődése jelenti 1620—1781 között. A fehérhegyi csata (1620) és a harmincéves háború a legnagyobb méretű pusztulást jelentik Csehország egész történelmében. A lakosság 1/4-re csökken. Óriásiak a birtokváltozások. A főnemesség 60%-ához jut a földbirtoknak (korábban 30%). A középnemesség, főnemesség és város korábban egyforma birtokviszonyai most úgy alakulnak, hogy a főnemesség 6×, a középnemesség 4,5× nagyobb birtokú mint a városok. Az egyház ismét birtokossá válik (12,3%). A királyi városok eladósodtak, a többiek újjáépültek; ez az idő a cseh városoknak kényszertől diktált elbarokkosodásának ideje. A királyi városok helyzetét tovább rontotta piacaik további gyengülése, mert a nemesség csak gabona, gyapjú, vaj, sajt, hal, vas, vászon, gyümölcs, sóval tollal és dohánnyal kereskedett, és alattvalóinak megtiltja ezeket és más mezőgazdasági termékeket a királyi városok piacára vinni. — A XVIII. sz. elejére a kereskedelmi tőke átvándorol az ipari tőke helyére, a manufaktúrák kialakulnak, úgyszólván kizárólag a felső osztályok kezében, amelyet az uralkodó támogat, csak ők rendelkeznek elegendő tőkével és jobbágyaik munkaerejével. Korát messze megelőzi Waldstein, aki nemcsak hadvezér, hanem szervező is. A XVII. sz. harmincas éveiben saját É-Csehországi birtokain megszervezte a fegyvergyártást, lőszer és hadsereg-felszerelés, ipart, szövést és selyemkereskedelmet, nyersanyagok behozatalát és feldolgozását. A manufaktúrában bérért dolgoztak, katonai szolgálattól mentesek voltak, és vallásszabadságuk is volt. 1710-ben kereskedelmi kollégiumot alapítottak a manufaktúrák, céhek, kivitel szabályozására, vámokra, piacra. — Az új birtokközpontok építése a táj barokkizálódására vezetett, — hasonlóan az ellenreformáció egyházi építkezéseivel: búcsújáróhelyek, kálváriák, és számos szobor által. Bár a városok alaprajzi szerkezete a régi marad, körvonala és városképe a barokk templomtornyokkal, nagyméretű városi épületek térfalaival gyökeresen megváltozik. — Következő korszak a kapitalista indusztrializálódás korai fejlődése (1781—1859), amelyet a jobbágyságot megszüntető II. József-féle rendelettől számítanak. Ezt részben a parasztfelkelések okozzák, részben a manufaktúrákhoz szükséges munkaerők nélkülözhetetlen szabad piaca. Hamarosan bekövetkezik a munkahelyekkel bíró városok felé özönlés, és azok besűrűsödése. Ez első mozgás eredménye a városi ház új típusa = a bérház. Adatokat sorol fel a XVIII. sz. második feléből. 1775-ben az ország lakosainak 8%-a (188 500) bérmunkás, 95%-nak a textil iparban, de nem a városban, hanem a birtokközpontokban. A kontingentálási rendszer, melyet 1800-ban vezettek be, kikapcsolta az angol tőkét. A gépipar új fejlődésével megindúló ipari forradalomban elvész a történelmi városok jelentősége. A termelés racionalizálása új helyeket választ, a szénlelőhelyek közelében. E folyamat 1820-ban indul meg. A vasutak továbbiakban döntő fontosságúakká válnak. A régi kereskedelmi utakat feladják. 1860 táján a vállalkozás zömét a nemesség kezéből a polgárság veszi át. A fejlődés politikai csúcsa az 1848 évi polgári forradalom. Eredménye a központi kormányzattól kapott engedmények, a kereskedelmi minisztérium, a kereskedelmi és iparkamarák felállítása. Az 1859. évi törvény felszámolja a céhrendszer maradványait. Ezzel a jogi adminisztratív aktussal lezárul a város középkori felfogása. Adva van a gazdasági, technikai és jogi alapja a kapitalizmus teljes kifejlesztésének. — Az ipari városok II. forradalmi fejlődéskorszakát szerzők 1859—1914 közé helyezik. — A Bach-abszolutizmus korszaka néhány államhivatali apparátusú városnak adott életet. A korábbi évszázadokhoz képest meggyorsuló népszaporulat, az iparosodó városok, a vasút, különösen a század végére hallatlanul megnövelik a városok felduzzasztását. Megváltoznak a város szerkezetei, a történelmi mag köré magas bérházövezet nő. A belső mag avultabb lakásaiba szegényebb nép költözik. A tehetősebbeket jobban vonzzák az új lakások. A termelés növekedésével az igények is növekednek. Számos új célú épület keletkezik. Nyaralók keletkeznek, villanegyedek épülnek, a polgárság várával, a villával. Parkok épülnek, most már nemcsak a nemességnek és egyháznak,

de a közösségnek is. A városfejlődést gátló városerődítéseket az 1866 osztrák—porosz háború tapasztalatai alapján tömegesen feladják. — Az első világháború utáni korszakot a városok stagnálásának és összevonásuk korának nevezi. Az ipari munkásság előnyben részesíti a családi házakban lakást a periféria bérházaival szemben. Egynéhány nagyvállalkozó, főleg a Bata cég mintaszerű kertes-villás lakótelepeket épít, alkalmazottai számára. A nagy gazdasági krízisek után a vidékről munkahelyre utazás tömegjelenséggé válik. Az ipari város korábbi határai felborulnak és perifériával, villaövezetével, lakótelepüléseivel, repülőtérrel, pályaudvarával, gyáraival kiömlik a tájba. Egységét, rendjét elveszti. A munkások tömegei a környező falvakból és vissza naponta. A XX. sz. közepén elérkeztünk a szabályos beépítés kritikájához. A modern építészet elméletében hangsúlyozott célszerűség, szerkezet és anyag kifejezik az utolsó 70—100 év fejlődésének gazdasági és társadalmi forradalmát. A haladó építészek az új életforma építészeti és városépítési alakításának módját keresték, mely összhangban van a munkásosztály jövőre vonatkozó elképzeléseivel. Ez idők legtöbb tanulmánya utópisztikus, mint annak idején a reneszánsz építészeké volt. De látták — mondja *Lorenc* —, hogy történeti szemlélet nélkül e tanulmányok hatástalanok és jövő nélküliek maradnak. A funkcionalista városrendezők nem tudták a háború előtt uralkodó társadalmi ellentmondásokat feloldani. A második világháborúban megszűnt a hátország fogalma, és a nyílt városokat is sok támadás érte, amennyiben nagy épülettömegeik a támadónak akadályokat jelentettek akkor is, ha a városokat nem erősítették védőfalak. — Ez *az embert, városokat, morális és materiális értékeket pusztító háború különös reakciókat szült az európai városokban: a történelmi emlékekről való fokozott gondoskodást és rekonstrukciójukat.* Ez a gondolkodás más irányú a nyugati államokban, és más a Szovjetunióban és a népi demokráciákban. De utóbbiakban sem egységes még távolról sem a gyakorlat. Előadók mindinkább a jelentős természeti körzetben megmaradt történelmi környezet emlékét látják a műemlékben. Meggyőződtek arról, hogy a kapitalizmus előtti város lezárt egész, amelyet ilyen együttesként kell védeni. A konferencia résztvevői hallgatták dr. ing. *Šlechta* miniszterelnöktől, hogy a történelmi városegyütteseket meg akarják tartani és ki akarják őket használni. Ennek megvalósításához, a történelmi városok regenerálásához szükséges a mai életkívánságokat, az új építés kívánságait a történelmi városok városképi és építészeti formáival harmonikus formában összeegyeztetni. A műemlékvédelem egész helyzetének — ahogyan azt az erfurti 1956. évi konferencia zárójegyzőkönyve megállapította — kulcsproblémája az urbanisztikához való viszonya. *Lorenc* és *Nový* kutatásainak a történelmi városfejlődés törvényszerűségeiről, az alábbi foglalatát adják:

1. A városokat építés-, építészeti valóságnak kell felfogni, melyet a fejlődés főerői alkotnak és változtatnak: társadalmi munkamegosztás, termelőerők és termelőviszonyok. — 2. A népesség városi koncentrálódása az említett fejlődési folyamatból ered. — 3. A biztonságra és védelemre törekvés másik nagy erő volt a XIX. sz. végéig, mely alakította a városokat. Először csak egy falakkal és védelemmel biztosított lakóházban van meg annak az előfeltétele, hogy belőle építészet fejlődjék. A technika fejlődése általában az építésztechnika, oly erő, mely a meghatározást, megvalósítást és a város méreteit adja. — 4. Valamennyi városformáló erő csak bizonyos körülmények között jöhet létre, melyek alapvető feltételek, éspedig: 1. A tájbeli fekvés és a terep alakulása. A táj és terep megkötik a város kompozíciójának és fejlődésének mértékét. 2. Az úthálózat. Jó szárazföldi és vízi összeköttetések feltételei a város életének. 3. Mezőgazdasági tápterület. Még nemzetközi élelmiszerkereskedelem esetén is szüksége van a városnak egy közeli táplálkozási bázisra. 4. Építőalapanyagok megléte: a felépítés gazdaságosságának feltétele. Bányák és források gyakorta vezetnek városkeletkezésekre az első feltételekre való tekintet nélkül is. Bányavárosok és fürdők a városok történetében külön kategóriát alkotnak. 5. Végül korábbi építmények, erősítések. A városalkotó erők mellett pusztító erők: *a)* elemi és háborús katasztrófák, *b)* befejezett élettartam és szétesés épületek, *c)* zavaró átépítések.

D. Libal: a cseh városok XI. sz.-tól a huszita háborúkig tartó fejlődését ismertette. A városi települések cseh területen praehistorikumba nyúlnak vissza. 2000 esztendővel ezelőtt cseh és morva területen nagyméretű kelta-várakat emeltek, amelyek azonban nem élték túl a kelta birodalom összeomlását Összefüggő cseh városépítéstörténet azonban csak a X. sz.-ban indul meg Csehország állandósulásával. Alapok a növekvő kereskedelem a népek között, valamint a mezőgazdasági és kézművesipari termelés szétválásának kezdete. Előnyben részesülnek persze a várak, kolostorok, piachelyek melletti települések, különösen azok, amelyek fontos kereskedelmi utak, folyóátkelőhelyek mellett települnek. A folyóátkelőhely melletti város példája Prága. A Mala Strana tipikus XII. sz.-i településcsoport példája, amelyek nem egészen összefüggő, de szorosan egymásmellé sora-

kozó településegységek, minden szilárd alaprajzi képzés és együttes jogi szervezet híján. A morva terület központja, egyben a cseh állam második püspöksége az olmützi. A korai településekben nincs nyoma a szabályos alaprajz keresésének. A XI. sz.-ban néhány hosszúkás piaci-tér alakul, mely a „Lokáció" idejében, a XIII. sz.-ban is megmarad (pl. Taus v. Aussig esetében). Saaz és más városok hosszúkás piactereiről azt mondja *Libal*, hogy ezek az irodalomban tévesen szerepelnek délnémet típusként, mert már a lokáció előtti időkben gyakoriak Csehországban, legkésőbb a XII. sz.-ban. Rámutat arra, hogy a nagy piactérnek egységesítő szerepe volt a románkori településegységek különféle fajta konglomerátumában. A XIII. sz.-i lokáció a román szervezetbe való gyökeres beavatkozást jelentett. Már a régebbi piaci helyeknek is voltak bizonyos gazdasági kiváltságaik, azonban csak az új lokációs-(telepes) városoknak van jogi szervezetük, egy új osztállyal. Az újonnan alapított városoknak egyben jelentős politikai szerepük van; az uralkodó fontos támaszai, aki mindenekelőtt védelmük megerősítéséről gondoskodik. A városi alapítások új típust hoztak: a polgárházét. Most keletkezik a városi plébániatemplom új fogalma, mely eleinte a városkép dominánsa, és amellyel csak később kezdenek más épületek versenyezni. A városba vonulnak vissza Csehországban a koldulórendek. Az alapított városok közül nem tudják, melyik a legrégibb. Az elsők már I. Przemysl Ottokár alatt keletkeztek a sziléziai határ melletti Észak-Morvaországban, a XIII. sz. első negyedében (Jägerndorf, 1221;Freudenthal 1223) Mährisch Neustadt-nak is (1223) ovális alakú települése van, régebbi utakkal, de törekvéssel a szabályos tömbök alakítására. Troppauban már részben találunk szabályos tömböket és sakktábla utcákat. Az I. Ottokár alatti időből ismert okmányszerűen az első alapított város: Königgrätz, talán 1225-ből, és a délmorva Znaim 1226 táján, amelyben románkori településmagot vesz körül a település, 650 × 950 m tekintélyes mérettel. Majdnem egyidejű az északcseh Leitmeritz, ahol az első városfal a településeknek csak egy kisebb részét övezte, és a városi plébániatemplom, sőt a minorita kolostor is a védőfalon kívül rekedt. Prága első telepítési telekosztása 1235-ben kezdődött, ahol az ún. Szt. Gallus-város a folyó jobb partján keletkezett. Valamivel fiatalabb Olmütz átépítése 1200 × 900 m kiterjedéssel és Brünné. A XIII. sz. első felében keletkezett a cseh-morva határon Iglau sakktáblaszerű alaprajzú városa, úgyszólván új, zöld területen. Az elrendezés közepén 4 ha terjedelmű tér, amit Libal a középkori városok cseh-morva sajátságként jellemez. A lokáció utáni városokat három főcsoportba osztja: 1. Az Elbától D-re és Prágától K-re széles sávban, Prágától Morvaország felé, legnagyobbrészük a fontos kereskedelmi utak mentén. 2. Sok királyi város, amelyek tisztán stratégiai jelentőségűek D, DNy, és ÉNy csehországban. 3. DK morva területen azok a városok, amelyek a magyaroktól való védelmül keletkeztek. II. Přemysl Ottokár alatt jelentős nem királyi — tehát hűbérúri — városok is keletkeztek, akár a hatalmas nemzetségek tagjai, vagy az olmützi Brnó püspök alapította őket. Ezután sorraveszi a II. Ottokár alatt keletkezett városokat, köztük a prágai suburbiumot, a Malá Stráná-t (1257), a magyarok ellen épített „Magyar Hradisch" és „Magyar Brod" városokat, amelyek szűzföldön épültek régebbi falu mellett, ahol az út Magyarországról jövet az Olsava folyócskán átvezetett. Magyar-Brod ovális alaprajzának alkalmazkodnia kellett a területi adottságokhoz, ami miatt az É része levágottnak hat. Az utcaháló szabályos, majdnem a közepében fekvő trapez alakú piactérrel. Az utcaháló sakktáblaszerű. Kiterjedésével (800 × 550 — 600 m), nyilvánvaló egyik legjelentékenyebb alapítása II. Ottokár idejének. A nagy városalapító király halála (1278) véget vetett e korszaknak. Az ezüstbányák felfedezése II. Wencel uralkodása idején vezet Kuttenbergre és más városokba, amelyek Iglauval ellentétben szervetlenül, túlhirtelen fejlődést mutatnak. Szilárd szerkezetet csak két út találkozása ad. Az 1290-ben alapított Nový Bydzov királyi várost jellemzi, majd a XIV. sz. stagnálásából kiemelkedő Prágai Újvárost, amelyet 1348-ban alapítottak, a hatalmas piacterekkel, köztük középen a lóvásártérrel és délen a marhavásártérrel, a közel 7 ha területével és 152 × 550 m méreteivel, északon a Széna piac-cal, mindhármat összekötő úttal. Ez a nagyarányú terv, mely 26 m-es utcaszélességekkel dolgozik, világos és logikus elrendezése messze megelőzi korát. IV. Károly e zseniális műve mellett Prága másik oldalát is fejleszti és 500 évre meghatározza a város terjedelmét, melyet csak Konstantinápoly és Róma múlt felül. Litomericét ismét bővítik, és a huszita forradalom urbanisztikai alkotása Tábor. Alaprajzát 1420-ban nem teljesen újként alkották, hanem részben a régi suburbiumhoz alkalmaztak.

A dobřisi konferencia sokszorosított előadásai között, amelyeket kézhez kaptunk, szerepel még *H. G. Franz* professzornak előadása Kairóról, mint iszlám városról. Kairó műemlékvédelmének egyik legfontosabb feladata a város középkori védőfalai egy részének kiszabadítása, amelyeket a XI. sz.-ban építettek és azóta elnyelték őket a város sűrű lakóépületei. Több városnegyedet kellett lerombolni, hogy a keleti falak imponáló vonu-

latát kiszabadítsák, két kapuval. Ezzel meg lehetett állapítani Kairó városának a Fatimidáktól lefektetett szerkezetét. Kairó jelentőségét az iszlám foglalásnak köszönheti. A mai város három alapításból adódik, amelyek ma is megkülönböztethetők: 1. Omar kalifa hadvezére Amr-tól alapított tábori erőd egy bizánci vár helyén. A település neve (Fustat= sátor) ma is erre utal. Ebből ma már csak az Amr-mecset áll, a VIII—IX. sz.-i átépítések alakjában. Ásatások ugyan különféle épület alaprajzokat tártak fel, melyeknek publikációja azonban hiányzik. A hely választása a foglalók földrajzi érzékére vall itt, a Nílusdelta torkolatában, 10 km-nyire É-ra az óegyiptomi birodalom fővárosától, Memphistől. Világosabb a 2. alapítás, a IX. sz. utolsó negyedétől, Ybn Tuluntól, aki a bagdadi kalifátustól elszakadva saját dinasztiát alapított Egyiptom számára. Az új város annak kifejezője, előképe Al Mansur kalifa ideálvárosa: Bagdad, kör alakú védőfalakkal, középen palota és moszké. Elválasztva a lakónegyedek. A palota körül a magas méltóságok. Ibn Tulun városából is csak a moszké maradt meg. 3. A fatimidák alatt Kairó új jelentőségű lesz, akik a X. sz. végén Észak-Afrikából jövet elfoglalták Egyiptomot. A most feltárt városfalon kívül tőlük való két nagy palota és az Al Azhar moszké, mely utóbbi egyedül maradt meg, miután Saladin óta (1171) Egyiptomon ismét ortodox sunnita dinasztiák uralkodtak, akik ugyan az Abbassida kalifák uralmát 1258-ig névlegesen elismerték. — A fatimida uralkodóház idejéből maradtak meg fakonzolok emberábrázolásokkal, sajnos túl kevés a paloták rekonstrukciójához. Talán a palermói normann uralkodók megmaradt szicíliai palotáiból (Cuba) lehet valamely támpontot kapni, miután Szicília egy ideig Fatimida uralomhoz tartozott. A paloták, mint a moszkék is, kívül zártak voltak. Úgy látszik a lakóvárosnak a palotaközponthoz semmi köze sem volt. A XI—XII. század folyamán a külsőkben díszítőszándék jelentkezik, amire a városkapuk vakívei is következtetni engednek. A kis Al-Aqumar moszké, mely 1125-ben keletkezett, az új fejlődés bizonyítéka, amely egy újfajta építést jelentett, az utca felé, és a homlokzat teljes művészi kiképzését. A városfalakat a források szerint Urfa-i keresztények építették. Nyilvánvalóan örményekről van itt szó, mondja Franz professzor, akik különösképpen tapasztaltak a faragottkő-építészetben és a boltozás technikájában. Az is lehetséges, hogy az örmények voltak mérvadók a homlokzat díszítésében is. Örményország keresztény építészetének motívumai mellett olyan motívumokat is közvetítettek, amelyek Iránból jöttek, mint pl. a stalaktitdíszes fülke, amely a csegelyekben fejlődve az Aqumar-moszké homlokzatán tisztán díszítőelemként jelenik meg. Az építészeti tagolást azután a minarén is alkalmazzák, amely kezdetben tömör tömbszerű (Tulun-Moszké), majd azonban egyre karcsúbbá válik, és oszlopokkal, ívekkel, erkélyekkel díszes. A városkép számára döntő elemmé válik. A Fatimida minárék hiányában ezekre szerző a tunisziakból következtet. Másik döntő motívum a Fatimidák uralmának vége óta épülő kupolás mauzóleum, amelyet valószínűen Perzsiából hozhattak. A si-ita közösségek valószínűen itt is közrejátszhattak abban, hogy az eredetileg a „Szent Sír" számára fenntartott építészeti alakzat nagy méretben az uralkodó mauzóleumára átvitessék. Az iráni előképektől való függőség a kupolaboltozatok alakjában (cella és stalaktitcsegelyek) is jelentkezik. Kairó falain kívül egy negyedik város van, a sírok városa, kupolás mauzóleumaival. A temető egy részére a város ma már kiterjeszkedett. — A mameluk-szultánok alatt növekedett a reprezentációs igény. Szép példája Ibn Qûaláun 1270 körüli nagy épületegyüttesének homlokzata, mely hospitát, mauzóleumot és moszkét egybefoglalt. A több emeletre terjedő tagolás, és az ablakok nyugati keresztény befolyásra vallanak, amit talán a keresztesek közvetíthettek Előázsiába. Más, új tagolóelem a homlokzatnak különféle színű kőből való burkolása. A XIV. sz.-ból való a Sultan Hassan moszké óriási elrendezése a citadella lábánál. Az iskola-moszké (medrese) típusa itt erőteljes méretekben lép fel. A Citadella a mamelukok zsoldos dinasztiája alatt, és méginkább az oszmán-törökök alatt volt a hatalom látható központja. Az a kupolás moszké, amelyet az oszmánok a XIX. sz.-ban itt építettek látható jele az idegenek uralmának. A modern negyedek Kairó központját a Nílushoz és Nílus-szigetre helyezték át.

Sajnos a dobřisi konferencia zárójegyzőkönyvével nem rendelkezünk, így a megbeszélés végeredményeiről nincs módunkban tájékoztatást adni ez idő szerint. Reméljük azonban, hogy az anyag várható kiadása után ezt pótolhatjuk majd.

Gerő László

A „VÁROSÉPÍTÉSTÖRTÉNET ÉS ÉPÍTÉS TÖRTÉNETI VÁROSOKBAN" C. AKADÉMIAI MUNKAKÖZÖSSÉG HARMADIK NEMZETKÖZI KONFERENCIÁJA

(Varsó 1959)*

A Lengyel Tudományos Akadémia KWARTALNYK ARCHITEKTURY I URBANISTYKI c. lapja V. évf. 3. füzete (Warszava 1960) ismerteti a Varsóban 1959. X. 14—17. között a „Városépítéstörténet és a történelmi városközpontok aktuális problémái" címen tartott nemzetközi konferencia anyagát. A konferencia folytatása volt az Erfurtban (1956) és Dobřisban (1957) megrendezetteknek, amelyekről az előzőekben beszámoltunk. A varsói konferenciát a Lengyel Tudományos Akadémia Városépítéstörténeti és Elméleti Intézete rendezte. Főtéma a városépítés XX. századi alakulása és a várostörténet volt. A történelmi városközpontok problémáit, amelyet a munkacsoport szintén felvett munkatervébe, az akadémiai konferenciát megelőzően adták elő és beszélték meg, a Lengyel Építőművészek Szövetsége (SARP) háromnapos konferenciáján (1959. X. 7—10.), amelyet a *Kwartalnyk Arch. i Urb.* 1960. évi 1—2. száma ismertetett (ism. „Műemlékvédelem" 1961. 3. sz.). A Bolgár, Csehszlovák, Lengyel, Magyar, Szovjet Tudományos Akadémiák, továbbá a Német Építészeti Akadémia, valamint a Belgrádi Építészeti Egyetem III. konferenciáját *Isabela Kuninska* építész, a konferencia tudományos titkárának összefoglalója alapján ismertetjük az alábbiakban. A konferencia témái: 1. A városépítés alakulása a XX. sz.-ban. 2. Válogatott problémák a városépítés történetéből a XIX. sz.-ig. A konferencián mintegy 150 fő vett részt, Anglia, Bulgária, Csehszlovákia, Dánia, Franciaország, Hollandia, Jugoszlávia, Kanada, NDK., NSzK., Lengyelország, Románia, Magyarország, Vietnam, Itália, valamint az UNESCO képviselőiből. A Magyar Tudományos Akadémiát a konferencián *Gerő László* kandidátus és *Faragó Kálmán* docens, építészek képviselték. Az első ponthoz beérkezett referátumok (a városépítés bizonyos problémáiról a szocializmus építésének utolsó fázisában): *A. W. Bunyin :* A Szovjetunió városai fejlődésének fő szakaszai a XIX. sz. végétől 1941-ig. *Deutsche Bauakademie :* A városépítés fejlődése Németországban a XIX. sz. második felétől. *B. Fuchs :* A városépítés fejlődése Csehszlovákiában a XX. sz. első felében. *Granasztói P.—Korompay Gy. :* A városépítés fejlődése Magyarországon a XX. sz.-ban. *W. Ostrowski :* A XX. sz.-i városépítés fejlődése (vitaindító bevezetés). *P. E. Skriver :* Kopenhága fejlődése a jelen században. *D. A. Svidkovskij :* A várostervezés fő problémái a Szovjetunió városépítésében a legújabb időkben (1941—1959). *F. Teisen :* A városépítés fejlődéséről Dániában. *L. Tonev :* A városgazdálkodás fejlődése Bulgáriában a XX. sz.-ban. *E. Beluš :* Néhány városépítési probléma a szocializmus építésének befejező fázisában. *K. Olszevski :* A várostervezés fejlődése Lengyelországban a XX. sz.-ban. Valamennyi referátumot sokszorosíttatta a Lengyel Tudományos Akadémia, és azt a részvevők megkapták, más-más nyelvű rövid kivonatokkal együtt. A konferencia előkészítéseként 1958. III. 5-én tartott megbeszéléshez híven. A Lengyel Tudományos Akadémia Építészet- és Városépítéstörténeti Intézete a lengyel városépítés-történeti kiadványokról egy bibliografiát is állított össze, francia, német és orosz nyelven, a résztvevők számára.

W. Ostrovski tanár vezette be az első témát. Referátuma tézisei: 1. A városépítés tervezése lehetőségének határai. A szocialis gazdasági és technikai viszonyok minden

* A varsói konferencia anyagát a lengyel tudományos Akadémia folyóirata ismerteti, ezért azzal itt az első két konferenciához képest rövidebben foglalkozunk.

országban meghatározzák a városépítés határait egy meghatározott időszakra. Javaslatok és tervek, amelyek átlépik e határokat, utopikusak. A termelés szocializálása és a tervgazdálkodás bevezetése a szocialista államokban e határokat nagyon kitágították. Ez azonban még nem biztosítja automatikusan a nagyobb eredmények elérését. Érteni kell ahhoz, hogy a magasba emelkedhessünk. 2. A városépítés irányítása. A XIX. sz. eleje óta a városi lakosság szaporodása dinamikus jellegű. Ez valószínűen így marad a jövőben is. A migrációs folyamat tudatos irányítása alapvető feltétele az ésszerű várostervezésnek. A népgazdasági tervhez alkalmazkodás új lehetőségeket teremt. A lakosságnak a közösség jólléte szempontjából helyes elosztása úgy érthető el, ha a népgazdasági terv nemcsak a befektetés maximális rentabilitását célozza. A lehetőségek — a városépítés folyamatát irányítani — azonban szintén korlátozottak mind gazdasági okokból, mind a kötelezettségeket illetően, amelyek a lakosság kívánságaival függenek össze. 3. A megoldások funkcionalitása. A városterületnek a felhasználhatóság szerint történő felosztása elvéhez visszatérés az utolsó század eredménye. A megoldások utáni következetes kutatások, amelyek a város és egyes szervei legjobb működésére vezetnek — a városépítés fő parancsa. Csak e parancs követésével keletkezhetik valóban modern város. 4. Egy modern város építésének felfogása. Az alapjaiban különböző városépítési felfogásokban ellentmondó nézetek vannak a városban való lakás formáiról: egylakásos családiház kerttel, vagy sokemeletes lakóház zöld övezettől körülvéve. Ezzel összefüggésben keletkeztek tervek a város beépítésének tömörítésére, vagy fellazítására. Mindkét forma felléphet egymás mellett is, de a városterülettel takarékosabb gazdálkodás és a lakosság szociális kötelékei fellazulásának megelőzése a többemeletes, mérsékelt laksűrűséget előnyben részesíti. Ahogyan az eddigi tapasztalatok bizonyítják, a jövő városa túlnyomóan többemeletes épületekből álló szerkezetű lesz, kereskedelmi, ipari, és szolgálati irányú városnegyedekkel, fellazítva, azonban anélkül, hogy az egész egysége veszélyeztetett lenne. 5. Az autó szerepe. Helytelen az az állítás, hogy az autók folyton növekvő száma feltétlenül a város szétszórt beépítésére vezet, vagy, hogy a bonyolult autóutak a várost technokratikussá teszik. Az autó a XX. sz. közlekedési eszköze, és az a város, amely az autó növekvő számára nincs figyelemmel, nem lesz modern. Itt nemcsak az autóforgalom kényelméről van szó, hanem a városépítés alapelveinek felülvizsgálatáról az autók szükséglete alapján, és annak terheiről a lakosság számára. 6. A szocialista és a kapitalista város. Sok új gondolat, amely Nyugat-Európában és Amerikában született, használható fel hasznosan a szocialista országokban. Mégis egész sor elem egyezése dacára egy szocialista városnak annyira kell különböznie egy kapitalistától, mint társadalmi tartalmuk, kultúrájuk és a bennük zajló élet. Nem szabad egy meghatározott szocialista város modelljéről beszélni. Különböző országban különféle lehet, és idővel meg is fog változni. 7. „Racionális" és „szerves" városépítés. Az első világháború utáni megjelenéséről beszél *Ostrovski*. A nagy társadalmi tőkebefektetőnek, aki nem a maximális nyereséget kívánta, és akit nem kötöttek a kicsi telkek — ez tett lehetővé új beépítési módokat. Ilyen beépítés első példái, amelyek kezdetlegesek, és szkematikusak voltak, nem ok nélkül váltottak ki kritikát. A megkezdett utat azonban nem tették lehetetlenné. Megalapozatlan az állítás, mely „az ésszerű irányzat hanyatlásáról" beszél, amellyel szembeállítják az „organikus (szerves) mozgalmat". A valóságban a városrendezés racionalizmusa nem túlhaladott, hanem új tapasztalatokat nyert és elmélyült. A plasztikus kompozíció szorosan a városépítés funkcionális elveinek előrehaladásával különösen sokat fejlődött és változatokban gazdaggá vált. 8. A várostervezés rugalmassága. A városok dinamikusan fejlődnek, a technikai fejlődés gyors, az életszínvonal emelkedik, az emberek igénye változik. Ebből következik a tervezés módszerei megváltoztatásának szükségessége, rugalmas megoldások keresése, amelyek a város fejlődését az állandóan változó előfeltételek figyelembevételével vezetni engedik. 9. A XX. sz.-i városépítés eredményei és hiányai. A városépítés a tudomány egyik fontos ága lett. Szakirányú és területi irányú érdekköre jelentősen kitágult. Az eredményt azonban nemcsak az elméletben kell lemérni, hanem praktikus alkalmazásának fokán is. A gyakorlati eredmények kisebbek. Túlnyomóan az új építési módra korlátozódnak, és nem a városok alapvető átépítésére, ami továbbra is a jövő fontos és súlyos problémája marad. *L. Tonev :* a megindult vitában megállapította, hogy a lakásviszonyok nem javultak valamennyi kapitalista országban, és a Slum-ök még sok országban nagy városrészeket alkotnak, az Engelstől leírtakhoz hasonlóakat. Bulgáriában csak a szocialista forradalom volt először hatással a lakóviszonyok javulására, és vetett véget a telekspekulációnak. Hiányolta a referátumban a szocialista város részletesebb elemzését. *K. Junghanns* a szétszakított Németország részei közötti ellentmondás fontosságára utalt az NDK városépítése számára. Minden társadalom alakja megtalálja tükröződését a keletkezett városok alakjában, ami vonatkozik a szocializmusra is. A XIX—XX. sz.

városépítésében véleménye szerint Ostrowski prof. a gazdasági tényezőket lebecsülte. A lakáspiac számára az első világháború alatt építőspekulánsoktól épített lakások Németországban túl drágák voltak és nem találtak bérlőre. A hitleri idők városépítése alapos elemzésre szorul, mind gazdasági, mind politikai viszonyban. *B. Maksimovic* érintette a szocialista és kapitalista városépítés kérdését. A szocialista országok városépítése 1954-ig kissé dogmatikusan fejlődött. Ami jó és haladó volt a külföldi megoldásokban, azt át lehetett volna venni, függetlenül attól, ki a szerzőjük. *P. Skriver* : dán példákon mutatta be a települések kialakítására vonatkozó felfogás fejlődését. *G. Jobst* a természet törvényeinek figyelembevételét emeli ki a városrendezésben. *A. Laprade* az egyéniség szerepéről beszél a városépítésben, akitől mégis a megoldás művészi foka függ. Franciaországban a tervek változatosságára nagy súlyt helyeznek, hogy az egyhangúságot elkerülhessék. Különösen sok figyelmet fordítanak a bérlő szükségletei megvizsgálására. *A. Ciborovski* a város programjáról beszélt. A szocialista államban nagy lehetőségek nyílnak. Tudatosan alakítható a demografiai profil, a város fejlődés-ütemének meghatározására stb. *B. Malisz* a várostervezés fő nehézségét abban látja, hogy a városépítő legtöbb adata nagymértékben támaszkodik előre meghatározott kritériumokra. A Lengyelországban felállított 15 éves terv is hasonlóan felépített. A városépítés tervének pedig rugalmasnak kell lennie. *H. Blumenfeld* a XX. sz.-ban a nagyvárosokat város-tájakba látjuk átalakulni, egyidejűen e tájak beépítésének decentralizálódásával. Az övezetek funkcionális beosztása nem mindig a tervezők kezében levő szerszám. Az USA-ban az övezeti felosztást a telekárak diktálják, melyek egyik feladata a gazdag tulajdonost a jövevényektől megvédeni. Sok nyugat-európai városépítési gondolatot csak a szocialista országokban lehet megvalósítani. *St. Janowski* támogatja a javaslatot, hogy a legközelebbi konferencia a városközpont problémáival foglalkozzék. Figyelemre méltóak a városközpontban a lakóhelyiségek építése, a forgalom szerepe, a gyalogos és a kocsiforgalom és a kereskedelmi központok specializálódása. A városra vonatkozó döntésnél annak lakóit is meg kell kérdezni. *G. Strauss* Ciborowskival egyetértésben a szocialis-társadalmi viszonyok befolyását hangsúlyozza a városépítés tervezésében. A társadalmi faktor viszi itt a karmester szerepét. Ahogyan Goethe mondta — a forma egy prizma, amelyen a természet szent sugarai áthatolnak, mielőtt a mi szívünket melegítenék. A város alakjának ugyanez a jelentősége. *H. Schmidt* a szocialista és a kapitalista városépítés viszonyát érintette. Egészen új városok építése a kapitalista országokban kivételes. A szocialista városépítés nagy súlyt helyez a városnak, mint egésznek alakítására, a lakónegyedek funkcionális felosztására, a társadalmi jellegű városrészek építészeti jellegének kiemelésére. A szocialista városépítés legfontosabb feladatai közé tartozik a komponálás alapelveinek meghatározása. *Wl. Czerny* kifogásolja a szocialista országokban még nem régen uralkodó hideg fényét a városközpontoknak. Véleménye szerint *A. Loos* rámutatott a helyes útra a szocialista esztetika irányában, amikor a fölösleges díszítmények ellen harcolt. A telekspekulációtól mentes szocialista állam alapvető kiindulási feltétele tervszerű fellazítása kell legyen a beépítésnek. *E. Goldzamt* is kötelezőnek tartja a kapitalista városépítés haladó eredményeinek kihasználását. A kapitalisztikus viszonyok között a lakótelepek építése nem volt mentes a maximális nyereségre törekvéstől. A város a nagytőke feltételei szerint alakult.

A kapitalista városépítés modern eredményeit nem lehet a szocialista városépítés eredményeivel azonosítani. *A. Taschev* kis és nagy városokat különféleképpen kellene alakítani. A viszonyoktól függően más és más a városközpont megoldása is. Ha már a kapitalista országokról van szó, nem szabad az imperialista gyarmattartó országokat sem figyelmen kívül hagyni. A Szovjetunióban már a harmincas években, a meglevő városok átépítésénél messzeható munkák készültek, amelyeket a világháború után folytattak. *M. Birkenmajerowa* arra a felelősségteljes szerepre mutat rá, amelyet a nagy szociális beruházótól kezdeményezett alkotás ró a tervezőkre. *A. Kotarbinski* ismertette az Építészeti és Városépítési Intézet álláspontját, amely annyiban foglalkozik történelmi problémákkal, amennyiben azok a modern városok alakításának problematikájára hatással vannak. E feladatnál a Lengyel Tudományos Akadémia ez intézete átveszi a kutató szerepét. Igen hasznos a munka, ha az emberi szükségleteket megállapítja, melyeket a városoknak minden korszakban szolgálniuk kellett. E szükségletek elemzését javasolja a legközelebbi konferencia témájául. *T. Szafer* a főreferátum ötödik tézisét boncolta. Megállapította a növekvő motorikus forgalom hatását a városközpont képében. Különösen az amerikai városok kitűnő kísérleti helyek, ahol nem csekély eredménnyel kísérelték meg a városközpont beépítésének és az autóforgalomnak egymásmellett élését. A modern városközpontnak elválaszthatatlan tartozékaként keletkeznek az egymást kölcsönösen nem zavaró autóartériák. Gyakran kellemesen keretezik őket zöld sávokkal.

A második téma keretében előadott referátumok a következők voltak: *Z. Bieniecki :* Varsó barokk tengelye és szerepe a város kialakulásában. *Gerő L. :* Egy magyar kisváros — Pápa — kialakulása. *B. Maksimović :* A természet városközpontokba hatolásának jelenségei a reneszámsz óta. *H. J. Mrusek :* Középelbai várak. *H. Münch :* A középkori városalakulások kezdetei. *W. Ostrowski:* Megjegyzések az ókori görögország városépítéséről. *W. Třebiński :* A mágnások városépítési rendeletei Lengyelországban a XVIII. században. E referátumokat a „Kwartalnik" 1960. évf. 3. és 4. számai egészükben közlik, idegennyelvű kivonatokkal. (A közlés nyelve német.) A referátumokat viták követték. A konferencia tudományos titkára *Isabela Kuninska* asszony ezután röviden megemlíti, hogy a következő konferencia témájaként javasolták: 1. A városközpont fejlődését máig, 2. A városépítés történetének válogatott témáit a XX. századig bezáróan. A munkacsoportban résztvevő intézmények kötelezték magukat az 1. témakört (a városközpont fejlődése) saját országukra vonatkozóan kidolgozni, és azonkívül a lehetőségekhez képest referátumok készítését a 2. téma számára. A munkacsoport tagjai referátumaik terveit 1960-ra előkészítik, hogy egy külön ülésen ezeket meg lehessen ismerni, és megbeszélni. 1961-ben lesz előreláthatóan a legközelebbi előkészítő megbeszélés, a referátum első fogalmazásának megtartására. 1962 első felében lesz a munkacsoport IV. Nemzetközi Konferenciája Budapesten. Ez alkalommal minden előkészítő munka a Magyar Tudományos Akadémiát terheli.

A varsói konferenciához hasonló módon tervezi a Magyar Tudományos Akadémia 1962-ben a munkacsoport IV. konferenciáját, amelynek tématervét a Településtudományi és Városépítési Főbizottság már letárgyalta és elfogadta. Most a részfeladatok: referátumok és coreferatumok kidolgozása folyik. A városközpontokkal kapcsolatos főtéma mellett és a 2. téma mellett — felhasználva a konferencián résztvevők érdeklődését, és összejövetelét — az építészettörténeti-műemléki témákról külön megbeszélések is lesznek, mintegy folytatásaként a Budapesten 1957. és 1959. években tartott akadémiai építészettörténeti megbeszéléseknek, amelynek programját most is a MTA Építészetelméleti és Történeti Főbizottsága állította össze.

Gerő László

Zádor Anna: **Pollack Mihály (1773—1855)** Akadémiai Kiadó, Budapest 1960.

A *Pollack Mihály* építész életművével foglalkozó könyv azoknak a lelkiismeretes kutatásoknak az eredménye, melyeket *Zádor Anna*, a jeles magyar művészettörténész, már évek óta folytat a nemzeti jellegű magyar építészet, nevezetesen annak egyik legragyogóbb korszaka, a klasszicizmus kora problémáinak tisztázása érdekében. Mindnyájan ismerjük „*A klasszicizmus építészete Magyarországon*" című alapvető művét, amelyet *Zádor Anna* 17 évvel ezelőtt írt meg *Rados Jenő* professzorral egyetemben. A könyv általános áttekintést nyújt a magyar klasszicizmus építészetéről és rámutat annak sajátosságaira. Zádor Anna már ezzel a művével lehetővé tette, hogy a szóban forgó kor sok-sok mestere, és építészeti műemléke, így többek közt Pollack Mihály legfontosabb művei is, a tudományos kutatás közkincsévé váljanak. Zádor Anna a klasszicizmus problémáinak tárgyalását már ebben a könyvben is Pollack Mihály művészetével kezdi, mert őt tekinti — helyesen — az új stílus egyik legelső magyarországi képviselőjének. Ha Pollack neve itt több más (részben külföldi) építész, többek közt *Thomas de Thomon*, *Charles de Moreau*, *Adam Clark* nevei között szerepel, akkor helyes volt Pollackot megfelelően kiemelni, művészetét bővebben jellemezni és a klasszicizmus mestereinek sorában elfoglalt helyét, mint alapítóét, meghatározni. 1960-ban megjelent és immár kizárólag Pollack Mihály életművével foglalkozó monográfiájában Zádor Anna ragyogóan oldotta meg ezt a feladatot.

A MTA kiadásában megjelent, gyönyörűen kiállított, gazdagon illusztrált és szélesen dokumentált könyvet elsősorban mégis tartalma teszi rendkívül vonzóvá.

Zádor Anna a nyugat-európai klasszicista építészet részletes ismertetésével vezeti be könyvét. Megállapítja, hogy a klasszicizmussal foglalkozó legutóbbi munkák magasra becsülik ennek az építészeti korszaknak az eszmei tartalom és a városépítészet (urbanisztika) tekintetében elért vívmányait. Ugyanakkor azonban a szerző elfogulatlanul mutat rá az európai klasszicizmus heterogén jellegére és egymással ellentétes tendenciáira is; egyes építészek „a különböző népek (egyiptomiak, etruszkok, kínaiak) és különböző korszakok (gótika stb.) építészetében kerestek mintaképeket, holott e népek és korszakok eddig az építészetben semminő szerepet nem játszottak" (464. o.). Ennek megállapításával egyidejűleg élesebben kellett volna kidomborítani a klasszicizmus lényegét, vagyis azt, hogy a klasszicizmus az új polgári ideológia racionalizmusának következménye volt. Ez esetben a „romantikus" elhajlások még kisebb jelentőségűek lennének. Világosan leszögezi azonban a szerző, hogy általában az építészetnek ókori racionalista felfogása kerekedett fölül.

Szabatosabban kell megfogalmaznunk szerzőnek azt az állítását, hogy *Thomas de Thomon*, *Zaharov és Sztaszov* „tágabb értelemben Ledoux tanítványainak tekintendők" (464. o.). Ez a kérdés ugyan nem tárgya a könyv vizsgálatainak és a szerző csak futólag érinti, még sem érthetünk egyet ezzel a véleményével. Ellenkeznek ezzel *Zaharov* és *Sztaszov* orosz alkotásainak azok a vizsgálatai, melyeket a Szovjetunióban *G. G. Grimm* (Zaharovra vonatkozóan) és e bírálat szerzője (Sztaszovra vonatkozóan) végeztek.

Úgy tűnik, hogy nincsenek kellő részletességgel kifejtve azok az okok, amelyek következtében a klasszicizmus a magyar építészetben elterjedt. A 465. oldalon ez áll: „talán az itt meggyökeresedett latin műveltség... itáliai és francia befolyások, melyek — részben a Magyarországon működő francia mesterek tevékenysége következtében — fokozatosan erősödtek". Pedig érdemes volna ezzel részletesen foglalkozni a XVIII. sz. végi, agrár jellegű, Habsburg uralom alatt álló és nemzetifelszabadító eszmékkel telített Magyarországon: biztosak vagyunk benne, hogy Zádor Anna további műveiben ezt a kérdést is meg fogja oldani.

Pollack Mihály tevékenységének további ismertetése során nyilvánvalóvá

válik, hogy gyakorlati működésének úgyszólván legelső lépéseitől kezdve (kb. 1798-tól) a mester meggyőződéses híve volt a klasszicizmusnak. És ezen a ponton felmerül a kérdés: vajon hogyan alakul ki ez a meggyőződés? Hiszen Pollack Mihály végigjárta a céhbeli kiképzést és abban az időben, de még kezdő gyakorlati tevékenységének éveiben is a magyar építészek még távol álltak a klassziczizmustól. Igaz, hogy Pollack 1793-ban Milanóba utazott és ez fontos életrajzi tény. Milanóban készült és napjainkig fennmaradt egyik tervrajza — a tempietto — arról tanúskodik, hogy Pollack alkotói felfogása éppen ezekben az években alakult ki, amikor közvetlenül ismerkedhetett meg az eredeti mintaképekkel. Nem kétséges, hogy miközben Lombardia fővárosában tartózkodott, meglátogatta Itália más kulturális központjait, legalábbis Rómát. Sok más jelentős építész *(Inigo Jones, Philibert de L'Orme, Sztaszov* és mások) életrajzából kitűnik, milyen hatalmas benyomást gyakorolt a klasszikus hagyományok közvetlen meglátása az új utakat kereső építészekre, különösen akkor, amikor ezeknek a fiatal mestereknek a tudatában már ott éltek a racionalizmus eszméi és a barokk architektúra iránti kritikus beállítottság. Ezért talán Pollack itáliai tartózkodásának nagyobb jelentőséget lehetett volna tulajdonítani és bővebben vázolni azt a környezetet, amelyben a fiatal Pollack milánói útja előtt élt.

Zádor Anna helyesen mutat rá, hogy milyen nagy jelentőségük volt az építészek konkrét megbízásai során a társadalmi jellegű megrendeléseknek. Pollack megrendelői eleinte a barokk stílű templomoktól elforduló kálvinista egyház, az ún. harmadik rend, a városi előkelőségek és mágnások voltak. Pollack építészeti felfogása összhangban volt a megrendelők érdekeivel; ez pedig sikert biztosított számára, megszilárdította tekintélyét és hozzájárult a klasszicizmus elterjedéséhez nemcsak Pesten, hanem más magyar városokban is, ahol Pollack tervrajzai megvalósításra kerültek.

Így a materialista felfogást valló Zádor Anna Pollack-ot nem mint a társadalom felett álló lángészt, hanem a társadalmi viszonyok következtében felszínre került alkotó egyéniséget állítja elénk.

Helyesen jár el a szerző abban is, hogy nagy súlyt helyez Pollack tevékenységének ama részére, melyet városi lakóházak megtervezésére és kivitelezésére fordított; az építészi tevékenységnek ezt a területét a polgári művészettörténészek többnyire nem veszik kellően figyelembe, mert az építészetet — mint művészetet — csak a reprezentatív alkotások szemszögéből nézik. Holott Pollack Mihály művészete éppen a lakóházépítés terén nyilvánult meg legtisztábban; bonyolult szerkezetek nélkül is vonzó és határozott kifejezőerővel bíró homlokzatokat tudott kialakítani azon a sok lakóházon, melyeket a XIX. század elején Pesten épített (lásd a könyvhöz mellékelt sematikus városterv a lakóépületek megjelölésével). Nem érdektelen az a tény sem, hogy a lakóházépítésben Pollack ugyanazon hagyományok felé fordult, mint korának pétervári építészei (A. A. Mihajlov, A. I. Molnyikov), aminek következtében Pesten és Pétervárott hasonló lakóházak épültek.

Zádor Anna nem ismerteti egyformán Pollack valamennyi művét, hanem határozottan és helyes megállapítással kiemeli közülük a legjelentősebbeket, sőt a mester legnagyobb alkotásának, a pesti Nemzeti Múzeum épületének külön fejezetet szentel könyvében. Ennek a műnek a tárgyalásánál Zádor Anna bizonyos összehasonlítást tesz a hasonló rendeltetésű londoni, müncheni és berlini épületekkel. A múzeumépületeknek ezt a felsorolását folytathatnánk a pétervári „múzeum"-mal (amely Leo Klenze tervei szerint épült), ami még jobban kiemelné Pollack műveinek vitathatatlan kvalitásait. Mert Pollack valóban vonzó külsejű, kimagasló műveket alkotott a legnemesebb klasszikus hagyományok szellemében kivitelezett részletekben és művészi módon kiképzett interieur-ökben, mint amilyenek az előcsarnok, a kerek terem (a Pantheon alkotó szellemben történt átfogalmazása) és a kiállítási termek sora.

Úgy látszik a templomok, elsősorban az oltárok kiképzésével való foglalkozás jó iskola volt Pollack számára, melynek során elsajátította a nyilvánosság számára szolgáló helyiségek megtervezésének és kialakításának művészetét. Talán helyesebb lett volna a Múzeum épületéről több nagyméretű, egész lapot betöltő illusztrációt elhelyezni a könyvben.

A szerző megállapítása szerint Magyarországon a XIX. sz. elején a városépítészetben már haladó szellemű irányzatok érvényesültek. Sőt Pesten, 1808-ban városrendezési bizottság is alakult, amelyben Pollack is helyet foglalt. Zádor Anna részletesen ismerteti Pollack tevékenységét ebben a bizottságban a lakóházépítés terén, viszont mit sem mond Pollacknak a bizottság várostervezési és általános munkájában való részvételéről. Így nyitva marad a kérdés, hogy vajon Pollack urbanista-városépítő volt e abban az érte-

lemben, mint Inigo Jones Angliában, Gabriel Franciaországban vagy Karl Rossi Oroszországban? Pollacknak ilyen értelemben vett városépítési tevékenységét az illusztrációs anyagban sem találjuk, nevezetesen hiányzik a Múzeum épületének általános elhelyezési terve is, holott mint urbanista-városrendezési feladatot ezt Pollack minden bizonnyal maga határozta meg. Hiszen a klasszicista művészet tevékenységének éppen az általános városrendezés az egyik legjellemzőbb vonása, éspedig a XVIII. sz. végén és a XIX. sz. elején, amikor a városok rohamos fejlődése megindult.

Mindezek a megjegyzések természetesen mit sem vonnak le Zádor Anna fentismertetett könyvének értékéből, mesteri elemzéseiből és következtetéseiből.

Jellemző, hogy ez a könyv abban az időben jelent meg, amikor Magyarországon a szocializmus épül, amikor a nemzeti kulturális hagyományok iránti érdeklődés már elválaszthatatlan eleme lett a szocialista civilizációnak. Mert itt a hagyományok tanulmányozása nem öncél, hanem eszköz a kultúrának alkotó szellemben történő kiszélesítéséhez. Ebből a szemszögből nézve Pollack alkotásainak magas művészi színvonala, a mai építészethez mért stílusbeli és műszaki eltérések ellenére is bizonyos fokig mértékül szolgálhat a mai magyar építészet művészi kvalitásainak elbírálásánál.

A szocialista kultúra alkotó egyéniségei elkerülhetetlenül fordulnak a hagyományok, elsősorban a nemzeti hagyományok kútforrása felé, és így, a dialektika szellemében fejlesztik tovább az új kultúrát népük érdekében és az új élet követelményeinek megfelelően. Ezért mindenképp melegen üdvözöljük Zádor Anna könyvét, mely a szovjet olvasók számára is értékes, akik igyekeznek minél alaposabban és minél szélesebben megismerkedni a tehetséges és baráti magyar nép sokoldalú kultúrájával.

*V. I. Piljavszkij**

Granasztói Pál : **Város és építészet** Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1960. 288 o.

Egy évtized előadásainak, tanulmányainak gazdag gyűjteménye jelent meg *Granasztói Pál* új művében. Habár az értekezések különböznek témájuk és keletkezési időpontjuk tekintetében, mégsem tanulmányok laza halmaza ez a könyv, hanem egy átfogó, évek hosszú során át érlelt gondolatmenet végigvezetése a városépítés — településtervezés elméleti kérdéseinek egész során. Ez a gondolatmenet elvi tisztázottságában, megkapó művészi előadásában, kitűnő példamegválasztásában és impozáns ismeretanyagra támaszkodó szabatos megfogalmazásában a kialakuló településtudományi szakirodalmunk egyik alapvető alkotása. A szerző három fő téma körül csoportosítja tanulmányait: tárgyalja a város és forma összefüggéseit, a városépítészet műfaji, városképi, együttesi és kompozíciós kérdéseit (szerzőtárs *Pogány Frigyes)*, végül a magyar városok képződésének, szerkezetének és városképének jellegzetességeit. Az anyag hármas tagolása igen szemléletes: az alapvető elvi kérdések után tisztázza az átfogó problémákat és az előzőkben kialakított elvi meghatározással, fogalmi rendszerrel és értékelési módszerrel él a magyar városépítészet jellemzésénél. Ezzel nemcsak következetes gondolatmenetét, hanem elméleti megállapításainak alkalmazási lehetőségeit is bizonyítja a szerző.

Az *Építészeti alkotás-e a várostervezés* c. tanulmányban a várostervezés és építészet viszonyát határozza meg a térbeli rend alkotásának-szervezésének analógiájával; az 1949-ben készült tanulmány megállapításait azóta a kialakult gyakorlat messzemenően igazolta. A tanulmányt egyébként a szakma nemzetközi viszonylatban vezető folyóirata, az *Urbanistica* is közölte. A „*Tér és idő a városépítésben*" a négy dimenzió egységének és jelentőségének megkapóan szép analízise, melyben magas szakma-etikai mércét is állít fel a várostervezőknek. Kidomborítja a várostervezés építészeti jellegét, de utal a városépítész és építész munkájának különbségére is a megvalósulás időtényezőjének kihatásában. A renaissance és barokk városépítési teoretikusok itáliai, németországi, németalföldi és franciaországi ideális városterveit ismertetve az elmélet és gyakorlat, terv és valóság összefüggéseit tárja fel történeti példákon. Építészettörténeti vonatkozásain túl ki nem mondott bizonyítása annak is, hogy a városépítésnek szüksége van saját tudományosan megalapozott elméletre a mindenkori továbbfejlődéshez. Alapvető szakmai szemléletet határoz meg, amikor megállapítja, hogy „a teoretikusok már kezdettől megpillantották azt, ami később az elburjánzó spekulációs városfejlődésben elsikkadt: a város egységét, problémáinak

* V. I. Piljavszkij leningrádi egyetemi tanár, az építészkar dékánja, a műszaki tudományok doktora, a Szovjet Építészeti Akadémia tagja.

összefüggését, megtervezésének oszthatatlanságát, továbbá... hogy a városépítés nemcsak célszerűségi, műszaki feladat, hanem ezen felül esztétikai is."

A városépítészet műfaja c. tanulmányban a városépítészet fogalmát, az építészettől megkülönböztető jegyeit vizsgálja a művészetben elfoglalt helye alapján. A rész és egész viszonyát, a műalkotás problematikáját veti fel a városban folyó élet és változás dialektikus egységében. Ez a tanulmány szorosan kapcsolódik az *„építészeti alkotás-e a várostervezés"* gondolataihoz; utóbbi tanulmány helye talán inkább ebben a csoportban lett volna, ha ezzel nem veszélyeztette volna a szerző művének belső egyensúlyát. *„A városkép"*-ben annak mibenlétét és fajtáit elemzi a szemlélet helyének, időtartamának és összbenyomásának viszonyában, a város és a táj kölcsönhatásában. A városépítészeti együttesek c. tanulmányban a terek, utcák és összetettebb együttesek egyedisége, tartalom és forma jelentősége mutatkozik szemléletesen, a sűrűsödő problémákat a Piazza del Popolo jellemző példáján érzékelteti. Kár, hogy a gazdag ábraanyag nem tartalmazza egyébként a tárgyalt példát. A városépítészeti kompozíció a forma és kompozíció; városképi elem és kompozíciós elem; a folthatás, tömeghatás és térhatás; a térbeliség és időbeliség; a városépítészeti alkotások értékelése és elemzése kérdéseit taglalja. Ez utóbbi tanulmányok *Granasztói Pál* és *Pogány Frigyes* együttes művét képezik.

A *„Magyar városépítészet"* a magyarországi városképződés táji, történeti, társadalmi és gazdasági alapjait ismerteti a városok szerkezetének, alaprajzának és kompozíciójának viszonylatában. Városaink építészeti jellegének fő sajátosságait keresve objektív ismérveket állapít meg és tanulságokat von le a gyakorlati városépítés számára.

A városépítés-településtervezés ismeretkörének Achilles-sarka volt saját tudományos értékelése. Volt olyan időszak, amikor empirikus ismerethalmaznak tekintették, melynek részlettémáit csak más tudományágaktól kölcsönzött módszerekkel lehet feltárni — egészét pedig az építészet perifériális területének látták, melyben az építészet lehatárolt ismeretköre összekuszálódik, vagyis önálló tudományos jellegét tagadták. Ha ma már elfogadott megállapítás, hogy a településtervezés az építészetnek önálló disciplinája, melynek saját tudományos módszere van elvi-elméleti kérdéseinek tisztázásához, akkor ehhez nagymértékben hozzájárultak Granasztói Pál tárgyalt munkájában foglalt tanulmányok, ezek az önálló magyar településtudomány kialakulásához vezető út egyik jelentős mérföldkövét képezik.

A könyv tetszetős formátuma és kedvező összbenyomása gondos kiadói munkáról tanúskodik; nem mondható el ugyanez a nyomdai munkáról, mely főleg az értékes ábraanyag reprodukcióinál kívánnivalót hagy maga után.

Brenner János

Preisich Gábor : **Budapest városépítésének története Buda visszavételétől a kiegyezésig.**

Budapest 1960.

Műszaki Könyvkiadó. Haránt 4o 94 l + 85 kl. = 179 o.

Fővárosunk történetét hatalmas irodalom ismerteti. Csupán két olyan munkát találunk azonban közötte, amely a városépítés és városrendezés kérdéseit választja egyedüli tárgyául. *dr. Rados Jenő* 1928-ban megjelent tanulmánya *„Budapest városépítészetének története"* harminckét oldalon a római kortól egészen napjainkig terjedő egész fejlődési folyamatot átfogja. Természetes tehát, hogy – minden kiemelkedő értéke mellett is — csupán vázlatos összefoglalásnak tekinthető. 1931-ben *Siklóssy Lászlótól* jelent meg egy vaskos kötet *„Hogyan épült Budapest?"* címen. A könyv azonban — címével ellentétben — elsősorban a kiadás költségeit fedező Fővárosi Közmunkák Tanácsának a múlt század végére és e század elejére eső városfejlesztési tevékenységét méltatja. Viszonylag igen rövid időszakkal foglalkozik tehát részletesen és különleges feltételeinek, célkitűzésének megfelelően e rövid időszak történetét is csak egyoldalúan világíthatja meg. E két alapvető kísérlet óta megjelent várostörténeti irodalmunkban ha itt-ott felbukkannak is a városépítés és városrendezés kérdései, a szétszórt anyagban tájékozódni és ennek alapján egységes képet alkotni nem csak a laikus közönség, de a szakemberek számára is igen nagy nehézségekbe ütközik. *Rados* és *Siklóssy* műveinek megjelenése óta sok idő telt el. Fővárosunk történetének részletkutatása azóta sok új, a városrendezés történetét is érdeklő eredményt mutathat fel. Nem beszélve arról, hogy ily hosszú idő alatt sorsdöntő események változtatták meg fővárosunk fejlődésének irányát s nyomukban történeti szemléletünk és módszereink is alapvetően megváltoztak.

Örömmel fogadjuk tehát azt, ha valaki e téren egy korszerű összefoglalás megírásának nehéz és felelősségteljes munkájára

vállalkozik. Budapest városépítésének történetét megírva Preisich Gábornak sokszorosan szerteágazóbb és nehezebben átfogható területen kellett pótolnia a hiányt mint azt nagyobb vidéki városaink monografusai az utóbbi időben tették. A feladat megoldására kiválóan alkalmassá tette az, hogy a felszabadulás óta munkássága szorosan kapcsolódott Budapest városrendezési kérdéseihez s a jövő városának kialakításával küzdve szükségszerűen találkoznia kellett az egyes problémák történeti előzményeivel is. Könyvének végleges formába öntése előtt igen elmélyedő és alapos adatgyűjtést végzett, hiszen terjedelmes bibliográfiai összeállításában a megelőző irodalom úgyszólván összes jelentős művét megtaláljuk. Ezen azonban messze túlment akkor, amikor — különösen a XVIII. és XIX. század fordulójának városrendezésére vonatkozóan — jelentős önálló tervtári és levéltári kutatást is végzett és a kutatások közvetlen eredményeit igen szerencsés módon értékesítette. Ezzel az önálló anyaggyűjtéssel könyvét jóval a megszokott összefoglalások színvonala fölé emelte.

A szerző a szerteágazó anyagot biztosan uralja és világosan áttekinthető, az időrendi egymásután szerint rendezett szerkezetbe önti.

Egy rövid bevezető részben a „városépítés" és „városrendezés" fogalmainak meghatározását adja. Ezután utal arra, hogy a jelenlegi kötet csak első — a kiegyezésig terjedő — része fővárosunk városépítés és városrendezés történetét felölelő összefüggő művének. A történeti anyagot ezután nyolc arányosan tagozott fejezetben ismerteti. Az egyes fejezetek anyagának elrendezésénél egységes módszer szerint jár el. A várostörténeti és általános művelődéstörténeti háttér rövid rajzát mindenütt a városépítési tevékenység konkrét adatokra támaszkodó áttekintése követi, végül pedig a jövőre vonatkozó városrendezési tevékenység ismertetése zárja le. Ez alábbiról azonban — amennyiben a városrendezés alatt határozott városformálási igényen alapuló tudatos tevékenységet értünk — a XVIII. század vége előtt vajmi kevéssé beszélhetünk. A szerző is érzi e hiányt s az első fejezeteknél ezt a történeti és művelődéstörténeti háttér talán kissé túlságosan is bő rajzával igyekszik pótolni. Őt magát legjobban a városrendezés, a tudatos várostervezés érdekli. Ez az oka szerintem annak, hogy könyvében a XVIII. és XIX. századok fordulójának — vagyis a budapesti városrendezés és várostervezés „klasszikus" korszakának valóban biztoskezű és lebilincselően érdekes — rajza sikerült a legjobban. Itt az első városrendezési tervek körül kialakuló harcok és a Szépítő Bizottság városformáló tevékenységének ismertetésénél a szerző kitűnőt és maradandót alkotott. Nagyrészt új, eddig ismeretlen anyagot tár fel előttünk önálló levéltári kutatásai alapján s érdeklődésünket mindvégig le tudja kötni. Ezután az előadás lendülete kissé visszaesik. A történeti és várostörténeti háttér rajza ismét túlteng a főtéma rovására ugyanúgy, mint a korai időszak ismertetésénél.

Kár, hogy a szerző a főváros városépítését nem ágyazza bele eléggé az európai keretekbe. Gazdagítaná a mű hatását, emelné értékét, ha csupán nagy vonásokban is, de megkísérelné háttérként az általános európai városrendezési tevékenység képét felvázolni. Érdekelné az olvasót például, hogy mi volt a helyzet fővárosunk városrendezésének klasszikus korszakában, a XIX. század fordulóján Európa más államaiban és metropolisaiban. Izgalmas volna látni milyen elvek szerint, hogyan kíséreltek meg hasonló problémáikat Páris, London, vagy Leningrád városépítészei megoldani. Természetesen csupán rövid felvillantásokra gondolunk itt és nem kívánnánk hosszabb elkalandozást a főtémától.

A szerző előadásmódja, nyelvezete jó. Mindenben megfelel annak a követelménynek, amelyet egy tudományos eredményeket a nagyközönségnek is élvezhető módon tárgyaló műtől elvárunk, vagyis a legnehezebb tartalmat is a legkönnyedebb módon tárja elénk. Érdemes lenne tanulni belőle azoknak a szerzőknek akik a „komoly és tudományos" eredmények ismertetéséhez csak a bonyolult, alárendelt mondatoktól hemzsegő németes stílust tartják méltónak és megfelelőnek.

A szerző nagy gonddal válogatta össze a képanyagot. Érdeme, hogy itt is eredetiségre törekedett. Igyekezett a kissé már elcsépelt és évtizedek óta minden várostörténeti műben viszontlátott, megszokott pest-budai metszetek helyett olyanokat közölni, amelyeket még eddig nem aknáztak elődei annyira ki. Igen jó ötletnek tartjuk azt a táblázatos áttekintést, amelyen Budapest városépítéstörténetének eseményeit az általános európai történelem, művelődéstörténet, technikatörténet jelentős mérföldköveivel állítja párhuzamba, s ugyanakkor a főváros lakosságszámának emelkedését is bemutatja egy világosan áttekinthető grafikonban.

Komoly elismerés illeti meg a Műszaki Könyvkiadó Vállalatot is azért, hogy az értékes tartalmat méltó külső köntösbe

öltöztette. A papír, a tiszta és éles szövegnyomás, az illusztrációk — mégpedig a színes illusztrációk — kivitele is kiállják a legszigorúbb kritikát. Egy dolog az csupán ami gondolkodásra késztet. Ez a sikerült könyv csupán 1100 példányban hagyta el a sajtót. Alig hisszük, hogy a magyar könyvpiac ennél több példányt ne tudna fölvenni. Inkább a könyvterjesztő vállalatok indokolatlan pesszimizmusa és kishitűsége lehet az oka ennek a rendkívül alacsonyan megszabott példányszámnak. Reméljük, hogy a következő kötet — amelyet feljogosítva az első kötet sikerétől, érdeklődéssel várunk — jóval nagyobb példányszámban kerül majd piacra.

dr. Borsos Béla

Mérnöki Kézikönyv. Szerkesztő: *dr. Palotás László.* Műszaki Kiadó, 1. kötet, 1955. 1124 o., 1089 ábra; 2. kötet, 1957. 1042. o., 1185 ábra; 3. kötet, 1959. 1347 o., 1589 ábra

A világháború előtti magyar mérnöktársadalom generációkon át nagy hiányát érezte a mérnöki tudományok elméleti és gyakorlati kérdéseit átfogóan tárgyaló magyar nyelvű kézikönyvnek. Elsősorban a német szakirodalom ilyen jellegű kiadványait voltak kénytelenek használni (Hütte, Foerster, Schleicher, Betonkalender stb.), de az idegen nyelv nehézségein kívül is, ezek csak részben pótolhatták a hazai viszonyoknak megfelelően szerkesztett magyar mérnöki kézikönyvet.

A mindinkább fejlődő és szerteágazó mérnöki tevékenység igényeit igyekezett kielégíteni a *dr. Möller Károly* szerkesztésében 1934-ben, majd 1938-ban megjelent *„Építési zsebkönyv"*, valamint ennek 1943. évi módosított kiadása. Ez elsősorban az építészmérnök részére készült s részben az általános mérnök számára is adott anyagot.

A felszabadulás utáni nagy mérnöki feladatok, valamint a tervező, kutató és kivitelező munka lényegesen fejlettebb szervezettsége szinte parancsoló szükséggé tette, hogy mérnökeink a felmerülő szakkérdések korszerű megoldásában enciklopédikus segítséget kapjanak. Így indult el 1952-ben *dr. Palotás László* szerkesztésében a KPM. támogatásával és a Közlekedési Kiadó megbízása alapján a régen várt „Mérnöki Kézikönyv" ötkötetes sorozata, amelynek 1. kötete 1956 első napjaiban került a könyvpiacra.

A sorozat 1. *kötete* az alaptudományok: a matematika, ábrázoló geometria, a fizikai alapfogalmak, mechanika, kémia, geológia, építőanyagok és geodézia anyagát tartalmazza. A szerkesztő, a szakszerkesztő és szerzők már evvel az első kötettel bebizonyították, hogy az új kezdeményezés nem marad a külföldi hasontárgyú művek mögött. Nívós mind külső megjelenésében, mind tartalmában, helyesen választották meg terjedelmét is, ha talán az egyes fejezetek aránya kedvezőbben is alakulhatott volna. A választott középút a zsebkönyv-adattár és részletesebb tankönyv között jól elégíti ki a felmerült hazai igényeket.

A *dr. Szabó János* által szerkesztett *matematika* fejezet táblázatokat, az aritmetika, algebra, függvénytan, analitikus geometria, differenciál- és integrálegyenletek, variáció- és valószínűségszámítás, matematikai statisztika elemei, valamint a mérnöki számítás segédeszközeit ismerteti 278 oldal terjedelemben. A matematikai rész egyike a kötet legsikerültebb fejezeteinek, terjedelme megfelel a kézikönyv követelményeinek. Újabb kiadás esetén azonban ma már kívánatos lenne némi átdolgozás, illetve kiegészítése. Mindenekelőtt erősebb kihangsúlyozást kívánnak a gyakorlati vonatkozások. Bővíteni kellene a mátrixszámítás ismertetését és az újabb fejlődésnek megfelelően foglalkozni kellene az elektronikus számológépek működési alapelveivel.

Az *ábrázoló geometria* fejezet oly rövid és annyira kevés ahhoz, hogy a mérnöki gyakorlatban felmerülő problémák megoldásában segítséget nyújtson, hogy mérlegelendő, újabb kiadásnál nem lenne-e helyes az egészet elhagyni.

A *Rosivall Ferenc* által összeállított következő fejezet: *fizikai fogalmak, mértékegységek és táblázatok* igen hasznos, jól felhasználható adattárat nyújt. A *mechanika* fejezet *dr. Palotás László* szerkesztésében igen jól sikerült, tömör összefoglalás. Kiegészítendő lenne a kísérleti rugalmasságtannal és bővíteni kellene a faltartók és héjszerkezetek anyagát is.

Dicséretre méltó a *kémiai alapismeretek* c. fejezet, amely igen hasznos és a legegyszerűbb anyagvizsgálatokra is útmutatást ad.

Helyes, hogy a *geológiai* fejezet bekerült a kézikönyvbe, de újabb kiadásnál az elméleti rész rovására bővíteni kellene a gyakorlati vonatkozásokat és felülvizsgálni a hidrogeológiai anyagot.

Az *építőanyag* fejezet minden területen hasznos útbaigazítást nyújt, de a gyors fejlődésnek megfelelően természetesen már sok tekintetben kiegészítésre szorul.

A *geodézia* fejezet sajnos nem felel meg a gyakorlati kívánalmaknak. Igen kevés amit a gyakorló mérnöknek nyújt. Többek között hiányzik az anyagból a topográfia és

a fotogrammetria, a korszerű műszerek ismertetése.

Összefoglalva: már a sorozat első kötete is magas színvonalú munka, ha teljes mértékben még nem is elégíti ki az igényeket. Egyes területekben még bizonytalanok az arányok és tartalmában, az ábrák minőségében még nem éri el a további kötetek szintjét. Ennek ellenére az 5500 példányos első kiadás rövidesen elfogyott, bizonyságául annak, mennyire időszerű és szükségszerű volt a sorozat elindítása.

1957 szeptemberében került a könyvpiacra a „Mérnöki Kézikönyv" 2. *kötete*, amely három főrészre tagozódik. Az első rész — *dr. Széchy Károly* egyetemi tanár szakszerkesztésével — a talajkutatás, talajmechanika, alapozások, földművek és az alagútépítés körébe tartozó ismereteket tartalmazza 360 oldal terjedelemben. A második rész szakszerkesztője *dr. Vásárhelyi Boldizsár* egyetemi tanár, ez 275 oldalon az utak tervezésével, építésével és fenntartásával kapcsolatos szakmai tudnivalókat ismerteti. A harmadik rész — *Ertl Róbert* szakszerkesztésében — a vasútépítéssel kapcsolatos fejezeteket foglalja magában és 390 oldalon részletesen foglalkozik a vasútvonalak tervezésével, ívek kitűzésével és szabályozásával, a vasúti felépítménnyel, vágánykapcsolásokkal, pályaépítéssel és fenntartással, a vasúti üzemmel, keskenynyomtávú vasutakkal, városi gyorsvasutakkal, városkörnyéki és városi villamosvasutakkal.

A kézikönyv iránti nagy érdeklődés már 1958 márciusában a második kötet — sajnos változatlan — utánnyomását tette szükségessé, és így az olvasók hozzászólásai még nem érvényesülhettek.

A *talajkutatást* tárgyaló fejezet korszerű és különösen értékesek kritikai megjegyzései. Kiválóan tárgyalt rész a felszíni próbaterhelés. Kívánatos lenne, hogy átdolgozás után a fejezet több gyakorlati utalást tartalmazzon. Helyes lenne a felderítési módokat, talajmechanikai jellemzőket áttekintő táblázatba foglalni. A földtömegek egyensúlyával kapcsolatban közölt eljárásokhoz is kritikai megjegyzéseket kellene fűzni.

A kitűnően szerkesztett *talajfeltárás és talajmechanika* fejezetekben természetesen lehet hiányokat is találni, de a kézikönyv korlátozott terjedelme mellett minden igény nyilvánvalóan nem elégíthető ki. Mai szemmel nézve a korszerűség tekintetében is több kifogás merülhet fel, de nem hagyható figyelmen kívül, hogy a 2. kötet kézirata még 1954-ben készült.

Az *alapozások* tervezésével és kivitelezésével foglalkozó fejezet általában igen sikerültnek mondható. Különösen értékesek a gyakorlatban jól használható áttekintő táblázatok. Újabb kiadásnál talán helyes lenne kibővíteni a talajszilárdítási fejezetet és ismertetni az újabb cölöpalapozási módszereket. A Möller-féle „Építési Zsebkönyv" egyik leghasznosabb fejezete az építési hibák és kiküszöbölési módjuk táblázatos összefoglalása volt. Mérlegelendő, hogy a harmadik kiadásnál az alapozási hibák ilyen jellegű összeállítása nem érdemelne-e meg néhány oldalt.

A *földműveket* tárgyaló fejezet átdolgozásánál figyelembe veendő lesz a földmunkagépek és gépláncok terén elért újabb fejlődés.

Az *alagútépítési* fejezet sajnos nagyon szűk terjedelmű (35 oldal) és ez sincs kellőképpen kihasználva. A fejezet nem arányos, lényeges kérdéseket, mint pl. az újabb méretezési módok, korszerű előregyártás, munkamódszerek, szigetelési eljárások alig érint. Ily rövid terjedelem mellett csak a gyakorlatban felhasználható korszerű anyag számára szabad helyet biztosítani.

Az *út- és vasútépítési* fejezetek, ha helyenként az arányok itt is vitathatók, egészükben jól sikerülteknek mondhatók. Az 1958. év végén e kötettel kapcsolatban tartott ankétok sok szempontot adtak a szerkesztőknek a hiányok pótlására, az arányok javítására, sajtóhibák kiküszöbölésére.

A „Mérnöki Kézikönyv" első két kötete után 1959 májusában került kiadásra a teherhordó mérnöki szerkezetek méretezését, tervezését és kivitelezését tárgyaló *3. kötet*. A kötet első része — *dr. Méhes György* szakszerkesztésében — a tartók statikájával és dinamikájával foglalkozik és azokat a leglényegesebb statikai ismereteket tartalmazza, amelyek a mérnöki szerkezetek számításához szükségesek. A második rész szakszerkesztője *dr. Széchy Károly* egyetemi tanár, ez az általános hídtervezési szempontokat és szerkezeti megoldásokat ismerteti. Az egyes hídfajták részletesen az egyes építőanyagok szerinti fejezetekben szerepelnek. A harmadik rész — *Váradi Szabó Lajos* szerkesztésében — az épületek teherhordó szerkezeteinek méretezési elveit tárgyalja. A *Hilvert Elek* szerkesztette negyedik rész anyaga a faszerkezetek (fakötések és kapcsolások, tartószerkezetek, magas- és mélyépítési alkalmazások). A kisegítő szerkezeteket (állványok, zsaluzatok) ugyancsak Hilvert Elek ismerteti, az ideiglenes hidakat pedig *Papp Béla* tárgyalja az ötödik részben. A kötet legterjedelmesebb fejezetei a hatodik: Acélszerkezetek *Dénes Emil*, és a hetedik: Beton-, kő- és vasbetonszerkezetek

dr. Palotás László szakszerkesztésében. A tervezési és méretezési anyagon kívül mindkét rész a szerkezetek építési kérdéseivel is foglalkozik.

A 3. kötet hézagpótló munkának tekinthető, amennyiben több olyan témát tárgyal, amiről eddig a magyar szakirodalomban átfogó ismertetést nyújtó szakkönyv még nem jelent meg. Ilyenek pl. a stabilitási kérdések, a tartószerkezetek dinamikája, a képlékenységtan, valamint az általános hídépítés, kisegítő szerkezetek, acél- és vasbetonszerkezetek fejezetek nagyrésze.

A *statikai és dinamikai* fejezetekben különösen értékes a hazai irodalomban először ismertetett problémák tárgyalása. A rezgések elméletével foglalkozó rész világos felépítésben vezeti le a rugalmas rezgő rendszerek rezgéseinek törvényeit és ismerteti a gyakorlati alkalmazásokat. Jól áttekinthető, világos tárgyalási mód jellemzi az épületszerkezetek rezgéseit tárgyaló részt is, főleg a rezgések elleni védekezési módok ismertetése tartalmaz a tervezés szempontjából fontos adatokat, bár az újabb kutatási eredményeket még nem tárgyalja. A hídszerkezetek dinamikus igénybevételeivel kapcsolatban azonban többet kellene adni a fejezetnek. Nincs eléggé kitárgyalva az ütésre méretezés sem. Általában a fejezet jó támpontokat ad az igénybevételek megállapítására, de a méretezésre bővebb tájékoztatást kellene nyújtania. Kívánatos lenne a tartórácsok számítására vonatkozó külföldi módszerek ismertetésére több helyet biztosítani.

Az *általános hídépítés* c. fejezet tömör összefoglalásban ismerteti a tervezés főbb szempontjait. Sajnos, a helyhiány több téma tárgyalásánál érezhető, különösen a felhozott példák és ábrák korlátozott számában.

Az *épületszerkezetek* méretezési elveit tárgyaló fejezetet a most kidolgozás alatt álló építésügyi szabályzat elkészülte után át kell dolgozni.

Az *acélszerkezeteket* ismertető fejezet kissé szűkszavú. Ki kellene egészíteni a kötélpályák acélszerkezetével, bővíteni a nagyszilárdságú feszített csavarok újabb fejlődésének ismertetésével, részletesebben foglalkozni a közúti hídszerkezeti megoldásokkal, különös tekintettel a korszerű acél pályaszerkezetekre. A szelvénytáblázatok sajnos az első kötetben vannak, így a 3. kötetet használóknak két kötetből kell dolgozni. Új kiadásban bő helyet kellene biztosítani az alumínium-szerkezeteknek is.

A *beton- és vasbetonszerkezetek* fejezetben elsősorban a feszített szerkezetek tárgyalása lenne kibővítendő. Általában kívánatos lenne a vasbeton hídszerkezetekre vonatkozóan több korszerű kivitelezési módot és azok gazdasági kihatásait ismertetni.

Összefoglalva megállapítható, hogy a mérnöki kézikönyv harmadik kötetével hiányosságai mellett is az eddigieknél magasabb színvonalat sikerült elérni. A kötetnek mind tartalma, mind feldolgozás módja kiemelkedő és erősen tükrözi az első két kötetnél szerzett tapasztalatokat. Biztató ígéret ez a további kötetek magas színvonalára.

Öt év telt el a Mérnöki Kézikönyv első kötetének megjelenése óta. A mérnöki szerkezetek területén évről évre rohamos fejlődés jelentkezik, amivel nemcsak a mérnöknek, hanem a szakirodalomnak is nehéz lépést tartani. Elkerülhetetlen hogy néhány évvel egy műszaki könyv megjelenése után korszerűségi hiányok ne merüljenek fel. Már ebből a szempontból is előnyös lenne, ha műszaki könyvkiadásunk szerkesztési és nyomdai átfutási ideje meg gyorsulna.

A Mérnöki Kézikönyv mindhárom kötete rövid idő alatt elfogyott. Bizonysága ez annak, mennyire szükségszerű volt e sorozat elindítása, de bizonysága annak is, hogy a kiadó túlságosan alacsonyan állapította meg a példányszámokat. Népgazdasági szempontból is előnyösebb lenne, ha a kiadó nem egy-két éves eladási lehetőséggel számolna, mert ekkor nem lenne szükség a könyvek újraszedésére és folyamatosan ki lehetne elégíteni az igényeket.

A Mérnöki Kézikönyv további köteteinek előkészítési ütemezése szerint a 4. kötet 1961-ben, az 5. kötet 1963-ban kerül kiadásra. Az első három kötet újabb kiadásai nem szerepelnek a most kezdődő ötéves tervben. Főleg fiatal mérnökeink ily hosszú ideig nem nélkülözhetik munkájukban e kötetek segítségét és igen kívánatos lenne, hogy a Műszaki Kiadó az új, javított kiadások piacrahozását mielőbb programjába iktassa.

A Mérnöki Kézikönyv eddig megjelent köteteinek társadalmi bírálatán bebizonyosodott, milyen érdeklődéssel várta és milyen szeretettel fogadta műszaki társadalmunk e sorozatot. Sok hozzászólás hangzott el, sok hasznos szempont került felszínre, hogyan lehet a kézikönyv nívóját emelni. Ez az érdeklődés és kitűnő műszaki szakíróink munkája biztosíték arra, hogy a magyar műszaki irodalom a Mérnöki Kézikönyv további köteteiben is olyan értékkel fog gazdagodni, ami jelentős segítséget nyújt a ránkváró nagy feladatok megoldásában.

Straszer Ferenc

СОДЕРЖАНИЕ

Э. Бёлчкеи: Основные реологические свойства твердых тел 3
Л. Коллар: Устойчивость изогнутых оболочных ярок 29
Ш. Калиски: Расчет грузоподъемности бетонных и железобетонных стен, нагруженных в них плоскости 53
З. Хамори: Связь между теорией переломления плоскости скольжения и деформационной теорией 75
Я. Бонта: Принадлежность архитектуры 83
М. Кубински: Архитектура железных дорог в Европе 109
И. Бёрёц: Решение фильтрационных задач при помощи тригонометрических функциональных рядов 167
Л. Ивичич: Роль инвариантных групп величин в гидрологическом исследовании 229
Хроника 243
Обзор книг 279

CONTENTS

E. Bölcskei: The fundamental rheological properties of solids 3
L. Kollár: Stability of bent shell-arches 29
S. Kaliszky: Calculation of the Load-bearing Capacity of Concrete and Reinforced Concrete Walls Loaded in their Own Plane 53
Z. Hámory: Relationship between the plain sliding surface breaking and the deformation theories 75
J. Bonta: Specific characters of architecture 83
M. Kubinszky: Railway-architecture in Europe 109
I. Böröcz: Definition of filtration of the underground waters by means of trigonometrical function series 167
L. Ivicsics: Role of the Invariant Quantity-Groups in Hydraulic Research Work... 229
Review 243
Book-review 279

TABLE DES MATIÈRES

E. Bölcskei : Sur les propriétés rhéologiques fondamentales des corps solides... 3
L. Kollár : Stabilité des coquilles arquées recourbées 29
S. Kaliszky : Calcul de la capacité portante des murs en béton et en béton armé, chargés dans leur plan 53
Z. Hámory : Relation entre la théorie du cassement du plan glissant et celle de la déformation 75
J. Bonta : L'appartenance de l'architecture 83
M. Kubinszky : L'architecture des chemins de fer en Europe 109
I. Böröcz : La définition de la filtration des eaux souterraines par séries des fonctions trigonométriques 167
L. Ivicsics : Le rôle des groupes de quantité invariants dans les recherches hydrotechniques 229
Revue 243
Compte rendu des livres 279

INHALT

Elemér Bölcskei : Über die grundlegenden rheologischen Eigenschaften der Festkörper 3
Lajos Kollár : Über die Stabilität auf Biegung beanspruchter Schalenbögen 29
Sándor Kaliszky : Die Berechnung der Tragfähigkeit von in ihrer eigenen Ebene belasteten Beton- und Stahlbetonwänden 53
Zoltán Hámory : Verhältnis zwischen den Theorien der Brechung und der Deformation der ebenen Rutschflächen 75
János Bonta : Die Eigenart der Architektur 83
Mihály Kubinszky : Die Architektur der Eisenbahnhochbauten Europas 109
Imre Böröcz : Die Darstellung von Grundwasserströmungen mit trigonometrischen Funktionsreihen 167
Lajos Ivicsics : Rolle der invarianten Größengruppen bei der wasserbaulichen Forschung 229
Rundschau 243
Buchbesprechung 279

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKAD. KÖNYVTÁRA

Folyóirat kiadványaink előfizethetők és számonként is vásárolhatók a következő helyeken:

Akadémiai Könyvesbolt, Budapest, V., Váci utca 22.
Akadémiai Kiadó Terjesztési Osztály, Budapest, V., Alkotmány utca 21.
Posta Központi Hírlap Iroda, Budapest, V., József nádor tér 1.

Külföldön terjeszti a
KULTÚRA KÖNYV- ÉS HÍRLAP KÜLKERESKEDELMI VÁLLALAT
Budapest, II., Fő utca 32.
Telefon: 429—760.

Ára: 60,— Ft
Évi előfizetés: 100,— Ft



309.504

Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények

v. kötet 3

2

ÉPÍTÉS- ÉS KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK

Szerkesztőbizottság:

BONTA JÁNOS, CZÉRE BÉLA, GÁBOR LÁSZLÓ, GRANASZTÓI PÁL,
LÁSZLÓFFY WOLDEMÁR, MAJOR MÁTÉ, POGÁNY FRIGYES,
SZABÓ JÁNOS

Technikai szerkesztő: VÁMOSSY FERENC

Szerkesztőség:

BUDAPEST, XI., MŰEGYETEM RAKPART, ÉPÍTŐIPARI ÉS KÖZLEKEDÉSI MŰSZAKI EGYETEM
K. II. 60. SZ. (ÉPÍTÉSZETTÖRTÉNETI TANSZÉK)

ÉPÍTÉS- ÉS KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK
KERETÉBEN MŰKÖDŐ
ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI, ÉPÍTÉSZETTÖRTÉNETI ÉS ELMÉLETI, HIDROLÓGIAI ÉS VÍZGAZDÁLKODÁSI,
KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI ÉS TELEPÜLÉSTUDOMÁNYI
BIZOTTSÁG KÖZLÖNYE

Főszerkesztő:
DR. MIHAILICH GYŐZŐ

Szerkesztő:
MAJOR MÁTÉ

V. KÖTET 3. SZÁM

BUDAPEST, 1961

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

TARTALOM

Granasztói Pál : A modern urbanisztikai szemlélet, építészeti megvilágításban 291

Vidor Ferenc : Településmodellek, regionális modellek. I. rész. Településmodell kísérlet 325

Hajnóczy Gyula : A térformálás alaptendenciája 345

Dr. Csonka Pál : A szabadon támaszkodó kéttámaszú gerendasarokról 361

Dr. Csonka Pál: Eljárás födémeken végzett próbaterhelések kiértékelésére 369

Goschy Béla—Balázs György : Feszített betongerenda nyírásvizsgálata 381

Dr. Kádas Kálmán : Matematikai modellek a közlekedési teljesítmények perspektív alakulásának tudományos statisztikai vizsgálatára 401

Dr. Horváth Sándor : A hajóút fenntartása a Duna Rajka és Gönyű közötti gázlós szakaszán 415

Szemle 437

Könyvismertetés 443

GRANASZTÓI PÁL, a műszaki tudományok kandidátusa

A MODERN URBANISZTIKAI SZEMLÉLET, ÉPÍTÉSZETI MEGVILÁGÍTÁSBAN

Bevezetés

A címben megjelölt téma oly összetett és szerteágazó, annyira alakulóban van, hogy végleges igényű, minden részletében kimunkált megfogalmazása még korai volna. Ilyenre ez ideig külföldön sem került sor. Ezért erre most nem vállalkozhattunk, megkíséreljük azonban szabatosan körvonalazni azt, ami első ízben, egy szabad előadásban* és a téma első megközelítése alkalmából még csak hevenyészetten sikerült.

A történeti kialakulás vázolása ezúttal semmiképpen sem tarthat műtörténeti, még kevésbé általános történeti szempontból teljességre igényt, nem is művekre, eseményekre irányul, hanem a *szemlélet* fejlődésének egyes főbb állomásait kívánja jellemezni. Mai szemléletünk ugyanis nagymértékben érthetetlen volna ezeknek az előzményeknek az ismerete, helyesebben áttekintése nélkül — annál inkább, mert összetevőinek jó része több évszázados, sőt egy-két évezredes múltra tekinthet vissza s ez a múlt ma is elevenen hat. Ugyanezért az illusztrációktól is el kellett tekintenünk; a téma ugyanis ezúttal nem a városszerkezetek, formák, a városképek stb. alakulása, még ha szorosan össze is függ velük, tehát nem vizuális jellegű, hanem ennél elvontabb. A téma a szemlélet — vagyis a városépítés (városfejlesztés, városrendezés, várostervezés) mibenlétének, feladatainak felismerése, a róluk kialakult felfogás, tudat a múltban és ma.

Idegen szavakat nem szívesen használunk, címben még kevésbé, alapos megfontolás után azonban itt mégis erre kényszerülünk. Ennek oka összefügg a témával, kialakulásával s a végső problémákkal, amelyekre még visszatérünk. Most csak annyit: nem véletlen, hogy a magyar nyelv sok kísérletezés ellenére mindeddig nem talált átfogó, közérthető, általánosan elfogadott kifejezést a települések tervezése, fejlesztése, építése, rendezése stb. tevékenységre — olyant, mely elméletre és gyakorlatra, tervezésre és végrehajtásra, régiókra, városokra és falvakra egyaránt vonatkozik. Nem talált azért, mert ezek újkeletű ismeretek lévén, nálunk még szakemberek között is vitatottak, a társadalomban pedig mindeddig a szemléletnek, a tudatosodásnak csak igen alacsony fokáig jutottak el. S nem véletlen az sem, hogy a leginkább elfogadható átfogó kifejezés latin eredetű, s a latin nyelvekben használatos.** Mert leginkább a római eredetű kultúrkörben alakulhatott ki olyan gyűjtőfogalom, mely a települések összes fajtáira, ezek városiasabbá (fejlettebbé) tételére irányuló mindennemű tevékenységet egyesíti. — A városiasodásnak, a városépítésnek leg-

* A Mérnöki Továbbképző Intézet 1960. évi településtudományi tanfolyamának bevezető előadása.

** Olasz nyelven: urbanistica, francia nyelven: urbanisme.

régibb hagyományai itt vannak, s Európa igazán régi, legrégibb városai legalábbis római eredetűek. Előlegezzük tehát ezt a megnevezését egy fogalomnak, amely nálunk, ha nem is hiányzik, de teljes világossággal még nem alakulhatott ki. Világosabbá tétele éppen az elmondandók fő célja. Belőle egyébként nem annyira kiindulunk, mint inkább hozzá, teljes megértéséhez, végső fokon elérkeznünk kell.

Vannak országok, ahol az urbanisztikát külön főiskolán tanítják, külön diplomát adnak hozzá. Mi ettől még messze vagyunk, és kérdéses is, hogy ez egyáltalán szükséges-e. Arra azonban okvetlenül szükségünk van, hogy az urbanisztikai szemléletet kialakítsuk, megismertessük és fejlesszük. Az itt következők elsősorban erre irányulnak, mégpedig — miként a cím is megjelöli, elsősorban építészeti megvilágításban.

A kialakulás

A szemlélet történeti kialakulását *Európára*, helyesebben az európai történelemre kell korlátoznunk; kiterjesztése nehézségekkel járna, s nem is szolgálná az adott célt.

A *görögök* már több lényeges vonással meghatározták a szemlélet alapjait, bár ezek közül nem egy később el-elsikkadt. Mindenekelőtt azzal, hogy — a kolonizációk révén — *egész városokat* gondoltak el, alapítottak és még inkább azzal, hogy ilyen városokat nemcsak elgondoltak, alapítottak hanem meg is építettek, és — romokban ugyan — örökségül ránk hagytak. A városépítésnek ez a nagyszabású módja *szervezettséget* igényel, a szervezés módjával pedig napjaink legidőszerűbb problémájáig hat előre. Az ún. *Hippodamos*-i rendszer (id. e. V. sz.) ugyanis derékszögű négyszöges úthálózatával több, ma is, a gépesített, tömeges lakásépítés számára is fontos elvből indul ki. Az egyik a könnyű, gyors, egyszerű és fokozatos kivitelezhetőség (kitűzés, megépítés, birtokbaadás stb.), a másik az, hogy a szervező egység a lakóház tömb, ennek szervező eleme, sejtje pedig a derékszögű négyszögletes telken, a kis belső udvar köré épülő, befelé forduló, zártsorú, kezdetben családi jellegű lakóház. A hippodamosi rendszer elgondolását, alkalmazását — bár a derékszögű rendszernek orientális, s részben szakrális előzményei ez esetben is feltételezhetők, sőt Kisázsiában kézenfekvők — alapvetően a *célszerűség* jellemzi. Ilyen indítékai egyébként keleten is lehettek. A célszerűségre törekvést nemcsak a megvalósítás, a birtokbaadás már említett szempontjai indokolják, hanem más fontos célok is — így elsősorban az, hogy a rendszer adjon módot a városon belül a tájékozódásra, továbbá az, hogy lehessen sokszorozni, a kolonizációk során gyakrabban felhasználni.

Figyelemre méltó tehát, hogy a görögök, miként építőművészetükben, úgy városépítészetükben is *racionális* meggondolásokból indultak ki, a hippodamosi rendszert is elsősorban célszerűsége, gazdaságossága (pl. a közel négyzet alakú tömböknek kis kerülete), áttekinthetősége miatt, s nem esztétikai okokból becsülték. Ámde ugyanakkor, amikor a sejtből, a lakóházból, és ilyen racionális meggondolásokból indultak ki, alapított városaikban elérkeztek a mai városépítésnek is végső céljaihoz, sőt ezek megvalósításához és ezzel az esztétikai hatás lényegéhez, alapfeltételeihez. Városaikat ugyanis szervezett *közösségeknek* építették és *középületekkel*, *közterekkel*, ezek tervszerű csoportjaival tetőzték be. Megteremtették céltudatosan a tájjal való kapcsola-

tot is. Persze mindezt aránylag kis városokban (Priene, Selinus stb.). De mindezek folytán egy fejlett görög kolonizációs várost mai városépítési szemszögünkből, mai céljaink tükrében nemhogy túlhaladottnak alig láthatnánk, hanem ellenkezőleg, több vonatkozásban példamutatónak is tekinthetünk. Még az sem hibáztatható, hogy a derékszögű úthálózatot hegyes terepen is alkalmazták; hiszen e városokban túlnyomóan gyalog és nyerges közlekedés volt.

Van azonban a görög művelődésnek a várossal kapcsolatosan egy olyan mozzanata is, mely ugyan túlmegy az urbanisztikán, de napjaink urbanisztikai problémáihoz igen közel áll — s ez a város társadalmi, politikai felépítésének, szerepének, *bölcseleti* elgondolása, az *ideális város* körvonalazása részben *Platón*, részben *Arisztotelész* műveiben. Platón mind az államról, mind a törvényekről szóló munkájában foglalkozik ezzel, sőt ez utóbbiban részletesen el is gondol egy ideális várost. Arisztotelész műve pedig, a Politika, már címével is e témára utal, mert a polisz-ból, a városállamból indul ki. Itt — minden egyéb lényeges megállapításon, felismerésen túl — a modern urbanisztikának egy másik alapvető szempontjával találkozunk: *a város és környéke* egybelátásával, egységes témaként, szervezetként kezelésével, még ha általánosabb szemszögből is.

Mindez, ha csak vázlatosan is, mutatja, hogy a görögök már megvetették egyrészt a korszerű urbanisztikai szemlélet gyakorlati *műszaki alapjait*, a városok sorozatainak célszerű, tervszerű, egészükben való felépítésével, másrészt pedig több tekintetben *elméleti alapjait* is, a város mibenlétének, a környezettel, a társadalommal, az állammal való összefüggéseinek elgondolásával. Mindezt azért is tehették, mert egész kultúrájuk, államéletük városokon, városállamokon épült fel. S mindezen már csak azért sem csodálkozhatunk — még ha teljesítményük e téren is bámulatra méltó —, hiszen a görögök a kultúra minden egyéb területén is napjainkig hatót, napjainkig érvényeset hoztak létre — elsősorban éppen szempontjaik, szemléletük, a *gondolkodás* tisztaságával.

A *hellenisztikus* korszak, illetve birodalom városai — Alexandria, Efezosz, Palmyra, Antiochia stb. — vetik fel határozottan a *nagyváros* problémát, csaknem mai arculatával. Ezekhez a később már olykor százezres nagyságrendű metropoliszokhoz (e szó is feltehetően innen való) képest Priene, Olynthos dimenzióiban nem több mint egy parcellázás. A nagyvárosban élesebben merül fel — pusztán célszerűségi szempontból is — az eligazodás kérdése. Ezt a hellenisztikus városokban a főutak tengelykeresztjének határozott, árkádokkal (porticusokkal) és a metszéspontban az ún. tetrapylonnal hangsúlyozott *formája* révén segítik elő, s ezzel megteremtik a nagyváros formaadásának egyik korai megoldását. Ennek persze az eligazodáson kívül más célszerűségi szempontjai is voltak: az árkádok védelmet adtak a sétálóknak, vásárlóknak. Az enyhe klíma alatt különben is itt gyülekezett, helyesebben özönlött, sodródott e városok egész gyülevész, nyugtalan, sokszor dologtalan népe. Ez már nem a szervezett, szinte paraszti együttélésben, vallásos kis közösségben élő görög pólisz, hanem egy keleties, felduzzadt, élősdi konglomerátum, kaland és élvezetéhes népességgel, luxus és nyomor fokozódó ellentéteivel, szélsőségeivel, babonákkal, tömeghisztériákkal. Mindebbe fegyelmet, formát jóformán csak a tengelykereszt és a hippodamosi rendszerből továbbélő négyszögű úthálózat visz. Viszont fokozódnak az egyéb nagyvárosi problémák: a gyakori tűzvészek, járványok *a vízművek, a csatornázás* már nagyobbszabású megoldá-

sait segítik elő. Ezek ugyan már többé-kevésbé a kisebb görög városokban is meg voltak oldva, Athénben egyenesen nagyváros méretben, jellegzetessé azonban ekkor váltak. És itt, a hellenisztikus építészetben és városépítésben jelentkezik egy új vonás, e kultúra jellegzetes terméke: a látszatépítészet, *a reprezentáció ;* mindenekelőtt a házakat egybefogó porticusok, e kor jellegzetes termékei által, amelyek mögött fokozatosan kialakulnak a reprezentatív városi palotahomlokzatok, a főutak mentén.

Mindez Rómába később ér el, a *római* civilizáció városépítése hasonló, de más nyomokon indul. A tengelykereszt, a római városalapítás, városépítés egyik fő jellegzetessége, ősitáliai — etruszk és szakrális eredetű volt. A két tengellyel négy mezőre osztás és ez utóbbiak felszentelése később is az augorok szertartásához tartozott. Nincs kizárva a keleti eredet itt sem, bár ilyen alapvető szokások, formák egybeesése a kultúra más területein is fellelhető, közvetlen hatás nélkül. A városok alapítása a korai Itáliában így történt: a hagyományok szerint fehér ökröket fogtak ekébe és velük vonták meg a puszta földön a két főtengelyt, majd felszentelték a négy mezőt. Ez feltehetően a Roma Quadrata — a város első nyomainak — jelentése is. Azt, hogy mindebben a célszerűségi szempontok is milyen mértékig játszottak közre, ma már nehéz eldönteni; bizonyos azonban az, hogy a hippodamosi rendszer társadalmilag fejlettebb és racionálisabb korszakban keletkezett, mint az akkori, az ősi itáliai — már csak a görögök kiterjedt kolonizációs tevékenysége folytán is.

A római civilizáció a kolonizálás számára rövidesen mégis az akkor legfejlettebb, legracionálisabb, legalkalmasabb rendszert hozta létre a tengelykereszt alapján: a *castrum* rendszerét és az ehhez hasonló polgárvárosokét. Egy modern urbanisztikai szükséglet megoldását: a *város tipizálását*, amit ilyen fokon még ma sem értünk el. Kérdés, hogy egyáltalán helyes volna-e, legalábbis Európában. Ámde már magában a római városfejlődésben is felmerült a kérdés: beszorítható-e egy város ennyire zárt, merev formai rendszerbe? Timgad közismert zárt négyszöge körül pl. kívüle a különféle templomok, szentélyek nemcsak azért csoportosulnak oly ellentétesen ható ötletszerűséggel, mert kultikus okok e helyeket indokolták, hanem azért is, mert egy ennyire megtervezett, formailag lezárt városban belül később már nem is helyezkedhettek el.

Ugyancsak a kolonizációval függ össze az a másik jelentős mozzanat, amellyel a rómaiak a modern urbanisztikai szemléletnek — a görögök mellett — alapvetői, előhírnökei lettek: s ez az, hogy itt náluk találjuk a város feletti, a *regionális* szemlélet csíráit. (Maga a szó, régió, ha más jelentéssel is, latin eredetű.) Itt találjuk azért, mert a provinciák katonai és polgári szervezése, világos elhatárolása, a hadi és polgári utak rendszere, a fővárosok megjelölése stb. révén már a regionális tervezés alapelemei bukkannak fel, s mert a városok —Aquincum, Savaria, Alba Julia pl. — már alig értelmezhetők ezek nélkül. Ezek már nem a görög polisz-ok — egy-egy város és a vele egybeszervezett környéke — ez már más, ezek már bizonyos mértékig régiók, ill. régió központok. Mindez később hosszú időre alámerült, mint sok más római vívmány. Mai regionális gondolkodásunk előzményei azonban legalábbis idáig vezethetők vissza.

Utoljára maradt a római civilizáció központi és legmonumentálisabb urbanisztikai témája, műve, maga *Róma*. Már nem is nagyváros, hanem *világváros*, Európában az első. Világvárosi — egyben mai — méretűek a prob-

lémák és megoldások is: milliót meghaladó lakos, négy-ötemeletes házak, bérkaszárnyák, beomlások, építési előírások, épületmagasságok maximálása, vízvezetékek bonyolult rendszere, őrzése, csatornaművek, tűzőrség, kiépített, profilozott utak, járdaszigetek, fürdők, sütőüzemek, vásárcsarnokok stb. stb., hogy csak a leginkább ismerteket említsük. A városi műszaki berendezettség fokát a valóságban, ha kisebb méretekben is, Pompeiben, Ostiában ma még látni is lehet. Róma nagyvárosi problémái a császárkorra értek meg; Augustus, e polgáriasult diktátor komoly gondokat csinált magának Róma rendezése, az építkezések szabályozása, a műszaki szervezet kérdéseivel. Nero más módszerhez nyúlt; mint mondják, ő és azért gyújtotta fel Rómát, hogy átépítse, rendezze ezt az akkor már kolosszális szövevényt. Az európai urbanisztikában első ízben jelenik meg a despota, a *zsarnokság*, mint tényező, szemben a görögök polgári közösségeivel. Ez újdonság, valamint az is, hogy ilyen vagy olyan módszerekkel, de itt bukkan fel a *rendezés* szükségessége, problémája, túl az új városok tervszerű építésén, hogy azután hosszú időre ismét elsüllyedjen.

Róma persze sokat átvesz a görög, s főként a hellenisztikus örökségből; műszaki vívmányokon kívül elsősorban a reprezentatív, a luxusépítészetet, a porticusokat, a nagy villákat. Fokozódik, görög hatásra, a *tájba fordulás*, ez a ma ugyancsak ismét időszerűvé vált urbanisztikai törekvés — elsősorban a nagy villák, a gazdagok által létesített és a köznek átadott *városi kertek*, máig felül nem múlt, nagyszabású ilyen alkotások révén. A tájjal, a természettel való kapcsolat, *város és természet bizonyos egyensúlya* az egész ókorban, a mediterrenaumban alapvető tényező az életmód, a települések, a városok formáiban; többnyire tudattalanul, szándék nélkül, az éltető, a bőséges természet jóvoltából, de később már, a gazdagoknál tudatosan is. Lucullus villájából egész Rómát tájastól látni lehetett. S a római villák — e hatalmas, fényűző művek —, amelyek később Európa-szerte elszaporodtak, váltak csaknem két évezreddel később a reneszánsz közvetítésével a nyaralók, a mi városi villáink, villa-, majd bérvillaövezeteink előképeivé; mai tájba forduló városépítésünk, zöldbeágyazott, tájra, kilátásra szervezett lakótelepeink, pontházaink csíráit itt kereshetjük.

Később a császárkorban sikerült Rómának, ennek a bonyolult konglomerátumnak valamelyes *formát* is adni, ha nem is oly határozottat, tisztát, mint az alapított városoké. Ennek korai tudósítója az ún. Forma Urbis* kőbe vésett térképe, a fórumoktól kiinduló főutak hálózatával, a fő középületekkel. Ezt az organikus formát fejezte be Aurelianus császár (III. sz.) ma is álló fala, akkora területet körülölelve, amelybe a XX. század elején, a már modern Róma, közel millió lakosával csaknem egészen belefért. A Forma Urbis mindenesetre az áttekintés igényének, egy milliós világváros egybelátásának bizonyítéka: a városfal csak betetőzte, a valóságban is láthatóvá tette ezt, az oltalmazás szándékával. Azt, hogy az urbanisztika, a tervszerű városépítés hová süllyedt egy időre ezután, talán éppen Róma későbbi sorsa, feldúlásai mutatják: a világváros helyén, kolosszális romjai között, mocsaras lapályokon egy kis város tengődött tovább, lakosai lassan nem is emlékeztek már arra, ami volt.

Rómában tűnik fel *az első urbanisztikai teoretikus, Vitruvius* személyében. Bár műve és teóriái nagyrészt építészetiek és a várossal csak az egyes témák kiegészítéseként foglalkozik, mégis elsőnek tekinthető. Foglalkozik pl. a tájo-

* A Palazzo dei Conservatori-ban (Campidoglio).

lással, a szelek figyelembevételével, a városok helyével, jövőjével, számszerűségekkel. Jelentőssé inkább később, a reneszánsz teoretikusok révén válik, akik felfedezik, mintaképüknek tekintik, teoriáit fejlesztik. Vitruvius és a teoretikus munkálkodás, bár hozzátartozik az antik gondolkodáshoz, mégsem tekinthető általánosnak, jellegzetesnek az ókori urbanisztikában. Ez egészében gyakorlati, racionális, műszaki volt, noha egyes mozzanataiban szakrális jellegű és eredetű is — és a kis koloniális városoktól kiindulva egyre nagyobb méretekig, Rómában egy máig felül nem múlt politikai reprezentációig, monumentalitásig fokozódott. Kezdetben inkább új városok építésére irányult, később Rómában már rendezésre is. Annak oka, hogy sok mai műszaki probléma, sőt megoldás is már tisztán felvetődött, de teljességgel mégsem oldódott meg, mindenekelőtt a termelési, a társadalmi viszonyokban keresendő. A rabszolgatársadalomban az olcsó munkaerő, a rabszolgáknak eszközként való felhasználása folytán sem az egészségügyi, sem a biztonsági problémák megoldása nem volt széles körben igazán fontos, s — az emberi munkaerő birtokában — nem volt szükség bonyolultabb műszaki megoldásokra sem. A városiasodást, jellegét, mértékét is nagy részben a rabszolgatársadalom belső fejlődése, elembertelenedése szabta meg. A kezdetben még patriárkálisabb, családonként néhány rabszolgát tartó, szinte paraszti jellegű kis autonóm közösségek, városkák után a hódítások révén, a kisparasztok, a gyarmatok kifosztása révén mindinkább nőnek a latifundiumok, az üzemek, nő a rabszolgák száma, majd a felszabadítottaké, a nincsteleneké, fokozódik a városbatódulás, nőnek egyes városok, mindenekelőtt Róma. Kialakul a zsarnokság és árnyékában a plebs, a hatalmasok által eltartott népesség, és létrehozza a hellenisztikus városokban, majd Rómában a mai világvárosok előképét, ezeknek már nem egy vívmányával, de csaknem minden problémájával. Ez az ókori urbanisztikának a betetőzése. A megújulás innen már nem is volna elképzelhető, csak máshonnan.

*

*A középkori** városépítés és az antik között a kontinuitás vékony szála alig áll sokáig többől, mint abból, hogy a római birodalom területén a sokszor pusztulófélben levő koloniális városokban tovább él a maradék lakosság és az újabb fejlődés gyakran — ha nem is mindig — ennek helyén indul el. A római város így a középkorinak részévé, olykor magjává válik. (Pl. Firenze, Bologna, Köln, Regensburg) Egyébként azonban a kora középkor városai — egy nagymértékben megváltozott társadalmi, gazdasági rendben, a hűbériség viszonyai között — másként és csaknem újonnan szerveződnek, alakulnak ki. Mindenekelőtt Franciaországban, majd Németországban, mert az itáliai városok inkább őrzik az antik örökséget. Mindez a városépítés szemléletének jellemző vonásaiban is megnyilatkozik.

Az újrakezdés némiképpen visszatérés, persze alaposan megváltozott körülmények között, a görög polisz-hoz. A középkori város is kis, szinte parasztias közösség, mely a városhoz tartozó földdel, területtel — a környékkel — gazdaságilag szorosan összetartozik. A paraszti szervezet, eredet sok mindenben — a kifejlődésben, szerveződésben, a település alakulásában — megnyilvánul:

* Bár történettudományunk a középkort a XVII. századig terjeszti ki, ezúttal itt az itáliai reneszánszig tartó részét tekintjük át, minthogy ez utóbbiban már jelentős új urbanisztikai gondolatok és szemlélet alakulnak ki.

így pl. a telkes, családi-jellegű, gazdasági udvaros lakóházakban, ezek fokozódó összehúzódásában, tömörülésében, növekedésében. Sajátságos módon, minél inkább elkülönül a város térbelileg, alakilag a környéktől — és ez fokozódik a városfalakkal, az egyre tömörebb, magasabb építkezésekkel —, annál inkább és erősebben szövődik össze a vidékkel, a termelés, a munkamegosztás révén. A város műhellyé válik a vidéke számára is, feldolgozza nyersanyagát és ellátja készáruval. A városban sokat és egyre szakszerűbben, egyre bonyolultabb munkamegosztásban dolgoznak. A középkori város ebben különbözik a késői ókor nagyvárosaitól, amely utóbbiak egyre inkább környezetük és a távolabbi gyarmatok kihasználásából, olykor kiuzsorázásából éltek, helyesebben élősködtek, míg romba nem dőltek.

Ezek a csak hevenyészetten vázolt körülmények a középkori városok térbeli felépítését alapvetően meghatározták, sőt mindmáig jellegzetessé, maradandóvá, egyes vonatkozásokban még felül nem múlttá tették. A térbeli szerveződés, a felépülés rendkívül *lassan megy végbe*, sok évszázad munkája, míg eredménye a XI—XII. században — részben az akkor kezdődő nagyszámú városalapítások, várossémák révén is — már zártabb formaként megfigyelhető. Fő jellegzetessége, *organikus volta* részben innen ered. Sok minden egyezik itt a kis görög, főként a kolonizációs városokkal. Elsősorban a kis méretek (a jellegzetes középkori városi lakosságszámok, a nagyvárosok kivételével, általában 10 000 alattiak, a jellegzetes városterületek a közepes városoknál 40—50 ha körüliek), majd a tervszerű, többnyire derékszögű vagy ezt megelőzően más rendszerű (pl. bordás, orsós) úthálózat, a főtérről (piacról), főbb középületekről való tervszerű gondoskodás. Mindez ugyan együttesen elsősorban az alapított városokra jellemző, de a tapasztalatok, az igények, részben a megoldási módok is a nőtt városokból erednek. A változás és fejlődés az ókori városokhoz képest azonban szembeötlő és ez elsősorban a termelési, a társadalmi viszonyokból következik. *A város egésze egy nagy közösség*, később már egészét erődítik, nemcsak egy fellegvárat, az erődítés pedig szűkre szabja a város területét, korlátozza a lakosszámát, intenzív kihasználásra, mind sűrűbb és magasabb beépítésre késztet. A családi ház jelleg megmarad, bérlakások csak későn és ritkán bukkannak fel, de minden családi ház egyben munkahely is: raktárakat, műhelyeket tartalmaz, növekvő méretekben, később már 5—6 emeletsorban a tető emeletekkel együtt. Beépítik a szabad területeket, a telkek mélyét, lassan alig marad szabad terület. (Prágában pl. a szabad területek aránya a beépítettekéhez képest a középkor végén 1 : 18 volt). Megjelennek a mechanizmusok, a malmok, a csövek, vezetékek, többnyire fából, az egyre fejlettebb kézműves ipar technikai berendezéseiként. Az övezetek csírái jelentkeznek az egyes céhek, iparágak elkülönítésével. Nő a középületek száma, osztódnak funkciók szerint; a templom csarnoka pl. eleinte világi, sőt kereskedelmi célokat is szolgál, később városházák, kereskedőcsarnokok, raktárházak épülnek.

Mindezek a városépítés történetében ismeretes tények itt elsősorban azért fontosak, mert ezek adják a szerkezeti alapot, sőt sokszor az állag egy részét is a mai európai városokban, ezek belvárosában, hiszen a római szerkezet alig élt tovább és állagának többnyire nyoma veszett. Dél- és Nyugat-Európának csaknem valamennyi városa belsejében ma is középkori eredetű, és sok városé keletebbre is, főként Csehszlovákiában, Lengyelországban. Nálunk sajnos a középkori eredet — határszéli városoktól eltekintve — többnyire az úthálózatra és egy-két épületre, töredékre korlátozódik. De, adott témánkat

illetően, mindez még fontosabb azért, mert mai városszemléletünk, ennek jellegzetes megnyilvánulásai is nagyrészt a középkorban gyökereznek. *Magát a várost, a város fogalmát, tömör, testes, zárt mivoltában, a környezethez képest elkülönülő, kiemelkedő jellegében ma is középkori módon képzeljük el.* Európai városaink pedig mint jellegzetes közösségek, közösségi művek, történeti tudatukban, emlékeikben a középkorig nyúlnak vissza, ott gyökereznek. Középkori örökség a belterjes, a növekedve, sűrűsödve fejlődés is, az ebből folyó belső, helyi rendezések, kisebb átalakítások szüksége, a szerkezet, a telekosztás megmaradása és az egyes házak újra meg újra épülése — ez akkor kezdődött, a falvak övezte szűkös adottságok kihasználásának szüksége, új falak építésének nehézségei miatt. Mai foghíj beépítésünk — a folyamatos fejlődést tekintve — lényegében középkori eredetű művelet, miként városaink telekállománya, telkekre osztása még az újabb részeken is, lényegében az.

De legfőként a középkorban gyökerezik mai urbanisztikai szemléletünk *célszerűségi, gyakorlati jellege*, még ha ma már nem is kizárólagos, bár olykor túlsúlyba, túlzásba lendül. Ott kezdődik azért, mert bár az ókori városépítésben is, mint minden idők városépítésében, a célszerűség természetesen elsőrendű szempont volt, de nagymértékben keveredett — főként később — formaadási, reprezentációs szempontokkal, igényekkel. A középkor a reprezentáció igényét városméretben nem ismerte, csak egy-egy középület, katedrális alakjában, ami ugyan város meghatározó is lett — magát a várost, a városépítést, városfejlesztést azonban mindvégig jellegzetesen célszerűségi, gazdaságossági, biztonsági szempontok vezették. Főleg az utóbbi: az erődítések, a tűzvédelem, a vízellátás, a talajszilárdság, a falak állékonysága stb. — ezek voltak a legfőbb városépítési kérdések. A középkori városok építési szabályzatai jórészt ilyenekre terjednek ki, ezenkívül az utak minimális szélességének szabályozására és néhány legelemibb egészségügyi szabályra. (Pl. kutak távolsága szennyező helyektől.) Mert egyébként a ma oly megcsodált, műalkotásnak tekintett középkori városban az egészségügy rettenetes volt és ezért sok szempontból az élet is: döghalál, járványok, bűz, patkányok, szennyvíz az utcákon, rothadó szemét, poshadó víz a várárkokban, szellőzhetetlenség a házakban, a napfényről nem is szólva, mely csak a tetőterekig jutott el. Maguk a középkori városi lakosok is elégedetlenek voltak városaikkal, sőt gyakran csúnyáknak tartották őket, viszont esztétikai normákat szabni, ilyeneket szabályzatokba vagy egyébként előírni, gondolkodásuktól távol állt. Szabályzataik bőven tartalmaznak előírásokat kémények, ereszek távolságára, épület kiugrások méretezésére, szomszédok jogaira, a várfalaktól való távolságok betartására, de mind merőben célszerűségi, főként védelmi szempontokból. A tűzvédelem már csak ezért is alapvető kérdés volt, hiszen túlnyomóan fából építkeztek; nemcsak a házak épültek sokáig fából, hanem mindvégig a tetők, gyakran a hidak, az útburkolatok, és más művek is. Olykor elrendelték tűzvészek után a cserépfedést, de nem tartották be. A várostorony is elsősorban célszerűségi szempontból volt fontos, hiszen innen kémlelték az ellenséget, de elsősorban a tüzet, a toronyból be kellett tudni látni az utcákba. Ezért is látszik olyan szépen sok középkori városképben, utca végében a torony, holott az utca nem városképi okokból irányult reá, és a torony nem hangsúlynak épült oda.

Talán ez: a torony, mint városképi elem, ennek eredete jellemzi leginkább a középkori városszemléletet, ennek alapvetően célszerűségi, egyben közösségi és organikus mivoltát. Később falvakban élt tovább, ahonnan bizonyos értelemben eredt, s itt a mai napig láthatjuk. Mélyen gyökerezett a feudális

viszonyokban — miképpen sok falu mai szerkezete, képe is — és századokon át alakult, fejlődött a később megcsodált tiszta formává, de tulajdonképpen ilyen formálásnak a tudatos, tervszerű formai igénye nélkül. Elfordult a külvilágtól, a természettől is, sőt szembekerült azzal, nem úgy, miként az antik városok. Ez a társadalmi viszonyokból, a várost építő, fenntartó kisebb közösségek helyzetéből eredt. Védeniök, félteniök kellett létüket, munkájukat, munkájuk eredményét. Rengeteget dolgoztak bennük szürkülettől sötétedésig, nemegyszer napi 16—20 órát. Akkora városok, mint ma nálunk pl. Mohács vagy Hatvan, sőt még kisebbek is, akkora katedrálisokat építettek mint az ulmi — rengeteg munkával, áldozattal és olykor évszázadokon át. A falakkal övezett szűk keretekből, zsúfoltságból ily módon a magasba törtek. Megteremtették az európai város mai napig ható formáját, sziluettjét, mely később és távolabb toronyhalmazaival New York-i méretekig nőtt, de alapjaiban, szerkezetében, ennek lényegében és a városszilueti, a várostest jellegében a múlt század végéig keveset változott.

Nagy vonásokban ezt a példát mutatja, ezeket a tanulságokat adja a középkori városépítés és az erről való akkori tudat, szemlélet urbanisztikai szemléletünk számára ma.

*

A *reneszánsz kori Itáliában*, az építészeti, városépítési teoretikusok és ideális városterveik révén valami teljesen új jelentkezik az urbanisztikai szemléletben, főként a középkorihoz képest.* Teljesen új, akkor is, ha tudatosan, szándékosan az antikhoz nyúlnak vissza — teoretikusként Vitruviushoz — és mindenben az antik példát kívánják követni. Azt azonban, hogy közben jelentős történelmi fejlődés volt és ennek városépítési eredményei, szemléleti változásai következtek be, meg nem történtté tenni nem tudják, és műveikben, ideál terveikben a középkori örökséget, többnyire tudattalanul, szándéktalanul tovább viszik. A legjelentősebb teoretikus *Leone Battista Alberti* (1404—1472) pl. gondolkodását legalább annyira meghatározza a középkor, mint az általa követni kívánt ókor. Így válnak teóriáik és terveik jellegzetesen reneszánsz, majd barokk produktumokká, egyben jellegzetesen és jelentősen újjá, mai napig hatóvá az európai urbanisztikai szemlélet kialakulásában.

Az egyik lényeges újdonság a város *egészének* mint formának és egyben mint *esztétikumnak*, művészi alkotás tárgyának, lehetőségének a megpillantása, ilyen igény felkeltése. A város egészét, formáját — főként a kolonizációs városok esetében — már az ókorban és a középkorban is felismerték, sőt megalkották, de nem esztétikai igénnyel, nem műalkotásként, hanem — mint láttuk — túlnyomóan célszerűségi szempontokból. Az esztétikai igény az ókorban is inkább egyes részek kialakítására szorítkozott, a középkorban is inkább csak épületekre vagy együttesekre. A reneszánsz idején és még inkább a barokk szemléletben azonban az épület, már elvileg mint a város, mint egy magasabb organizmus része jelentkezik — a reneszánszban még jellegzetesen a rész és egész egyensúlyával, a barokkban már a rész alárendelésével.

Abban, hogy a város egésze ilyen zárt, tiszta formaként a szemléletben megjelenhessen, rendkívül szerepe volt a lőpor, az ágyú elterjedése folytán megváltozott és jelentőségében is megnövekedett *erődítési* követelményeknek. Ezenfelül pedig — a reneszánszra jellemző módon — az erődítés *tudományos*,

* Lásd erről bővebben szerzőtől „A reneszánsz és barokk városépítési teoretikusok példája" c. fejezetet a „Város és építészet" c. kötetben (Műszaki Kiadó, 1960).

számszerű, sémaszerű, tipizáló elgondolásának, fejlesztésének, sőt bizonyos *ornamentális* hatásra való törekvéseknek, de leginkább is a számításokból, a hadászati célokból fakadó alakzatok ornamentális hatása kedvelésének, értékelésének. Az erődítménnyel, az erődítési rendszerrel a város egésze addig nem ismert és azóta újból el nem ért tisztaságú, határozottságú formát kapott, legalábbis elvben kaphatott, és részben ez adott módot a városon belül is mindennek az egybelátására, az egységes rendszer megalkotásának igényére. A másik, még főbb ok, ami a város egészének ilyen teoretikus felismerésére, ennek igénylésére vezetett: a kor Itáliájának sajátos viszonyai: a *városállamok*, a helyi hatalmak jelentősége, város és állam egybelátása, miként már a görögöknél is, de most már tisztultabb, formáltabb alakban. Az ideális városok terve jelentős részben uralkodók és székvárosuk számára készült, így Filarete terve is a Sforzák számára, – az erődítés és az ehhez alkalmazkodó belső útrendszer pedig nemcsak a külső ellenség elhárítására, hanem az esetleges belső ellenállás, felkelés megfékezésére is.

Az urbanisztikai szemléletben azonban nemcsak az az új és jelentős, hogy az esztétikumot tudatosan a városépítés, várostervezés céljai közé vonja, hanem az is — és ez mai napig egyedülálló és ma is követendő —, hogy a város teljes szemléletének részévé, sőt *az esztétikai szemléletet a teljes szemlélet egyik módjává teszi*. Bár a teoretikusok, de főként az ideál városok tervezői később jórészt az öncélú, a formális, sőt ornamentikus hatások felé tolódtak el, a korszak elején és a mai napig példaadóan Alberti szemlélete, hármas felosztása áll, aki — antik példák nyomán — egyenrangú szerepet szánt a szépségnek, a kényelemnek (commoditas) és az összhangnak (concinnitas). Ez utóbbin mai szempontból a tervszerűséget, a rendezettséget, az összefüggések felismerését, érvényesítését is érthetjük, Alberti egész felfogásában pedig a mai napig példaadóan azt, hogy *a legfőbb Szép a teljesség, a Rend*. A városépítésnek tehát korántsem csinosító, esztétizáló értelmezése ez, hanem ellenkezőleg: a szépség alapját, lényegét a mögötte álló és vele kifejezett rendben és teljességben látja. Még tovább megy, de lényegében ezt fejezi ki *Scamozzi* is, aki tudatosan műalkotás tárgyának tekinti a várost, akinél tehát a városépítésnek mint teljességnek tudatosan esztétikai szemlélete jelenik meg.

Az ideális városok keresése nem választható el a társadalmi ideálok keresésétől és így nem véletlen, hogy ez időben elmélkedik Morus Tamás (1478—1535) is Utópiájában egy ideális városról. Különösen nem véletlen a tudományos fejlődés, a materialista világnézet térhódítása, illetve újjáéledése idején, hiszen a boldogságot akkor már itt a földön keresték, kívánták megvalósítani. A városokat már korábban is tökéletlennek tekintették, most még inkább. Mégis a reneszánsz teoretikusok szemlélete, ha azt társadalmi, sőt politikai célok is vezették, alapjaiban *mérnöki-műszaki*, sőt a legtöbbször kifejezetten *építészi* volt (főként Alberti, Filarete, Scamozzi, Vasari, Palladio műveiben). *Filarete* városterve: a radiális koncentrikus útrendszer olyan formai, építészeti műalkotás, mely a várostervezés történetében előzmény nélkül áll és mai napig hat — szuggesztív formai, illetve tér és tömeghatásai hosszú időkre egyenesen a hatalom szimbólumává, szinte emblémájává avatták. Ugyanakkor pedig — és ez a legjellemzőbben reneszánsz vonás —, amikor szemléletük alapjaiban műszaki, sőt építészeti és így művészi, ugyanakkor lényegében *tudományos* igényű is, sőt — és ezt hangsúlyozni kell — a tudományos művelés igénye az urbanisztikában innen ered és bontakozik ki, mint sok egyéb területén is napjaink tudományának.

Mindezzel összefügg a *megvalósulás* nehéz kérdése, illetve az: mi és mikor valósul meg a reneszánsz ideál-tervekből, miért oly kevés az akkori Itáliában, miért több és később másutt, főként Franciaországban. Eltekintve attól, hogy olyan magasrendű követelmények megvalósítása, amilyeneket a reneszánsz teoretikusok maguk elé tűztek, eleve nehézségekkel jár, a megvalósulás nehézségei a kor Itáliájának gazdasági és hatalmi helyzetéből is eredtek. A kis városállamokra töredezett, belharcokat vívó Itáliában kevesebb alkalom volt városméretű alkotásokra, mint később az abszolutisztikus monarchiákban, elsősorban Franciaországban. De még ott is a megvalósulás általában részletekben történt, egész városméretben, új városként (Pl. Richelieu, Vitry le François, Mannheim) alig. Ez pedig a városalapítások csökkenésével, helyesebben a tengeren túli kolóniákra tevődésével függött össze, továbbá azzal, hogy viszont Európában a városok a középkori kereteket szétfeszítették és közülük egyesek jelentősen megnőttek. Kialakultak a *nagyvárosok*, mindenekelőtt Párizs, Róma, London és mindinkább felvetették — új városok építése helyett — a meglevők rendezésének egyre nagyobb problémáit. A teoretikusok előtt most már nem a kisméretű, családi jellegű házakból álló, lényegében középkorú méretű, jellegű város áll, hanem a növekvő, a tömeges, illetve a bérlakás igényekkel fellépő, zsúfolódó, külvárosokkal bővülő város.

A francia teoretikusok nagyobbik része éppen ezért már nem annyira építészként, a formaalakítás igényével nyúl a városi problémákhoz, hanem a francia *racionalizmus* jellegzetes szemléletével: ésszerűvé kívánja tenni, vallván azt, hogy az ésszerű egyben szép is, a részeket — pl. az épületeket, egyes homlokzatokat — alárendelni kívánja a nagy egésznek, és mindezzel együtt a hatalmat, a fejedelmi hatalmat is reprezentálni. Azt a fejedelmi hatalmat, mely képes ilyen méretű rendezésekre, átalakításokra, építésre. Bár az első nagyszabású, nagyváros-méretű rendezés Rómában történt, még a XVI. század végén Fontana tervei szerint, a Piazza del Popolo és az innen szétágazó útlegyező révén, a folytatása azonban itt Itáliában elmaradt és Franciaországban Versailles-ben, majd Párizsban, később Londonban, Karlsruhe-ben, Leningrádban, általában növekvő városokban és többnyire növekvő hatalmú uralkodók akaratként ment végbe. (Még később pedig a tengeren túl pl. Washingtonban.) Ámde a fejedelmi akarat is többnyire részeket valósított meg, nagyhatású részeket az ideáltervekből (így pl. a sugárirányban összefutó utakat, csillagtereket), hiszen többnyire meglevő városokkal volt dolga, meglevő városokat kívánt átalakítani. Leningrád azért is lehetett egyik legnagyobbszabású példája a teoretikusok munkájából kisarjadt egységes városépítésnek, mert újonnan épült. Az átalakítás, a rendezés pedig — a fejedelmi reprezentációtól függetlenül is — mind fontosabb és sürgősebb lett. A lakosság növekedésével első ízben nyilvánultak meg nagyobb méretekben az egészségügyi, a közlekedési problémák (elsősorban ezek) és az építészeti szempontok mellett az egészségügyi, műszaki szempontokat, az újjáépítés szempontjai mellett pedig az átalakítás, a szabályozás szempontjait, szabályzatok, rendelkezések szükségességét hozták előtérbe, mint egykor már az ókori, a császári Rómában is. Most csírázott ki a rendezés és egyben az urbanisztika *komplex* szemlélete; egyrészt általános rendezési tervek követelése, másrészt az a felismerés, hogy a dolgok, a problémák összefüggnek. „Ha az építészetet egészében szemléljük, észrevesszük, hogy abban csaknem minden gondolkozásra késztet" — mondja a Plan general de la ville de Paris szövege. (XVIII. sz.) A szabályos utakat már egészségügyi és forgalmi szempontokból követelik, az

ideáltervek pedig nem új, hanem létező városokra készülnek. A francia építészeti Akadémia kiadványaiban normalizálják az útszélességeket, a térarányokat, az épületmagasságokat, rendeltetésüktől függően, és mindezt az *orvoslás, a javítás* céljának szolgálatában, így készülnek a szabályzatok is. Ez, noha még az építészeti Akadémia, az építészi hivatás keretében, de már annak szétfeszítésével történik és napjaink urbanisztikájának előképe, csírája. A reneszánszban még jellegzetesen építészi formáló szemlélet most válik komplexebbé, most bővül rendezőbb, organizatorikusabb jellegűvé. *François Blondel* pl. a francia Akadémia igazgatója (1618—1686) a neves építész és teoretikus Cours d'Architecture című művében az építészek feladatai közé vonja az utak, terek, sétányok alkotását, a piacok szétosztását, a közlekedés megoldásait. Rendezési terveket készít ő maga is Metzre, Strassbourgra, áttörésekkel, szélesedő, kivezető utakkal; ezek a későbbi párizsi Haussman-i rendezések előképei lesznek.

A XVIII. században már korunk, illetve a korszerű urbanisztika küszöbére érkeztünk, amihez további lépést és lökést jelent a század végén a francia ún. *forradalmi építészek* működése, akik ennek a racionalista, teoretikus francia urbanisztikai irányzatnak betetőzői, egyben a modern urbanisztika korai előfutárai. Ipari városokat terveznek, falansztereket, az utópista szocializmussal karöltve, és a visszatérést hirdetik az elemi, a tiszta formákhoz. Hasonló törekvésekre került sor ezzel egyidőben Angliában is. A városépítés szemlélete tehát a leghaladottabb országokban, a legnagyobb városokban (elsősorban Franciaországban és Angliában) megérett arra, hogy átalakuljon korszerű urbanisztikává és legalábbis felvesse, ha meg nem is oldja annak növekvő problémáit.

*

A XIX. század folyamán ez az átalakulás a korszerű urbanisztikai felfogás irányában meg is történt, de viszonylag későn, a század vége felé, egybefolyva már a lényegében XX. századi problémákkal, felismerésekkel is. Sok bajnak, nehézségnek, csaknem megoldhatatlan probléma tömegnek kellett ehhez egybegyűlni, mindenekelőtt a nagyvárosok kialakulása, az indusztrializmus rohamos fejlődése, a rohamosan fokozódó népszaporulat és városbatódulás következményeként.

Ha a korszerűség kezdeteit keressük az urbanisztikában, napjaink értelmezésében, akkor legalábbis eddig kell visszamennünk. Odáig, ahol a ma is eleven, a ma sem teljesen megoldott problémák — így például a tömeges lakásépítés, a városi közlekedés, a külvárosok, a csatlósvárosok kérdései — már jelentkeznek és jellegzetesek. Ez — igen nagy megközelítéssel, illetve általánosítással — a XIX. század dereka. Az, ami előbb történt, csak előkészület és igen sok tekintetben más, akkor is, ha jó néhány és jelentős előzmény, főként egyes nagyvárosokban, így Párizsban már kimutatható.

Mi jellemezte lényegében a középkori várost és a kisebb városokat később, olykor napjainkig is? A város kis mérete, elszigeteltsége, lassú növekedése és fejlődése, belterjes alakulása, átépülése (a falakon belül), a falak révén is határozott formája, továbbá lakó- és munkahely egybeesése, a lakóházak családi jellege, a gyalog- és nyergesközlekedés túlsúlya, a tömeg, illetve a távolsági közlekedés csak postakocsi, később társaskocsi méretben, közintézmények nagyfokú hiánya, illetve szükségtelensége azáltal, hogy a legtöbb funkciót az otthon látta el, úgyszintén az egészségügyi igények és berendezések

hiánya. Mindez úgyszólván negatívja az újabb fejlődésnek, problémáknak, ami mindenekelőtt a *nagyvárosokban* következett be, — mint láttuk már az ókorban is, majd újból a középkor végén egy-két nagyvárosban, de akkor a rabszolga-, majd a feudális társadalomban nem éleződött ki és nem követelte a megoldásokat. Viszont a *kapitalista, a polgári társadalomban*, ennek fejlődésével, az iparosodással, a közlekedési, a kényelmi, a biztonsági, az egészségügyi és egyéb igények növekedésével — ha még mindig a társadalom szűkebb körében is —, de fokozottabban előtérbe került.

E korszakban nagyobb mértékben, de rövidebb idő alatt némileg hasonló folyamat zajlott le — adott témánk szempontjából —, mint lényegesen szűkebb körön belül a középkorban, annak vége felé. Nagyméretű, gyakran tervszerűtlen és mindenképpen tudattalan, spontán, sőt szabadjára eresztett városfejlődés, városok rohamos növekedése, sokasodása, problémák és nehézségek felgyülemlése, — mindez pedig a megoldásukra irányuló teóriák, határozott szemlélet, sőt olykor tudat hiányában. Ez utóbbiak akkor születnek és erősödnek — jelen esetben a század végén —, amikor a nagy átalakulás már megtörtént, az építés nagy lendülete lanyhult; kivétel ez alól csak egy-egy látnok — mint nálunk pl. *Táncsics Mihály* — a század derekán. A gyakorlat, a megvalósítás eluralkodik, óriási méretekben, jórészt anarchikusan, és minden vonatkozásban ellentétes városfejlődést hoz létre mint az addigi, az imént jellemzett volt. Kis és lassan fejlődő városok helyett nagy és rohamosan növekvő városokat, belterjes, megformált városok helyett külterjesen fejlődő, formáiban széthulló városokat, lakó- és munkahely egysége helyett ennek fokozódó megoszlását, ipari üzemek, majd területek elterjedését, családi házak helyett bérlakásos házakat, sőt bérkaszárnyákat, gyalog és nyerges közlekedés helyett fokozódó tömegközlekedést, majd vasutakat, gyorsvasutakat. A tőkebefektetés, a spekuláció hatalmas tényezővé válik, átveszi a korábbi organikus, közösségi városfejlesztő erők szerepét, de inkább dezorganizáló értelemben. Ugyanakkor a város kilép elszigeteltségéből, és fejlődése, élete egyre szorosabb összefüggésbe kerül egyre nagyobb és távolabbi területekkel. *A városfalak a század derekáig nemcsak a valóságban, hanem szimbolikusan is leomlanak, és ezzel évszázadok teremtette forma, összetartó erő, egység tűnik el.* Ugyanakkor a városszerkezet alapjai továbbra is a középkoriak: nemcsak a valóban középkori eredetű belvárosban, hanem a középkori városszerkezet módján épülő, szerveződő, az egyéni telkeken, parcellázásokon alapuló, szűkre méretezett utcájú új városrészekben is, ahol újonnan és nagyobb dimenzióban keletkezik ugyanolyan struktúra, ugyanolyan, sőt nagyobb zsúfoltság, mint amilyen a középkori volt.

Ez a rohamos és ellentmondó fejlődés már korán felveti az új, a korszerű problémákat, és jórészt megoldásukat is, legfőként az alábbiakat. *Egészségügyi téren:* a vízellátás, a csatornázás, a szemételhelyezés, a portalanítás, a jobb levegő, a légtér arányok, a zöldterületek, fasorok, növényzet kérdéseit. *Biztonsági téren:* az árvízvédelem, a fokozott talaj- és épületszilárdság, fokozott tűzvédelem, a közbiztonság, a közvilágítás szükségességét. *Közlekedési téren:* a vasutak, a tömegközlekedés, a nagyobb teljesítményű úthálózatok, az útburkolás problémáit. Igazgatási téren mindinkább előtérbe kerül a *műszaki igazgatás* fontossága: a városszabályozás, az építési szabályzatok, a közművek és közüzemek, ilyenek tervezése, létesítése, fenntartása. A műszaki igazgatás határozottabban elkülönül, később differenciálódik is. A köz (a város), a közintézmények, közművek, közüzemek igényének növekedésével, később már

a lakáskérdés jelentkezésével is mind nagyobb kommunális műszaki feladatokra kényszerül. Merőben gyakorlati szükségből és tapasztalatokból kialakulnak a nagyváros bonyolultabb szerkezeti, települési formái: építési övezetek, lakóterületek, ipari övezetek, zöldterületek, a bérház építés különféle változatai, a nyaraló-, majd villaépítés, sőt a század vége felé a külső új lakótelepek, a családiházas telepek, új települések, Angliában már és hamarosan másutt is a csatlós (bolygó) városok szüksége, megoldásai. Mindezek mai problémák. Megközelítésük akkor — miként a középkorban is — merőben a gyakorlat felől, most már mindenekelőtt a műszaki igazgatás gyakorlata felől történt és a kor alapbeállítottságának megfelelően elsősorban *szabályozó* jelleggel. A köz (állam és város) ugyanis a túlnyomóan magánkezdeményezésű és végrehajtású építkezésekben a szabályozó szerepet játszotta, még a közlekedési és nemegyszer a közintézmény, a közmű építések esetében is.

Az első ismeretenyagok, könyvek is a század végén, majd a jelen század elején tűnnek fel: *Stübben, Unwin* és mások munkái. (Nálunk igen korán (1897) a szombathelyi Éhen Gyula munkája: „A modern város".) Ezek a könyvek műszaki, városépítési, enciklopédikus ismeretanyagok, de részben már teoretikus felvetések is, általában gyakorlatias, de a korra jellemző lendületes, optimista szemlélettel, a városok szakadatlan növekedésének, fejlődésének hitével. Ugyanezért hasonló jellegű és célú, javító szándékú munkák — sokkal nagyobb problémákra vonatkozóan —, mint amilyen a francia teoretikusoké volt a felvilágosodás időszakában, ahol is a modern urbanisztika csíráit már kimutattuk. A városépítés első tankönyvei tehát ezek, szerzőik a városépítés első professzorai; a XX. század elején létesülnek ugyanis az első városépítési tanszékek (a legelső a Berlin-Charlottenburgi Műegyetemen 1909-ben). E professzorok nagy része a gyakorlati városépítésből, ott szerzett ismereteivel, ezek enciklopédikus összefoglalásával lép elő — akkor, amikor a nagyvárosok már nagyrészt felépültek. Helyzetük, szerepük itt válik némiképpen hasonlóvá a középkori nagy városépítő gyakorlat után fellépő, az akkor és ott keveset megvalósító itáliai reneszánsz teoretikusokéhoz.

Az esztétikai igény különleges helyzetet foglal el a XIX. századi alakulásban, az alakuló szemléletben, és más alkalommal külön, bővebb kifejtést is érdemelne, összefüggésben az eklektikus-, romantikus-historizáló építészeti korszak mindeddig megoldatlan értékelésével. Itt most csak röviden érinthetjük néhány jellemző vonását. Visszatekintve a múltba, láthattuk, hogy az esztétikai igény az építészeti, a városépítési szemléletben gyakran volt jelentős, időnként uralkodott is. Alberti és más reneszánsz teoretikusok révén akkor a városépítés egyik alapvető szempontjává, illetve szemléletének egyik alapvető módjává vált. A francia teoretikusok az ésszerűt tartották egyben szépnek. Ha azonban a középkorra gondolunk, sőt későbbre is, úgy is mondhatnánk, hogy amíg a város — mai szemünkkel — valóban szép volt, valóban forma volt, addig az esztétikai szemponttal kevesebbet törődtek, — szemponttá, problémává egyre inkább akkor lett, amikor a városformák széthulltak, a városok elcsunyultak — tehát a XIX. század folyamán. Ekkor az esztétikumnak azonban sajátságos, eddig nem ismert *csinosító, szépítő, egységesítő, lényegében ráadás-, illetve kulisszaszerű értelmezése* jelentkezik — egybehangzóan az eklektikus, a historizáló homlokzatépítészettel, s leginkább a barokk, későbarokk példák nyomán. Pest városának Szépészeti Bizottmányát is, a század dereka előtt, még a klasszicizmus idején és nevéből kivehetően is már efféle szándékok vezetik, még ha sokat tett a város szabályozásáért, műszaki fejlesztő-

séért is. De még jellemzőbb ez a felfogás a század vége felé, és emlékezetesen megnyilatkozik az akkori legjelentősebb esztétikai teoretikus: *Camillo Sitte* (1843—1903) felfogásában, aki a középkori formákat most már formákként, sőt hangulatként kívánja visszaidézni, — előbbi hasonlatunknál és jelképünknél maradva: a várostornyot városképi hangsúlyként kívánja előállítani. Akkoriban vált a városrendezés mai napig hatóan a köztudatban városszépítéssé, „városrendészet"-té, az építészek dolgává, lassan az építészek között is díszítő, kulisszateremtő feladattá. Ez a hasadás ma is létezik, más, a várostervezésben, építésben közreműködő szakemberek (pl. a közlekedési szakemberek) szemléletében, akik a városépítést mint önálló szakterületet inkább ebben az építészeti, kifejezetten ilyen szépítő szerepében látják.

Mindenesetre a XIX. századnak volt — esztétikai vonatkozásban — a spekuláción kívül egy többféleképpen is értékelhető és máig objektíven kevéssé értékelt, feltárt városépítési hajtóereje, egyben nagy eredmények létrehozója: *a reprezentáció igénye*, párosulva egy páratlan lendületű városfejlődéssel, tényleges városépítéssel. Egyrészt a kor polgáriasult *uralkodóházainak* — közvetlenül Napóleon és közvetve korábbi uralkodók (XIV. Lajos, Sixtus pápa, a római császárok) nyomdokain járó — reprezentációs becsvágya, akik fővárosaikat (Párizs, Bécs, Berlin) nagyszabásúvá kívánták tenni. Másrészt a mindezt utánozni kívánó *polgárság* reprezentatív igénye, amilyenből mint a kor városépítésének igen jellegzetes és viszonylag egységes példája; a Béccsel vetélkedő, ekkor kiépülő *Budapest*, helyesebben belső városrésze, főút- és térrendszere eredt. (Ideértve a Dunapartokat is.) Mi itthon különösen Budapest városépítészeti értékelésével vagyunk adósak és itt nincs terünk rá, ez még elvégzendő feladat. Az örökség azonban, amit e kor reánk hagyott, többféleképpen és több szemszögből értékelhető. Pozitíven: a kitűzött, nagyszabású feladatok korszerű és lendületes végrehajtásáért, egységes és nagyrészt befejezett városképek, együttesek létrehozásáért, az ezekkel együttjáró, bár reprezentatív igényekből eredt, de később hasznossá vált, bőkezű tér- és útméretezésekért, — legfőképpen azonban az egység, a forma, a városforma igényéért és részleges megvalósításáért a széthulló városok korszakában. Negatíven: az egésznek alapvető álságáért, pusztán reprezentatív célú, utánzó, kulissza jellegéért (ami már a hellenisztikus városokban is felbukkant), a megoldatlan telepítési, műszaki problémák sokaságáért — különösen a külvárosokban, a proletár- és munkásnegyedekben — és ezek elkendőzéséért — általában a reprezentáció körébe nem vont városrészek mérhetetlen silányságáért, elembertelenedéséért. *Szemléletileg tehát a városépítés kettéhasításáért építésre és szépészetre, hasznosra és szépre!* A városépítésnek, az urbanisztikának ez a szemlélete ugyan jellegzetesen XIX. századi, de tovább élt a XX. században, sőt felbukkant még nemrégen is. Ezzel szemben a jellegzetesen mai, XX. századi, tehát a modern urbanisztikai szemléletnek jónéhány elemét megtaláljuk már a XIX. században is, nem szólva arról — ami így vagy úgy ma is hat ránk —, hogy igen nagy részben az ekkor épült városokban élünk, ezeket használjuk. Éles határt nehéz vonni ez esetben is. Ezért a mai modern urbanisztikai szemléletnek már a múlt században jelentkezett lényeges, újszerű vonásaira a következő fejezetben térünk ki.

A modern urbanisztikai szemlélet lényeges vonásai

Mindenekelőtt egy szóhasználati különbséget kell tennünk *korszerű és modern* között, mégha talán önkényesen is. Korszerű problémákon eddig is azokat értettük, amelyek ma is élők, még nem teljesen megoldottak, korszerű urbanisztikán, *szemléleten* azt, amelyik ezeket felismerte, megoldásukat megkísérelte, de teljesen még meg nem oldhatta. Ennek kezdeteit jellegzetesen a múlt század derekán jelölhettük meg, csíráit a felvilágosodás korszakának francia teoretikusainál, egyes fő elemeit pedig már korábbi korszakokban is. Persze a korszerűségnek mai értelmezését, koron a mi korunkat értve, hiszen minden kor urbanisztikája, építészete, szemlélete a maga mértékével és a maga idejében többé-kevésbé korszerű, helyesebben korhoz kötött volt.

Mai urbanisztikai igényeink, feladataink, jórészt megoldásaik is természetesen korszerűek. Mégis inkább a részben szűkebb értelmű modernet használjuk reájuk később, amint már használtuk eddig is, ezen egy még inkább és mindenestől mait, hozzánk tartozót, egyben a *jövő felé mutatót is értve*. Szűkebb tehát azért, mert visszatekintve újabb keletű, tágabb viszont azért, mert a jövő felé irányuló vonás is benne van — ami a korszerűbe nem mindig érthető bele, és azért is, mert a modern fogalmán nemcsak a feladatok, a szerkezeti megoldások szempontjából, hanem a *formák* és ily módon igényeink, *látásunk teljessége* szempontjából is mait, a miénknek vallhatót, a jövőben is elképzelhetőt értünk. Sokszor, sőt éppen az urbanisztikában többnyire olyant — hiszen feladatai olykor csak igen lassan valósíthatók meg —, amit már elképzeltünk, de még meg nem valósíthattunk, amire csak törekszünk. Valami célt tehát, amihez közeledünk. A századvég nagyvárosai, az akkori urbanisztikai szemlélet már nagyjában korszerűeknek is mondhatók, napjaink szemszögéből — senki sem gondol pl. arra, hogy a budapesti Nagykörutat, a Népköztársaság útját, mint elavultat le kell bontani, és valami újjal helyettesíteni de nem mondhatók még modernnek. *Napjaink városépítése, szemlélete* — egy-egy felbukkanó torz, hibás, elavult elgondolástól eltekintve — természetesen egészében korszerű is, de *mindenekelőtt modern, helyesebben azzá akar lenni, azzá kell tenni*. Persze vállalva azt a kockázatot is, amire a modern szó eredete, olykor értelmezése is vall, hogy divatnak, múló jelenségnek esünk áldozatul. Fogalmát, elemeit, értékeit tisztázni, erre törekedni már csak azért sem lehet hiábavaló.

Így értelmezve a modernet, a modern urbanisztikát, meg kell állapítanunk, hogy a fejlődés századunk elején érett meg mindenestől kialakulására, helyesebben létrejöttére. Modern, jövőbe mutató urbanisztikai gondolatok voltak régebben is, így pl. Ebenazor *Howard*-é, aki részletesen elgondolta és propagálta az önálló, saját iparral bíró, kertes bolygóvárost (1898).* Modern gondolat volt azért, mert a nagyváros problematikájának egészét ismerte fel, megoldásának egyik fő irányát: a nagyváros decentralizálását az *oldást*. Tehát valami jövőbe mutatót gondolt el, olyant, amin azóta is fáradozunk. Ugyanígy modern gondolatnak mondhatjuk a francia forradalmi építészek ipari város elgondolását, sőt még korábban Leonardo da Vinci gondolatát, aki — talán Velence példájára — városi csatornákat tervezett, hogy elválassza

* Tudvalevően parlamenti gyorsíró volt, mégis urbanistának tekintjük, és művét egyben bizonyságnak arra, hogy az urbanisztika nem szakképesítés, hanem elsősorban szemlélet kérdése.

a szállítást a gyalogos forgalomtól. (Hasonló megoldást javasolt Filarete is ideáltervén.) Ezek azonban — és még sok egyéb — csak elemek, csírák, töredékek. A XX. század eleje azért jelentős határ, mert akkor kezd mindez egésszé összeállni.

A problémák ugyanis ekkorra értek meg, méghozzá fokozódó ütemben. Egy évszázad alatt nagyobb fejlődés történt, főleg az igények, törekvések terén — mint előtte évszázadokig, és ez a *gyorsulás* azóta tart, modern problematikánk egyik fő jellemzője és nehézsége. Ellentétes ugyanis a városszerkezet alapjainak lassú átalakulásával, új elgondolások lassú megvalósulásával, az igények gyors kielégítésének kevés lehetőségével. A nagyvárosi tömörülés soha nem látott mértéke ekkor veti fel a lazítás, *a decentralizáció, a természethez közeledés* igényét és ennek technikai megoldási lehetőségeit, a vasutak, gyorsvasutak, a gépkocsi, a hírközlés útján. Ugyanakkor a társadalmi ellentétek kiéleződése orvoslást kíván települési vonatkozásokban is (a legfejlettebb országokban részben talál is), ami a nagyváros környéki kertvárosok szaporodásában nyilvánul meg, továbbá az első nagyobb közületi lakóházépítkezések révén. Még inkább érlelő, sőt kirobbantó hatása volt a problémák — nagyrészben társadalmi, gazdasági problémák — sokasodásának, differenciálódásának, ami sürgető szükséggé tette azok egybelátását, egybefogását.*

Ki kell ugyanis emelnünk azt, hogy a modern urbanisztikai szemléletnek — nálunk is — ekkor alakul ki egyik leglényegesebb új vonása: a *társadalmi haladás szolgálata*, éspedig most már nem egyes osztályok, hanem az egész társadalom érdekében és különösen a magántulajdon, a telektulajdon bénító korlátainak szétfeszítésére, a tűrhetetlen lakáshelyzet megoldására irányulva. Ez a törekvés a későbbiekben egészen *forradalmi* érzületekig, a leghaladóbb gondolkodású építészeknek, urbanistáknak a Szovjetunióba való emigrálásáig, otthon forradalmi mozgalmakhoz való csatlakozásáig fokozódott.

Az építészet, helyesebben az építészek szerepe a megújulásban kiemelkedő, lényeges és tulajdonképpen ellenkező előjelű mint a XIX. századi volt. *Gyökereiben a francia racionalizmusig* megy vissza, az ésszerű egyben szép elvéhez (sőt tudattalanul a középkor organikus, racionális városépítésig), ugyanakkor formáló elképzelésekkel, formai hatásokra törve, sőt nemegyszer a feladatokat a formák felől megközelítve, megoldásokat formákkal szuggerálva. A *francia* logika, absztrakció ennek most is lényeges mozgatója, egyik korai képviselője még a század elején Tony Garnier, ipari város tervével, majd az első világháború után *Le Corbusier*, a megújulásnak, a modern urbanisztikának mindmáig egyik vezéralakja, nemcsak iránymutató alkotó építész, hanem korunk egyik legjelentősebb nagyhatású teoretikusa. (L. Irodalom.) Az ő

* Jellemző példája mindennek a hirtelen fejlődött Budapest, amely az első világháború előtti években elérte az akkori legkorszerűbb színvonalat, ahol pl. igen korán már a későbbi tömbudvaros beépítés előképeinek tekinthető városi lakótelepek épültek, megkezdődött a korszerű villanegyedek építése, egyéb korszerű művek (elővárosi vasútak, közművek, iskolák, állatkert stb.) fejlesztése, létesítése, — de ahol legfőként a fokozódó igazgatási, szervezési problémák — hátterükben az egyre inkább feszítő társadalmi problémákkal — a haladó gondolkodású embereket átfogó szemléletre, a problémák egybelátására, egyben a társadalmi fejlődés szolgálatára késztették. Jelentős és korai képviselői ennek a napjainkban is még tevékeny *Harrer Ferenc*, a magyar urbanisztika egyik vezéralakja, aki ekkor és ilyen szellemben kezdett működni, továbbá *Wildner Ödön*, akinek működése erre a korszakra esett, bár irodalmi munkáját később publikálta. (Lásd: Irodalom.) Mindkettőjüket akkor nagyobbrészt igazgatási szempontok vezették, és a modern magyar urbanisztikának ilyen értelemben váltak előfutáraivá.

és követői, illetve a vele egy időben fellépő építészek, később az 1928-ban megalakult CIAM* (nálunk Cirpac) néven ismeretessé vált építész társulás szemléletének jellemzői: a *funkcionális gondolkodás*, a város funkcióinak elemzése, a *szerkezeti gondolkodás*, a szerkezeti elemek megkülönböztetése a részletektől, az *előrelátás*, a jövőért való munkálkodás, a város eddigi formáinak, sőt maguknak az eddigi városoknak is elvetése, teljességgel *új formák, új városok* követelése, ilyeneknek meg is tervezése, általában pedig *a városépítés elsőbbségének, jelentőségének felismerése az egyedi építéssel szemben* — miként a reneszánsz teoretikusoknál is —, az egyes épületek alárendelése a város egészének. Ebben az akkor még gyakran merevségig, lezárt és fejlődésre nem alkalmas formákig menő, de városméretű szemléletben tehát a reneszánsz teoretikusok öröksége éled újjá, nem kevésbé a csaknem tudományos igényű, de mindenesetre elemzéseken, számszerűségeken alapuló racionális alátámasztásokban, az ideáloknak a keresésében, megformálásában. Jellemzői még (elsősorban Le Corbusier műveiben) az irodalmi, bölcseleti igényű szövegek, megfogalmazások is. Ekkor tűnnek fel újból a várossémák, a szalagváros, Le Corbusier meander-szerű Ville Radieuse terve stb. A tartalmon és a formákon kívül azonban mindebben az is új és jellegzetes, hogy harci jellegű, az osztálynélküli társadalom városait, az ilyenné váló átalakulást harcosan követelő — egybekötve a társadalmi átalakulás követelésével és politikai állásfoglalásokkal is.** Elősegítették ezt a harcos jelleget a kiadványok, proklamációk, kiállítások, de mindenekelőtt maga a szervezet, a CIAM, mely 1933-ban, athéni kongresszusán az ún. Athéni Charta-ban foglalta össze városépítési elveit. Ezek az elvek ma is hatók, érvényesek.

A húszas évek *Németországa* is jelentős vonásokat tett hozzá ehhez a fejlődéshez és ezzel egy időben — részben odatelepedett haladó építészek révén — a *Szovjetunió*. Itt még inkább kidomborodik a haladó, sőt forradalmi jelleg, a minden réginek elvetése, felmerül a város-áthelyezések gondolata. Ugyanakkor itt is bizonyos merevség jelentkezik a szemléletben, a történeti szemlélet akkor még teljes hiányával és főként a német „sachlich" irányzatra jellemző merevebb, sematikusabb, a célszerűség ürügyén túlzottan formákra törekvő, minden áron újat kereső módszerekkel. Mint az építészet minden terén, ebben is nagy hatása volt a dessaui Bauhaus-nak, s különösen vezetőjének: *Walter Gropius*nak. Az innen eredt „új tárgyilagosság" jellemezte akkor általában Közép- és Kelet-Európában a haladó építészek urbanisztikai szemléletét. A városok múltjával, adottságaival, növekvő, fejlődő jellegével — idővel és realitással tehát — alig vetnek számot. Ugyanakkor Németországban és a Szovjetunióban ez időben komoly eredmények is születnek új lakótelepek, sőt a Szovjetunióban új városok alakjában (pl. Dnjepropetrovszk), amelyek már nemcsak a formai, a szakmai megújulásnak, hanem a városépítés szocialista megújulásának megnyilvánulásai. A bécsi Marx-Hof pl. — ha nem is a legidőtállóbb formákkal — az ilyen törekvéseknek Közép-Európában egy időre egyenesen szimbóluma lett. Ezzel a haladó, sőt forradalmi tendenciával párhuzamosan, főként a német műegyetemeken, ezek szaporodó városépítési tanszékein, könyvekben és folyóiratokban ez időben egyre elmélyültebben foglalkoznak a modern városépítés szakmai problémáival, a területfelhaszná-

* Congrés Internationaux d'Architecture Moderne.

** A magyarországi Cirpac építészcsoportot pl. éppen lakásépítési, városépítési elgondolásai, kiállítása miatt rendőrileg üldözték is.

lás, a beépítési módok, a lakosság növekedésének számítása, a forgalmi tervezés, a zöldterületek, a napfénybesugárzás stb. stb. problémáival, túlnyomóan építészek, építészeti megközelítésből. A *tervezés*, városépítési, később szabályozási tervek készítése, a városépítés gyakorlatának Hippodamos óta egyik alapvető eszköze volt; most a tervek jelentőségben előléptek. Egyrészt a jövőre vonatkozó elgondolások rögzítésének, kifejezésének, hirdetésének — miként a reneszánsz teoretikusoknál is — elsőrendű eszközeivé váltak, másrészt ekkor alakul ki a modern urbanisztika tervezési módszerének az a szemléletileg is jelentős követelése, mely szerint előbb általános tervek készüljenek az egész városra, és ennek alapján a részlettervek, — egybehangzóan a modern szemléletnek a szerkezetet kereső, felismerő, kiemelő törekvésével. Maga *a városszerkezet* fogalma, felismerése is innen ered.

Az építészeti szemlélet tehát a modern urbanisztikai szemlélet kialakításában lényeges, sok tekintetben élenjáró, mégha túlzásokat is mutat a formai szemlélet, a túlzott radikalizmus, az irrealitás irányában — viszont teremtő erejét, előre mutató jellegét ennek köszönheti. Le Corbusier Plan Voisin-je (1925), mely Párizs belvárosa egy részének lerombolását és ott 18 toronyház felépítését javasolta, kiviteli szempontból nem volt reális, talán helyes sem lett volna, mégis mérföldköve az urbanisztikai gondolkodásnak és előképe jó néhány későbbi reális és helyes megvalósulásnak. Az építészek ezúttal is — hivatásukból eredően — a problémák egészét ragadták meg, de egy szemszögből; a teljes megújítás, a tiszta új formák teremtése, az alkotás, sőt a *műalkotás* szemszögéből, illetve igényéből, olykor indulataival. Ezért is volt oly jelentős, előre mutató és termékenyítő a szerepük, persze vitatott és vitatható is más szempontokból. De a modern urbanisztika teljességét, a feladatok és problémák teljes valóságát ilyen módon akkor nem ragadhatták meg, mert ez a teljes valóság némileg más: ennél differenciáltabb megközelítést, eszközöket, szemléletet követelt.

A két világháború között ugyanis — az építészeti megújulással egyidejűen, de attól nagyrészt függetlenül — az urbanisztika megújulásának, modernné alakulásának más útjai is megfigyelhetők. Mindenekelőtt a *tudományos fejlődés*, a tényleges gyakorlati, társadalmi, gazdasági-műszaki, igazgatási stb. problémákból kiindulva. Egyre több tudományág kerül szembe a városok mind nagyobb problémáival. A földrajz már korábban külön kezdi vizsgálni a városokat, településeket, a történettudomány a városok, a települések történetét, a gazdaságtudományok a várossal kapcsolatos gazdasági kérdéseket; hasonlóképpen történik ez a társadalomtudományban (szociológia), a közegészségtanban, a közlekedéstudományban, az igazgatástudományban és még több másban is. Ezek, a saját tudományágukról olykor lassan le is váló részek közelednek egymás felé (pl. településföldrajz, településtörténet, településegészségügy, városgazdálkodás), sűrűsödnek, és Európa-szerte kisebb-nagyobb mértékben, kisebb-nagyobb eltérésekkel egy testté válva önálló *új tudományággá :* az urbanisztikává állnak össze. A városépítés az építészetben is határozottan elkülönül. Egyre inkább nyilvánvalóvá válik, hogy mindez nem lehet egyedül építészek dolga, — még ha van is egyelőre és bizonyos szemszögből mindig is lesz elsőbbségük e témában —, hanem más szakterületekről is érkezhetnek olyanok, akik ezekkel a témákkal —, összefüggéseikkel teljes egészükben, komplexitásukban, most már mint urbanisták foglalkoznak. Sem az angol Ebenazor Howard, sem a francia Marcel Poëte, sem nálunk Harrer Ferenc nem építészek, mégis az egészhez, az urbanisztikához jutottak el,

annak vagy előhírnökei, vagy jelentős művelői. És ilyen, most már komplexebb jelleggel alakulnak urbanisztikai intézmények, sőt főiskolák (pl. Párizsban), nemzetközi szövetségek (pl. a Verband für Wohnungswesen und Städtebau), intézetek (pl. az Istituto Nazionale di Urbanistica Rómában). Képesek befolyásolni a közvéleményt, az oktatást, az igazgatást, a törvényhozást. És éppen azért, mert más tudományágak befolyása, öröksége is érvényesül, sűrűsödik össze, és mert a modern élet fejlődése, a tapasztalatok is erre irányulnak, — a várost most már egyre inkább nemcsak egészében, hanem *környezetével való összefüggéseiben*, sőt az ország, a társadalom, a gazdaság egészében elfoglalt helyzetében látják. Ugyanakkor szinte észrevétlenül és természetszerűen megjelenik a város mellett a *falu* is, problémáival —, a városépítés tehát település-építéssé, a merőben gyakorlati célú, főként építészeti jellegű tevékenység átfogóbbá bővül. Ebben az átfogóbb, organikusabb, egyben gyakorlatibb irányban való fejlődésben jelentős és fokozódó szerepe volt az *angol* szemléletnek, mely szemben a formaibb és absztraktabb jellegű francia, a sematizmusra hajló német szemlélettel — kezdettől gyakorlati és organikus volt, a növekvő városok társadalmi, gazdasági, földtulajdon kérdéseivel, a fokozatos átalakítás lehetőségeivel, később pszichológiai, nevelésügyi stb. kérdéseivel foglalkozott. Vezéralakjában: *P. Abercrombie* személyében olyan egyéniségre tett szert, aki — és ez mindeddig ritkaság az urbanisztikában — jelentős közéleti személyiség is, és mint ilyen volt képes érvényesíteni elgondolásait. Az irányításával készült Nagy-London terv e korszak vége felé (1944) bizonyos mértékig összegző, tudományos értékű urbanisztikai alkotás, a bolygóváros-rendszer határozott kialakításával. Jelentős személyiségei továbbá a nem annyira építészeti, műszaki, mint inkább szociológiai, humanisztikus irányzatú angol városépítésnek igen korán *P. Geddes*, majd amerikai tanítványa: *L. Mumford*, akik a modern urbanisztikai szemléletét ebbe az irányba mélyítették el.* (L. Irodalom.)

Nem állíthatjuk azt, hogy mindez és mindenütt már kiforrott modern urbanisztikának tekinthető, határozott és egységes körvonalakkal, fogalmakkal, szemlélettel. Inkább valami efelé törekvőnek, sok más tudományág keveredő szemléletével, örökségével, ezek váltakozó — így pl. hol szociológiai, hol gazdaság-földrajzi, hol igazgatási stb. — túlsúlyával. A leválás folyamata minden tudományág, minden új ismeret esetében nehéz, olykor küzdelmes, a szemlélet, a szempontok tekintetében többnyire még tisztulatlan korszak, — a specializálódás, a szűkülés irányában is, de még inkább ilyen esetben,

* Magyarországon e korszak jelentős eredményei és állomásai: a Városépítési Tanszék felállítása 1929-ben és működése (első professzorai Wargha László és Korompay György), fejlődő szakirodalom (Bierbauer [Borbíró] Virgil, Déznai Viktor, Harrer Ferenc, Hergár Viktor, Krompecher [Korompay] György, Molnár Dezső, Pálfy Budinszky Endre, Rihmer [Granasztói] Pál, Ruisz Rezső és mások munkái), a Tér és Forma, progresszív építészeti folyóirat (Bierbauer Virgil, majd Fischer József szerkesztésében), a Városi Szemle, várospolitikai folyóirat (Illyefalvi I. Lajos szerkesztésében), a Városok Szövetsége és ennek folyóirata: a Városok Lapja, egyes tudományágak, így a szociológia (Erdei Ferenc), a közigazgatás-tudomány (Magyary Zoltán és Kiss István), a településföldrajz (Mendöl Tibor), a várostörténet (Pleidell Ambrus) urbanisztikai irányú fejlődése, művei, — igazgatási és törvényhozási vonatkozásban: az 1937. évi VI. törvénycikk a városrendezésről és építésügyről, Budapest Városfejlesztési Programja (Harrer Ferenc műve), Budapest főváros és a Fővárosi Közmunkák Tanácsa fejlődő műszaki igazgatása, a vidéki városrendezés fokozódó tervszerű irányítása, városfejlesztési programok, rendezési tervek, építésügyi szabályzatok. Mindezekről előadások, viták a Magyar Mérnök- és Építészegyletben és más szervezetekben.

amikor ellenkezőleg, szaktudományok részeinek szintéziséről, az egész sokrétű ismeretanyag komplex értelmezéséről van szó. Nagymértékben függ vezető egyéniségek hosszabb-rövidebb ideig tartó hatásától, egyéb helyi körülményektől is, tudományágaknak az elsőbbségért való vetélkedésétől. A célok, szempontok összeegyeztetésének nehézségei, a közös terminológia hiánya is lassítóan, olykor bénítóan hat. Ezek a nehézségek ma is fennállnak.

De még inkább jellemző, egyben hátráltató e korszak urbanisztikai szemléletének, eredményeinek kialakulása szempontjából az, hogy *a problémák, amelyeket felismert, nem oldhatók meg az urbanisztika eszközeivel*, hiszen mélyen és alapvetően társadalmi eredetűek és jórészt a kapitalista társadalom ellentmondásaiban, nehézségeiben gyökereznek. Ez tette egyrészt az urbanisztika művelőit általában haladó, olykor forradalmi szelleműekké, másrészt legtöbbször megbénította őket a felismert problémák megoldásában. A városépítés nagy lendülete is már csökkent, a városoknak kevésbé a megépülése, átépülése, mint inkább szervetlen elterjengése következett be, amire befolyást gyakorolni a teleküzérkedés viszonyai között alig lehetett. Innen ered az urbanisztika tudományának az a ma is meglevő alapvető problémája, hiánya, hogy felvetései *nélkülözik, többnyire szükségképpen a kellő kísérleti, tapasztalati alátámasztást* — amilyenen pl. a céljaiban, jellegében hozzá több tekintetben is hasonló társa, az orvostudomány nyugszik —, ehelyett nagyrészt még mindig elméletekre, spekulációkra, ideális elképzelésekre támaszkodik. Okfejtései inkább deduktívek, és nem induktívek. Számszerűségei is még kevéssé megalapozottak, inkább előlegezettek, ajánlottak. Eredményei pedig — és ez társadalmi alátámasztásának egyik fő megnehezítője — gyorsan nem mutathatók fel, felismerésük általában véve nagyobb fokú absztrakciót kíván, tehát a *társadalmi tudatba nehezebben hatol el*. A közlekedési balesetek pl. azonnal felrázzák a társadalmat, a hatóságokat, ugyanakkor az elavult városrészek lakóinak nagyobb halandósága, rosszabb egészségügyi viszonyai nem nyilvánulnak meg ilyen hatással és többnyire nem is urbanisztikai problémaként.

Mindezek mai problémák is, sőt ma is jellemzőek az urbanisztika helyzetét illetően, de zömmel a két világháború között alakultak ki és váltak az urbanisztika fejlődésének, határozott különválásának, eredményességének megnehezítőivé. Az azonban mindenesetre megnyilvánult, hogy az urbanisztika nemcsak műalkotási, művészeti lehetőség, nem is pusztán nagyméretű gyakorlati tevékenység és ismeretanyag, hanem önálló tudományág, illetve ennek szüksége és lehetősége is. Szemléletének fejlődése ugyanezért bizonyos fokig tudománytörténeti jelentőségű. Megnyilvánult továbbá, hogy az urbanisztika mint tudományág az építés-, illetve a műszaki tudományok közül a legnagyobb mértékben kapcsolódik egyrészt általában más tudományokhoz, másrészt elsősorban és legfőképpen a *társadalomtudományokhoz*. Helyzete bizonyos mértékig ingadozó is e két tudománycsoport között. Ezért is helyes és szükséges ebben az ingadozásban határozott irányt szabni.

*

A modern urbanisztika amúgy is gyors fejlődésében *a második világháború után* olyan fokozódó gyorsulás, sőt alapvető átalakulás következett be — különösen nálunk és a környező népi demokratikus országokban, a felszabadulást követően —, ami a téma teljes áttekintését még e vázlatos módon is

megnehezíti. A régmúlt korszakokra nézve az áttekintést a nagy távolság és az alkotások, eredmények sokasága, most éppen a nagy közelség, jelenvalóság, a gyorsulóan átalakuló jelleg nehezíti meg. Ezért itt most még inkább a fő vonásokra, ezek közül is főként a *tendenciákra* szorítkozunk, amint lényegében eddig is tettük, és figyelmünket természetszerűen a szemléletre, nem pedig az eredményekre, művekre irányozva.

Mindenekelőtt a *méretek növekedése* a szembeötlő — túlnyomó részben a *Szovjetunióban* és az ennek nyomán a népi demokratikus országokban történt fejlődésben, de — a társadalmi és termelési viszonyok korlátai között — ilyen növekedési tendencia figyelhető meg a kapitalista országokban is. A méretek növekedése kétféleképpen is érthető: egyrészt *társadalmi értelemben*, szocialista viszonyok között, most már az egész társadalom, valamennyi város, városrész, település problémáiról van szó és nemcsak egyes kiváltságos osztályokéról, jelentősebb városokról, városrészekről. Másrészt a méretek növekedése *területi, települési értelemben* is értendő; mert a városokhoz csatlakoznak a mind nagyobb problémákat felvető mezőgazdasági települések, ezenkívül a városokon, illetve valamennyi településen és környékükön túlmenően az ezeket egybefoglaló nagyobb területi egységek, a *régiók*. Sőt a régión túlmenően is bizonyos értelemben az egész ország, együttműködő országok között pedig a szomszédos területek (régiók) is. Az urbanisztika határai, méretei ily módon a városból kiindulva települési szempontból *totálissá* (mindennemű településig) területileg *nemzetközivé* tágulnak, legalábbis tágulóban vannak.

Szocialista viszonyok közt ezt a fejlődést — az általános társadalmi, gazdasági fejlődésből kiindulva, több alapvető tény, igény idézi elő, illetve teszi lehetővé. Elsősorban a *tervgazdaság*, mely mélyen és meghatározóan nyúl valamennyi település, terület fejlődésébe, és amely területi, regionális értelmezés, bontás nélkül nem töltheti be szerepét. Ennek alapját viszont a *termelőeszközök* társadalmi tulajdonba vétele, ezzel együtt a földtulajdonnal való rendelkezés képezi, ami urbanisztikai szempontból különösen jelentős, hiszen a termelőeszközök, a föld magántulajdona a múltban, a kapitalista országokban pedig jelenleg is, jelentős korlátokat szabott, illetve szab az urbanisztikai lehetőségeknek, többnyire a szemléletnek is. (Ez késztette pl. a haladó szellemű svájci Bernoulli professzort nevezetessé vált fokozatos — körforgásos — városmegújítási elméletére. L. Irodalom.) Alapvetőek továbbá a *tervszerű iparfejlesztés*, az ezzel járó jelentős mértékű telepítési, áttelepítési, tömeges lakásépítési feladatok, lehetőségek új városokig terjedő méretekben, a *mezőgazdaság szocialista átszervezése*, mely a települési struktúra átalakulásával jár. Általában pedig az urbanisztikai problémáknak jellegzetesen *közösségi szemlélete*, mely immár nem egyes rétegek, sőt egyének érdekeit szolgálja — és ugyanakkor éppen a közösség érdekében kibontakozó, olykor egyoldalúvá, eltúlzottá is váló, vagy pedig részlegesen megnyilvánuló *gazdaságossági szemlélete*, amellyel szemben az urbanisztikai szemlélet komplexitását, illetve a gazdaságosság komplexebb értelmezését még nem minden esetben sikerült érvényesíteni. Végül kiemelkedő vonása az újabb urbanisztikának, elsősorban szocialista viszonyok között, fentiekből is eredően, *alkotó, építő jellege*, szemben a korábbi szabályozó jelleggel. A köz, az államhatalom válik a legfőbb építtetővé, város-, sőt régió méretekben.

A fejlődésnek ilyen tendenciája, mint említettük, csökkentebb mértékben és át nem hágható korlátok között, a *kapitalista országokban* is megmutatkozik. Átfogóbb, regionális jellegű tervezésre, legalábbis szemléletre törek-

szenek, a végrehajtás kevesebb lehetőségével, közületi tömeges lakásépítésre, az ezzel járó szervezési feladatokkal, alakító lehetőségekkel, a közlekedés növekvő igényei folytán nagyméretű, radikális megoldásokra kényszerülnek, mindenekelőtt pedig *a nagyvárosok, a koncentráció oldására*, ami másként, mint regionális szemlélettel és méretekben nem gondolható el.* Különösen a nagyváros probléma válik — szocialista viszonyok között is — a modern urbanisztikának mind nagyobb és jellegzetesebb problémájává, minthogy a nagyvárosok minden ellenkező szándék, jóslat ellenére tovább növekszenek és a modern urbanisztikai szemlélet tágulását már önmagukban is indokolják. E probléma megoldása csak a városokat meghaladó, regionális, sőt országos méretekben gondolható el.

A regionális szemlélet tehát az, ami többé-kevésbé világszerte új és jelentős bővülése az urbanisztikai szemléletnek, és ami — noha előzményei voltak — nagymértékben a második világháború után bontakozott ki. Csíráit már kimutattuk előbb a görögöknél a város és környéke egybelátásában, a rómaiaknál a tartományi szervezésben, majd jóval később a múlt század növekvő nagyváros problémáiban, Howard kezdeményezésében, melynek lényege: *a városon kívül keresni a megoldást*, közelebb pedig egyes jelentős előzményekben, kísérletekben, ilyenek mindenekelőtt a Szovjetunióban: a bakui olajvidék (1923—1924), a Donyec-medence (1935-től) regionális tervei és rendezése, ezzel kapcsolatos új lakótelepek létesítése, az USA-ban a Tenessee-völgy (1933-tól), Itáliában az Agro Pontino (1923-tól) rendezése.** A szemléleti tágulásnak a kezdőpontjában Arisztotelész megállapítása áll: „*A települések összetartozása olyan távolságoktól függ, amelyeket reggeltől estig meg lehet tenni*". Itt az urbanisztikának valami olyan meghatározó, állandó törvényszerűsége nyilvánul meg, amilyennel sajnos azóta is kevéssel rendelkezik — és ez a nap 24 órája, amelyhez az ember napi életében igazodik. Arisztotelész tétele a gyorsvasutak, a gépkocsizás, sőt a helikopter korában is áll, csak éppen nagyobb, sokkal nagyobb és növekvő távolságokra, illetve területekre érvényes. Bizonyos mértékig tér és idő összemosódását is jelenti. Ez tehát a kérdés egyik megközelítése, ami lényegében nem más, mint a környék, a polisz, fogalmának óriási, nagyvárosok körül régió-méretűvé dagasztása. A kérdés másik megközelítése inkább a tervgazdaság, az államszervezés köréből indul ki — ha tehát az ősét ennek is az ókorban keresnénk, a római birodalom szervezési módszereiben találhatjuk —, amikor is a településeket csak egy nagyobb egész (gazdasági, igazgatási, szervezési egység) részének lehet tekinteni. Az eredmény szemléletileg jórészt egybe esik: és ez *az eddigi témák, feladatok fölé emelkedés*, a szempont távolodása, mintha csak repülőgépen emelkednénk. A település, a város folttá, körré válik, akár a csillagképekben az egyes csillagok. Ez tette legújabban időszerűvé a *települések modellszemléletét*, ennek problémáit.*** Ez a fölébe emel-

* Jellemző a modern urbanisztikának a haladó társadalmi gondolkodással való eszmei összefüggéseire, hogy az USÁ-ban — ahol mind nagyobb méretű, de ma is jórészt építési spekuláción alapuló, tőkés csoportok által irányított, jellegzetesen gyakorlati városépítés folyik — felbukkannak nézetek, melyek szerint az, aki átfogó, általános terveket követel városok számára, minden bizonnyal „baloldali szocialista".

** Nálunk a Közigazgatástudományi Intézet által a tatai járásra készített vizsgálatok, javaslatok (1936), majd az ugyanezen Intézet, a Néprajzi és Földrajzi Intézetek által rendezett: „A táji és népkutató központ kiállítása" (1938), továbbá a tatai vizsgálat fejlesztéseként a Komárom megyére készített vizsgálatok (1941).

*** Vö. Vidor Ferenc: „Települések homogén szemlélete" (l. Irodalom). tozábbá e témáról szóló tanulmányát a Közlemények ugyanezen számában.

kedés, a szemléletnek ez a tágulása, egyben a települések modellezése a modern világ logikus következménye: — a területek, feladatok egybelátásának, a technikai (főként közlekedési, hírközlési) fejlődésnek, a termelési, társadalmi összefüggések mind nagyobb méretű kibontakozásának. Egy alapvető és ösztönös emberi igénynek: — az ember nem akarja elveszíteni áttekintését az élet, a dolgok, a világ egésze fölött. És éppen ezért mindez nemcsak urbanisztikai, gyakorlati szükségszerűség, hanem egybecsik az egyéb téren is bekövetkezett fejlődéssel: a fizikában a tér-idő kontinuum felismerésével (amire már lényegében Arisztotelész megállapítása utal) és azzal a törekvéssel, hogy egy terjedő és bonyolódó világban *mindent elsősorban szerkezetében és viszonylataiban lássunk* — az embert környezetében, az egyént a közösségben, sőt az űrhajózás rohamos fejlődésével előbb-utóbb földünket is egészében, egy távolabbi szemszögből, más égitestek között.

A regionális tervezés, szemlélet újkeletű, főként gyakorlati problematikáját itt nincsen mód tárgyalni; megállapítható azonban, hogy világszerte fejlődőben van, a kapitalista országokban, egyes eredményektől eltekintve inkább vizsgálat, tanulmány, óhaj jellegű, a szocialista országokban a népgazdasági tervezéssel összefonódva fokozódó szükségszerűségként, fokozódó reális eredményekkel jelentkezik, sőt a szemlélet határait nemzetközi méretekig feszíti, *urbanisztikai értelemben talán túl is feszíti*. Éppen itt válik problematikussá is, és e kérdések felvetésének, tárgyalásának egyik fő, időszerű indokává: — *meddig urbanisztika az urbanisztika*, különösen ha eredeti, a szóban is rejlő értelmét, a várost nézzük, meddig tágulhat, feszülhet? Amikor egybelátásunk nemzetközi, sőt hovatovább interkontinentális és bolygóközi méreteket ölt — és ez maga után vonja igyekezetünket a kérdések ilyen átfogóbb felvetésére és megoldására is —, akkor valahol, ha talán önkényesen is, határt kell szabnunk. A hátralevőkben ezt kíséreljük meg.

*

A méretek növekedése, — a komplexitás növekedése is — tehát szükségképpen a *határok* kérdését hozza előtérbe. Nemzetközi áttekintés helyett ezúttal nézzünk körül, az urbanisztikának legújabb, az elmúlt években történt *hazai fejlődésén*. Ezt egyrészt a legjobban ismerjük (a legújabb külföldi fejlődés összefoglaló, objektív értékelése ilyen közeli és rövid időre vonatkoztatva még kevéssé lehetséges), másrészt — és ezt a külföldi fejlődés általános ismeretében is megállapíthatjuk — urbanisztikánk elsősorban éppen elméleti, szemléleti téren igen elől van, sok országét felül is múlja. (L. Irodalom.)

Urbanisztikánk fejlődésében új szakasz nyílt meg akkor, amikor a felszabadulást követő években, a szocialista átalakulás újszerű feladatainak, követelésének kibontakozásakor a tervezés, az igazgatás, az oktatás, a kutatás az új feladatoknak és lehetőségeknek megfelelő új irányt vett, elsősorban a Szovjetunió tapasztalatai alapján. Tervező szervek alakultak, az eddigi szórványos kutatások helyett szervezett kutatómunka indult meg, a tudományterületnek, ha korlátozott lehetőségekkel is, új és önálló folyóirata lett (Településtudományi Közlemények), és a tudományos művelés biztosítékaként, egyben pedig a tudományág önállóságának elismeréseként a Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Osztályán külön főbizottsága létesült. Ekkor kapta a tudományág — és főbizottsága is — a településtudomány nevet. Mindebben *Perényi Imrének* volt kiemelkedő szerepe.

Ez az eredmény — a névadás és az önálló létet igazoló és elősegítő akadémiai főbizottság, folyóirat, kutató és tervező szervezetek — igen jelentősek. Ezzel együtt, illetve ennek következményeképpen jelentős fejlődés történt a szemlélet tisztulásában, nem kevésbé a köztudatban is tisztultabb kép alakult ki a városépítésről. A tudományterület elhatárolását, definícióját is többékevésbé jónak, nemzetközileg is egyik legtisztább értelmezésnek mondhatjuk.* Problémák azonban vannak. Mindenekelőtt a *név* maga.

A „*településtudomány*" nem szerencsés megnevezés és részben maga is forrása több, gyakran tapasztalható szemléleti bizonytalanságnak. A műszaki, általában a normatív, az alkotó jelleg nem domborodik ki benne. Maga a „település" szó ugyanis a mindennapos szóhasználatban egyrészt nem a települési folyamatot, hanem magukat a településeket (városokat, falvakat) jelenti, másrészt csak áttételekkel alkalmazható nagyobb területekre, régiókra. Ez a megnevezés tehát önmagában inkább leíró jellegű és a településekkel mindenféle szempontból foglalkozó tudomány konglomerátumot fejez ki, irányító szempont hiányát. Ez pedig veszélyes, mert nem differenciálja eléggé más tudományágaktól (pl. településföldrajz, településtörténet) és így könnyen elemeire bonthatóvá teszi. A komplexséget ugyanis semmi esetre sem értelmezhetjük csupán összegezett ismerethalmazként, mint ahogyan egy város sem csupán létesítmények mennyiségi többszöröse — hanem olyan magasabbfokú egységként, mely szerkezetet, saját szempontokat, sőt vezető szempontot igényel.

A „*területrendezés*" újabban kényszerűen használt kifejezés sem jobb a településtudománynál, sőt rosszabb, mert nem fejezi ki a térbeli és a közösségi vonatkozásokat — különben sem tudományos megnevezésnek szánták. A „*városrendezés*" közkeletű, plasztikusabb, de még szűkebb és gyakorlati értelmű. Talán legmegfelelőbb volt mindeddig — ha szűknek is bizonyult — a korábbi „*városépítéstan*" megnevezés, mely — a város szó kiterjesztésével mindennemű településre, régióra is — mai értelmezésünket, ennek alapvetően műszaki és építő jellegét, egyben gyakorlati célú ismeret-komplexum, tan mivoltát leginkább kifejezi.**

Valójában azonban azt kell mondanunk, hogy e tevékenységi körnek és tudományágnak nincs még igazán jó neve és kényszerűen használjuk az urbanisztika szót. Ez azt bizonyítja, hogy a köztudat, a szemlélet még nem jutott el határozott, egységes és tiszta értelmezéséig — e tanulmány is részben egyéni, helyesebben építészeti nézeteket tartalmaz. Már pedig csak az van igazában elhatárolva, elintézve, a helyére téve, aminek közkeletű és kifejező neve van. Az egyik szemléleti bizonytalanság itt rejlik, és ez főként a társtudományok felé elhatárolásokban — így különösen a közlekedéstudomány, településföldrajz, igazgatástudomány, gazdaságtudományok felé jelentkezik. Sőt jelentkezik mindennapos gyakorlati kérdésekben is.

* Lásd az Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények 1959. évi 1—2. számában: „A településtudomány fogalmának meghatározása és tudományterületének elhatárolása". Megismételjük itt ebből a tudományág definícióját: „Településtudományon az a tudomány értendő, amely az egyes településeknek (településszórványok, tanyaközpontok, falvak, városok), a velük szoros kölcsönhatásban álló területeknek (környékük) és a nagyobb összetett település-egységeknek (régiók) egyfelől rendeltetése és működése, másfelől térbeli kialakítása, fejlesztése, megjelenése közötti összefüggésekre vonatkozó ismereteket kialakítja és rendszerezi."

** Ezt a megnevezést választotta Perényi Imre készülő könyvsorozata címéül (l. Irodalom), a tanszék is — talán hagyományi okokból — ezen a néven működik.

Urbanisztikánk fejlődésének további, újabb szakasza az, amelyik a legutóbbi években bontakozott ki, amikor is határozottan kialakultak a regionális tervezés szemlélete, feladatai, rendszere; kormányhatározattal, szervezetekkel kellő alátámasztást kaptak és több vonatkozásban nemzetközileg is elismert helyet, színvonalat értek el.* Itt azonban a bizonytalanságnak egy másik fajtája, a szabatosabb elhatárolásnak egy más szempontból, illetve más irányban való szüksége jelentkezett. Regionális tervezésünk ugyanis — részben átmeneti kényszerűségből, erre illetékesek helyett — nagyobb részt vállalt a népgazdasági tervezés feladataiból, mint amekkora egy szigorú urbanisztikai értelmezés szempontjából indokolt és határai efelé — a népgazdasági tervezés felé — elmosódtak. Helyesebben: olyan feladatokra vállalkozott, amelyekben az urbanisztika kompetenciája fokozatosan csökken, vitatott és azzal a veszéllyel jár, hogy eredeti, sajátos feladatainak tényleges és koncentrált művelésétől elvonja erőit.

Legfőképpen e két elbizonytalanodó határterületen: a társtevékenységek és a népgazdasági tervezés felé — tudományos téren egyrészt általában a társtudományok és különösképpen a gazdaságtudomány felé — van szükség az urbanisztikai szemléletnek határozott körvonalazására, bázisainak megerősítésére.

Mindkét említett irányban közös alapot az jelent, hogy az urbanisztikába mindennemű ismeret, feladat, tevékenység *csak területi igénye, területi vonatkozásai folytán kerülhet.* Ez eleve kiküszöböl belőle minden nem területi vonatkozású, települési hely, helyigény, viszonylat nélküli témát, feladatot (pl. intézmények belső szervezési, berendezési kérdéseit, külön helyigény vagy települési következmények nélküli igazgatási, gazdálkodási, forgalmi stb. kérdéseket).

Az előbbivel összefüggésben a másik közös alapot jelentheti az urbanisztikának mindkét irányban, eddig is gyakran kiemelt és a múltban mindig megnyilvánult, létesítményeket alkotó *műszaki* és ezzel együttjáró javító, normatív jellege. Ez különösen a leíró és a fenntartó jellegű tevékenységek, illetve ismeretek (igazgatás, történet-, földrajztudományok stb.) felé von éles határt, amelyeknek települési vonatkozású tevékenysége előmunkálatnak tekinthető, az urbanisztikába esetleg be is kebelezhető, de vele nem azonosítható.** Határt von továbbá a népgazdasági tervezés felé is — bár az átfonódás, esetenként (pl. programok és tervek között) igen erős. Kétségtelen azonban — és ezt el kell ismernünk —, hogy nemzetközi értelemben az elhatárolás még ily módon sem a szocialista, sem a kapitalista országokban teljes határozottsággal nem alakult ki; gyakran találkozunk az urbanisztikai témáknak nem műszaki megközelítésű tárgyalásával (l. Irodalom), olykor nem is műszaki szervezeteivel is.

Végül a harmadik közös alapot jelenti — és talán adott szempontokból ez a leglényegesebb — az urbanisztika alapvetően *közösségi* jellege, közösségekhez — településekhez, elsősorban városokhoz tapadó, ezekből fakadó, ezek felé irányuló és bennük célhoz érő mivolta. Latin eredetű neve is mindenekelőtt erre utal, és ezért fogadható el nehezen a területrendezés szó. Az urbanisztikának kezdettől mindmáig közösségalakító, közösséget szolgáló jelentése volt, és eredményei mindig innen eredtek; vizuálisan is érvényesülő

* Elsősorban Perczel Károly kezdeményező és szervező, valamint elméleti munkássága révén.

** Vö. szerzőtől: „A településföldrajz és a településtudomány kapcsolatairól" (Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények, 1960. 4 sz. Szemle-rovat).

műveit, ezek együttesét, formáját közösségek alkották. Ezért volt mindig építő, műszaki, sőt túlnyomóan építészi feladat is. Ez biztosította a valósághoz való tapadását. A legnagyobb veszély és bizonytalanság talán éppen ezért itt fenyegeti az urbanisztikát, ha ezt a szilárd talajt, a tapintható, a valóságos közösségekhez való tartozását elveszti és építészeti szempontból absztrakttá válik, absztrakt célokat szolgál.

S itt kell végül szabatosabban meghatározni az *építészethez és az esztétikához való viszonyát* is. Fejtegetésünk tulajdonképpen itt kívánja elérni célját. Annak oka, hogy az urbanisztikát mindeddig nagyobbrészt építészek művelték, fejlesztették, kézenfekvő: — építési feladatokból nőtt ki, és az építészek bírtak e feladatokban nemcsak a legközvetlenebb érdekeltséggel, hanem a legátfogóbb szemlélettel is. Ez nem jelenti azt, hogy csak építészek művelhetik, juthatnak el ehhez a szemlélethez, hiszen ennek ellenkezőjét több említett példa is mutatja. Viszont nem jelentheti annak feladását sem, hogy van a feladat megközelítésének, teljes átfogásának, teljes szemléletének egy olyan módja, amire elsősorban építészek hivatottak és alkalmasak: — ez a települések, városok formálása, formai-esztétikai szemlélete, intuitíven, műalkotásként való létrehozása. Építészek helyét elfoglalhatják kellő átfogással, valóban urbanisztikai szemlélettel, ismeretekkel bíró mások is, minden olyan esetben, amikor pl. szervezésről vagy pusztán hasznossági jellegű létesítmények csoportjainak létesítéséről, vagy vizsgálatokról, értékelésről van szó. *De nem foglalhatják el akkor, amidőn mindennek formát kell és lehet adni, mindebből végső fokon esztétikumot, műalkotást kell és lehet teremteni.* Persze — mint hangsúlyoztuk — az esztétikumnak nem XIX. századi, kulissza értelmezésében, hanem Alberti értelmezésében, mely szerint a legfőbb szép a teljesség, a rend. *Ez viszont az építész-urbanistát kötelezi arra, hogy ezt a teljességet, a város teljességét ismerje, értse és ne pusztán formai játék lehetőségének, megnagyobbított épület alkotásának tekintse.* Ez utóbbi téren építészeink szemlélete mindmáig eléggé hiányos, egyoldalú és bizonyos hézagot is eredményez az építészettel és az urbanisztikával foglalkozók között.

Építészen azonban mind kevésbé az egyént, egy tervezőt, a városon mind kevésbé egyéni alkotást kell értenünk, — amint azt még annak idején a reneszánsz teoretikusok, majd a francia racionalizmus és felvilágosodás idején pl. Descartes, Voltaire is igényelték —, hanem mindinkább csoportokat, közösségi munkát, alkotást. A telepítés, az urbanisztika újabb fejlődése, méreteinek növekedése *általában meghaladta az egyéni alkotás lehetőségeit.* Különösen áll ez, ha arra gondolunk, hogy a népszaporulat, a tömeges lakásépítés és az ezzel járó tipizálás szüksége mindinkább csökkenti az egyedi épülettervezési lehetőségeket és az építészet alkotó, formáló szerepét elsősorban *városméretben* — típusépületekből álló lakótelepek, új városrészek, sőt városok méretében, vázolja elénk. Ez világlott ki teljes mértékben az Union International des Architectes (Nemzetközi Építészszövetség) 1958. évi moszkvai városépítési kongresszusán.*

Ámde éppen az építészeti szemlélet, az építészeti alkotás — párosulva az ennek társadalmi, anyagi realitást adó közösségi feladattal — szab szerintünk világos határt az urbanisztikából a regionális tervezés révén, a népgazdasági tervezésbe, az ország — sőt nemzetközi tervezésbe, végső fokon az állam-

* L. szerzőtől: Nemzetközi építészkongresszus Moszkvában. Művészettörténeti Értesítő, 1959. évf.

vezetésbe való átfolyásnak, s az ily módon keletkező elbizonytalanodásnak. Véleményünk szerint *egy régió már nem közösség*, nehéz is azzá tenni — miként pl. már egy járás sem az — nincs mögötte, mint városok, falvak és környékük mögött — összetartó tudat, múlt, naponta látható, megnyilvánuló, érzékelhető realitás, tehát valódi összetartozás. Ez nem azt jelenti, hogy régiókat — akár a nagyvárosokban kerületeket — nem kell szervezni, régiók területi, létesítményi problémáival nem kell foglalkozni, a népgazdasági tervezést, az igazgatást nem kell régiókra bontani és azokban a területi, létesítményi problémáknak, összefüggéseknek a legnagyobb figyelmet szentelni. Hanem azt jelenti, hogy *az urbanisztika bázisa, kiinduló és visszatérő pontja maga a település* — falvaktól a nagyvárosokig és ezek környékéig, az arisztotelészi értelmezésben, de megnövekedett dimenziókban —, amely még közösség, még ekként fejleszthető, formálható, amely még építészi alkotásra, vizuális egybelátásra, egybeszervezésre is alkalmas. Ezen túl viszont régió vagy éppenséggel országos méretekben az összefüggések tisztázása, felismerése annyiban és azért urbanisztikai feladat, hogy az urbanista ezt a bázist, magát a települést a legjobban megoldja. *Régióból, éppenséggel országból olyan értelmű maradandó térbeli rendszert, állandó alkotás jellegű szerkezetet létrehozni, amilyen egy város, aligha lehet, ez már absztrakció.* A reneszánsz ideál-városnak, mint formai alkotásnak, aligha felelhet meg korunkban egy ideál-régió, ennek sémája, mint építészeti alkotás, mert az emberi összetartozás, közösséget alkotás, az érzékletes áttekintés lehetőségei — az építészeti alkotás alapfeltételei — még a rohamos tágulás, technikai fejlődés korában is korlátozottak. Mai urbanisztikai szemléletünk legvitásabb pontja itt van; tisztázása csak további viták eredménye lehet.

A terület növekedésével tehát az építész, az urbanista feladata átalakul: alkotóból tanácsadóvá, javaslóvá válik a területi és gazdasági tervezés munkájában.* És erre igen nagy szükség is van, ezt a szerepet valakinek az eredményesség érdekében be kell töltenie és leginkább — olykor még népgazdasági tervezési lehetőségek, szükségszerűségek felismeréséig menően — urbanista töltheti be. *Az urbanistára ugyanis nagyobbfokú teljesség igénye, átfogóbb szemlélet kötelezettsége hárul, mint a népgazdasági tervezésre,* mégha területileg, eszközeiben korlátozottabb is. Ezt csak akkor teljesítheti, ha szűkebbre vonja, a valóságos közösségek területére összpontosítja erőit. Mert a népgazdasági tervezés, mégha átfogja az egész országot is, elsődlegesen gazdasági szempontokkal bír és ebben nincs benne minden. A történeti jelleg, értékek, a hangulat, az otthonosság fogalma pl. idegen tőle. *A modern urbanisztikára háruló teljesség viszont nem más, mint az emberi és a közösségi életnek a városban, a településben testet öltő teljessége, nemcsak gazdasági, célszerűségi értelemben, hanem kulturális, erkölcsi, esztétikai értelemben is.* Kisebb arányban ez már az építészet teljessége is, egy-egy épületre vonatkoztatva.

Itt most egy új szempont került előtérbe, melyről eddig nem volt szó, holott igen lényeges modern urbanisztikai szemléletünkben: ez a *történeti szemlélet*, az adottságoknak, a fejlődés fokozatosságának, időbeliségének figyelembe vétele. Alapjában véve nem ellentétes az építészeti, a formáló szemlé-

* Lásd ennek első felvetését szerzőtől: Il compito del' architetto e le possibilitá della creazione architettonica nel' urbanistica (Az építész szerepe és az építészeti alkotás lehetőségei az urbanisztikában). Urbanistica, 1949. évf. Magyar nyelven: Építészeti alkotás e a várostervezés? c. fejezet a Város- és építészet c. kötetben (Bp. 1960).

lettel, mégha látszólag, és ma még gyakran a valóságban is, idegen tőle. *Mert minél inkább meg tudja különböztetni az építész a várost, mint alakításának tárgyát az egyedi épülettől, annál inkább kényszerül éppen építész mivoltában az adottságok, a funkciók, az előzmények, a fejlesztési lehetőségek stb. reális figyelembevétele során felismerni egy város történeti valóságát, értékeit, sőt a jövőre nézve is olyant gondolni el, mely időben, folyamatosan — tehát egyszer majd retrospektíve: történetileg — fejlődhet.* Múlt és jövő összekapcsolása Európa-szerte a modern urbanisztika egyik fő feladatává, problémájává vált és a legjelentősebb példákat, módszereket erre nézve talán éppen a szocialista országok: a Szovjetunió, Lengyelország, Csehszlovákia szolgáltatják, (l. Gerő László ismertetését. Irodalom), mégha megoldásaikkal nem is tudunk mindig egyetérteni. Az azonban, hogy a múlt értékeit meg kell óvni és a jövő fejlődésbe illeszteni, a várost a jövőre nézve is történeti valóságnak kell tekinteni, éppen ezeknek az országoknak urbanisztikai szemléletében és gyakorlatában határozottan megnyilvánul és mindinkább megnyilvánul nálunk is.* De megnyilvánul a korábban merevebb, a múlt elsöprésére is hajlamos, új és fejlődésképtelen formákra törekedett építészeti szemléletben is, elméletileg főként *S. Giedion* újabb munkáiban, és a gyakorlatban igen jó példa rá az újonnan épülő indiai főváros: *Chandigarh*, Le Corbusier tervei szerint, amelynek tervezett szerkezete a fokozatos fejlesztést, az időben továbbélést már most lehetővé teszi, sőt szerkezetét éppen ez determinálja. A városnak mint építészeti alkotásnak a lényege tehát ma már új, a tér-idő kontinuumot is figyelembe vevő urbanisztikai értelmezést kapott.** Legújabban éppen építészek (CIAM-Team 10) törekszenek benne megkülönböztetni a múlót és maradandót, a szilárdat és a hajlíthatót, úgyszólván úgy mint egy-egy épületen belül is a szerkezetet és a berendezést. (L. Irodalom.) Hasonló tanulságokat rejt a legutóbbi (1960) moszkvai új városrész tervpályázati eredménye is. A közlekedés, a gépkocsizás, a hordozható házak pedig helyenként már-már a nomád civilizáció táboraiig tágítanák a település fogalmát, lehetőségét. Mindezzel — ilyen tendenciákkal — mindenesetre feloldódóban van az az ellentét, amely korábban az építészet formai szemlélete, kövült formákra törekvése és a tágabban értelmezett urbanisztika átfogó törekvései, dinamikusabb szemlélete között fennáll — az építésznek meg kell oldania és meg is oldhatja a maga módján, a város maradandó formáját és változó életét, és ily módon elérheti maga is a modern urbanisztika teljességét.

A modern urbanisztika tehát — hatalmas, spirálban táguló, felfelé tartó körön — visszatérhet bizonyos értelemben az építészethez, melyből mély az ókorban elindult. De egy olyan építészethez, építészeti értelmezéshez, melg egyrészt semmi esetre sem diploma, szakképzettség kérdése, s amely másrészt évezredek során és leginkább az elmúlt évszázadokban az emberi tudás, tapasztalás hatalmas ismeretanyagával gazdagodott. Szemlélete egy rohamosan táguló világban roppant méretűvé tágult. A társadalmi és technikai haladás pedig még ennél is nagyobb távlatokat nyit meg a számára. És éppen ezért is kell megmaradnia az építés, az építő közösségek szilárd talaján — az urbanisztika szó klasszikus és lényegi értelmezésénél —, hogy ezt a kiteljesedő, kitáguló

* E tekintetben igen határozott és tiszta urbanisztikai szemlélet nyilvánult meg nálunk a *Papp Imre* kezdeményezte és szerkesztette Városképek — Műemlékek könyvsorozatban (Irodalom).

** Lásd szerzőtől: Az idő jelentősége a városépítésben (1952), újból közzétéve a Város és építészet c. kötetben (1960).

hivatást a valóságban betölthesse. Mert a szemléletnek a célja nem lehet magában a szemléletben, az elméletekben, a szervezésben — ha ezek igen fontosak is —, hanem csak az alkotásban, a művekben: épülő és maradandó városokban, településekben.

Összefoglalás

Ilyen terjedelmes — bár a téma nagyságát tekintve mégis csak vázlatos — fejtegetés fő konklúzióit helyes összefoglalnunk akkor is, ha tézisszerű megállapításait ma még nem tekinthetjük az urbanisztikán belül sem teljesen kitisztultnak, és így előreláthatóan további viták alapjául szolgálhatnak.

Figyelembe kell vennünk azt is, hogy a modern urbanisztika eddig tárgyalt és itt összefoglalt fő vonásai nagyobbrészt tendenciák, az érvényesülés kisebb-nagyobb mértékével, de kétségtelenül léteznek és többé-kevésbé jellemzőek.

Nem térünk ki ezúttal újból a kialakulásra, az előzményekre, mert ezek az eddigi fejtegetésben is már több ízben megismétlésre kerültek. Itt most, befejezésként a modern szemlélet teljességét kívánjuk jellemezni és nem csupán újabb vonásait.

Mindenekelőtt meg kell állapítanunk, hogy az urbanisztikai szemlélet lényegében — és mindig is ez volt — nem leíró, megismerő, helyesebben nem egyedül ilyen, hanem alkotó, javító, eszközei és lehetőségei révén pedig elsődlegesen létesítő, *műszaki* jellegű. Újabban, és különösen szocialista viszonyok között, korábbi passzív, szabályozó szerepével ellentétben ismét megerősödött tevőleges, *építő* jellege.

Feladatai, módszerei lehetőséget adnak arra, sőt mindinkább igénylik is azt, hogy *tudományos* művelés tárgyát képezzék, rendszerezésük révén az urbanisztika — a műszaki tudományok körén belül, de a társadalomtudományokhoz nagymértékben kapcsolódóan — önálló tudományággá váljék.

Felismerései, feladatai egész városokra és ezen túlmenően mindennemű településre, ilyenek csoportjaira, környékükre, sőt újabban települések nagyobb számát egybefoglaló területi egységekre, régiókra, terjedtek ki. Alapvető tendenciája tehát szemléletének *tágulása* ,a nagyobb területi, települési méretek, a tágabb összefüggések felé.

A területi, települési méretek növekedésével együtt növekedett az összefüggések mértéke, tudata, felismerésük kötelezettsége, a más jellegű ismeretek, tevékenységek, tudományágak ismereteinek átvétele, felhasználása, az urbanisztika sajátos, vezető szempontjai szerint — lényegében tehát a szemlélet *komplex mivolta*. A korábban éppen ezért elsősorban építészek és mérnökök által gyakorolt tevékenységnek mind több más hivatású művelője akadt, ugyanezért az egységes szemlélet fontossága erősödött. Ezzel együtt váltak fontossá a szemlélet határai is, és a vezető, a jellemző szempont kiemelése.

A területi tágulással kapcsolatosan válik fontosabbá *az urbanisztika közösségi, mégpedig valódi, térbelileg is megnyilvánuló közösségeket (településeket) szolgáló, ilyeneket építő, fejlesztő jellege*, ennek határozott kidomborítása. Ez a közösségi jelleg ugyanis a településeken és környékükön túlmenő méretű területeken (régiók, majd országok) fokozatosan csökken és más jellegű (igazgatási, gazdasági tervezési) feladatok elsőbbségét hozza előtérbe. Az urbanisztika szempontjai itt már fontos részszempontokká válnak.

A közösségben a modern urbanisztika a közösség teljességét, az osztálynélküli társadalmat tekinti, innen ered társadalmi értelemben *haladó, jövőbe mutató* jellege: Felismerései, követelései, már csak a problémák tényleges megoldásának korlátai miatt is, nagyrészt a jövőre irányulnak és a társadalmi haladást szolgálják. Ugyanezért céljait legeredményesebben szocialista viszonyok között valósíthatja meg.

Végül: a közösséget illetően az urbanisztika a feladatok *teljességét* látja maga előtt, tehát nemcsak a fizikai értelemben funkcionális és nemcsak a gazdaságossági szempontokat, hanem — az előbbiek bázisán — az eszmei, végső fokon az esztétikai követeléseket is. És ugyanezért az urbanisztika nem egyedül gyakorlati tevékenység és ismeret, művelése pedig nemcsak tudományos lehet, hanem — éppen teljességében — nagymértékben alkalmas *esztétikai szemléletre* — végső fokon, kedvező körülmények között *műalkotások* létrehozására is.

Az urbanisztika modern esztétikai szemlélete azonban csak a feladat teljességére irányulhat és nem egyes kiragadott részeire vagy vonatkozásaira, továbbá nem fogható fel az egyedi építészeti alkotás, az egyéni műalkotás módján, hanem tárgyának növekvő, fejlődő, időben átalakuló, valójában *történeti mivoltának felismeréséhez, az alkotásnak pedig közösségi módjához* kell, hogy elérkezzen.

Mindebben megnyilatkozik a modern urbanisztikai szemléletnek alapvetően *humánus* jellege: az a célja, hogy a tevékenység végpontjában az embert, méghozzá az emberi élet teljességét lássa — hogy városok, települések lakosságának, a városokban, településekben egyesült közösségeknek a leghaladottabb szervezési és technikai eszközökkel lehetővé tegye a biztonságot, a kényelmet, az otthonosságot és a szépséget — legalábbis a tetszetőséget —, ezek együttesét.

IRODALOM

Ez a tanulmányokban szokásosnál nagyobb bibliográfia részben azért készült, hogy megkönnyítse azok munkáját, akik a témát továbbfejleszteni, esetleg megállapításainkat vitatni kívánják.

A hatalmas méretű urbanisztikai irodalomból itt olyan munkákat emelünk ki, amelyek témánkat közvetlenebbül érintik, főként azokat, amelyekre az elmondottakat alapoztuk.

Még így is — különösen hazai vonatkozásban — igen nagyszámú művet kell említenünk, részben folyóiratokban megjelent tanulmányokat is. Ezek egészükben vagy egyes részeikben, esetleg éppen szemléletük révén kapcsolódnak a témához. Említünk olyanokat is, amelyek e tanulmánytól eltérő felfogást tükröznek.

A társtudományok még bőségesebb irodalmából csak néhány olyan munkát említünk, amelynek szempontjai az urbanisztikához a legközelebb állnak, és amelyekre közvetlenül támaszkodtunk is.

Nem szerepelnek itt a szövegben említett, a maguk korában nagy jelentőségű művek (Alberti, Blondel, Sitte, Stübben, Unwin stb. művei), — az amúgy is terjedelmes felsorolást az újabbakra, általában az első, de többségükben a második világháború utáni munkákra korlátoztuk.

A felsorolt munkák túlnyomó része szakkönyvtárakban (ideértve az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Városépítési Tanszéke, az ÉM Városépítési Tervező Vállalat, más tanszékek, tervezővállalatok könyvtárait is), illetve ezek egyikében vagy másikában megtalálható.

Egyes, a jegyzékben említett tanulmányokat tartalmazó folyóiratokat, illetve kiadványokat az alábbi módon jelöltünk: A — Alkotás. AD — Architectural Design. AF — Architecture Française. AR — Architectural Rewiew. Ép — Építészet. ÉKK — Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények. JA — Japan Architect. KKU — Korszerű Közszolgálat útja 11. kötet (Városfejlesztés, Városrendezés, Városépítés). KN — Kelet Népe.

M — Munka. MÉ — Magyar Építőművészet. MMÉK — Magyar Mérnök- és Építészegylet Közlönye. MTIK — Mérnöki Továbbképző Intézet Kiadványai. Mv — Műemlékvédelem. Sz — Századok. TA — Technique et Architecture. TtK — Településtudományi Közlemények. TF — Tér és Forma. VL — Városok lapja. Vk — Városkultúra. VSz — Városi Szemle

A könnyebb áttekinthetőség érdekében különválasztottuk a hazai és a külföldi irodalmat, ugyanezért *-al jelöltük az 1945 előtti munkákat.

Hazai irodalom

* *Bierbauer (Borbíró) Virgil :* Budapest városépítési problémái (1933)
* *Bierbauer (Borbíró) Virgil :* A magyar városrendezés eszközei és feladatai (KKU 1940)
* *Bierbauer (Borbíró) Virgil :* A múlt és a közelmúlt magyar városépítése (Ép 1941).
Borsos József : Városgazdaságtan (1956—59)
* *Déznai Viktor :* Urbanográfia (VL 1934)
* *Elek Péter :* Városiasodás Csonkamagyarországon (KN 1938)
Építőipari Műszaki Egyetem Városépítési Tanszéke: Településtudományi fogalmak (1955)
Faragó Kálmán—Major Jenő: A magyar mezőgazdasági településhálózat fejlesztésének kérdései (TtK 1957)
* *Fischer József :* A lakásépítés politikájához (M 1928)
* *Fischer József :* Budapest városépítés politikájához (TF 1936)
Gerle György : Beruházások gazdasági-műszaki előkészítése (Bp. 1959)
Gerő László: „Városépítéstörténet és építés történeti városokban" c. akadémiai munkaközösség első három konferenciájának ismertetése (1956 Erfurt, 1957 Dobris, 1959 (Varsó) (ÉKK 1961).
* *Granasztói Pál :* Elavult városrészek újjáépítése (VSz 1946), (Készült 1942-ben)
Granasztói Pál : Városépítés — a közösség művészete (A 1947)
Granasztói Pál : Európai építészet (Bp. 1948.)
Granasztói Pál : A korszerű városépítés szempontjai műemléki városokban (ÉKK 1960)
Granasztói Pál : Várostervezésünk előzményei, különös tekintettel a történeti városokra (Mv 1960)
Granasztói Pál : Város és építészet (Bp. 1960)
* *Hajnal István :* Az európai város kialakulása (VSz 1940)
* *Harrer Ferenc :* Elnöki előterjesztés Budapest városfejlesztési programjához (VSz 1933)
* *Harrer Ferenc :* Budapest városfejlesztési programja (1940)
* *Harrer Ferenc :* Nagy-Budapest (Vsz 1945)
* *Hergár Viktor :* A városrendezés tudományának helye a többi tudományok között (Vk 1937)
* *Korompay (Krompecher) György :* A városi főterek kialakulása (Tanulmány a középkori olasz városépítés fejlődéstörténetéből. Bp. 1940)
* *Korompay György :* A városrendezés korszerű kérdései (Bp. 1942)
Korompay György : Városépítéstan (Bp. 1949)
Korompay György : A városépítészet esztétikai alapismeretei (MTIK 1959)
Korompay György : Műemléki együttesek védelmének irányelvei (ÉKK 1960)
Kisléghy Nagy István : Utak, utcák városképi elemzése (1954)
Különbizottság (vez.: *Preisich Gábor*, tagok: *Brenner János, Hermány Géza, Granasztói Pál, Perczel Károly, Szimély Károly, Valentiny Károly) :* A településrendezés tervezési módszerének alapjai (ÉKK 1957)
Laboda Zsigmond—Keresztély György: Egy dunamenti falu településtudományi vizsgálata (TtK 1956)
* *Magyary Zoltán—Kiss István :* A közigazgatás és az emberek (Bp. 1939; ebben a tatai járás vizsgálata)
Major Jenő : Szempontok a faluépítési hagyományok kutatásának módszeréhez (TtK 1959)
Major Máté : Építészettörténet. Tőkés és szocializmust építő társadalmak építészete (Bp. 1960)
Markos György : Magyarország gazdasági körzetbeosztása (1952)
* *Mendöl Tibor :* Településtörténet, településföldrajz, történeti földrajz (Bp. 1938)
* *Mendöl Tibor :* A városföldrajz tárgyköre és feladatai (VSz 1943)
* *Pálfy-Budinszky Endre :* A városkörnyék vizsgálat szerepe a városépítésben (KKU 1940)
* *Pálfy-Budinszky Endre :* A városépítés magyar irodalma (KKU 1940)

Papp Imre : Városrendezési tervfajták és előkészítő vizsgálatok (MTIK 1954)
Papp Imre (szerkesztésében): Városképek – Műemlékek c. könyvsorozat (Bp. 1956—)
Perczel Károly : A részletes rendezési terv építészeti alkotás (MÉ 1957)
Perczel Károly : A magyarországi regionális tervezés elvi alapjai (ÉKK 1960)
Perényi Imre : A szocialista városépítés (Bp. 1952)
Perényi Imre—Jankovits István—Faragó Kálmán : A regionális tervezés metodikája (TtK 1956)
Perényi Imre—Faragó Kálmán—Major Jenő : A városkörnyék tervezés metodikája (TtK 1956)
Perényi Imre : Településtervezés. Városépítéstan II. kötet (Bp. 1958)
Perényi Imre—Faragó Kálmán : A racionális városnagyságok meghatározásának elvei (TtK 1960)
Perényi Imre : A városépítés története. Városépítéstan I. kötet (Bp. 1961)
* *Pleidell Ambrus :* A magyar várostörténet első fejezete (SZ 1934)
Pogány Frigyes : A városszépség problémái (Bp. 1948)
Pogány Frigyes : A városépítéstörténet néhány módszertani kérdése (ÉKK 1957)
Pogány Frigyes : Terek és utcák művészete (Bp. 1960, második kiadás)
Preisich Gábor: Budapest városrendezésének története (Buda visszavételétől a kiegyezésig. 1960)
* *Princz Gyula :* Magyarország településformái (1922)
Princz Gyula, ifj.: A földrajzi és természeti adottságok szerepe a városépítésben (MTIK 1954)
* *Rihmer (Granasztói) Pál:* Adatok és szempontok a magyar városépítés problémájához (MMÉK 1939)
* *Rihmer (Granasztói) Pál :* Városok a múltban és jövőben (Bp. 1942)
* *Ruisz Rezső :* Várostudomány (VL 1936)
Sós Aladár : A városépítés alapelveinek fejlődése (MTIK 1954)
Szabó Dezső : A városi közlekedés (Bp. 1952)
Településtudományi Főbizottság (előkészítették: *Granasztói Pál, Ruisz Rezső* és *Sós Aladár) :* A településtudomány fogalmának meghatározása és tudományterületének elhatárolása (ÉKK 1957)
Tattay Pál : Műszaki városkép (KKU 1940)
Valló István : Várostudomány — településtudomány (ÉKK 1959)
Városépítési Tervező Vállalat *(Granasztói Pál* és *Helle László) :* Jelenleg használt városrendezési nomenklatúra (1954)
Vásárhelyi Boldizsár : Nagyvárosok közlekedése (ÉKK 1960)
Vidor Ferenc: Települések homogén szemlélete (MTIK 1960)
* *Wildner Ödön :* Várostudományi tanulmányok, különös tekintettel a nagyvárosokra (VSz 1930)
* *Zádor Anna :* Olasz építészetelméletek a reneszánsz és barokk korban (1926)
Zádor Anna : A magyarországi klasszicizmus kialakulásának európai előzményei (ÉKK 1960)

Külföldi irodalom

* *Abercrombie, Patrick :* Greater London Plan (1944)
Adams, James, W. R. : Modern Town and Country Planing (London 1952)
Architectural Design: Team 10 Number (1960)
Auzelle, Robert : Encyclopédie d'Urbanisme (Paris 1957)
Bakema, J. : L' architecture et la nouvelle societé (Le Carré Bleu, 1961)
Baranov, Nicolas: L' Urbanisme contemporain (Construction et reconstruction des villes). Rapport général (Vezérreferátum az U. I. A. — Union International des Architectes — 1958. évi moszkvai városépítési kongresszusán)
Bardet, Gaston : Problèmes d'Urbanisme (Paris 1948)
Bernoulli, Hans : Die Stadt und ihr Boden (Zürich 1946)
Bogorad, D. J. : Regionális tervezés (Kijev 1960)
* *Blum, Otto :* Städtebau (Berlin 1937)
Borislavievitch, M. : Esquisse d'une esthétique de l'urbanisme (AF 1954)
* *Brinckmann, A. E. :* Stadtbaukunst vom Mittelalter bis zur Neuzeit (Berlin 1925)
Brunhes, Jean : La geographie humaine (Paris 1935)
Bunyin, A. V. : Isztorija Gradosztiteeinovo iszkusztva (Moszkva 1953)
Candilis, Josic, Woods : Proposition pour un habitat évolutif (TA 1960)
Christen, A. : Zur Entwicklungsgeschichte des Städtebaues (Zürich 1946)

Chkvarikov, Viacheslav : Le plan: ses aspects fonctionnel et esthétique. (Referátum az U. I. A. — Union International des Architectes — 1958. évi moszkvai városépítési kongresszusán)
CIAM (Szerk. *I. Tyrwitt, I. L. Sert, E. N. Rogers):* The Heart of the City (London 1952)
Corbusier (Le Corbusier) : Oeuvre comlète, 1910—1957 (Paris)
* *Corbusier (Le Corbusier) :* La ville radieuse (Paris 1937)
* *Corbusier (Le Corbusier) :* Manière de penser l'Urbanisme (1943)
Corbusier (Le Corbusier) : Propos d'Urbanisme (Paris 1946)
Davidovics, V. G. : Várostervezés (Moszkva 1948)
Deutsche Bauakademie, Polska: Akademia Nauk, Ceskoslovenská Akademie véd, Slovenská Akadémia Vied: Städtebau. Geschichte und Gegenwart (Materialien der Konferenz Erfurt 1956)
Dickson, B. : City, region and regionalism (London 1947)
Fischer, Theodor : Sechs Vorträge über Städtebau (München 1922)
Fischer, Robert M. C. Ed. : The Metropolis in Modern Life (New York 1955)
Fortune (The Editors of): The Exploding Metropolis (New York 1958)
* *Geddes, Patrick :* Cities in Evolution (London 1915)
* *Gerkan, Armin :* Grieshische Städteanlagen (Leipzig 1924)
Gibbert, Frederic : Town Design (London 1955)
Giedion, Siegfried : Space, Time and Architecture (Harvard 1956. 2. kiadás)
Giedion Siegfried : Architektur und Gemeinschaft (Hamburg 1957)
Gropius, Walter : Architektur (Hamburg 1955)
Gutkind, E. A. : Community and Environment (London 1953)
Hilberscheimer, L. : The Nature of Cities (Chicago 1955)
Hiorns, T. R. : Town Building in History. (1956)
Introduction at CIAM-Team 10, Meeting Otterlo (Stuttgart, 1961, kiadás alatt)
Junghans, Kurt : Die Duetsche Stadt im Frühfeudalismus (Berlin 1959)
Kenzo Tange : Technology and Humanity (JA 1960)
Keyser, Erich : Städtegründungen und Städtebau in Nordwest Deutschland im Mittelalter. (Remagen bei Rhein 1958)
Lang, S. : The Ideal City from Platon to Howard (AR 1952)
Lavedan, Pierre : Histoire de l'Urbanisme (Paris 1958. új kiad.)
Lee, Rose Hum: The City; Urbanism and Urbanisation in Major World Region (1955)
Levcsenko, Ja. P. : Planyirovka gorodov (Moszkva 1952)
Ling, Arthur : Le plan: ses aspects fonctionnel et esthétique (Referátum az U. I. A. — Union International des Architectes — 1958. évi moszkvai városépítési kongresszusán)
Mackensie, Norman : The New Towns; The Succes of Social Planning (1955)
Martin, Roland : L'urbanisme dans la Gréce antique (Paris 1956)
Mumford, Lewis : The Culture of Cities (New York 1938)
* *Münter, Georg :* Die Geschichte der Idealstadt (1929)
Münter, Georg : Idealstädte, Ihre Geschichte vom 15—17. Jahrhundert (Berlin 1957)
Ortmann, W. : Städtebau, früher und heute (Düsseldorf 1956)
Otto, Karl : Die Stadt von Morgen (Berlin 1959)
* *Poëte, Marcel :* Introduction á l'Urbanisme (La leçon d'antiquité) (Paris 1929)
Reichov, H. B. : Organische Stadtbaukunst (Braunschweig 1948)
Riemer, S.: The modern City. (New-York, 1955 új kiad.)
Rosier, C. L. : L'Urbanisme, ou la science de l'agglomération (Paris 1953)
Sert, J. : Can our Cities Survive? (Harvard 1947)
Smailes, A. E. : The Geography of Towns (London 1953)
Smithson, Peter : Social focii and social space (AD 1960)
Sztramentov, A. E. : Inzsernüe voproszü planyirovki gorodov (Moszkva 1955)
Sztramentov, A. E. : Szpravocsnyik pr kommunalnomu hszjajsztvu (Kijev 1956)
Tonev, Ljuben : Plocsadt (Szofia 1952)
U. I. A. (Union International des Architectes), Cinquiéme Congrés, Moscou 1958. (Referátumok angol, francia, orosz nyelven)
Wagner, Martin : Wirtschaftlicher Städtebau (Stuttgart 1951)
Weisbach, W. : Die italienische Stadt der Reneissance (Leipzig 1922)
Wittkowen, Rudolf : Architectural Principles in the Age of Humanisme (London 1952)
Woodberg, Coleman : The future of Cities and urban Redevelopement (Chicago 1955)
Wright, Frank Lloyd : The living City (New York 1958)
Zevi, Bruno : Architecture as Space (New York 1957)

VIDOR FERENC

TELEPÜLÉSMODELLEK, REGIONÁLIS MODELLEK.

I. RÉSZ. TELEPÜLÉSMODELL KISÉRLET*

Bevezetés

A „modellnek" az építészetben — a kialakult szokások szerint — többnyire konkrét, egzakt megjelenési formái vannak. Egy-egy épület, egy-egy városépítészeti együttes modellje — vagy más szóhasználattal makettja — talán az, ami leginkább merül fel gondolatainkban, legjobban felel meg eddigi tapasztalatainknak, modell fogalmához kapcsolódó gondolattársításainknak. Az elvont település- és regionális modellek, melyekről tanulmányunkban szólni szeretnénk, voltaképpen szorosan fűződnek gyakorlati modell- vagy makettképzeléseinkhez, csak éppen végig kell járnunk a hozzájuk vezető utat, rá kell mutatnunk a „konkrét" és „absztrakt" modellek homogenitására, egyben heterogén jellegére is.

De mi is tulajdonképpen egy ilyen „konkrét" modell vagy inkább makett, mi történik és mit akarunk elérni, amikor egy kisebb-nagyobb objektum jelenlegi állapotát, vagy megoldásra váró építészeti, városépítészeti feladatainkat rajzok és a rajzokat kiegészítő szöveg mellett ilyen „konkrét" modell formájában agyagból, fából vagy akár műanyagból elkészítve lekicsinyítve is ábrázolni kívánjuk?

A valóságos helyzetet a múltban vagy a jelenben, — avagy a jövőre vonatkozó elképzeléseinket szeretnénk nyilván ez úton is érthetőbbé, kifejezőbbé tenni.

De vajon mit érünk el? Vajon mennyire pontosan tudunk ábrázolni? A rajzlap síkján a legtökéletesebb technikai és formai kivitelezésben megoldott probléma is csak töredéke, valamilyen vetülete a térbeli elgondolásnak — a szöveg, mégha a legalaposabb munkával készül is el, csak távolról írja körül a valóságot —, és a leggondosabban elkészített „konkrét" modell, együttesen a rajzokkal és leírásokkal milyen távol van még az élet valódi dinamizmusától.

Következhetik-e azonban mindebből, hogy ne igyekezzünk magunknak képet alkotni a valóságról, — mert csak „közelítünk", hogy ne tervezzünk, ne rajzoljunk, ne adjuk meg elképzeléseinknek a legkülönfélébb lehetséges eszközökkel való — lehető legjobb — megközelítését, csak azért, mert a „közelítések" hibaforrásokkal is járnak? Úgy véljük joggal utasítanánk el azt, aki ilyesmit követelne. A való világ és a világ megváltoztatására vonatkozó

* Vidor Ferenc tanulmányát, illetve ennek első részét azzal a megjegyzéssel közöljük, hogy nem tekinthető még egy problémakör megoldásának, hanem inkább felismerésének és — külföldi viszonylatban is — egyik első felvetésének. E téma továbbfejlesztése elősegítheti a településtudománynak méréseken alapuló egzaktabbá tételét, és végső fokon gyakorlati eredményekhez vezethet. Ezért e tanulmány közlése hozzájárulhat a településtudomány szemléleti kérdéseinek, módszereinek érleléséhez, amire — Granasztói Pál ugyanezen számban közölt tanulmányából is kivehetően — szükség van, és amire az Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények, mint e tudományterületnek is folyóirata, elsősorban hivatott. *Szerkesztő.*

valamennyi elképzelés legkülönfélébb „statikus" és „dinamikus" ábrázolása, legyen az rajz, leírás, „konkrét" — és tegyük már most hozzá — „absztrakt" modell vagy más, mind-mind hozzásegíthet bennünket feladataink megoldásához, amennyiben teljes mértékben tudatában vagyunk annak, hogy minden rajz, szöveg vagy modell hibaforrásokkal is jár; mindegyik ábrázolási forma az ábrázolni kívánt tárgyaknak csak *bizonyos* tulajdonságait vetíti elénk, és minden ábrázolás — úgy véljük — még a „legkonkrétabb" formában is csupán — a szó etimológiai értelmében is vett — „abstractiója" a vizsgált objektumnak vagy a megoldásra váró feladat egészének.

Nagyon vázlatosan és rendkívül általánosságban érintettük csupán az „ábrázolás" néhány — úgy gondoljuk — lényeges kérdését. Az ábrázolással azonban szorosan összefügg a lépték, a nagyságrend problematikája is. Amikor ezeket a fogalmakat végiggondoljuk, ezeket a szavakat kiejtjük, vagy leírjuk — város, falu vagy régió —, tudatunkban valamilyen nagyságrendet kapcsolunk e fogalmakhoz, e szavakhoz. Mondhatjuk általánosságban, hogy a faluhoz kisebb nagyságrendet, kisebb dimenziót kapcsolunk gondolkodásunkban, a városhoz nagyobbat és a régióhoz még nagyobbat.

Ha meggondoljuk e szavak értelmét, világossá válik, hogy e szavaknak nagyrészt viszonylagos értelmük van: a város nagy a faluhoz képest, a régió nagy a városhoz, egy ország a régióhoz képest és így tovább.

Beszélünk és gondolkodunk a „nagyság"-ról, de vajon milyen vonatkozásban értelmezzük a „nagyság"-ot? — Bármelyik tématerületet nézzük, a nagyságrend szempontjainak végtelen sok nézőpontja, végtelen sok variánsa lehetséges. Számos olyan tulajdonságát — tegyük hozzá — lényeges tulajdonságát ismerjük a településeknek és régióknak, mely tulajdonságok csoportosítása valamilyen szempontból ésszerűnek tűnik. Jól tudjuk, hogy csoportosíthatjuk a falvakat és városokat, valamint a régiókat területi kiterjedésük szerint, lakosságszámuk szerint, ellátó funkcióik szerint, vagy akár (ez természetesen régiókra kevésbé áll) esztétikai értékük szerint. Sorolhatnánk még az értékelés, nagyságrendi besorolás szempontjait anélkül, hogy bármelyik szempont szerint kialakult nagyságrendi besorolást a települések vagy régiók egészére, egészének megítélésére kiterjeszthetnők.

A tématerület, amit a következőkben érinteni fogunk, rendkívül szövevényes, sokrétű és sokoldalú. Feladatunk az, hogy azt a rendkívül bonyolult, vagy bonyolultnak tűnő alakzat- és jelenségsorozatot, amit általában falunak, illetve városnak (együttesen: településnek), továbbá régiónak nevezünk, valamilyen egyszerűbben értelmezhető rendbe szedjük össze.

Anyagunk ez alkalommal — és ezt bevezetőben is nagyon határozottan szeretnénk aláhúzni — elsősorban a szemléletre, a gondolkodásmódra —, a települési és regionális dimenziókból fakadó helyes ítéletekre, illetve ezek szempontjaira — kívánja a figyelmet felhívni, de adósai maradunk azoknak, akik már most nyomban konkrét, gyakorlati ítéletet, valamint abszolút értékeléseket és megfogalmazásokat várnak.

Tanulmányunkban — talán éppen a megfelelő gondolkodásmód és szemlélet előtérbeállítása folytán – úgy véljük, nem nélkülözhetjük, hogy a kutatómunka egyes szubjektív elemeit ne érintsük. A tudós, a kutató, a szakember vagy akár az egyszerű érdeklődő egyéni hozzáállása, szubjektív adottsága — ha nem is döntően —, de érintik a tudományos kutatómunkát, a tervezői gyakorlatot egyaránt, hatással vannak tárgyalásra kerülő problémáink helyes megítélésére. Ezért mindenekelőtt ezzel kell foglalkoznunk.

A szubjektív elemek jelentősége

A tudományos kutatás minden területén jelentős — ha nem is döntő — szerepe van az egyes kutató egyéniségének, gondolkodásmódjának. Minden gondolkodó emberben él a vágy az objektív megismerésre; az objektivitás iránti törekvés azonban gyakran csak törekvés marad, különösen akkor, amikor egy-egy személy vagy egy-egy szakmai csoport a *teljes* objektivitás igényével lép fel.

Egy-egy bonyolult jelenség vizsgálata során mindig igyekszünk a jelenséget mérési lehetőségeink határain belül, megfelelő vizsgálati módszerekkel, kétségeket kizáróan, teljes egyértelműséggel meghatározni. Gondolkodásunk nehezen veszi tudomásul, hogy nem csupán közismerten konvencionális dolgokban, jelenségekben — illetőleg ezek megítélésében játszik szerepet a kutató „kialakult" nézete, de olyan területeken is, ahol az „józan" eszünk számára kevésbé látszik érthetőnek és valószínűnek. Előítéletek rabjai vagyunk gyakran a kutatás olyan területein is, ahol ezt legkevésbé tételeznők fel önmagunkról.

Távol áll tőlünk, hogy ismeretelméleti vagy pszichológiai elemzésekbe bocsátkozzunk, de annyit megállapíthatunk, hogy bizonyos típusú emberek érdeklődése rendkívül intenzíven a specializálódás irányába mutat. Az ilyen beállítottságú emberek számára igazibb élmény a munkában és tapasztalásban is az analízis, a felboncolás, a széjjelszedés stb. — míg jóval kevesebb érzékkel rendelkeznek a szintetikus jellegű szemlélet és összefüggések irányában. — Az emberek egy másik csoportjának nagyobb élményt jelent és örömet okoz a szintézisre való törekvés, a közeli és távoli összefüggések együttlátása. Az ilyen emberek tudásukat összegező, teljességre törekvő és átfogó szakmai elgondolásokat igyekeznek alkotni.

Ugyanezt a problémát kissé másképpen kifejezve úgy látjuk, hogy az egyik típusú embernek a megismeréshez való közelítése a részletelemeken és azok mélyreható vizsgálatain alapul, míg a másik kevésbé hatol ugyan a részletekbe, de jóval szélesebb területet ölel át, és sokkal távolabbi dinamikus összefüggéseket képes feltárni. Természetes azonban, hogy egyetlen embert sem, különösen pedig szakembereket és tudósokat nem lehet valamilyen egyoldalú csoportosítás merev, polarizált rendszerébe illeszteni. Az analitikus és szintetikus gondolkodásmód szembeállításával nem az a célunk, hogy témánkat ez irányban terjesszük ki, vagy a települések — városok és falvak — objektív valóságáról folytassunk céltalan tárgyalást. A személyi és szakmai jellegű szubjektív szemléletekkel azonban éppen az objektívebb megismerés érdekében kell foglalkoznunk.

Számos — különösen határterületi kérdésekkel foglalkozó — kutató tapasztalhatta, hogy egyébként magas színvonalat képviselő szakemberek vagy szakkörök egyéni alkatuk, illetőleg „szakmai" felfogásuk folytán távolabb állanak a szintetikus gondolkodásformától, és így az ilyen szemlélettel járó tudományos kutatási módszereket sem fogják fel teljes jelentőségükben. Nem csupán a regionális kérdésekkel, hanem sok más, különféle komplex problematikával foglalkozó szakemberrel történt már meg, hogy nehézségeket okozott a speciális tudományterületet és ezzel többnyire együttjáró analitikus gondolkodásmódot képviselő szakemberekkel való közös elméleti és szemléleti alapzat kialakítása.

A települések — városok és falvak — vagy a regionalizmus problémáival kapcsolatban állandóan merülnek fel nehézségek a különféle szemléletek foly-

tán. Ez az egyik oldalon az értetlenséggel, a technicizmus vagy akár az esztétikai vonatkozások túlzott hangsúlyozásával jelentkezik, a másik, a „szintetikus" oldalon pedig főleg az indokolatlan vulgarizálással.

„A természet analízissel való kutatásának pozitív oldala mellett megvan a negatív oldala is — mondja F. J. Haszhacsih. — Az analízis használatának eredményeképpen a megismerésnek sajátos módszere támadt s ezzel a módszerrel a természet jelenségeit általános összefüggéseiktől kiszakítva tanulmányozzák" — ezzel kapcsolatban állapítja meg, hogy . . . „így keletkezett a metafizikus gondolkodásmódra annyira jellemző speciális korlátozottság."[1]

E. A. Gutkind írja: „Nem állítjuk, hogy a szintézis fontosabb, mint az analízis, de igenis állítjuk, hogy a szintézist veszélyesen elhanyagolták az analízissel szemben; olyannyira, hogy azt, mint ráérő emberek „irreális" és veszélyes időtöltését csaknem teljesen mellőzték. Ha az analitikus — induktív — rendszer megelégszik a részletek vizsgálatával, ez eddig rendben van, de ha a részletek vizsgálatából általános következtetést von le anélkül, hogy tudná, vajon elvégezték-e az összes szükséges vizsgálatokat, vagy hogy a vizsgálatok tekintettel voltak-e az egész szervezet kölcsönhatására, az analízis csak hibás eredményekre juthat, és emberi viszonylatokban csak hibás következtetéseket eredményezhet. Hasonló bírálat érheti a „szintézist", illetve a „deduktív módszert" ellenkező előjellel. Mind az analízist, mind a szintézist egyenlő feltételek mellett kell alkalmazni minden problémánál."[2]

Néhány példa egyes településszemléletekre

Tanulmányunkban a településeket — városokat és falvakat —, majd a régiókat először homogenitásukban kíséreljük meg áttekinteni, megkeresni bennük és kifejteni mindazt, ami közös, ami hasonló. Kétségtelen, hogy a falut és a várost — a településeket — könnyebben tudjuk egységesen áttekinteni, a települések egységes problematikájának már van idehaza is — bár még sokhelyütt vitatott — a Magyar Tudományos Akadémia által elfogadott tudományos megfogalmazása, a regionalizmus témaköre azonban, helye a tudományok hierarchiájában sokkal bizonytalanabb, nincs még kikristályosodva. Gondolatmenetünkben is a települések — falvak és városok — homogén problematikáját helyezzük előtérbe, és csak a későbbiekben — tanulmányunk második részében — kapcsoljuk ehhez a regionális problematikát.

Csak néhány évtized telt el, amióta Camillo Sitte vagy Raymond Unwin főleg esztétikai jellegű városértelmezésétől Lewis Mumford, Patrick Geddes, E. A. Gutkind vagy Artur Glikson szintetikus igényű megfogalmazásáig eljutottunk. A huszadik század első felében egyre több „hagyományos" tudomány (földrajzi, jogtudományi, statisztikai stb.) fordította figyelmét az emberi települések, elsősorban a városok irányába. E tudományok más-más szempontokat kiemelve, más-más oldalról közelítve igyekeztek a városok és falvak általuk lényegesnek tartott tulajdonságait megvilágítani. E „hagyományos" tudományok nagy többsége már a településfogalom eredendő komplexitása folytán egyre több határfelületen találkozott a szomszéd tudományokkal, és az egyes „szakmai" város- és falukutatásokból lassan-lassan napjaink átfogó településtudományának igényéig jutottunk el.

Dr. Valló István[3] helyesen állapítja meg, hogy a város voltaképpen sokrétű komplex valami, amely lényének megfejtésére törekvő vizsgálatok felé

mindig más-más oldalát mutatja aszerint, hogy a vizsgálat milyen szempontokat tart fontosnak.

Tucatjával mutathatnók be a különféle „szakmai" és „egyéni" város- és faluértelmezés példáit. Georges Chabot[4] morfológiai jegyeik, alaprajzuk, szerkezetük, házaik alakja és sűrűsége, utcaképeik stb. alapján különbözteti meg a településeket, elismerve azt, hogy a különböző funkciók törvényszerűen más-más külső kialakítást eredményeznek, hogy egy ipari városnak természetesen más arculata van, mint egy üdülőhelynek. Chabot a táji jellemvonásokat is lényegesnek tartja. Táji típusokat állapít meg, mint amilyen például a mediterrán vagy az észak-nyugateurópai típus, a muzulmán városok típusa, vagy az eddigiektől teljesen eltérő amerikai városok típusa.

Számos kutató, így többek között A. E. Smailes,[5] Noel Gist[6] a települések rendjét statisztikailag igyekszik megszabni s a legkülönfélébb csoportosításokat ajánlja a falvak és városok rendjének és rangjának megállapítására.

Erdei Ferenc[7] annak a felfogásnak ad kifejezést, hogy a települések helyes értelmezéséhez a társadalmi funkciók feltárásán át visz el a helyes út, és ezért vizsgálni kell azt, hogy milyen társadalmi szerepet tölt be az illető település, főképpen a szomszédos telepek vonatkozásában.

„Bizonyos, hogy az összes szempontok egyesítésével csak olyan tudomány adhatna szintézist a településekről — mondja Mendöl Tibor —, amelynek tárgya egyedül és kizárólag, maga a település. Ám függetlenül attól, hogy ilyen tudomány egyáltalán kialakul-e vagy sem, a településsel eddig foglalkozó tudományoktól sem veheti el soha senki a saját céljaikra folytatott kutatás és a maguk szempontjai szerint végrehajtott szintézis jogát. Csak ahhoz nincs joga a tudományok egyikének sem, hogy ezt az eljárást kizárólagos érvényűnek higyje. A település problémakomplexusára valójában mindegyikük csak egyetlen oldalról vet fénykévét, s még ha azt egészében is megvilágítja, ez a megvilágítás korántsem egyenletes Ami az egyik esetben nappali fényben úszó központi probléma, az a másik tudomány szemszögéből homályba boruló, perifférikus részlet és fordítva."[8]

S. Freud egyik késői könyvében[9] az ember lelkiéletének megvilágítására egy város — Róma városának — képét vetíti elénk. „Történetíróktól tudjuk — írja —, hogy a legrégibb Róma a Roma Quadrata volt, egy bekerített település a Palatinuson. Azután jött a Septimonium, az egyes dombokon létesült települések egyesítése, majd a Servianus falaival határolt város és még később a köztársasági és korai császárségi időszak átalakulása után az Aurelianus császár falaival körülvett város. Nem kívánjuk tovább követni a város változásait, és fölvetjük a kérdést, hogy a látogató, akiről azt gondoljuk, hogy a legteljesebb topográfiai és történelmi ismeretekkel van felszerelve, mit talál meg a mai Rómában ezekből a korai időszakokból, Aurelianus falát — kevés számú áttöréstől eltekintve — majdnem változatlanul megtalálja. Egyes helyeken megtalálhatja Servianus falának ásatással napvilágra hozott részleteit. Ha elég sokat — a mai régészetnél többet tud, talán képes a városképbe berajzolni ennek a falnak egész vonalát és a Roma Quadrata körvonalát. Azokból az épületekből, amelyek ezeket a régi kereteket egykor kitöltötték, semmit sem fog találni, legfeljebb csekély maradványokat. A köztársasági Róma legjobb ismerete alapján is legfeljebb azokat a helyeket tudná megjelölni, ahol ennek a korszaknak a templomai és középületei állottak. Ezeken a helyeken most romok vannak, de nem maguknak az épületeknek, hanem — leégések és lerombolások után — később emelt épületeknek a romjai. Aligha

kell külön említeni, hogy a régi Rómának mindezen maradványai egy nagyváros összevisszaságából az utolsó évszázadokban, a reneszánsz óta tűnnek elő. Bizonyára még sok régiség van a város talajában vagy modern építményei alatt elásva.

Most fogadjuk el azt a fantasztikus feltevést, hogy Róma nem emberi lakóhely, hanem hasonlóan hosszú és gazdag multú lelki lény, amelyben tehát semmi sem semmisült meg, ami egyszer létrejött, amelyben az utolsó fejlődési szakasz mellett továbbra is megvannak az összes korábbiak is. Ez tehát Rómára vonatkoztatva azt jelentené, hogy a Palatinuson még régi nagyságukban ott emelkednek a császári paloták és Septimius Severus Septimoniuma, hogy az Angyalvár romjain még ott vannak azok a szép szobrok, amelyek a gót megszállásig díszítették stb. Vagy még tovább menve: a Palazzo Cafrelli helyén — anélkül hogy az épületet le kellene bontani — megint ott állana a Capitolium Jupiter temploma, mégpedig nemcsak utolsó alakjában, ahogyan a rómaiak a császárok korában látták, hanem a legrégebbi alakjában is, amikor még etruszk formákat tüntetett fel és agyag antefixekkel volt díszítve. Ahol most a Colosseum áll, megcsodálhatnánk Nero eltűnt Domus aureáját is; a Pantheon helyén nemcsak a mai Pantheont találnók meg úgy, ahogy Hadrianus ránk hagyta, hanem ugyanazon a területen M. Agrippa eredeti épületét is; ugyanaz a föld hordaná a Maria supra Minerva templomát és a régi templomot is, amely fölé épült. És talán csak a megfigyelő tekintetének az irányát vagy a megfigyelőhelyét kellene változtatni ahhoz, hogy egyiket vagy másikat lássa.

Nyilván nincs értelme annak, hogy ezt a fantasztikus gondolatot tovább szőjjük, hiszen ez elképzelhetetlen dolgokhoz, sőt képtelenségekhez vezet. Ha a történelmi egymásutánt térbelileg akarjuk ábrázolni, ez csak térbeli egymás mellé helyezés útján történhet; ugyanazt a tért nem lehet kétféleképpen kitölteni. Próbálkozásunk értelmetlen játszadozásnak látszik, csak az az egy jogosultsága van, hogy megmutassa, mennyire távol vagyunk attól, hogy szemléltetően ábrázoljunk."

Néhány példát mutattunk csupán, talán kissé hosszasabban idéztük S. Freud megállapításait. Úgy véljük, hogy a szinte ötletszerűen kiragadott idézetek bármelyike — bármelyik tudományterületet műveli is szerzője — a jogtudományt, a földrajzot vagy akár a pszichológiát — közelebb visz bennünket témánk logikus felépítéséhez. Állásfoglalásunk megegyezik az imént említett, településeket érintő gondolatokkal anélkül, hogy bármelyik idézett szerző saját közvetlen szakterületének szemléletét és rendszerét magunkévá tennők. Ez azonban — úgy véljük — nem is szükséges.

A következőkben — felhasználva az eddig elmondottakat — a települések és régiók valóságához történő rendkívül változatos közelítési formák közül egyet ragadunk ki, hogy egy absztrakt településmodell-elgondolás ismertetése révén a települések, majd a régiók nagyságrendjében bizonyos elméleti és gyakorlati következtetéseket levonhassunk.

Település-absztrakció, település-modell

Bevezető sorainkban röviden már szóltunk az ábrázolás különféle nehézségeiről, vázlatosan érintettük a modellezés problematikáját is. E bevezetőből — úgy véljük — következik, hogy — tágabb értelmezésben — volta-

képpen minden rajz, leírás, modell stb. valamilyen fajta absztrakciónak tekinthető. Tegyük még hozzá, hogy természetesen ezek az „absztrakciók" az ábrázolt vagy ábrázolni kívánt tárgy, téma, alakzat vagy jelenség bizonyos lényeges vagy lényegesnek tartott összetevőit, tulajdonságait *kiemelik*, másokat *elhanyagolnak*.

Az absztrakció, a „lényegesnek" tartott tulajdonságok kiemelése sokfajta csoportosítást, sokfajta rendet tesz elképzelhetővé. A valóság egészének vagy valamely szektorának rengeteg tulajdonságát végtelen sokféle módon tudjuk megvilágítani, és mindegyik megvilágításnak van — elméletileg — létjogosultsága, amennyiben a megvilágított tulajdonságokkal nem helyettesítjük valamennyi tulajdonságot.

De hogyan is jutunk el valamilyen objektum vagy akár egy egész városrész makettjától, vagy konkrét modelljétől — ahogy bevezetőnkben jelöltük — az absztrakt településmodellig; a modell általános meghatározásán belül hol végződik a „konkrét" és hol kezdődik az „absztrakt" modell?

Úgy gondoljuk, hogy nagyon hasonló folyamat játszódik le akkor, amikor — mondjuk — egy lakótelepet modellezünk azzal a céllal, hogy térbeli arányait helyesen ítélhessük meg, vagy — jelen tanulmányunkhoz talán megfelelőbb példaként — egy vízierőmű kicsinyített mását készítjük el hiven a valósághoz azzal a céllal, hogy következtetéseket vonhassunk le a víznek, illetve az elkészítendő műtárgy létesítményeinek majdan valóságos viselkedéséről. Ilyen makett vagy „konkrét" modell készítésénél is a lakótelep vagy a vízierőmű egyes általunk lényegesnek tartott elemeit, tulajdonságait emeljük ki — például arányokat, anyagokat, szerkezetet —, és hanyagolunk el másokat. A kiemelt, „domináns"-nak tartott elemek, tulajdonságok nyomán igyekszünk — jelen példáinknál maradva — a lakótelep vagy vízierőmű jövőbeli megjelenésére, viselkedésére következtetni. — Persze ezek a makettek rendkívül egyoldalúak a valóságos helyzethez képest, amennyiben történetesen *meglevő* lakótelep vagy erőmű jelenlegi állapotát kívánnánk ábrázolni, de az egyoldalúság természetesen fennáll közelebbi vagy *távolabbi* elképzeléseink ilyen formában való ábrázolása esetében is. Csinálhatunk jobb maketteket is; az eredetit vagy az elképzelésünkben élő „eredetit" jobban megközelíthetjük, szabatosabb munkával, hasonlóbb anyaggal, hasonlóbb színekkel; több elemet, több tulajdonságot emelhetünk ki, egész modellegyüttest, modellsorozatot készíthetünk, egyre jobban „közelíthetünk" vagy egyre jobb „prognózist" készíthetünk; a makett — vagy saját terminológiánkkal a konkrét modell hibaforrásait azonban tökéletesen megszüntetni nem tudjuk, a hibamennyiségeknek csupán limese lehetne — végtelen tökéletes modell esetében — a hibamentesség.

A lakótelep-modellezésnél — mint mondottuk — az arányokat, a *formai* elemeket emeltük ki, és a lakótelep valóságos arányait kívántuk már modellünkben is felismerni, szemben másik példánkkal, ahol az egzakt, mérhető elemek előtérbe állításával igyekeztünk célunkat elérni, a víz és vízierőmű későbbi valóságos viselkedését megítélni. Mindkét esetben modellezésről beszéltünk, mégis az egyik esetben a mérhetőségnek jóformán nincs szerepe, vagy elhanyagolhatóan csekély, — a másik esetben az adott célkitűzés szempontjából viszont éppen a mérések a lényegbevágóak.

Jelen tanulmányunkban a formai elemek kiemelésén alapuló modelllehetőségeket elhanyagoljuk, és figyelmünket a mérési lehetőségeket figyelembe vevő modell-elképzelésekre irányítjuk. Ezt nem azért tesszük, mintha a formai elemeknek, a települések nyújtotta esztétikai élményeknek nem tulajdoní-

tanánk jelentőséget (ez külön tanulmányt, sőt külön tanulmányokat érdemelne), hanem azért tesszük, mert a településeknek, majd a későbbiekben a régióknak ezúttal azt az oldalát kívánjuk megvilágítani — természetesen a formai elemek elhanyagolásából adódó hibaforrások megfelelő feltárásával.

Ezúttal tehát olyan absztrakciókat értelmezünk a modellnek, melyek két alapfeltételt elégítenek ki. E két feltétel: a *mérés* (mérhetőség, „méretezés") iránti igényesség, továbbá az, hogy a modell egy konkrétabban megfogalmazható *célkitűzést* szolgáljon.

Tanulmányunk kísérleti modelljét — a későbbiekben modelljeit — tehát úgy igyekszünk „absztrahálni", hogy a mérések lehetőségeit állandóan szem előtt tartjuk, folyamatosan ellenőrizve, hogy modell-elképzelésünk mennyiben fedi, illetve mennyiben torzítja el a valóságot. Ahhoz azonban, hogy a település absztrakciója modellé váljék — mint mondottuk —, meg kell fogalmaznunk modell-elgondolásunk célját és — tegyük hozzá — a későbbiekben a gyakorlati hasznosítás lehetőségeit is.

Nem válaszoltunk azonban még mindig az előbb feltett kérdésünkre, hol végződik a „konkrét" és hol kezdődik az „absztrakt" modell? A kiemelések és elhanyagolások, az „absztrakció" *folyamata* mindkét modelltípusnál hasonló. Az eltérés a „konkrét" és „absztrakt" modell között tulajdonképpen nem csekély mértékben konvencionális gondolkodásunk terméke. *Konkrét*nak azt tartjuk, ami valamilyen érzékünkkel — többnyire szemünkkel — közvetlenül érzékelhető. *Absztrakt*nak érezzük a bonyolultabb áttételekkel érzékelhető alakzatokat, jelenségeket, melyeknek felismerése közvetettebb, melyek gondolkodásunkat, elvonatkoztató képességünket erősebben igénybe veszik.*

A települések vagy még inkább a régiók léptékében tisztán technikai vagy formai elemek kiemelésével — mondjuk „konkrét" modellek alkalmazásával — nem sokra jutnánk, amennyiben elsősorban ezen az úton kísérelnők meg megismerésüket. A „konkréten" vagy többé-kevésbé „konkréten" jelölhető tulajdonságok kiemelését bemutató modellek helyett ebben a „nagyságrendben" alkalmasabbnak bizonyulnak az egyre elvontabban, egyre elnagyoltabban, többnyire csak statisztikai valószínűségi törvényszerűségekben „mérhető" absztrakt modellek. A „kisebb" léptékben alkalmazható, leggyakrabban „vizuális" konkrét modellek helyébe a települések és régiók léptékében absztrakt, gondolati modellek lépnek.

Minden kísérlet (e modell-elképzelésünk is csupán kísérletnek tekinthető) próbaköve az alakzatok *valóságos* képe, a jelenségek *valóságos* lefolyása „egykor" a múltban és „egykor" a jövőben. Amennyiben a valóságos lakótelep látványa fedi — legalábbis formai vonatkozásokban — modellélményünket, vagy a vízierőmű-modell nyomán elkészült műtárgy a valóságban modell-elképzelésünkhöz hasonlóan viselkedik, csak csekély, és — tegyük hozzá — előre látott a hibaforrások száma, jól dolgoztunk, jó modellt készítettünk.

* A „konkrét" és „absztrakt" értelmezésének több változata is lehetséges. Tanulmányunk szóhasználatában nem követtük a talán leggyakrabban használt értelmezést, mely szerint „konkrét" alatt meghatározott, *egy bizonyos* alakzatot vagy jelenséget — Budapestet, Szentest vagy balatoni régiót — értünk, míg „absztrakt" alatt általánosságban *az* alakzatot vagy *a* jelenséget — a települést, a régiót — értjük.

Ilyen értelmezésben tehát településmodell-elképzelésünk, későbbi regionális elképzeléseink csak település-absztrakciónak, regionális absztrakciónak tekinthetők, melyek egy-egy adott településre vagy régióra vonatkoztatva válnak konkréttá.

Az „absztrakt" jellegű település- vagy regionális modell-elképzeléseink esetében a modell „jóságát", hasznosságát ugyancsak a valóságos élet igazolja — vagy veti el. Nyilván az a modell jó, helyesebben „jobb" a másikhoz képest, melynek nyomán jobb prognózist, jobb tervet lehet készíteni.

Meg kell jegyeznünk, hogy semmiféle részletesen felépített modell és természetesen a következőkben tárgyalandó modell-gondolat sem jelenthet teljességet. A modell-gondolat felhasználásával a következőkben — egyebek között — a település fogalmáról eddig összegyűjtött ismeretanyagunkat kíséreljük meg egy valamilyen módon rendbeszedni, csoportosítani, *mérni* és sematikusan ábrázolni. *Célunk*: a települések egészének — és a kiemelésre kerülő elemeknek elsősorban *térbeli* megvilágítása, a *térbeliségből* folyó jövőbeli következtetések levonása.

Egy olyan egyszerű modellt igyekszünk ezúttal alkotni, amely a települést környezetéből kiszakítva, önmagában vizsgálja. Tudjuk, hogy ez — mint minden kiszakított organizmus kutatása — szükségszerűen hibákat eredményez, sőt e modell-kísérlet hibaforrásai igen nagyok. Nagyobbak majd a tanulmányunk második részében tárgyalásra kerülő regionális elképzeléseknél is. Mégis — úgy véljük— hasznosnak bizonyul a település-megismerés eszközeként először az egyszerűbb és az építészeti gondolkodás talaján álló „statikus" jellegű, még „*deskriptív*" modell-elgondolás bemutatása, mert az elgondolás hibáit és előnyeit végigelemezve, könnyebben juthatunk el dinamikusabb regionális „modellek", valamint egyes részfeladatok megoldására alkalmas modellek felvázolásának — majd matematikai módszerekkel való megoldásának lehetőségéhez.

Azt állítottuk az imént, hogy az építészeti gondolkodás talaján álló elképzelést igyekszünk bemutatni. Mit jelent vajon, hogy *építészeti* gondolkodás talaján álló elképzelésekre törekszünk?

„Az építész szerepe — mondja Granasztói Pál — az élethez szükséges terek alakítása térbeli eszközökkel; egyrészt zárt, védett terek alkotása, másrészt épületek, tárgyak térbeli elhelyezkedése és ezzel nyílt terek és térrendszerek létrehozása. Szemlélete és gondolkodása ennek megfelelően elsősorban térbeli; az élet- és munkafolyamatokat a térben látja, egyezteti és szervezi. Minden anyagnak, tárgynak, mozgásnak elsősorban térbeli jellegét érzékeli." — „Ha így látjuk az építész szerepét és szemléletét, akkor azt kell mondanunk, hogy a várostervezés bármilyen mértékig tágul, bármilyen nagy területekre terjed ki, lényegében még mindig építészeti feladat marad : — téralakítás térbeli eszközökkel, de felfokozott méretű térben és felfokozott méretű téralakító eszközökkel. Ilyen értelemben tehát egy családi ház építése és a regionális tervezés között nincs lényegében különbség; e két feladat ugyanazon munkaterület két szélső határa."[10]

„Építészeti" modellünkben a település alapvető tényezőiként az embert (a lakosságot, a közösségben élő embert — a társadalmat), a természeti adottságokat, az ember által alkotott különféle intézményeket és létesítményeket jelöljük meg, mindegyik tényezőt elsősorban mint térkitöltő elemet szemlélve.

Vegyük vizsgálat alá most a településeknek ezeket az általunk megjelölt alkotóelemeit.

Szemléletünkben az embernek mint a település alkotóelemének térbeli elhelyezkedését, mozgását, megtelepülésével kapcsolatos szükségleteit, e szükségletek kielégítésének különféle formáit igyekszünk vizsgálni.

Melyek azok az emberi szükségletek, amelyek a településsel kapcsolatosak, hol kezdődnek és hol végződnek az egyéni jellegű emberi igények, melyek

azok, amelyek közösségi, társadalmi jellegűek? Milyen mértékben szükséges a társadalomtudományok, az orvostudományok vagy a biológia és természetesen a műszaki tudományok részletproblémáiba a behatolás? Számos kérdés merül fel, melyek közül a legtöbbre csak statisztikus és valószínűségi jellegű válaszokat adhatunk. Tegyük még hozzá, hogy az emberi igények egy nagy hányada a mindenkori társadalmi-történelmi helyzet terméke; a csoportosítás függ még a kutató személyes hozzáállásától, szubjektív adottságaitól is, amelyekkel kutatásának dimenzióit és elhatárolását maga szabja meg.

Ha a település másik elemét, a „természeti környezetet" vagy egyszerűsítve csak a „területi kiterjedés" problematikáját vizsgáljuk, újra léptékproblémákkal, elhatárolási nehézségekkel kerülünk szembe. „Rendkívül nehéz meghatároznunk például, vajon mekkora területet tekinthetünk a kiterjedés alsó határának, amelynél már településről beszélhetünk, vagy felső határnak, amelynél vitatható, hogy mi az, ami még a település-értelmezésünkbe belefér."[11] Egy magános épület nyilván még nem település, Alsó-Ausztriát vagy Franciaországot, avagy Európát pedig természetesen már nem tekinthetjük településnek. Itt is nyilvánvaló, hogy a területi kiterjedésnek sem a felső, sem az alsó határait nem lehet teljes egyértelműséggel megvonni, és ugyanígy rendkívül nehéz lenne a településre ható, szélesebben értelmezett természeti környezet meteorológiai., hidrológiai, geológiai faktorait szabatosan elhatárolni, és hatásfokaikat konkretizálni.

Modellünk harmadik és negyedik elemének az „intézményeket" és „létesítményeket" tekintjük. E két utóbbi elemet értelmezhetjük úgy is, hogy az emberek emberrel és a természeti adottságokkal való kapcsolatának mesterséges, művi eszközökkel való szabályozását, rendezését fejezik ki. Az intézmények a kapcsolatnak eszmei, szellemi, funkcionális, a létesítmények pedig azoknak materiális tartalmát jelentik.

Milyen intézmények szükségesek a település egészséges fejlődéséhez vagy helyes — arányos — telepítéséhez? Az egyes intézmények hiánya vagy túlméretezettsége milyen hatással van a település többi elemére, mely intézmények mely településekben és mikor válnak kommunális jellegűvé stb.? — Az intézmények általános megfogalmazása mellett megállapítható, hogy a társadalmi-történelmi és természeti adottságok, a népi hagyományok az egyes településekben, adott időpontokban az „intézmények" vonatkozásaiban is konkréten hatnak, egyedileg formálják az intézményeket.

Mielőtt az ember saját képére formálta volna a Föld tájait, nem voltak intézményei, sőt mai értelemben vett létesítményei sem. Az ember puszta létével kapcsolatos primér szükségleteit (táplálkozás, természeti erőktől való védekezés, fajfenntartás) igyekezett biztosítani, és ezek még nem igényeltek sem létesítményt, sem intézményt. A történeti fejlődés folyamán bekövetkezett társadalmi munkamegosztások nyomán fellépett szekundér igények (kulturális, egészségügyi és más magasabbrendű közösségi igények) teremtették aztán meg az évezredek folyamán az intézmények és létesítmények végtelen sorát.

Ma a primér és szekundér igények mindennapi életünkben már szorosan összefonódtak, és csak nagy természeti vagy társadalmi katasztrófák (árvíz, tűzvész, háború) esetén polarizálódnak, válnak határozottabban széjjel. Napjaink egy-egy súlyos árvízkatasztrófájának hatása az ősi cölöpépítmények lakóinak „primér" szükségleteit, a háború földalatti fedezékét kereső ember a barlanglakások lakójának igényeit idézi: élesen elhatároltan ilyenkor ma is előtérbe lépnek a primér, és jóformán eltűnnek a szekundér igények. Tudjuk azt

is, hogy elsősorban Ázsiában, Afrikában, de a többi földrészeken is a civilizált tájak tőszomszédságában sok millió ember él még olyan fokon, hogy életük jóformán kizárólag primér szükségleteik kielégítéséből áll. Napjaink történetéhez tartozik ezeknek a millióknak hol lassúbb, hol gyorsabb felemelkedése, — szekundér szükségleteiknek megnövekedése és kielégítése.

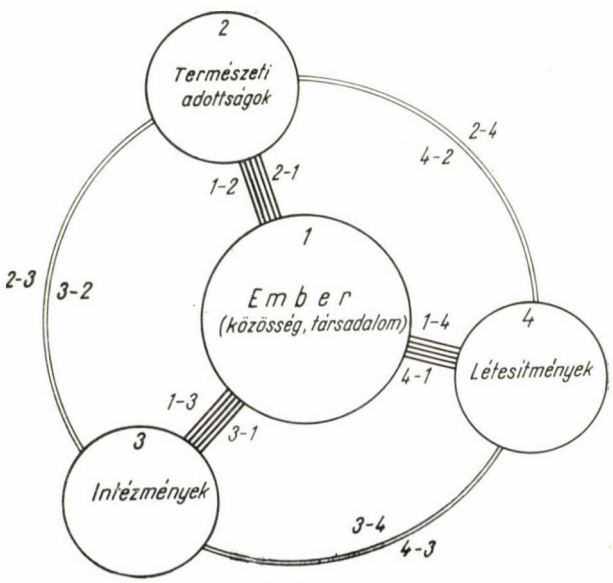
Fenti meggondolásainkat figyelembe véve „létesítményen" tehát általában „szekundér" igényeinkből fakadó — a mindenkori társadalmi-történeti helyzetnek megfelelő — objektumokat értünk, technikai, funkcionális, formai — mondhatjuk *építészeti* — tartalommal.

Szemléletünk szerint tehát egy-egy lakóház, ipari épület, főútvonal, híd vagy árvízvédelmi töltés létesítménynek tekintendő. Szemléletünkből következik az is, hogy az egyes létesítmények vizsgálata során, a vizsgálatok mélységének megfelelő mértéket is meg kell találnunk. Ez általában azt jelenti, hogy a településmodell megalkotása szempontjából szükségtelen, sőt többnyire zavaró a létesítmények részelemeinek (egyes épületek épületszerkezeti részleteinek, szűkebben értelmezett belső funkcióinak az egyes útépítések technológiájának) áttekintő vizsgálata, mivel ezzel megfelelő mélységben valamelyik illetékes szaktudomány úgyis foglalkozik.

Az előbbiekben kiemeltük tehát a településnek négy — általunk bizonyos mértékben önkényesen megállapított és nem is élesen elhatárolt — elemét, és azt állítottuk, hogy ezek az elemek dominánsai a településnek. Azt is állítjuk, hogy az előbbi négy elemből összetett településmodell bizonyos általunk lényegesnek tartott tulajdonságokat illetően képet adhat a megválasztott valóságos településről.

Amennyiben modell-elképzelésünket teljesebb modellalkotássá fejlesztenők, részletesen fel kellene tárnunk az egyes elemekre vonatkozó vizsgálatokat, valamint a négy elemnek egymással és az egésszel való kölcsönös összefüggéseit, állandóan szem előtt tartva a mérés lehetőségeit és az elemek térkitöltő tulajdonságait. — Jelen tanulmányunk keretében ezt nem tesszük meg (esetleg ez is későbbi tanulmány tárgya lehet), utalunk azonban az egyes elemek önmagukban való kutatásainak és a kölcsönhatások feltárásának leglényegesebb vonásaira.

Az 1. számú ábrán a település négy kiemelt elemét és ezen elemek egymással való kölcsönös kapcsolatainak sematikus képét ábrázoljuk. A modellek síkbeli vagy akár térbeli ábrázolhatatlanságának ellenére adjuk ezt a sémát, megjegyezve, hogy csupán rajzbeli emlékeztetőnek szánjuk a szövegben érintett összefüggésekhez.



1. ábra

1. *Ember* — (lakosság, közösség, társadalom)

Modell-elképzelésünk első eleme az ember. Vizsgálataink során létével, térbeli elhelyezkedésével, szükségleteivel és tevékenységével kapcsolatos legalapvetőbb adatokat kell összegyűjtenünk. Át kell tekintenünk például a lakosság szám, nem, kor, foglalkozás stb. szerinti megoszlásait, általában a hagyományos demográfiai témákat, de legalább ilyen fontosnak tartjuk az emberek egymás mellett éléséből folyó különféle közösségi, társadalmi jellegű igények és kapcsolatok felmérését is.

Az emberek társadalmi, termelési viszonyait a politikai gazdaságtan kutatja, és azokat a törvényeket tanulmányozza, amelyek az anyagi javak termelését és elosztását irányítják a társadalom különböző fejlődési fokain. Mi a politikai gazdaságtan különféle kategóriáit (termelőerők, termelési viszonyok, termelési mód, stb.) jelenlegi településmodell-elképzelésünkben általában a település térbeli-területi korlátai közepett vesszük vizsgálat alá.

Sajnos még kevés a politikai gazdaságtan és a különféle társadalomtudományok kutatási eredményeinek a településmegismerés terén való együttes alkalmazása, a kutatások eredményeinek ilyen térbeli kivetítése. Igaz, hogy nehéz a megfelelő kérdéseket is feltenni, a megfelelően alkalmazható reprezentatív statisztikai módszereket megtalálni — és a következtetéseket levonni. Még a kezdet kezdetén vagyunk az ember társadalmi életét kutató méréseknek általában is, de egyáltalán nincs még kialakult módszerünk a térfaktort megfelelően figyelembe vevő kutatásokra. Van ugyan már például ökonometria, pszichometria, szociometria stb. — mint az „ökonómia", a pszichológia, szociológia stb. sajátos mérési problematikáját kutató ágazati tudomány, de „*urbanometria*", a településkutatásba illeszkedő, ennek mérési lehetőségeit vizsgáló tudományos diszciplina még nincs. — Úgy véljük, a települések kutatásában is meg kell találnunk, hogy mit, hol és hogyan lehet mérni.

2. *Természeti adottságok* — (természeti környezet, terület)

Modell-elképzelésünk második elemére, a természeti adottságokra vonatkozó vizsgálatok és kutatások természetesen legnagyobbrészt a természettudományok (földrajz, geológia, meterológia, hidrológia stb.) körébe tartoznak. A „területi" vizsgálatok és kutatások keretében fel kell dolgoznunk a településre vonatkozó legfontosabb természettudományos adatokat és kutatási eredményeket (földrajzi alaptényezőket, geológiai viszonyokat, klimatikus tényezőket, hidrológiai feltárásokat, a helyi flórát és faunát stb.).

A természeti adottságok kutatásának — bármelyik természettudományt is nézzük — tudvalevően óriási ismeretanyaga és régi hagyományai vannak. Itt is a lényeget kell megragadnunk, a település életjelenségeihez kapcsolódó legfontosabb alapadatokat kell kiemelnünk. Szemléletünkben viszont el kell hanyagolnunk az egyes természettudományok ágazati kutatásainak speciális jellegű témákra vonatkozó eredményeit.

3. *Intézmények*

A településekben levő intézmények — mint mondottuk — szorosan kapcsolódnak a település létesítményeihez. Voltaképpen együttesen töltik be rendeltetésüket a település életében, a népesség szükségleteinek minél

tökéletesebb ellátásával. A létesítmények minden esetben térbeli igénnyel lépnek fel, és ennek következtében szinte kivétel nélkül építészeti feladatot is jelentenek, míg az intézmények eszmeileg elképzelhetők külön létesítmények és a velük járó építészeti feladatok nélkül is. Egy jogszabály, egy valamilyen célból megalkotott bizottság, egy közlekedési rendőr stb. intézményesen teljesítik rendeltetésüket az ember-ember vagy ember-létesítmények relációiban, avagy más relációkban jelentkező feladatok ellátásával.

A kapcsolódás nem jelenti azt, hogy a település intézményeit csak a létesítményekkel való kölcsönhatásaiban vizsgálhatjuk ; önmagukban való elemzésük főleg a társadalomtudományok (jog- és államtudomány, igazgatástudomány stb.) keretébe tartozik.

4. *Létesítmények*

A negyedik elemnek, a létesítményeknek vizsgálatai — a dolog természetéből folyóan — legnagyobbrészt az építészet és a műszaki tudományok keretébe vágnak. A létesítmények vizsgálatai során tárjuk fel többek közt a különféle objektumoknak azokat a műszaki tulajdonságait, melyek nagyságrendje modellünk egésze dimenzióinak megfelel.

A létesítményeknek fontos szerepe van modell-koncepciónkban, annál is inkább, mert a település fizikai valósággá éppen a létesítményeivel válik. Többször hangsúlyoztuk elgondolásunk építészeti alapjait, megállapítva, hogy a tér kitöltése, elrendezése és alakítása az építészet lényege. A létesítmények mint az ember által alkotott térkitöltő elemek — az ember tevékenységét, társadalmi viszonyainak fejlettségét tükrözik; helyük, rendjük, színvonaluk fényt vet a településben élő társadalom kultúrájára, egyben belső ellentmondásaira is.

A település létesítményeinek számbavétele, megítélése — mérése — szorosan vett építészeti feladat. Az építészet technikai-funkcionális-formai hármas egységéből a technikai elem a legegzaktabb. A létesítmény műszaki struktúrája, szerkezete, anyaga viszonylag jól megítélhető, tehát számos lehetőség van konkrét mérésekre. Ahol konkrét mérések kevésbé lehetségesek, ott statisztikus összefüggéseket kísérelhetünk meg feltárni; a műszaki normatíváknak pedig — a normatívákat is a mérhetőség szélesebb értelmezésébe kell befogadnunk — nagy hagyománya és sok alkalmazási lehetősége van.

A létesítmény funkcionális tartalma már kevesebb egzakt mérésre ad lehetőséget, annál tágabb tere van azonban a statisztikai valószínűségen nyugvó mérési lehetőségeknek és normatíváknak.

A létesítmény formai kifejezésének, esztétikumának nincs objektív mérési lehetősége. Egy-egy épület, híd, utcasor vagy városrész esztétikuma nem mérhető. Egzakt elemeket keresve, sem egy-egy létesítménynek, sem a létesítmények nagyobb együtteseinek művészi tartalmát nem tudjuk megközelíteni.

Négy településdominánsunknak önmagában való vizsgálata azonban csupán egyoldalú ábrázolását adná a települések tartalmának. A dominánsok kiszakítottságukban való vizsgálatain felül további közelítést ad a települések megismeréséhez az alapvető tényezők kombinációinak, kölcsönös hatásainak kutatása.

Modell-elképzelésünk ismertetése során tehát ki kell térnünk az előbb felsorolt elemek kölcsönös összefüggéseire, megjegyezve, hogy alapvetőnek az ember és a többi három elem kölcsönös viszonylatainak térbeli vetületeit, térbeli megjelenési formáit tartjuk.

Ember és természeti adottságok (1—2), (2—1) viszonylat

E viszonylat vizsgálatai során kell áttekintenünk az ember alapvető — nagyléptékű — térigényeit, az emberi települések lehetőségeit és létrejötteit, változásait és pusztulásait a Föld különféle pontjain, — vonatkoztatva a konkrét vizsgálat alá vett településre. Meg kell vizsgálnunk a természeti környezet befolyását az emberre, és viszont: a környezethez való alkalmazkodás különféle formáit, általában az ember-természet egységpárnak a települések dimenziói között lefolyó megnyilvánulásait. Az ember-természet reláció még inkább előtérbe kerül regionális modell-elképzeléseink tárgyalása során. Most valamivel szűkebbre fogtuk megállapításainkat, hogy annál bővebben térhessünk erre vissza majd a későbbiekben.

Ember és intézmények (1—3,) (3—1) viszonylat

Az embernek és intézményeinek viszonya is rendkívül jellemző a települések különféle fajtáira. A legkisebb falvakban és a legnagyobb metropolisokban az ember különféle rendű és rangú intézményeket hoz létre, melyek különféle szinteken irányítják és szabályozzák az embernek a társadalomhoz, a természethez, létesítményeihez vagy más intézményeihez való viszonyát.

Ennek a relációnak a kutatásai során képet kell kapnunk a település lakosságának intézményekkel való ellátottságáról, az ellátottság kielégítő vagy hiányos voltából származó következményekről.

Ember és létesítmények (1—4), (4—1) viszonylat

Ezen viszonylat keretében vesszük vizsgálat alá az embernek különféle létesítmények iránti szükségleteit — nagyléptékű építészeti funkcióigényeit, valamint e szükségletek kielégítettségének vagy kielégítetlenségének következményeit.

Az embernek létesítményeivel való kapcsolata nagymértékben technikai kultúráját tükrözi. Fejlettebb technikával rendelkező társadalmak településeinél ez a viszony sokrétűbb, erősebben rányomja bélyegét a települések egészének arculatára, a települések emberének életére és gondolkodására.

Az ember és létesítményeinek viszonya jelenlegi modell-koncepciónkban — mint mondottuk — lényeges szerepet játszik. Ennek a viszonylatnak vizsgálatai során voltaképpen az embernek az építészeti téralkotás iránti igényességét kell végigkutatnunk — tágabb értelemben —, a mindenkori ember és a mindenkori építészet kapcsolatát feltárnunk.

Modell-elképzelésünk alapvető kapcsolatait — az embernek a természeti adottságokhoz, intézményekhez és létesítményekhez való kapcsolatait vázlatosan áttekintettük. Húzzuk alá mégegyszer: ezek a kapcsolatok elsődlegesek, a következő viszonylatok valamilyen formában meg amúgy is kapcsolódnak az előzőkben tárgyalt valamelyikéhez.

Egyéb viszonylatok

A természeti adottságok és intézmények (2—3), (3—2) viszonylatot illetően kétségtelen, hogy a természeti adottságok jelentősen befolyásolják az intézményeket is. A természeti — területi — adottságok következtében nyilván más intézmények alakulnak ki a trópusokon vagy a mérsékelt égövön, vagy akár a mérsékelt égövön belül a hegyvidéki tájakon és a sík vidékeken. Érdemes — és úgy véljük szükséges — vizsgálat alá vennünk, hogy egy-egy adott természeti környezetben mely intézmények szükségesek és célszerűek, hogyan hatnak a természeti adottságok az egyes intézmények létére, fejlődésére.

A természeti adottságok és létesítmények (2—4), (4—2) viszonylat esetében nyilvánvaló, hogy a természeti környezet kihat mind az egyes létesítményekre, mind a létesítmények különféle csoportjaira. Erősen függ a természeti környezettől és nagyon jellemző, hogy a Föld különböző tájain milyen létesítmények jönnek létre, milyen funkcionális, technikai és művészi megvalósítással.

Vizsgálnunk kell azt is, hogy a létesítmények milyen módon változtatják meg a táj képét, milyen módon hatnak vissza a természeti környezet eredeti arculatára.

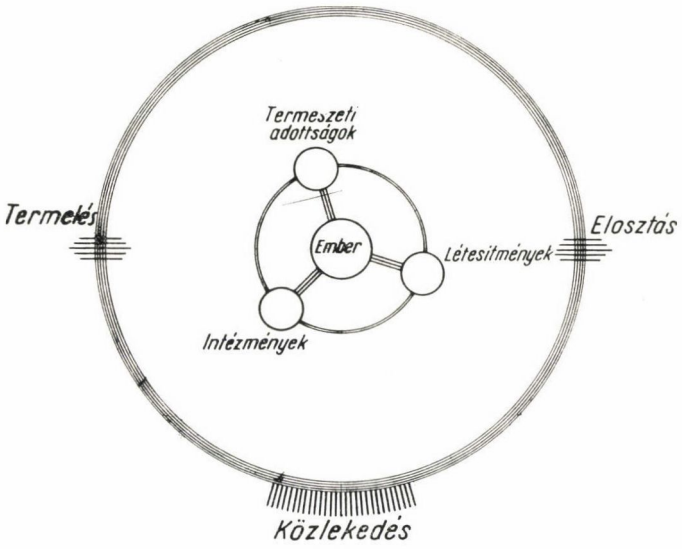
Az intézmények és létesítmények (3—4), (4—3) viszonylatot érintve mondottuk, hogy az emberi intézmények és létesítmények szoros egységet alkotnak; mélyebben átgondolva, maga az elválasztás is erőltetettnek tűnhet. Az intézmények — létesítmények közti viszony voltaképpen az ember — létesítmények kapcsolat általánosabb kifejezésének is tekinthető. Az ember „intézményesen" hozza létre létesítményeit, a létrehozott létesítmények viszont további intézményeket követelnek. Ebben a relációban is — hasonlóan a többihez — a szakadatlan hatások, kölcsönhatások mindenkori térbeli vektorait kell áttekintenünk.

Minden reláció mögött azonban mindig ott található az ember, és e második relációcsoportot, a (2—3) (3—2), (2—4) (4—2, (3—4) (4—3) viszonylatokat akár technikai egyszerűsítésként is felfoghatjuk gondolataink kifejezésére.

Az eddig felsorolt relációkból adódó vizsgálati lehetőségek azonban — úgy gondoljuk — még nem elégíthetnek ki bennünket.

Bár a különféle kölcsönös összefüggések már magukban is dinamikus jelenségeknek tekinthetők, modell-elképzelésünk jellege mégis erősebben statikus. Az egyes relációknak magából a relációból folyó mozgásjelenségein felül meg kell vizsgálnunk az egész településkomplexum nagyléptékű mozgásának, a forgalomnak, a közlekedésnek tulajdonságait, jellegzetes megnyilvánulásait.

A közlekedés, a forgalom áttekintése mellett azonban a társadalmi élet alapvető mozgásának, a munkának — a termelésnek és az elosztásnak — dinamikus térvektorait is meg kell vizsgálnunk. Ez annyit jelent, hogy modell-elképzelésünk négy elemének és a felállított relációknak „statikus" jellegű ismeretanyagát a mezőgazdaság és az ipar, a bányászat és az energiatermelés, továbbá a kereskedelem és a közlekedés dinamikus, térbeli megnyilvánulásaira vonatkozó megfelelő méréseinek alapján kell áttekintenünk. 2. számú ábránkon illusztráljuk e dinamikus faktorok „kapcsolódását" előző 1. számú ábránk sémájához.



2. ábra

A mezőgazdaság, az ipar, a kereskedelem, a közlekedés ágazati jellegű kutatási eredményei és mérései óriási ismeretanyagot jelentenek. Ez az ismeretanyag elsődleges súllyal társadalmi- gazdasági modell-koncepciók esetében vehető figyelembe. A mi „építészeti" modell-elképzelésünk ennek a hatalmas ismeretanyagnak azokat a tényezőit veszi elsősorban figyelembe, amelyek a települések térbeli kialakításában vesznek részt.

Modell-elképzelésünk keretében számba kell tehát vennünk a mezőgazdaság, az ipar, a kereskedelem és a közlekedés minden olyan anyagát, ami a „mit" és „mennyit" kérdésekre adott válaszok mellett elsősorban a „hol" kérdésekből folyó tényezők szerepét vizsgálja.

Nem mehetünk bele a mezőgazdasági, ipari stb. problémák további fejtegetésébe; jelen koncepciónk számára pillanatnyilag elegendő a problematika rögzítése, annak megállapítása mellett, hogy a termelési, elosztási, forgalmi problematika ilyen rendkívül rövid tárgyalása nem jelenti, nem is jelentheti e témák figyelmen kívül hagyását, alapvető fontosságát és természetesen részletes tárgyalását *társadalmi-gazdasági* modellgondolatok esetében.

A modell-elgondolás hibaforrásai és előnyei

Modell-elképzelésünk alapvető elemeinek és a kölcsönhatásoknak tárgyalása után meg kell vizsgálnunk elgondolásunk hibaforrásait. Számos hibatényező van, melyekre helyenként már korábban is rámutattunk; kíséreljük meg most a hibaforrásokat csoportosítani.

Egyik első hibatényezőnk a modell erősebben statikus jellegéből folyik. Modell-elképzelésünk a településről végtelen sok, egymás után következő pillanatfelvételnek felel meg és így a valódi életet jelentő mozgást külön kell gondolkodásunkban hozzákapcsolni. Hibát jelent, hogy gondolatmenetünknek vannak statikus vagy statikusabb jellegű alapelemei — és van külön „dinamikája". Hibának tekinthetjük, hogy az ember célszerű tevékenysége — az emberi munka —, a termelés nincs egységben a „statikusabb" jellegű

elemekkel, így elképzelésünk harmadik és negyedik eleme, a létesítmények és intézmények az ember célszerű tevékenységének, a munkának, a termelésnek csupán rendkívül leszűkített produktumait jelentik.

Másik hibaforrásunk a település szűkebb értelmezéséből következik. Nem kell különösebben indokolnunk, hogy ez szükségképpen hibás eredményekre vezet, és a hibák kiküszöbölése csupán úgy történhet meg, vagy legalább is számuk úgy csökkenthető, hogy tudatában vagyunk a közelebbi és távolabbi környezet kikapcsolódásából folyó téves következtetések lehetőségének.

Harmadik hiba forrásunk a létesítmények, intézmények — emberi produktumok — kettéválasztásából fakad. Ez ugyancsak az emberi tevékenység már korábban említett leszűkített statikus ábrázolásával függ össze.

Hibának tekinthetjük továbbá azt is, hogy összeállításunkban csupán a kettős, „statikus" relációkat jelöltük meg s a „dinamikus" relációkra külön nem tértünk ki. Elhanyagoltuk elemeinknek bonyolultabb, együttes, hármas, négyes kapcsolatainak, valamint az egész településsel való összefüggéseinek, vizsgálatát is.

Hibaforrást jelent — legalább is a modell egzaktságára való törekvésünkből adódóan, hogy a formai, művészi tényezőket el kellett hanyagolnunk. Az esztétikum „elejtése" azonban — mint korábban már mondottuk — csupán e modell-koncepció tulajdonsága. E negatívumot is a hibaforrások közé kellett sorolnunk, hiszen a település, — akár nagyváros, akár kis falu — *formai* kifejezését — ugyan — a modellen kívüli, de a település legbelső valóságához tartozó kategóriának érezzük.

A hibaforrásokat természetesen csökkenthetjük, ha tudjuk, hogy hol hibáztunk, ha elképzelésünket nem képzeljük hibátlannak, csalhatatlannak.

Figyelmet kell szentelnünk a hibatényezők mellett azonban modellelképzelésünk elméleti és gyakorlati hasznosíthatóságának. Jelenlegi elképzelésünk előnyei közé tartozik, hogy bonyolult folyamatokat egyszerűsít, rendez és csoportosít. Feltárja egy-egy település általunk lényegesnek tartott elemeit és az elemek relációit. A korábbi városkutatási módszerekkel, városfejlesztési vizsgálatokkal szemben már szintetikusabb és teljesebb igényekkel lép fel. Alkalmasnak bizonyulhat matematikai-statisztikai módszerek felhasználására és egyes települések egész vagy részproblematikájának megoldásához egyszerűbb prognózisvariánsok kifejtésére.

Nagyságrend

Korábban azt állítottuk, hogy elsősorban a homogenitást figyelembe vevő szemléletre törekszünk. Jogosult-e vajon ez a törekvésünk, amikor jelenlegi településformáink a tanyás településektől a világvárosokig bezáróan — lélekszámra, kiterjedésre, belső tartalomra és külső formákra egyaránt — oly nagy változatosságot mutatnak? Úgy gondoljuk, az óriási különbségek ellenére lehetséges és hasznosnak mutatkozhat az ilyen homogén szemlélet; a kis falu csupán egyik, a világváros pedig a másik szélső pólusa az emberi településeknek.

Mi eddig a homogenitást emeltük ki, azt állítva, hogy az alaprelációk minden településnél egyaránt jelentkeznek, legfeljebb az egyes relációk súlya és jelentősége más a különféle településtípusoknál.

Modell-elképzelésünkkel elsősorban a mindenkori „jelen helyzetet" akarjuk ábrázolni. Elképzelhetők azonban természetesen hipotetikus modellek egy-egy település múltjára és jövőjére is. A múltból és a *jelenből* többnyire következtetéseket kívánunk levonni a közelebbi és távolabbi jövőre vonatkozóan, s ezen alapuló elgondolásainkat a lehetőségek határain belül ugyancsak ábrázolni szeretnénk. A településfejlesztési és rendezési terveket a közelebbi vagy távolabbi jövő valamilyen időkeresztmetszetére vonatkozó modell-elképzeléseknek is felfoghatjuk. Az ilyen „tervmodellek" természetesen nem azonosak a „vizsgálati" modellekkel. — A távlati tervek hibaforrásai természetesen még nagyobbak, sokkal több a bizonytalansági tényező, mégis — úgy véljük — a modellgondolat jó támpontot nyújt nemcsak a település jelenének, de várható fejlődésének valószínű felbecsülésére is. A prognózishoz azonban jó modell is kell. Rosszul kiemelt dominánsok, aránytalan vizsgálatok erősen hibás variánsokat eredményezhetnek. Az alapelemek összefüggéseinek világos feltárása, a kutatás arányossága a valóságos fejlődéshez közelebb álló optimális variánsokat eredményezhet.

Említettük, hogy minden kiszakított rész vizsgálata — legyen az épület, település vagy régió, avagy bármi más — hibaforrásokkal jár. A hibaforrásoknak, bár minden nagyságrendben szükségszerűen jelentkeznek, vannak — gyakran ugyancsak szubjektív módon értelmezhető — dimenzionális „törvényszerűségei". Ezek a „törvényszerűségek" részben az ember fiziológiai felépítettségéből is adódnak. Úgy véljük, mindenki természetesnek veszi, hogy egy hegy tetejéről sokkal „többet" lát az ember a városból vagy a tájból — és másképpen látja azt egy belvárosi utcából, vagy egy völgy mélyéből. Az ember szeme kisebb-nagyobb eltérésekkel (mert vannak közellátók és távollátók is) a közeli alakzatokat részleteiben jól át tudja tekinteni, míg a távoliak részletelemei elmosódnak, a körvonalak bizonytalanokká válnak. Sokat látunk tehát, de ahhoz, hogy a részleteket jobban lássuk, közel kell mennünk a szemlélt tárgyhoz; hogy többet, a környezetet is lássuk, ismét messzire kell eltávolodnunk onnan.

A települések vizuális megismerésén túl, a problematika tudományos megközelítése terén is vannak közellátók és messzelátók; az átlagosan látó számára az egyik túl „gyakorlatias", a másik meg nagyon elvont, hiszen olyan problémákat vél felismerni, amelyek számára ismeretlenek, vagy egyáltalán nem is léteznek.

Az imént egy — mint mondottuk — elég sok hibaforrással rendelkező modell-elképzelést ismertettünk. Az egyes elemekre és relációkra, továbbá a település egészének dinamizmusára vonatkozó, javasolt vizsgálatok anyag- és adathalmaza beláthatatlan mennyiséget jelentene, ha nem vennénk figyelembe a települések *léptékéből* folyó követelményeket és következményeket.

Ha egy gondolatsort alulról, a legkisebb falvak nagyságrendjétől építünk fel a legnagyobb regionális egységekig — vagy fordítva —, az ismeretanyagba való behatolás mértéke függ a település vagy régió dimenzióitól. — Tanulmányunk elején beszéltünk már a „nagyság"-ról, megállapítva, hogy a települések és régiók vonatkozásában is sokfajta szempontból értelmezhetjük ezek „nagyság"-át. Modellgondolatunk ismertetése során kifejtettük szemléletünk és koncepciónk *építészeti* tartalmát — úgy véljük — a nagyságrendi értékelést ennek a koncepciónak a jegyében kell megítélnünk.

Maradjunk ezúttal a települések léptékében, és modellgondolatunk nyomán kíséreljük meg bizonyos nagyságrendi következtetéseket levonni.

Az első, dimenziókból adódó megállapításunkat abban foglalhatjuk össze, hogy a kisebb települési egységek lakói közelebb állnak a természethez, az ember-természet reláció jobban érvényesül; az embernek kisebb, a települések nagyságrendjéből következően amúgy is gyérebb intézményeitől és létesítményeitől való függése. Mint mondottuk, kis településekben az emberek primér szükségletei mellett a szekundér igények még nem differenciálódtak olyan bonyolult módon, mint a nagyvárosokban. Itt a szekundér igények és szükségletek viszonylag alacsony színvonala nem igényel sem magasabb rendű létesítményt, sem intézményt. A létesítmények és intézmények, valamint az ember viszonya a települések kisebb egységeinél ezért kis intenzitású.

Más a helyzet a városoknál, a települések nagyobb mértékű egységeinél. Városokban, már kisvárosokban is, de még inkább a világvárosokban, metropolisokban az ember-természet reláció háttérbe szorul, az ember mesterséges környezetet teremt magának, szekundér igényei kibogozhatatlan szövevényben fonódnak össze primér szükségleteivel. A városlakó ember életét szinte alapvetően szabja meg művi produktumai iránt való igényessége, de ugyanakkor ezektől való függősége is.

Megállapíthatjuk azt is, hogy ahogyan a legkisebb nagyságrendű elemektől, az egyes épülettől, az egyes műtárgyaktól a létesítmények legnagyobb léptékű együtteséig, rendjéig eljutunk, a szemléletben a nagyságrend növekedésével egyre csökken a technikai-formai faktorok szerepe, és növekszik a szélesebb összefüggéseket igénylő társadalmi-gazdasági-természettudományos elemek súlya.

Egy harmadik — szubjektív jellegű — gondolattal foglaljuk össze a nagyságrendet érintő megállapításainkat; azzal, hogy véleményünk szerint az egyes dimenziókból adódó feladatok optimális megoldásában szerepe van — amint erre már utaltunk — a tudós, a kutató vagy a szakember pszihikai típusának is. Mégpedig kisebb léptékben jelentkező egzakt feladatokra erősebben analitikus beállítottságú és érdeklődésű, nagyobb dimenziójú feladatok megtervezésére és lebonyolítására inkább szintetikus gondolkodási készséggel bíró ember alkalmasabb. Természetesen ez esetben is érvényes, hogy megállapításunk nem lehet kategórikus, annál kevésbé, mert egzakt pszichikai kategóriák sem léteznek, gyakran hajlamosak vagyunk azonban arra, hogy — a feladatot végrehajtó ember szubjektív adottságainak pozitív vagy negatív, a feladat végrehajtásának optimumát befolyásoló „vektorait" elhanyagoljuk.

Az imént településmodell kísérletünkkel — hibáival és előnyeivel csupán *egy* a települések megismeréséhez vezető lehetőséget mutattunk be. — Úgy véljük, nem lenne anyagunk teljes, ha tanulmányunk első részének zárószakaszaként ne igyekeznénk szemléletünket beleilleszteni a tudományok általános rendjébe és a fejlődés fő irányvonalába.

Mint tudjuk, az utóbbi évek folyamán lefolytatott nagyszámú társadalmi, természettudományos és technikai kutatás eredményeképpen óriási mennyiségű, legnagyobbrészt rendkívül differenciált jellegű ismeretanyag gyűlt össze a legkülönbözőbb tudományterületeken. A kutatómunka során a kellően komplex összefüggések figyelembevétele vagy a már feltárt anyagok integrációja még csak nagyon kevés témakörben, és a rendelkezésre álló anyagmennyiségekhez képest csak egészen töredékesen történt meg. Hatalmas mennyiségű szellemi táplálék halmozódott fel szerte-széjjel, amit nehezen tudunk megemészteni. Az analízis, a specializálás, a differenciálás rendkívül teret nyert és nyer még ma is világszerte, szemben a szintetikus gondolkodás-

sal és komplex gyakorlattal. A specializált kutatómunkák termékeként létrejött ismeretanyag túltengése ellenére azonban szaporodnak a komplex kutatások is, és ennek nyomán egyre több konvencionális tudomány „merev" határai oldódnak fel a „szomszéd" tudományterület kutatásainak fényében.

Napról napra újabb és újabb terminus technikusokat kell megtanulnunk, és ilyennek tekinthetjük pl. a biofizika, a szociometria, vagy az ökonometria és a kibernetika mellett a településtudományt is mint a településekkel foglalkozó kifejezetten komplex jellegű tudományos diszciplinát. Tudjuk azt is, hogy a *tervezés* napjainkban elválaszthatatlan a tudományos kutatómunkától. Fogarasi Béla írja még 1954-ben a tudományos kutatások tervszerűségével foglalkozó tanulmányában, hogy... „a tervezésben is kifejezést kell nyernie a komplex témák fontosságának, a tudományok határkérdéseinek, a többi tudomány együttműködését megkövetelő problémáknak."[12]

A településtudománynak sokfajta megfogalmazása, a településtervezésnek különböző metodikai és gyakorlati módszerei lehetnek.* Nem érezzük szükségesnek, hogy e tanulmány keretében a településtudomány meghatározását újabb megfogalmazásokkal szaporítsuk, vagy a településtervezés metodikáihoz és gyakorlati módszereihez újabbakat fűzzünk hozzá.

A települések tanulmányozásának ezúttal csupán egy változatát mutattuk be, egy deskriptív modellvariáns keretében. Tudjuk, hogy a települések megismeréséhez még számos út vezet. Számos elméletileg helyes és gyakorlatilag jól hasznosítható modell képzelhető el, és a modellezésen kívül még további elméleti és gyakorlati módszerek is célravezetőek lehetnek.

Tanulmányunk későbbiekben leközlendő második részében mostani gondolatmenetünket folytatjuk tovább. Jelenlegi modell-elképzeléseinket kiegészítjük néhány bonyolultabb — még mindig deskriptív jellegű — regionális modell-elgondolás bemutatásával. Az ez alkalommal még csak vázlatosan érintett dinamikus jelenségeket a mérés lehetőségeivel összefüggésben igyekszünk majd vizsgálat alá venni, a település és regionális problematikát ennek egységében megvilágítani.

IRODALOM

[1.] *F. I. Haszhacsih :* A világ megismerhetőségéről. Budapest, 1950.
[2.] *E. A. Gutkind :* Community and Environment. London, 1953.
[3.] *Dr. Valló István :* A városi jelleg meghatározása. Kézirat, 1959.
[4.] *G. Chabot :* Les villes. Paris, 1952.
[5.] *A. E. Smailes :* The Geography of Towns. London, 1953.
[6.] *Noel Gist :* Urban Society. New York, 1938
[7.] *Erdei Ferenc :* A magyar város. Budapest, 1939.
[8.] *Mendöl Tibor:* Településtörténet, településföldrajz, történeti földrajz. Budapest, 1938.
[9.] *Siegmund Freud :* Das Unbehagen in der Kultur. Wien, 1933.
[10.] *Granasztói Pál :* Építészeti alkotás-e a várostervezés? Urbanistica 1949. II. szám. (Közzétéve a „Város és építészet" c. kötetben, Budapest, 1960).
[11.] A Magyar Tudományos Akadémia Településtudományi Bizottsága: A településtudomány fogalmának meghatározása és a tudomány területének elhatárolása. Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények, 1957. 1—2. sz.
[12.] *Fogarasi Béla :* A tudományos kutatás tervszerűségéért. A Magyar Tudományos Akadémia Társadalomtörténeti Tudományok Osztályának közleményei, IV. kötet 3—4. szám, 1954.

* Vö. Granasztói Pál: A modern urbanisztikai szemlélet építészeti megvilágításban c. tanulmányát a közlemények ugyanezen számában.

HAJNÓCZI GYULA

A TÉRFORMÁLÁS ALAPTENDENCIÁJA

„Térszemlélet a képzőművészetben és az építészetben"[1] címmel nemrégiben dolgozatot írtam a műtörténeti objektumok értékelésének egy — eléggé széles körben használt — módjáról, amely szerint adott kor festészeti-plasztikai és architektonikus alkotásaiban azonosan megnyilvánuló térelképzelés, térszemlélet inkarnálódik. A fejtegetések illusztrálására, ill. igazolására példákat az ókori kelet művészeti hagyatékából merítettem: Egyiptom világából, és megkíséreltem festészeti-szobrászati ábrázolástechnikájuk és építészeti gondolkodásmódjuk azonos gyökereit és indítékait kimutatni, mondván, hogy a térszemlélet a gazdasági-társadalmi alapból fakadó világnézet művészi kifejezésének egyik formája.

A módszer lehetőséget adott más korszakok művészeti alkotásainak értelmezésére is. Az egységesebb, tisztább „stílusok" világában könnyen belátható eredményekre vezetett, a differenciáltabbak körében csak több áttételen át volt alkalmazható. Kiderült azonban, hogy a gazdasági, társadalmi alapból és a kulturális felépítményből való kifejlesztés — a gondolat éretlensége, befejezetlensége folytán — nem volt eléggé frappáns, esetleges maradt, továbbá: a tér kategóriájának alkalmazása — minden igyekezet mellett, hogy ne idealisztikus értelemben használjam, hiszen konkrét történeti események viszonylatába ágyaztam — a fejtegetések hitelét és eredményességét illuzórikussá, kérdőjelessé tette.

Az ok, hogy mégsem mondtam le az ilyenfajta vizsgálódási kísérletekről, az volt, hogy az újabb építésztörténeti és elméleti irodalomban mind gyakrabban bukkan fel ismét az architektonikus kifejezőformák értékmérőjeként a tér fogalma. Természetesen elsősorban nyugaton, ahol[2] a művészetelméleti irodalomban szinte reneszánszát éli — vagy talán ki sem halt sohasem — a jelenségeknek a térhez, mint abszolút kategóriához való viszonyításának gyakorlata a valóságtól való idegenkedés, vagy a realitások félreértése következtében, s ahol az értékelő normákat inkább hajlandók a meghódított vagy meghódíthatónak érzett világűrből venni, semmint a konkrét társadalmi-történelmi adottságokból. Külön tanulmányt érdemelne a polgári történet, filozófia és művészetelmélet e jelenségének magyarázata, idealista jellemvonásainak megrajzolása, itt csak azt az ellentmondást fejtem ki, amely akkor jött létre, amikor az építészeti alkotások jellemzésére kezdték felhasználni a tér fogalmát.

[1] Művészettörténeti Értesítő, 1959. 2—3. sz. 97—100. l.

[2] S. Giedion: Space, time and architecture. Cambridge, 1956.
B. Zevi: Architecture as Space. New York, 1957.
R. D. Martienssen: The idea of speace in Greek Architecture. Johannesburg, 1958.

Ma ugyanis úgy tűnik, hogy Riegl-ék kezdeményezése: az építészművészetnek mint térművészetnek a felfogása, közkeletűvé vált, általánosan elfogadott lett, az elméleti fejtegetésekben[3] épp úgy — s ez a kevésbé fontos most —, mint a gyakorlatban. Amilyen abszurditásnak látjuk ma, hogy az architektura lényegének meghatározását: a térformáló tevékenységet gyökerében szellemtörténeti spekuláció fogalmazta meg, olyan kényszerű objektivitásnak érzi a ma építésze, aki azon fáradozik, hogy mi módon tud racionálisan, küzdve az anyaggal és az anyagiakkal, hasznos tereket létrehozni a különböző emberi igények kielégítésére, legyenek azok a legprimérebb szükségletiek — gyárak, lakóházak — vagy „szekundérabb" kulturálisak stb. A természeti térből kiragadott, mesterségesen létrehozott tér az építész kezemunkájában konkrét formálható valami lett — üzemi csarnoktér, lakótér, színháztér stb. egyszóval architektonikus spácium —, ami azonban rokonságát nem veszítette el az alaktalannal és anyagtalannal, mert hiszen valójában csak „negatívum" maradt. Természetesen az igazság valószínűleg az, hogy a ma építésze látja így az architektúrát, és ezt, a lényegében modern szempontot — amely szerint ma alkot — vetíti vissza a múlt alkotásainak értelmezésekor is, de hiszen ez mindig így volt, a gyakorlat és a tudományos szempontok alakulása a történeti változások szerint módosult.

Az úzus tehát hozzászoktatott bennünket ahhoz az elképzeléshez, hogy a tér az architektus „matériája" — a kifejezés csak a mondanivaló színesebbé tétele érdekében van, nem holmi filozófiai vulgarizálásért —, és így szokásossá vált a történeti eredményeket is ebből a szempontból megvizsgálni, annál inkább, mert egy korszak „térigényéből" — abból, hogy milyen funkciójú épületek voltak szükségesek és épültek meg — jól áttekinthető képet alkothatunk első pillanatban már, az első megközelítéskor az architekturát létrehozó társadalomról is.

Az épületek, bennük az építészeti terek, azonban művészileg is kifejezik korukat, az artisztikum azonban nem olyan magától értetődő, mint a puszta szükségleti igény, mert mondanivalója differenciáltabb is, rejtettebb is. Így az építészet eredményeinek megállapításában termékenynek mutatkozott az az eljárás, amely a közvetlen „hasznossági célt" nem szolgáló képzőművészeti alkotásokat is segítségül hívta, abból a helyesnek érzett nézőpontból kiindulva, hogy az azonos társadalmi-történeti alap a különböző műfaji sajátságok ellenére, azonos karakterű művészetet hoz létre. Az elmondottak evidenssé teszik, hogy az architektúra mint *térformáló művészet*, elsősorban nem a képzőművészetek tematikájához fordult — ez is lehetséges —, hanem inkább formális oldalához, a síkművészet, plasztika ábrázolástechnikájához, az alkotásokban testet öltött térszemlélethez.

Idézett cikkemben eddig jutottam el, talán kissé ki is egészítettem a már ismerteket. Az architektúra bonyolult világát kutatgató azonban minden lehetőséget megragad a jelenségek értelmezésére, s az eddig elért — valódi vagy látszólagos — eredmények a továbbjutás lehetőségét adták. Ha ugyanis elfogadható a feltételezésem, hogy a képzőművészek és építészek kifejezésformái között az adott koron belül vannak azonosságok, nem tételezhető-e fel az is, hogy az architektúra világán belül a különböző funkciójú, anyagú és formájú objektumokban is van valami egységesen megnyilvánuló? Gondolatmenetem vonalán azt válaszolhatom: van — ez a témája mostani írásomnak —, és ezt

[3] A. Riegl: Spätrömische Kunstindustrie. Wien, 1927.

a *térformálás alaptendenciájának* neveztem el. Végül megkíséreltem feloldani, közelebbhozni az építészművészeti jelenségek egynémelyikének és szülőjük: a kor gazdasági-társadalmi alapja között — korábbi írásomban — fennálló szakadékot egy új szempont bevezetésével, amelyet a kor időszemléletének nevezhetnénk el, s amelyet a térszemlélettel együtt történeti, változó kategóriaként értelmezhetünk.

*

A térformálás alaptendenciája a kor általános térképzetének, térfogalmának érvényesülése, kifejeződése a mesterségesen létrehívott architektonikus spáciumokban, legyenek azok egyszerűek vagy összetettek, zártak vagy nyitottak, profánok vagy szakrálisak, használatiak vagy „emlékszerűek", kőből építettek vagy vasbetonból stb. Feltételezésem szerint a kor különböző rendeltetésű, nagyságú és formájú épületeiben azonos „teresedési törekvés" nyilvánul meg — mintegy a világnézet „térbeli vetületeként" —, ami már a legprimitívebb eszközökkel végrehajtott helyfoglalásban éppúgy kifejezésre juthat, mint a legbonyolultabb architektonikus kompozícióban.

Ezzel nem állítom azt, hogy a különböző terekben azonos intenzitással lesz nyilvánvalóvá ez a törekvés, mert vannak korszakok, amelyekben a térformálás alaptendenciája a térfűzés, téresoportosítás — tehát több tér egymáshoz való viszonyának — sajátságaiban testesül meg karakterisztikusan (pl. keleti kultúrák, Róma), és vannak olyanok, amelyekben az „egyes tér" formája, jellege már önmagában is kifejezheti a kor térszemléletét (pl. a görögöknél). *Röviden : a térformálás alaptendenciáján tehát a térképzésben és térkapcsolásban megnyilvánuló térszervezőkészséget értjük.*

Ez az általános érvényűnek feltételezett alkotói habitus az ókori világ építészeti alkotásaiban könnyebben felismerhető és bizonyítható, mint a későbbi korszakok architektúrájában. Az építészeti kultúra kezdeti szakaszában ugyanis sajátságos jelenségnek lehetünk tanúi: az építészeti kifejező erő még nem kész minden esetben arra, hogy a különböző funkciójú épületeket rendeltetésüknek megfelelően formálja meg, ezért az egymástól eltérő architektonikus témákat is többször azonos alakúra mintázza. A leggyakrabban előforduló formaegyezéseket a lakóház — sír — templom „triász" mutatja, az egyiptomi építészetben például a fordított ⊥ betű formájú téregyüttest mind a három témára alkalmazták, de ismertek a megaron — görög templom, az etruszk átriumos lakóház — etruszk sír stb. stb. közötti formai kapcsolatok is. Természetesen a felsorolt példák között funkcionális összefüggés is van — az élő és a holt ember, az isten lakóháza —, mégis figyelmet érdemel a jelenség azért, mert a korai idők forma-differenciálatlanságára utal, s ebben a viszonylagos monotóniában könnyebb a térformálás általános érvényű módját felfedezni, mint a későbbi alkotásokban, amelyekben a funkcionális megkötöttségek már egyedi módon kifejezésre jutottak, és a kor építészeti arculata sokszínűvé vált. A kor általános térszemlélete azonban az építészet differenciáltabb fejlődési fokain is érvényre jut.

Felmerülhet azonban a kérdés, hogy a kiindulási szempontként emlegetett térformálási alaptendenciának a meghatározása, absztrakciója nem csupán valami önmagáért való spekulatív játék eredménye-e, és létezésének felismerése vajon hozzásegíthet-e az architektonikus korszakok átfogó megértéséhez, eredményeinek megítéléséhez? Amiért lényegesnek tartom azt már érintettem

— és a későbbiekben még részletesen kifejtem: a térformálásban kifejezésre jutó térszemlélet híd a művészeti eredményeknek világnézeti magyarázata felé, mert a művészet — és így az architektúra — átvehető, más korszakokba átszármaztatható formai „külsőségeivel" szemben *kizárólagosan csak arra a stíluskorszakra marad jellemző, mely megalkotta és kifejezésre juttatta.* Térszemléletet nem lehet maradéktalanul kölcsön venni — fejezhetném ki magam triviálisan —, mint ahogyan világnézetet sem a *maga eredetiségében*, de lehet utánozni a formákat, amelyekben megnyilvánult. Így vagy puszta formalisztikus átvétel történik, amikor éppen az értelem tűnik el a forma mögül, ami miatt olyanná lett, amilyen, vagy pedig az átvevő kor kiválogatja és módosítja a formákat az új térelképzelés igényeinek megfelelően.

Mielőtt a térformálás kialakulásának összetevőit elemezném, egy lényeges kérdést kell tisztáznom: vajon a térképzés szempontjából nem az építőanyag és a szerkezet a döntő? Az architektonikus tér és az épület matéria-konstrukció viszonyának a kérdése ma, az anyagszerűség, az „építészeti őszinteség" korában nagyon időszerű, mert az elmúlt korszakok eredményeit is ebből a modern nézőpontból szoktuk megítélni. Az architektúra belső ellentmondásai az anyag és szerkezetszerűség elveinek érvényesítése alapján igen éleseknek tünnek, mert a történeti példák arra tanítanak bennünket, hogy nincs megbonthatatlan, örökérvényű kapcsolat a térigény és a felhasznált építőanyagok, szerkezet között. Nem állítom ezzel azt, hogy az építészet materiális oldalának korszakonként történő kiválasztásában, alkalmazásában nem lehet „ideológia" — az egyiptomiakra utalhatok, akik tudatosan alkalmazták az „örök követ" sírjaik építőanyagául, vagy a görögökre, akik legtöbb esetben a természetes építőanyagot, a követ „természetszerűen" használták fel úgy, hogy az építés alkalmával szükségszerű szétdarabolását elkendőzték, esztetikai igényeiknek megfelelően monolitikus megjelenésével „naturálissá" tették stb. stb. Az is igaz, hogy egy-egy konstrukciónak megvan a szükségszerű formája, optimális felhasználási lehetősége, továbbá a lefedőszerkezetek szoros korrelációban vannak az épület felmenő falazatainak rendszerével, így magával az alaprajzi kiképzéssel is, — az a túlzott beállítás hamis, amelyik azt mondja, hogy az anyag és szerkezet kormányozta *egyedül* az építészettörténet pályafutását, gátolta vagy lendítette előre fejlődését. Sokan úgy vélik például, hogy a görög építészet azért nem tudott „térművészetet" kiérlelni, mert a kőgerendázatos rendszer akadályozta meg ebben. Az igazság az, hogy ha a kor térigénye úgy kívánta volna, még ezzel a kevés lehetőséget magában rejtő konstrukcióval is megalkotta volna a művészi teret. Hiszen a boltozatot is mellőzte, pedig ismerte, mert nem volt szüksége zárt, teljes elhatárolt terekre. Még tovább mehetünk: a kőgerendázatos szerkezet Egyiptomban egészen másfajta térszemléletet „szolgált ki", mint a helléneknél, ami azt jelenti, hogy különböző térigényű korszakok azonos szerkezeti formákban gondolkozhatnak.

Ha pedig ez igaz, akkor az anyag és szerkezet nem lehet irányító, csak eszköz, az irányító az ember, aki céljainak elérése érdekében már sokszor „vétett" a történelem folyamán az anyagszerűség, sőt a szerkezetszerűség elvei ellen is. A cél pedig az építészeti tér, amelyet az anyag és szerkezet sokszor csak felfokozott erőfeszítéssel tudott létrehozni, sokszor meg kihasználatlanul „pihenni" kényszerült a kor „tér-igénytelensége" következtében. Ami más fogalmazásban így hangzik: *vannak korszakok, amelyekben az épület-szerkesztői készség csak nagy üggyel-bajjal, közvetítő eljárásokkal tudja kielégíteni a kor*

térformálási igényeit, máskor meg az épületszerkezetekben lényegesen több lehetőség rejlik, mint amennyit az architektúra ténylegesen felhasznál.

Az első esetre (a gótikus építészet helyett) említsük egyetlen példaként a római architektúra egyik sokat idézett objektumát, a Pantheont. A Pantheont úgy tartja számon a tudományos közvélemény, hogy nemcsak a rómaiak, hanem az egész világ architektúra-történetének egyik legszebb térhatású épülete. Másrészt mintegy szimbóluma Róma építészeti térképző erejének, a belső architektonikus tér megszületésének. Nem szokás azonban a valóban nagyjelentőségű és hatású objektum lefedőszerkezetéről, a nagyszerű térhatást lehetővé tevő eszköz konstrukciójáról beszélni — a térhatással kapcsolatban. Ismerjük a félgömbkupola szerkezetét:[4] lényegében ívek bonyolult kombinációjából áll: boltívek sora váltja ki az alaprajz fülkerendszerét, az arcusok záradékaira hatalmas bordák nehezednek és futnak fel az opeion alatti gyűrűbe, közeiket alul is, felül is újabb ívek töltik, illetve merevítik ki, az opeionig körbe újabb arcussorozat következik és zárja le a szerkezetet. A boltív tulajdonképpen a falban hagyott nyílás kiváltó-szerkezete, tehát függőleges, síkbeli konstrukció, és az egyik legharmónikusabb, legmonumentálisabb építészeti teret — a „háromdimenzió apotheozisát" — síkbeli szerkezetek halmazából szerkesztették egybe. A lényeget nem érinti, hogy az ívek természetszerűleg belesímulnak a gömbfelületbe, az azonban igen, hogy a térigény és a végrehajtó eszköz között — a szerkezetszerűség akadémikus álláspontjáról ítélve — ellentét van, mert a gömbkupola egyetlen reális kivitelezési módja téglából a gyűrűsfalazás, nem pedig az ívek és bordák kombinációja, különösen abban az esetben, amelyben a boltozat belső felületét egészen más jellegű motívum, a gerendázatos rendszerből származó kazettás mennyezet borítja. De akárhogyan is van, a Pantheon Pantheon marad, ebben a bizarr és nagyszerű disszonanciájában is — illusztrálva azonban azt, hogy *a konstrukció* itt racionálisan *nem tudta követni a térigényeket*, ha meg is oldotta feladatát. Az anyag nem szólal meg tehát önmagától, azzá lesz, amivé az ember formálni akarja, aki a kőből pl. egyszer törékeny leveleket és virágokat mintáz az oszlopfőre, máskor meg lehelletvékony boltozati bordákat farag belőle, vagy hatalmas tagolatlan „anyagszerű" pilléreket emel, melyek felületét lecsiszolja és a márvány erezetében gyönyörködik.

Gondolatmenetem következő állomása a térformálás alaptendenciájának további általánosítása, magyarán, a térszemlélet és világnézet (helyesebben: általános világkép) kapcsolatának kimutatása. Először tisztáznunk kell azonban, hogy a tetszetősnek tűnő gondolat realizálható-e, ha igen: milyen úton-módon juthatunk el egyiktől a másikig olyan közvetítő lépésekkel, amelyekkel egyszerre állunk a művészet és a világnézet talaján.

Tudjuk, hogy az emberiség fejlődésének korai periódusában a földrajzi adottságoknak, a geográfiai környezetnek hangsúlyosabb szerepe van az ember életformáinak kialakulására, mint a későbbi korszakokban. Az ember a Föld relatív kis területét ismeri még ekkor és hajlamos az ismeretlent is saját környezetének mintájára elképzelni. Ez a *földrajzi helyzetérzés* annyira határozottan nyilvánul meg gondolkodásmódjában, hogy csodálattal konstatálja például, hogy a folyó nemcsak délről-északra folyhat, hanem másképp is, amit az egyiptomiak észlelnek amikor először pillantották meg az Eufratest stb. A jelenség azért fontos számunkra, mert úgy tűnik, hogy az ember ezt a hely-

[4] Piranesi-féle rekonstrukció alapján.

zetérzést — egyéb tapasztalatok hiányában — általánosítani kezdi és kiterjeszti a világ más jelenségeinek magyarázatára is, kiegészítve vele a világról általában kialakított elképzeléseit. Így egyik komponensévé válhat az általánosabb érvényű *természeti helyzetérzésnek*, a naturával való szükségszerű viszony alapján kialakult tájékozó képességnek, amelyik most már nemcsak az ember szűkebb környezetében, hanem szinte az univerzumban való eligazodását teszi lehetővé, amikor is mindegy, hogy ez az orientálódás helyes-e vagy sem, mert hiszen sokszor empirikus tapasztalatok, sokszor csak jól-rosszul sikerült teóriák alapján alakította ki magának. A két komponens együttesen — az ember testi adottságaiból adódó *fiziológiai helyzetérzésbe* torkolva — a szubjektum helyzetét és nézőpontját határozza meg a környező világgal, a térrel szemben, és ez a *térbeli helyzetérzés* akarva-akaratlanul beleszövődik a művészi látás és kifejezésmódba, és hatással van formai megjelenésére.

Csak néhány példával illusztrálom az elmondottakat. A legegyszerűbbek az épületek, utcák, városok különböző orientálásmódjából adódnak, melyek felsorolását a „kozmikus" értelműeknél kezdhetnénk és ugyanezek legújabb változatainál fejezhetnénk be, nem is szólva az időjárás megszabta kényszerű illeszkedésről. Részben ez a térbeli helyzetérzés dimenzionálja olyan egyoldalúvá például az ókor egyik folyammenti kultúrájának (Egyiptom) építészetét és művészetszemléletét, és teszi valami egészen mássá a tenger mellett kifejlődött architektúráját (pl. a görög). Végül magát a művészi ábrázolástechnikát is — legnagyobb felületek törvénye vagy perspektivikus ábrázolás, frontálisan vagy kontraposztóban komponált szobor, axiálisan vagy centrálisan kibontakozó tér stb. — egyik oldalról a térbeli helyzetérzés határozza meg stb. stb.

Következő lépésünk nehezebb. Az áthajlás a térbeli helyzeteltérésből a térszemlélethez viszonylag könnyen elképzelhető, a világ és a dolgok rendjét azonban nemcsak a tér, hanem az idő is meghatározza. Szorosan a térbeli helyzetérzés-térszemlélet kapcsolatának vizsgálatával együtt — *mert tőle alig választható el* — merül fel a kérdés: hogyan transzponálódik az idő a térbe, a térbeli művészetek világába. Elsősorban a művészeti *tematikában* és a *külső* stílusjegyekben ölt testet, a műtörténetírás nagy része lényegében e kettővel foglalkozik. Talán *kronológiai helyzetérzésnek* nevezhetnénk el összefoglalóan a tudat reagálását mindarra, ami az ember körül történik — legyenek azok tőle függetlenül lebonyolódó „történések" —, ilyenek például maguk a természeti jelenségek —, vagy pedig az emberi kapcsolatokból és viszonylatokból adódó események. Az emberi relációkból fakadó időbeli helyzetérzést a társadalmi és történeti tudat, valamint az etnikai adottságok alakítják ki. Egyik komponense tehát a társadalom tagjainak saját osztályával és más osztályokkal szembeni *szociális helyzetérzése* (az uralkodásnak és leigázottságnak, a vélt vagy igazi társadalmi igazságosságnak szemben a kiélezett „társadalmi félelemnek" gazdasági és érzéskomplexumai), a másik a kor történeti tudatában kiformálódott *históriai helyzetérzés*, (a korszak múltjáról, jövőjéről, történeti-politikai ambícióiról, kulturális és tudományos állapotáról, hivatásáról vagy elhivatottságáról stb. alkotott képzetek), végül idetartozik az *etnikai* tudat hasonló értelmű helyzetérzése is.

Mindezek együttes hatásából a különböző korszakokban más és más időszemlélet alakul ki — a társadalmon belül is más, vö. a különböző osztályok egymásétól eltérő művészetét —, ami nemcsak abban jut kifejezésre, hogy például az egyik korszak művészi kifejezésmódja pregnánsan érzékelteti az időt, a

másik elkendőzi, magyarán reálisan ábrázol vagy idealizál; vagy hogy valamelyik architektúra puszta utilitarizmusra törekszik, vagy pedig monumentalitásra, továbbá, hogy a kor az architektúrát az elnyomás szolgálatába állítja, vagy pedig az emberek szolgálatába stb., hanem térbeli viszonylatokban megnyilatkozó jelenségekre is rávetül: a képzőművészetekben például a különböző kompozicionális — formakapcsolási — sajátságokra, az építészetben pedig — többek között — térfűzési módszerekre.

A két összetevő — összefoglaló nevükön —, a *térbeli* helyzetérzés és az *időbeli* helyzetérzés valamiféle szintézise, — most már joggal nevezhetjük nevén: az általános *világkép* vagy *világnézet* alakítja ki a korszak általános térképzetét, térfogalmát, amely — feltevésünk szerint — az egyes korszakok képzőművészeti alkotásaiban azonos módon mint a térformálás alaptendenciája is kifejezésre jut. *És aszerint, hogy a különböző térbeli és időbeli komponensek milyen intenzitással érvényesülnek az általánosban : a világnézetben, változik az egyes korszakok térszemlélete is, és alakul ki a különböző korok művészetének változatossága.*

*

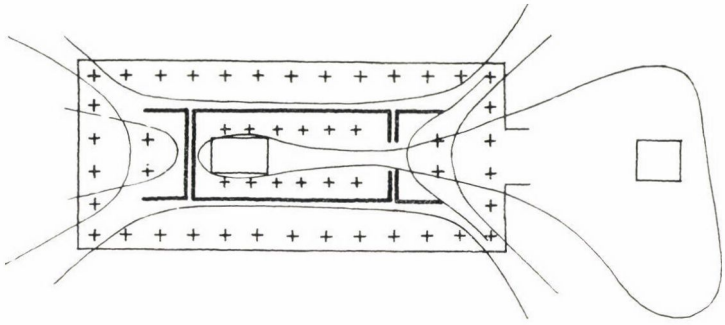
A mondottak szemléltetésére forduljunk a görög építészethez, egy olyan kor művészeti anyagához, amely a közhasznú építészeti értelmezés szerint igazi architektúrát nem hozott létre, mert „Körperstil" volt „Raumstil" helyett. Azért választottam ezt a kort, mert enyhíteni, talán módosítani is szeretném az egyoldalúságot, amely a görög, architektúra valóban plasztikai beállítottságát eltúlozta és szinte elvitatta tőle a belső térformálás képességeit. Az igazság ezzel szemben az, hogy a görög, a mesterséges építészeti belső tér — tehát nem kizárólag az épülettömeg — és a környező természeti tér olyan sajátságos — tudatos — összhangját hozta létre, amelyben a kettő közösen elképzelt volt, együttesen hatott. Az építészeti térelképzelésnek ilyen „átmeneti formáját" hálásnak tűnt például idézni, annál is inkább mert a kialakító gazdasági-társadalmi alapot összecsengőnek érezem ezzel a különlegesen megnyilvánuló térszemlélettel. Az emberiség történetének varázslatos korszaka ez: egyik arca már idegen számunkra, a másikban azonban saját arcvonásainkat véljük felfedezni.

A felsorakoztatott példák analízise kapcsán — gondolatmenetünk célkitűzéseinek megfelelően — megkísérlem egyszer nem kívülről szemlélni a görög építészet alkotásait, hanem belülről, az épület keretei között megformálódott — zárt vagy nyitott — tér oldaláról.

Sokszor megfeledkezünk arról, hogy a *görög peripterosz templomnak* a főhomlokzata — az objektum minden „négyoldalassága" ellenére — funkcionális szempontból fontosabb a többinél. A napkelte felé tájolt főoldal előtt állt az oltár — igen helytelenül sohasem ábrázoljuk a templommal együtt —, ahonnan az istennek bemutatott áldozat füstje szállt az ég felé. Templom és oltár nem állt egymással építészeti kapcsolatban, a két elszigetelt részt csak a vallásos cselekmény vonta együvé.[5] A naos mélyén elhelyezett isten-szobor —

[5] Vitruvius (IV. könyv. 9. f.) ezt írja: „Az oltárok kelet felé nézzenek és mindig alacsonyabbak legyenek, mint a templomban levő istenek szobrai, hogy így azok, akik imádkoznak és áldoznak, az istenséghez feltekintve az egyes isteneknek méltóságához képest különböző magasságokban állhassanak." (Fuchs—Bódiss ford.)

ő érte épült a tér — a hatalmas nagy ajtón keresztül, mintegy elölről nyitott térből gyönyörködhetett a ceremóniában és a neki áldozatot bemutató emberekben. Az agalmatha köré formált mesterséges építészeti spácium szinte csak a szabad természeti tér egy részével lett teljessé és értelmessé, maga a natura lett az architektonikus tér egyik „határfala". Köztudomású, hogy ez a térforma az ősi lakóházból, a megaronból eredt, amely a lakószokások megszabta feltételeknek megfelelően kétsejtű volt: belső térből és nyitott tornácból állott. Amikor a fejlődés során a lakóházformát templomként is alkalmazni kezdték, a kiindulási alaphoz kapcsolt új épületrészek is ilyen „fellazított" jellegben társultak, mert ha magát a perisztázist szemléljük, és kitekintünk az oszlopsoron keresztül, ugyanaz a hatás érvényesül, mint a megaronból vagy templomcellából kipillantva: mögöttünk a cellafal szilárd és zárt bázisa, előttünk a táj köd-



1. ábra. Olympia. Zeus templom

bevesző messzesége. Az opiszthodomos is — a templomcella elszigetelt nyugati „előcsarnoka" — a természeti környezettel való érintkezés kifejezése.[6] S mindez végső fokon ugyanannak a gondolatnak az *inverze*, amit általában szokás mondani a peripteroszról, hogy a templom tömege beleolvad a miliőbe, a templomon átszövődik a környező táj szépsége. (1. ábra.)

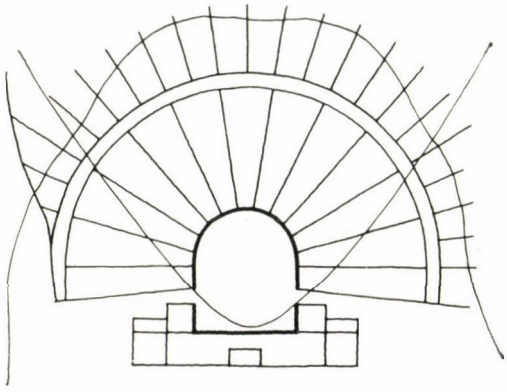
Tudatosan kezdtem a nehezebbjén, a peripterosszal, az „épületszoborral", hogy igazoljam: még ebben a zárt egységben is felfedezhető a görög építészet alapvető térgondolatának a csírája — az *egyik oldalról kinyíló tér* —, ami a többi példában közel egyértelműen kibontakozva áll előttünk.

Nézzük például a görög irodalom remekeinek, a drámáknak építészeti foglalatát, a *színházat :* a patkóalakú lelátó és a vele szemben elhelyezkedő szkenotéka, amelyet U alakúra formált a széleken elhelyezkedő két kis „rizalit", a paraszkénion, nem ugyanennek a tértendenciának a megtestesülése-e? A theatron akármelyik helyén ülve — kivéve talán a legalsókat — szabad kitekintés nyílott a távoli tájra, a cselekmény hátterét szinte nem is a viszonylag alacsony szkéné épület adta, hanem maga a természet, eleven élő díszletül,— fordítva pedig a paraszkénionok képezte „téröbölből" a színészek a lelátó természetbe símuló katlanába néztek. A két rész — a theatron és a szkenotéka — szoros építészeti kapcsolatban nem állt egymással, — a kettőt csupán a drámai

[6] A. Behne: Die Stile Europas. Berlin é. n. 99. l.

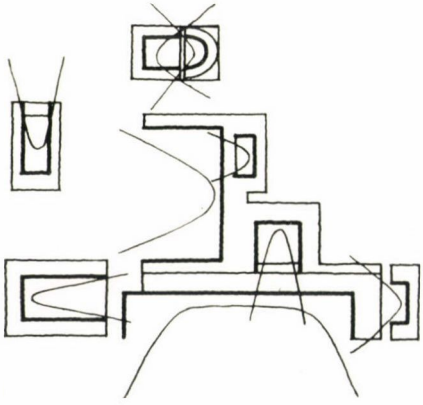
cselekmény szuggesztív ereje kapcsolta egybe, mint ahogyan ezt költőien kifejezték.[7] (2. ábra)

A vázolt térfelfogás általánosságát igazolják a további példák, közöttük a városi terek példái is. A görög városi tér, az agora jellegzetes patkóformáját mint tipikusat és általánosat jelölték meg a várostörténészek (Knidosz,

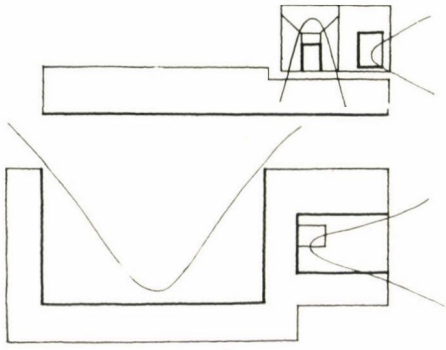


2. ábra. Athén. Dionysos színház

Miletosz)[8] (3. ábra). Még Priéné négy oldalról zártnak tűnő piaca is valójában U alakú (4. ábra), negyedik oldalát — a téren átfutó út elválasztásával — a többinél monumentálisabb kiképzésű architektúra, a Hiera Stoa homlokzata



3. ábra. Miletosz. Északi agora



4. ábra. Priéné. Agora

zárja le, — a tér negyedik oldalának másfajta kiképzése mintegy burkoltan fejezi ki ebben a rendhagyónak látszó példában is az azonos térfelfogást.[9]

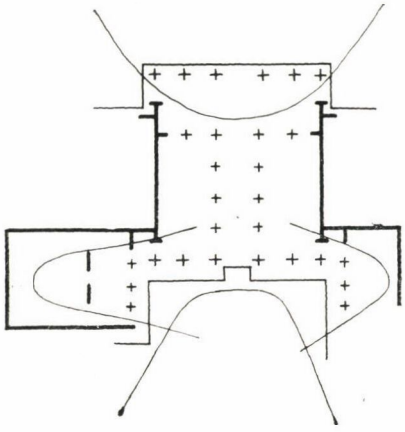
[7] W. Zschietzschmann: Die hellenistische und römische Kunst. Die antike Kunst. II. HKW 103. l.

[8] A. v. Gerkan: Griechische Städteanlagen. Berlin—Leipzig, 1924. 97. l.

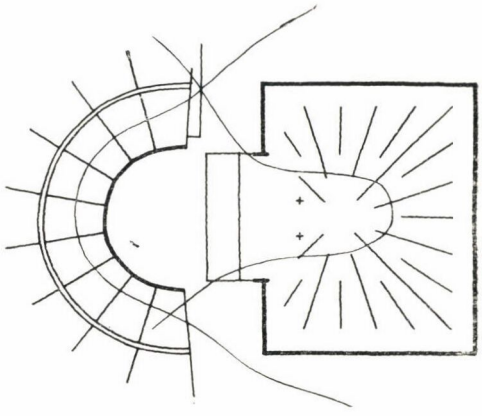
[9] E. Egli: Geschichte des Städtebaues. I. Die alte Welt. Erlenbach—Zürich, 1959. Abb. 162.

De maguk a *sztoák*, az agorát körbefogó portikuszok, az athéni Akropolis *Propylaeájának* kitárt karú cour d'honneur-je, (5. ábra) a *hellenisztikus oltárok* Priénében, Magnéziában és Pergamonban mind-mind ugyanennek a térszkémának a megtestesítői különböző alakzatokban: *az egyik oldalról kinyíló, kitáruló tér építészeti gondolatának.*

Végül egy pillantás a kevésszámú zárt teret magában foglaló görög épület interieurjébe meggyőz bennünket arról, hogy mindez nem önkényes általánosítás, mert akár a megalopoliszi Thersiliont, akár a priénéi eklésiasteriont vagy a miletoszi buleuteriont nézzük, azonos térelképzelésekkel találkozunk bennük. *Megalopoliszban* a színházhoz kapcsolt gyülekezési teremben a radi-



5. ábra. Athén. Propylaia



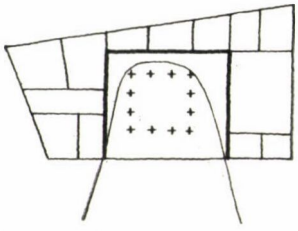
6. ábra. Megalopolisz. Thersilion

álisan elhelyezett oszlopok nem a tér közepe felé, hanem a középtől eltolódott négyzetbe koncentrálódnak. Ezáltal a tér súlypontja a színház felé csúszik el, negyedik határfala pedig részben nyitott marad a szkenotéka irányába. (6. ábra.) A belső tér „háromoldalassága" még jobban érzékelhető a *priénéi ekklésiasterionban*, ahol a lépcsőzetes ülősor nem fut körbe a teremben, hanem U alakban öleli át az oltár számára szabadon hagyott helyet, az ülőlépcsők végeit támfal zárja le és választja el a negyedik téroldal teresedő, kinyíló szakaszától. Külön kihangsúlyozza a tér felvázolt irányítottságát a három oldalán körbefutó pillérsor is. Az ekklésiasterion lényegében zárt falak közé helyezett teatralis elrendezésű nyitott tér, hasonlóan a *miletoszi tanácsházához.* Az utóbbiban a lelátó karéja és az előtte levő folyosószerű térrész még jobban elválik egymástól, mert a lépcsők végét lezáró támfal olyan magas marad, mint a legfelső ülősor szintje, a támfal tetejére pedig oszlopokat helyeztek, ezáltal mintegy „belopták" az interiőrbe a külső teret, amit a kis folyosó jelképez. A teatrális elrendezés nyílt karakterére utal a térfalakon alkalmazott ablaksor és külsőben is megismétlődő a pseudo-oszloprend is. A „reális építészeti homlokzat"[19]

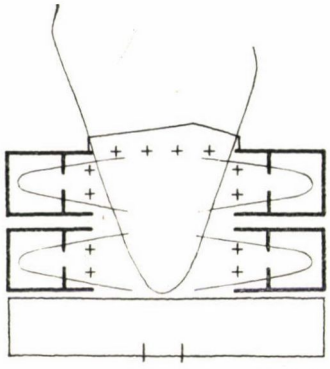
[10] W. Zschietzschmann: i. m. 11. l.

létrejöttének is egyik oka éppen az lehetett, hogy lezárták ugyan a teret, de szimbolikusan megőrizték nyíltságát a jelképes oszloprend alkalmazásával.

A görög építészeti térformálás alaptendenciájának ismeretében természetesnek tűnik, hogy fejlett térkapcsolási rendszerek a hellén architektúra kereteiben nem alakulhattak ki. Kifejlődésüket meggátolta a törekvés, hogy a tereket a *külsőből közvetlenül lehessen megközelíteni*. Bonyolult alaprajzi rendszereknél ez az igény azonban alig valósítható meg. Amikor elkerülhetetlen volt valamiféle kapcsolat megteremtése a különböző térrészek között, akkor is hű maradt a hellén építészet önmagához, mert szinte csak összeadogatta — vagy szembe vagy háttal egymásnak — nyílt karakterű téregységeit. Az ún. *„kettős templomokban"* — például a korinthusi Apolló, a Parthenon stb. — a pronaos és a cellatér kétszer szerepelt, a naosok hátfala érintkezett egymással,



7. ábra. Görög lakóház



8. ábra. Megaronokból összeépített görög lakóház. Larisa

s így a két tér külön-külön kapcsolódhatott a külvilághoz: a megoldás jobban kifejezte a görög ‚térkapcsolás' jellegét, mint a szicíliai adytonos elrendezések, amelyekben sorba következtek a helyiségek egymás után, s ami valamiféle orientális behatásnak tűnik. (A miletoszi buleuterionnál ennek fordítottja történt: az udvar három oldalát vette körül porticus, a negyediket a tanácsház kiemelkedő homlokzata zárta le — ugyanolyan meggondolásból, mint a priénéi agora negyedik oldalánál, a Hiera Stoa-nál —, és ezzel nézett szembe a buleuterion belsejében a teatralis lépcsőrendszer nyitott oldala. A két U betű itt szembefordult egymással, hasonlóan a színház theatronjának és szkenotékájának kapcsolatához.)

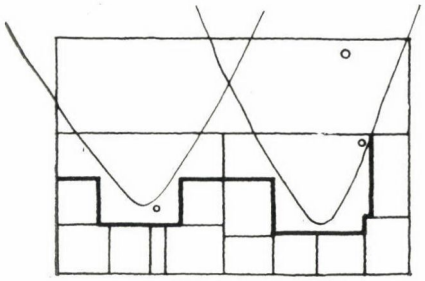
Végül említsünk fel még valami idetartozót: a legtöbb helyiségből álló épületnek, a *lakóháznak* belső térmagja, a peristyl-udvar legtöbb esetben nem teljesen körülépített, hanem csak három oldalról, a negyedik: kerítésfal (7., 8. ábra). A peristilium excentrikus elhelyezkedése a háztelken is ugyanannak a térelképzelésnek érvényesülését jelenti, nem beszélve az udvart körülvevő helyiségekről, amelyek nem egymásba nyílóak, hanem majdnem kivétel nélkül közvetlenül az udvarból közelíthetőek meg. Az előázsiai eredetű koncentrikusan elhelyezkedő udvar[11] a görög lakóházépítészetben nyitottabb karakte-

[11] E. Egli: i. m. 171. l.

rűvé lett, legkifejezőbb „hellén" formáját Piraeus terraszos házaiban nyerte el.[12] (9. ábra)

Terjesszük ki ezekután térformálási vizsgálódásainkat a görög építészet *részletképzésére* is, majd nézzük meg, hogy vannak-e a képzőművészetek világában is hasonló jelenségek, hiszen a térszemlélet általános érvényesülése bizonyíthatja egyedül az elhangzottak igazát.

A görög architektúra detail-képzésének ismert sajátsága a részletformák plasztikus kidolgozása, térbeli kiemelése. Az oszloptörzs plasztikai megjelenésének felfokozása a kanelurázás által, a párkány tagozatait borító tojássorok, gyöngysorok, szívlécek kifaragott formái stb. stb. mind valami ellentéteset jelentenek a keleti síkszerűséggel szemben. Az építészeti tér és az architektonikus részletformák plasztikai értéke korrelációban vannak egymással, és



9. ábra. Pireus. Teraszos lakóházak

nagyon valószínű, hogy a térformáló, térkompozíciókban gondolkodó korszakokban, amikor a tér egyeduralomra tör, mintha a részletformák térbelisége elsorvadna, szinte visszahúzódna a tér „nyomása" alatt (Bizánc, kései gotika). A hellén korszak nem ilyen, építészeti és képzőművészeti alkotásai állandó kontaktusban akarnak maradni a külső térrel, amely nemhogy elsenyveszti, de igényli a kibontakozást, — ezért hangsúlyos a részletformák térbelisége, testszerűsége. A jelenség rokon a képzőművészeti alkotásokban szokásossá lett perspektivikus ábrázolásmóddal. A gondolat természetesen nem új, hiszen azonos a görög művészet általános értékelésével, csupán az eddig vezető út talán nem a szokásos.

Az elmondottak érvényesek a görög szobrászat alkotásaira is. A hellén kerek szobroknak ugyanez a térigénye, mint az építészeti részleteknek, legyen az a Doryphoros, az Apoxyomenos vagy akár a Discobolos és Laokoon csoport. A görög ábrázolásművészet „forradalmi" vívmánya, a contrapostoban ábrázolt emberi alak szinte sommázza a hellén művészi gondolkodást, a tér „birtokbavételének" módját. A contrapostoban beállított szobor nem extatikus páthosszal tör előre, a mozdulatlanság és mozgás határán áll, illetve lép, és a kompozíció ilyen értelmű dualizmusa érződik az alak anatómiai kidolgozásán is. A test súlyt viselő oldalán az izmok megfeszülnek, a másikon elernyednek, a szobrász „a pihenő leengedett kezet a megfeszülő láb oldalára helyezte, így elkerülte azt, hogy az izmok minden feszültsége egyoldalon legyen."[13] A görög

[12] J. Durm: Die Baukunst der Griechen. 3. kiad. Leipzig, 1910. Abb. 461.
[13] Szilágyi János György: Görög művészet. Bp. 1954. 55. l.

„mérték" jellemző még azokra a szobrokra is, amelyekre a téma nagyobb mozgást írt elő: az Apoxyomenosnak csak egy keze lendül előre merőlegesen, a Discobolos és a Laokoon csoport dinamikáját a művész frontális beállítással mérsékelte.

A *reliefek és rajzok* (vázaképek) azonban talán még jobban kifejezik a görögöknek a térhez való viszonyát, mivel a műfaji adottságok miatt nem a szabad térbe kell helyezniök a formákat, mint a szobrászatnak, hanem teret kell ábrázolniok. Nos, a teret egyáltalán nem ábrázolják, az alakok — legyenek azok plasztikusak vagy vonalakkal rajzoltak — semlegesnek hagyott háttér előtt élnek és mozognak, a térbeliség és a perspektíva csak magára a formára korlátozódik, a mögöttes spáciumra nem. A kompozíció nem ábrázolt miliö távlatában kap értelmet, hanem a külső, való térrel való kapcsolatában, *az alakok nem határolódnak el a természetes világtól mesterségesen megformáltba, sőt apellálnak jelenlétére.* Legfeljebb egy-két tárgy — bútor, szövőszék vagy fatörzs — ad a síkábrázolásoknak bizonyos mélységi távlatot, sokszor ez is semmissé lesz a staffage ornamentális jellege miatt (Dionysos a tengeren, Ezekiás csészéje; Penelopé és Telemachos, attikai ivóedény stb.).[14]

A görög művészet térformálási tendenciája tehát az ábrázoló művészetben is érvényesül, az alkotott világ a meglevő intim kapcsolatában lesz teljessé. A római (és a Kelet befolyása alatt álló későgörög) reliefekben — hogy ellenpéldát is hozzunk — a semleges hátteret a természetes környezet rajzos mása cseréli fel, az ábrázoltak „képsíkja" nem jelenti egyben a kompozíció határát is, mint a klasszikus hellénnél, hanem a közepére kerül a megformált és természetes világ határvonalára. Így a római ábrázolásaiban kétoldalas viszonylatot teremt — befelé és kifelé — saját térszemléletének megfelelően, ugyanúgy mint a falfestészetben, ahol teret fest, nem pedig építőanyagot és burkolatot utánoz, mint a görög. (Delosi falfestmények — pompeji illuzionisztikus falfestészet.) Befejezésül még egy jelenség: a görög reliefek a legtöbb esetben nem bekeretezettek, az ábrázolások perifériái szabadon kifutók, még az architektonikus felépítésű síraedikuláknál is, amelyek keretére rátakar itt is, ott is az alakok kontúrvonala vagy a székek támlája. Ugyanannak a témának más variációja. (Hegeso síremléke.)[15]

*

Ígéretemhez híven a konkrétumok felsorakoztatása után adós vagyok a bemutatott artisztikus jelenségek szélesebb alapokon való magyarázatával: a világnézet sajátságaihoz való hozzákapcsolással, helyesebben a belőle való származtatás igazolásával.

A görög művészet világképi hátteréről szólva — mottóként álljon itt az Ilias néhány sora:

> Zeus atya, mentsd meg a ködtől hát az acháj daliákat,
> Adj tündöklő fényt, hadd lássunk már a szemünkkel:
> napfényben pedig ölj meg akár, ha a kedved akarja.

[14] Szilágyi János György: i. m. 18. 45. kép.
[15] Szilágyi János György: i. m. 48. kép.

Így szólt, s Zeus atya most megszánta a könnyeket ontót,
szétoszlatta a ködfelhőt, el is űzte azonnal:
fölragyogott a nap és az egész hadirend kiviláglott.[16]

Az idézet kifejezi a fény utáni vágyat, mint ahogy a görög művészet mindegyik alkotásában visszatükröződik valahogy a sötétségből a napvilágra lépőnek, az északról a délre érkezőnek a felszabadult szemkáprázása. Úgy tűnik, hogy ezzel rokon a következő gondolat is: a hellén ember mintha sohasem felejtette volna el a tenger megpillantásának szenzációját. Nem a tenger végtelenjét szerette, attól idegenkedett, csak a nyíltságát, hiszen a tengermosta part volt a hazája. Nem szívesen hagyta el messzire a szárazföldet: partmenti hajós volt — akár keletre vitorlázott Kisázsia felé, a szigetek láncán végig úgy, hogy egy pillanatra sem kellett szem elől tévesztenie a földet, akár nyugatra hajózott, a partok védelmet adó árnyékában. Ahogyan nem szerette a beláthatatlan tengeri távlatokat, és biztonságérzetéhez hozzátartozott, hogy mögötte a szárazföld szilárd bázisa legyen, ugyanúgy nem hatolt be a szárazföldek áttekinthetetlen mélyébe sem. A térképre vetett futó pillantás meggyőzhet bárkit arról, hogy belássa: a hellén világ élete lényegében a tenger partjain zajlott és bonyolódott, és csak a hellenizmus idején szűrődött beljebb és beljebb a szárazföldek mélyére, ahol keveredve az orientális kultúrákkal, arculata változni kezdett. Horror vacui — idézhetjük a görög művészetről már elhangzott pregnáns jellemzést, „Hass des Unbestimmten" — egészíthetjük ki ugyanezt a gondolatot más fogalmazással.[17]

A görög élet és kultúra természetközelsége érződik vallásukban és tudományukban is. A kezdeti időkben a naturához való viszony szolgai: pl. a görög templom sokszor hangoztatott beilleszkedését a természeti miliő szépségébe egyszerű kultikus igény határozta meg, hogy a szentély valamilyen szent ligetben, fa, szikla vagy villámsújtotta hely közelében emelkedjék, azon a földi helyen, ahol az istenek valaha megfordultak. (Szemléletes példája az Erechteion: az épületet Athén mithológiai múltjának emlékei: xoanon, olajfa, forrás köré formálták.)[18] A későbbiekben a természeti jelenségek racionális magyarázata azonban másfajta távlatokat is megnyitott a görög ember előtt, mert sikerült a világűrben olyan archimedesi pontot találnia, amelynek segítségével a realitásba emelhette az univerzumról elképzelteket, hiába bénította meg sokszor az idealizmus a helyes világkép kialakulását. Mint ahogyan azt a samosi Arisztarchosz is megtette, akinek megfigyelései szerint a nap és állócsillagok nem mozognak és a föld körpályán forog a nap körül.[19] A mitológiának és a rációnak ilyen dualizmusa nem elvétve jelentkezik a görög kultúrában, hanem éppen jellemző rá. Számos példa kívánkozik felelevenítésre, csak egyet: Platon a való világ jelenségeit az ideák valamiféle ködös, homályos vetületének tartja, Arisztotelész pedig eljut a funkció és forma összefüggésének meglátásához a természetben.

A görög irodalom tanulmányozása hasonló eredményekre vezet. Aiszkülosz Leláncolt Prométeusza még az emberi tudás létjogosultságának isteni jóváhagyását dramatizálja, a perzsák bukásának okát az istenekkel szembeni

[16] 17. é. 645. sortól Devecseri G. fordítása.
[17] A. Behne: i. m. 31. l.
[18] E. Egli: i. m. 171. l.
[19] B. Farrington: Tudomány az ókorban. Réz Ádám ford. Budapest, 1949. 159. l.

gőgjükkel és felfuvalkodottságukkal magyarázza. (A görög hybris-fogalom különben véleményem szerint nagyban hozzájárult a görög művészi „mérték" kialakulásához és alkalmazásához.) A görög dráma azonban alig bontakozik ki Dionysos extatikus kultuszából, társadalom-formáló eszközzé válik, Arisztofánesz vígjátékaiban pedig gunyoros társadalomkritikává. „Az arisztofáneszi vígjáték talán a legszebb, de mindenesetre a legjellemzőbb, legsajátosabb alkotása az athéni demokrácia kultúrájának, örök emléke és fényes tanúbizonysága Athén belső szabadságának."[20] „A vígjáték atyja" mindenkit kigúnyol, az isteneket is: így jut el a görög egy kultikus cselekményből fakadt játék kereteiben saját isteneinek kipellengérezéséig. S mindez többször, nem kronológiai egymásutánban történik, hanem egymás mellett, a korábban már felismert igazság visszájára is fordulhatott.

Ez az ingadozás érzékelhető a görög időszemlélet további művészeti megnyilatkozásaiban is. A szobrok és reliefek alakjait nem egy bizonyos konkrét történeti esemény ábrázolása kapcsán vonultatja fel, hanem heroizált vagy mitologizált jelenetek mögé rejti a valóban megtörténteket — Iliu persis — gigantomachiák stb. —, talán a Panathenai frízt kivéve, bár ebben sem kizárólag egyszer megtörtént valamit, hanem többször ismétlődő szokást mintáztak meg, és isteneket vegyítettek össze földi halandókkal. Az egyes szereplők pedig nem zárkóznak be egy bizonyos szubjektum fiziognómiájába, nem húzódnak egy bizonyos életkor álarca mögé — csak a fejlődés nagyon kései szakaszán —, hanem kiszabadulnak valamiféle félig időtlen, félig reális alakba, ha nem is az „általános emberibe", hiszen a kifejezésre juttatott etnikai sajátságok fémjelzik az alkotások korát, de valami efélébe — és most instinktív vagyok, épp úgy, mint mindenki, aki erről beszél, —; még ma is úgy érezzük, hogy a szép az valami olyasmi, amit a görögök formáltak és mondtak annak. Éspedig azért, mert a görög szabadságvágy még az idő korlátait is feszegette a művészetben, és az alkotásoknak ez az „időnkívüli komponense" őrizte meg, tartotta elevenen sok évszázadon keresztül a művészi kifejező erőt. Újból valami kétlaki dolog, mint a tengerpart: egyik oldalon az anatómiai hűséggel megmintázott, a nemzeti karaktert visszaadó forma realitása, — a másikon mithológia és idealizmus: kitáruló időtávlatok a múlt és a jövő felé. Még maga a görög templom is magán viseli „az idealizmus és realizmus" e kettősségének jegyeit: az évszázadokon át szinte időtlenné vált vagy idő fölöttivé érlelődött építészeti formákat az ember érzékelő képességéhez mérten alakították ki, és az érzékszervek felismert „megbízhatatlansága", korlátozottsága tudatában finomítgatták és tisztogatták (vö. optikai korrekciók).

Tegyük teljessé a görög világnézet felvázolásának kísérletét a hellén társadalom gazdasági és politikai történetének sommázásával. A lényeg ma már tisztán áll előttünk: „Rabszolgaság nélkül nem lett volna görög állam, nem lett volna görög művészet és tudomány; rabszolgaság nélkül nem lett volna római birodalom. A görögség és a római birodalom adta alap nélkül pedig nem lett volna modern Európa sem."[21] De milyen jellemzően „görög" az a tény, hogy a rabszolgaság kereteiben kialakulhatott a „demokrácia" is. Mert a görög demokrácia bármennyire is lokális érvényű volt, a hellén szabadságvágyat valósította meg, vagy legalábbis azt szimbolizálta. A hellén világ politikai dezorganizáltsága pedig — amelyet a polisok „lokálpatriotizmusa" idézett elő, s

[20] Kapoli K.—Sarkady J.: A világirodalom története. Bp. 1955. 55. l.
[21] Engels: Anti-Dühring. Szikra kiadás. 1948. 171. l.

ami a nehéz időkben is csak időlegesen szünt meg — szintén valamiféle szabadságvágyból fakadt. A görögök társadalmi és politikai szervező ereje kimerült egy-egy poliz szervezésében, minden átfogó kísérlete az egyesítésre meddő maradt a városállamok függetlenségvágya miatt. Csak Sándor, ez a félig idegen ember vonta be a görögséget nagyobb politikai koncepcióba, és vívta ki számára az akkor ismert világ felett a régen óhajtott hegemóniát, — ez a hegemónia azonban nem politikai, hanem kulturális volt. A hellenisztikus monarchiák kialakulásával azonban szünni kezdett a görög művészet egyöntetűsége, és ha karakterének alapvonásai érintetlenek is maradtak, lényeges változások indulnak e korban a képzőművészetben és az építészetben egyaránt.

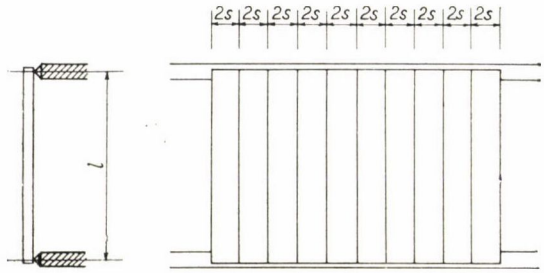
Az elmondottak talán elegendőek arra, hogy igazolják feltételezésemet: az architektonikus gondolkodásmód és formálókészség kialakításában a kor általános világképének döntő szerepe van. A görög világ nem szülhetett más architektúrát, mint amilyen maga az élete volt, vagy amilyenné formálni akarta: emberinek és szabadnak.

DR. CSONKA PÁL, a műszaki tudományok doktora

A SZABADON TÁMASZKODÓ KÉTTÁMASZÚ GERENDASOROKRÓL*

1. Bevezetés

Az építő gyakorlatban sokszor találkozunk sűrűn egymás mellé fektetett, azonos alakú elemekből álló, olyan szerkezetekkel, melyek elemei kétoldalt teljes hosszukban csuklósan kapcsolódnak egymáshoz. Ilyen szerkezetek pl. a csapos gerendafödémek, az előregyártott elemekből épített gerendafödémek,



1. ábra. Szabadon támaszkodó kéttámaszú gerendasor

a szádfalak, a lépcsők, a gördülő redőnyök stb. Az efféle szerkezeteket az alábbiak *gerendasoroknak*, azok azonos alakú elemeit *gerendáknak*, a gerendák közti csuklók tengelyvonalát pedig *vállvonalnak* nevezik (1. ábra).

Jelen tanulmány szabadon támaszkodó, kéttámaszú gerendákból álló síkbeli gerendasorokkal kíván foglalkozni. Célja e szerkezetek erőjátékát szabályozó alapösszefüggések megállapítása.

A kéttámaszú gerendasorok problémájával szerző már előzőleg [1—3] is foglalkozott, de vizsgálatai csak lépcsőkarokra, illetve T-szelvényű gerendákból álló gerendasorokra vonatkoztak. Itt szerző a feladatot általánosabb keretek között a csavaró hatások okozta alakváltozások szabatosabb figyelembevételével tárgyalja.

2. Feltevések, kikötések

Vizsgálataink vízszintes síkú oly gerendasorokra vonatkoznak, melyek gerencái súrlódásmentes csuklókkal kapcsolódnak egymáshoz. Kikötjük, hogy a gerendakeresztmetszetek a súlypontjukon átmenő függőleges tengelyre nézve

* Dr. Csonka Pál itt következő két cikke az MTA VI. Műszaki Tudományok Osztálya és az Építőipari Tudományos Egyesület által 1960. november 10-én rendezett födémankéton nagy érdeklődés mellett ismertetésre került. A tanulmányokat ezért itt együtt közöljük.

szimmetrikusak legyenek (2. ábra). Az egyes gerendákat tökéletesen rugalmas olyan rudaknak tekintjük, melyek keresztmetszeti idoma az alakváltozás során nem változik meg. Feltesszük, hogy a gerendák vállvonalai oldalirányban nem mozdulnak el, az alakváltozások pedig oly kicsinyek, hogy a hajlító- és csavarónyomatékok előidézte alakváltozások egymástól függetlenül mehetnek

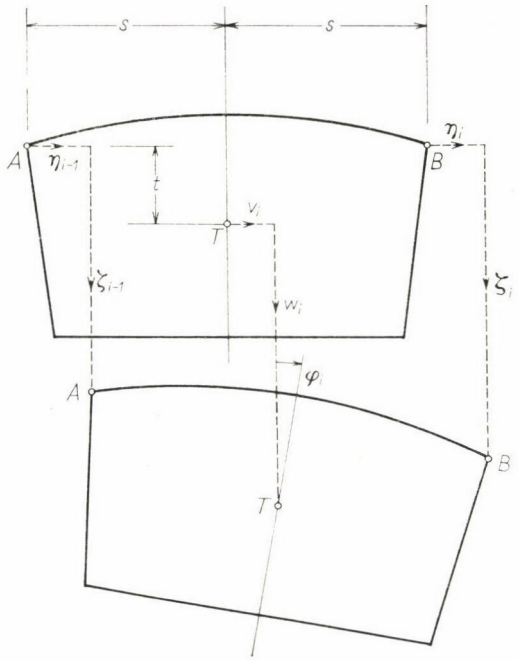


2. ábra. Gerendasor keresztmetszete

végbe. A nyíróerők okozta alakváltozásoktól eltekintünk, s feltesszük, hogy a keresztmetszetek kiöblösödésének gátolt volta a gerendák erőjátékát csak elhanyagolhatóan kis mértékben befolyásolja.

3. *A feladat alapegyenlete*

A technikai rugalmasságtan [4] tanítása szerint az egyenes tengelyű rúd keresztmetszetén két jellegzetes pont különböztethető meg: az *S súlypont*



3. ábra. Az i-edik gerenda keresztmetszete alakváltozás előtt és után

és a *T csavarási középpont*. E két ponton átmenő alkotóirányú egyenesek: a rúd *hajlítási tengelye* (szilárdsági tengelye) és a rúd *csavarási tengelye*.

Ha a rúdra a csavarási tengelyen átmenő, e tengelyre merőleges erők hatnak, a rúd meggörbül, de a rúd hajlítási tengelyébe eső szál hossza nem szen-

ved változást. Ha a rúdra csavaró erőpárok működnek, a rúd elcsavarodik, de a csavarási tengelybe eső szál egyenes marad.

A különböző gerendakeresztmetszetek megjelölésére a keresztmetszeteknek az egyik támaszkeresztmetszettől mért x távolságát mint koordinátát használjuk. A gerendák támaszközét l betűvel jelöljük. A födém gerendáit, valamint a vállvonalakat sorszámozással látjuk el.

Ragadjuk ki a födém i-edik gerendáját. Ennek bal-, illetve jobboldali vállvonala az (i—1)-edik, illetve i-edik vállvonal. Jellemezzük az említett vállvonalakon fekvő pontoknak a terhelés hatására bekövetkező vízszintes elmozdulását (3. ábra) az $\eta_{i-1} = \eta_{i-1}(x)$ és $\eta_i = \eta_i(x)$ elmozdulásfüggvényekkel, s legyen ugyanezen pontok függélyes elmozdulása: $\zeta_{i-1} = \zeta_{i-1}(x)$ és $\zeta_i = \zeta_i(x)$.

A gerendák *alakváltozását* két alakváltozási részletből képzelhetjük összetettnek: a) oly hajlításból, melynek semleges tengelye az S súlyponton megy át és b) a csavarási tengely körül végbemenő elcsavarodásból [4]. Az első alakváltozási részletet a csavarási tengelyen fekvő pontok $v_i = v_i(x)$ és $w_i = w_i(x)$ elmozdulásalkotóival (3. ábra), a másodikat pedig a $\varphi_i = \varphi_i(x)$ elcsavarodási szöggel jellemezzük. A vállvonalon fekvő A és B *vállpontok* elmozdulása az első alakváltozási részlet során

$$\eta_{i-1} = v_i\,, \qquad \eta_i = v_i\,,$$

$$\zeta_{i-1} = w_i\,, \qquad \zeta_i = w_i\,,$$

a második alakváltozási részlet során pedig

$$\eta_{i-1} = +t\,\varphi_i\,, \quad \eta_i = +t\,\varphi_i\,,$$

$$\zeta_{i-1} = -s\,\varphi_i\,, \quad \zeta_i = +s\,\varphi_i\,.$$

Végeredményben az A és B pontok elmozdulása a két alakváltozási részlet együttese:

$$\eta_{i-1} = v_i + t\,\varphi_i\,, \qquad \eta_i = v_i + t\,\varphi_i\,,$$

$$\zeta_{i-1} = w_i - s\,\varphi_i\,, \qquad \zeta_i = w_i + s\,\varphi_i\,.$$

Innen az

$$\eta_{i-1} = \eta_i = 0$$

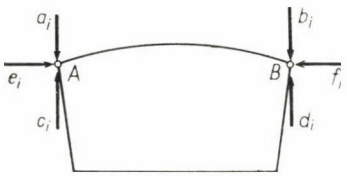
kikötés figyelembevételével

$$v_i = \frac{t}{2s}(\zeta_{i-1} - \zeta_i)\,, \tag{1}$$

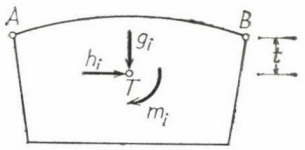
$$w_i = \frac{1}{2}(\zeta_{i-1} + \zeta_i)\,, \tag{2}$$

$$\varphi_i = -\frac{1}{2s}(\zeta_{i-1} - \zeta_i)\,. \tag{3}$$

A gerendákra ható *külső erőket* a vállvonalak mentén működő erőkomponensekkel helyettesítjük. E megoszló erők fajlagos értékét a 4. ábra szerint az $a_i = a_i(x)$ és $b_i = b_i(x)$ függvényekkel jellemezzük. Ugyanitt a gerendákra ható *belső erők* fajlagos értéke: $c_i = c_i(x)$, $d_i = d_i(x)$, $e_i = e_i(x)$ és $f_i = f_i(x)$.



4. ábra. A gerendára ható külső és belső erők



5. ábra. A helyettesítő erőhatások

Mindezek a külső és belső erők a gerendakeresztmetszet T pontjára ható következő erőkomponensekkel helyettesíthetők (5. ábra):

$$h_i = e_i - f_i\,, \tag{4}$$

$$g_i = a_i + b_i - c_i + d_i\,, \tag{5}$$

$$m_i = (-a_i + b_i + c_i + d_i)\,s + (e_i - f_i)\,t\,. \tag{6}$$

Ámde a technikai rugalmasságtan tanítása szerint az alakváltozási és terhelési állapot jellemzői közt a következő összefüggések állanak fenn:

$$v_i'''' = \frac{1}{EI_2}\,h_i\,, \tag{7}$$

$$w_i'''' = \frac{1}{EI_1}\,g_i\,, \tag{8}$$

$$\varphi_i'' = -\frac{1}{GI}\,m_i\,. \tag{9}$$

E képletekben EI_1, illetve EI_2 a gerendák hajlító merevségét fejezi ki függélyes, illetve vízszintes síkú hajlítással szemben, GI a gerendák csavaró merevségét jelöli, a vessző-index pedig x-szerinti differenciálást jelent.

Ha a (7)—(9) képletekbe a (4)—(6) összefüggéseket behelyettesítjük, az (1)—(3) alattiak figyelembevételével a következő összefüggéseket kapjuk:

$$e_i - f_i = \frac{t\,EI_2}{2\,s}(\zeta''''_{i-1} - \zeta''''_i)\,, \tag{10}$$

$$a_i + b_i - c_i + d_i = \frac{EI_1}{2}(\zeta''''_{i-1} + \zeta''''_i)\,, \tag{11}$$

$$(-a_i + b_i + c_i + d_i)\,s + (e_i - f_i)\,t = \frac{G\bar{I}}{2\,s}(\zeta''_{i-1} - \zeta''_i)\,. \tag{12}$$

Ámde a (12) egyenletet (10) behelyettesítésével így is írhatjuk:

$$-a_i + b_i + c_i + d_i = \frac{G\bar{I}}{2\,s^2}(\zeta''_{i-1} - \zeta''_i) - \frac{t^2\,EI_2}{2\,s^2}(\zeta''''_{i-1} - \zeta''''_i)\,.$$

Ebben, valamint a (11) egyenletben a belső erők jellemzői közül csak c_i és d_i szerepel, így az említett két egyenletből c_i és d_i kifejezhető:

$$c_i = +a_i - \left(\frac{EI_1}{4} + \frac{t^2\,EI_2}{4\,s^2}\right)\zeta''''_{i-1} - \left(\frac{EI_1}{4} - \frac{t^2\,EI_2}{4\,s^2}\right)\zeta''''_i + \frac{G\bar{I}}{4\,s^2}(\zeta''_{i-1} - \zeta''_i)\,, \tag{13}$$

$$d_i = -b_i + \left(\frac{EI_1}{4} - \frac{t^2\,EI_2}{4\,s^2}\right)\zeta''''_{i-1} + \left(\frac{EI_1}{4} + \frac{t^2\,EI_2}{4\,s^2}\right)\zeta''''_i + \frac{G\bar{I}}{4\,s^2}(\zeta''_{i-1} - \zeta''_i)\,. \tag{14}$$

Természetesen az imént levezetett két egyenlethez hasonló két egyenlet állítható fel az $(i+1)$-edik gerendára is:

$$c_{i+1} = +a_{i+1} - \left(\frac{EI_1}{4} + \frac{t^2\,EI_2}{4\,s}\right)\zeta''''_i - \left(\frac{EI_1}{4} - \frac{t^2\,EI_2}{4\,s^2}\right)\zeta''''_{i+1} + \frac{G\bar{J}}{4\,s^2}(\zeta''_i - \zeta''_{i+1})\,, \tag{15}$$

$$d_{i+1} = -b_{i+1} + \left(\frac{EI_1}{4} - \frac{t^2\,EI_2}{4\,s^2}\right)\zeta''''_i + \left(\frac{EI_1}{4} + \frac{t^2\,EI_2}{4\,s^2}\right)\zeta''''_{i+1} + \frac{G\bar{I}}{4\,s^2}(\zeta''_i - \zeta''_{i+1})\,. \tag{16}$$

Ez ideig nem voltunk tekintettel arra, hogy a szomszédos gerendák közös vállvonalán a belső erők függélyes alkotóinak, mint akciónak és reakciónak, egymással egyenlőknek kell lenniük. Ezek szerint az i-edik és $(i + 1)$-edik gerenda közös vállvonalán — az i-edik vállvonalon — a következő feltételnek kell teljesednie:

$$d_i = c_{i+1} .$$

Ha ebbe az egyenletbe a (14) és (15) összefüggést behelyettesítjük, azt találjuk, hogy

$$EI_1 \zeta_i'''' + \left(\frac{EI_1}{4} - \frac{t^2 EI_2}{4 s^2}\right)(\zeta_{i-1}'''' - 2\zeta_i'''' + \zeta_{i+1}'''') +$$

$$+ \frac{G\bar{I}}{4 s^2}(\zeta_{i-1}'' - 2\zeta_i'' + \zeta_{i+1}'') = q_i . \tag{17}$$

Itt q_i a két szomszédos gerendából a közös i-edik vállvonalra jutó fajlagos terhet jelenti:

$$q_i = a_{i+1} + b_i . \tag{18}$$

A gerendasor problémájának megoldásához a (17) egyenletet — *a feladat alapegyenletét* — a gerendasor minden egyes közbenső vállvonalára különkülön fel kell állítani, s az így nyert egyenletekből az ismeretlen $\zeta_i = \zeta_i(x)$ értékeket meg kell határozni.

4. A feladat megoldása általában

A vállvonalra ható terheket kifejező $q_i = q_i(x)$ függvényeket oly Fourier-féle sorokba fejtjük, melyek m-edik tagja

$$q_{im} = Q_{im} \sin \frac{m \pi x}{l} , \qquad Q_m = \text{const} . \tag{19}$$

Ugyanilyen felépítésű tagokra bontjuk fel a $\zeta_i = \zeta_i(x)$ elmozdulás függvényeket is. E sorok m-edik tagja tehát:

$$\zeta_{im} = Z_{im} \sin \frac{m \pi x}{l} , \qquad Z_{im} = \text{const} . \tag{20}$$

A fent leírt módon eljárva, a ζ_{im} elmozdulásfüggvények eleve megfelelnek a feladat kezdeti feltételeinek, nevezetesen

$$\zeta_{im}(0) = \zeta_{im}(l) = 0 ,$$

$$\zeta_{im}''(0) = \zeta_{im}''(l) = 0 .$$

Így immár csak azt kell biztosítanunk, hogy a (20) elmozdulásfüggvények az alapegyenletnek is megfeleljenek. Evégett helyettesítsük be a (19) és (20)

alattiakat a (17) egyenletbe. Ez alkalommal, az egyszerűsítés után, azt találjuk, hogy az alapegyenlet teljesedésének feltétele:

$$4 Z_{im} + \left(1 - \frac{t^2 EI_2}{s^2 EI_1} - \frac{l^2 G\bar{I}}{m^2 \pi^2 s^2 EI_1}\right) \cdot$$

$$\cdot (Z_{i-1,m} - 2 Z_{im} + Z_{i+1,m}) = \frac{4 Q_m l^4}{m^4 \pi^4 EI_1} . \tag{21}$$

Ha még bevezetjük a

$$k_m \equiv \left(\frac{t^2 EI_2}{s^2 EI_1} + \frac{l^2 G\bar{I}}{m^2 \pi^2 s^2 EI_1}\right)^{\frac{1}{2}} > 0 , \tag{22}$$

$$Z^*_{im} \equiv \frac{Q_{im} l^4}{m^4 \pi^4 EI_1} \tag{23}$$

jelölést, a (21) egyenletet így is fogalmazhatjuk:

$$(1 - k_m^2) Z_{i-1,m} + 2 (1 + k_m^2) Z_{im} + (1 - k_m^2) Z_{i+1,m} = 4 Z^*_{im} . \tag{24}$$

Ennek az egyenletnek valamennyi közbenső vállvonalra teljesednie kell.

A Z_{im} értékek a (24) lineáris differenciaegyenletből számíthatók ki. Ezek birtokában az egyes Fourier-tagoknak megfelelő elmozdulásokat a (20) egyenlettel, a teljes terhelésnek megfelelő elmozdulásokat pedig az egyes Fourier-tagoknak megfelelő elmozdulások összegezésével számíthatjuk. Ezek után a gerendák igénybevételét a technikai rugalmasságtan ismert képleteivel állapíthatjuk meg.

IRODALOM

[1.] *Csonka, P.* : Über frei aufliegende, längs eines einzigen Zwischenbalkens belastete Balkenketten. *Beton und Eisen* 35 (1936), pp. 187—195.

[2.] *Csonka P.* : Horonnyal kapcsolt tömblépcsőfokok erőjátéka. *A MTA Műsz. Tud. Oszt. Közleményei,* 19 (1956), pp. 257—264.

[3.] *Csonka, P.* : Stress Analysis of Block Steps with Grooved Joints. *Acta Technica* 16 (1957), pp. 195—204.

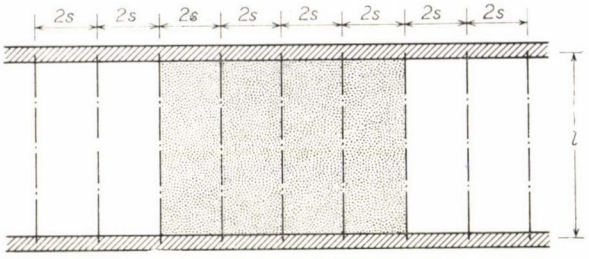
[4.] *Föppl, A—Föppl, L.* : Drang u. Zwang. Eine höhere Festigkeitslehre für Ingenieure. II. kötet, 2. kiadás. pp. 121—130. München—Berlin (1928) R. Oldenbourg.

DR. CSONKA PÁL, a műszaki tudományok doktora

ELJÁRÁS FÖDÉMEKEN VÉGZETT PRÓBATERHELÉSEK KIÉRTÉKELÉSÉRE

1. Bevezetés

Födémek próbaterhelése alkalmával általában a födémeknek csak egy kisebb terjedelmű szakaszát terhelik meg (1. ábra), s e födémszakasznak a szomszédos terheletlen födémrészekkel való kapcsolatát nem szüntetik meg. Emiatt a födémre felhordott terheknek egy része a terhelt födémszakaszról a terheletlen födémrészekre vivődik át, s kérdésessé válik, hogy ily körülmények között



1. ábra. Próbaterhelésnek alávetett födém. (A terhelt födémrész pontozással van megjelölve.)

az egyes gerendák a felhordott terhek milyen hányadát hordják. Ez a kérdés aránylag egyszerűen eldönthető, ha a próbaterhelés alkalmával a terhelt és terheletlen gerendák lehajlását mérés útján megállapítják. Ha ezt a műveletet elmulasztják, akkor a teherelosztás kérdése utólagosan csak körülményes számításokkal tisztázható. Az alábbiak ez utóbbi esetben alkalmazható számító eljárást mutatnak be.

2. Feltevések, jelölések

A feladat egyszerűsítése érdekében a vizsgálandó födémet gerendasornak tekintjük [1], tehát a szomszédos gerendák között azok teljes hosszában csuklószerű kapcsolatot tételezünk fel (2. ábra). E gerendasor gerendáira itt is érvé-



2. ábra. Gerendasor metszete

nyesnek tekintjük az [1] dolgozatban tett kikötéseket. Feltételezzük továbbá, hogy a megterhelt födémmezőktől jobbra is, meg balra is még végtelen sok hasonló, de terheletlen födémmező következik.

3. *Alapösszefüggések*

A szabadon támaszkodó kéttámaszú gerendasorok elméletét az [1] dolgozat tisztázta. E dolgozat (17)—(18) képletei szerint a gerendasor közbenső vállvonalain az

$$EI_1 \zeta_i'''' + \left(\frac{EI_1}{4} - \frac{t^2 EI_2}{4 s^2}\right)(\zeta_{i-1}'''' - 2\zeta_i'''' + \zeta_{i+1}'''') + \\ + \frac{G\bar{I}}{4 s^2}(\zeta_{i-1}'' - 2\zeta_i'' + \zeta_{i+1}'') = q_i \qquad (1)$$

differenciaegyenletnek kell teljesednie.

Minthogy az (1) differenciaegyenlet zárt alakban általában nem oldható meg, a $q_i = q_i(x)$ teherfüggvényeket oly Fourier-sorokba bontjuk, melyek m-edik tagja:

$$q_{im} = Q_{im} \sin \frac{m \pi x}{l}, \qquad Q_{im} = \text{const}. \qquad (2)$$

Hasonló felépítésű tagokra bontva fel a $\zeta_i = \zeta_i(x)$ elmozdulásfüggvényeket is, a sorfejtések m-edik tagja:

$$\zeta_{im} = Z_{im} \sin \frac{m \pi x}{l}, \qquad Z_{im} = \text{const}. \qquad (3)$$

Ezek a ζ_{im} értékek a feladat kezdeti feltételeinek mindenben megfelelnek, az (1) differenciaegyenletet azonban csak akkor elégítik ki, ha a Z_{im} együtthatókra nézve az

$$(1 - k_m^2)(Z_{i-1,m} + Z_{i+1,m}) + 2(1 + k_m^2) Z_{im} = 4 Z_{im}^*$$

feltétel teljesül, ahol

$$k_m \equiv \left(\frac{t^2 EI_2}{s^2 EI_1} + \frac{l^2 G\bar{I}}{m^2 \pi^2 s^2 EI_1}\right)^{\frac{1}{2}}, \qquad (5)$$

$$Z_{im}^* \equiv \frac{Q_{im} l^4}{m^4 \pi^4 EI_1}. \qquad (6)$$

Megjegyezzük, hogy az itt szereplő Z_{im}^* érték nem más, mint a hajlítási tengelyen átmenő függélyes síkban q_{im} megoszló teherrel megterhelt, a szomszédaitól függetlenített gerenda abszolút értékre nézve legnagyobb lehajlása.

A fenti összefüggések birtokában az alábbiakban a szabadon támaszkodó kéttámaszú gerendasor problémájának megoldásával foglalkozunk. Először az egyetlen vállvonal mentén, majd az egyidejűleg több vállvonal mentén terhelt gerendasor esetét tárgyaljuk.

4. *Egyetlen vállvonal mentén működő, szinuszvonal szerint megoszló teher esete*

Legyen a födémnek csak egyetlenegy vállvonala — a 0-jelű vállvonal — terhelt, mégpedig szinusz vonal szerint megoszló teherrel. Legyen itt a ter-

helés intenzitása, melyet ez esetben q_{0m} helyett egyszerűen q_m betűvel jelölünk:

$$q_m = Q_m \sin \frac{m \pi x}{l} .$$

Ebben a különleges esetben a (4) egyenlet

$$(1 - k_m^2)(Z_{i-1,m} + Z_{i+1,m}) + 2(1 + k_m^2) Z_{im} = \begin{cases} 0 \; ; & (i \neq 0) \\ 4 Z_m^* \; ; & (i = 0) \end{cases} \tag{7}$$

alakban írható, ahol

$$Z_m^* \equiv \frac{Q_m l^4}{m^4 \pi^4 E I_1} . \tag{8}$$

Itt Z_m^* azzal az abszolút értékre legnagyobb lehajlással egyenlő, mely akkor áll elő, ha a szomszédaitól függetlenített gerendát a hajlítási tengelyen átmenő függélyes síkban q_m teherrel megterheljük.

A (7) differenciaegyenlet megoldása során három esetet különböztetünk meg.

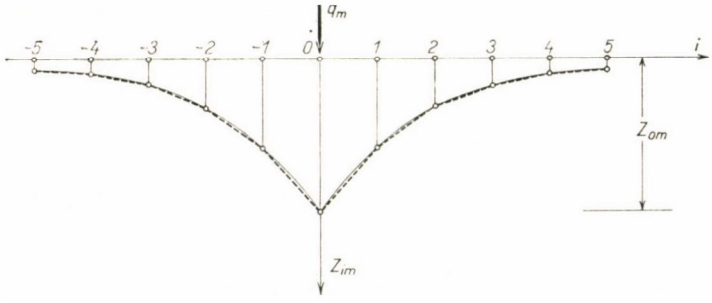
1. *eset* : $k_m > 1$. Ilyenkor, egyszerű próbával igazolhatóan, a (7) differenciaegyenlet megoldása:

$$Z_{im} = a_{im} Z_m^* . \tag{9}$$

Itt

$$a_{im} \equiv \frac{1}{k_m} \left(\frac{k_m - 1}{k_m + 1} \right)^{|i|} . \tag{10}$$

E képletek szerint a födém adott keresztmetszetén a vállpontok elmozdulása oly törtvonallal jellemezhető, melynek sarokpontjai (a gerendák vállpontjai) két exponenciális görbén fekszenek (3. ábra). A két görbe a Z_{im} tengelyre



3. ábra. A vállpontok elmozdulása a $k_m > 1$ esetben

nézve szimmetrikusan helyezkedik el. A legnagyobb elmozdulás az $i = 0$ vállvonal helyén adódik. Itt

$$Z_{om} = \frac{Z_m^*}{k_m} .$$

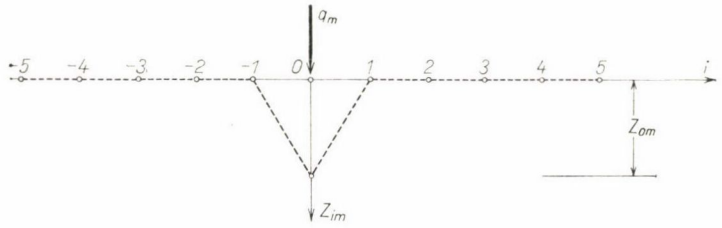
2. *eset* : $k_m = 1$. Ebben az esetben a Z_{im} lehajlás a (7) egyenletből közvetlenül számítható:

$$Z_{im} = a_{im} Z_m^* , \tag{11}$$

ahol

$$\alpha_{im} \equiv \begin{cases} 0\,; & (i \neq 0)\,, \\ 1\,; & (i = 0)\,. \end{cases} \tag{12}$$

Most a vállpontok elmozdulása a 4. ábrán bemutatott törtvonallal jellemezhető. Mint az ábrából látható, a szóban forgó esetben csak a terhelt vállvonallal szomszédos két gerenda görbül meg, a többi egyenes marad.



4. ábra. A vállpontok elmozdulása a $k = 1$ esetben

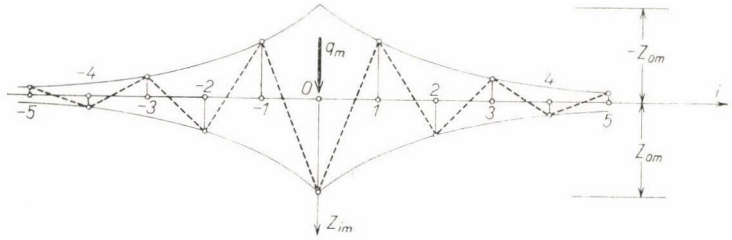
3. eset : $k_m < 1$. Ilyenkor, miként az 1. esetben is,

$$Z_{im} = \alpha_{im} Z_m^*, \tag{13}$$

ahol

$$\alpha_{im} \equiv \frac{1}{k_m} \left(\frac{k_m - 1}{k_m + 1} \right)^{|i|}. \tag{14}$$

Most azonban $k_m - 1 < 0$, úgyhogy $k_m - 1$ egymás után következő hatványai felváltva ellentett előjelűek. Ezért aztán a vállpontok elmozdulását most az 5. ábrán látható zegzugos vonallal jellemezhetjük. E törtvonal sarok-



5. ábra. A vállpontok elmozdulása a $k_m < 1$ esetben

pontjai négy exponenciális görbén fekszenek. A szóban forgó görbék együttese az $i = 0$ és $Z_{im} = 0$ tengelyre szimmetrikus. A Z_{im} tengelyen a metszéspontok ordinátái:

$$Z_{0m} = \pm \frac{Z_m^*}{k_m}.$$

5. Egyetlen vállvonal mentén működő egyenletesen megoszló teher esete

Működjék a födém 0-jelű vállvonala mentén

$$q = q(x) = \text{const}$$

intenzitású megoszlóteher, a többi vállvonal legyen terheletlen.

A q teher okozta vállelmozdulások meghatározásához a $q(x)$ teherfüggvényt Fourier-féle sorba fejtjük:

$$q(x) = \frac{4q}{\pi}\left(\sin\frac{\pi x}{l} + \frac{1}{3}\sin\frac{3\pi x}{l} + \frac{1}{5}\sin\frac{5\pi x}{l} + \ldots\right).$$

E sorfejtés minden egyes tagja egy-egy olyan terhelési részletnek felel meg, aminővel 4. alatt foglalkoztunk. Az m-edik terhelési részlet pl.:

$$q_m = q_m(x) = Q_m \sin\frac{m\pi x}{l}, \tag{15}$$

ahol

$$Q_m \equiv \frac{4q}{m\pi}. \tag{16}$$

Az egyes terhelési részleteknek megfelelő Z_{im} tényezők a (9), (14), illetve (16) alattiak értelmében a

$$Z_{im} = a_{im} Z_m^* \tag{17}$$

keplettel határozhatók meg. E képletben szereplő Z_m^* érték a (16) alattiak figyelembevételével a (8) képlet szerint számítható, tehát

$$Z_m^* = \frac{Q_m l^4}{m^4 \pi^4 EI_1} = \frac{4ql^4}{m^5 \pi^5 EI_1}, \tag{18}$$

az a_{im} tényező értéke pedig a (10), (15), illetve (17) alattiak alapján szerkesztett 1. táblázatból vehető ki.

1. táblázat. Az a_{im} tényező értéke

	$i \neq 0$	$i = 0$
$k_m \leqslant 1$	$\frac{1}{k_m}\left(\frac{k_m - 1}{k_m + 1}\right)^{\lvert i\rvert}$	$\frac{1}{k_m}\left(\frac{k_m - 1}{k_m + 1}\right)^{\lvert i\rvert}$
$k_m = 1$	0	1

Ismervén az egyes terhelési részleteknek megfelelő Z_i értékeket, az i-edik vállvonal pontjainak a teljes terhelés hatására bekövetkező elmozdulása így számítható:

$$Z_i = a_{i1} Z_1^* + a_{i3} Z_3^* + a_{i5} Z_5^* + \ldots .$$

Így az i-edik vállvonalak elmozdulása az $x = l/2$ helyen

$$\zeta_i = a_{i1} Z_1^* - a_{i3} Z_3^* + a_{i5} Z_5^* - + \ldots . \tag{19}$$

Az egyes terhelési részletekből származó *hajlítónyomatékok* a technikai rugalmasságtan ismert képlete szerint számíthatók. Pl. az i-edik gerenda

közép keresztmetszetében az m-edik terhelési részlet hatására keletkező hajlítónyomaték

$$M_{im} = \frac{EI_1}{2}\left[\zeta''_{i-1}(l/2) + \zeta''_i(l/2)\right] = (-1)^{\frac{m-1}{2}} \frac{m^2\pi^2 EI_1}{2l^2}\left(Z_{i-1,m} + Z_{im}\right) =$$

$$= (-1)^{\frac{m-1}{2}} \frac{m^2\pi^2 EI_1}{2l^2}\left(\alpha_{i-1,m} + \alpha_{im}\right) Z^*_m .$$

Innen az

$$M^*_m \equiv \frac{m^2\pi^2 EI_1}{l^2} Z^*_m = \frac{4ql^2}{m^3\pi^3} , \tag{20}$$

$$\beta_{im} \equiv \frac{\alpha_{i-1,m} + \alpha_{im}}{2} \tag{21}$$

jelöléssel

$$M_{im} = (-1)^{\frac{m-1}{2}} \beta_{im} M^*_m . \tag{22}$$

Az utóbbi képletben M^*_m nem más, mint a szomszédaitól függetlenített, a középsíkjában $q_m = q_m(x)$ megoszló teherrel terhelt gerenda abszolút értékre legnagyobb hajlító nyomatéka.

Ezek után a teljes terhelés által az i-edik gerenda középkeresztmetszetében ébresztett nyomaték már egyszerűen számítható:

$$M_i(l/2) = \beta_{i1} M^*_1 - \beta_{i3} M^*_3 + \beta_{i5} M^*_5 - + \ldots . \tag{23}$$

6. Egyidejűen több vállvonal mentén működő teher esete

Ha a födém egyidejűleg több vállvonal mentén van terhelve, a feladatot részletekben oldjuk meg. Ilyenkor meg kell állapítanunk, hogy a vizsgált vállvonal helyén minő lehajlás, illetve a vizsgált gerendában mekkora hajlító nyomaték keletkezik, ha sorra csak az első, csak a második, csak a harmadik stb. vállvonal van terhelve. E lehajlás-, illetve nyomaték-érték összege adja meg a vizsgált vállvonal keresett lehajlását, illetve a vizsgált gerenda keresett hajlító nyomatékát.

*7. Számpéldák**

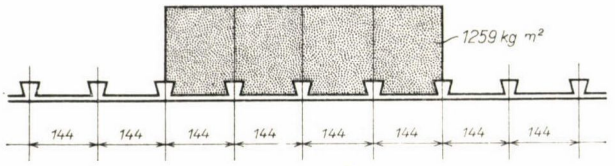
1. Számpélda

Az alábbiak egy, a gyakorlatban valóban felmerült eset kapcsán kívánják a fenti számítások alkalmazását bemutatni. A szóban forgó esetben egy kiégett födém utólagos helyreállításáról volt szó. A terveket a kivitelező vállalat készítette, s utólag, a födém megépítése után derült ki, hogy a tervek nem felelnek meg a szabályzatoknak. A vállalat próbaterheléssel kívánta igazolni, hogy a födém ezek ellenére is elbírja a rendeltetésszerű terhelést. Ezért a födém négy mezejét a még hiányzó önsúlynak és az előírt hasznos tehernek meg-

* Szerző ez úton fejezi ki köszönetét *Peredy József* tudományos munkatársnak a számpéldák gondos kidolgozásáért.

felelőleg 1259 kg/m² teherrel megterhelte (6. ábra), de a terhelt födémszakasznak a szomszédos födémrészekkel való kapcsolatát nem szüntette meg. A próbaterhelés alkalmával csak a középső gerendának és két szomszédjának a lehajlását mérték. Minthogy az adott körülmények közt nem lehetett megállapítani, hogy a felhordott teherből mennyi jutott a leginkább igénybe vett középső gerendára, számításokkal kellett a kérdést tisztázni.

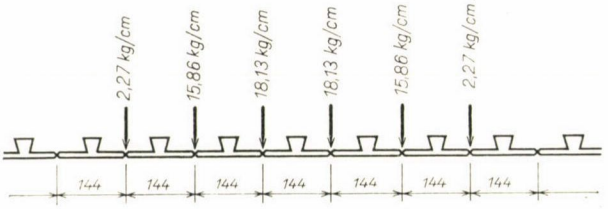
A szóban forgó esetben meglevő vastartók közé épített vasbeton födém-



6. ábra. A próbaterhelt födém metszete

ről volt szó. A födém fesztávolsága $l = 990$ cm volt. A födémgerendák osztástávolsága $2s = 144$ cm-t tett ki.

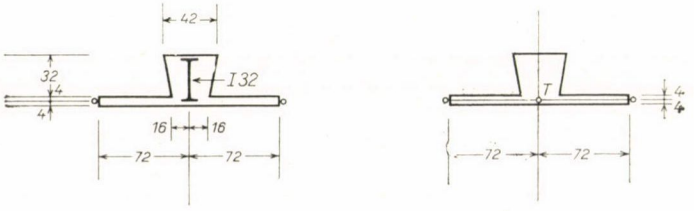
Az ellenőrző számítás során a födémmezők középvonala mentén a lemez félvastagságában csuklókat tételeztünk fel, tehát a födémet gerendasornak



7. ábra. A felhordott teher helyettesítése a vállvonalak mentén ható terhekkel

tekintettük. Ugyanakkor a tényleges terhek helyett a vállvonalak mentén működő terheket feltételeztünk (7. ábra).

A gerendák keresztmetszetét, a vállvonalak helyét, valamint a T csavarási középpont feltételezhető helyzetét [2] a 9. ábra tünteti fel.



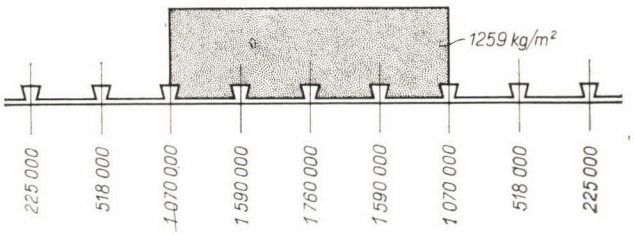
8. ábra. A födémgerendák keresztmetszete

A számítás során az acélgerenda rugalmassági állandóit

$$E_a = 2\,100\,000 \text{ kg/cm}^2, \quad G_a = 810\,000 \text{ kg/cm}^2$$

értékkel, a betonét pedig

$$E_b = 275\,000 \text{ kg/cm}^2, \quad G_b = 137\,500 \text{ kg/cm}^2$$



9. ábra. A T csavarási középpont helyzete

értékkel vettük számításba. A merevségi tényezőket az acél- és betongerenda merevségi tényezőinek összegezésével állapítottuk meg:

$$EI_1 = E_a I_a + E_b I_b = 2\,100\,000 \cdot 13\,980 + 275\,000 \cdot 375\,000 = \\ = 12{,}76 \cdot 10^{10} \text{ kg cm}^2,$$

$$G\bar{I} = G_a \bar{I}_a + G_b \bar{I}_b = 810\,000 \cdot 81 + 137\,500 \cdot 305\,000 = 4{,}20 \cdot 10^{10} \text{ kg cm}^2.$$

Minthogy esetünkben $t = 0$, a képletekben szereplő k_m tényezők értékét az (5) képlet helyett egyszerűen a

$$k_m = \frac{l}{m\pi s}\left(\frac{GI_0}{EI_1}\right)^{\frac{1}{2}}$$

képlettel számíthattuk. Ezek szerint az $m = 1, 3, 5, \ldots$ esetben

$$k_1 = 2{,}511,$$

$$k_3 = 0{,}837,$$

$$k_5 = 0{,}502,$$

E k_m értékeknek megfelelő a_{im} értékek az 1. táblázatbeli képletekkel állapíthatók meg. A számítás eredményét a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat. Az a_{im} tényezők értéke

	$i = 0$	$i = \pm 1$	$i = \pm 2$	$i = \pm 3$	$i = \pm 4$	$i = \pm 5$	$i = \pm 6$	$i = \pm 7$	.....
$m = 1$	0,3982	0,1714	0,0738	0,0318	0,0137	0,0059	0,0025	0,0011	....
$m = 3$	1,1946	—0,1059	0,0094	—0,0008	0,0001	—0,0000	0,0000	—0,0000	....
$m = 5$	1,9908	—0,6596	0,2185	—0,0724	0,0240	—0,0079	0,0026	—0,0009	....
.....	....	.....	.....	.....	....	.....	....	.....	....

Viszont a β_{im} tényezők a (21) képlet segítségével határozhatók meg. A számítás eredményét a 3. tábtázatba foglaltuk.

3. táblázat. A β_{im} tényezők értéke

	$i = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$	$i = \begin{cases} 2 \\ -1 \end{cases}$	$i = \begin{cases} 3 \\ -2 \end{cases}$	$i = \begin{cases} 4 \\ -3 \end{cases}$	$i = \begin{cases} 5 \\ -4 \end{cases}$	$i = \begin{cases} 6 \\ -5 \end{cases}$	$i = \begin{cases} 7 \\ -6 \end{cases}$	.....
$m = 1$	0,2848	0,1226	0,0528	0,0228	0,0098	0,0042	0,0018	....
$m = 3$	0,5444	—0,0482	0,0043	—0,0004	0,0000	—0,0000	0,0000	....
$m = 5$	0,6656	—0,2206	0,0731	—0,0242	0,0081	—0,0027	0,0009	....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	....

A Z_m^* és M_m^* értékekre a (18), illetve (20) képletek alapján a 4. táblázatba foglalt értékeket kaptuk:

4. táblázat. A Z_m^* és M_m^* értékek

	Z_m^*	M_m^*
$m = 1$	0,0984 q	126 400 q
$m = 3$	0,0004 q	4 700 q
$m = 5$	0,0000 q	1 000 q
.....	.....	.....

Most már minden adat rendelkezésünkre áll a vállvonalak lehajlásának, illetve a gerendák nyomatékának számításához.

Először csak az egyik — a 0-jelű — vállvonalat képzeljük megterheltnek. Legyen itt a 10. ábrának megfelelőleg a megoszló teher fajlagos értéke $q = 18{,}13$ kg/cm. A vállvonalak középpontjának e terhelés hatására bekövetkező lehajlása a (19) képlettel határozható meg. A számítás eredménye a 2. és 4. táblázat számértékeinek felhasználásával:

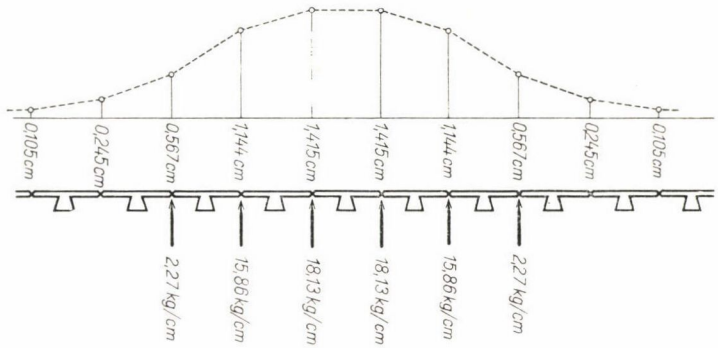
$$Z_0 = 0{,}7027 \text{ cm}, \qquad Z_{\pm 4} = 0{,}0245 \text{ cm},$$
$$Z_{\pm 1} = 0{,}3061 \text{ cm}, \qquad Z_{\pm 5} = 0{,}0105 \text{ cm},$$
$$Z_{\pm 2} = 0{,}1317 \text{ cm}, \qquad Z_{\pm 6} = 0{,}0045 \text{ cm},$$
$$Z_{\pm 3} = 0{,}0567 \text{ cm}, \qquad Z_{\pm 7} = 0{,}0020 \text{ cm}.$$

Hasonló lehajlások származnak a többi vállvonalon álló terhekből is. Az így nyert lehajlásértékeket összegezve, végeredményben a 10. ábrán feltüntetett lehajlásértékekhez jutunk.

A gerendák tengelyvonalában mutatkozó lehajlás a két szomszédos vállvonal lehajlásának középértéke. Ezek szerint a középső gerenda közepének lehajlása 1,415 cm, a két szomszédos gerenda közepének lehajlása pedig 1,279 cm. E két lehajlásérték viszonyszáma: 1,106. Ezzel szemben a födém próbaterhelése során mért lehajlásértékek viszonyszáma: 1,107, ami a számított viszonyszámtól mindössze 0,1%-kal tér el.

Meg kell jegyezni, hogy a próbaterhelés során a beton rugalmassági modulusát nem állapították meg, s a terhelést igen lassú ütemben, 10 napon át hordották fel. Ezért az észlelt lehajlásokat a lassú alakváltozás jelensége jelentősen befolyásolta. Ilyen körülmények közt a rugalmas alakváltozásokra csak a leterhelés során végzett lehajlásmérések alapján lehetett következtetni. Az így megállapított lehajlásértékek a számítottakkal, abszolút nagyságukra nézve is, jól megegyeztek.

Ezek után rátérhetünk a legnagyobb hajlítónyomaték számítására. Először ismét csak az egyik — a 0-jelű — vállvonalat képzeljük megterheltnek, s az ebből származó hajlítónyomatékokat határozzuk meg a (23) képlettel, a 3. és 4. táblázat számértékeinek felhasználásával. Ezután, miként a lehajlások számításakor is tettük, az így nyert hajlítónyomatékokhoz sorra hozzáadjuk azokat a nyomatékokat, melyek akkor keletkeznek, ha a többi vállvonal van egyenként terhelve. Ekként eljárva, végeredményben a 14. ábrán feltüntetett nyomatékértékekhez jutunk. Mint az ábrából látható, a középső gerendában 1 760 000 mkg nyomaték keletkezik. Ha viszont a gerenda a szomszédaitól teljesen független lenne, akkor a benne keletkező legnagyobb nyomaték



10. ábra. A vállvonalak középpontjának lehajlása

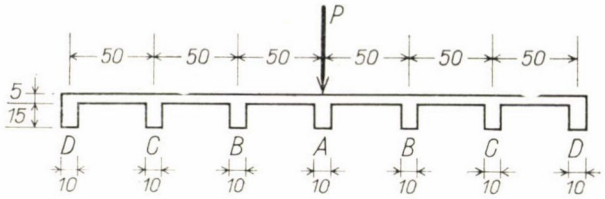
$$M^* = \frac{ql^2}{8} = \frac{18{,}13 \cdot 990^2}{8} = 2\,221\,000 \text{ cmkg}$$

lenne. Ezek szerint a középső gerendában keletkező legnagyobb hajlítónyomaték a gerendák együttdolgozása miatt csupán 79,24%-a annak a nyomatéknak, mely akkor keletkeznék, ha a födém nemcsak négy födémmező területén, hanem teljes terjedelmében mindenütt 1259 kg/m² teherrel volna megterhelve.

2. Számpélda

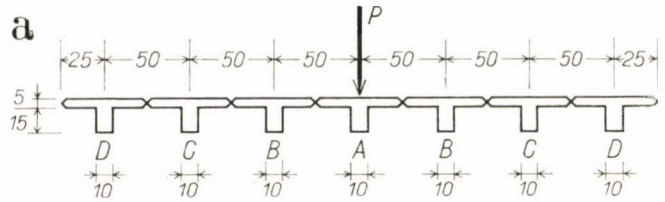
Eljárásunk helyességének további ellenőrzéseként arra a kísérletre hivatkozunk, melyet K. Meyer [3] végzett a „Kieler Decke"-vel kapcsolatosan. A szóban forgó kísérlet során a 11. ábrán keresztmetszetben feltüntetett 540 cm fesztávolságú födémsávot a középső gerenda fölött végigmenő egyenletesen megoszló terheléssel terhelték meg, és az egyes gerendák közepén lehajlásméréseket végeztek. Érdekes lesz ezeket a mérési adatokat az eljárásunk alapján számítható értékekkel egybevetni!

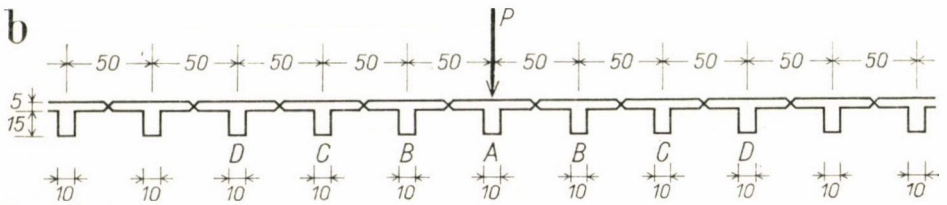
Az ellenőrző számításokat két változatban végeztük el. Az első változatban a 12*a* ábrán feltüntetett *véges* szélességű födémet, a második változatban pedig a 12*b* ábrán látható *végtelen* szélességű födémet vizsgáltuk. Mind-



11. ábra. A 2. számpéldában említett kísérleti födém metszete

két számított eset többé-kevésbé eltér a 11. ábrán bemutatott kísérleti szerkezettől, de a kísérletileg megállapított és a számított értékek összehasonlítása a szerkezeti eltérések ellenére is tanulságos lesz.





12. ábra. A számításokban figyelembe vett födém metszete az *a)*, ill. *b)* változat szerint

A kísérlet során mért eredményeket, valamint a számítások végeredményét az 5. táblázat tünteti fel. Az itt közölt számértékek az egyes gerendák közepének százalékos lehajlását fejezik ki a lehajlásértékek összegére vonatkoztatva.

5. táblázat. Az egyes gerendák maximális lehajlásának százalékos értéke

A gerenda jele	*D*	*C*	*B*	*A*	*B*	*C*	*D*
Kísérleti értékek a 11. ábra szerint végzett kísérlet esetében	9	14	16	22	16	14	9
Számított értékek a 12 *a*. ábrán feltüntetett esetben	9	12	18	22	18	12	9
Számított értékek a 12*b*. ábrán feltüntetett esetben	6	10	17	21	17	10	6

Mint látható, a kísérletileg megállapított és a számítással meghatározott lehajlásértékek egymással jól megegyeznek. Az észlelhető nem jelentős eltéréseket a kísérleti födém és a számításokban figyelembe vett szerkezetek közt mutatkozó, a 11, 12*a* és 12*b* ábrák összehasonlításából világosan kitűnő különbségek teljes mértékben indokolják.

IRODALOM

[1.] *Csonka P.:* A szabadon támaszkodó kéttámaszú gerendasaroknál. *Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények,* **5** (1961) pp. 361—367.

[2.] *Föppl, A.—Föppl, L.* : Drang und Zwang. Eine höhere Festigkeitslehre für Ingenieure II. kötet, 2. kiadás, pp. 121—130. München—Berlin (1928), R. Oldenbourg.

Érkezett 1958. augusztus hóban.

GOSCHY BÉLA—BALÁZS GYÖRGY

FESZÍTETT BETONGERENDA NYÍRÁSVIZSGÁLATA*

1. Bevezetés

Az alábbi dolgozatban a feszített betongerenda nyíróigénybevételének számítását ismertetjük határállapotban.

Vizsgálatainkat a Közúti Hídszabályzat J. (Feszített Beton) fejezetének előírásai alapján végezzük.

2. Jelölések

Igénybevételek :

M_M (kgcm), ill. Q_M (kg)	a mértékadó nyomaték, ill. a mértékadó nyíróerő'
$M_{ü}$ (kgcm), ill. $Q_{ü}$ (kg)	az üzemi nyomaték, ill. az üzemi nyíróerő,
M_H (kgcm), ill. Q_H (kg)	a határnyomaték, ill. a határnyíróerő,
M_{HT} (kgcm)	a határnyíróerőhöz rendelt nyomaték (határnyírónyomaték),
Q_{bH} (kg)	a betonnyírás alapján számított határnyíróerő,
Q_v (kg)	a kábelerőből származó nyíróerő,
Q_{K1} (kg), ill. Q_{K_2} (kg)	a ferde törésvonal által metszett kengyelekben. ill. felgörbített acélbetétekben fellépő erő,
Q_{KH1} (kg), ill. Q_{KH_2} (kg)	a ferde törésvonal által metszett kengyelek, ill, felgörbített acélbetétek határnyíróereje,
N (kg), ill. H (kg)	a vizsgált keresztmetszetben fellépő belső nyomó-, ill. belső húzóerő,
R_A (kg)	a támaszponti reakció erő,
P_i (kg)	a gerendára ható külső erő.

Feszültségek :

σ_T, ill. σ_{hT}	a beton kockaszilárdsága (nyomó törőfeszültség), ill. húzószilárdsága (húzó törőfeszültség),
σ_1, σ_2, σ_3	a betonfőfeszültségek,
σ_f, ill. σ_a	az üzemi teher hatására a felső, ill. alsó szálban keletkező betonfeszültség,
σ_{red}	a beton redukált feszültsége,
σ_H, ill. σ_{hH}	a beton nyomó-, ill. húzóhatárfeszültsége,
σ_{vb}	a feszített acélbetétek súlyvonalában fellépő betonfeszültség,

* Az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem II. számú hidépítéstani tanszéken készült tanulmány.

σ_{fH}, ill. σ_{vH} — a feszített, ill. nem feszített acélbetét határfeszültsége,

σ_m — a feszített acélbetét feszültsége a veszteségek levonása után (Közúti Hídszabályzat J. fejezet 4.44 pontja szerint),

$\bar{\sigma}_m = \sigma_m + n\sigma_{vb}$ — a feszített acélbetét feszültsége a veszteségek levonása után, a betontartó feszültségmentes állapotában,

τ_T, ill. τ_{hT} — a beton törőnyírófeszültsége a betonkeresztmetszet nyomott-, ill. húzott részében,

τ_H, ill. τ_{hH} — a beton nyíró határfeszültsége a betonkeresztmetszet nyomott, ill. húzott részében,

τ_0, ill. τ_{0H} — a beton tiszta nyírásból származó törő-, ill. határnyírófeszültség,

Keresztmetszeti és egyéb jellemzők :

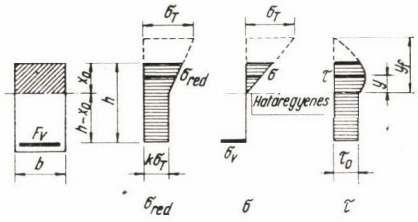
b (cm) — a gerenda szélessége,

h (cm) — a gerenda hasznos magassága,

h_o (cm) — a gerenda teljes magassága

x_0, ill. x_0' (cm) — a határegyenes távolsága a felső szélső száltól határnyomaték, ill. határnyíróerő esetén,

y_f, ill. y_a (cm) — a beton keresztmetszet nyomott-, ill. húzott részének elméleti magassága a megfelelő betonfeszültség törőértékéig lineáris feszültség eloszlást feltételezve (l. 1. ábrán),



1. ábra

F_{cf} (cm²) — a feszített húzott acélbetétek keresztmetszet területe,

F_{K1}, ill. F_{K2} (cm²) — a ferde törésvonalat metsző kengyelek, ill. felgörbített acélbetétek keresztmetszeti területe,

F_b (cm²) — a betongerenda teljes keresztmetszeti területe,

l_x (cm) — a nyírt szakasz hossza,

c (cm) — a ferde törés vízszintes vetületének hossza,

m — a Poisson-féle szám,

ϱ — a rendeltetési tényező,

n_M — a biztonsági tényező hajlításból

n_Q — abiztonsági tényező nyirásból,

Arányszámok :

$$\omega = \frac{F_{K2}}{F_{K1}} \qquad n = \frac{E_f}{E_b}$$

$$\mu = \frac{F_b}{F_{vf}} \qquad k = \frac{\sigma_{hT}}{\sigma_T} = \frac{\sigma_{hH}}{\sigma_H}$$

3. Törési feltétel, törési elméletek

Szabályzataink előírják, hogy vasbeton- és feszített betontartók törő (határ) teherbírását a képlékenységtan elvei szerint kell igazolni. A törő (határ) teherbírás kifejezője a törőigénybevétel (határigénybevétel). Összetett igénybevétel esetében a törőigénybevételeket a törési feltétel alapján határozzuk meg.

A törési feltétel több egyidejű igénybevétel közötti összefüggést fejez ki törési állapotban.

A törési feltétel általános kifejezését

$$A\left[\frac{Y_{1H}}{Y_{1OH}}\right]^a + B\left[\frac{Y_{2H}}{Y_{2OH}}\right]^b + \ldots + J\left[\frac{Y_{nH}}{Y_{nOH}}\right]^i = \text{Const} \qquad (1)$$

alakban írhatjuk fel, ahol

Y_{iH} a határigénybevétel n egyidejű igénybevétel (összetett igénybevétel) esetén,

Y_{iOH} a határigénybevétel egy igénybevétel esetén (pl. tiszta hajlítás, tiszta nyomás stb.)

Míg az acélszelvények törési feltételét a műszaki irodalom kimerítően tárgyalja, addig a vasbeton- és a feszített betonszelvényekre vonatkozó ilyen irányú kutatások hiányosnak mondhatók.

Feszített betontartóknál — mint ismeretes — egyidejű hajlító-, nyíró- és nyomóigénybevételek léphetnek fel. Az összetett igénybevételek vizsgálata az összetett feszültségek vizsgálatára egyszerűsíthető. A feladat tehát adott normálfeszültségekhez rendelt nyírófeszültségek meghatározása

$$\tau_T = f(\sigma, \sigma_T) \qquad (2)$$

a törési állapotban.

A (2) jellegű függvények előállításának két módja ismeretes:

a) a fő húzó-, ill. fő nyomófeszültségek alapján, és

b) a törési feltétel alapján.

A főfeszültségek módszerét vagy a klasszikus módszert a német (Rausch, Rüsch, Drucker) és az északi államok kutatói (Johansen, Bernhardt) javasolják. Az eljárás szerint a tönkremenetel

$$\sigma_{hH} = \frac{1}{2}\left(\sigma - \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}\right) \qquad (3)$$

$$\sigma_H = \frac{1}{2}\left(\sigma + \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}\right) \qquad (4)$$

feltételek alapján következik be.

Korszerűbb és elterjedtebb a törés feltételének vizsgálata, amelynek alapját a legújabb szovjet és amerikai kísérletek képezik.

A törési feltételt a törési elméletek alapján határozzuk meg.

A törési elméletek az anyag fizikai, mechanikai vagy szilárdsági jellemzőiből vezetik le a törési feltételt. A beton, ismert tulajdonságai miatt nem hasonlítható össze az ideál rugalmas, ideál plasztikus vagy ideál rugalmas-ideál plasztikus anyagokkal. Erősen különböző húzó és nyomó szilárdsága következtében, a beton törési állapota nem jellemezhető a fajlagos tiszta alakváltozási munka állandóságára felépített Huber—Mises—Hencky-féle törési feltevéssel.

Nem alkalmazható betonra De St. Vénantnak a legnagyobb hosszváltozásokra alapozott törési elmélete sem, mivel a húzó- és nyomóhatárfeszültségek arányszáma nem egyenlő a Poisson-féle szám reciprok értékével, vagyis

$$k \neq \frac{1}{m}. \tag{5}$$

Az ismert törési elméletek közül a legnagyobb csúsztatófeszültség elmélete, vagyis a Mohr-féle feltevés mondható a betonra legjobban alkalmazhatónak. Ez a feltevés ismeretesen az alábbi alakban írható fel:

$$k\,\sigma_H \leqq \sigma_{red} = \sigma_1 - k\,\sigma_3 \leqq \sigma_H \tag{6}$$

Az összefüggésből megállapítható, hogy a σ_2 középső főfeszültség a törés előidézésére nincs befolyással. Ez a körülmény Mohr elméletének kétségtelenül gyenge pontja. Kármán, Richart, Roš és Eichinger kísérletei ugyanis igazolták, hogy a tönkremenetel előidézésében a σ_2 főfeszültségnek jelentős szerepe van. A feszített betongerenda nyírásvizsgálata azonban síkfeszültségi feladat és mint ilyen a σ_2 középső főfeszültségtől mentes. Mivel a kutatások jelentős részének (Menyhárd, Borisanszky, Guralnick stb.) alapját a Mohr-féle törési feltevés képezi, célszerűnek tartjuk Mohr elméletének részletes ismertetését betonanyagra vonatkoztatva. A legnagyobb nyírófeszültség (csúsztatófeszültség) a (6) egyenlet segítségével határozható meg.

A redukált feszültség egyenlete (6) ugyanis, a fő húzó- és fő nyomófeszültség kifejezésének behelyettesítésével:

$$\sigma_{red} = \frac{1-k}{2}\,\sigma + \frac{1+k}{2}\sqrt{\sigma^2 + 4\,\tau^2} \tag{6/a}$$

alakra hozható. A Mohr-féle feszültségi köröket burkoló egyenessel határolva, tiszta nyírás esetére a

$$\tau_0 = \frac{k\,\sigma_T \cdot \sigma_T}{k\,\sigma_T + \sigma_T} = \frac{k}{1+k}\,\sigma_T \tag{7}$$

kifejezést nyerjük.

Adott normálfeszültségeloszláshoz (pl. vasbeton keresztmetszet nyomott övében keletkező nyomófeszültségeloszláshoz) tartozó redukált- és nyírófeszültség eloszlását az (1.) ábra tünteti fel.

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA KÖNYVTÁRA

Egy bizonyos y határegyenes feletti magassághoz tartozó redukált feszültség az 1. ábra alapján:

$$\sigma_{red} = k\,\sigma_T + \frac{\sigma_T - k\,\sigma_T}{y_f}\,y = \frac{\sigma_T}{y_f}\,[(1-k)\,y + k y_f] \tag{8}$$

A normál feszültség

$$\sigma = \sigma_T \frac{y}{y_f}\,. \tag{9}$$

A redukált feszültség (*6/a*) kifejezéséből a törést előidező nyírófeszültség (törő-nyírófeszültség)

$$\tau_T = \frac{\sigma_{red}}{1+k}\sqrt{1-(1-k)\frac{\sigma}{\sigma_{red}} - k\frac{\sigma^2}{\sigma_{red}^2}} \tag{6/b}$$

alakban írható fel, illetve a (8) összefüggés behelyettesítésével

$$\tau_T = \frac{\sigma_T}{1+k}\sqrt{k^2 + (1-k)\,k\frac{y}{y_f} - k\frac{y^2}{y_f^2}}\,. \tag{10}$$

A beton keresztmetszet nyomott részének törése tehát az alábbi feltételi egyenlettel határozható meg

$$\tau_T = \frac{k\,\sigma_T}{1+k}\sqrt{1+(1-k)\frac{1}{k}\frac{\sigma}{\sigma_T} - \frac{1}{k}\frac{\sigma^2}{\sigma_T^2}}\,. \tag{11}$$

A nyírófeszültség maximális értéke

$y = \dfrac{1-k}{2}\,y_f$ ordinátánál

$$\tau_{\max} = \frac{\sqrt{k}}{2}\,\sigma_T. \tag{12}$$

A határegyenes alatt a nyírófeszültség állandó és értéke:

$$\tau_0 = \frac{k}{1+k}\,\sigma_T\,. \tag{7}$$

A k arányszám értéke különböző javaslatok szerint:

Saliger	$k = 0{,}08$
Guyon	$k = \dfrac{1}{30} - \dfrac{1}{8}$
Wästlund	$k = 0{,}07$
Hognestad	$k = 0{,}079.$

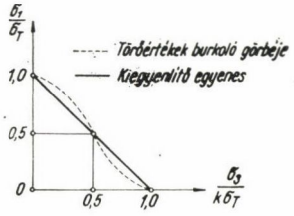
Mohr elméletének fogyatékosságai arra késztettek egyes kutatókat, hogy kísérleti úton állapítsák meg a beton törési feltételét kifejező egyenletet. Az alábbiakban a jelentősebb kísérletek eredményeiről számolunk be.

Bresler és Pister széleskörű törőkísérletei fényt vetettek a beton nyomó- és húzószilárdsága közötti összefüggésre (2. ábra).

Eredményeiket az alábbi empirikus képlettel juttatták kifejezésre

$$\tau_T = 0{,}1\,\sigma_T \sqrt{0{,}622 + 7{,}86\frac{\sigma}{\sigma_T} - 8{,}46\frac{\sigma^2}{\sigma_T^2}}. \tag{13}$$

Bresler és Pister által javasolt (13) és a Mohr-elmélet alapján levezetett (11) összefüggések nagymértékű hasonlósága arra enged következtetni, hogy a Mohr-féle törési elmélet beton anyagnál is jó közelítéssel alkalmazható.



2. ábra

Guralnick számszerűen kimutatja, hogy a (13) és (11) egyenletek azonosak, ha

$$k = \frac{1}{13{,}4} = 0.075\,.$$

Noha ez a megállapítás nagymértékben hozzájárul a Mohr-féle törési elmélet igazolásához, a kérdés körüli vita még nem tekinthető lezártnak.

4. Javaslat a törési feltétel kifejezésére

Bresler és Pister törőkísérleteinek eredményét a 2. ábrán feltüntetett burkoló görbe fejezi ki. A további számítások leegyszerűsítése végett a burkoló görbét egy kiegyenlítő egyenessel helyettesítjük. Ez utóbbi közelítéssel a σ_1 és σ_3 főfeszültségek, valamint a nyomó-húzó és (σ_T, $k\sigma_T$) törőfeszültségek közötti összefüggés analitikai kifejezése

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_T} + \frac{\sigma_3}{k\,\sigma_T} = 1 \tag{14}$$

alakban írható fel.

Amennyiben a (14) képletben a nyomó- és húzófeszültségeket

$$\sigma_1 = \sigma \quad \text{és} \quad \sigma_3 = -\frac{\sigma}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{\sigma^2 + 4\,\tau^2}$$

értékekkel helyettesítjük, a

$$\tau_T = k\,\sigma_T \sqrt{1 + \frac{1-2k}{k}\frac{\sigma}{\sigma_T} - \frac{1-k}{k}\frac{\sigma^2}{\sigma_T^2}} \tag{15}$$

egyenletet nyerjük.

A nyírófeszültség maximális értéke

$$\tau_{\max} = k\,\sigma_T \sqrt{1 + \frac{(1-2k)^2}{2k(1-k)} - \frac{1-k}{k}\,\frac{(1-2k)^2}{4(1-k)^2}} \tag{16}$$

és az ezzel egyidejű nyomófeszültség

$$\sigma = \sigma_T \frac{1-2k}{1-k}\,.$$

A nyírófeszültség értéke $\sigma = 0$ esetében

$$\tau_0 = k\,\sigma_T = \sigma_{hT}$$

ami az elemi szilárdságtan ismert eredményével megegyező. A továbbiakban

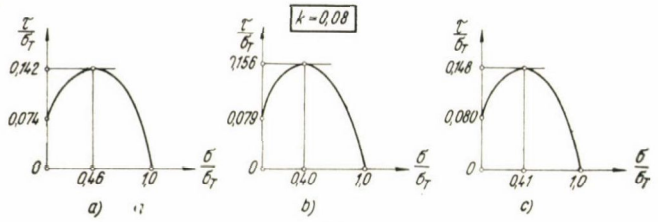
$$k = 0{,}08$$

értékkel számolva, a beton törési feltételére

$$\tau_T = 0{,}08\,\sigma_T \sqrt{1 + 10{,}5\,\frac{\sigma}{\sigma_T} - 11{,}5\,\frac{\sigma^2}{\sigma_T^2}} \tag{17}$$

összefüggést fogadjuk el.

A törési feltétel függvényeit egyidejű nyomó- és nyírófeszültség esetén Mohr, Bresler—Pister és a javaslatunk szerint a 3. ábrán ábrázoltuk.



3. ábra

A beton törési feltétele egyidejű húzó- és nyírófeszültségnél ugyancsak a (14) összefüggésből vezethető le; ui. ha a nyomófeszültség $\sigma = 0$,

$$\frac{\sigma}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{\sigma^2 + 4\,\tau^2} = k\,\sigma_T \tag{18}$$

egyenlőséget nyerjük és a betonkeresztmetszet húzott részének törési feltételét

$$\tau_{hT} = k\,\sigma_T \sqrt{1 - \frac{\sigma}{k\,\sigma_T}} \tag{19}$$

egyenlet fejezi ki.

A (19) egyenlet $k = 0{,}08$ értékkel

$$\tau_{hT} = 0{,}08\,\sigma_T \sqrt{1 - \frac{\sigma}{0.08\,\sigma_T}} \tag{20}$$

alakban írható fel.

5. A törési feltétel és a méretezési előírásaink

Szabályzataink a tartószerkezetek törő teherbírásának igazolásánál a határigénybevétel fogalmát vezetik be.

A feszített betonszelvény határnyomatékának meghatározásánál a nyomott részben egyenletes feszültségeloszlást tételezünk fel és a feszültség értékét a határfeszültséggel vesszük azonosnak. Az egyenletes feszültségeloszlás feltevésének gondolata Whitneytől származik és értéke a valóságos (nem lineáris) feszültségeloszlás kiegyenlítésével állapítható meg. Ennek következtében a nyomott rész átlagos feszültsége a törőfeszültségnél mindig kisebb.

Ha a törőfeszültség (kockaszilárdság) (σ_T) és határfeszültség (σ_H) közötti arányszám

$$\frac{\sigma_T}{\sigma_H} = \frac{\tau_T}{\tau_H} = C\,,$$

akkor valamilyen σ nyomófeszültséghez rendelt nyíró határfeszültség

$$\tau_H = \frac{\tau_T}{C} = 0{,}08\,\sigma_H \sqrt{1 + 10{,}5\,\frac{\sigma}{\sigma_T} - 11{,}5\,\frac{\sigma^2}{\sigma_T^2}} \tag{21}$$

függvényből és σ húzófeszültséghez tartozó nyíróhatárfeszültség

$$\tau_{hH} = \frac{\tau_{hT}}{C} = 0{,}08\,\sigma_H \sqrt{1 - \frac{\sigma}{0{,}08\,\sigma_T}} \tag{22}$$

függvényből számítható.

Tiszta nyírás esetében ($\sigma = 0$) a (21), ill. (22) egyenletekből

$$\tau_{0H} = 0{,}08\,\sigma_H$$

kifejezést nyerjük.

Itt jegyezzük meg, hogy ha a határfeszültséget a törőszilárdság alsó küszöbértékének fogadjuk el, vagyis $\sigma_H = \sigma_T$, akkor a hajlított tartó nyomott részében nyírófeszültségek nem keletkezhetnek; ha viszont azt a nyomott részben keletkező feszültségek átlagos értékének tekintjük, akkor a nyomott rész is képes nyíróerők felvételére.

A továbbiakban, a kísérleti eredményeknek megfelelően, ez utóbbi feltevést fogadjuk el.

6. A feszített betongerenda vizsgálata

A Közúti Hídszabályzatban előírt vizsgálatokat a rugalmasságtan és a képlékenységtan elvei alapján hajtjuk végre.

6.1. *A rugalmasságtan elvei alapján előírt vizsgálatok*

A Közúti Hídszabályzat előírja, hogy az építés különböző állapotában, valamint kész állapotban — a repedésmentesség kimutatásánál — számításainkat a rugalmasságtan elvei alapján végezzük. A rugalmasságtan elvei alapján végzett vizsgálatok a szélső szálakban keletkező feszültségek ellenőrzéséből, illetve a repedésmentességi feltétel teljesülésének igazolásából állnak.

A következőkben a repedésmentességgel kapcsolatos vizsgálatot részletezzük.

A repedésmentesség feltétele az üzemi teher fogalmához kapcsolódik. Az üzemi igénybevételt

$$Y_{ü} = \varrho\,[\Sigma\, Y_a + \Sigma\, Y_e] \tag{23}$$

kifejezésből állapítjuk meg, ahol

Y_a az állandó jellegű terhekből

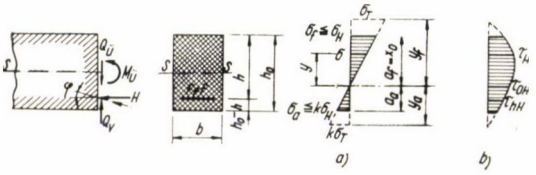
Y_e az esetleges jellegű terhekből (biztonsági tényező nélkül) számított igénybevétel.

6.11. *A határnyíróerő számítása teljes repedésmentesség esetében*

A teljes repedésmentesség feltétele akkor teljesül, ha az üzemi nyomaték hatására a betonfeszültség értéke az alsó szélső szálban (4*a* ábra)

$$\sigma_a \leq \sigma_{hH} .$$

E határig a keresztmetszet az I. feszültségi állapotban van.



4. ábra

Feladatunk az adott normálfeszültséghez rendelt határnyírófeszültségekből a határnyíróerő értékét kiszámítani.

A határnyíróerő kifejezése a 4. ábra jelölései alapján

$$Q_{bH} = Q_{bH1} + Q_{bH2} = b \int_0^{a_f} \tau_H \, dy + b \int_0^{a_a} \tau_{hH} \, dy . \tag{24}$$

A (15) és (19) egyenletekbe

$$\frac{\sigma^{(-)}}{\sigma_T} = \frac{y}{y_f} ; \quad \frac{\sigma^{(+)}}{k\,\sigma_T} = \frac{y}{y_a}$$

értékeket helyettesítve a határnyíróerő két tagja:

$$Q_{bH1} = k\,\sigma_H\, b \int_0^{a_f} \sqrt{1 + \frac{1-2k}{k}\,\frac{y}{y_f} - \frac{1-k}{k}\,\frac{y^2}{y_f^2}}\, dy \tag{25/a}$$

$$Q_{bH2} = k\,\sigma_H\, b \int_0^{a_a} \sqrt{1 - \frac{y}{y_a}}\, dy \tag{25/b}$$

alakban írható fel.

A továbbiakban

$$y_f = \frac{\sigma_T}{\sigma_f} a_f = \alpha a_f ; \qquad \alpha > 1$$

$$y_a = \frac{k \sigma_T}{\sigma_a} a_a = \beta a_a ; \quad \beta > 1 ,$$

illetve

$$u_1 = \frac{y}{\alpha a_f} ; \qquad dy = \alpha a_f du_1$$

$$u_2 = \frac{y}{\beta a_a} ; \qquad dy = \beta a_a du_2$$

változók bevezetésével az integrálás eredménye

$$Q_{bH1} = k \sigma_H b a_f \int_0^{\frac{1}{\alpha}} \sqrt{1 + \frac{1-2k}{k} u_1 - \frac{1-k}{k} u_1^2}\, du_1 =$$

$$= k \sigma_H b \frac{\alpha a_f}{2} \left[\left(\frac{1}{\alpha} - \frac{1}{2} \frac{1-2k}{1-k} \right) \sqrt{1 + \frac{1-2k}{k} \frac{1}{\alpha} - \frac{1-k}{k} \frac{1}{\alpha^2}} + \right.$$

$$+ \frac{1}{2} \frac{1-2k}{1-k} - \frac{1}{4k(1-k)} \sqrt{\frac{k}{1-k}} \left\{ \arcsin \left[-\frac{2}{\alpha}(1-k) + (1-2k) \right] - \right.$$

$$\left. \left. - \arcsin (1-2k) \right\} \right] \tag{26/a}$$

$$Q_{bH2} = -\frac{2}{3} k \sigma_H b \beta a_a \left[\sqrt{\left(1 - \frac{1}{\beta}\right)^3} - 1 \right]. \tag{26/b}$$

A határnyíróerő két tagjának értéke $k = 0{,}08$ esetében

$$Q_{bH1} = 0{,}04 \sigma_H b \alpha a_f \left[\left(\frac{1}{\alpha} - 0{,}45 \right) \sqrt{1 + 10{,}5 \frac{1}{\alpha} - 11{,}5 \frac{1}{\alpha^2}} + \right.$$

$$\left. + 1{,}45 - \arcsin \left(-\frac{1{,}84}{\alpha} + 0{,}84 \right) \right] \tag{26/c}$$

$$Q_{bH2} = -0{,}053 \sigma_H b \beta a_a \left[\sqrt{\left(1 - \frac{1}{\beta}\right)^3} - 1 \right]. \tag{26/d}$$

Az üzemi nyíróerő

$$Q_{ü} = \varrho \left[\Sigma Q_a + \Sigma Q_e - Q_v \right], \tag{27}$$

ahol:

ΣQ_a, ill. ΣQ_e az állandó (feszítőerő nélkül), illetve esetleges jellegű terhekből számított nyíróerő,

$$Q_v = H \operatorname{tg} \varphi \tag{28}$$

$$H = F_{vf}\left(\sigma_m \cos\varphi + n\,\sigma_f \frac{h - x_0}{x_0}\right) \tag{29}$$

φ = a feszített acélbetét nyomvonalának érintője és a vízszintes közötti szög a vizsgált keresztmetszet helyén.

A keresztmetszet nyíróerő tartalékát

$$n_Q = \frac{Q_{bH}}{Q_{ü}} \geq n_M = 1{,}4 \tag{30}$$

összefüggés alapján ellenőrizzük.

Előrefeszített betongerendánál a képletek:

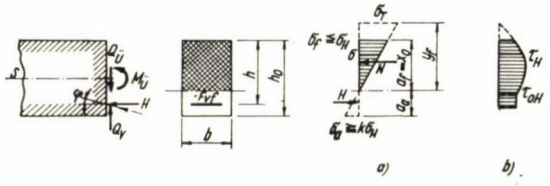
$$\varphi = 0\,; \quad Q_v = 0\,; \quad \cos\varphi = 1$$

egyenlőségek szerint egyszerűsíthetők.

6.12. *A határnyíróerő számítása részleges repedésmentesség esetében*

A vizsgált keresztmetszet repedtnek tekinthető, ha a (23) összefüggésből számított üzemi igénybevétel (nyomaték) következtében a rugalmasságtan elvei alapján számított betonfeszültség az alsó húzott szálban a húzóhatárfeszültség értékét túllépte.

A feszültségi nullvonal (határegyenes) helyét, a külpontosan nyomott vasbetonszelvény analógiája alapján állapítjuk meg.



5. ábra

Repedt keresztmetszetet feltételezve (II. feszültségi állapot) a σ_f és x_0 ismeretleneket az 5. ábra jelölései alapján az alábbi két egyensúlyi egyenletből fejezzük ki:

$$H = N = \frac{\sigma_f x_0 b}{2} \tag{31}$$

$$M = \varrho\,(M_a + M_e) = \frac{\sigma_f x_0 b}{2}\left(h - \frac{x_0}{3}\right). \tag{32}$$

A (31) egyenlet a vízszintes erők egyensúlyát — a (32) egyenlet a feszített acélbetétek tengelyére felírt külső és belső nyomatékok egyenlőségét fejezi ki.

A feszítőerő vízszintes összetevőjének értékét (H) a (29) egyenletből számoljuk.

A részleges repedésmentesség feltételeit az x_0 határegyenes helyzetének megkötésével az alábbiak szerint szabályozhatjuk.

Ha teljes repedésmentesség esetében

$$\frac{a_a}{x_0} \leqq \frac{k\,\sigma_H}{\sigma_H} = k, \quad \text{illetve} \quad x_0 \geqq \frac{1}{1+k}\,h_0$$

akkor részleges repedésmentességnél,

$$\frac{a_a}{x_0} \leqq 2\,k$$

arányszámból, a határegyenes helyzete

$$x_0 \geqq \frac{1}{1+2\,k}\,h_0$$

feltételhez kötött.

A σ nyomófeszültség eloszlásának ismeretében a határnyíróerő

$$Q_{bH} = Q_{bH1} + Q_{bH2} = b \int_0^{a_f} \tau_H\,dy + b \int_0^{h-x_0} \tau_{0H}\,dy\,. \tag{33}$$

Az integrál első tagjának megoldása a (26*a*), ill. (26*c*) kifejezéssel azonos, a második tag

$$Q_{bH2} = k\,\sigma_H\,b\,(h - x_0)\,, \tag{34}$$

illetve $k = 0{,}08$ esetében

$$Q_{bH2} = 0{,}08\,\sigma_H\,b\,(h - x_0) \tag{34/a}$$

alakban írható fel.

A keresztmetszet ellenőrzését ugyancsak a (30) összefüggés alapján végezzük el.

62. *A képlékenységtan elvei alapján előírt vizsgálatok*

A vizsgálatok során meghatározzuk azt a határnyíróerőt, amit a feszített betongerenda a képlékenységtan elvei alapján kiszámított határnyomatékkal egyidejűleg felvenni képes.

A tanulmány keretében a függőleges és a ferde törés esetére térünk ki.

621. *A határnyíróerő számítása függőleges törés esetében*

Feltevések

a) a beton húzófeszültségeit nem vesszük figyelembe,

b) a beton keresztmetszet nyomott részében a beton nyomóhatárfeszültségével megegyező egyenletes normálfeszültségeloszlást és ezzel egyidejűleg, a törési feltételnek megfelelő, egyenletes nyíró határfeszültség megoszlást tételezünk fel,

c) a feszített acélbetét húzófeszültségeit a Közúti Hídszabályzat J fejezet 4.44 pontja szerint vesszük figyelembe.

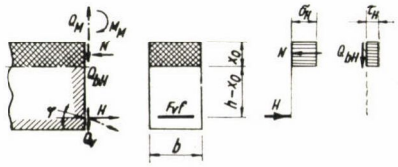
d) a keresztmetszet hajlításra kihasznált:

$$M_M = M_H \tag{35}$$

azaz a mértékadó- és határnyomaték egyenlő,

e) az acélbetétek határállapotban nyírófeszültséget (csúsztató erőt) felvenni nem képesek. Ezt a feltevést Kani, Bresler és Pister kísérletei igazolják.

Függőleges törés esetében a határegyenes helyzetét a Közúti Hídszabályzat előírásai szerint állapítjuk meg.



6. ábra

A vizsgált keresztmetszet határállapotban (6. ábra)

$$Q_{bH} = \int_0^{x_0} \tau_H \, b dy = \tau_H \, b x_0 = K_1 N \tag{36}$$

határnyíróerő felvételére képes, ahol:

$$N = \sigma_H \, b x_0$$

és

$$K_1 = 0{,}08 \sqrt{1 + 10{,}5 \frac{\sigma_H}{\sigma_H} - 11{,}5 \frac{\sigma_H^2}{\sigma_T^2}} .$$

A nyíró határfeszültség (τ_H) értékeit az I. sz. táblázat tartalmazza.

I. sz. táblázat

Megnevezés	Beton minőség		
	B 280	B 400	B 560
$K = \sigma_H/\sigma_T$	0,41	0,35	0,32
		0,40	0,36
K_1	0,148	0,141	0,142
		0,147	0,145
τ_H kg/cm²	17	20	25,5
		23,5	29

A feszített betonkeresztmetszet teherbírását

$$Q_M = \varrho(\Sigma Q_a + n_M \Sigma Q_e - Q_v) \leq Q_{bH} \tag{37}$$

alapján igazoljuk, ahol

$$Q_v = H \operatorname{tg} \varphi \, ; \, H = \sigma_m F_{vf} \, .$$

Ha a (37) feltétel teljesül, nyírt acélbetétek alkalmazása elméletileg nem szükséges, ha azonban a (37) feltételi egyenlet nincs kielégítve, a vizsgálatot a ferde törési elmélet alapján folytatjuk.

622. *A nyíróerő számítása a ferde törési elmélet alapján*

Feltevések

a) a ferde repedések hajlásszöge 45°,

b) a kengyelekre, ill. felgörbített acélbetétekre jutó nyíróerők (Q_{K1} és Q_{K2}) a ferde metszet közepén összpontosítva működnek,

c) a ferde töréshez tartozó határegyenes (x_0') távolsága a felső szélső száltól kisebb a függőleges metszet x_0 távolságánál, vagyis

$$x_0' < x_0 \, .$$

E feltevést Gyengő, Moody, Hognestad, Zwoyer, Siess stb., valamint a szerzők által végzett kísérletek (9. ábrák) igazolják,

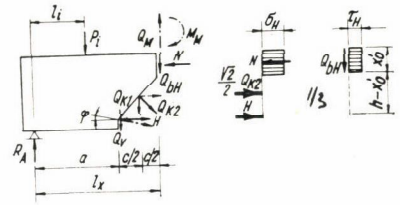
d) a nyírt acélbetétek tönkremenetele egyidejű, vagyis:

$$\frac{Q_{K2}}{F_{K2}} = \frac{Q_{K1}}{F_{K1}} \tag{38}$$

innen

$$Q_{K2} = \frac{F_{K2}}{F_{K1}} Q_{K1} = \omega \, Q_{K1} \, ; \tag{39}$$

e) a további feltevéseink a 6.21 pontban felsoroltakkal azonosak.



7. *ábra*

Az ismeretlen belső erőket az egyensúlyi egyenletek (7. ábra)

$$\Sigma H = 0 \, ; \quad N = H + \frac{\sqrt{2}}{2} Q_{K2} \tag{40}$$

$$\Sigma V = 0 \, ; \; Q_M = Q_{bH} + Q_V + Q_{K1} + \frac{\sqrt{2}}{2} Q_{K2} \tag{41}$$

$$\Sigma M = 0 \, ; \; M_H = N\left(h - \frac{x_0'}{2}\right) + Q_V \, c + Q_{K1} \frac{c}{2} \, . \tag{42}$$

(a 0 pontra felírt nyomatéki egyenlet),

továbbá az alábbi egyenlőségek

$$Q_{bH} = K_1 N;$$
$$Q_v = H \operatorname{tg} \varphi;$$
$$Q_{K2} = \omega Q_{K1};$$
$$c = h - x_0'$$

segítségével határozzuk meg. A megfelelő behelyettesítéseket elvégezve

$$AH^2 - BH + C = 0 \tag{43}$$

másodfokú egyenletet nyerjük. Az együtthatók kifejezése:

$$A = \frac{1 + 2 \operatorname{tg} \varphi}{2 \sigma_H b} - \frac{1 + \sqrt{2}\,\omega + \frac{\sqrt{2}}{2} \omega \operatorname{tg} \varphi}{2 \sigma_H b g} (K_1 + \operatorname{tg} \varphi) + \frac{\omega(\omega + \sqrt{2})\,(K_1 + \operatorname{tg} \varphi)^2}{4 \sigma_H b g^2}$$

$$B = h(1 + \operatorname{tg} \varphi) - \frac{(\sqrt{2}\,\omega + 1)\,(K_1 + \operatorname{tg} \varphi)}{2 g} h - \frac{\sqrt{2}\,\omega(1 + \operatorname{tg} \varphi) + 1}{2 \sigma_H b g} Q_M +$$
$$+ \frac{\omega(\omega + \sqrt{2})\,(K_1 + \operatorname{tg} \varphi)}{2 \sigma_H b g^2} Q_M^2$$

$$C = \frac{\omega(\omega + \sqrt{2})}{4 \sigma_H b g^2} Q_M^2 - \frac{\sqrt{2}\,\omega + 1}{2 g} Q_M h + M_H$$

$$g = \frac{\sqrt{2}}{2} \omega (K_1 + 1) + 1$$

A feszítő erő vízszintes összetevőjének (H) ismeretében, a nyírt acélbetétekben levő erőt az alábbi képletekből számítjuk:

$$Q_{K1} = \frac{Q_M - H(K_1 + \operatorname{tg} \varphi)}{g} \tag{44}$$

$$Q_{K2} = \omega Q_{K1}. \tag{45}$$

A nyírt acélbetétek keresztmetszeti területét

$$F_{K1} = \frac{Q_{K1}}{\sigma_{vH}}; \quad F_{K2} = \omega F_{K1}$$

alapján határozzuk meg.

Az általános esetből a következő különleges esetek vezethetők le:

a) Utófeszített betongerenda csak kengyelezéssel ellátva ($\varphi = 0$, g = 1). Ekkor az (43) egyenlet együtthatói az alábbiak szerint módosulnak.

$$A = \frac{1 + 2 \operatorname{tg} \varphi}{2 \sigma_H b} - \frac{K_1 + \operatorname{tg} \varphi}{2 \sigma_H b}$$

$$B = h(1 + \operatorname{tg}\varphi) - (K_1 + \operatorname{tg}\varphi)\frac{h}{2} - \frac{Q_M}{2\sigma_H b}$$

$$C = -Q_M\frac{h}{2} + M_H .$$

b) Előrefeszített gerenda kengyellel és felgörbített acélbetétekkel ($\operatorname{tg}\varphi = 0$) ellátva. Ekkor az együtthatók:

$$A = \frac{1}{2\sigma_H b} - \frac{1 + \sqrt{2}\,\omega}{2\sigma_H b g}K_1 + \frac{\omega(\omega + \sqrt{2})K_1^2}{4\sigma_H b g^2}$$

$$B = h - \frac{(\sqrt{2}\,\omega + 1)K_1}{2g}h - \frac{\sqrt{2}\,\omega + 1}{2\sigma_H b g}Q_M + \frac{\omega(\omega + \sqrt{2})K_1}{2\sigma_H b g^2}Q_M^2$$

$$C = \frac{\omega(\omega + \sqrt{2})}{4\sigma_H b g^2}Q_M^2 - \frac{\sqrt{2}\,\omega + 1}{2g}Q_M h + M_H .$$

c) Előrefeszített gerenda, csak kengyellel ($\operatorname{tg}\varphi = 0$; $\omega = 0$; $g = 1$) ellátva. Ekkor az együtthatók:

$$A = \frac{1 - K_1}{2\sigma_H b}$$

$$B = h\left(1 - \frac{K_1}{2}\right) - \frac{Q_M}{2\sigma_H b}$$

$$C = -Q_M\frac{h}{2} + M_H .$$

7. Határnyíróerő, határnyírónyomaték

Határnyíróerőn azt a nyíróerőt értjük, amely a ferde törés mentén határállapotot idéz elő. A határnyíróerő kifejezése:

$$Q_H = Q_{bH} + Q_V + Q_{KH1} + \frac{\sqrt{2}}{2}Q_{KH2} \tag{46}$$

ahol: $Q_{KH1} = F_{K1}\sigma_{vH}$; $Q_{KH2} = F_{K2}\sigma_{vH}$;

$Q_{bH} = K_1 N$; $Q_v = H\operatorname{tg}\varphi$.

A határnyíróerőt az alábbi egyensúlyi egyenletek segítségével határozzuk meg

$$N = H + \frac{\sqrt{2}}{2}Q_{KH2} \tag{47}$$

$$M_{HT} = N\left(h - \frac{x_0'}{2}\right) + Q_v c + Q_{KH1}\frac{c}{2}, \tag{48}$$

ahol:

$$M_{HT} = Q_H l_x + \sum_{i=1}^{n} P_i l_i . \tag{49}$$

Az egyenletrendszer megoldása

$$A_1 H^2 - B_1 H + C_1 = 0 \tag{50}$$

másodfokú egyenlethez vezet, amelynek együtthatói:

$$A_1 = \frac{1 + 2\,\mathrm{tg}\,\varphi}{2\,\sigma_H\, b}$$

$$B_1 = h(1 + \mathrm{tg}\,\varphi) - l_x(K_1 + \mathrm{tg}\,\varphi) - \frac{Q_{KH1}}{2\,\sigma_H\, b}[1 + \sqrt{2}\,\omega(1 + \mathrm{tg}\,\varphi)]$$

$$C_1 = \sum_{i=1}^{n} P_i\, l_i + Q_{KH1}\left[g\, l_x - (1 + \sqrt{2}\,\omega)\frac{h}{2}\right] + \frac{\omega(\omega + \sqrt{2})}{4\,\sigma_H\, b}\, Q_{KH1}^2$$

alakban írhatók fel.

A feszítőerő vízszintes összetevőjének ismeretében (a másodfokú egyenlet kisebbik gyöke) a határnyíróerő értéke

$$Q_H = (K_1 + \mathrm{tg}\,\varphi)H + \left[1 + \frac{\sqrt{2}}{2}\,\omega(1 + K_1)\right] Q_{KH1} \tag{51}$$

egyenletből kiszámítható.

A feszített betongerenda nyíró-törőteherbírását

$$Q_M \leqq Q_H \tag{52}$$

feltétel alapján ellenőrizzük. Amennyiben az (52) feltételi egyenlet nincs kielégítve, azaz

$$Q_M > Q_H\,,$$

a feszített betongerenda tönkremenetelét a nyíróerők okozzák. Ez utóbbi esetben a vizsgált keresztmetszet határnyírónyomatéka

$$M_{HT} = Q_H\, l_x + \sum_{i=1}^{n} P_i\, l_i < M_H \tag{53}$$

egyenlőségből határozható meg, és a határállapot még a határnyomaték (M_H) előtt bekövetkezik.

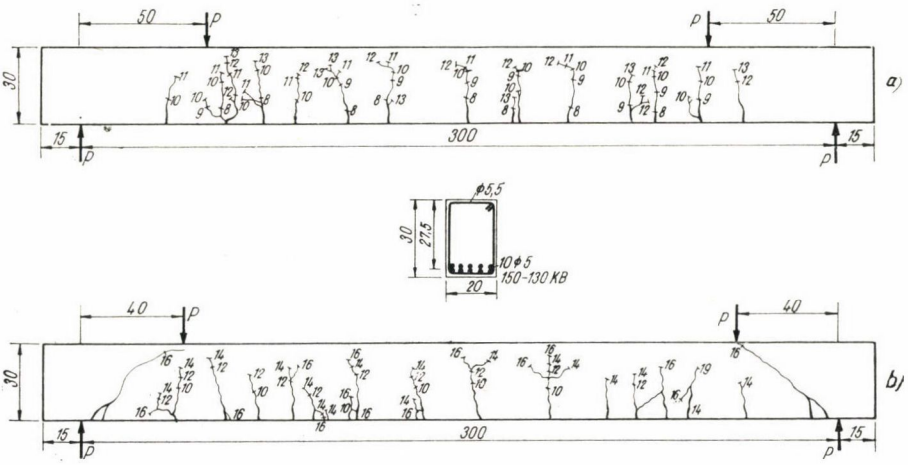
A javasolt számítási eljárás alapján könnyen eldönthető egy eddig kellően fel nem tárt kérdés, nevezetesen a vizsgált keresztmetszet mértékadó (minimális) határigénybevételének kérdése.

8. Kísérletek

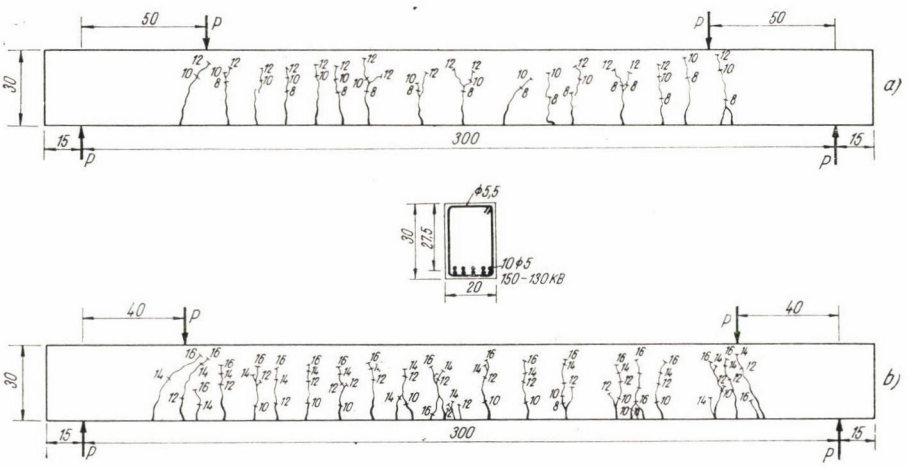
Az elméleti eredmények ellenőrzésére négyszög keresztmetszetű, Hoyer-rendszerű előrefeszített gerendákon törőkísérleteket hajtottunk végre. A kísérleti tartók B 350—380-as minőségű betonból készültek, a feszítést 10 ∅ 5, 150 KB jelzésű acélhuzallal végeztük. A gerendák hossza 3,30 m — keresztmetszete 20×30 cm. A kísérleteket két gerendatípuson végeztük: nyírt acél-

betétes és nyírt acélbetétek nélküli gerendákon. A terhelés következtében keletkező repedéseket a (8) és (9) ábrán rajzoltuk meg.

A gerendák terhelési módját a 10. ábra tünteti fel.



8. ábra



9. ábra

A törőkísérletek és a számítás eredményeit a II. sz. táblázatban foglaltuk össze.

A 8*a* és 9*a* repedéskép arra mutat, hogy a gerenda törését a hajlításból származó jellegzetes „σ repedések" okozták.

A 9*b*, de különösen a 8*b* ábrán megfigyelhetők a törőerő közelében keletkező ferde repedések. A gerendák a ferde törés, illetve a törőerő környezetében keletkező kagylós törés következtében mentek tönkre. A ferde repedések a „σ repedéseknél" jobban behatolnak a nyomott betonrészben, felső szakaszuk vízszintesbe megy át és az összes repedések közül a legjobban megnyílnak. Mindezek a nyírótörés jellegzetes jelenségei.

II. sz. táblázat

Megnevezés		Nyírt a. betét nélkül (B 350)		Nyírt a. betéttel (B 380)		Törés oka
l_x	Y_T	Számított	Mért	Számított	Mért	
0,50 (m)	P_T	12,80	13,80	12,88	14,56	Hajlítás
	M_T	6,40	6,90	6,44	7,28	
0,40 (m)	P_T	14,90	15,80	16,10	18,00	Nyírás, ill. nyírás és hajlítás
	M_T	5,96	6,32	6,44	7,20	

9. Összefoglalás

A határnyíró-igénybevétel (erő, nyomaték) elméleti meghatározása bonyolult, összetett feladat. A beton törési feltételének feltárásával a feszített beton hajlított gerenda határnyíró-igénybevétele analitikailag is kifejezhető. Az ismertetett számítási móddal nyert eredmények jó összhangban vannak a törőkísérletek mért értékeivel. A számítási eljárás egyszerűsítése és a gyakorlat számára alkalmasabbá tétele végett, szükségesnek tartjuk a kísérletek folytatását és ezek alapján egy táblázatos számítási mód kidolgozását.

A számításokban nem ellenőriztük az egyensúly feltételét (Cauchy-féle egyenletek), mivel azok igen bonyolult összefüggésekhez vezetnek. A hazai és külföldi példák egyaránt bebizonyították, hogy az elhanyagolásból származó hiba jelentéktelen és kizárólag elméleti jellegű.

A számítások és kísérletek az alábbi következtetésekhez vezetnek:

a) A feszített betontartók nyíró-törő teherbírása nagyobb a közönséges vasbeton gerendákénál.

b) A feszítő erő (feszítés) a tartó nyíró-törő teherbírását hasonló módon növeli, mint a vasbeton gerendák kengyelezése vagy felgörbített acelbetétei (9), (13). Ezen felül utófeszített gerendáknál a görbe kábelvezetés következtében nyíróerőcsökkenés áll elő. Ezért magasépítési szerkezeteknél a nyírt acélbetétek alkalmazásától eltekinthetünk, ha számítással igazolható, hogy a betonkeresztmetszet nyomott része a mértékadó nyíróerőt egymaga képes felvenni. Hídszerkezeteknél azonban szerkezeti és biztonsági okokból nyírt acélbetétek alkalmazása mindenkor tanácsos.

c) A szokványos méretű kéttámaszú feszített betongerendák rugalmasságtan elvei alapján méretezett (fő feszültségek) nyírt acélbetétei határállapotban nincsenek kihasználva, így azok általában hajlító- és nem nyírótörés következtében mennek tönkre.

d) A feszített beton hajlított gerenda mértékadó (minimális) határigénybevétele (nyírás vagy hajlítás) az ismertetett számítási eljárással (7. pont) egyértelműen meghatározható.

e) A betonkeresztmetszet határnyíró igénybevétele nagymértékben függ a nyomott beton rész kihasználási fokától.

f) Ferde törés esetében a határegyenes a gerendakeresztmetszet felső éle felé közeledik (8. és 9. ábrák)

$$x_0' \leq x_0$$

és a feszített acélbetétek feszültsége a határfeszültség (σ_{fH}), illetve a határnyomaték számításánál figyelembe vett feszültség (σ_m) alatt van.

g) A feszített- és vasbetongerendák korszerű nyírásvizsgálata feltétlenül indokolt, mivel törési állapotban a Mörsch-féle „névleges nyírófeszültség" kifejezése

$$\tau = \frac{Q}{bq}$$

sem vasbeton, sem feszített betonkeresztmetszetek esetében nem helytálló. Üzemi terhelés esetében Mörsch képlete csak közönséges vasbetongerendáknál vezet a valóságnak megfelelő eredményhez és csak akkor, ha a beton és a húzott acélbetétek közötti tapadás biztosított; feszített betongerendáknál a tapadó- és a nyírófeszültségek közötti összefüggés nem egyértelmű [6], [8], [13], [14] s így a feszített acélbetét által felvett nyíróerő nagyságrendjére vonatkozóan következtetni nem tudunk.

Az ismertetettek alapján — az egyenlő biztonság elvének fokozottabb érvényesítése végett — indokoltnak tartjuk előírásainknak és szabályzataink-nak a nyíró-törő teherbírás vizsgálatával való kiegészítését.

IRODALOM

[1.] *Gyengő T.* : Berechnung der Schubbewehrung von Stahlbetonbalken auf Grund der Plastizitätstheorie. Bauplanung—Bautechnik 1957. dec.
[2.] *Menyhárd I.* : Vasbetongerenda nyírási vasalásának számítása a ferde törés elmélet alapján. Magyar Építőipar, 1959. V. 265. l.
[3.] *Whitney Ch.* : Ultimate Shear Strength of Reinforced Concrete Flat Slabs, Footings, Beams and Frame Members without Shear Reinforcement. A. C. I. Journal 1957. okt. No. 4. Vol. 29.
[4.] *Tien S. Chang—Clyde E. Kesler* : Statie and Fatique Streugth in Shear of Beams with Tensile Reinforcement. A. C. I. Journal 1958. jún. No. 12. Vol. 29.
[5.] *Bresler, B.—Pister, K. S.* : Strength of Concrete under Combined Stresses. A. C. I. Journal 1958. szept. No. 3. Vol. 30.
[6.] *Bresler, B.—Pister, K. S.* : Failure of Plan Concrete under Combined Stresses. Proceedings. A. S. C. E. 1955. ápr. 16. No. 674. Vol. 81.
[7.] *Mc. Henry D.—Karni, J.* : Strength of Concrete under Combined Tensile and Compressive Stress. A. C. I. Journal 1958. ápr. No. 10. Vol. 29.
[8.] *Guralnick, S. A.* : Strength of Reinforced Concrete Beams. Proceedings of the ASC I Structural Division. 1959. jan.
[9.] *Gessner M.* : Berechnung der Bügelbewehrung in Stahlbetonverbundkonstruktionen mit vorgespannter Zuggurt. Betonsteinzeitung 1957. febr. 101—106. l.
[10.] *Walther, R.* : Über die Beanspruchung der Schubarmierung von Eisenbetonbalken. Schweizerische Bauzeitung 1956. No. 1, 2, 3.
[11.] *Rensaa, E. M.* : Shear, Diagonal Tension and Anchorage in Beams A. C. I. Journal 1958. dec. No. 6. Vol. 30.
[12]. *Moody, K. G.—Viest, J. N.—Elstner, R. C.—Hognestad, E.* : Shear Strength of Reinforced Concrete Beams. A. C. I. Journal 1954. dec. és 1955. jan. febr. márc.
[13.] *Zwoyer, E. M.—Siess, C. P.* : Ultimate Strength in Shear of Simply-Supported Prestressed Beams Without Veb Reinforcement. A. C. I. Journal 1954. okt. 181. l.
[14.] *Kani, G.* : Über das Wesen der sog. Schubsicherung. Der Bauingenieur 1958. nov.
[15.] *Hahn, J.* : Hauptspannungen und Schubsicherungen im Stahlbeton. Der Bauingenieur 1959. 3.
[16.] *Keldysch, W. K.* : Die Berechnung der Tragfähigkeit der Elemente der Stahlbetonkonstruktionen. VEB Verlag Berlin 1953. 74. o.
[17.] *Szahnowskij K. V.* : Vasbeton szerkezetek. Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1956.
[18.] *Muttnyánszky Á.* : Szilárdságtan. Tankönyvkiadó, Budapest 1956.
[19.] *Herberg, W.* : Spannbetonbau I. és II. B. G. Teubner, Leipzig 1956.
[20.] *Saliger, R.* : Der Stahlbetonbau. Fr. Deutige, Wien 1949.
[21.] *Leonhardt, F.* : Spannbeton für die Praxis. W. Ernst u. Sohn, Berlin 1955.
[22.] *Schleicher, F.* : Taschenbuch für Bauingenieure I. Springer, Berlin 1955.
[23.] *Palotás L.* : Mérnöki Zsebkönyv. Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1959. 3. kötet.

Érkezett 1960. június hóban.

DR. KÁDAS KÁLMÁN, a műszaki tudományok kandidátusa

MATEMATIKAI MODELLEK A KÖZLEKEDÉSI TELJESÍTMÉNYEK PERSPEKTÍV ALAKULÁSÁNAK TUDOMÁNYOS STATISZTIKAI VIZSGÁLATÁRA*

1. *A közlekedés perspektív tervezése és a szállítási szükségletek alakulásának tudományos előrelátása.*

A közlekedéspolitika és az annak részét alkotó, különböző időtartamokra szóló közlekedési gazdasági tervek alapvető célkitűzése a mértékadó társadalmi-gazdasági szempontokból indokolt ésszerű helyváltoztatási szükségletek mennyiségileg és szállítástechnikai minőségi tekintetben is minél messzebbmenő és minél nagyobb gazdasági hatékonysággal való kielégítésének a biztosítása. A közlekedés 5-, 10-, 15-éves és még nagyobb távlatra való tervezésénél is a kiindulási alapot a társadalmi-gazdasági élet fejlődésével kapcsolatos helyváltoztatási szükségletek alkotják. A kidolgozásra kerülő tervek tudományos megalapozásánál a közlekedési szükségletek volumene és összetétele várható alakulásának minél realisztikusabb és minél szabatosabb megállapítása igen nagy szerepet játszik. Ehhez elengedhetetlen ismerni a társadalmi-gazdasági folyamat mindazon, rendszerint szintén tervezett mozzanatait és megnyilvánulásait, amelyek a közlekedesi szükségleteket érdemben meghatározzák. Ugyancsak elengedhetetlen minél egzaktabbul feltárni azt a kapcsolatszövedéket, illetőleg összefüggést, amely e szükségletek, illetőleg igények és az említett meghatározó tényezők között fennáll.

A népgazdasági terv releváns mozzanatai között fennálló mennyiségi relációk alapos ismerete az eredményes gazdasági tervmunka egyik alapfeltétele.[1] Hasonló a helyzet a közlekedés gazdasági tervezésénél, mégpedig mindjárt már a kiindulásnál alapvető szerepet játszó közlekedési szükségletek várható alakulásának a felmérése, illetőleg előrebecslése, számítása tekintetében. E munkánál szem előtt tartandó, hogy a közlekedés, népgazdasági szemmel nézve, a társadalmi újratermelési folyamat vertikális láncolatában az egyik igen fontos, szervesen beilleszkedő láncszem. A közlekedés szükségessége és jelentősége a társadalmi-gazdasági folyamat területi tagoltságával kapcsolatos. E területi tagoltság a nemzetközi munkamegosztásba való intenzívebb bekapcsolódással az ország határain messze túl terjedhet.

A társadalmi-gazdasági élet, a népgazdasági újratermelési folyamat területi tagoltsága egyrészt, a társadalmi összterméknek az újratermelési folyamat forgalmi szféráján áthömpölygő volumene[2] másrészt, az áruforgalomnak p. o.

* A szerzőnek 1960 júniusában benyújtott és 1961. febr. 7-én megvédett „A közlekedésfejlesztés nagy hatékonyságú típusai. — Az új technika ésszerű alkalmazása és kutatása a közlekedésben" c. kandidátusi értekezése I. fejezete 1. részének kiegészített összefoglalója.

[1] *V. Sz. Nyemcsinov* szovjet akadémikus 1961. márc. 30-án a Magyar Tudományos Akadémián tartott konzultációja nyomán; lásd még: Matematikai módszerek a közgazdaságtanban (Voproszü Ekonomiki. 1960. 2. sz.).

[2] *Marx K.*: Tőke II. köt.

két fő meghatározó tényezője. Amennyiben kielégítő megbízhatósággal ismert e tényezőknek és egyéb más meghatározó tényezőknek az elkövetkező években tervezett mennyiségi alakulása és ismert az az összefüggés, amely a közlekedési szükségleteknek, illetőleg az ezeket kielégíteni hivatott szállítási teljesítményeknek, valamint az említett tényezőknek egzakt kapcsolatát tükrözi, továbbá e kapcsolat a tervezési időkeret horizontjáig — minőségi vonatkozásaiban is — stabilnak vehető, adva van a tudományos előrelátás lehetősége a közlekedési szükségletek, illetőleg a közlekedési áruszállítási teljesítmények reálisan várható alakulása tekintetében.

A következőkben közlekedési szükségleteken a szállítási teljesítményekkel kielégítendő szükségletek értendők. E kielégítendő helyváltoztatási szükségletek zömben tulajdonképpen azon — az újratermelési folyamat funkcionálásával és terjedelmével kapcsolatos — szükségletek, amelyeknek realizálása egyben az újratermelés adott volumenének és alkatának is szükséges feltétele. Ezek bizonyos korrekciókkal olybá tekinthetők, mint amelyek a társadalmi újratermelési folyamat adott lebonyolításához indokolt, tehát társadalmilag szükséges szállítási teljesítmények.

Kétségkívül a ténylegesen jelentkező közlekedési szükségletek volumene ennél általában számottevően nagyobb. A különbség nagyságának az elhatárolására azonban a rendelkezésre álló statisztikai módszerekkel csupán egyes szükségleti kategóriáknál és itt is csak sajátos feltáró munkával van mód.

Tekintve, hogy a következőkben sorra kerülő fejtegetések az időbeli, mégpedig a távlati (trend-szerű) alakulást valamennyi, a vizsgálatba bevont tényezőnél és jelenségnél dinamikus idősorok, illetőleg indexszámok útján ragadják meg, és feltételezve, hogy a még indokoltnak tekintett szükségletek ki nem elégíthető hányada — a vizsgálati időkeretben — jelentősebben nem változik, a szállítási teljesítmények indexsora időbeli lefolyásában eléggé jól szemlélteti általában a közlekedési szükségletek alakulását is.

A jelen, még mindig csak igen vázlatos és sok feltételezéssel dolgozó vizsgálatokban a hangsúly tehát mindvégig a kielégített közlekedési szükségletek, a szállítási teljesítmények, azaz a vizsgált időkeretben adott terjedelmű és összetételű újratermelési folyamattal szorosan összefüggő közlekedési szükségletek alakulásán van.

Ez korántsem jelenti azt, hogy e szállítási teljesítmények volumene mellett a közlekedés népgazdasági arányai valóban optimálisok is. Ennek megvizsgálása azonban külön, összetett feladatot jelent, s mint ilyen, önálló tanulmány tárgyát képezi.

2. *A közlekedési szükségletek és az alakulásukat meghatározó tényezők közötti kapcsolat matematikai modelljeiről általában.*

A közlekedési szükségletek, illetőleg szállítási teljesítmények globális mennyiségi alakulásának és az ezt meghatározó tényezők egzakt kapcsolatának kifejezésére alkalmas egyik matematikai modell levezetésénél célszerű kiindulni abból a közismert tapasztalásból, hogy a *személyszállításnál* a szállítási *tarifa*, illetőleg a díjegység színvonala befolyásolja az ún. utazási keresletet. Tudott dolog, hogy — egyébként változatlan körülmények között — magas tarifaszínvonalnál alacsonyabb a szállítási kereslet, alacsonynál magasabb, mégpedig az árszínvonalhoz viszonyítva a tarifaszínvonalat. Másképpen fogal-

mazva: amennyiben — egyébként változatlan körülmények mellett (ceteris paribus elv) — emelkednek a menetdíjak, a szállítási kereslet csökkenni fog.

A tarifaszínvonal emelkedésének vagy csökkenésének az utazások volumenére kifejtett eme hatását kvantitatíve jól ki lehet fejezni oly módon, hogy megállapítást nyernek a különböző tarifaszínvonal változásokhoz tartozó utazási kereslet változások. A közlekedési elemző statisztika módszertani tapasztalatai szerint[3] célszerű a viszonylagos, illetőleg %-os tényezőismérv-, (tarifaszínvonal) és eredményismérv-, (utazási kereslet színvonala) változásokkal dolgozni, mégpedig olyan egyszerű formában, hogy a tényezőismérv, illetőleg tényezőváltozó (x) 1%-os változása kiváltotta eredményismérv (y) változását %-ban állapítják meg. Azt állapítják meg tehát, hogy — egyébként változatlan körülmények között — 1%-os tarifa-(x)-változás (csökkenés-emelkedés), hány %-os utazási kereslet-(y)-változást (emelkedést—csökkenést) idéz elő. Ezt a tarifaváltozás kiváltotta utazási keresletváltozás fajlagos mértékének tekintik és a kereslet tarifaváltozásra való reagálási rugalmasságának, reagálási érzékenységének, illetve *elaszticitásának*, (ε)-nak nevezik. Eszerint az utazási kereslet tarifaelaszticitása, abszolút értékben:

$$|\varepsilon| = \frac{\%\text{-os utazási kereslet változás}}{\%\text{-os tarifaszínvonal változás}}. \tag{1}$$

Matematikai megfogalmazásban pedig

$$\varepsilon = \frac{\frac{dy}{y}}{\frac{dx}{x}}. \tag{2}$$

Nyilvánvaló, hogy „ε" ez esetben negatív szám, mivel — statisztika nyelvén szólva — fordított összefüggésről van szó, tehát olyanról, amikor az egyik változó növekedésével a másik változó csökkenése jár együtt. *Az ε elaszticitást továbbiakban állandónak tételezzük fel.* Lényegesen bonyolultabb tárgyalást kívánnak azok az esetek, amikor ez is változik.

A 2. sz. differenciál-egyenlet írható még a következő módon is:

$$\frac{dy}{y} + \varepsilon \frac{dx}{x} = 0. \tag{3}$$

Feltételezve, hogy x és y összefüggése differenciálható, a 3. sz. differenciálegyenletet integrálva

$$y \cdot x^{\varepsilon} = c, \tag{4}$$

ahol c az integrációs állandó.

Másképpen felírva a 4. sz. összefüggést:

$$y = c \cdot x^{-\varepsilon}. \tag{5}$$

Az 5. sz. összefüggés logaritmusos alakban

$$\log y = \log c - \varepsilon \log x. \tag{6}$$

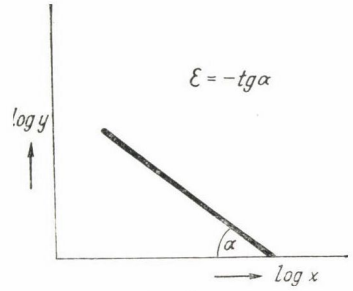
[3] *Kádas K.* : Statisztika II. 1957. (Egyetemi jegyzet)

Az ε ennek alapján könnyen ki is számítható, ha néhány összetartozó x és y érték rendelkezésre áll. A 6. sz. kifejezésből ui.

$$\varepsilon = \frac{\Delta \log y}{\Delta \log x}. \tag{7}$$

Geometriai szemléltetésben ez összefüggést az 1. sz. ábra mutatja.

Amennyiben az y utazási szükséglet — mint ténylegesen — más (x_1, x_2, . . . x_n) tényezőktől (az utazóközönség reáljövedelme, az utazásban résztvevő lakosság létszáma, a települések térbeli tagoltsága stb.) is függ, az y ezek függ-



1. ábra

vényeként, az 5. sz. kifejezés analógiájára — ahol ε_1, ε_2, ε_3, . . . ε_n kitevők az egyes tényezők szerinti elaszticitást jelentik — a következőképpen írható fel:

$$y = cx_1^{\varepsilon_1} \cdot x_2^{\varepsilon_2} \cdot x_3^{\varepsilon_3} \ldots x_n^{\varepsilon_n} = c \cdot \prod_{i=1}^{n} x_i^{\varepsilon_i} \tag{8}$$

Szem előtt tartva, hogy az egyes x tényezők hatása az y időbeli alakulásának ütemét befolyásolja, a 8. sz. összefüggés ennek megfelelően lényegileg multiplikatív szuperpoziciót juttat kifejezésre.

Logaritmizálva a 8. sz. összefüggést:

$$\log y = \log c + \sum_{i=1}^{n} \varepsilon_i \log x_i \tag{9}$$

Ez utóbbi alak, mint többtagú lineáris regresszió egyenlet, igen alkalmas arra, hogy megfelelő matematikai statisztikai módszerekkel (p. o. a legkisebb négyzetek módszerével) az összefüggés (c) és (ε) parametereit a rendelkezésre álló összetartozó y és x adatokból könnyen meg lehessen határozni.

Figyelembe véve, hogy mind a 4., mind a 6. sz. funkcionális összefüggések a ceteris paribus elv érvényesülésének feltételezésével kerültek értelmezésre, miközben a valóságban az y-ra sok más tényező is (p. o. szezonális hatások) — még hozzá sokszor fel nem derített módon és főleg mértékben — hatással van, ez összefüggések *sztochasztikus összefüggések*nek tekintendők. Olyan összefüggéseknek tehát, amelyeknél adott x értékhez az y-nak több értéke is tartozik, illetőleg adott x értékhez meghatározott y átlagérték rendelendő.[4]

[4] *Theiss Ede* : Korreláció és trendszámítás. 1958. (Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó.)

A népgazdasági áruszállítási teljesítmények és meghatározó tényezőik között fennálló és hosszabb időkeretben — jórészt trendszerűen — érvényesülő összefüggés, mint számos meggyőző tapasztalás mutatja,[5] hasonló sztochasztikus kapcsolat, amelynek az 5. sz. illetőleg a 8. sz. kifejezés a matematikai modellje.

A szállítási teljesítmények és meghatározó tényezőik egzakt kapcsolatának interpretálására természetesen más matematikai modellek is alkalmasak lehetnek. Az 5. sz., illetőleg a 8. sz. összefüggéssel megadott matematikai modell a y és x változókat mint azonos alapú aggregált indexszámokat szerepelteteti, úgy hogy az 5. *sz. összefüggés* voltaképpen *indexegyenlet*. Az egyes hasonló tényezőcsoportok változása aggregált indexszámának az értelmezése és számítása külön érdekes és meglehetősen összetett közlekedésgazdasági és statisztikai feladat. A 8. sz. formula, főképpen pedig az egyes változók aggregált indexének a számítása jelentősen egyszerűsül, ha csak a népgazdaság egyes részterületein jelentkező, végső soron egyes termékekkel kapcsolatos szállítási szükségletek alakulásának a vizsgálatáról van szó.

Egyébként az indexek itt és a következőkben *arányszámokban* kifejezve értendők.

A 8. sz. kifejezésből nyilvánvaló, hogy az ε-ok az egyes x-ek y-ra vonatkozó parciális elaszticitásai. Értékeik és c értéke, feltéve, hogy kellő számú és megfelelő reprezentatív statisztikai információval szerzett y és x értékek rendelkezésre állanak, a 9. sz. többtagú lineáris kifejezés — mint regresszió egyenlet — alapján, mégpedig a legkisebb négyzetek segítségével meghatározhatók. Az *ε-ok itt mint regresszió-együtthatók szerepelnek*. Pontosságuk és megbízhatóságuk a rendelkezésre álló reprezentatív statisztikai megfigyelési adatok számától és szóródásától, és természetesen az alkalmazott reprezentatív megfigyelési módszertől függ. Az ε paraméterek standard hibái jól tájékoztatnak arról, hogy a 8. sz. funkcionális összefüggés, mint matematikai modell, sztochasztikus jellege mellett, milyen pontosan tükrözi az y és x-k valóságos mennyiségi kapcsolatát. A modell pontosságával és megbízhatóságával, egyáltalában a valóságtartalmával a jelen tanulmány 5. fejezete röviden foglalkozik.

3. *Az áru-, illetőleg termékszállítási szükségletek perspektív alakulását magyarázó sztochasztikus összefüggés-modell.*

Az áru-, illetőleg termékszállítási szükségletek szükségszerűen következnek az újratermelés területi tagoltságából, az újratermelési folyamaton belül úgyszólván mindig meglevő területi munkamegosztásból. *Meglevő területi tagoltságnál*, amely nagyrészt a kooperációk és termelési-gazdasági relációk földrajzi struktúrájával függ össze, *a termékszállítási volumen* — beleértve a csővezetéken és a nagyfeszültségű villamos távvezetéken történő energiahordozó-, illetőleg energiaszállítást is — *a társadalmi össztermék nagyságával van szoros kapcsolatban*, figyelembe véve, hogy az újratermelési folyamaton belüli kombinációk és kooperációk alkatának a változásai a termelési volumen kifejezésénél a halmozódásokat miképpen befolyásolják. A kombinációk és

[5] *Hunter, H.* : Soviet Transportation Policy. Cambridge. 1958. (Lásd főleg a statisztikai szemléltető anyagot). — Hazai vonatkozásban: *Fekete András* : Az áruszállítási teljesítmények várható fejlődése. (Közlekedési Közlöny, 1959. 26. sz.)

kooperációk adott regionális szerkezeténél a társadalmi össztermék volumenének, a (ΣT)-nek a meghatározó szerepét az áru-, illetőleg termékszállítási szükségletek sokrétű kialakításánál jól érzékelhetővé teszi a *társadalmi termékmérleg összevont sakktáblaszerű formája* (1. sz. tábla)[6]. Nyilvánvaló, ha a (ΣT) társadalmi össztermék növekszik és elosztási összetétele, valamint annak ez összetétel szerinti fajlagos térbeli helyváltoztatási szükséglete nem változik,

1. sz. tábla. Társadalmi termékmérleg összevont sakktáblaszerű formája

Források / Felhasználások	Ipar	Ép. ipar	Mezőgazdaság	Közlekedés	Belkereskedelem	Felvásárlás	Egyéb ágak	Behozatal	Összesen
1. Pótlási alap (ágazatonként)									
a) termelő ágazatok anyagfogyasztása	←						→		
b) termelő ágazatok állóalap elhasználásának reprodukciója	←						→		
2. Fogyasztási alap									
a) Lakosság fogyasztása	←						→		
b) Közületek anyagfogyasztása	←						→		
c) Szolgáltatások anyagfogyasztása	←						→		
3. Felhalmozási alap									
a) állóalapok bővítése (külön termelő jellegű)	←						→		
b) Forgó alapok bővítése	←						→		
c) Tartalék növelése	←						→		
4. Veszteség	←						→		
5. Kivitel	←						→		
Összesen:	←						→		

a szállítási szükségletek aszerint lesznek nagyobbak vagy kisebbek, hogy a társadalmi össztermék növekszik-e vagy csökken. Ha pedig a társadalmi össztermék volumene változatlan, a szállítási szükséglet aszerint emelkedik vagy csökken, ahogyan a fajlagos helyváltoztatási szükséglet változik. Ez azzal függ szorosan össze, hogy az újratermelési folyamat területi tagoltsága fokozódik-e vagy csökken.

[6] *László Imre :* A népgazdaság tervezése (kézirat). 1959. (Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó.)

A *területi tagoltság*, a területi munkamegosztás és kooperáció érzékeltetésére alkalmas a *területi szállítási kapcsolatok mérlege*, amely megmutatja, hogy az ország vagy több ország egyes körzetei egymással milyen szállítási kapcsolatban vannak. Ennek sémáját a 2. sz. tábla mutatja. Mindegyik körzet többféle terméket szállíthat és fogadhat. A berajzolt szállítási irányok kapcsolódásai adják a szállítási viszonylatokat, miért is e táblát a szállítástervezés *viszonylati táblá*nak is nevezi.[7] Közlekedésföldrajzilag nézve, az egyes körzetekben ún. *vektorszerű szállítási szükségletek* keletkeznek. Ezeknek a körzeteket összekötő közlekedési hálózatra való leghatékonyabb ráhelyezése, tehát a gazdaságilag

2. sz. tábla. Területi szállítási kapcsolatok mérlege

Szállító körzetek / Átvevő körzetek	1. sz. körzet	2. sz. körzet	3. sz. körzet	4. sz. körzet	5. sz. körzet	6. sz. körzet	7. sz. körzet	.....	Összesen
	kiszállításai								
1. sz. körzet									
2. sz. körzet									
3. sz. körzet									
4. sz. körzet									
5. sz. körzet									
6. sz. körzet									
⋮									
Összesen:									

átvételei

leghatékonyabb áramlások kidolgozása adja a konkrét szállítási viszonylati táblázatot, egyúttal az adott helyzetben az optimális szállítási programot. Ennek kidolgozására a tudományos szállítási programozás, esetleg éppen a lineáris programozás eredményesen alkalmazható.

A nemzetközi forgalomba, illetőleg munkamegosztásba való bekapcsolódás mértékét szintén itt, az újratermelés területi tagoltságánál célszerű figyelembe venni, különösen a nemzetközi közlekedési munkamegosztásba való bekapcsolódás tekintetében.

A 8. sz. összefüggés alkalmazását bonyolulttá teheti az a körülmény, hogy a társadalmi termelés volumene is függ — sajátos módon — a területi tagoltság fokozódásától. Ezzel a közlekedéstudományi kutatások már is intenzíven foglalkoznak.[8]

[7] *Galickij, A.* : A szocialista közlekedés tervezése. Moszkva, 1950. (Magyar kiadás 1951., Közlekedési Kiadó.)

[8] *Hanukov, E. D.* : A közlekedés és a termelés telepítése. Moszkva, 1956;

Isard, W.—Freutel, G. : Regional and National Product Projections and their Interrelations (Long-Range Economic Projection, National Bureau of Economic Research) New York 1954;

Ponsard, C. : Histoire des theories economiques spatiales. Paris, 1958.

Az előzőekben vázoltakban megfelelően kidolgozott területi szállítási mérleg egyben az újratermelési folyamat területi tagoltságának a jellemzője. Gyakran jól kifejezik ezt — egy számba tömörítve — az átlagos szállítási távolságok is.

Egyébként azonos viszonyok között az újratermelés, illetőleg az anyagi termelés *anyagintenzitásának növekedése* — p. o. az építőipar, a nehézipar erős felfejlődése esetén, a mezőgazdasági árutermelés jelentős emelkedése — változatlan termelési érték mellett is nagymértékben emelheti a szállítási szükségleteket. Hasonló hatása lesz általában az *árutermelés aránylagos nagysága* növekedésének.

Csökkentő a hatása viszont a *szállítások ésszerűsítésének*, amelyet az ésszerűsítés fokozódásának a mértéke szab meg.

A szállítási teljesítmények (T_{sz}) globális nagyságának az említett és egyéb meghatározó tényezőkkel való sztochasztikus kapcsolata — az előrebocsátottak alapján — nagy valószínűséggel a következő matematikai modell szerinti lehet:

$$I_{Tsz} = c \cdot I_{\Sigma T}^{\varepsilon_1} \cdot I_{tt}^{\varepsilon_2} \cdot I_{a \cdot i}^{\varepsilon_3} \cdot I_{á \cdot t}^{\varepsilon_4} \cdot I_{é}^{\varepsilon_5} , \qquad (10)$$

ahol

$I_{\Sigma T}$ = a társadalmi összermék,
I_{tt} = az újratermelés területi tagoltsága,[9]
$I_{a \cdot i}$ = a termelés anyagintenzitása,
$I_{á \cdot t}$ = az árutermelés aránya,
$I_{é}$ = az ésszerűsítés mértéke a szállításoknál,
é. i. t.

} azonos alapú index-számai

Az $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \ldots, \varepsilon_5, \ldots$ paraméterek, az ún. parciális elaszticitások azt fejezik ki, hogy az egyes meghatározó tényezők 1%-os változása, a paraméter előjelének megfelelően, a szállítási teljesítmények hány %-os változását okozza.

Igy p. o.

$$\varepsilon_1 = \frac{\text{a szállítási teljesítmények \%-os változása}}{\text{a társadalmi össztermék \%-os változása}} = \frac{\dfrac{\partial I_{Tsz}}{I_{Tsz}}}{\dfrac{\partial I_{\Sigma T}}{I_{\Sigma T}}} , \qquad (11)$$

vagyis azt mutatja meg, hogy a társadalmi össztermék 1%-os változása — az egyéb meghatározó tényezők változatlansága esetén — a közlekedési teljesítmények hány %-os változását váltja ki, az ε előjelének megfelelően.

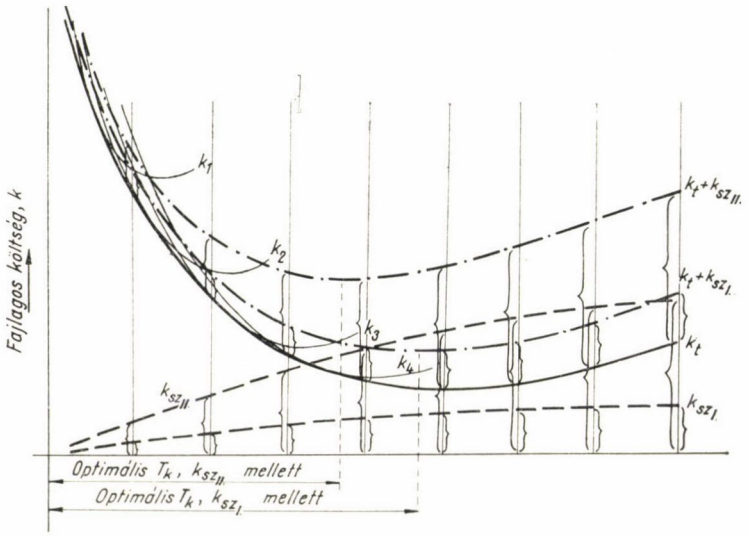
Külön szállítási teljesítményi tételt jelentenek az országon átmenő nemzetközi tranzit szállítások. Ez a tétel a nemzetközi közlekedési munkamegosztással függ össze, természetesen e munkamegosztást kialakító közlekedésföldrajzi és gazdaságföldrajzi tényezők és a gazdasági hatékonyság szempontjainak megfelelően. A tranzitó szállításokat befolyásoló tényezők tanulmányozása szintén külön érdekes vizsgálódás tárgya lehet.

A területi tagoltság, amelyet indexszerűen az I_{tt} reprezentál, érdekes módon függ a szállítási költségek, illetőleg a szállítási tarifák színvonalától. Minél alacsonyabb ui. e színvonal általában, annál nagyobb lehet az újratermelés különböző ágaiban az optimális üzemnagyság, illetőleg a termelés kon-

[9] Figyelembe véve, hogy a közlekedési apparátus nemzetközi szállításokat is végez.

centrációja, ami a szállítási szükségletek növekedésével jár. Tekintve, hogy ez még a különböző termékek fogyasztó árainak csökkenésével jár, ez további termelésbővítési motívum, illetőleg a szállítási szükségleteket növelő körülmény. A 2. sz. szemléltető ábrán tisztán látható az, hogy a szállítás gazdaságosabbá válása miképpen ad lehetőséget a szállíttató ágazatban az ún. *optimális üzemnagyság* növelésére.

Megjegyzendő a tranzitó szállításoknál ugyancsak hasonló jelenségről van szó. A szállítási díjak csökkenése e szállítási keresletre növelőleg hat, két okból is: egyrészt a már jelentkező szállítók szállítási keresletének a megnövelése



2. ábra

folytán, másrészt más, közel párhuzamos vonalakról vagy kerülő áramlási vonalakról az ottani tranzitó szállítások elhódítása következtében.

A 10. sz. összefüggésbe — többek között — ezt a befolyásoló tényezőt, tehát a díjszabásszínvonalat is célszerű beépíteni.

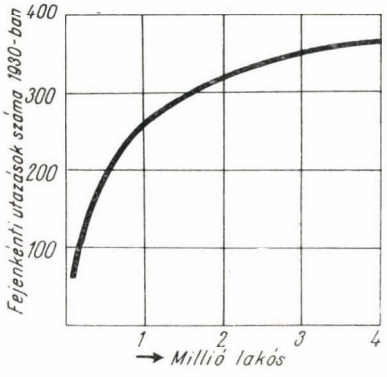
A szállítási teljesítmények alakulásánál csupán a mennyiségi, általában „tkm" teljesítmények vannak számításba véve. A minőségi szállítástechnika teljesítmények: a szállítás sebessége, rendszeressége, az áruállagmegóvás stb. fokozódása a jelen vizsgálódásoknál szereplő összefüggésmodellben nincs figyelembe véve.

4. *A személyszállítási szükségletek perspektív alakulását magyarázó sztochasztikus összefüggés-modell.*

A személyszállítási szükségletek nagyobb része azzal kapcsolatos, hogy a munkaerők termelésben való részvételi helye és elhasznált munkaerejük reprodukálásának helye általában nem esik egybe: jelentős térbeli távolság van köztük.[10] Jól látható ez a nagyvárosi tömegközlekedési forgalomban, az elő-

[10] *Kádas K.* : Közlekedésgazdaságtan I. 1955. Szolnok. (Egyetemi jegyzet)

városi és a nagyváros távolabbi vonzási körzetéből származó utazási forgalomban. Ez az ún. hivatásforgalom — ide tartozik az iskolábajárás is — nyilván csaknem arányos a *lakosság számmal*, a *lakosság dolgozó, tanuló arányával* és természetesen a települések és az újratermelés *területi elkülönülésével*, egymáshoz viszonyított területi tagoltságával, ami az átlagos utazási hosszakban jól kifejezésre jut. Ezzel magyarázható számos olyan tapasztalás, amely a városnagyság és a városi tömegközlekedési forgalom egyenes összefüggését találta.[11] P i r a t h megfigyelései szerint p. o. 1930-ban az utazási szükséglet nagysága a város lakósszámban kifejezett méreteivel a **3.** sz. ábrán szemléltetett módon függ össze. A távolsági utasforgalom már inkább a társadalmi-gazdasági élettel kapcsolatos egyéb, jórészt igazgatási-irányítási tevékenységgel függ össze, ezenkívül a családi jellegű utazásokkal, illetőleg egyes viszonylatokban ki-



3. ábra

emelten az üdülési és turista forgalommal. A nemzetközi utasforgalom jórésze is hasonló jellegű.

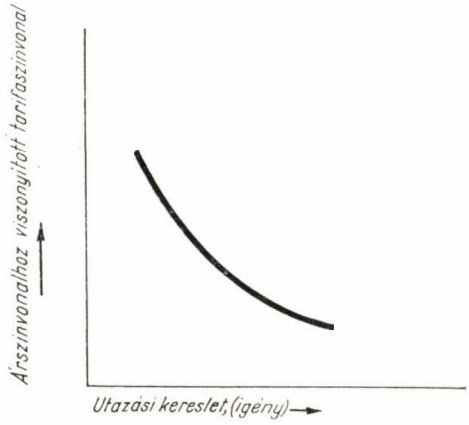
Jelentős mértékben befolyásolja az utazási szükségletet, pontosabban a már konkrét utazási keresletet a lakosság *közlekedési ellátottsága*, nevezetesen a települések hálózattal és megfelelő gyakoriságú járatokkal való ellátottsága. Tanulságos példát szolgáltatott erre a MÁV néhány gyengeforgalmú vonaláról a személyszállítás közúti autóbusz forgalomra való átterelése, amikor is az utasforgalom lényegesen megnövekedett. Ugyancsak nagy szerepet játszik az utazási szükséglet motiválásában a *személyszállítás közlekedéstechnikai és kulturáltsági minőségi színvonala.*

Erős hatással van az utazási keresletre a menetdíjak színvonala, pontosabban az árszínvonalhoz viszonyított színvonala. Jól ismert — különösen a nagyvárosi tömegközlekedes elemzéséből — az utazási keresleti összefüggés (lásd 4. sz. ábra), amely a jelentkező utazási igényeket ábrázolja a személyszállítási *tarifaszínvonal* (árszínvonalra vonatkoztatott tarifaszínvonal) függvényében. Amennyiben az utazási kereslet tarifa *elaszticitásának abszolút értéke nagyobb, mint az egység*, ún. *rugalmas utazási keresletről* van szó. Ilyen általában az üdülési és kiránduló, valamint turista forgalom. Ha pedig ez az *elaszticitás abszolút érték kisebb az egység*nél, ún. *merev utazási keresletről* van szo. Ebbe a kategóriába esik általában a hivatásforgalom.

[11] *Pirath, C.* : Die Grundlagen der Verkehrswirtschaft, Berlin 1949; *Leibbrand, K.* : Verkehrsingenieurwesen. Basel, 1957.

Sajátos összefüggés van a személyszállítási kereslet és az utazás költségei között az egyéni közlekedésben. Itt a személyautó üzemköltségein kívül a beszerzési ára is nagy szerepet játszik. Ezenkívül nagy a szerepe a később tárgyalandó jövedelmi elaszticitásnak.[12]

A tarifa elaszticitás fogalmánál kívánatos megemlíteni azt a hatást, amelyet a távközlés új, fejlettebb technikáinak (telefon, rádió, televízió) megjelenése okoz a személyszállítási szükségletekben, éppen nagyrészt a rugalmas utazási keresletű helyváltoztatásoknál. A technika fejlődésével ui. a helyváltoztatási szükségleteknek, illetőleg a térbeli akadályok leküzdésére irányuló szükségletnek olyan vonatkozásai is messzemenő kielégítésre kerülnek, amelyek



4. ábra

kielégítését az előző helyváltoztatási technika nem volt képes megvalósítani. E szükségleti vonatkozások jó kielégítése ezeknek a technikáknak hatékonysági fölényt biztosít a megelőző technikákkal szemben, ami az utazási igények egy részének — a szubsztitúciós lehetőségek folytán — az új távközlési technikák útján való hatékonyabb kielégítésére ad módot.[13] Hasonló hatékonysági fölénye van legtöbbször a csővezetéken és a magas feszültségű villamos vezetéken való energiahordozó, illetőleg energia szállításnak a hagyományos közlekedési eszközökkel való szállítással szemben. A vázolt jelenség, nevezetesen *a közlekedésnek a technika fejlődéssel járó jelentős differenciálódása, a közlekedés eddigi fejlődésének is az egyik jellegzetes vonása.*

Az utazási keresletre, egyéb körülmények változatlansága mellett, nagy hatása van az utazóközönség reáljövedelmi színvonala változásának (lásd 5. sz. ábra). Jól látható ez az egyéni közlekedésben is. A személyautók és még előbb a motorkerékpárok gyors terjedése jórészt ezzel függ össze.

Szem előtt tartva az előrebocsátottakat, a személyszállítási konkrét szükségletek indexének, (I_{sz})-nek alakulása azok vázolt meghatározó tényezőinek

[12] Annual Bulletin of Transport Statistics for Europe (ENSZ Európai Gazdasági Bizottság Közlekedési Osztály) 1957. Geneve.

[13] *Williams, T. R.* : The Future of Passenger Road Transport. (The Journal of the Institute of Transport, 1956. 11. sz.)

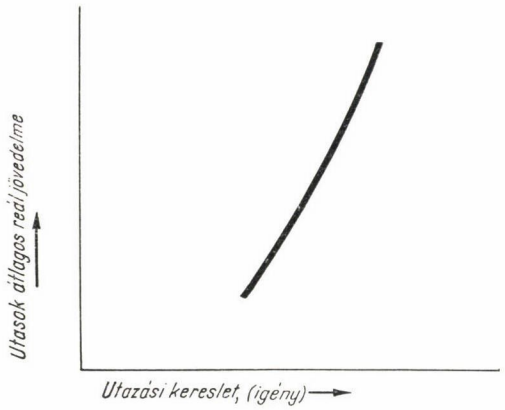
függvényében nagy valószínűséggel a következő matematikai modellel jellemzett sztochasztikus törvényszerűséget mutatja:

$$I_{sz} = I_l^{\varepsilon_1} I_{tt}^{\varepsilon_2} I_{ke}^{\varepsilon_3} I_{sz \cdot t}^{\varepsilon_4} I_{tsz}^{\varepsilon_5} I_{hf}^{\varepsilon_6} I_R^{\varepsilon_7}, \tag{12}$$

ahol

I_{sz} = a személyszállítási szükségletek,
I_l = a lakosság létszáma,
I_{tt} = a települések és az újratemelés egymáshoz viszonyított területi tagoltsága,
I_{ke} = a közlekedési ellátottság,
$I_{sz \cdot t}$ = a szállítástechnikai minőségi színvonal,
I_{tsz} = a tarifaszínvonal,
I_{hf} = a térbeli akadályok leküzdésére alkalmas egyéb technikák hatékonysági fölényének mértéke,
I_R = az utazóközönség reáljövedelme,
é. i. t.

} azonos alapú indexszámai.



5. ábra

A ε parameterek az ún. elaszticitások, mégpedig parciális elaszticitások. Az ε_7 p. o. azt juttatja kifejezésre, hogy az utazó lakosság reáljövedelmének 1%-os emelkedése — egyéb körülmények változatlansága esetén — az utazási keresletet hány %-kal emeli meg. Tehát

$$\varepsilon_7 = \frac{\frac{\partial I_{sz}}{I_{sz}}}{\frac{\partial I_R}{I_R}}. \tag{13}$$

A személyszállítási szükségletek alakulásának vázolt módon való vizsgálatánál célszerű a nagyvárosi és helyi tömegközlekedést külön is elemezni.

Ennek jellemzői ui. a helyközi és távolsági közlekedéstől jelentős mértékben eltérhetnek.

Az előrebocsátott vizsgálódások a személyszállításnak csupán a mennyiségileg jól kifejezhető helyváltoztatási teljesítményeivel: az utasszámmal (nagyvárosi közlekedésben) és az utaskm-rel (helyközi és távolsági közlekedésben) foglalkoznak. A személyszállítás fontos utazástechnikai minőségi teljesítményei (utazási sebesség emelése, kényelem és kulturáltság fokozása, járatsűrűség növelése stb.) csak a mennyiségire való befolyásuk tekintetében kerültek tárgyalásra.

5. *A közlekedési szükségletek perspektív alakulásának statisztikai vizsgálatára és előrejelzésére javasolt matematikai modellek megbízhatósága.*

Az előző fejezetekben felvetett és értelmezett matematikai modellek pontossága és megbízhatósága dönti el, hogy a gyakorlatban, a közlekedés perspektív gazdasági tervezésénél — még interpolációs célokra is — milyen sikerrel és egyáltalában alkalmazhatók-e. További fogas probléma annak megvizsgálása, hogy időbeli, több évet átfogó extrapoláció milyen követelmények teljesítése esetén és akkor is csak milyen mértékig megengedett.

Tekintve, hogy nem minden hatótényezőt vettünk figyelembe és a tárgyaltaknál is csak néhány idősorbeli tag értékének felhasználásával történik az ε parameterek megállapítása, ezek kiszámított értéke a statisztikai indukció szabályai szerint adódó hibahatárok között és valószínűségekkel értendő.[14] Sokszor elegendő az ún. standard hibával számolni, illetőleg a parameter értékeket ezek nagyságával egybevetve és az említett valószínűséget szem előtt tartva értékelni.

A statisztikai elemzés természetesen megkívánja, hogy a hiba-számítás elhanyagolásai, illetőleg hibái is figyelembe legyenek véve, mégpedig nemcsak a mennyiségiek, hanem a minőségiek is. Nyilvánvaló, hogy ehhez mélyreható közlekedésgazdasági, egyáltalán mélyreható közgazdasági elemzés is szükséges.

Még a parameterértékek standard hibáinak megállapítása előtt felvetődik, hogy a 9. sz. lineáris regresszió egyenlet, mint összefüggésmodell milyen hűen közelíti meg az összetartozó statisztikai idősoradatok, illetőleg az általuk képviselt közlekedésgazdasági jelenségek tényleges összefüggését. Erre a célra a matematikai statisztika a *korreláció számítást* alkalmazza. Ennek segítségével meg lehet állapítani, hogy a feltételezett összefüggésmodell a valóságosat, illetőleg a statisztikai megfigyelések által képviselt összefüggést milyen hűen tükrözi, milyen szorosan követi. A szorosság mértékéül a *korreláció együttható*, illetőleg nem lineáris korrelációnál a *korreláció* index szolgál.[15] Amennyiben többváltozós összefüggésről van szó — mint p. o. a 9. számú — e szorosság meghatározásával a *többszörös korreláció elemzés* foglalkozik, a többszörös korreláció együttható kiszámítása segítségével. Ennek az együtthatónak az értéke azt mondja meg, hogy a 9. sz. regresszió egyenlet alapján számított $\log y$, illetőleg y értékek a tényleges y értékeket milyen szorosan követik. Vagy másképpen fogalmazva: a felvett x értékek a regresszió egyenlet mint matematikai

[14] *Kádas K.*: Statisztikai indukció alkalmazása. 1949. (Központi Statisztikai Hivatal); Statisztika II. i. m. lásd még: *Theiss, E.*: i. m.

[15] *Oparin, D. I.*: A korrelációszámítás lényege és jelentősége. Statisztikai Szemle, 1958. 6. sz., lásd még: *Theiss.*: i. m., továbbá *Kádas*: Statisztika II. i. m.

modell segítségével a tényleges y értékeket milyen mértékben magyarázzák, illetőleg indokolják. Ilyen módon, bár kvantitatív formában, de leíró jelleggel a sztochasztikus összefüggés-modell alkalmasságát jellemezni lehet.

Kiegészíti ezt egzaktabb formában az összefüggés-modell kiszámított parametereinek a standard-hibája és a már említett kapcsolatos valószínűségek.

A jelen esetben további vizsgálatot kíván az is, hogy a független változónak tekintett x-ek, illetőleg idősortagok között van, illetőleg lehet kapcsolat. Ez az ún. *multikollinearitás problémája*. Ezzel kapcsolatban esetleg ettől függetlenül is szóba jöhet az *időmozzanat*nak, mint változónak a 8. sz. összefüggésmodellbe való beépítése.

Mind e kiegészítő megbízhatósági vizsgálatok, mind további kiegészítéseik hivatottak arra, hogy a közlekedési szükségletek, illetőleg teljesítmények perspektív — trendszerű — alakulására levezetett összefüggés-modell perspektív tervezésénél való alkalmasságát, illetőleg megbízhatóságát elbírálják. Az elbírálásnak természetesen nem lehet csak formainak, matematikainak lennie. Bőséges helyet kell kapniok a sokoldalú közlekedésgazdasági, közgazdasági minőségi meggondolásoknak is. A javasolt összefüggésmodellek csupán igen hasznos eszközök az egzaktabb gazdasági tervezés megvalósítására. Használatuk teljes értékű csak akkor lehet, ha felhasználójuk részletesen ismeri pontosságuk fokát, megbízhatóságuk mértékét és természetét.

Érkezett 1961. március hóban.

Dr. HORVÁTH SÁNDOR a műszaki tudományok kandidátusa

A HAJÓÚT FENNTARTÁSA A DUNA RAJKA ÉS GÖNYÜ KÖZÖTTI GÁZLÓS SZAKASZÁN*

Bevezetés

A Dunának a Kárpát-medencébe belépését követő 90 km hosszú, a torkolattól számított 1880—1790 fkm-ek közötti szakasza fokozott nehézséget támaszt a hajózással szemben. Különösen áll ez a Rajka és Gönyü (1850—1790 fkm-ek) közötti gázlós szakaszra, ahol a sekély gázlók nagymértékben akadályozzák a forgalmat, és károsan befolyásolják a hajózás gazdaságosságát. Itt nagyobb hajópark és vonóerő szükséges a forgalom lebonyolítására, mint amekkorával az adott árumennyiség a Duna olyan szakaszain szállítható, ahol a hajózási viszonyok kifogástalanok. Ezen a szakaszon a hajózás a személyzettől fokozottabb erőkifejtést, figyelmet, ügyességet, alaposabb helyi ismeretet kíván, és a hajópark igénybevétele is nagyobb, mint — a zuhatagos szakaszok kivételével — a Duna egyéb szakaszain [6].

1. Földrajzi és geológiai viszonyok

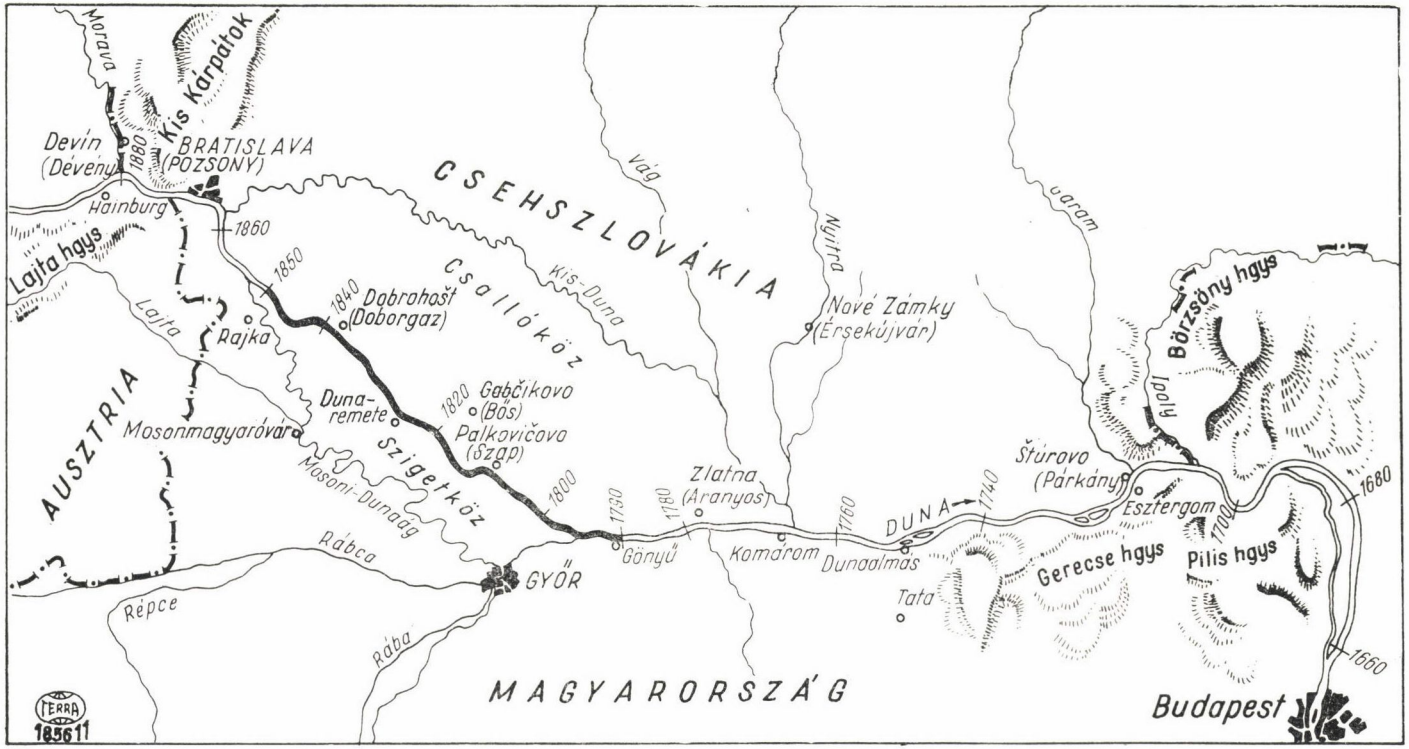
A Duna Hainburg és Pozsony között lépi át az Alpesek és Kárpátok láncolatát, keresztülfolyik a Kisalföldön, majd Dömös és Nagymaros (1700—1692 fkm-ek) között a Magyar Középhegységet is áttörve éri el a Nagy Magyar Alföldet [4, 8].

A Kisalföld helyén a geológiai harmadkor végén beltó volt, amelyet a folyó hordalékával feltöltött; hordalékkúpot épített, amelynek palástján ágakra szakadozva folyik tovább. Pozsony alatt balról a Csallóközi-, vagy Kis-Duna, jobbról pedig a Mosoni-Dunaág szakad ki a főmederből, amelyek a hordalékkúp lábánál haladva a Csallóközt és a Szigetközt zárják körül (*1. ábra*). A feltöltődés mértékének érzékeltetésére megemlítjük, hogy az alluviális kavicsréteg vastagsága meghaladja a 400 m-t, sőt az egyik fúrásban a 2500 m-t is eléri [4, 6].

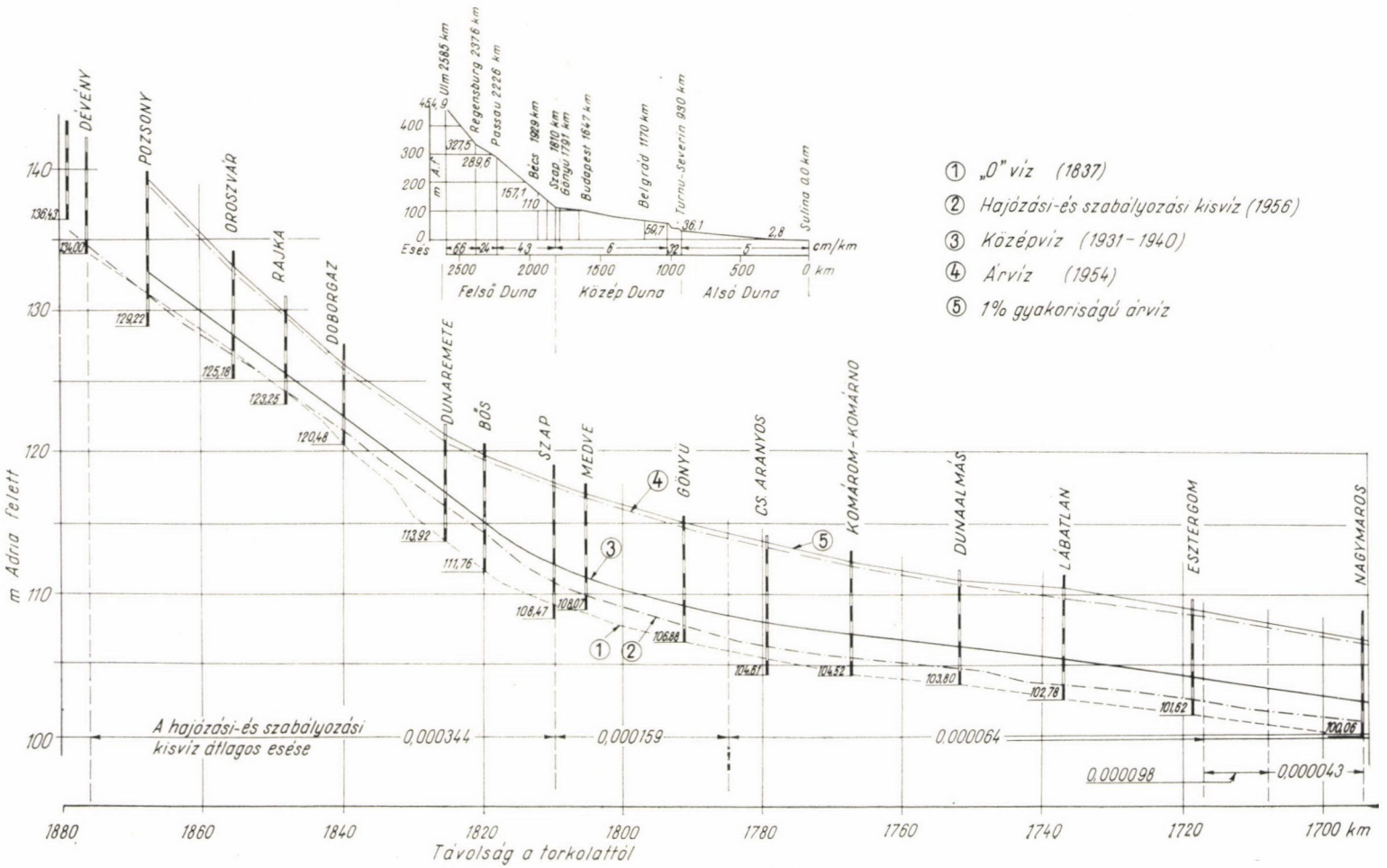
A gázlós szakasz esésviszonyait a Szapnál (Palkovičovónál, 1810 fkm) levő *eséstörés* jellemzi. A *2. ábrán* a Dévény és Nagymaros (1880—1790 fkm-ek) közötti szakasz néhány jellemző vízszinének hossz-szelvényét tüntettük fel, a felső kis ábrán pedig az egész Duna hossz-szelvényét ábrázoltuk a főábrával azonos torzításban. A két ábra összevetése beszédesen bizonyítja, hogy a szapi eséstörés jellemző az egész folyam esésviszonyaira.

A folyam igyekszik esését kiegyenlíteni. Mivel a Dévény és a Dömös körüli sziklaküszöbök a meder mélyülését megakadályozzák, *a Duna eséstörését csak a törés helyének feltöltésével egyenlítheti ki.*

* A XX. Nemzetközi Hajózási Kongresszusra (Baltimore 1961.) készült tanulmány.



1. ábra. A Duna Dévény és Budapest közötti szakaszának általános helyszínrajza



2. *ábra.* Jellemző vízszínek hossz-szelvénye

A szabályozási munkálatok megindítása előtt egyéges folyómeder nem fejlődhetett ki, mert a hordalékkúpon vándorló folyam minden jégzajlás, vagy árvíz után más-más medret keresett magának, újabb területeket ragadott el, újabb zátonyokat és szigeteket épített. Így alakult ki a magyar-csehszlovák Felső-Duna mintegy 5 km széles vadregényes szigetvilága.

Vízrajzi szempontból a Duna vízjárása mind a sokévi átlag, mind a vízhozamok évszakonkénti megoszlása tekintetében *egyenletes*. Az évi átlagos vízhozam aránylag szűk határok között, 2080 m^3/s körül ingadozik. Száz év alatt egyszer sem haladta meg a 2880 m^3/s-ot, és nem csökkent 1370 m^3/s alá. A legkisebb vízhozam 640 m^3/s-ra, a legnagyobb árvízi hozam pedig 11000 m^3/s-ra becsülhető.

A jég többnyire csak akadozva vonul le a tárgyalt szakaszról. Jégjárás szempontjából különösen kedvezőtlen a Pozsony alatti (1865 fkm) és a bagoméri (1814 fkm) éles kanyarulat. A meder jelenlegi állapotában a jeges időszak átlagos tartama 29,4, a maximális pedig 93 nap (1946/47-ben). Ezen az időszakon belül a folyót átlagosan 9,7, maximálisan pedig 85 napon át borította szilárd jégtakaró. A szabályozás előtt a jeges időszak tartama lényegesen hosszabb volt.

2. *Hajózási viszonyok a szabályozás előtt*

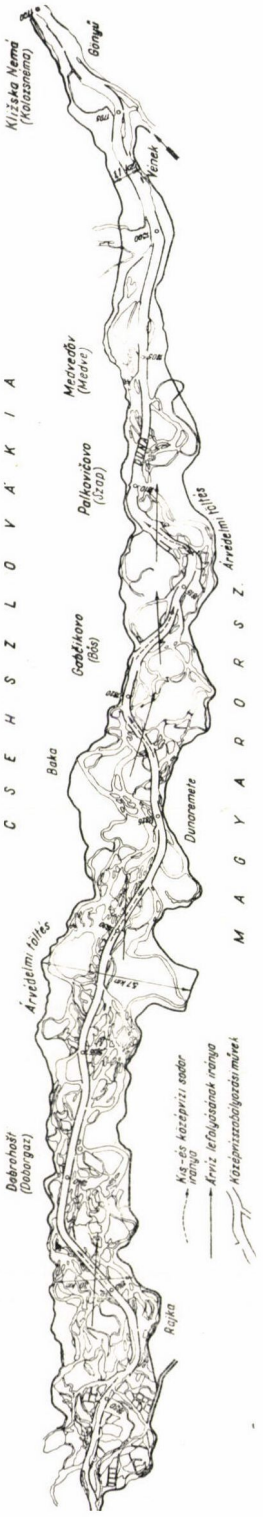
A gőzhajózás megindulása idején a Dévény és Gönyü közötti gázlós szakasz, akkori állapotában, a *nagyobbarányú forgalom lebonyolítására teljesen alkalmatlan volt.*

L. Zeis-nek, a *„Danubius"* című folyóirat szerkesztőjének a lap 1896. november 12-i számában olvasható megállapítása szerint [8] az 1867—1876. években a Budapest és Bécs közötti szakaszon a 295 napos hajózási idényben Gönyű felett a *hajózás évente átlagosan 67 napon keresztül szünetelt.* (A leghosszabb hajózási kényszerszünet 1870-ben *164*, 1875-ben pedig *116* nap volt.) A hajózási kényszerszüneten kívüli időszakban pedig az uszályok egy részét meg kellett könnyíteni, azaz az áru egy részét más, készenlétben tartott uszályokba kellett átrakni, azonban a könnyített uszályok is gyakran zátonyra futottak és ott fennakadtak. Ilyenkor, vagy még jobban meg kellett könnyíteni őket, vagy várniok kellett a víz áradására, hogy a gázlókon áthaladhassanak.

A zátonyra futott uszályok a hajóútat leszabadításukig elzárták, és így az 1867—1876 közötti tíz esztendőben a *hajózás kényszerű korlátozásának tartama, a fennakadások miatti veszteségeket is beszámítva, évente átlagosan 94 nap volt.*

Jellemzésképpen megemlítjük, hogy pl. 1882-ben csak az *Első Dunagőzhajózási Társaságnak* 200 hajója akadt fenn, 1883-ban pedig már március végén 150 uszály vesztegelt a gázlóknál.

Fekete Zsigmond közlése szerint [2] 1891—1893-ban, az 1842—1830 fkm-ek közötti szakaszon — ahol akkor még a szabályozási munkálatokat nem kezdték meg — a főág egy éven belül is ismételten változtatta helyét. A hajókat a nyári közepes vízállású időszakban is könnyíteni kellett, és még így is gyakran zátonyra futottak. A levontatásukat megkísérlő gözösök sokszor maguk is fennakadtak úgy, hogy a zátonyokon a leszabadítandó uszályokon kívül 4—12 gőzös várta az árhullámot, hogy ismét úszóképessé vállva, folytat-



3. *ábra.* A Duna 1850—1800 fkm-ek közötti szakaszának vázlatos helyszínrajza

hassa útját. A személyhajó-forgalom is több éven át csak átszállásokkal volt lebonyolítható. Fennakadáskor és leszabadításkor természetszerűleg a hajók állaga is károsult.

A leírt nehézségek miatt mind több és több oldalról merült fel a szabályozási munkálatok megindítására vonatkozó kívánság.

3. Szabályozási munkálatok

A Duna Dévény és Gönyü közötti szakaszán végrehajtott szabályozási munkálatok három csoportra oszthatók, éspedig:

a) az árvízszabályozásra
b) a középvízszabályozásra és végül
c) a kisvízszabályozásra.

a) Árvízszabályozás

A tárgyalt Duna-szakasz mentén az árvédelmi gátak építését már a XIII. században megkezdték. A folyómeder állandó kalandozása azonban hátrányosan befolyásolta a gátak vonalozását, amely nélkülözte az egységet és a tervszerűséget is. Az árvédelmi töltések rendszeres kiépítését a balparton 1850-ben, a jobbparton pedig csak 1890 után kezdték meg.

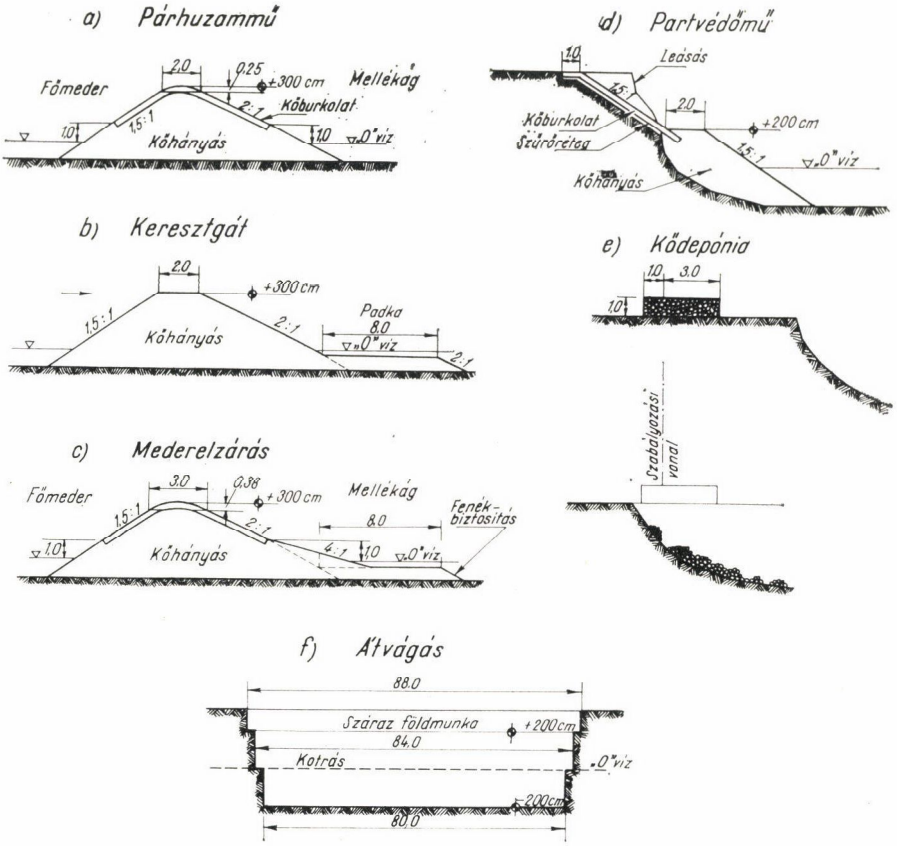
Az árvédelmi gátak építésénél legtöbbnyire a helyi viszonyok voltak a döntők, ezért *folyószabályozási szerepükre tekintet nélkül építették őket.* Emiatt a hullámtér szélessége 1,1—5,7 km között szeszélyesen változik, *az árvízi sodorvonal a közép- és a kisvízit több helyen nagy szögben metszi, és ezzel az egészséges mederviszonyok kialakulását károsan befolyásolja (3. ábra).*

Az árvédelmi gátak kiépítése óta az árvizek lebegtetett hordalékuk egy részét a hullámtéren rakják le, azt feltöltik, míg a mentesített területek megmaradnak eredeti magasságukban. A hullámtér feltöltődése átlagosan évi 1 cm-re tehető.

b) Középvízszabályozás

A XIII. századig visszanyúló feljegyzések szerint 1880-ig úgyszólván semmiféle eredményes munkát sem végeztek a gázlós szakaszon; bár az 1830—1881 közötti időszakban több mint 6,9 millió aranyforintot költöttek a különféle rendszertelen munkálatokra.

1880—1881-ben készítették el *Bodoky Lajos* irányításával a gázlós szakasz *állandó keresztszelvényekkel való középvízi szabályozásának tervét*. Célul a zavartalan jéglevonulás és a kisvízszin alatti 2,0 m-es hajózási mélység biztosítását tűzték ki. A mértékadónak választott középvízállásnak 2886 m^3/s vízszállítás felelt meg. A kétoldali párhuzamműveket a szabályozási középvíz szintjéig tervezték kiépíteni. A szabályozási szélességet részben különböző



4. ábra. A szabályozási művek mintaszelvényei

ismert képletekből számították, részben pedig tapasztalatok alapján állapították meg.

A szabályozási vonal és a szabályozási szélesség megállapításánál a tervezők nem támaszkodhattak sem hazai, sem külföldi tapasztalatokra, a gázlós szakasz széles szigetvilága pedig tág lehetőségeket hagyott a különféle változatok kidolgozására. A sok lehetőség közül elődeink gondos munkával választották ki azt a vonalat, amely a *folyószabályozási ismeretek akkori állása szerint, és Magyarország akkori pénzügyi lehetőségei között*, a legcélszerűbbnek mutatkozott. A középvízi meder vonalozásánál aránylag enyhe íveket és hosszabb-rövidebb egyeneseket alkalmaztak.

A Duna 1880—1747 fkm-ek közötti szakaszára kiterjedő munkálatok során a szabályozási vonalban a *mellékágakat elzárták*. Ahol a medret szűkíteni kellett, *párhuzammüveket* építettek, és ezeket a természetes partokhoz *keresztgátakkal* kötötték be. A partokat *partbiztosításokkal* és *kődepóniákkal* védték meg. Az éles kanyarulatok nagyrészét *átvágták*. A szabályozási művek mintaszelvényeit a *4. ábrán* tüntettük fel [4, 8].

A munkálatok 1886—1896-ig tartottak.

A szabályozás határozott javulást hozott mind a hajózás, mind a jéglevonulás szempontjából, azonban az eredetileg kitűzött célt — a kisvíznél is legalább 2,0 m mély hajóút kialakítását — nem sikerült megvalósítani.

c) Kisvízszabályozás

A középvízszabályozással járó mederösszeszorítás hatására a szakasz felső végén a vízszinek kezdetben mintegy 80—90 cm-rel emelkedtek, az elragadó-erő megnőtt, és az amúgy is erős *hordalékmozgás még erőteljesebbé vált*. Erre a szakasz felső végén a meder mélyülni kezdett, az útnak induló újabb hordaléktömegek pedig a szakasz alsó részén lerakódtak. A főmeder Pozsonynál mintegy 90 cm-rel mélyült, az 1830—1800 fkm-ek közötti szakaszon pedig mintegy 150 cm-rel feltöltődött (l. a *2. ábrán)*.

A kőgátakkal határolt középvízi meder a kisvízek számára *túlságosan szélesnek* bizonyult, azon belül megindult a *zátonyképződés, a zátonyok vándorlása ; rossz gázlók és szűkületek keletkeztek*. Ezek — főleg az őszi csúcsforgalom idején — erősen akadályozták a hajózást, gazdaságosságát pedig nagyon rontották. Az egyre rosszabbodó hajózási viszonyokon a *gázlók átkotrásával* és a megrongált szabályozási művek helyreállításával igyekeztek segíteni. Ezekkel a módszerekkel azonban a hajózás növekvő igényeit már nem lehetett kielégíteni, ezért a század elején *megkezdték a kisvízszabályozást*.

Ennek *lényege :*

a mellékágak lezárásával minden vizet a főmederbe szorítani;

a főmederben a kisvizeket keresztirányú művekkel (sarkantyúkkal) *keskenyebb sávba terelni, és*

az így kialakuló sodorvonalat és hajóútat állandósítani.

A kisvízszabályozás célja a 2,0 m merülésű uszályok akadálytalan közlekedéséhez szükséges vízmélység biztosítása a kisvizes időszak tartamára is. Szabályozási vízszínül a kereken 900 m^3/s vízhozamnak megfelelő vízszint fogadták el.

A szabályozási tervek készítése során a Rhône folyó szabályozásánál *H. Girardon* által alkalmazott és ott jól bevált, az 1894. évi hágai Nemzetközi Hajózási Kongresszuson bemutatott módszert tartották szem előtt [10].

A sodorvonalat a meglevő középvízszabályozási művekre és a helyi viszonyokra (pl. nagyobb mellékágak torkolatára stb.) tekintettel tervezték meg. A kanyarulatok tetőpontjában és az inflexióban egyaránt 3,0 m mély szelvény kialakítására kívánták a folyót kényszeríteni. A sodorvonalat sarkantyúkkal tervezték állandósítani. Távolságuk — a sodorvonalon mérve — a fél mederszélességgel volt egyenlő, irányuk pedig a sodorvonalra emelt normálissal 15°-os szöget zárt be. Koronájuk a parabolaívekből összeállított ideális mederszelvény középérintőinek megfelelően lejt. Anyaguk terméskő. A szabályozásra szoruló szakaszokon megtervezték a sarkantyúk kiosztását, azonban

csak annyi keresztirányú művet építettek meg, amennyire a sodorvonal állandósítása céljából *feltétlenül szükség* volt *(5. ábra)*.

Az első világháborút megelőzően az 1880—1886 és az 1847—1819 fkm-ek közötti szakaszon végeztek kisvízszabályozási munkálatokat. Az 1866—1847 fkm-ek közötti szakaszon nem volt szükség újabb beavatkozásra, mert a mederegyensúly, már a középvízszabályozási művek hatására bekövetkezett.

A kisvízszabályozás eredménye kedvező volt. Az egyensúlyi állapot az 1880—1833 fkm-ek közötti szakaszon helyreállt, a hajóút állandósult, a gázlók mélységviszonyai pedig megjavultak.

Az első világháború kitörésével a szabályozás üteme meglassult, később pedig a legszükségesebb fenntartásokra korlátozódott.

1920-ban a Duna 1862—1708 fkm-ek közötti szakasza országhatár lett Magyarország és Csehszlovákia között. A változás folytán a szabályozási munkálatok jóideig szüneteltek és csak a *Magyar—Csehszlovák Közös Műszaki Bizottság* megalakulása után, 1927-ben, indultak meg. A munkálatokat a Bizottság által elfogadott tervek alapján a két állam közös költségen hajtotta végre.

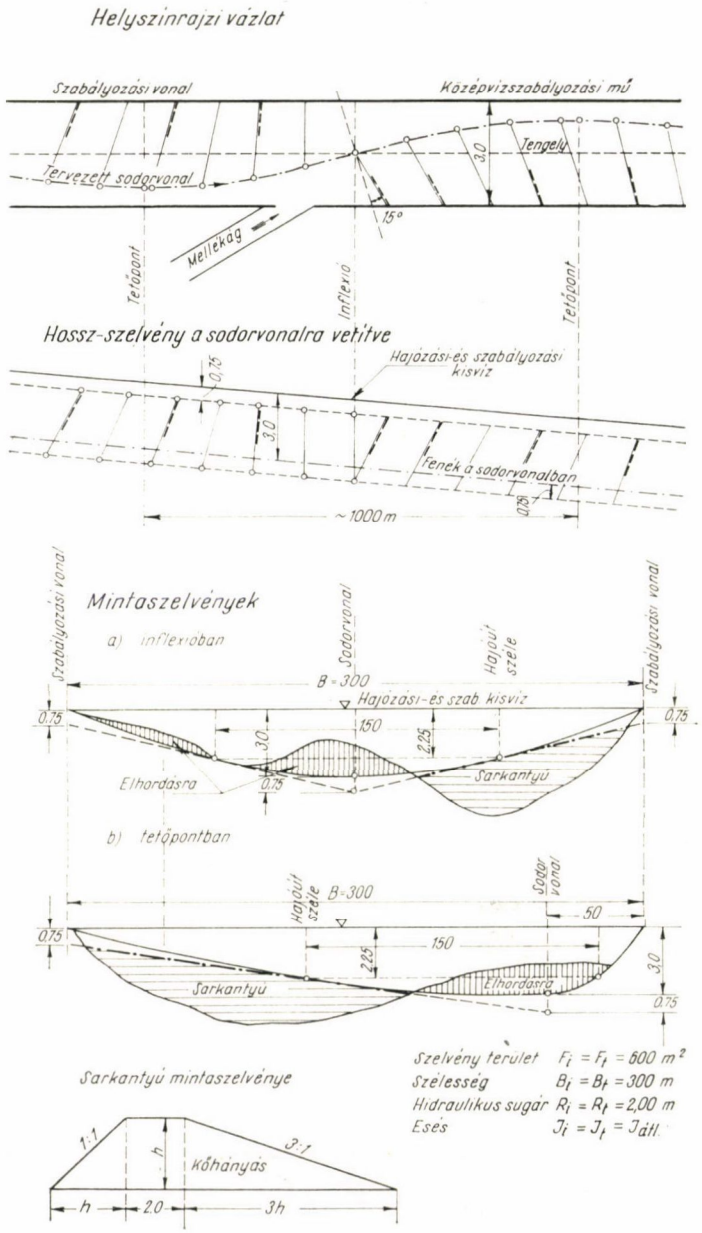
Az első időszakban a tevékenység a fenntartás jellegű munkálatokra és a legkedvezőtlenebb gázlók kotrására, valamint a hajóút megjelölésére (kitűzésére) szorítkozott. A kisvízszabályozás folytatására 1930-ban került sor. Szabályozási vízszínül a *Nemzetközi Dunabizottság, Commission Internationale du Danube* által megállapított hajózási- és szabályozási kisvízszint *(CID-víz)* fogadták el. 1936-ig a kisvízszabályozási műveket az első világháború előtt alkalmazott rendszer szerint építették, majd olyan rendszert dolgoztak ki, amely a természetes úton kialakuló mederfelülethez jobban simul.

Az évenkénti felmérések alapján szerkesztett mélységvonalas medertérképeket és a munkában levő folyószakaszokat tanulmányozva a tervezők arra a következtetésre jutottak, hogy az addig alkalmazott *sarkantyúk magassági- és hajlási viszonyai a kitűzött cél szempontjából nem megfelelőek.* Megfigyeléseik szerint ugyanis a Duna szóban forgó szakaszán a *kanyarulatok tetőpontjában, a homorú oldalon,* a hajózási kisvízszint alatt mintegy *6 m-es mélységek, a domború oldalon* pedig a középvízi medren belül átlagosan *100 m széles,* a kisvízszinthez viszonyítva *1 m magas zátonyok, az inflexióban pedig 3 m-es mélységek alakulnak ki.* Az új rendszer a folyónak ezt a természetét messzemenően figyelembe veszi [6] *(6. ábra)*.

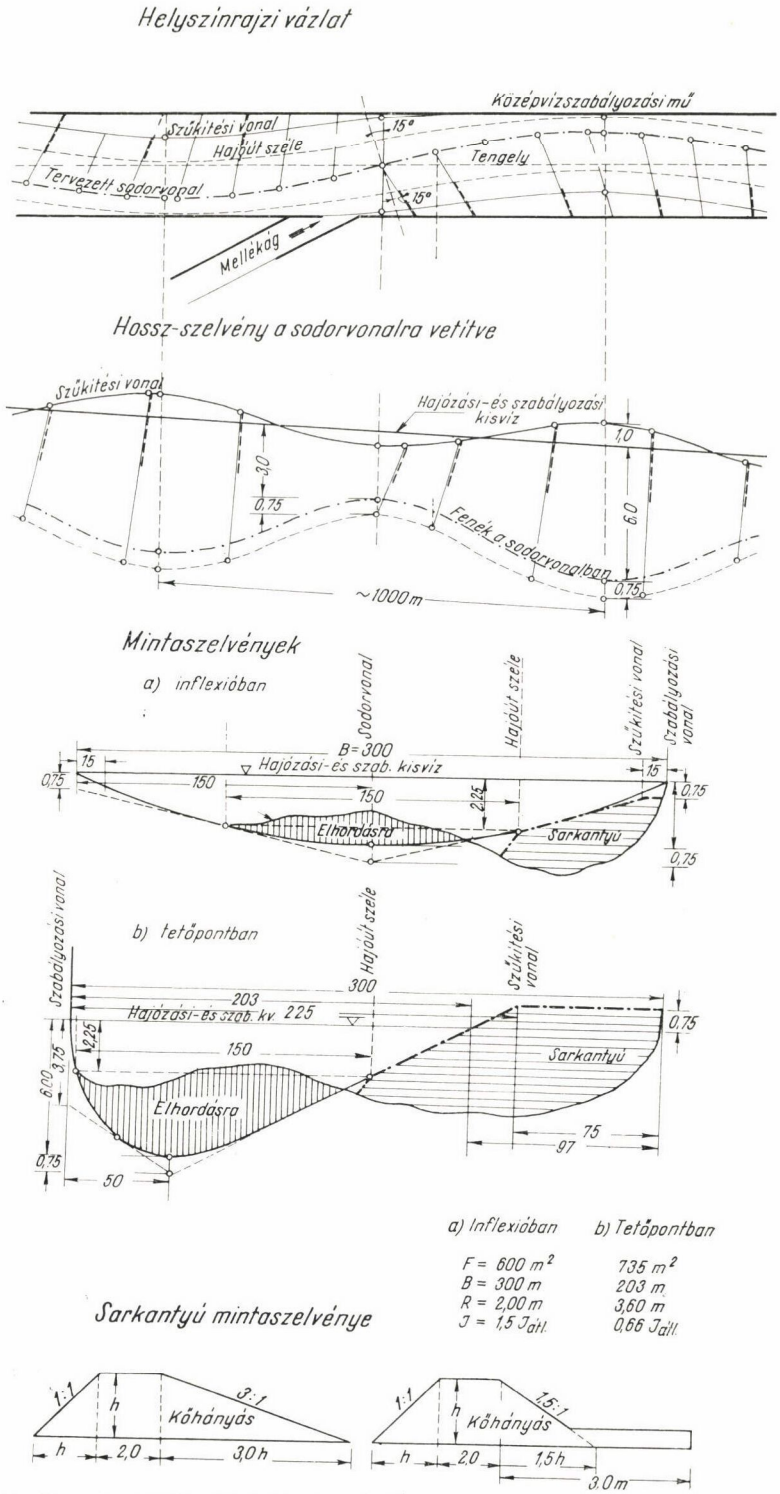
A sodorvonal tervezett mélysége ebben a rendszerben változó; az inflexióban 3, a tetőpontban pedig 6 m hajózási- és szabályozási kisvízszín alatt. A domború oldalon kialakítani tervezett zátonyok helyét és méreteit az ún. *szűkítési vonallal* határolták. Ezenfelül megtervezték magát a *hajóútat* is. A rendszerbe tartozó sarkantyúk magassága és hajlása az inflexiótól a tetőpont felé haladva állandóan nő, majd a következő inflexió felé közeledve ismét csökken. A sarkantyúkat csupán a tervezett hajóút széléig építik ki; mintegy bordázatát képezik a kialakítani tervezett zátonynak.

1939—1944 között, a második világháború folyamán Magyarország egyedül folytatta a szabályozási munkálatokat.

A második világháború után a munkálatok vontatottan indultak. Legsürgősebb teendő az átszakadt párhuzamművek helyreállítása és a mederbe került aknák, a hajó- és hídroncsok stb. eltávolítása volt. Csupán 1949-ben, a *Közös Műszaki Bizottság* újraalakulása után, került sor a kisvízszabályozási munkálatok folytatására, valamint a folyamatosan feltöltődő meder-



5. ábra. Az 1936 előtti kisvízszabályozási rendszer elvi vázlata [6]



6. *ábra.* Az 1936 utáni kisvízszabályozási rendszer elvi vázlata [6]

fenékhez képest most már viszonylag alacsony *középvízi művek emelésére*, továbbá a hordaléklerakódást ellensúlyozni hivatott *kotrási* munkálatokra.

A Duna gázlós szakaszának rendszeres szabályozására 1886-tól 1918-ig Magyarország, majd Magyarország és Csehszlovákia tetemes anyagi áldozatokkal hatalmas munkát végzett, amely összefoglalva az *1. táblázatban* feltüntetett munkamennyiségekkel jellemezhető.

Fel kell hívni a figyelmet arra, hogy a szabályozási munkálatok üteme nem volt egyenletes, sőt a két világháború alatti, illetve utáni időszakban a szabályozási tevékenység a legszükségesebb fenntartásokra korlátozódott. *Emiatt az elért eredmények jelentős része két izben is veszendőbe ment.*

Megjegyezzük, hogy tapasztalataink szerint *a szóbanforgó Duna-szakaszon szabályozási művekkel egyedül a kívánt eredményt elérni csak egyes esetekben sikerült. Ezért a művek hatását célszerű egyidejű kotrásokkal támogatni, illetve siettetni. Viszont csupán kotrásokkal — az intenzív hordalékmozgás következtében — csak átmeneti javulás érhető el, a kedvező változásokat megfelelő szabályozási művek építésével kell időben állandósítani.*

1. táblázat. A Duna gázlós szakaszának szabályozására fordított munkamennyiségek

Időszak	Folyamszakasz	Beépített		Kotrás
		kő	rőzsehenger	
	fkm — fkm	ezer m³		
1886—1896	1880—1479	3 600	—	7 800
1899—1918	1880—1790	1 000	400	2 300
1918—1938	1862—1790	370	70	250
1938—1944	1862—1790	120	—	550
1945—1960	1850—1790	670	—	3 700
	Összesen :	5 760	470	14 600

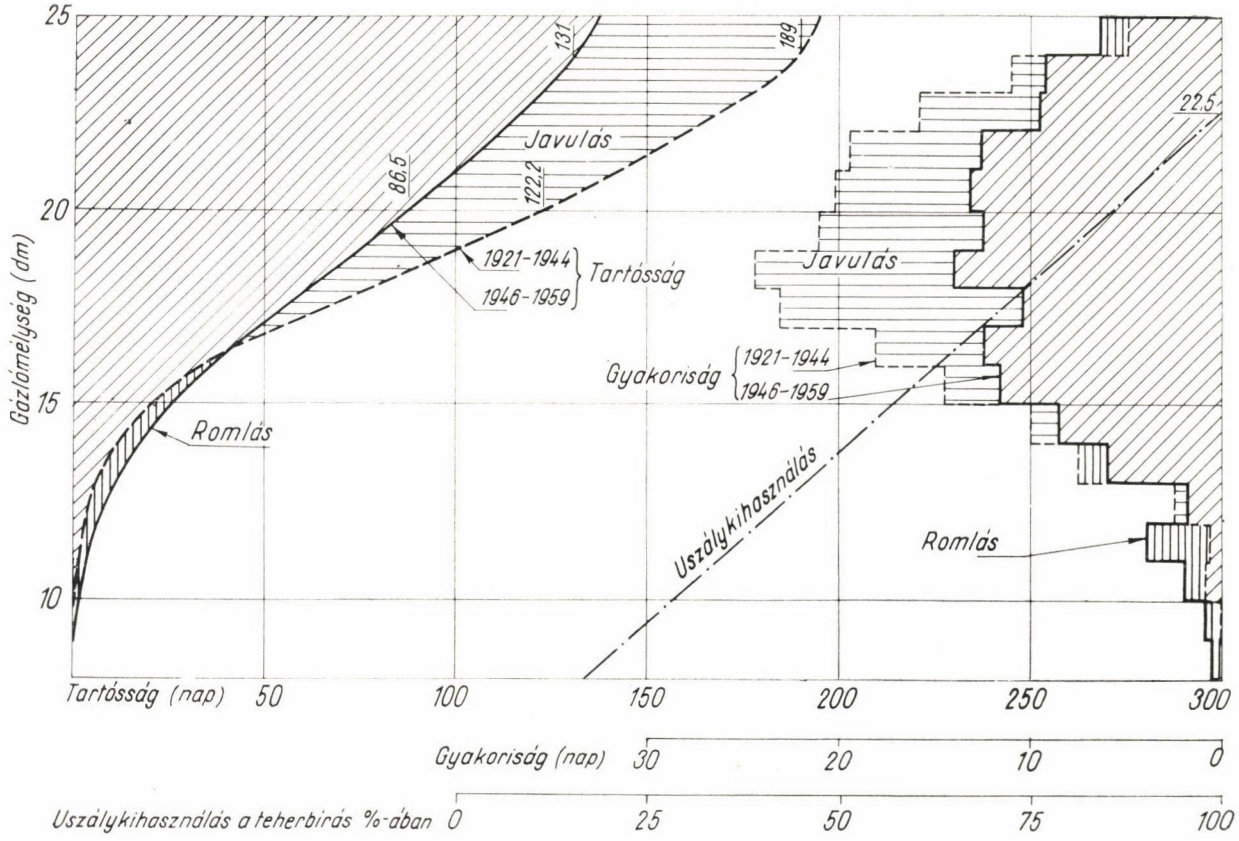
Olyan esetekben, amikor valamelyik gázló hirtelen elromlott, és nem volt hosszú, alatta pedig mély medence alakult ki, a gázló fenékanyagát a mederfenéken vonszolt gereblye alakú, súlyos hajóhorgonyokkal lazították meg. A fellazított anyagot a gázlón átbukó víz a mélybe sodorta és ezzel, a *gereblyekotrásnak* nevezett eljárással, a gázlót néhány dm-rel igen rövid idő alatt, és nagyon kis költséggel sikerült mélyíteni.

Rá kell ismételten mutatni arra, hogy a középvízi meder jelentős feltöltődése [6] miatt viszonylag alacsonyakká vált régebben épített szabályozási művek már nem teljesítik teljes mértékben feladatukat, és állékonyságuk is csökkent. A jelenlegi folyószabályozási feladatok az alábbi három csoportra oszthatók:

a) a kisvízszabályozási (gázlórendezési) munkálatok folytatása a hajózás érdekében;

b) a mederemelkedés folyamatának ellensúlyozása kotrásokkal;

c) a meglevő szabályozási művek hatékonyságának és állékonyságának növelése.



7. ábra. 25 dm-nél kisebb gázlómélységek átlagos tartóssága és gyakorisága 1921—1959 között a Duna Gönyü feletti gázlós szakaszán, valamint az 1000 t teherbírású uszály kihasználási lehetősége a teherbírás %-ában, a hajóút mélységének függvényében

4. Eredmények

Noha a Duna Dévény és Gönyü közötti szakaszán csak a középvízszabályozási munkálatokat fejezték be, a kisvízszabályozást pedig csak a pillanatnyi szükséghez képest hajtották végre és a mai napig sem fejezték be, az eredmények mégis jelentősek. A Duna gázlós szakaszán jégmentes időszakban *hajózási kényszerszünet már nincsen!* A 2,5 m-nél sekélyebb gázlók száma csökkent, mélységviszonyaik pedig megjavultak. *Az elért eredmények ellenére sem mondhatjuk, hogy a Duna Gönyü feletti gázlós szakasza kielégíti a hajózás kívánságait.*

A következőkben megkíséreljük szemléltetni a gázlók javulását, valamint kimutatni, hogy a gázlók milyen mértékben nehezítik a hajózást, és mennyire befolyásolják gazdaságosságát.

a) Gázlóviszonyok

A Dunát hajózási szempontok szerint, célszerűségi okokból, forgalmi szakaszokra osztják. *Ugyanazon a forgalmi szakaszon belül, az áthaladó hajópark kihasználására mindig a pillanatnyilag legsekélyebb, az ún. csúcsgázlónak (tehát nem feltétlenül ugyanannak a gázlónak) a mélysége a mértékadó.* A vizsgált szakasz hajózhatósága tehát a csúcsgázló mélységviszonyaival jellemezhető [4—9].

A *7. ábrán* a Duna Gönyü feletti gázlós szakasza csúcsgázlóján mért mélységeknek az 1921—1944. és 1946—1959. évi időszakra vonatkozó átlagos tartósságát és gyakoriságát tüntettük fel. (A vizsgálatot a 25 dm-nél kisebb mélységekre korlátoztuk.) Ábránk világosan bizonyítja, hogy a 15—24 dm közötti gázlómélységek gyakorisága a második időszakban az elsőhöz viszonyítva számottevően csökkent, a 15 dm-en aluli és a 24 dm-en felüli gázlómélységek gyakorisága pedig nőtt. Megemlítendőnek tartjuk a következőket:

1. a két időszakban a közepes vízhozam 2020, illetve 1960 m^3/s ;
2. a jégmentes- (azaz a hajózási-) időszak átlagos tartama pedig 324, illetve 343 nap volt;
3. a második időszak első éveiben a hajóútat, mivel a háború során a mederbe került aknák és az elsüllyedt hajók roncsai még nem voltak mind eltávolítva, nem lehetett a legkedvezőbb helyen kijelölni, végül
4. ebbe, a második időszakba esett a vízben rendkívül szegény 1947-es esztendő is ($Q_{1947} = 1390$ m^3/s).

A hajózási viszonyok javulása elsősorban azzal jellemezhető, hogy a 25 dm-en aluli gázlómélységek átlagos tartóssága, a vízjárás szempontjából kedvezőtlenebb második időszakban, 189 napról 131 napra, a 20 dm-en aluli mélységeké pedig 122,2 napról 86,5 napra csökkent.

Az egyes évek és az egyes szakaszok gázlóviszonyainak összehasonlítására már 1937-ben *bevezettük a gázló viszonylagos rosszasági mértékének fogalmát* [5—8]. A rosszasági mérték *(G)* dm.nap dimenziójú mennyiség, amelyet a gázlómélységek idősorának grafikonjában a 25 dm-es kívánatos mélységnek megfelelő vízszintessel és a ténylegesen észlelt 25 dm-nél kisebb mélységek vonalával határolt terület ad meg [8] *(8/b. ábra)*.

A gázlómélységeket nem szabad a vízállásviszonyoktól elvonatkoztatva vizsgálni. Ezért *bevezettük a vízjárás kedvezőtlenségi mértékének (V) fogalmát is* [8]. Ez ugyancsak dm.nap dimenziójú mennyiség, amelyet a vízállásgörbé-

vel és a hajózási- és szabályozási kisvízszínnek megfelelő vízszintes vonallal határolt területtel jellemezhetünk *(8/a. ábra)*.

A gázló *tényleges rosszasági mértéke ;*

$$G - V = G_{eff} \qquad \text{[dm. nap]} \qquad (1)$$

A csúcsgázló viszonylagos rosszasági mértékéből és a 25 dm-nél kisebb gázlómélységek t tartósságából a csúcsgázló *viszonylagos mélységhiánya* :

$$\frac{G}{t} = M \qquad \text{[dm]} \qquad (2)$$

A tényleges rosszasági mértékből és a tartósságból a csúcsgázló *tényleges mélységhiánya :*

$$\frac{G_{eff}}{t} = M_{eff} \qquad \text{[dm]} \qquad (3)$$

Ez az utóbbi érték — bár átlagérték — a hajóút egyik legfontosabb jellemzője.

A folyamszabályozási tevékenység hatékonyságának megítélésére a Duna Gönyü feletti gázlós szakaszán levő hajóút néhány jellemző adatát a *2. táblázatban* állítottuk össze.

2. táblázat. Jellemző adatok a Duna 1850—1790 fkm-ek közötti szakaszának hajózhatóságára

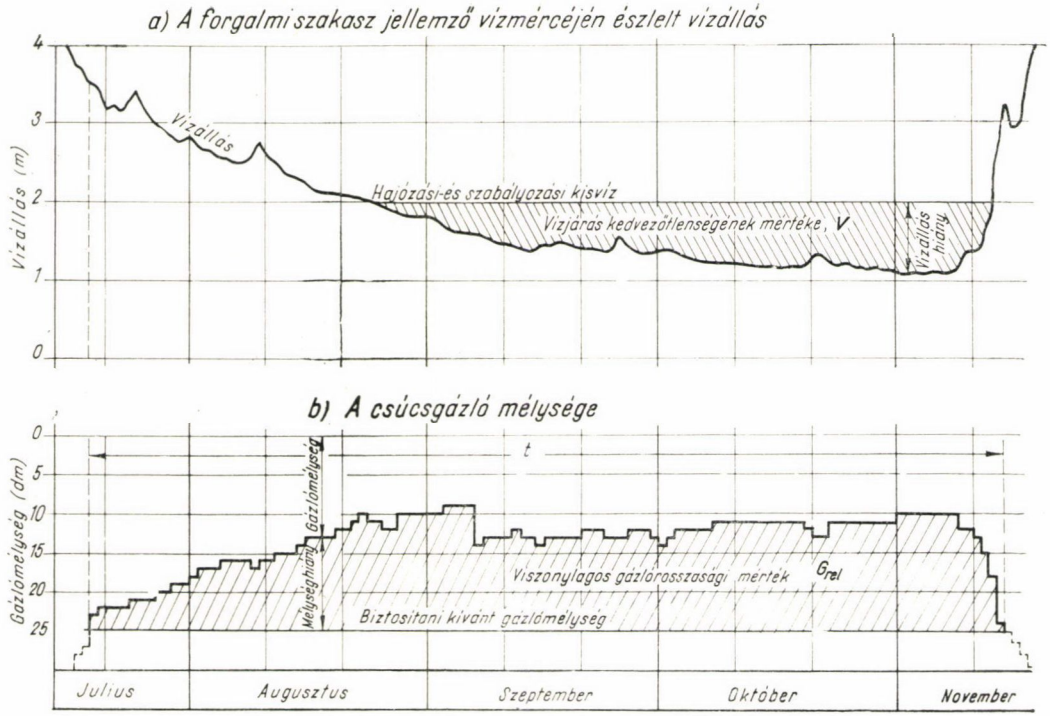
Időszak	A jeges időszak	A hajózási idény	25 dm-nél		A hajózási kisvíznél		Viszonylagos gázló-rosszaság (G)	A vízjárás kedvezőtlenségének (V)	Tényleges gázló-rosszaság (G_{eff})	Mélységhiány 25 dm-hez		Évi közép-vízhozam (KöQ)
			nagyobb	kisebb	magasabb	alacsonyabb				viszonylagos (M)	tényleges (M_{eff})	
	tartama		gázló-mélységek		jégmentes vízállások		mértéke					
	nap						dm.nap			dm		m^3/s
1921—1944	41	324	135	189	304	20	1103	37	1066	5,8	5,7	2020
1946—1959	22	343	212	131	310	33	854	117	737	6,5	5,6	1960
Különbség	—19	+19	+77	—58	+6	+13	—249	+80	—329	+0,7	—0,1	—60

A táblázatból megállapíthatóan a folyamszabályozási tevékenység hatása elsősorban és főként a gázlós időszak megrövidülésében, valamint ezzel összefüggésben a gázlórosszasági mértékek csökkenésében nyilvánult; a tényleges mélységhiány azonban gyakorlatilag változatlan maradt.

b) A hajópark kihasználása

A naptári éven belül a hajózás szempontjából három időszak különböztethető meg. Ezek:

a jégjárás okozta *hajózási kényszerszünet;*



8. ábra. a) a vízjárás kedvezőtlenségi mértékének
b) csúcsvizsgáló viszonylagos rosszasági mértékének értelmezése [8]

a kedvezőtlen gázlóviszonyok miatti *korlátozott hajózás időszaka* (a csúcsgázló elégtelen mélysége a mértékadó uszály teljes terheléssel való közlekedését akadályozza), végül

a *zavartalan hajózás időszaka*, amikor a hajók teljesen megterhelve közlekedhetnek.

A három jellemző időszak 1946—1959. évekre vonatkozó adatait, valamint az 1921—1944. évi időszakra jellemző átlagértékeket a *9/a. ábrán* tüntettük fel. Ábránk szerint a zavartalan hajózás átlagos tartóssága az első időszakban *162*, a másodikban pedig *231 nap* volt. A hajózás korlátozására 1921—1944 között évente átlagosan *162*, 1946—1959 között pedig csak *112* napon át került sor. A jég miatti hajózási kényszerszünet tartama a két időszakban *41*, illetve *22* nap volt.

A hajózás gazdaságosságának további vizsgálatához alapul a 21,5 dm merülésű 1000 t teherbírású uszálytípust választottuk. Ennek a hajótípusnak a teljes teherbírásra vonatkoztatott lehetséges kihasználási fokát (%-át), a hajóút mélységének függvényében a *7. ábra* jobboldalán tüntettük fel, 1 dm biztonságot tételezve fel az uszály- és a meder feneke között.

A vizsgálatok céljaira 1948-ban *bevezettük az uszály elméleti kihasználási lehetőségének, illetve kihasználási veszteségének fogalmát* [6—9]. Az elméleti kihasználás akkor érné el a 100%-ot, ha az alapul választott uszálytípus az évnek mind a 365 napján teljes terheléssel közlekedhetne.

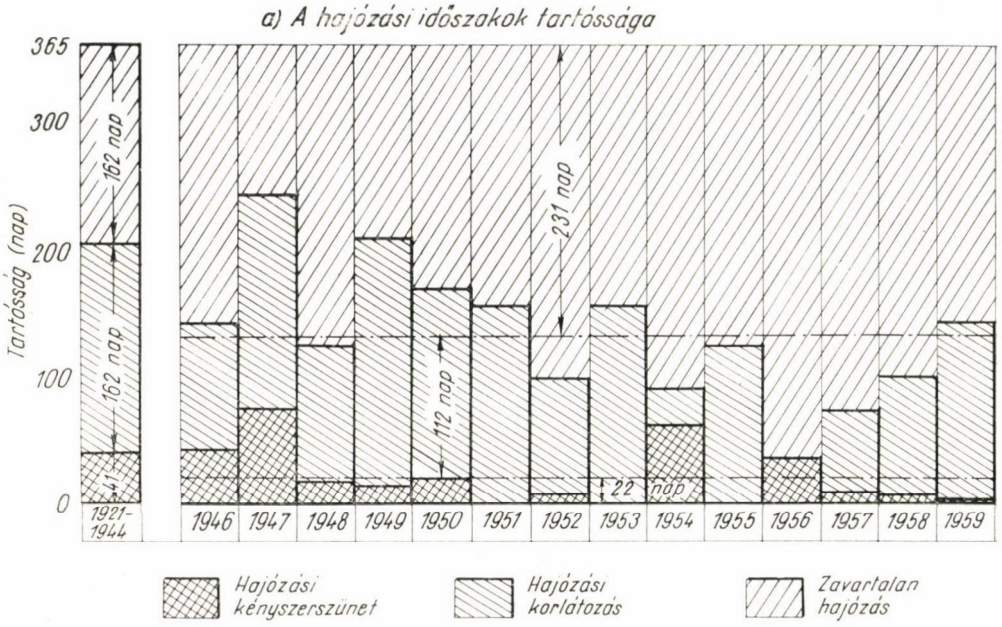
A csúcsgázlóban uralkodó mélységek gyakorisági adataiból, a hajóút mélysége és a lehetséges uszálykihasználás közötti összefüggést felhasználva, kiszámítottuk az alapul választott 1000 t teherbírású uszály elméletileg lehetséges kihasználásának %-át külön a gázlós, és külön a teljes naptári időszakra vonatkoztatva. Kiszámítottuk továbbá a különböző okok miatt fellépő veszteségeket is. Az 1921—1944. évi időszakra vonatkozó átlag-, valamint az 1946—1959. évekre vonatkozó egyes évi és átlagértékeket a *9/b. ábrán* tüntettük fel. A könnyebb áttekinthetőség érdekében a jellemző átlagértékeket a *3. táblázatban* foglaltuk össze.

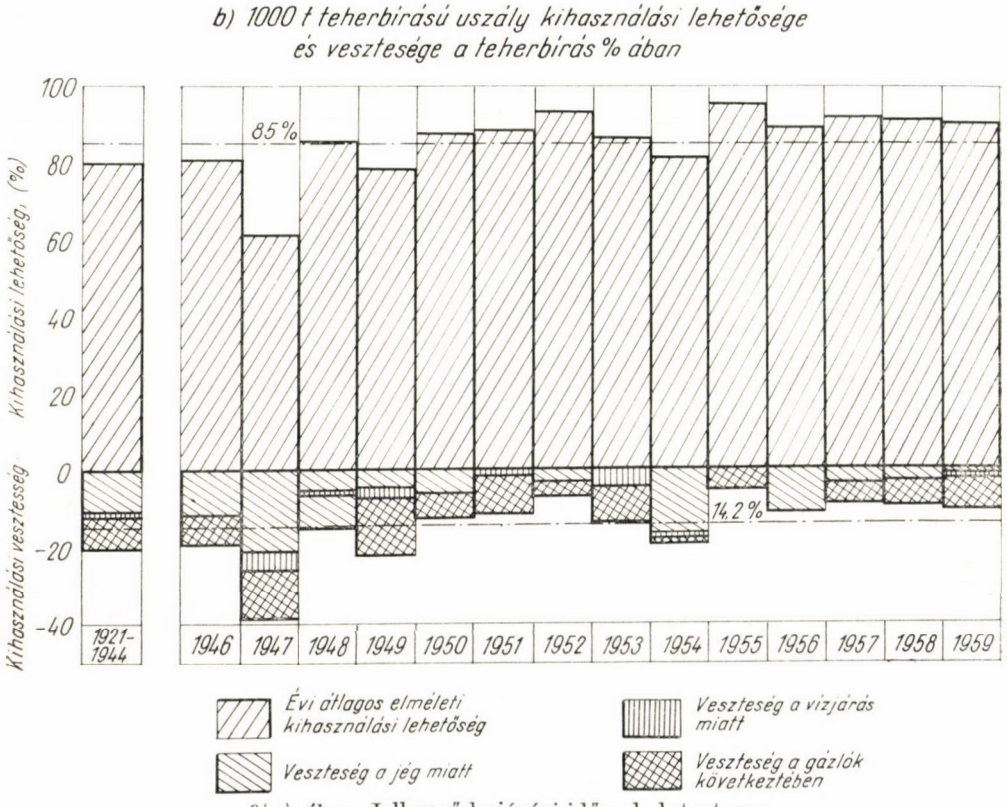
3. táblázat. A hajópark kihasználási lehetősége és kihasználási vesztesége a Duna Rajka és Gönyü közötti gázlós szakaszán

Időszak	Az 1000 t teherbírású uszály elméleti kihasználási						
	lehetősége			vesztesége			
	évi átlagban	a hajózási időszakban	a gázlós időszakban	összesen	a jég miatt	a vízjárás miatt	a gázlók miatt
	%						
1921—1944	79,8	90,0	77,0	20,2	11,2	0,6	8,4
1946—1959	85,8	92,5	76,1	14,2	6,1	0,9	7,2
Különbség	+6,0	+2,5	—0,9	—6,0	—5,1	+0,3	—1,2

A táblázat adataiból megállapítható, hogy az elméleti uszálykihasználási lehetőség évi átlagban 6,0%-kal nőtt, a jég és a gázlók miatti veszteségek viszont 5,1, illetve 1,2%-kal csökkentek annak ellenére, hogy az átlagos vízhozam a második időszakban kisebb volt.

A gyakorlatban az elméletileg lehetséges kihasználási arányszám — különböző üzemtechnikai okok miatt — csak 75—80%-ra közelíthető meg.





9/a) ábra. Jellemző hajózási időszakok tartama

9/b) ábra. Az 1000 t teherbírású uszály elméleti kihasználási lehetősége és kihasználási vesztesége a Duna Gönyü feletti gázlós szakaszán

A hajópark valóságos kihasználása tehát a hajózási idényben az első időszakban lehetséges 79,8% helyett évi átlagban 67%-ra, a másodikban pedig 85,8% helyett 73%-ra tehető. Ez azt jelenti, hogy pl. 70%-os valóságos kihasználás esetén a forgalom lebonyolítására átlagosan $\frac{100 - 70}{70} = 43\%$-kal kell nagyobb hajóteret biztosítani annál, amekkorára szükség lenne akkor, ha a hajókat mindenkor teljesen megterhelve lehetne használni.

A gázlós időszakban az elméletileg lehetséges uszálykihasználási lehetőséget a valóságban, ugyancsak üzemtechnikai okok miatt, csupán 65—70%-ra lehet megközelíteni. Ez azt jelenti, hogy 1921—1944 között átlagosan évi 162, 1946—1959 között pedig évente átlagosan 112 napon át a rendelkezésre álló hajóparkot 77,0, illetve 76,1% helyett csak mintegy 52%-ig lehetett hasznosítani.

c) A hajózási önköltség alakulása

Az együttműködő hajózási vállalatok a Duna különböző szakaszain a viszonosság alapján teljesített kölcsönös szolgáltatások mérésére és az egymás közötti elszámolások céljaira bevezették, és jelenleg is használják a *vontatási együtthatót*. Értékét a szállítási költségek elemzésével, tapasztalati adatok alapján közös megegyezéssel állapították meg, és időszakonként módosították. Kifejezi, hogy az egyes szakaszokon a szállítási költségek hányszorosára rúgnak a Duna Gönyü és Ó-Moldva (1791—1048 fkm-ek), illetve Turnu Severin és Brăila (931—170 fkm-ek) közötti — egyformán jól hajózható — szakaszán felmerülő vontatási költségeknek. Értéke jelenleg Passau és Gönyü (2222—1791 fkm-ek) között felfelé 3,5 és lefelé 1,16 [11].

A szállítási teljesítményeket a Dunán nemzetközi viszonylatban is elfogadott *kilát*-tal mérik. Ez tkm dimenziójú mennyiség — tulajdonképpen *virtuális teljesítmény* — amely a hajó önsúlyán (holtsúlyán) és a szállított áru (hasznos) súlyán, valamint a szállítási távolságokon kívül, a vontatási együtthatóval jellemzi az egyes szakaszok hajózási viszonyait is.
Képlete:

$$1 \text{ kilát} = \frac{(O + T)\, ns}{1000} \, [10^3 \text{ tkm}], \tag{4}$$

ahol:

O az uszály önsúlyegyüttható ja [t],
T a szállított áru súlya [t],
n vontatási együttható,
s szállítási távolság [km],
a hajó ön- (holt) súlyát az önsúlyegyüttható fejezi ki. Értéke szokványos dunai uszályoknál:

$$O = 1{,}176 \; H \; (S + 2m_0) \, , \qquad [\text{t}] \tag{5}$$

ahol:

H az uszály hossza [m],
S az uszály legnagyobb szélessége [m],
m_0 az uszály üres merülése [m],
1,176 surlódási tényező [t/m²].

Ismerve az 1 kilát virtuális teljesítmény önköltségét, A-t (fillér/1000tkm), az 1 tkm *hasznos teljesítmény* önköltsége k (fillér/tkm), azaz az önköltségi fuvardíj, a következő meggondolás alapján számítható:

$$A.\frac{(0+T)\,ns}{1000} = k\,T\,s\,.$$

Az egyenlet baloldala valamely szállítási teljesítmény teljes költségét fejezi ki, amelynek egyenlőnek kell lennie a hasznos teljesítmény *(T. s)* és az önköltségi fuvardíj *(k)* szorzatával. Ebből az egyenletből az 1 tkm hasznos hajózási teljesítmény önköltsége:

$$k = \frac{nA}{1000}\left(\frac{0}{T}+1\right) \text{ [fillér/tkm], illetve}$$

$$k = na\left(\frac{0}{T}+1\right) \text{ [fillér/tkm]}, \qquad (6)$$

ahol:

a az 1 tkm tényleges hajózási teljesítmény önköltsége $n = 1$ esetén, [fillér/tkm].

A vizsgálódásunk céljaira választott 1000 t teherbírású uszály önsúlyegyütthatója pl. 850 t, a vele szállított áru szállítás költsége az áru súlyának függvényében

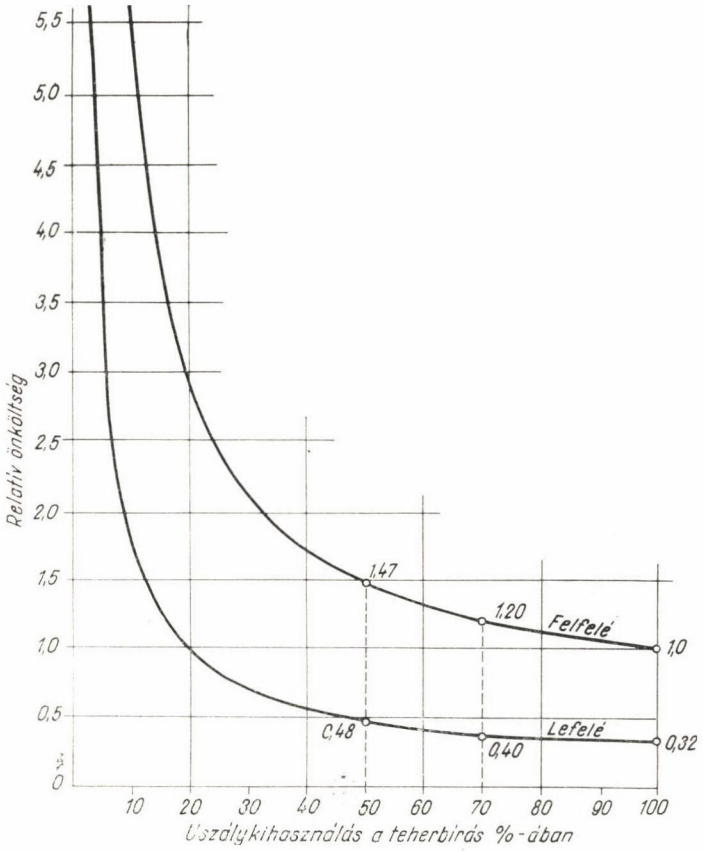
$$k_{1000} = na\left(\frac{850}{T}+1\right) \text{ [fillér/tkm]}\,. \qquad (7)$$

A *10. ábrán* a hajózási önköltség alakulását tüntettük fel a Gönyü feletti gázlós szakaszon az uszálykihasználás fügvényében. Megállapítható, hogy felfelé a fajlagos önköltségi fuvardíj a 100%-os uszálykihasználáshoz tartozó értékhez képest — amelyet 1-nek vettünk — 70%-os kihasználás esetén 1,20, 50%-os kihasználás esetén pedig 1,47-re nő. Lefelé 100%-os uszálykihasználás esetén a fuvarköltség 0,32, 70%-osnál 0,40, 50%-osnál pedig 0,48-ad része az alapul vett egységnek.

A *Dunabizottság* adatai szerint [12] a Gönyü feletti gázlós szakaszon 1958-ban 2,3 millió t felfelé- és 1,2 millió t lefelé irányuló forgalom volt. Ebben az évben a gázlók 93 napon át akadályozták az 1000 t teherbírású uszályok teljes kihasználását. Az elméleti uszálykihasználási lehetőség a gázlós időszakban 77% volt, a tényleges uszálykihasználás azonban aligha lehetett az elméletileg lehetséges 65%-ánál, azaz 50%-nál nagyobb. A hajózási idényen belül, egyenletes forgalomeloszlást tételezve fel, a felső-dunai gázlók által leginkább érintett Budapest és Pozsony közötti, kereken 220 km hosszú, szakaszon a forgalmi teljesítmény a 93 napos gázlós időszakban felfelé 132,0 millió, lefelé pedig 70,4 millió tkm-re tehető. A szállítási önköltség 50%-os uszálykihasználás esetén felfelé 1,47, lefelé pedig 1,51-szerese az optimális 100%-os kihasználáshoz tartozónak. A szállítási teljesítmények figyelembevételével a gázlók miatt ebben az évben a hajózás többletkiadása a Budapest és Pozsony közötti szakaszon kereken 49% volt. Ennek a többletnek a Budapest

és Mohács közötti, jól hajózható szakaszon ($n = 1$) kereken 260 millió tkm felfelé irányuló teljesítmény felel meg.

Megjegyezzük, hogy a kimutatott többlet csupán tájékoztató jellegű. Akkor volna helyes, ha a szállított áru eredete, illetve rendeltetése Budapest,



10. ábra. A szállítási önköltség alakulása a Duna Gönyü feletti gázlós szakaszán az uszálykihasználás függvényében 1000 t teherbírású uszály esetén.

illetve Pozsony volna. A forgalommegoszlás részletes ismeretében pontos értéke is meghatározható.

Összefoglalóul megállapítható, hogy a Duna gázlós szakaszán az eddig igen jelentős anyagi áldozatokkal végrehajtott szabályozási munkálatokkal még nem sikerült a hajózás növekvő igényeit kielégíteni. A folyószabályozók előtt tehát még nagy feladatok állanak, hogy a Dunának ezen a különleges jellegű szakaszán a kívánt 25 dm mély hajóútat a kisvizes időszakban is biztosítsák.

IRODALOM

[1] *Országos Vízépítési Igazgatóság :* A Felsőduna szabályozása. *Vízügyi Közlemények, VII.*

[2] *Fekete Zs.:* Die Regulierung der ungarischen oberen Donau. Budapest, 1899.

[3] *Tőry K.* és *Ihrig D. :* A magyar dunaszakasz szabályozásának kérdései. *Vízügyi Közlemények, 1951/I.*

[4] *Tőry K. :* A Duna és szabályozása. Akadémiai Kiadó, 1952, Budapest.

[5] *Tőry K. :* A magyar víziutak jégviszonyai és gázlói. *Vízügyi Közlemények, 1956/3.*

[6] *Horváth S. :* A Felsőduna hajózási- és szabályozási kérdései. *Magyar Közlekedés-Mély- és Vízépítés, 1949/9—10.*

[7] *Horváth S.:* Gondolatok a dunaszabályozás általános tervének elkészítéséről. *Vízügyi Közlemények, 1952/II.*

[8] *Horváth S. :* A dunai hajóút és Magyarország. *Vízügyi Közlemények, 1954/4.*

[9] *Horváth S.:* A hajózás érdekében végzett folyamszabályozási munkálatok gazdaságosságának vizsgálata. *Vízügyi Tervező Iroda 11 880 munkaszám* (Kézirat).

[10] *Girardon H. :* Amélioration des rivières en basses eaux. Haye, 1894. A VI. Nemzetközi Hajózási Kongresszus iratai. Magyarul: *Bogdánfy Ö.* fordításában „A folyók kisvízi medrének szabályozása". *Vízügyi Közlemények, XI.*

[11] *Vas J. :* A hajóteljesítmények kiértékelésének szovjet módszere. *Közlekedéstudományi Szemle, 1955/4.*

[12] *Dunajszkaja Komisszija :* Sztatiszticseszkij bjulleten' Dunajszkoj Komisszii, Budapest, 1959.

Commission du Danube : Bulletin statistique de la Commission du Danube, Budapest, 1959.

SZEMLE

NEMZETKÖZI KOLLOQUIUM AZ ELŐREGYÁRTOTT HÉJSZERKEZETEKRŐL

Az IASS (International Association for Shell Structures — Nemzetközi Héjszerkezeti Egyesület) 1961. március 13. és 18. között az előregyártott héjszerkezetekkel foglalkozó kolloquiumot rendezett Drezdában. A kolloquium anyagát négy referátum köré csoportosították:

A) Szerkezeti megoldások (dr. Csonka Pál)
B) Az elemek gyártásának problémái (prof. Kopycinski, Krakkó)
C) A szerkezetek szerelése (prof. Hruban, Prága)
D) Kivitelezett vagy megtervezett szerkezetek (prof. Haas, Delft).

A kolloquiumra benyújtott tanulmányok és a felszólalások többségükben konkrét szerkezetekről számoltak be. Az ismertetett szerkezetek között nemcsak közönséges vasbeton és feszített beton, hanem könnyűbeton, kerámia béléstestekkel kombinált beton és faanyagú megoldások is szerepeltek. Egyes felszólalók elvi kérdéseket tárgyaltak, pl. a héjszerkezetek architektonikus problémáit, a csomópontok, illesztések kiképzését, a szélterhek hatását, stb. A méretezés problémakörét viszonylag kevesen érintették, minthogy ezzel a nyár folyamán Hollandiában rendezendő konferencia fog foglalkozni.

Az előregyártott héjszerkezetek gazdaságosságáról, célszerű alkalmazási területéről — a kolloquium anyaga alapján — az alábbi kép alkotható:

Vitathatatlan az előregyártott héjszerkezetek előnye a kör vagy körgyűrű alaprajzú lefedéseknél. Itt a kis beton- és acélfelhasználás párosítható kevés elemtípus nagy számban való alkalmazásával, az állványszükséglet minimálisra való csökkentésével. Különösen kisebb fesztávok esetén oldható meg egyszerűen a feladat egyféle, körcikk-alaprajzú elem alkalmazásával. Nagyobb fesztávú terek lefedése már körgyűrűcikk, háromszög vagy deltoid alakú elemek felhasználását teszi szükségessé, de ezek még mindig elég nagy számban ismétlődnek, és az állványzat leegyszerűsítésére vagy teljes kiküszöbölésére is vannak ötletes megoldások, ill. elképzelések.

A négyzet vagy közel egyenlő oldalú téglalap alaprajzú lefedéseknél a más — szóbajövő — megoldásokkal szemben szintén az előregyártott héjszerkezetek tűnnek ki kis anyagszükségletükkel. Itt azonban komoly hátrányt jelent a nagyszámú elemtípus és a szerelés nehézkessége. Egy 40 × 40 m méretű szovjet gömbhéjnál a beírható kört körgyűrű-cikk alakú, a fennmaradó „csegelyeket" gömbháromszög-alakú elemekkel töltötték ki. Egy 70 × 70 m alaprajzú méretű könnyűbeton héjat viszont gömbnégyszög elemekből állítottak össze; itt minden elem csak négyszer ismétlődött. Az előregyártott héjak legelterjedtebb csoportját azok a szerkezetek alkotják, melyek erőjátéka túlnyomóan egyirányú (hullámhéjak, egyszerű lemezművek, hosszú dongahéjak, magastető-elemek, stb.). Ezeknek igen komoly versenytársai a több országban igen nagy alapossággal kidolgozott és típusszerkezetként alkalmazott főtartós-paneles szerkezeti rendszerek. Utóbbiak acél- és betonszükséglete — különösen utófeszített gerendák, rácsostartók alkalmazása esetén — olyan alacsony, hogy az alá a jelenleg alkalmazott héjszerkezetek anyagigénye sem nagyon megy. A tapasztalatok szerint csak nagyobb fesztávoknál mutatkoznak előnyösebbnek a héjszerkezetek. Az üzemben gyártott típuselemek, nagyszilárdságú feszített acélbetétek következetes alkalmazása eredményezhet eltolódást a héjszerkezetek javára.

Több előadásban is megnyilvánult az a törekvés, hogy technológiai előnyök miatt a görbefelületű elemeket síkfelületűekkel helyettesítsék, ezen belül is biztosítsák a vízszintes helyzetben való betonozás lehetőségét. Csehszlovák és angol mérnökök síkelemekből

a földön összeállított, utófeszített és nagy darabokban felemelt lemezműveket ismertettek. Egy szovjet előadás arról számolt be, hogy sík betonlemezeknek friss állapotban való meghajlításával állítanak elő lemezmű-elemeket; hajlításkor természetesen ügyelnek arra, hogy a friss betonban nyúlás, húzófeszültség ne lépjen fel. A gyártási és szerelési technológia szempontjai döntően befolyásolják a szerkezeti kialakítást.

A kolloquium résztvevőinek alkalmuk volt megtekinteni néhány — a Német Demokratikus Köztársaságban megépített — előregyártott héjszerkezetet: a drezdai Műszaki Egyetem Szállítástechnikai Intézetének lemezművel lefedett, igen tetszetős és konstruktív laboratóriumi csarnokát, egy dongahéjakkal fedett szélcsatorna-épületet, egy magastető-szerkezetet és hullámhéj lefedésű csarnokot. A résztvevők egy csoportja ezenkívül ellátogatott, a „Schwarze Pumpe" vegyipari kombinátba és megtekintette a Berlin—Schönefeldi repülőtéren épülő hatalmas, feszített betonszerkezetű hangárt.

A kolloquium lebonyolítását az NDK mérnökeinek társadalmi szervezete, a Kammer der Technik mintaszerűen szervezte meg.

Deák György

HIDRAULIKAI KONFERENCIA, BUDAPEST, 1960. SZEPT. 5—10.

Első ízben rendeztek a magyar vízimérnökök hidraulikai tárgyú konferenciát — és a külföldi szaksajtóban megjelent beszámolókból megállapíthatóan átütő sikerrel. A Technika Házában összesereglett 300—350 főnyi hazai résztvevőn kívül 55 külföldi szakember jelent meg 12 ország képviseletében. A létszám azonban egymagában nem lehet a siker fokmérője. Hiszen külföldre utazni mindenki szeret, és a hazai közönség biztosítása többé-kevésbé technikai kérdés.

Értékmérőül ezért a beküldött dolgozatok számát és megoszlását fogadjuk el. A 29 magyar tanulmány arról tanúskodik, hogy a hidraulika tudománya nálunk sem mostohagyermek, — talán úgy is mondhatnánk, hogy immár nem mostohagyermek többé. A 38 külföldi dolgozat azt bizonyítja, hogy a rendezők — a *Magyar Hidrológiai Társaság* és a *Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet* — jól választották meg a kérdéseket: a hazai vízgazdálkodás, de a külföld szempontjából is legidőszerűbb problémák felvetésével sikerült széles körök érdeklődését felkelteniök.

A konferencia napirendjén két nagy kérdéscsoport szerepelt, mindkettő két-két alcsoporttal.

A *folyami hidraulika* volt az egyik, amelyből egyrészt a hordalékkérdések, másrészről a különböző jellegű vízmozgások kerültek szőnyegre.

A szivárgó vízmozgás hidraulikája volt a másik, s ebből a tárgykörből a talajban való vízmozgást, ill. a műtárgyakkal és műszaki létesítményekkel kapcsolatos szivárgási jelenségeket tárgyalta a konferencia.

Ebben a második kérdéscsoportban mutatkozott meg a magyar hidraulikusok erőssége: a 31 idevágó dolgozat 61%-a hazai kutatási eredményekről számolt be, és a kellemesen meglepődött külföldi résztvevők teljes elismerését vívta ki. A folyami hidraulikában a magyar szerzők összesen 10 dolgozattal szerepeltek (28%), ami a széles mezőnyt tekintve még mindig nagyon jó arány, de mégis arra vall, hogy a hidraulikának ez az ága minálunk kissé háttérbe szorult. Kedvezőbb a kép, ha a hordalékkérdésekkel foglalkozó dolgozatokat külön számítjuk. Ezeknek éppen 1/3-a származott magyar szerzőtől.

Az ilyen konferencia a szervezés tekintetében is erőpróba. A rendező-iroda és a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet házi nyomdája kitűnően működött. A megnyitás alkalmával mindenki kézhez kapta a sokszorosított anyagot. A dolgozatokat nem mutatták be külön-külön, hanem négy főelőadó tartott róluk összefoglaló és egyben vitaindító ismertetést (*dr. Bogárdi* János, *dr. Lászlóffy* Woldemár, *Ihrig* Dénes és *dr. Mosonyi* Emil). Ezeknek az előadásoknak a szövegét három nyelven, magyarul, németül és franciául, osztották ki. Ezzel a nehéz feladattal is sikeresen megbírkózott a rendezőség. Kevésbé jól sikerült az előadások és a vita-anyag szinkron tolmácsolása, — bár semmivel sem volt rosszabb a megszokott átlagnál. (A nagy nemzetközi kongresszusokon is ez okozza a legnagyobb gondot. Nyelvi elszigeteltségünket tekintve a műszaki fordítói és tolmácsgárda kinevelése egész tudományos életünk szempontjából kimagasló jelentőségű kérdés, amelynek érdemes volna külön ankétot szentelni.) A rendezés külsőségei kifogástalanok voltak, bár a Technika Házának újjáépített nagy előadótermében sem a faliábrák kifüggesztése, sem a tábla-használat, sem a vetítés nincs kellőképpen megoldva.

Egyes külföldi résztvevőknek feltűnt, hogy a szállodai szobákban lényegesen kisebb árak vannak feltüntetve, mint amilyeneket az Ibusz számlázott. Ez olyan technikai hiba, amelyen idegenforgalmunk érdekében sürgősen segítenünk kell. Sajnálatos az is, hogy a külföldiek hiába keresik a trafikokban (sőt a postahivatalokban is) a filatelista barátok által odahaza reklamált szép bélyegeket, mert csak a város egyetlen pontján, a hivatalos órák alatt kaphatók. (A Szovjetunió szállodáiban éjfélig árulja a nemzeti propaganda e kis röpcéduláit néhány százalék felárral a bazár. Megszívlelendő példa.)

A konferencia anyagával itt nem foglalkozhatunk részletesen. A kinyomtatott jelentések könyvtárainkban hozzáférhetők, és összefoglaló ismertetést is közölt róluk a *Vízügyi Közlemények* 1960. évi 4. száma.

Mindent egybevetve csak annyit állapítunk meg, hogy az első magyar hidraulikai konferencia erősen pozitív mérleggel zárult: kutatóink és tervezőink sok értékes tapasztalattal gazdagodtak. A konferencia gondolatának felvetéséért és tematikájának kidolgozásáért *dr. Salamin Pál*-t illeti az elismerés. A siker a magyar víziműnök-gárda közös érdeme.

Dr. Lászlóffy Woldemár

A NEMZETKÖZI ÖNTÖZÉSI ÉS VÍZRENDEZÉSI SZÖVETSÉG IV. MADRIDI KONGRESSZUSA

Az 1950-ben New-Delhiben alakult Nemzetközi Öntözési és Vízrendezési Szövetség (*International Commission on Irrigation and Drainage* — ICID) a vízépítés talán legszélesebb körű, — az öntözés, belvízrendezés, folyószabályozás és árvédelem szakágazatait felölelő — nemzetközi szervezete. A Szövetség tudományos, műszaki és gyakorlati kérdésekkel egyaránt foglalkozik, és a vízépítő mérnökökön kívül mezőgazdasági, talajtani, vegyészeti és közgazdasági szakembereket egyesít. Az egyes országok *Nemzeti Bizottságaikkal* kapcsolódnak a New Delhiben székelő titkársághoz. A Szövetségnek jelenleg majdnem ötven ország, köztük hazánk is, tagja.

A Szövetség *IV. kongresszusát* 1960. május 31. és június 5. között *Madrid*ban tartotta.[1] A kongresszusra 42 ország képviseletében kereken 800 küldöttet jegyeztek be, akik közül 450 volt külföldi és 350 spanyol. A benyújtott tanulmányokat, köztük három magyart, a Szövetség hat kötetben jelentette meg, és a résztvevőknek előzetesen megküldte. A vendéglátó spanyol nemzeti bizottság a kongresszust öntözésügyi kiállítással, idegenforgalmi nevezetességek bemutatásával, ünnepi fogadásokkal, valamint szakmai kirándulásokkal tarkította. A kongresszust több tanulmányút követte, amelyek közül a Közép- és Dél-Spanyolország öntözőműveit bemutató meglepő szakmai tapasztalatairól a *Vízügyi Közlemények 1961/2.* számában lesz beszámoló.

A május 31-i ünnepélyes megnyitó és az öntözésügyi kiállítás megtekintése után június 1-én tartotta *Domingo Diaz Ambrona*, a Spanyol Nemzeti Bizottság titkára, az első témakör, a *vízjárta és mocsaras területek megjavítása és vízrendezése* című kérdéscsoport általános összefoglalóját a beérkezett 39 tanulmány alapján. Ezek közül több foglalkozott a lecsapolás hidrológiájával, a csapadék, a lefolyás, a párolgás, a vízszintváltozás törvényszerűségeivel. A lecsapolást megelőző vizsgálatokra, — például az áteresztőképességi tényező helyszíni megállapítására — új módszereket mutattak be. A talajcsövezés (drénezés) leszívó hatására vonatkozóan elméleti és laboratóriumi kísérleti eredményekről számoltak be. Foglalkoztak a talajvíztükör leszállítására alkalmazott módszerek összehasonlításával és az erősen sós (tengerparti) mocsártalajoknak átmosással való javításával. A beszámolót követő hozzászólások elsősorban a tengerparti és folyótorkolati lecsapolások módszereit fejtegették, figyelemmel a talajjavításra és a mezőgazdasági hasznosításra.

A második napirendi pont, amelyre következő nap került sor, *a permetező öntözés összehasonlítása más öntözési módokkal* címet viselte. A tárgykörben beérkezett 26 tanulmány összefoglaló beszámolóját *dr. Francesco Currato* olasz küldött tartotta. Jelenleg 2,5 millió hektárnyi permetező telep van a világon, amelynek 95%-a az utóbbi 20 évben épült. A világviszonylatú nagy fejlődést a víztakarékosságra való törekvés magyarázza, továbbá az, hogy a módszer a terepadottságoktól független, földmunkát alig kíván. Gazdaságosságát vizsgálva többen megállapították, hogy a hagyományos módszereknél

[1] Magyar részről a kongresszuson dr. Petrasovits Imre és e sorok írója vett részt.

a beruházási hányad, míg a permetezésnél az üzemi költség nagyobb. Hátrányául a szélhatást és a nagy párolgási veszteséget hozták fel. Kedvezőtlen a levegő alacsony relatív nedvességtartalma és a víz sótartalma, a növényi kártevőveszély növekedése. Többen foglalkoztak a hasznosulás fokával, a legkedvezőbb permetintenzitással, a víznormával, az egyszerre kiadagolandó víz mennyiségével, a kedvező intenzitás és a talaj víznyelőképességének összefüggésével. A szórófejnél kívánt nyomás tekintetében egyöntetűen a kis (1,5—3 atm) nyomást tartották kedvezőnek. A nagyüzemi gazdálkodás a szórási távolság miatt azonban ebben a tekintetben engedményeket követel. A tervezéshez két érdekes alapelvet javasoltak:

1. Ha természetes nyomás (víztároló) áll rendelkezésre, a főcsatorna és az elosztó hálózat nyílt csatorna lehet, és a nyomás alatti vezetés a telepekre korlátozódjék.

2. A hatásfok növelése érdekében az öntözés rugalmasságát tárolással (pl. víztornyokkal) kell biztosítani.

Foglalkoztak ezen kívül a gépi berendezésekkel, csővezetékekkel, a vázas csőhordó szerkezetekkel, a fagyvédelemre és trágyalé-szórásra való felhasználással, a gazdasági vonatkozásokkal és az üzemi kérdésekkel. A végső megállapítás az volt, hogy — bizonyos műszaki és gazdasági határokkal — a permetező öntözés a korszerű mezőgazdaságnak legjobban megfelelő módszer. Azonban, bár a gépi felszerelések fejlődése rohamléptekkel halad, a fejlődésnek nemzetközi tudományos alapot kell teremteni, amely összehangolja a műszaki és gazdaságossági szempontokat.

Az öntözővíz sótartalmának a növények és a talaj által megtűrt mértéke c. témakör általános összefoglalóját 13 tanulmány alapján *Dr. V. Kovda* szovjet professzor, az ENSZ gazdasági bizottságának tagja tartotta. Az öntözésre használt vizet eredet és minőség szerint kilenc csoportba osztotta, amely a talajminőség függvényében öntözhető. Megállapította, hogy az öntözővíz megtűrhető sótartalma az öntözött terület minőségétől függ, de különleges esetben a talajvízháztartásnak és a természetes lefolyási viszonyoknak is függvénye. Sós talajt általában csak jó minőségű vízzel szabad öntözni, míg a jó talaj sós vízzel is öntözhető.

A hosszanti árvédelmi töltésezés, mint árvédelmi módszer alkalmazása c. témakörben benyújtott 24 tanulmány összefoglalóját *H. C. Weinkauff*, az Egyesült Államok Hadmérnöki Karának főmérnöke tartotta. A célszerű töltésszelvény az árvizek tartamának, a szükséges gátmagasságnak, az altalajnak és a gát anyagának függvénye. Egyes országokban típus-szelvényeket kísérelnek meg kialakítani. A töltésezés következtében előálló árvízszínemelkedés és mederváltozások erősen foglalkoztatták a résztvevőket. Indiai dolgozatok számoltak be az árvédelmi töltéseknek folyószabályozási művekként való sikeres alkalmazásáról. Ez a témakör főleg a gazdaságilag elmaradt országok szempontjából fontos, ahol az árvédelem megoldása most folyik. Gazdasági számítások keretében mutatták be a töltésezés, mederkotrás és az árvíztározás összehasonlítását. Többfeladatú tározásnál (öntözés, vízerőhasznosítás céljából) célszerű az árvizek visszatartására is gondolni. Ilyen esetben mindig gazdaságos az árvízvisszatartás. Az árvédelmi gátak ma is korszerűek és bizonyos esetekben az egyetlen megoldást jelentik.

A négy fő napirendi pontba soroltakon felül egyéb tárgykörökből 24 közlemény érkezett. Érdemes közülük megemlíteni a *csatornaburkolatokkal és beton vályúcsatornákkal foglalkozókat*. A francia nagyméretű bordázott, meredek rézsűjű, előregyártott csatornaburkolatok, valamint a spanyol különféle méretben, többféle technológiával készülő (gőzölés, pördítés, előfeszítés) betonvályú és héjcsatornák különösen érdekesek. Ezen kívül a beszivárgás és a csörgedeztető öntözés, a tározók párolgás elleni védelme, a vegyszeres gyomirtás csatornákban, tőzeges talajok lecsapolása, agyagszádfalak töltéstestekben témakörből is érkeztek tanulmányok.

A kongresszus a lemondott amerikai *Dexheimer* helyett az indiai *Gulhati*-t választotta meg a szövetség új elnökének, és az intézőbizottság elhatározta, hogy legközelebbi kongresszust Japánban tartják 1963-ban.

A Szövetség évi beszámolót *(Annual Report)* és közlönyt *(Bulletin)* ad ki és küld hazánkba több címre. Munkája különösen azért fontos számunkra, mert munkaterületén nemzetközi elismerésre is méltó hazai eredmények születtek, ugyanakkor a Szövetség munkája széles mérnökkört érdekel. Célszerű lenne ezért kapcsolatainkat még szorosabbá tenni a Szövetséggel és az évente sorrakerülő intézőbizottsági üléseken is rendszeresen résztvenni.

Starosolszky Ödön

A NEMZETKÖZI HIDROLÓGIAI SZÖVETSÉG XII. KONGRESSZUSA

A *Nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Unió* alapszabályszerűen három évenként tartja közgyűlésnek nevezett kongresszusait. Ezek közül a legutóbbit 1960. július 26. és augusztus 6. között HELSINKI-ben tartották meg.

Az Unió hét tagszövetségből (geodéziai, szeizmológiai, meteorológiai, földmágnességi, óceánografiai, vulkanológiai és hidrológiai) áll.[1] A három évenként megtartott közgyűléseken a közös megnyitó és záróülésen kívül az egyes szövetségek külön-külön végzik munkájukat. Az Unió helsinki kongresszusán Magyarországot *dr. Tárczy-Hornoch Antal* akadémikus vezetésével 12 tagú küldöttség képviselte. A Nemzetközi Hidrológiai Szövetség munkájában *Stelczer Károly* (a hidrológiai delegáció vezetője), *Bözsöny Dénes*, *Szesztay Károly* és *Ubell Károly* vettek részt.

A Hidrológiai Szövetség a kongresszus programjában kilenc kérdéscsoportot tűzött napirendre. A megjelölt témákra 30 országból 287 tanulmány érkezett be, amelyekről az ideiktatott táblázat ad áttekintést. A benyújtott munkák között Magyarországról — a Hidrológiai Társaság keretében *dr. Lászlóffy Woldemár* kezdeményezésére a közelmúltban megalakult társadalmi bizottság munkájának eredményeképpen — nyolc tanulmány szerepelt: *Birck Oszkár:* A lomberdők alomjának talajvédelmi szerepe (ismertette: Szesztay K.), — *Kazó Béla* és *Tóth András:* Talajkondicionálószer felhasználása a talajvédelemben (ism. Szesztay K.), — *Lászlóffy Woldemár:* A folyók kisvízeinek vizsgálata (ism. Szesztay K.), — *Salamin Pál:* A hó felhalmozódását befolyásoló domborzati tényezők (ism. Ubell K.), — *Szesztay Károly:* Tavak és vízgyűjtőterületek vízháztartásának vizsgálata Magyarországon (ism. a szerző), — *Szigyártó Zoltán:* Csapadék nélküli időszakok Magyarországon (ism. Ubell K.), — *Ubell Károly:* A talajvízháztartás jellemző adatainak meghatározása és ábrázolása (ism. a szerző) — és *Zsuffa István:* A nyári időszak vízjárási viszonyainak hosszúidejű előrejelzése Magyarországon (ism. Szesztay K.).

A Nemzetközi Hidrológiai Szövetség (IASH) XII. kongresszusára (Helsinki, 1960) beküldött jelentések száma

Téma-csoport	Szovjetunió	USA	Franciaorsz.	Anglia	Németorsz.	Hollandia	Olaszorsz.	Csehszlovákia	Kanada	Magyarorsz.	Finnorsz.	Belgium	Egyéb országok*	Összesen
Hó és jég.....	27	6	5	6	4	1	5	0	7	**1**	4	0	9	*75*
Felszín alatti vizek.....	4	15	4	1	3	5	1	3	1	**1**	0	1	13	*52*
Folyók kisvizei és szárazságok	11	7	3	3	0	1	2	2	1	**3**	1	2	2	*38*
Sarkvidéki gleccserkutatás	8	9	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	*28*
Erózió	7	2	3	1	3	1	1	3	0	**2**	1	0	2	*26*
Felszíni vizek általános kérdései	6	4	2	2	0	0	3	1	0	**1**	1	1	3	*24*
Az árapály hatása a vízfolyásokra	1	3	4	2	3	3	0	0	0	0	0	3	1	*20*
Párolgás	0	2	0	0	2	3	0	3	1	0	1	0	2	*14*
Csapadék	2	1	3	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	*10*
Összesen	66	49	29	16	16	14	13	12	11	**8**	8	7	38	287

* Ausztrália, Ausztria, Chile, Dánia, Egyesült Arab Köztársaság, India, Irország, Izrael, Japán, Jugoszlávia, Lengyelország, Marokkó, Spanyolország, Svájc, Svédország, Tunisz.

[1] *Dr. Lászlóffy Woldemár:* A Nemzetközi Hidrológiai Szövetség és munkássága. *Hidrológiai Közlöny*, 1959. évi 1. szám, 48—57. oldal.

A részvétel aktivitásának mértékét a beküldött dolgozatok száma nem fejezi ki híven, mert a beküldött jelentéseknek csak mintegy harmadát mutatták be, és a beküldött, ill. bemutatott dolgozatok arányszáma országonként nagyon eltérő volt. Minthogy a magyar delegáció mind a nyolc dolgozatot ismertette és tevékenyen részt vett az előadóüléseken és a szakbizottságokban tárgyalt kérdések megvitatásában is, az aktivitást tekintve az elsők között szerepelt.

A napirenden szereplő kilenc kérdéscsoportba beküldött tanulmányokat 2—4 napos „symposiumok" keretében tárgyalták, amelyeknek természetesen gyakran voltak párhuzamos üléseik is.

Az üléseken bemutatott tanulmányok megvitatását rövid (10—20 soros) tartalmi kivonatok könnyítették meg, melyeket kérdéscsoportonkénti füzetekben a jelentkezéskor minden résztvevő kézhez kapott. Részletes, teljes terjedelmű közlés a kongresszus időpontjára csak a felszíni vizek tárgykörével foglalkozó 52 dolgozatról jelent meg.[2] (A többi dolgozat további öt kötetben előreláthatólag 1961. végéig jelenik meg.) Az üléseken a két hivatalos nyelvet (angol és francia) tolmácsolás nélkül használták. A kivonatokban néhol német nyelvű összefoglalást is közre adtak.

Az ismertetések illusztratív anyagának diapozitívek vagy ábrák alapján való vetítésére a rendezőség mindig biztosított lehetőséget. A vita anyagának közreadhatósága érdekében a felszólalásokat az ülésszak végéig írásban is be kellett nyújtani.

A kongresszus keretében *hidrológiai térkép kiállítást* is rendeztek, amelyen Magyarország az Állami Földtani Intézetben, az Országos Vízkutató és Fúró Vállalatnál, az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézetében és a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézetben készült, 27 térképpel vett részt. A kiállításon Marokkó, Magyarország, Németország és a Szovjetunió térképei iránt volt a legnagyobb az érdeklődés.

A kongresszuson bemutatott kiemelkedő tanulmányokról a delegáció kézirati jelentése[3] ad rövid áttekintést. A felszín alatti vizek szakosztályában megvitatott főbb kérdésekről a közelmúltban részletes beszámoló jelent meg.[4]

A három évenkénti Kongresszusokon tartják a tisztújító közgyűléseket. A Szövetség új elnöke *W. Friedrich* (Németország). A magyar hidrológiai kutatásnak szóló elismerés, hogy — a Szövetség fennállása óta első ízben — Magyarország formálisan is bekapcsolódott a Szövetség állandó Bizottságainak munkájába: *Ubell Károly*t a hidrogeológiai térképezési, *Szesztay Károly*t a hidrometriai szakbizottságba választották meg.

Az Unió legközelebbi kongresszusa 1963-ban, Berkeley-ben, Californiában lesz. A Hidrológiai Szövetség 1961 szeptemberében Athénben a talajvízkészlet meghatározásáról, 1962-ben Olaszországban a talajerózióval kapcsolatos kérdésekről rendez symposiumot.

Dr. Szesztay Károly

[2] General Assembly of Helsinki, Comission of surface waters, Publication No. 51 of the *International Association of Scientific Hydrology*, Gentbrugge, 1960, 628 p.

[3] A jelentés hozzáférhető a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet irattárában.

[4] *Dr. Ubell Károly:* A felszín alatti vizek térképezésének nemzetközi helyzete. *Hidrológiai Közlöny*, 1961. évi 1. szám, 66—75. oldal.

KÖNYVISMERTETÉS

A Vasúti Tudományos Kutató Intézet Évkönyve 1951—1956. (Közlekedés Dokumentációs Vállalat, Bp. 1958. 488 old. 145 ábra).

A magyar közlekedéstudomány jelentős fejlődését dokumentálja ennek a szép kiállítású Évkönyvnek a megjelenése. 1951-ben állították fel a Vasúti Tudományos Kutató Intézetet, mely egyben az egész hazai közlekedés területén az első, kizárólag a tudományos kutatás célkitűzéseit szolgáló szerv is.

Az évkönyv előszavát dr. *Csanády György* akadémikus, a Magyar Tudományos Akadémia Közlekedéstudományi Főbizottságának elnöke írta. Kiemeli, hogy a VTKI első Évkönyve kiadásának az a legfőbb célja, hogy széles körben ismertesse eme új intézményünk munkásságát, eredményeit és ezzel is segítse azok gyakorlati megvalósulását. Ezt a célját pedig azáltal érheti el, ha hazai szakembereink részéről intenzív érdeklődés mutatkozik majd az itt közölt dolgozatok és beszámolók iránt. Kéri a magyar közlekedés tudományos és gyakorlati dolgozóit: segítő bírálatukkal támogassák a Vasúti Tudományos Kutató Intézet munkáját, hogy a következő években megjelenő újabb Évkönyvek további lendületes fejlődésről, a hibák és hiányosságok felszámolásáról, a kutatások elméleti színvonalának és gazdasági értékének emelkedéséről tehessenek majd tanúságot. A kutatóintézet az 1951—1956. években 113 feladatot oldott meg, és ezekről eddig is számos publikáció látott napvilágot. Ezek azonban elszórtan, egyes kiadványokban, szaklapokban kerültek közlésre. Ez az Évkönyv az első olyan kiadvány, amely áttekintést ad az Intézet első hat évének munkájáról, módot ad arra, hogy a tudományos élet és a gyakorlat szakemberei alaposabban megismerhessék munkásságát, elért legfontosabb eredményeit. Éppen ezért az Intézet első Évkönyvének kiadásával együtt az első, jelentős sikereket felmutató hat esztendő munkáját is üdvözölhetjük.

Felmerül a kérdés, miért csak hat év elteltével teszi közzé *Szentgyörgyi Károly* a Vasúti Tudományos Kutató Intézet igazgatója az intézmény első évkönyvét? Erre a feleletet maga Szentgyörgyi igazgató adja meg az Évkönyv első, *„A VTKI hatéves munkája"* c. fejezetében közölt beszámolóban. Kifejti, hogy az Intézet felállítása fokozatosan történt, új adatai szerint a kutatóknak, valamint az összes dolgozóknak száma

	kutatók	összes dolgozók száma
1951 végén	5	18
1954 ,,	23	40
1956 ,,	27	53

Utalt arra, hogy a fejlesztés mértéke az alapító rendeletben megjelölt 80 főnyi létszámhoz viszonyítva 1956 végén az összlétszámban mintegy 66%-ot, a kutatói létszámban pedig 54%-ot tett ki. 1956-ban vette át az Intézet az Ultrahang Kutató Laboratóriumot, ami 10 fő létszámemelést (köztük 5 kutató) jelentett. E laboratóriumon kívül 1956 végén az Intézetnek még három osztálya (Műszaki tudományos osztály, Gazdaságtudományi osztály, könyvtári, múzeumi és igazgatási osztály) volt.

Nyilvánvaló, hogy a fokozatosan fejlődő intézet tudományos eredményeket is csak fokozatosan tudott elérni, s ezzel indokolható, hogy az első Évkönyv csak hat éves tudományos munka legfőbb eredményeiről számol be.

Szentgyörgyi Károly igazgató beszámolóját követően az Évkönyv még két beszámolót közöl.

Az elsőben *Farkas Gábor* a Műszaki tudományos, a másodikban *dr. Czére Béla* a Gazdaságtudományi kutatások hatéves eredményeiről adnak tájékoztatást.

Farkas Gábor 8 oldal terjedelmű munkájában rámutat arra, hogy a VTKI *Műszaki tudományos osztálya* hat éves működésének az alábbi volt a célkitűzése:

A vasúti közlekedés igényeinek megfelelően feltárni a káros vagy a termelést hátráltató jelenségek okait, majd a vizsgálatok alapján kijelölni a lehetséges legkedvezőbb megoldás módját, s annak széleskörű bevezetésére indokolt javaslatot tenni. Az osztályt főleg az alábbi kutatási területek foglalkoztatták:

1. Az energiafogyasztás gazdaságosságának kérdései, különös tekintettel a gőzvontatásra.

2. A vasúti járműveknek, illetőleg azok egyes szerkezeti elemeinek korszerűsítése, az üzembiztonság növelése.

3. A vasúti pályának és egyes szerkezeti elemeinek korszerűsítése, a fenntartás gazdaságosságának fokozása.

4. A vasúti műszaki létesítmények teljesítőképességének és üzemköltségének vizsgálata.

5. A vasúti forgalmi szolgálat munkájának megjavítása, különösképpen az elegyrendezés és elegytovábbítás gazdaságosságának növelése.

6. A közúti vasútak üzemének korszerűsítésével kapcsolatos kérdések.

Részletesen ismerteti a fenti területeken végzett kutatások fontosabb eredményeit. Ezek közül ki kell emelni azokat a javaslatokat, amelyeket a vasúti pálya korszerűbb kialakítására és fenntartására tettek. A vasbetonalj alkalmazásával szemben hazai viszonylatban egyidőben megnyilvánuló elutasító álláspont és a szükséges talpfamennyiség hiánya ösztönözte az osztály munkatársait arra, hogy új utakat keressenek a hiány pótlására. Előbb csupán vasúti talpfákat és váltófákat, később hídgerendákat, vezetékoszlopokat állítottak elő ragasztás útján, kisebb méretű, hulladékszámba menő faelemekből. A tanulmányok bírálatánál az itt elért eredményekre még visszatérünk.

Az e területen kutatott számos kérdés közül megemlítem az ívekben megengedhető sebesség, s az ezzel összefüggő túlemelés és nyombővítés vizsgálatát. A nyombővítés és túlemelés csökkentesére, továbbá a sebesség felemelésére tett javaslatot a MÁV elfogadta és a D. 21. sz. tervezési irányelvekbe fel is vette.

Az átmeneti ívvel kapcsolatos kutatás eredményességét mutatja, hogy — a beszámoló szerint — az Intézet javaslatára a MÁV a klothoid típusú átmeneti ívet bevezette.

Dr. Czére Béla 8 oldal terjedelmű munkájában elsőbben is rámutat arra, hogy a *Gazdaságtudományi osztály* munkaterülete igen széleskörű. Így az egyes üzemrészek és munkafolyamatok, továbbá az egész vasútüzem gazdaságossági vizsgálatán, a vonatkozó elemző, metodikai és statisztikai munkán túlmenően a vasút sokrétű népgazdasági szintű gazdasági, fuvarjogi és díjszabási kapcsolatai is ide tartoznak, sőt — más kutatószervek hiányában — több általános közlekedésgazdasági (közlekedéspolitikai) kérdéssel is foglalkozni kellett. A vasúti szolgálati ágakat tekintve az osztály feladatkörébe került a kereskedelmi szolgálat szinte valamennyi problémája, a többi üzemi (forgalmi és vontatási) ágak számos kérdése, az építő és gépészeti szolgálatok nem egy vonatkozása, valamint az egész vasútüzem gazdaságosságával foglalkozó üzemgazdasági szolgálat igen sok témája.

A fentieknek megfelelően a Gazdaságtudományi osztály az eltelt hat esztendő folyamán az alábbi főbb kutatási területeken fejtette ki tevékenységét:

1. A vasúti kereskedelmi szolgálat üzemi munkája, technológiájának vizsgálata és fejlesztése.

2. A vasúti belföldi és nemzetközi fuvarozásszabályozás, illetőleg fuvarjog rendszerének, valamint egyes rendelkezéseinek kritikai vizsgálata, továbbfejlesztése, különös tekintettel a tervgazdálkodás követelményeire.

3. A vasúti árudíjszabások rendszerének továbbfejlesztése, figyelemmel a szocialista árpolitika, a tervgazdálkodás és az üzemgazdasági érdekek követelményeire.

4. A vasúti fuvarozások gazdaságossági vizsgálata, értékelése, tervszerűségének fokozása, beleértve a nem gazdaságos fuvarozások csökkentését is.

5. A vasúti önköltségszámítás módszertani fejlesztése, összhangban a hazai számviteli és statisztikai rendszerrel.

6. A szállítási feladatok optimális megosztása a közlekedési ágazatok között, különös tekintettel a vasútnak a gépjárműközlekedéssel és a hajózással kialakítandó koordinációjára.

7. A gazdasági vasútak üzemi és gazdasági kérdései, beleértve a vasútak optimális szállítási feladatkörének meghatározását is.

A beszámoló részletesen ismerteti a felsorolt területeken végzett kutató munka eredményeit. Az elért számos jelentős kutatási eredmény közül azokat emelem ki, amelyeket a szállítási feladatoknak az egyes közlekedési ágazatok közötti optimális megosztására vonatkozóan dolgoztak ki.

Ez a közlekedéspolitikai feladat ma világszerte foglalkoztatja az elméleti és gyakorlati szakembereket; hazánkban a

legutóbbi években tett szert különös jelentőségre, főként a gépjárműközlekedés fejlődése folytán.

E feladat lényege az, hogy megvalósítsuk a szállítási feladatok olyan arányát a közlekedési ágazatok között, amelynek társadalmi hatékonysága a legnagyobb. A feladat gyakorlati megoldásához a szocialista tervgazdaság viszonyai kedvező lehetőségeket teremtenek, annál bonyolultabb azonban a rendkívül sok összetevő eredőjeként jelentkező gazdasági és egyéb hatások pontos számbavétele. Éppen ezért a probléma elsőrendű közlekedéstudományi kérdéssé vált, amellyel hazánkban is több tudományos intézmény foglalkozik.

A Gazdaságtudományi Osztály az első években — szerényebb célkitűzésekkel és a felmerült igények nyomán — azokat az együttműködési lehetőségeket vizsgálta, amelyek a vasút, valamint a gépjárműközlekedés és a hajózás között állanak fenn. Így foglalkozott az összetett vasúti-gépkocsi fuvarozások lehetőségeinek feltárásával és szabályozásával, valamint a közvetlen vasúti—vízi árufuvarozás megoldásával. Ezeket az inkább fuvarszabályozási jellegű javaslatokat olyan gazdaságossági munkálatok követték, amelyek a rövidtávú vasúti fuvarozásoknak gépkocsira való terelését mutatták indokoltnak.

A koordinációs munkaterületen végzett kutatások jelentős mértékben alapul szolgáltak az eddig érvényesített forgalomátterelő intézkedésekhez, de valódi jelentőségük csak akkor fog megmutatkozni, amikor e további részletekbe menő kutatások és a tömeges önköltségszámítások elvégzése után sor kerülhet az egyes közlekedési ágazatok fejlesztésében is az új arányok kialakítására.

A műszaki, valamint a gazdaságtudományi kutatásokat illetőleg, mindenek előtt megállapítható, hogy mindkét osztály *igen sok témát* irányzott elő. Hat év távlatából értékelve az elvégzett munkát, pozitív eredményként állapítható meg a széleskörű kezdeményezés, a vasútüzem gyakorlati igényeinek messzemenő szolgálata, több fontos és igényes kutatási területen a jelentős elméleti előrehaladás. Mindemellett megmutatkoznak az útkereséssel járó bizonytalanságnak, a témák kevésbé szerencsés kijelölésének és a vállalt feladatok közti aránytalanságnak jelei is.

A kezdet nehézségei mellett a tudományos kutatások terén szerzett tapasztalat hiányának is tulajdonítható, hogy az alapkutatások — melyek alapvető elméleti problémák kutatására irányulnak és amelyeknél az eredmények nem feltétlen és azonnali alkalmazásán van a hangsúly — száma viszonylag kevés. Sok az azonnali eredményt hozó, de inkább a műszaki fejlesztés hatáskörébe tartozó téma (pl. rostált mozdonyszénsalak hasznosítása, begyújtófa helyettesítésének gyakorlati kérdése stb.). E hat év tapasztalatai a kutatási témákat illetőleg abban foglalhatók össze, hogy elsősorban kisebb számú, döntő jelentőségű és főleg alapkutatást kell előirányozni.

A kutatásoknál nagyobb mértékben szükséges a saját kísérleti eredményekre, a laboratóriumi kutatásokra támaszkodni; ahol pedig ilyen vizsgálat nincsen, ezt közölni kell. Ebből a szempontból pl. a 27. oldal 4. bekezdésben az ívben fellépő keresztirányú gyorsulás meghatározása kifogásolható.

Az Évkönyv a beszámolók után a 41—458. oldalon a hat év alatt végzett 13 legfontosabb kutatásra vonatkozó beszámolókat közli. A kiadványt az Intézet dolgozóinak névsora, a VTKI hatéves munkájának bibliográfiája, az Intézet által készített közel 100 összefoglaló jelentés és szakvélemény jegyzéket tartalmazó függelék, végül pedig orosz, német, francia és angol nyelvű tájékoztatók fejezik be.

Az alábbiakban a kutatásokra vonatkozó tanulmányokat ismertetjük és tesszük meg kapcsolatos észrevételeinket.

1. *Nagy József —Lengyel László:* **Talpfák és váltófák előállítása ragasztás útján kisebb méretű faelemekből**

A 16 ábrát és 4 táblázatot tartalmazó 32 oldal terjedelmű beszámoló azokat az eredményeket ismerteti, amelyeket a Vasúti Tudományos Kutató Intézet a Faipari Kutató Intézettel együtt a vasúti talpfák, elsősorban a váltófák ragasztás útján történő előállításával kapcsolatban elért.

Vasúti felépítményeink aljzat szükségletének biztosítási lehetőségeit tekintve a normálméretű ($15 \times 25 \times 260$ cm) vasúti talpfák nagyobb mértékben helyettesíthetők vasbeton, illetőleg előfeszített vasbetonaljakkal.

A váltó-, illetőleg hidfákat viszont mindenképpen ragasztás útján kell előállítani, minthogy ezek egyrészt más anyagok (vasbetonalj) felhasználásával nem pótolhatók, másrészt külföldről történő behozataluk is egyre nehezebbé válik, sőt a szükséges évi 7—8000 m^3-es mennyiségben nem is lehetséges.

Nagy József, a VTKI igazgatóhelyettese irányítása alatt a kutatók nagy elmélyedéssel foglalkoztak a téma minden részletével; az elméleti kutatások mellett különböző próbatesteken számos laboratóriumi haj-

lító és nyíró szilárdsági vizsgálatot végeztek.

A kutatás eredményességét mutatja, hogy a kidolgozott technológia alapján készített ragasztott talpfák, melyeket nagy forgalmú vonalakba és állomási kitérőkbe építettek be, a követelményeknek mindenben megfeleltek, a nyomtávot jól tartják és a ragasztott felületek elválása még részlegesen sem fordult elő.

A kedvező tapasztalatok alapján az Intézet *ragasztó üzem* létesítésére tett javaslatot.

2. *Lengyel László—Nagy József :* **Használt talpfák élettartamának meghosszabbítása a felületi kezeléses eljárás útján** (20 oldal, 9 ábrával).

A munkában a szerzők azokról a kutatásokról számolnak be, amelyeket az ún. felületi kezeléssel a pályában fekvő használt talpfák élettartamának meghosszabbítása érdekében végeztek.

A kutatás során megállapították, hogy a hazánkban alkalmazott telítési eljárásoknál nem tudják biztosítani a faanyag teljes keresztmetszetének védelmét a farontó gombák káros behatásai ellen. Ehhez járul még az az elméletileg megállapított tény is, hogy a faanyag zsugorodásának és dagadásának maximuma a frissen döntött fából készült talpfa esetében annak telítése, illetőleg a pályába való beépítése utáni 5—8 éven belül a legnagyobb mértékű. Ennek következménye, hogy az ilyen talpfa használatának 8—12. évében már erősen repedezett, így a farontó gombák spórái könnyen bejutnak a fába és megindítják a korróziós folyamatot.

Ezek a körülmények szükségessé teszik — az említett időtartam eltelte után — a használt talpfák utólagos védőkezelésben való részesítését. Ennek egyik lehetősége az eddig ismert külföldi eljárásoktól független, a kutatók által kidolgozott, a pályában történő utókezelés. Ez az eljárás egyrészt a bekövetkezett gombafertőzés mértékét csökkenti, másrészt pedig a gombáknak a faanyagba való továbbjutását gátolja, a repedések szigetelése révén. Ezáltal a talpfák jobban ellenállnak azoknak a külső és belső hatásoknak, amelyek avulásukat nagy mértékben előmozdítják.

A felületi kezeléses eljárást gazdasági szempontból értékelve megállapítható, hogy ha a talpfák a kezelés következtében csak 5 évig lesznek csökkentett mértékben kitéve a farontó gombák és az atmoszféra pusztító hatásának, már így is nagy megtakarítás mutatkozik, nemcsak a faanyagban, de a talpfák fenntartására fordított kiadásokban is.

A felületi kezeléses eljárás technológiáját a 92. oldalon közlik. A leírás szerint a repedések eltömésére és a felület megvédésére talpfánként kb. 3,5 kg higított bitumenes emulzió szükséges. Véleményem szerint azt is meg kellene vizsgálni, hogy egyrészt nem lehetne-e az emulzió helyett más bitumenes anyagot használni, másrészt, hogy a felületi kezelést nem kellene-e a repedt talpfák pántolásával együtt alkalmazni?

3. *Erdős László :* **Vasbetonaljak villamos tulajdonságainak vizsgálata, figyelemmel a szigeteltsín áramkörökre** (25 oldal, 14 ábrával).

Az automatikus térközbiztosító berendezés sikeres alkalmazásának előfeltétele, hogy a pályaszerkezet kifogástalanul vezesse az áramot, az ágyazat viszont kellő ellenállást mutasson, nehogy zavaró jelenségek lépjenek fel. A vasbetonalj alkalmazása éppen ezért találkozott ellenzéssel mindaddig, amíg a VTKI e kutatásainál ki nem mutatta, hogy a megfelelően kialakított vasbetonalj, illetőleg a tiszta zúzottkőágyazat villamos vezetőképessége, illetőleg ellenállása nem csökken az alá a határérték alá, amelynél az automatikus térközbiztosító berendezések megbízható működése már kétséges.

A kutatás sikeres voltát az is igazolja, hogy a vizsgálatok eredményei a külföldi vasútak erdeklődését is felkeltették.

4. *Pápay István :* **A gazdaságos és menetrendszerű vonattovábbítás feltételei gőzmozdonyoknál** (44 oldal, 22 ábrával és 1 táblázattal).

A kutatási feladat kijelölésénél abból indultak ki, hogy hazánkban törekedni kell a meglevő gőzmozdonypark gazdaságos üzemeltetésére, azaz olyan munkamódszerek alkalmazására, amelyek adott körülmények között a lehető legkisebb szénfogyasztást eredményezik.

A kutatás azzal az eredménnyel járt, hogy a kitűzött cél elérésére az alábbiak megvalósítására van szükség:

1. A gőzmozdonyok teljesítményének növelése.

a) a hengertöltés megfelelő szabályozásával,

b) a gőzfojtást előidéző objektív és szubjektív okok fokozatos megszüntetése révén, a tolattyúnyomás növelésével.

2. A vontatási szolgálat részére a vonalak hossz-szelvény adatainak megadása.

3. A személyszállító vonatok kocsiterhelési adatainak újbóli megállapítása.

4. A vonatok sebesség—út függvényábrájának és menetidejének meghatározása a vonatmozgás differenciálegyenlete alapján.

5. A szolgálati menetrendkönyvek kibővítése azirányban, hogy a vonattovábbítás a lehető legkisebb fékezési munkaveszteség mellett menjen végbe.

Ily módon beruházási költségek nélkül lehetőség nyílik a gőzvontatás fejlesztésére, amely egyfelől a személyvonati közlekedés megjavulását, másfelől a vasúti szállítás önköltségének csökkenését eredményezi.

5. *Dubravcsik Károly :* **Vasúti kocsicsapágyak üzemi viszonyainak vizsgálata a hidrodinamikai kenéselmélet alapján** (33 oldal, 25 ábrával).

A vasúti kocsicsapágyak — mind a csapágy geometriai viszonyait, mind pedig e csapágyak üzemeltetési viszonyait tekintve — lényegesen eltérnek az általános gépcsapágyaktól. Talán éppen ezért a vasúti kocsicsapágyakra vonatkozóan mindezideig hiányzott az átfogó, a korszerű csapágyelmélet alapján végrehajtott vizsgálat.

A kutatás igyekezett ezt a hiányt pótolni és behatóan vizsgálni a különböző tényezőknek a csapágyüzemre gyakorolt befolyását.

Az általános csapágyelméletben is érdeklődésre tarthat számot az a körülmény, hogy a hőegyensúly kérdésének a súrlódási görbék teljes lefolyása figyelembevételével végrehajtott vizsgálat során itt adták elsőként elméleti magyarázatát és bizonyították szükségszerűségét annak a ténynek, hogy a gyakorlatban — az egészen kis sebességektől eltekintve — a csapágyak üzemében a terhelésnek maximálisan 1—2 %-a vihető át fémes súrlódás útján. Gyakorlatilag tehát minden olyan csapágy, amelynél üzem közben hőegyensúly alakulhat ki, a folyadéksúrlódás állapotában fut.

Beigazolták, hogy a vasúti kocsicsapágyak konstrukciós szempontból lehetnek ugyan „lapos", féligzárt (180°-os), vagy gyűrűalakú (270°-os) csapágyak, üzemüket tekintve azonban — a szokásos gyártási átmérő-különbségek mellett — valamennyien mint kis parcialitású csapágyak dolgoznak. Ebből viszont következik, hogy a MÁV-nál a közelmúltban rendszeresített „takaréköntésű" csapágykialakítás a csapágy-üzem súrlódási viszonyai és biztonsága szempontjából a félig zárt (180°-os) csapágyakkal teljesen egyenértékű.

Meghatározták a ténylegesen üzemben futó kocsicsapágyak súrlódási tényezőjét a sebesség, terhelés környezethőfok függvényében, különböző — az üzemben előforduló — csapágyjáték mellett.

Végül behatóan foglalkoztak a súrlódási viszonyok, az üzembiztonság, valamint az alkalmazott kenőolaj közti összefüggésekkel.

6. *Dr. Mészáros Pál :* **Többcsoportos vonatok rendezése** (30 oldal, 3 ábrával és 1 táblázattal).

A kutatás célja: tudományos vizsgálatok alapján a gyakorlat részére a tolató (többcsoportos) tehervonatok gazdaságos összeállítására módszer kidolgozása. Olyan módszert kellett kialakítani, amelynek segítségével az elegyrendezésnél kiküszöbölhetők a felesleges mozgások, valamint a szükségesnél több vágány használata. A kutatás során — az irodalomból ismert eljárásokból leszűrt elvek alapján — tisztázták a rendezés fogalmát, feltárták a rendezési lehetőségeket, a rész-sémák kialakításával pedig megteremtették a rendezés fokozásnak új módjait és eredeti rendezési formákat dolgoztak ki.

A kidolgozott módszerek üzemi alkalmazása során szerzett gyakorlati tapasztalatok — az eddigi módszerekkel szemben — a rendezési időráfordítás 20—50%-os csökkenését mutatják.

A kombinatív rendezési eljárások célszerűségét és gazdaságosságát tehát a rendezési időráfordítás csökkenése is igazolja, de valódi jelentőségét az adja meg, hogy beruházások nélkül, csupán szervezési intézkedések útján megteremti a teljesítőképesség növelésének feltételeit és az önköltség csökkentéséhez is figyelemre méltóan hozzájárul.

7. *Farkas Gábor:* **Módszer a közúti vasútak teljesítőképességének meghatározásához** (38 oldal, 16 ábrával és 2 táblázattal).

A kutatás az egyre nagyobb jelentőségű városi közlekedés egyik legfontosabb kérdésével; a közúti vasútak teljesítőképességének meghatározásával foglalkozik. Részletesen vizsgálja az egyes technikai berendezések: a pálya, a járművek, a kocsiszinek, és az energiaellátás teljesítőképességének megállapítására vonatkozó módsze-

reket. A kutatás fontosságát az is mutatja, hogy e teljesítőképesség elemzése és ennek alapján a teljesítőképességi mérlegek kidolgozása gyakran lehetőséget nyújt olyan fejlesztési megoldások feltárására is, amelyek beruházást egyáltalában nem, vagy csak kis mértékben igényelnek.

Ezen a téren hazánkban még igen sok a tennivaló, mert — sajnos — a közvetlenül érdekelt üzemek, sőt olykor még az azokat irányító hatóságok sem tulajdonítanak mindig jelentőséget az elméletileg is megalapozott teljesítőképességvizsgálatoknak. Nyilván ez a körülmény is közrejátszott abban, hogy még a közelmúltban is sor került a fővárosban és vidéken néhány olyan közlekedésfejlesztési intézkedésre, amelyeknél nem voltak tekintettel az üzemen belüli teljesítőképességi összefüggésekre (pl. a fővárosi trolibuszközlekedés; a miskolci közúti vasút fejlesztése a kocsiszini vagy az energiaellátási teljesítőképesség egyidejű bővítése nélkül). Ugyanakkor menetrendi vonatkozásban is tapasztalhatunk olyan eseteket, amikor az átbocsátóképesség felső határát nem veszik figyelembe.

8. *Dr. Vaszkó Ákos :* **A gazdasági vasútak teljesítőképességének számítása** (31 oldal, 7 ábrával és 3 táblázattal).

A kutatás a gazdasági vasút üzemi tervezéséhez kíván elméleti alapokat adni, amikor a vasúti teljesítőképesség-számítások eddig kidolgozott módszereit a kisvasúti üzemre alkalmazza, tekintetbe véve a keskeny nyomtávú vasút üzemi sajátosságait.

9. *Dr. Fehérvári László:* **Módszer a kisforgalmú mellékvonalak önköltségének megállapításához** (26 oldal).

A vasúti önköltségszámítás hazánkban csak a legutolsó évtized során fejlődött tudományos igényű metodikát kivánó tevékenységgé, amikor az általános átlagos vasúti önköltségek mellett szükségessé vált a különböző üzemrészek, rész-tevékenységek, illetőleg teljesítmények önköltségalakulásának ismerete is. Az ilyenfajta igény pedig annál gyakrabban merült fel, minél inkább előrehaladt a gazdaságosságra való törekvés, az üzemvitel korszerűsítése, a vasút munkájának összehangolása a többi közlekedési ágazatok munkájával.

Az egyes vasútvonalak elkülönített önköltségére kidolgozott módszer megadta az alapot a gyengeforgalmú vasútvonalak gazdaságossági vizsgálatához. Ez a kutatás a közlekedési ágazatok tudományos alapokon történő koordinálásának a megvalósítását szolgálja.

10. *Dr. Mátyássy Zoltán :* **A vasút árufuvarozói felelősségére vonatkozó rendelkezések továbbfejlesztése** (34 oldal, 4 táblázattal).

A vasúti árufuvarozási jog egyik legtöbbet vitatott kérdése a vasút árufuvarozási felelőssége. Az erre irányuló téma vizsgálatai belföldi és nemzetközi vonatkozásban egyaránt feltárták e kérdéskomplexumot.

A kutatás eredményei a tételes szabályok továbbfejlesztéséhez is alapul szolgálhatnak.

11. *Dr. Pálvölgyi István :* **A nem gazdaságos fuvarozások okai és csökkentésük módszerei** (26 oldal, 3 ábrával és 6 táblázattal).

A nem gazdaságos fuvarozások kiküszöbölése népgazdaságunk jelentős problémája. Igen fontosak éppen ezért azok a kutatások, amelyek a nem gazdaságos (észszerűtlen) fuvarozások feltárására, okainak elemzésére és a kiküszöbölésükre alkalmas módszerek kidolgozására irányultak. E jelenségek gyakorlati számbavétele, az adatgyűjtés és a különféle elemző vizsgálatok során olyan módszerek kialakítására törekedtek, amelyek a gyakorlatban jól alkalmazhatók.

A nem gazdaságos fuvarozások kiküszöbölésére alkalmas módszerek: az áruáramlások tervezése hálózati térképeken, a viszonylatok központosított tervezése és a fuvarkassza-intézmény. Ezen felül szükséges, hogy a termelő üzemek, raktárak és a kereskedelmi hálózat telepítésekor a szállítás követelményeit gondos gazdasági elemzés alapján vegyék számításba.

Utalnunk kell arra, hogy a nem gazdaságos fuvarozások kiküszöbölésére javasolt módszerek használata még nem vezet a fuvarozások teljes felszámolásához. Ehhez az szükséges, hogy a módszereket egymással szerves kapcsolatban használjuk, azaz belőlük komplex módszert alakítsunk ki. A további tudományos kutatásokat célszerű lenne e komplex módszer részletes kidolgozására irányítani, hogy annak széleskörű érvényesítésével a nem gazdaságos fuvarozások elleni küzdelem eredményesebb lehessen.

12. *Dr. Hegedűs Gyula :* **Az áruforgalom megosztása a közlekedési ágazatok között** 28 (oldal).

Ennek a kutatásnak a jelentőségével az Intézet Gazdaságtudományi Osztálya munkájának méltatásánál már az előbbiekben foglalkoztunk.

Rá kell mutatnunk arra, hogy az elméleti vizsgálódások és a gyakorlati munkálatok alapján a forgalommegosztás problémakörének számos részlete vált eddig megismerhetővé. A jól megalapozott forgalomátterelési intézkedésekhez azonban még további, a részletekbe hatoló és az összefüggéseket feltáró, elmélyült kutatómunka szükséges.

13. *Dr. Kiss László és dr. Mészáros Vince:* **A Közlekedési Múzeum és a közlekedéstörténeti kutatómunka** (35 oldal 29 ábrával).

A Vasúti Tudományos Kutató Intézet feladatkörét megállapító 1951. évi rendelet a műszaki és a gazdasági tudományos kutatómunka, valamint a dokumentáció megszervezése mellett másik fontos feladatkört is bizott az Intézetre: a Közlekedési Múzeum újjászervezését.

A dolgozat részletesen foglalkozik a Múzeum történetével, a háborús károkkal, valamint az újjáépítésre vonatkozó tervekkel és a munkák előrehaladásával. Foglalkozik a gyűjtemény helyreállításával és fejlesztésével is. Részletesen taglalja a múzeumügyhöz kapcsolódó közlekedéstörténeti kutatómunka kérdéseit. Végül pedig a múzeum megnyításával kapcsolatos elvi és gyakorlati kérdéseket tárgyalja.

Ezzel összefüggésben megjegyzem, hogy véleményem szerint a Közlekedési Múzeum elsősorban műszaki múzeum, amey a magyar közlekedés teljes területét fel kell hogy ölelje, foglalkozva a legjelentékenyebb nemzetközi vonatkozásokkal is.

A szép kiállítású Évkönyv nyelvezete világos, ami a szerkesztő, *dr. Czére Béla* jó munkáját dicséri. A nagyterjedelmű, értékes munka áttekinthetőségét azonban megnehezíti a túl rövid (összesen 35 sor) tartalomjegyzék; az egyes közlemények fejezet és alfejezet címeit kívánatos lett volna részletesen közölni.

Dr. Vásárhelyi Boldizsár

Imre Biczók: **Betonkorrosion — Betonschutz** (VEB Verlag für Bauwesen, Berlin 1960. 396 oldal, 61 táblázat, 96 ábra).

Műszaki életünk színvonalának emelkedését és szakirodalmunk külföldi megbecsülésének fokozódását jól mutatja az idegen nyelven is kiadott magyar műszaki munkák számának növekedése. Ezt az örvendetes sort gazdagította Biczók Imre „Betonkorrózió—Betonvédelem" c., hazánkban jólismert könyvének NDK-kiadása.

Ismeretes, hogy a magyar kiadás 1956-ban jelent meg a Műszaki Könyvkiadónál. Terjedelme 263 oldal volt, 45 táblázattal és 66 ábrával. A német kiadás, amely a VEB Verlag für Bauwesen és az Akadémiai Kiadó közös munkájának eredménye, nem az eredeti magyar szöveg egyszerű fordítása. A művet a szerző teljesen átdolgozta és mintegy másfélszeresére bővítette.

A könyv eredeti felépítése megmaradt, s változatlanul öt főfejezetből áll. Ezek a következők:

I. A beton alapanyagai;
II. A talajvíz;
III. A beton korróziója és a beton védelme;
IV. A korróziót növelő és csökkentő tényezők;
V. A korróziós hatások elleni védelem részletes ismertetése.

Az első főfejezet, amely főként a cementek összetételével, hidratációjával és ellenállóképességével foglalkozik, részben azzal különbözik az első, magyar kiadástól, hogy kitér az adalékanyagokra és a keverővízre is; emellett sokkal részletesebben és rendszeresebben ismerteti a cementek összetételét és hidratációját; végül, a magyar kiadásban tárgyalt 9-féle cementtel (ill. kötőanyaggal) szemben 15 féleséget vesz sorra.

A második főfejezet az első kiadás 3 fejezete helyett 5 kis fejezetet tartalmaz. Az egyik új fejezet rövid mélyépítési hidrológiát ad, a másik pedig a talajvíz- és talajvizsgálati eredmények megbízhatóságának kérdésére hívja fel a figyelmet.

A könyv gerincét, s terjedelemben mintegy a felét a harmadik főfejezet jelenti. Ezen a főfejezeten belül megmaradt az eredeti felépítés: előbb a beton korrózió-jának vizsgálatával foglalkozik, azután a korróziós folyamatokkal általában, ezt követően a lágy víz okozta, végül pedig az agresszív vegyületek által okozott betonkorrózióval. A második kiadás mindezekben részletesebb és sokoldalúbb, mint az első. A vizsgálati módszerek közé — töb-

bek között — bekerült a Thorvaldson, — a Dawance és Chefdeville-, valamint a Protféle eljárás is. A korróziós problémákkal foglalkozó kutatók számára igen hasznos új alfejezet foglalkozik a korróziós kísérletek kivitelezésének módjával. A szulfátkorrózió esetére vonatkozó előírások közé bekerült az angol és a cseh előírás, s részletesebben ismerteti a magyar kiadásba is felvett egyéb előírásokat. A német (DIN 4030) előírás teljes szövegével megtalálható a függelékben. Az agresszív vegyületek által okozott korróziót a magyar kiadás 12, a német 17 alfejezettel 150 oldalon tárgyalja. Ez a fejezet a könyv legarányosabban felépített és legkonkrétebb része, amely a legalaposabban bővíti a betonkorróziós problémákkal szembekerülő mérnök ismereteit.

A negyedik és az ötödik főfejezet szintén változatlan felépítésben, csak nagyobb részletességgel tárgyalja a vonatkozó problémákat. A negyedik főfejezet az áramló talajvíz, a meleg talajvíz, az ingadozó talajvízszint, a párolgási zóna, a kis falvastagság, a légoxidáció és a mikrobiológiai korrózió hatását ismerteti, az ötödik főfejezet pedig a védelem passzív és aktív módjait, s végül a korrodeált beton javítását. A védelem passzív módjait a könyv 38 pontban 66 oldalon sorolja fel. E pontok némelyikének mindössze néhány sor a terjedelme, s ugyanakkor mégis többféle lehetőséget említ meg egyszerre. Ilyen módon ez a rész helyenként tartalomjegyzékszerű karaktert kap. Kétségtelen viszont, hogy ebben a vonatkozásban egyrészt a terjedelemadta korlátok is gátolták a szerzőt, másrészt sokszor — különösen a különféle kereskedelmi bevonószerek esetében — meglehetősen nehéz korrekt adatokhoz jutni, az összetételt és a hatást illetően egyaránt.

A betonkorrózió és a betonvédelem problémája rendkívüli módon szerteágazó és bonyolult. A korrózionak kitett anyagot — a betont — kémiailag és fizikailag egyaránt igen nehéz kielégítő módon definiálni. A korróziós hatások, a korróziós folyamatokat befolyásoló tényezők és a védelmet célzó különféle manipulációk sokfélesége alig tekinthető át. Biczók Imre legfőbb érdeme, hogy óriási anyagot gyűjtött össze. A bibliográfia 316 művet, közleményt sorol fel. Egy-egy problémával kapcsolatban a különböző — sokszor ellentétes — álláspontoknak gyakran egész sorát ismerteti. Nem az ő hibája, hogy számos esetben nem kapunk egyértelmű választ a szóbanforgó kérdésekre. A felhalmozódott ismeretek nagy tömegének ellenére fennálló elméleti és gyakorlati bizonytalanságokat semmi sem mutatja jobban, mint a különböző államokban érvényben levő előírások közötti különbségek. Az egyes előírások igen eltérően ítélik meg a veszélyesnek minősíthető koncentráció mértékét éppen úgy, mint a védelem érdekében foganatosítandó intézkedéseket.

Hasonló helyzet a betontechnológia más területein is található. A fejlődés iránya minden egyes esetben az, hogy megkísérlik egybevetni a különböző álláspontokat, élére állítják a vitás kérdéseket, s nagyszabású kísérletsorozatokkal igyekeznek eldönteni őket. Ilyen nagyszabású, s még folyamatban lévő — külföldi — kísérletekről Biczók Imre is beszámol könyvében. Mindenek előtt ezektől várható, hogy a különböző tényezők (ásványi összetétel, cementadagolás, vízcementtényező, pórustartalom, kapilláris struktúra, stb.) és a korrózió mértékének összefüggéséről számszerűbb és súlyozottabb képünk alakuljon ki.

Igen valószínű azonban, hogy megbízható összefüggéseket csak viszonylag egyszerű esetekre vonatkozóan lehet majd találni, s ezért előírásokkal — mintegy intézményesen — mindig is csak ezeknek a viszonylag egyszerű problémáknak a megoldását lehet majd biztosítabni. A bonyolultabb esetekben nem nélkülözhető a körülmények sokoldalú mérlegelése. Elsősorban ehhez a munkához ad Biczók Imre könyve igen alapos, részletes és nagyértékű segítséget.

Szakszerűség szempontjából a könyv színvonala magas, legfeljebb kisszámú apró kifogást lehetne emelni. Így a szerző azonosként említi az alitot és a C_3S-ot. A hidratációs termékekről beszélve nem tesz említést a tobermoritról, pedig az újabb kutatások eredményei szerint a portland-, sőt a transzportland cement esetében is ez a leglényegesebb. A jelenleg gyártott beocsini cement már nem szulfátálló. A $CaCl_2$-ról beszélve a szerző nem hívja fel a figyelmet arra, hogy a betonba adagolva — amerikai kísérletek eredményei szerint — nagy mértékben csökkenti a szulfátállóságot. Az adalékanyag megfelelő szemszerkezetének problémáját teljesen megoldottnak és ismertnek veszi, pedig a legfinomabb rész hatását illetően nem vagyunk ebben a helyzetben. A polyvinilacetátadagolás csak a húzószilárdságot növeli, a nyomószilárdság csökken. — A könyv feladatának szempontjából azonban ezeknek az apróságoknak jóformán nincsen jelentőségük.

A nagy részletességű bibliográfiával kapcsolatban magyar szempontból bizonyos hiányérzetet kelt, hogy éppen néhány hazai kutatás publikációjának a megemlí-

tése maradt el. Így pl. nem említi a szerző Kovács Józsefnek az okrátbetonokra, Székely Ádámnak a széndioxidos kezelésre és dr. Soltész Gáspárnak a talajok vizsgálatára vonatkozó munkáit. A bentonit alkalmazására vonatkozóan szintén elég jelentős hazai irodalom áll már rendelkezésre, amit nem említ a könyv. Ezeket a hiányokat a németnyelvű kiadással kapcsolatban talán kevésbé lehet felróni, újabb magyar kiadásban azonban ezeket a munkákat is szükséges lenne megemlíteni és értékelni.

Összefoglalóan értékelve: Biczók Imre könyvének bővített német nyelvű kiadását a műszaki irodalom nagy nyereségének kell minősíteni.

Kunszt György

Dr. Gyengő Tibor—Dr. Menyhárd István : **Vasbeton szerkezetek** (Műszaki Könyvkiadó — Budapest 1960)

1946-ban Mihailich—Schwertner—Gyengő: Vasbeton Szerkezetek című könyve a Műegyetem II. sz. Hídépítési tanszékén végzett jelentős kísérleti eredmények közlése mellett a vasbeton szerkezetek rugalmasságtani elvek alapján való méretezését foglalta össze. Az 1950-es évek elején hazai gyakorlatunkban a vasbeton szerkezetek méretezési elveinek forradalmi változását hozta a törési elmélet alkalmazásának szabványosítása. A most megjelent mű szerzői aktív résztvevői voltak ez új szabványok alkotásainak. E vátozás azonban lezajlott anélkül, hogy folyóirat és néhány kis füzetben megjelenő ismertetésen túlmenően a törési elmélettel foglalkozó magyar nyelvű könyv mérnökeink rendelkezésére állt volna. E hiányt pótolta Szahnovszkij: Vasbeton Szerkezetek című munkájának magyar fordítása, mely a Szovjetunióban végzett kutatói munka ismertetése mellett a törési elmélet alkalmazásának gyakorlatát mutatja be. E 830 oldal terjedelmű könyv nemcsak a keresztmetszet méretezés és tartószerkezeti elemek szerkesztési gyakorlatát tartalmazza, hanem a vasbeton tartószerkezetek és tartószerkezeti rendszerek számítási és szerkesztési módszereivel is foglalkozik. E mű megjelenése után is hiányként jelentkezett a magyar vasbetonépítési szabályzatok szelleméhez alkalmazkodó korszerű könyv. A Műszaki Könyvkiadó ezt pótolta Gyengő—Menyhárd: Vasbeton Szerkezetek című 610 oldalas könyvével.

A mű lényegében három fő részre bontható:

a) Vasbeton szerkezetek anyagai

b) Vasbeton keresztmetszetek szilárdsági számítása

c) Épületek vasbeton teherhordó szerkezeteinek számítása és szerkesztése.

E felbontás nem teljes mértékben egyezik a könyv felosztásával, de lényegében követi azt, és az ismertetést megkönnyíti.

A szerkezeti anyagokkal foglalkozó rész igen jó összefoglalást nyújt a vasbeton anyagaival kapcsolatos legkorszerűbb álláspontokról. E fejezet arányos rövidsége mellett elegendő helyet biztosított hazai kutatásaink eredményeinek közléséhez.

A vasbeton keresztmetszetek szilárdsági számításával foglalkozó rész a magyar méretezési eljárások helyes gyakorlati alkalmazását tárgyalja. A számpéldák, magyarázatok és indoklások a nagy tervezői tapasztalattal rendelkező szerző értékes útmutatásai a gyakorló mérnök számára. Az általános szilárdságtani bevezetés és a különböző méretezési módok rövid elvi ismertetése, a biztonsággal kapcsolatos problémák bemutatása rávilágítanak az elmélet és gyakorlat szoros kapcsolatának szükségességére. Ebben a részben — tekintettel a vasbeton szerkezetek anizotrop jellegére — indokolt lett volna a még kutatásra váró feladatoknak több helyet szentelni. Így a képlékenység elvei alapján álló méretezési mód korlátainak, a derékszögű négyszög feszültségi ábra jogos alkalmazhatóságának indoklása éppen a kevés magyar nyelvű irodalom miatt nem feleslegesen növelte volna a terjedelmet. Ezzel a keresztmetszetek képlékenységtan szerinti méretezését a teljes tartószerkezetek törési elméletéhez szorosabban lehetett volna kapcsolni.

A csavarással foglalkozó rész igen rövid. A vékonyfalú zárt tartókat indokolt lenne tárgyalni. A vasbeton tartószerkezetek repedéseinek elmélete is részletesebben kívánkozik a műbe, annál is inkább, mert Szépe Ferenc tollából számos tanulmány jelent meg e kérdésről.

Az épületek vasbeton teherhordó szerkezeteivel foglalkozó rész magasépítési gyakorlat szempontjainak figyelembevételével készült úgy, hogy kerülje a felesleges átfedéseket Szahnovszkij előbb említett könyvével. A tervezői gyakorlat számára fontos közelítő számítások, táblázatok mellett ez a rész igen jól foglalja össze a hazai tervezési gyakorlatban alkalmazott vasbeton szerkezetek számítási és szerkesztési elveit. Összegyűjtve közli dr. Menyhárd István lemez- és héjszerkezetekkel foglalkozó munkáit, melyek a szerző több évtizedes munkássága során a legkülönbözőbb helyeken jelentek meg és csak egyes könyvtárakban voltak hozzáférhetők. Ezek egy-

aránt értékesek tudományos és gyakorlati szempontból. E helyen való közlésükkel régi igényt elégítettek ki.

A könyvben megtaláljuk a merev vasvázas szerkezetek számítási módszerét. Egy-egy rövid fejezet foglalkozik az előregyártott szerkezetekkel és a vasbeton építmények szilárdságának ellenőrzésével.

Ez utóbbi fejezet értékes felvilágosítást nyújt a tartószerkezetek minősítésében nem járatos mérnököknek az anyag és szerkezetvizsgálat gyakorlati alkalmazásairól.

A mintegy százötven forrásmunkát felsoroló irodalomjegyzék értékét nagy mértékben növelné a hazai vasbetonépítéssel foglalkozó cikkek teljes összegyűjtése. Ezekből számos szerepel, de a felsorolás egyáltalán nem tekinthető teljesnek. Betűrendes tárgymutató az egyszerű kezelhetőséget segítené.

Gyengő—Menyhárd: Vasbeton Szerkezetek című munkája egyaránt nélkülözhetetlen a mérnök egyetemi hallgató és magát továbbképezni akaró gyakorló mérnök számára. Rendszeres felépítése, ábra anyagának szemléletessége, a számos táblázat, grafikon, számpélda, és elsősorban a szerzők által támasztott szakmai igényesség, e könyvet műszaki irodalmunk kiemelkedő színvonalú gyakorlati alkotásává emeli. Az előbbiekben említett kibővítési igények a mű használhatóságát nem befolyásolják, csupán egy esetleges új kiadáshoz kívántak néhány gondolatot adni.

Dr. Garay Lajos

Ing. dr. Sticha. Václav és munkatársai : **Vodárenstvi** (Vízellátás). *Technický Průvodce* (Műszaki útmutatók) 7. *Praha, Státni Nakladatelství Technické Literatury*, 1960. 544 oldal, 183 ábra, 67 táblázat. Ára 35 csehkorona.

Cseh nyelven legutoljára 25 év előtt adták ki a tárgykört összefoglaló kézikönyvet. Azóta a vízszerzés (csápos kutak), a víztisztítás (a klasszikus módszerek helyett újabb hatékonyabb eljárások), a vízelosztás (öntöttvas- és acélcső helyett cement alapanyagú, valamint műanyagcsövek), és az automatizálás terén olyan lényeges változások történtek, hogy *dr. Sticha* és hattagú gárdájának munkája régóta érzett hiányt pótolt.

A kitűnő szerkesztő folyóiratunk III. kötete 1—2 számának 271. oldalán ismertetett „*Városi vízelvezetés, csatornázás és szennyvíztisztítás*" c. kötetéhez hasonlóan igyekszik a kutatás, tervezés és építés között közvetlen kapcsolatot létesíteni, hogy az olvasó a vízellátás terén felmerülő feladataira a műszakilag tökéletes, legjobb hatásfokú és amellett a leggazdaságosabb megoldást megtalálja.

A szerzők részben megtartják a vízellátási szakkönyvek szokásos beosztását akkor, amikor az első részben (240 o.) a földalatti és felszíni *vizek feltárása*, valamint *kitermelése* és csővezetékben történő *elosztása* után a 170 oldalra terjedő második részben *a víz kezelését* tárgyalják. Itt nagy gonddal válogatták ki a gépészeti berendezésekkel kapcsolatos terjedelmes irodalomból a *leglényegesebb* „géptermi tartozékokra" (szivattyúk, kompresszorok, villamosenergia tartalékforrás, daru- és csigasorok, automatizálás) vonatkozó szöveg- valamint ábra-anyagot.

A könyv harmadik része 40 oldalon tárgyalja a *vezetékek* tervezését, építését és karbantartását, a munkaárok gépesített földkiemelésétől a felszín megbontása nélküli hidromechanizációs és vibrációs csőfektetésig.

Az egyes fejezetekben bőséges utalás található a különféle *szabványokra* és *előírás*okra. Ha ezek nem is egyeznek mindenben a hazaiakkal, minden esetre igen jó nagyságrendi tájékoztatást nyújtanak.

A 62 oldalra terjedő negyedik rész a vízvezetékek *gazdaságos kiépítését* tárgyalja, és ezzel kapcsolatosan a jelenlegi csehországi helyzetre kidolgozott, igen érdekes mutatókat adnak a szerzők. Ezeknek a mutatóknak a száma a vízellátási nagylétesítmények sokrétűsége miatt természetesen csak korlátozott. Csehszlovákiában az 1953 óta megvalósult vízellátó rendszerek adatai alapján az egy lakosra eső vízvezetéki csőhossz 3,4 m. A jövőbeni központosított lakóterületeknél azonban 1 m/lakos csőhosszal akarják a vízvezetéki közcsőhálózatot megoldani. Így számítva a vízvezeték beruházási költsége az egész lakótelep beruházásának 3—5%-a. Eddig 40—125 fő/ha laksűrűség figyelembevételével mintegy 150 m csőhosszal számoltak. Az új településeknél a laksűrűséget 175—195 fő/ha-ra akarják emelni, és 190—210 m csőhosszat számítanak majd rá. Külön táblázatok ismertetik az ún. közcső, és az egyes házibekötésekre eső, beruházási költség-százalékokat, a tolózárkamrás és zárkamra nélküli tározók költségeit, a szivattyútelepek beruházási költségeit l/sec szivattyúzott vízmennyiségre vonatkoztatva stb.

A víztisztító berendezés költségeinek ugyancsak l/sec-ra átszámított költségtáblázata mellett a hazánkban eddig fel nem dolgozott egyéb adatok is szerepelnek, így pl. a teljes beruházásból a térfogatra

hány légm³ és a beruházás költségeiből %-osan mennyi jut 1 l/sec-ra stb.

Egységes árszabást ad a könyv a különböző vízvezeték létesítmények élettartama, leírási %-a, felújítása és karbantartása szempontjából. Külön mutatókat közölnek a szükséges dolgozók létszámára, figyelembe véve, hogy a vízmű vízkezelés nélkül, vagy levegőztetéssel, vastalanítással, fertőtlenítéssel dolgozik. A hálózat fenntartására 12 kilométerenként vagy 1500 vízmérőnként, vagy 1000 házicsatlakozásra számítanak egy fő dolgozót.

Önkéntelenül felvetődik bennünk az a gondolat, hogy ha hazánkban ismét könyv jelenik meg a vízellátásról, célszerű lenne benne a beruházások *hazai* gazdasági mutatóit ismertetni.

A kötet végén közölt *bibliográfia* négy részben foglalja össze a vízellátás cseh, szlovák, orosz, lengyel, német és angol nyelvű kézikönyveit, valamint a legfontosabb folyóiratokat, a felszín alatti vizek irodalmát, a víztechnológiával és végül a víz tározásával és elosztásával foglalkozó műveket. A több száz cím éppúgy mint az igen részletes név- és tárgymutató kitűnő kiegészítője a szép munkának.

A csehszlovák Állami Műszaki Könyvkiadónak ez a kiadványa is méltón sorakozik a *Česká Matice Technická* kötetei közé.

Holló István

E. Mosonyi: **Water Power Development** (Volume Two). High-Head Power Plants, Midget Station and Pumped-Storage Schemes, Edited by Publishing House of the Hungarian Academy of Sciences. Budapest, 1960. 1139 p. 742 Figures and 4 Supplements.

A könyv az 1957-ben megjelent és a kisesésű vízerőművekkel foglalkozó kötetnek folytatása és lényegében a német nyelven megjelent kiadás második kötetével azonos, szemben az első kötettel, ahol az angol szövegű kiadás kismértékben bővített, de teljes terjedelmében javított kiadásnak tekinthető a némethez képest. Ezt a terjedelem is mutatja, mert az első kötet német kiadásának terjedelme 872 oldal, 598 ábrával és 6 melléklettel, míg az első kötet angol kiadásának terjedelme 908 oldal, 631 ábrával és 6 melléklettel. A német nyelven megjelent második kötet terjedelme 1139 oldal, 742 ábrával és 4 melléklettel, míg az angol nyelvű kiadás terjedelme 1140 oldal, 742 ábrával és 4 melléklettel. Nyomatékosan rá kell mutatni arra, hogy dr. Mosonyi Emilnek ez a német és angol nyelven megjelent kétkötetes munkája többszörösen bővített és teljesen átdolgozott anyagnak tekinthető a néhány évvel korábban tankönyvként megjelent Vízerőhasznosítás című, ugyancsak kétkötetes, magyar nyelvű munkájához képest.

A két kötet hatalmas terjedelme olyan nagy és sokrétű anyagot ölel fel, hogy arról tartalmi áttekintést adni tartalomjegyzék formájában látszik legcélszerűbbnek. Ez a következő:

Első kötet

I. A víz mechanikai energiájának kihasználása
   A) A víz mechanikai energiájának forrásai
   B) A vízerőhasznosítás története és tagozódása
II. A kisesésű erőművek
   A) A vízerőgazdálkodási terv
   B) A vízerőművek általános elrendezése
   C) Az üzemvízcsatornás erőmű
   D) A folyami erőmű típusai
   E) Az erőtelep

Irodalom. Rövidítések jegyzéke. Jelölések. A metrikus egységek átszámítása az angolszász mértékegységekre. Névmutató. Tárgymutató.

Második kötet

Előszó a második kötethez

III. A nagyesésű erőművek
   A) Általános szempontok
   B) Üzemvízcsatornás erőművek
   C) Nyomóalagutas erőművek
   D) A nyomócső és felszerelései
   E) Az erőtelep
   F) Völgyzárógát-erőművek
   G) A turbinák és villamosberendezések
IV. Törpe erőművek
   A) Vízikerekes művek (malmok)
   B) Turbinás törpe erőművek
V. Hidraulikus energiatározók
   A) Általános szempontok
   B) A gépészeti berendezések
   C) A hidraulikus energiatározó üzemvitele

Irodalom. Rövidítések jegyzéke. Jelölések. A metrikus egységek átszámítása az angolszász mértékegységekre. Névmutató. Erőművek mutatója. Cégek, intézetek és laboratóriumok mutatója. Tárgymutató. Ábrajegyzék az első kötethez.

A közölt tartalomjegyzékből jól áttekinthetők azok a tárgykörök, amikkel mindkét kötet foglalkozik és azonkívül

a munka szép, logikus felépítése is szembetűnik. A második kötet, melyről ismertetésünk tulajdonképpen szól, mint a tartalomjegyzékből is látható, tartalmilag és szerkezeti felépítésében három fő részre tagozódik. A legnagyobb terjedelmű rész, mint azt a könyv alcíme is jelzi, a nagyesésű vízerőművekkel foglalkozik (836 oldal). Ezen belül külön fejezetekben tárgyalja a nagyesésű vízierőművek jellegzetességeit és fő típusait, a nyíltszíni csatornákat, nyomóalagutakat, a csővezetékeket és azok szerelvényeit. A következőkben magával az erőművel és annak különböző elhelyezési lehetőségeivel foglalkozik. Igen részletesen mutatja be a földalatti erőműveket, amelyeknek tárgyalására több mint 200 oldalt szán. A völgyzárógátas erőművek ismertetése után a vízerőgépek és villamos berendezések áttekintése következik 172 oldalon. Az ezután következő részben a kis erőműveket tárgyalja, először a vízikerekes, majd a turbinás erőműveket. Utóbbiaknál a villamos berendezés kérdéseire és a kis vízerőművek korszerűsítésének kérdéseire is kitér. Az utolsó fejezet a tározásos erőművekről nyújt teljes áttekintést, beleértve a gépi berendezéseket és az üzemeltetési viszonyokat is. A könyvet jelentős terjedelmű függelék egészíti ki, amelyben az irodalomjegyzék, a jelölések nómenklatúrája, metrikus mértékegységekről az angol—amerikai mértékegységekre való átszámítási adatok, névjegyzék (személynevek, erőművek, cégek és kutatóintézetek szerinti bontásban) és tárgymutató találhatók. A kötet végén a vízerőhasznosítás legfontosabb kifejezéseit összefoglaló angol nyelvű értelmező szótárt állított össze, amely tartalmazza az angol műszavakkal egyenértékű német szakkifejezéseket is.

A könyv érdemi részének ismertetése egyrészt nehéz feladat, mivel számos olyan értékéről kell megemlékezni, amik között nehéz rangsorolást találni, másrészt könnyű is, mivel az egész világ szaksajtója egyöntetűen nagy elismeréssel írt erről a munkáról.

Elöljáróban azt kell megjegyeznünk, hogy már régen nem jelent meg a világirodalomban egy szakterületet olyan nagy teljességgel és részletességgel összefoglaló munka, mint dr. Mosonyi könyve. A könyv úgyszólván földünk összes vízerőművének ismeretében iródott és mindez a legkorszerűbb megoldások bemutatásával van alátámasztva. A vízerőművek kiépítése terén az utóbbi évtizedben mutatkozó jelentős fejlődés, de ugyanúgy maguknak a vízgépeknek a fejlődése is, ennek a szakterületnek az áttekintését meglehetősen nehézzé és fáradságossá tette. Igen nagy érdeme a szerzőnek, hogy erre a nehéz munkára vállalkozott és azt igen szerencsésen úgy oldotta meg, hogy nyugodtan mondhatjuk, munkája a vízerőművek területén hézagpótló, korszerű standard munkának tekinthető. Egyetérthetünk a VDI Zeitschrift-tel (Band 102. No. 25. 1. sept. 1960.), amikor a munkáról a következőket mondja: „Damit ist ein Standardwerk vorläufig abgeschlossen, für das ein grosses Bedürfnis bestand und das zweifellos in der gesamten Welt allgemeine Anerkennung und Wertschätzung finden wird." Az Österreichische Zeitschrift für die Elektrizitätswirtschaft (Wien Jg. 13. Heft 6. 1960.) csodálatát fejezi ki a munka felett, ami annál mélyebb, mert a szerző olyan országban él, ahol a vízerőkihasználásra nagyon kevés természeti adottság van.

Bár a munkában minden megtalálható, amit egy enciklopédikus jellegű munkától elvárhatunk, mégsem szabad ezt a munkát tisztán enciklopédiának tekinteni, mert annál sokkal többet nyújt. A munka hézagmentes képet ad a mai ismeretanyagról, világméretekben tájékoztat a technika állásáról, de nemcsak leíró módon, hanem az alapvető problémák mély analízisét is adja igen jó gazdasági szemlélettel átitatva. Ennek a könyvnek azonban még ezen is túlmenő értékes tulajdonságairól kell említést tennünk.

Az utóbbi években egyre világosabbá vált az a felismerés, hogy a jó erőműhatásfokhoz ugyan hozzátartozik a jó turbinahatásfok is, azonban ez egyedül nem elégséges. A jó erőmű hatásfokhoz az is szükséges, hogy a vízhozzávezetés kis veszteséggel történjen és a turbinából kilépő víz energiája lehetőleg kicsi legyen. Ezért ma már olyan átfogó szemlélet kezd előtérbe kerülni, ahol a turbinához való vízhozzávezetést, az elosztó csővezetéket és a turbinát, mint egy egységet kezelik és vizsgálják. A telepköltségek csökkentése érdekében ugyancsak ilyen átfogó szemléletre van szükség és ehhez a vízgépészeti, a villamos és az építészeti részeket egységesen kell szemlélni, mert csak így lehet optimális megoldáshoz eljutni. Az eddigi enciklopédikus jellegű munkák természetüknél fogva ilyen átfogó szemléletet nem nyújthattak. Dr. Mosonyi kétkötetes munkáját áttekintve talán az lehet az egyik legjelentősebb megállapításunk, hogy a vízerőhasznosítás komplex műve fekszik előttünk, amelynek legnagyobb érdeme az, hogy az olvasónak az előbbiekben körvonalazott átfogó szemléletet nyújtja. A munka alkalmas arra, hogy a vízerőhasznosításban közreműködő különböző szakterületek specialistái meglássák azokat

a főbb szempontokat, amelyek ismerete nélkül saját munkájukat sem tudják megfelelően végezni, továbbá azokat a területeket, amelyekben csak közös munkával és közös szemlélettel lehet igazán eredményes munkát végezni.

Ez a második kötet szükségszerűen sok vízgépészeti kérdéssel foglalkozik. Az olvasó mégsem érzi sohasem azt, hogy ez bizonyos egyoldalúságot kölcsönözne a munkának, sem azt, mintha ezek a részek főleg a vízgépész mérnökök részére készültek volna, mert mindenhol csak azokat a szempontokat mutatja be, és ahol kell, kellő részletességgel, amik a szintetikus szemlélet kialakulásához szükségesek. De ugyanezt mondhatjuk el a vízépítési részekkel kapcsolatban is. A szerző, aki maga is vízépítő mérnök, bámulatra méltó egyensúlyérzékkel tudott mértéket tartani saját szűkebb szakterülete mondanivalóival kapcsolatban is. Ennek köszönhető, hogy a munka kiegyensúlyozott, egyoldalúságok és aránytalanságok nem találhatók benne. Bár a könyv jelentős terjedelmű, mégis azt kell mondani, hogy egy igen nagy és szerteágazó anyag tömör összefoglalását adja a részletek pregnáns megvilágításával mind elméleti, mind gyakorlati vonatkozásban.

A könyvnek több olyan fejezete van, amelyek önmagukban is hézagpótlók ennek a szakterületnek az irodalmában. Így pl. a földalatti vízerőművek és a tározós erőművek ilyen átfogó szemléletű bemutatását eddig sehol sem találhattuk meg. A kis vízerőművek kérdései ugyancsak még sehol sem voltak így összefoglalva és ilyen sokoldalúan ismertetve, egyúttal azok korszerűsítésére vonatkozó szempontokkal összekapcsolva.

Külön dicséretet érdemel a szerző azért, hogy bár könyve az egész világ legkorszerűbb erőműveinek adataira van alapozva, mégis módot talált könyvében arra, hogy a nagy hagyományokkal rendelkező magyar vízgépgyártó ipart könyvén keresztül jól bemutassa. Ezzel a magyar vízgépgyártó iparnak igen jó szolgálatot tett, mert a magyar vízgépgyártó ipar alkotásainak ismertetése egy ilyen, világviszonylatban máris közismertté vált és tárgyilagosnak elismert könyvben minden propagandánál többet ér.

A könyvre az anyag gondos feldolgozása, az anyagnak találó példákkal való megvilágítása és az összehasonlításokra alkalmas tárgyalásmód jellemző.

Amennyiben ilyen jelentős érdemek mellett még egyáltalában szabad kifogásokat is emelni, akkor anélkül, hogy ez a könyv értékéből bármennyit is levonna, azt lehetne megemlíteni, hogy a vízlökésekről szóló fejezet kissé szűkszavú. Itt nem ártott volna utalni a korszerű grafikus eljárásokra és pl. irodalomjegyzékben Parmakian idevonatkozó munkájára is hivatkozni. Ugyanígy az elzárószerkezetek hidraulikai tulajdonságainak és azok mozgató szerkezeteinek sem ártott volna néhány sort szentelni. A csővezetékek hőtágulás okozta igénybevételének kissé részletesebb bemutatása, valamint a Pelton turbinák újabb sugárcső megoldásaira (rövid tengely nélküli szabályozó tű és sugárcső előtti ívdarab kiküszöbölése) való utalás is hasznára vált volna a könyvnek. Az ilyen kívánságok kielégítése természetesen csak a terjedelem további növelése árán teljesíthetők és a bírálók nehezen tudnának a könyvben olyan helyet megjelölni, ahol a közreadott anyagból kevesebbel is megelégedtek volna.

Mindezeket figyelembe véve, csak a legnagyobb elismerés hangján emlékezhetünk meg dr. Mosonyinak erről a hatalmas, igen nagy szerzői kvalitásokat felmutató jól sikerült munkájáról, amelynek révén a műszaki irodalmat világviszonylatban is olyan értékálló standard munkával gazdagította, amelyet mind az egyetemi hallgatók, mind a gyakorlat szakembereinek széles skálája mindig haszonnal forgathat.

A könyv ismertetését nem zárhatjuk le anélkül, hogy ne emlékeznénk meg a fordítók és a Kiadó kiváló és nemzetközi viszonylatban is elismerést kapott kitűnő munkájáról. A német kiadás fordítói Pap István és Reimholz Károly, míg az angol kiadás fordítását nagyrészben Szilvássy Zoltán végezte, de a fordítás munkájában részt vettek még Palotai Péter és Nagy Ernő. Az angol kiadás nyelvi lektora Dienes Gedeon volt. Dicséret illeti a Kiadót is egyrészt azért, hogy ilyen hatalmas terjedelmű munka kiadására vállalkozott, másrészt a könyv gondos nyomdatechnikai kiállításáért.

Dr. Varga József

Pogány Frigyes : **Terek és utcák művészete,** 2. átdolgozott, bővített kiadás. Munkatársak: Balázs Éva és Szentkirályi Zoltán. Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1960 (448 lap, 411 ábra és a rajzos tárgymutatóban 67 helyszínrajz)

Ritka jelenség, hogy újabb kiadásában valamely gazdagon illusztrált szakkönyv olyan egészen más külsőben, alapvetően átdolgozott módon és kétszeresére bővített terjedelemben jelenjék meg elődjéhez viszonyítottan, mint ez a mű. A 6 év előtti első kiadáshoz hasonlítva ebben a mostani-

ban új könyvet üdvözölhetünk, mely a réginél lényegesen tartalmasabb, gazdag illusztrációs anyagával és kiállításának gondosságával szebb, éppen ezért érettebb és vonzóbb mű, amely méltán kelthet új érdeklődést a művelődni kívánó olvasótábor körében. Ugyanakkor újabb nyeresége városépítészeti irodalmunknak és dísze a magyar könyvtermelésnek (1960-ban a legszebb műszaki tudományos könyv kitüntetésben részesült). Megváltozott a könyv alakja is és nagy többségükben kicserélődtek a régi ábrák, amelyekhez még egyszer annyi új csatlakozott. A régi, túlnyomórészt kis fényképeket jelentős részben szerző eredeti oldalas, féloldalas fényképei váltották fel és egészítették ki. Ezzel a könyv tipográfiai jellege is megváltozott: az egyszerű illusztráló képanyag helyébe dokumentáló hatású magas színvonalú képgyűjtemény került.

Pogány Frigyes ezzel a munkájával egyrészt az építészek alkotó fantáziájának csiszolását, másrészt — széles társadalmi méretekben — a városszépség felfogását kívánja szolgálni, amiben fő törekvése a városesztétikai szemlélet kiművelése. Ehhez igazodik közvetlen, szinte magától értetődő előadásmódja, amely emellett feszülésig telített a belső összefüggések természetszerűen feltárt távlatainak érzékeltetésével, az értelmezésre érzékeny szemlélet igényes vizsgálódásaival. Szerző figyelmünket fogékonnyá teszi az esztétikai értékek felismerésére és azok a magyarázatai, amelyekben a tartalmi tényezőkből fejti ki a formák esztétikai hatását, kifejező jelentőségét, meggyőzőek. Elfogulatlan állásfoglalásait igazaknak érezzük és fejtegetéseire szívesen ráhagyatkozunk. Lehetetlen közömbösnek maradnunk szerzőnek a városépítészet esztétikai értékeit — néhol gyöngyszemeit — felmutató kalauzolásainak érzelmi hatása alól, akár ünnepélyes, reprezentatív tartalmat tükröző teljesítményeket, akár inkább intimebb, oldottabb, a természeti adottságokhoz rendszerint nagyobb mértékben igazodó együtteseket ismertet. Élettel telíteni a mozdulatlan anyagban testet öltő holt téralkotó elemeket és azok kölcsönhatását, szerző ismert készsége, amellyel sokszor lenyűgöző hatást ér el.

Ha ezt a művet a századforduló körüli jellegzetes művészettörténeti munkákkal hasonlítjuk össze, az akkori, általában egzakt, de sokszor fárasztó, száraz leírásokhoz viszonyítottan Pogány munkáját élőnek, plasztikusan szemléletesnek és vonzóan megjelenítőnek érezzük, oktatónevelő hatásában pedig magával ragadónak kell elismernünk.

Szerző általában nagy körültekintéssel hívja fel a figyelmet a bemutatott alkotások esztétikai hatásának (anyagi és szellemi) komponenseire és ezekhez kapcsolódóan a lélektani és élettani feltételek jelentőségére. Hangsúlyozza a tartalom és forma egységének elvi értékelési alapját és sok példán mutat rá a közöttük fennálló korrelációs kapcsolatokra, ha néhol az ismertetés mélységében kisebb egyenetlenségek is találhatók ezen a téren. Amikor úgy látjuk, hogy a maga eredendő gyökereivel együtt feltárt funkcionális-kompozionális organikus egységek és a közönséges szemlélet számára mutatkozó formai-térbeli egységek viszonylatában helyenként közbenső, áthidaló teljességű bemutatások is előfordulnak, ez csak fokozza az olvasó önbizalmát, mert szerző mintegy reá bízza a helyzetkép kiteljesedéséhez vezető hátralevő lépéseket. Itt említjük meg azt is, hogy az együttesnek a település szerkezetében, vagy csak a közlekedés fő útvonalaihoz viszonyított helyzete sem derül ki minden példa esetében (pl. Pistoja, Nancy, Augsburg), és bár szerző tiltakozik az ellen, hogy valamely részt önkényesen ragadhassunk ki összefüggéseinek keretéből, a térbeli, feladatbeli és a közösségi szálakban megnyilvánuló összefüggések valamelyikéből való kiragadás nála is megesik. Ez azonban egyrészt művészettörténet-tudományunknak még csak részlegesen revideált örökségével, másrészt a példaanyag lehető gazdagságára való törekvés önmagában helyes szempontjának előtérbe állításával magyarázható. Emellett kétségtelen, hogy törekvéseit tekintve szerző megszabadít esetleges előítéleteinktől és felnyitja szemünket a lényeges összefüggések, kölcsönhatások és viszonylatok felismerésére. Amikor pedig megismertet a kimagasló történelmi teljesítményekkel, nemcsak tárgyi ismeretekkel gazdagít, hanem tudatunkat, ízlésünket, ítélőképességünket is fejleszti.

Köztudomású, hogy társadalmi viszonylatban a városépítészeti együttesek esztétikumát befogadó műértés eléggé kezdetleges szintet mutat. A bennünket magába foglaló városi-térbeli környezet életünknek olyan miliőszerűen meghatározott (a mikroklímához hasonlatos) kerete, amelynek közérzetünket formáló hatását sokszor csak akkor méltányoljuk, ha erre a művészi kifejezésnek a hétköznapi jelenségeken felülemelkedő eszmei tartalma figyelmünket külön ráirányítja. De ilyenkor is érdeklődésünk hajlamos elszigetelődni és a kérdéses eszmei tartalmat szorosan véve kifejező objektumra korlátozódni. Értékelésünkből így szükségképpen éppen

a városépítészeti összefüggések iránti fogékonyságunk szorul ki. Ez pedig — a formai valóságra korlátozott értelemben — azt jelenti, hogy nem vesszük észre azokat a hatásfokozó tényezőket, amelyek a térbeli, sztereometriai és optikai összefüggésekből erednek. Szerző, aki ezekre a kölcsönhatásokra az olvasó figyelmét felhívja és ezek esztétikai jelentőségét benne tudatossá is teszi, nem kevesebbet nyújt számára, mint hogy érdektelen lelkiállapotából ragadja ki, közömbösségének szürkehályogától, vagy akár városépítészeti vakságától szabadítja meg.

Olvasás közben hol a történelem városképformáló erőinek érzékeltetése köti le figyelmünket, hol egyes tájak általános építészeti jellemzése, leginkább mégis az emberi kultúra kiemelkedő teljesítményei között helyet foglaló konkrét térbeli együttesek elemzése, esztétikai bemutatása. A példák felsorakoztatásából kiérződik szerzőnek előszeretettel a műemléki együttesekhez kapcsolódó érdeklődése, ill. témájának főként az építészet- és városépítészettörténet legkifejezőbb értékei felől való megközelítése. Ahhoz képest, hogy a szorosabban korhoz és társadalomhoz fűződő általános településtörténeti jelenségekre, jellegzetességekre inkább csak fő vonásokban, vagy alkalmilag irányítja tekintetünket, viszonylag sokat nyújt a kor felfogásából, és amire figyelmünket felhívja, az éppen a legmagasabb szintű törekvések térbeli vetülete. Az általánosabb fejlődéstörténeti irányzatoknak csupán utalásszerű érintése természetszerű következménye annak a módszernek, amely a munkán végigvonul és amely válogatott példákon mutatja be az elemzés és értékelés eredményeit.

Az együttesek összeválogatásában tehát kiváltképpen jelentőségük van az építészet- és városépítészettörténeti értékeknek, különösen azoknak, ahol a funkcionális minőség egyúttal kompozicionális értékű színvonalon valósult meg. Emellett kétségtelen, hogy a tartalom kifejeződésének esztétikai alapfeltételként való méltatása szerző figyelmét szükségképpen a legszembetűnőbb társadalmi erőtényezők megnyilvánulásainak kiábrázolódása felé vonzották (vö. a veronai Piazza Erbe-hez, vagy a firenzei Piazza Signoriához tartozó együttesben testet öltő polgári államhatalom, vagy Versailles példáján az abszolutizmusban tetőző egyeduralom eszmei kifejezésének nyomatékos kihangsúlyozását).

A példák között általában a terekre, tércsoportokra terelődik a hangsúly anélkül azonban, hogy a terek érvényesüléséhez tartozó utcák és az egyes korokra jellemző utcatípusok átfogó esztétikai elemzése egészen háttérbe szorulna.

*

A könyv beosztása koronként tárgyalja a terek és utcák együtteseit. De egy-egy koron belül már csak fő vonásokban követi a történeti sorrendet, előnyben részesítve a példák nagy tájegységenkénti (területi) összetartozásának szempontját.

Az ókori példák bemutatása megismertet az egyiptomi, a görög és a római városépítés kimagaslóan reprezentatív együtteseivel és az azokban érvényesülő alkotó elvekkel. Különösen elevenen rajzolódik ki az olvasó előtt a pompeji fórum és a római Forum Romanum kialakulása és az a felfogásbeli különbség, amely a pompeji fórum terének egységes kollonádokkal való összefoglalása és a római Forum Romanum épületeinek szabad térbeállítása között a néhány százados fejlődés irányát is jelzi. Néhol talán még több magyarázatot is szívesen vennénk (pl. a római császárfórumok bemutatását illetően), de megértjük a szöveges és illusztrációs anyag együttesének ezt az arányát is, hiszen az ez idő szerint is élményszerűen érzékelhető városépítészeti együttesek mellett bizonyos mértékig háttérbe szorulnak az olyanok, amelyek ma már jórészt csak romokból rekonstruálhatók.

Legszínesebb a középkori — XIII—XIV. századi — fejezet, mint amelyik a városok alapításának, kiépülésének, fellendülésének fénykorát és legtermékenyebb időszakát mutatja be. A városépítészetnek megkapóan egyedi vonásait, a kor anyagi és eszmei sajátosságait mindmegannyi változatban példázó gazdagság közepette erről a korról annál is inkább nehéz jellemző képet formálni, mert a művészettörténeti szemlélet itt még csak az elején tart az együttesek rendszeres feldolgozásának és még csak részlegesen jutott el annak az alkotó elvnek az értékeléséig, amely a közösségi élet társadalmi tudatát a téralkotó elemeknek sokszor meglepően kifejező, harmonikusan felfokozott összetartozásában testesítette meg. A gótika korában a helyhez kötöttséggel kapcsolatos alkotó tényezők — mind a természeti fekvés, mind a társadalmi alapok, mind pedig a helyi és etnikai természetű hagyományok érvényesülése tekintetében — nagyobb változatosságot fognak át, mint amilyeneket a reneszánsz és a barokk törekvések együttesei. Szerző a középkornak ebben a tárházában, mondhatni kincsesházában avatott kézzel mutat rá az esztétikai felfogás igazságaira, hogy

ezzel megvesse az alapjait a lényegig hatoló megértésnek és értékelésnek. Szemlélete — a hétköznapi élet gyakorlati szempontjai, valamint a funkcionális és a mesterségi tényezők mellett — főként a térbeli összefüggésekre és a stílusjelenségekben is kiábrázolódó mozzanatokra érzékeny. Kutatja a típusjegyeket, de különösképpen vonzódik a sajátosan gazdag összetételű, rendkívüli alakítások felé. Esztétikai elemzése leginkább a középkori Athénnek, Firenzének Piazza Signoriájában talál rá arra az együttesre, amelyről megkülönböztetett nagyra értékeléssel emlékezik meg.

Módszere a szemléltető bemutatás, amelyhez — a példák jelentőségéhez mérten bővebben vagy szűkreszabottabban érzékeltető történeti háttér keretében — lényegében véve az optikai feltárulás és érvényesülés elemzése során jut el. A városépítés tervszerűségének módját tekintve megkülönbözteti a korai középkori várossá növekedés és a XIII. században delelőjét elérő városalakítás kétféle települési elvét. Ugyanakkor az alapított városok körébe csupán a derékszögű úthálózatú alapított városokat foglalta be. Ennek nyomán alakulhat ki az a látszat, amely a fejlődés utolsó szakában az addigi települési módszerek redukálásaképpen kialakult derékszögű úthálózattól eltérő felosztási rendszerek mögött az ún. nőtt városok fejlődési elvét tételezhetné fel, holott a középkori telepítések tervszerűségét a derékszögű rendszerhez vezető korábbi telepítési változatok nem kevésbé jellemzően képviselik.

Szerző elsősorban kimagasló példák tükrében mutat rá egy-egy kor városépítészeti jellegzetességeire és állítja fel (mondhatni) ennek esztétikai mérlegét. Amikor emellett a fejlődés tipológiai jelenségeit csupán összefoglalóan vázolja, ez — fentiek szerint — esetleg téves következtetéseknek válhat alapjává. Ide tartozik a gyűrűs-sugaras úthálózatnak középkori típusként való értelmezése is. Ez ugyanis egyrészt ritka kivétel, másrészt nem annyira tipikus, mint inkább a koncentrikus városfejlesztésnek egyik szerkezeti következménye, amely Moszkva esetében (41. ábra) időben és talán felfogásban is már a reneszánsz kor formailag centrálisan szervező városépítési törekvésével hozható kapcsolatba (a Kreml fala 1487-ben, a Kitajgorodé 1534-ben épült).

A reneszánsz terekről szólva szerző találóan hangsúlyozza ki a tér volumenének, a térérzet optikai feltételeinek elsődleges alakítási szempontjait. A befoglalt légtér formálásának alapgondolata határozza meg a térfalakon elhelyezkedő épületek életfeltételeit. Ezek az épületek „nem is tartanak igényt arra, hogy önmagukban teljesen indokolt egységként érvényesüljenek. Egyforma elemek sorozatából állnak s az elemek számát, a sorozat hosszát csakis a tér helyes arányai határozzák meg" (217. l.).

Annak ellenére, hogy ez a fejezet mindössze hét példával foglalkozik, egyértelműen érzékelteti a középkori kompozíciós elvekkel ellentétben ekkor kibontakozó térszemléletet és a téralakítás nagy felfogásbeli változásait. Különösen leköti a figyelmet Venezia főtércsoportjának 21 ábrával kapcsolatos elemzése. Viszonylag méltán kiemelkedő együttesként ismerteti a reneszánsz térbeli kompozíciók sorában a párizsi Place Dauphin-t, amelyben — meggyőző módon — korát messze meghaladó szinte modernül ható szellemes, művészi gondolatot értékel a háromszögű tér, a tengelyében rajta kívül elhelyezett lovasszobor és a tér és szobor között keresztirányban átvezető Szajnahíd egymásra utaló kapcsolataiban.

A barokk kori példák bemutatásában szerző kalauzolása az összefüggések érzékeltetése terén sajátosan körültekintő, gondos. A kor építészeti mentalitásának atmoszférája jellegzetesen különül el a reneszánszétól. A feltárulások során érvényesülő különböző hatások (töredékes megmutatkozás, témaváltás stb.) tudatos alkalmazása és lehetőségeinek kiaknázása világosan domborodik ki az elemzésekből. A térbeli összefüggések időbeli feltárulásának kompozíciós mozzanataira szerző itt méltán nyomatékkal hívja fel a figyelmet. A mozgás és célhoz érés kettős aktusához kapcsolódó vizsgálati módszere ebben a korban különösképpen busás eredménnyel jutalmaz.

A klasszicizmusról szóló fejezetnek leginkább lebilincselő része a Leningráddal foglalkozó fejtegetés. Tanulságosan domborodik ki a klasszicizmusnak zárt egységekre való törekvése, amely Európa-szerte néhány jelentős barokk kori monumentális útvonal végén útlezáró diadalívek felállításában is jellegzetesen jutott kifejezésre (Párizs Arc de Triomphe, Berlin Brandenburger Tor stb.). A fejezet végén szerző figyelme megoszlik és kissé már tarkának ható változatosságban tárja az olvasó elé a XIX. század végi utcákra és terekre vonatkozóan összeállított megfigyeléseit.

A történeti fejezetek sora itt lezárul és külön, némileg más léptékű fejezet foglalkozik a magyar városépítészeti együttesekkel. Ebben szerző szép összefoglalásá-

adja annak, amit magyar földön a könyv témája szempontjából értékelnünk kell. A magyar városoknak a nyugatiakhoz viszonyított horizontálisabb jellegét helytálló véleménye szerint „nem szabad esztétikai hátránynak tekinteni" (382. l.). Ámbár ha a tömörebb, zártabb jellegű kialakulás esetében csupán a kontrasthatások tágabb körére, vagy mondhatnók a drámaibb hangszerelés gazdagabb lehetőségeire gondolunk, e kérdés meggondolásra késztet. Úgy vélhetnénk, hogy ez a különbség talán hasonlatos ahhoz, mint amikor egy kifejezésekben szegényebb nyelv adta írói lehetőségeket helyeznők a gazdagabb, fejlettebb nyelv lehetőségeivel egy szintre. Másfelől azonban nem vitás, hogy a kiindulási feltételeknek csak viszonylagos jelentőségük lehet az együttesekben megnyilvánuló tartalom-forma egyedi szintézise tekintetében. Sőt érzésünk szerint a különböző feladatokból eredő kiindulási feltételek önmagukban nem is lehetnek alkalmasak arra, hogy belőlük közvetlenül valamilyen az esztétikai értékelést érintő korlátozásra következtethessünk. Ilyen értelemben önmagában a horizontalitás ugyanúgy nem jelenthet hátrányt, mint ahogyan előnyt sem jelent. A magyar példák közül különösen a Budai Vár egyedülálló városépítészeti jelentőségével és értékeivel foglalkozó fejtegetések kelthetnek az olvasóba élénk érdeklődést.

*

A térbeli együttesek esztétikai elemzése során szerző gyakran hivatkozik a könnyű áttekintés és a gyors tájékozódás optikai feltételeire. Emellett főként a középkori székesegyházak környezetében optikailag kevésbé nyilvánvaló hatásokra való törekvést is megkülönböztet olyan megjegyzéssel, mely szerint itt az ember biológiai adottságaiból következő érzékelési feltételek érvényességétől eltérő, más törvényszerűségek lépnek előtérbe, amilyenek a fokozottabb feszültség érzékeltetése, a magasba törő szívó hatás, a vertikalitás elvének sajátos magával ragadó hatása. Ezzel kapcsolatosan tehát a szem optikai befogóképességéből származtatott és geometriailag is megformulázható kedvező áttekintési feltételeken kívül vannak külön, más törvényszerűségekhez igazodó esetek, ahol a kedvező áttekintést nyújtó látószögek az esztétikai hatás magyarázatához alig használhatók fel, és ahol az előnyös hatást más okok alapján kell magyarázni. Ebben a kettősségben van valami bizonytalanság, amiből mintha az következnék, hogy az optikai képalkotás élettani feltételeinek esztétikai jelentőségét nem lehet általánosítani, azok korok, stílusok, tájak és egyéb adottságok, körülmények szerint különbözők. Mai tér-fogalmunk is más, mint amilyen például a századforduló körüli volt. Az ún. építészeti teret — Sitte óta egy emberöltőn át — az általános építészeti felfogás legszívesebben zárt tér formájában képzelte el. Ma viszont a modern városépítészeti alakítások körében olyan jelenségek figyelhetők meg, amelyek szerint a könnyű áttekintésnek és tájékozódásnak esztétikán inneni előlépcsőfokán kialakult szempontjai magyarázatul már alig használhatók (lásd pl. Le Corbusier tervét Chandigar kormányzati központjára). Mindezzel csupán azt kívánjuk kifejezni, hogy a látószögekkel és légtérarányokkal leginkább az együttesek egyedi sajátosságai hozhatók kapcsolatba, és részint a képies hatások egyidejű áttekintésének biológiai feltételei magyarázhatók, de egy-egy épületre vonatkozóan a legkedvezőbb érvényesülés, vagy az ideális szemléleti távolság általánosságban keveset mond ahhoz képest, hogy az alapvető kérdés a téralkotó elemek együttesének kölcsönhatása. Mindezt itt csupán az esetleges félreérthetőség elkerülése végett említjük — igazat adva szerzőnek abban, hogy a téralkotó elemeknek önmagukban és térbeli helyzetükben mérlegelt esztétikai jelentőségét értékelni — a szemléletet formáló tényezőkkel kapcsolatosan — csak az alkati sajátosságok vizsgálata alapján lehetséges. Erre irányul szerző leírása, a lényeg feltárása és ezt szolgálják a fényképeken kívül a helyszínrajzok és velük kapcsolatban az egyes téroldalak nézeteinek rajzai is. A leírások és elemzések sajátos funkciójához tartozik, hogy ezek révén világosodik meg előttünk az ábrák jelentése abban a gondolatmenetben, amelynek áramköre varázsütésszerűen kapcsolja be — szerző szemléletének megelevenedő bizonyságaiként — a történelem nyüzsgő színpadának szcénikus hagyományait őrző tanúit.

Ebben a megjelenítésben sokszor nem kis mértékben az illúziónak is szerepe van, amelynek a történeti alakulás ismeretéből való táplálását az esztétikai értékelés érdekében szerző nem mulasztja el (különösen tanulságos példa erre a párizsi Notre Dame városépítészeti együttesével kapcsolatban az optikai lépték és a történeti környezettel együtt szerves egységbe tartozás iránt érzéketlen meg nem értésnek leszegényítő tevékenységét feltáró leírás és annak dokumentálása).

A műből képet alkothatunk magunknak a múlt városépítészetének olyan

emlékeiről, amelyek összeválogatása kiterjed az európai városépítés legismertebb csúcsteljesítményeire és egészben véve alkalmas arra, hogy hű keresztmetszetet adjon a tárgyalt korok városépítőművészetének arculatáról.

Szerző tárgyszeretetének mintegy túlcsordulását kell látnunk abban, hogy fő mondanivalóját közvetlenül illusztráló ábraanyagát néhány, vezérfonalához inkább csak alátestésszerűen kapcsolódó városképpel egészíti ki. Amikor ilyen értelemben kitekintést ad a kiemelkedő értékű, ismertebb történelmi példák körétől jelentőségükben távolabb eső városépítészeti jelenségek irányában, ezzel nyilván azt kívánja érzékeltetni, hogy — különösen a klasszikus építőművészet örök talaján — egyéni felfedező utainkon saját érték-felismeréseinket követve, mindenütt a térbeli kapcsolódások egységbe tartozásának ugyanazokkal az általános érvényű rendező elveivel, törvényszerűségeivel találkozunk. A látóhatárnak ez a megnyitása ismeretlen távlatok felé egyúttal azt is jelképezi számunkra, hogy ebben a témakörben nem valamilyen zárt vagy körülhatárolható anyaggal állunk szemben, hanem nyilván számos — csupán méltatlanul szűk körben ismert — értéket kell feltételeznünk, amelyek feltárása még jelentős átértékeléseket és eddig nem sejtett meglepetéseket tartogat a városépítészettörténet feldolgozása számára. Talán olyan irányban, hogy ahol kiemelkedő egyedi műemléki értékeket nélkülöznek is az együttesek, ennek ellenére városépítőművészeti becsük szempontjából rendkívüli térbeli értékek rejtőzhetnek és várják feltárásukat.

A tulajdonképpeni magyarázatok meggyőzően jelenítik meg az első bemutatkozástól a fokozatos feltárulásig kibontakozó és a részleges érzékeléstől a feszültség növekedésével és érdeklődésünk irányításával kapcsolatosan kibontakozó esztétikai mozzanatok összefüggéseit. Az ennek szolgálatába állított és a szemlélő mozgásához fűződően a megismerés időbe tagolódó fázisait bemutató fényképsorozatokkal — a legjelentősebb példák esetében — szerző valóban a végsőkig ment el ama törekvése útján, hogy — leküzdve a képzeletünkre háruló nehéz feladatok javát — szemléletessé és meggyőzővé tegye megfigyeléseit. A fényképsorozatok szinte már filmszerű átéléshez hasonlítható módon érzékeltetik az összetett együttesek belső térbeli sajátosságait és dokumentálják a téralkotó elemek kölcsönhatását fejtegető magyarázatait. Az ilyen módon bemutatott példák esetében észre sem vesszük azokat a korlátozásokat, amelyeket a fénykép-kivágás véges képmezőjének határvonalai és a felvétel nézőpontjához tapadó kényszerű kötöttségünk jelent.

Az a készség, amellyel élményként jeleníti meg előttünk a tárgyi valóságukban feltáruló művészi értékeket, szerzőnek azzal a törekvésével párosul, hogy végső soron mélyebb összefüggéseiben utaljon az alkotó mozzanatok sorában megnyilatkozó ember intuíciójának legmagasabbrendű tárgyi kiábrázolódására.

*

A történelmi példák javának ismertetését nyújtó fejezetek után a könyv egy elméleti jellegű fejezettel zárul. Annak ellenére, hogy ezt általánosságban csupán két modern városközpont terve illusztrálja, ez a függelék jellegű fejezet — Építészeti együttesek a modern városban címmel — erősen leköti figyelmünket. Nagyrészt visszatekintő összefoglalást nyújt abból a célból, hogy a modern társadalmi igények sajátos új szemléletű törekvéseit kontrasztos háttér előtt vázolhassa fel, ha nem is kész megoldások bemutatása révén, de tartalmi feltételeinek keresztmetszetében. Ez a fejezet eltér a történeti korokat összefoglaló fejezetek jellegétől: itt az esztétikai alapismeretekről esik szó. Filozófiai mélységű fejtegetéseknek vagyunk tanúi, amelyek nyilvánvalóvá teszik számunkra a művészi kifejezés fedezetképpen kimutatható tartalmi-formai mozzanatoknak és ezeknek megfelelő funkcionális-kompozicionális összefüggéseknek sajátos, a dolog természetéből következő — egymáshoz koordinált — feltételeit.

Szerzővel együtt bennünk is szükségképpen az az érzés kerekedik felül, hogy van valami különös abban, hogy a tőlünk időben távol álló kultúrák világában könnyebben igazodunk el, mint abban, amelynek levegőjét szívjuk. Sőt a mához viszonyítva az esztétikai értelmezés eszközeit is elégteleneknek kell tartanunk. Ez azonban nem ingathatja meg hitünket abban, hogy a jelen városépítőművészetének kulturális értékeléséért is meg kell vívni azt a küzdelmet, amelyhez nyilván azért igényeljük a történelmi távlatot, mert a tartalomnak és a formának intuitív kifejezésben megnyilvánuló kapcsolatát helyesen értelmezni és esztétikai szempontból (tudományosan) értékelni csupán a kor anyagi-szellemi műveltségének összefüggéseiben és

átfogó ismerete birtokában lehetséges. Ezen a téren ma azért is hátrányos helyzetben vagyunk, mert a funkcionális és kompozicionális városépítési összefüggések értékelése tekintetében társadalmi tudatunkban aránytalan lemaradást tapasztalhatunk, ami nyilván nem független attól, hogy korunk kultúrájának közösségi gyökerei éppen az érzelmi és értelmi komponensek koordináltsága szempontjából viszonylag fejletlenek. Ilyen értelemben ez a könyv nemcsak eligazítja és kielégíti az olvasó érdeklődését, hanem nagymértékben hozzájárul a települési vonatkozású korszerű társadalmi szemlélet kialakulásához.

Aki odaadó olvasó módjára hálás tanítványnak bizonyul ezen a téren, az — miként a középkori céhek felszabadító próbája után a vándorútra kelő legény — magabiztosan bocsátkozhat párbeszédbe az előtte kibontakozó ismert és ismeretlen alkotásokkal és teheti próbára elsajátított szemléletét, tudását. Bírálatának, dicséretének a városépítészeti együttesek boncoló-mérlegelő megítélésének tudatossága arról tanúskodhat majd, hogy vele is bővült azok tábora, akik nemcsak érdeklődést tanúsítanak a városépítészet térbeli alakzatainak kifejező jelentősége iránt, hanem képesek be is hatolni abba a világba, amely közösségi eredete révén igényt is tart a maga mondanivalójának lehető megértésére. Pogány könyve ehhez nyújt komoly segítséget olvasóinak.

Korompay György

CONTENTS

P. Granasztói : Architectural survey of modern urbanism 291

F. Vidor : Models of settlement, regional models. Part I. An experimental model of settlement 325

Gy. Hajnóczy : The fundamental trend in the formation of space 345

P. Csonka : Girderages with two supports resting freely 361

P. Csonka : An evaluation method for loading tests on ceilings 369

B. Goschy—Gy. Balázs : Shearing stress of stretched concrete girders 381

K. Kádas : Methamatical models for scientific statistical examination of the prospective development of traffic performances 401

S. Horváth : Maintenance of navigation channel over the shallow stretch of the Danube river between the villages Rajka and Gönyü 415

Survey 437

Book rewiew 443

INHALT

P. Granasztói : Die moderne urbanistische Anschauung in architektonischer Beleuchtung 291

F. Vidor : Betrachtungsmodelle in der Siedlungs- und Raumforschung. I. Teil Ein Siedlungsmodell-Experiment 325

Gy. Hajnóczy : Die Grundtendenz der Raumformung 345

Dr. P. Csonka : Frei gestützte Balkenlagen mit zwei Stützen 361

Dr. P. Csonka : Ein Verfahren zurAuswertung von Probebelastungen an Decken 369

B. Goschy—Gy. Balázs : Schubsicherheit der Spannbetonbalken 381

Dr. K. Kádas : Mathematische Modelle zur wissenschaftlichen statistischen Analyse der perspektivischen Gestaltung von Verkehrsleistungen 401

Dr. S. Horváth : Unterhaltung der Schiffahrtsrinne auf der Furtstrecke der Donau zwischen Rajka und Gönyü 415

Rundschau 437

Buchbesprechung 443

SOMMAIRE

P. Granasztói : L'aspect urbanistique moderne sous le rapport de l'architecture... 291

F. Vidor : Modèles d'agglomération, modèles régionaux. I. Modèle d'agglomeration expérimental 325

Gy. Hajnóczy : La tendance fondamentale la formation de l'espace..... 345

Dr. P. Csonka : Solivages à deux supports s'appuyant librement..... 361

Dr. P. Csonka: Procédure d'évaluation des épreuves de charge sur plafonds..... 369

B. Goschy—Gy. Balázs : L'effort tranchant de poutres en béton précontraint..... 381

Dr. K. Kádas : Modèles mathématiques pour l'examen scientifique statistique de la formation perspectivique de performances de communication..... 401

Dr. S. Horváth : Entretien du chenal navigable sur le secteur du Danube avec un grand nombre de seuils entre Rajka et Gönyü 415

Revue 437

Compte rendu 443

СОДЕРЖАНИЕ

П. Гранастои: Современное градостроительное воззрение в архитектурном понимании 291

Ф. Видор: Коммунальные модели, региональные модели. Часть I. Экспериментальный комунальный модель 325

Дь. Хайноци: Основная тенденция оформления пространства 345

д-р П. Чонка: О свободно опирающейся бревенчатой грани с двумя подпоркома. 361

д-р П. Чоика : Способ для оценки пробных нагрузок, сделанных на перекрытиях 369

Б. Гоши—Дь. Балаж: Испытание среза напряженного бетонного бревна 381

д-р. К. Кадаш: Математические модели для научного статистического изучения перспективного формирования транспортных достижений 401

д-р Ш. Хорват: Содержание фарватера на перекатном участке р. Дуная между Райка и Гэнью 415

Обзор 437

Аннотации 443

A kiadásért felel az Akadémiai Kiadó igazgatója
A kézirat nyomdába érkezett 1961. IV. 29.
Példányszám: 700
Műszaki szerkesztő: Pataki Ferenc
Terjedelem: 15,4 (A/5) ív

53428/61. Akadémia Nyomda, Bp. V., Gerlóczy u. 2. — Felelős vezető: Bernát György

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

A kiadvány előfizethető vagy példányonként megvásárolható:

az AKADÉMIAI KIADÓ-nál, Budapest, V., Alkotmány u. 21., telefon: 111—010, MNB egyszámlaszám: 46, csekkbefizetési számla: 05. 915.111—46.

az AKADÉMIAI KÖNYVESBOLT-ban, Budapest, V., Váci utca 22., telefon: 185—612.

a POSTA KÖZPONTI HIRLAP IRODÁ-nál, Budapest, V., József Nádor-tér 1., telefon: 180—850.

Csekkszámla: egyéni 61.257, közületi 61.066.

Ára: 30,— Ft
Évi előfizetés: 100,— Ft



Ve. 309.504

Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények

v. kötet 4

ÉPÍTÉS- ÉS KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK

Szerkesztőbizottság:

BONTA JÁNOS, CZÉRE BÉLA, GÁBOR LÁSZLÓ, GRANASZTÓI PÁL,
LÁSZLÓFFY WOLDEMÁR, MAJOR MÁTÉ, POGÁNY FRIGYES,
SZABÓ JÁNOS

Technikai szerkesztő: VÁMOSSY FERENC

Szerkesztőség:

BUDAPEST XI., MŰEGYETEM RAKPART, ÉPÍTŐIPARI ÉS KÖZLEKEDÉSI MŰSZAKI EGYETEM
K. II. 60. SZ. (ÉPÍTÉSZETTÖRTÉNETI TANSZÉK)

ÉPÍTÉS- ÉS KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK
KERETÉBEN MŰKÖDŐ
ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI, ÉPÍTÉSZETTÖRTÉNETI ÉS ELMÉLETI, HIDROLÓGIAI ÉS VÍZGAZDÁLKODÁSI,
KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI ÉS TELEPÜLÉSTUDOMÁNYI
BIZOTTSÁG KÖZLÖNYE

Főszerkesztő:
DR. MIHAILICH GYŐZŐ

Szerkesztő:
MAJOR MÁTÉ

V. KÖTET 4. SZÁM

BUDAPEST, 1961

TARTALOM

Dr. Kánya Ernő : Költségelméleti problémák a közlekedés gazdasági vizsgálatánál 467

Dr. Czére Béla : A kisforgalmú vasútvonalak gazdasági vizsgálatának metodikája 485

Dr. Rózsa László és *Kovács Gábor :* Rugalmas síkban fekvő kör alakú kivágás kontúrjának alakváltozása radiális terhelés hatására 507

Dr. Kézdi Árpád és *Nagyváti Béla :* Útburkolatok alatti szűrőrétegek viselkedésének vizsgálata 527

Dr. Öllős Géza : A repedezett kőzetekben fellépő vízmozgás hidraulikai vizsgálata 537

Halmos Béla : A tájszerűség problémái a településtudományban 563

Miskolczi József : A köztisztasági ellátás településegészségügyi jelentősége 581

Molnár József : A budai Veli bej fürdő építéstörténete 605

Szemle 623

Könyvismertetés 635

Dr. KÁNYA ERNŐ, a műszaki tudományok kandidátusa

KÖLTSÉGELMÉLETI PROBLÉMÁK A KÖZLEKEDÉS GAZDASÁGI VIZSGÁLATÁNÁL

A probléma felvetése

A közlekedés fejlődésével párhuzamosan jelentkezik a közlekedés költségének problematikája is. A helyváltoztatás lebonyolításának kezdeti, szervezetlen korszakában, amikor a mai értelemben vett közlekedésnek még csak a csírái léteztek, a felmerülő áldozatok kérdése csak egyéni szinten mutatkozott. Később, a közlekedési eszközök szükségszerű koncentrálódásától kezdve, felmerült a közlekedési teljesítmények vállalati költségeinek kérdése is, majd a legújabb időben a problémakör népgazdasági, sőt a gazdasági élet egyre fokozódó integrálódásának hatására már világgazdasági horizontra is kiterjed.

Ennek a folyamatnak nyilvánvalóan kettős oka van: a közlekedési szükségletek fejlődése és a lebonyolítás során felmerülő áldozatok növekedése.

A közlekedési szükségletek fejlődését a lakosság létszámának növekedése, a kereskedelem, az ipar és a mezőgazdaság fejlődése, valamint a magasabb életszínvonalra való törekvésnek alapvetően a közlekedéssel szemben megmutatkozó igényei okozzák. A lebonyolítás során felmerülő áldozatok növekedése ezután éppen a közlekedéssel kapcsolatban jelentkező egyre nagyobb mennyiségi és minőségi igények következménye. Ez a fejlődés természetes, törvényszerű és folyamatos, ezért egyre erőteljesebben jelentkezik az a törekvés, hogy minél megbízhatóbban megismerjük a megalapozott igényeket és értékeljük ezek jövőben várható mutatóit, továbbá a kielégítésnél minél inkább biztosítsuk a közlekedésgazdaság funkcionálásában és fejlesztésében az optimum megközelítését.

Az optimumkeresés során sok tényezőt kell mérlegelni. Ezek között az egyik legnagyobb érdeklődést keltő tényező a szolgáltatás költsége, mégpedig mindhárom említett szinten. Az érdeklődés egyaránt élénk mind szocialista, mind tőkés gazdasági rendben. Különböző azonban a két gazdasági rendben az érdeklődés rugója és ennek megfelelően a vizsgálati terület is. A rugó tőkés gazdaságban a profitra, szocialista gazdaságban az életszínvonal emelésére irányuló törekvés. A vizsgálat tőkés gazdasági rendben a piac minél nagyobb részének megszerzésére és a befektetett tőke minél nagyobb hozamának elérésére, a szocialista gazdaságban a felmerülő költségek helyes megállapítására, a csökkentési lehetőségek felkutatására, valamint a közlekedés optimális szervezési és fejlesztési módjának kipuhatolására irányul.

A fennálló eltérések ellenére kívánatosnak látszik a tőkés gazdaság költségelméleti problémáiról is megemlékezni, bár bennünket a szocialista gazdaság közlekedésének költségelméleti problémái érdekelnek közvetlenül.

A problémakör tisztázása a legújabb időben sokat fejlődött. Eloszlott például az a sokáig uralkodó téves nézet, hogy a közlekedési szolgáltatások

differenciált költségei sem vállalati, sem népgazdasági szinten nem állapíthatók meg elég megbízhatóan. Ennek ellenére még mindig sok a megoldatlan kérdés, illetőleg a köztudatba felületes szemlélet folytán átment megállapítás.

A következőkben ezek közül a ráfordítások csökkentéséről, a pálya költségeiről, ezek felosztásáról és fedezéséről, az értékcsökkenési leírásról, végül a közlekedési teljesítmények önköltsége és népgazdasági ráfordítása közötti eltérésről lesz szó.

A közlekedési ráfordítások csökkentése

A közlekedési teljesítmények létrehozása a társadalom termelő erői jelentős részének felhasználását kívánja. Az életszínvonal emelkedésével és a közösségi kapcsolatok fejlődésével ezek a felhasználások nemcsak abszolút mennyiségükben, hanem relatíve is folyton növekednek. A közlekedés jelentősége a népgazdasági ágak között egyre fokozódik. Emiatt a közlekedés gazdasági vizsgálatánál az egyik súlyponti kérdés a felhasználások komplex értékmutatójának, az önköltségnek mikénti alakulása. Ugyanúgy, mint a termelés többi szektorával, a közlekedéssel szemben is fennáll az a követelmény, hogy a termékelőállítás egységnyi költsége folyamatosan csökkenjék. Ezzel összefüggésben bizonyos értelemben fennáll az a törekvés is, hogy a közlekedés minél kevesebbet használjon fel a társadalom össztermékéből.

A közlekedés gazdasági vizsgálatánál felmerül a kérdés ennek a két súlyponti követelménynek helyes értelmezése tekintetében. Ugyanez a két kérdés másképpen úgy is fogalmazható:

1. hogy vajon elvárható-e a közlekedési teljesítmények mennyiségi mutatóinak egységére eső ráfordítás, illetve a termékegységek önköltségének folyamatos csökkenése;

2. hogy a népgazdaság egyetemes érdekei szempontjából kívánatos, vagy éppen szükséges-e átmenetileg, esetleg általában is a forgalmi teljesítmények hatalmi korlátozásával törekedni a közlekedési ráfordítások csökkentésére.

Az első kérdés megválaszolásánál döntő tényezőként merül fel az a gyakran nem kellően értékelt tény, hogy a közlekedés igen különböző minőségi mutatókkal képes szolgáltatni — és szolgáltatja is — termékeit, olyannyira, hogy az anyagi termeléshez hasonlóan, a közlekedésnél is, a termékféleségek sokasága létezik. A fajlagos önköltség vonatkozásában ennek konzekvenciái a közlekedés ágazati viszonylatában közismertek és elfogadottak, de sokkal kevésbé méltányoltak egy-egy ágazaton belül. Azt eléggé tudatosan elismerjük, hogy a közlekedés ágazatainak részvételi aránya befolyásolja a szállítások összességének fajlagos ráfordítását, mégpedig a ráfordítások egyes fajtáinál esetleg növekedő értelemben, arról azonban hajlamosak vagyunk megfeledkezni, hogy a szolgáltatások minőségének változása egy bizonyos közlekedési ágazaton belül is ugyanerre vezethet. Az ilyen helytelen globális szemléletnek azután az lehet a következménye, hogy elhanyagolva a szolgáltatások egyébként lehetséges és kívánatos minőségi fejlesztését, egyik-másik közlekedési ágazattól elvándorolnak olyan forgalmak, amelyeknek elvándorlása a népgazdaságra káros és amelyek megfelelő minőségi fejlesztésnél nem vándorolnának el tőle. Az ilyen minőségi fejlesztés sok esetben növelné az illető ága-

zat fajlagos önköltségét, de csökkentené a szállítások összességének ráfordításait. Ezen túlmenően az sem ritkaság, hogy a szolgáltatások minőségi fejlesztését — és ezzel együtt ennek önköltségi konzekvenciáit — mindentől függetlenül egyszerűen a növekvő igények kényszerítik ki. Vajon valóban az egységnyi önköltség növekedésével állunk-e ilyenkor szemben? Nyilvánvalóan nem, hanem egy másik termékféleség önköltségével. Ha ezt nem vesszük figyelembe és ilyen esetekben is mereven ragaszkodunk a költségszínvonal csökkentéséhez, akkor lemaradhatunk a fejlődésben, gátolhatjuk az életszínvonal növekedését és kárt okozhatunk a népgazdaságnak. Amennyire vitán felül szükséges azonos termékfajta önköltségét teljes figyelemmel és folyamatosan csökkenteni — és ez sok évtizedes tapasztalat szerint a közlekedésnél is bizonyíthatóan lehetséges —, annyira tisztán kell látnunk azt is, hogy a minőség fejlesztésével lényegében más termékfajták kerülnek a közlekedésnél előállításra és ezeknek az előzőktől különböző lesz az önköltségük is.

Áttérve a második kérdésre, minden további nélkül nyilvánvaló, hogy minden olyan korlátozás kívánatos és szükséges, amely felesleges szállítási teljesítmények megszüntetésével igyekszik a közlekedés népgazdasági ráfordításait csökkenteni. Ilyenek például és eminensen azok a korlátozó intézkedések, amelyek az ésszerűtlen szállításokat igyekeznek kiküszöbölni. Ugyanez vonatkozik a közlekedés egyes ágazatainak ama forgalmi teljesítményeire, amelyek spontán az illető ágazatnál jelentkeznének, de a népgazdasági ráfordítások csökkentése végett kívánatos, hogy másfajta közlekedési eszközzel kerüljenek lebonyolításra. Hasonlóképpen szükségesnek kell minősíteni minden olyan közlekedési teljesítménykorlátozást is, amely a balesetvédelmet szolgálja, vagy a közlekedés gyorsabb és kultúráltabb lebonyolódását segíti elő. El kell fogadni, hogy az ilyen és más hasonló korlátozások a közlekedés jellegzetességei közé tartoznak és sokkal inkább közlekedésszervezésnek, mint korlátozásnak minősülnek.

Előfordulnak azonban olyan korlátozások is, amelyeknek indítéka a közlekedési ráfordítások csökkentése, de ennek fejében indokolt közlekedési teljesítmények maradnak el. Ilyenek lehetnek az energiahordozókban, közlekedési eszközökben, általában a kapacitásban mutatkozó hiány következtében bizonyos időszakokban átmenetileg bevezetett korlátozások a személyszállítási teljesítményeknél, vagy bizonyos árufajtáknál, továbbá például az egyéni használatra szolgáló gépkocsik mennyiségi felfutásának fékezése, kapcsolatban a tömegszállító járművek erőteljesebb fejlesztésével. A ráfordítások ilyen természetű csökkentéseit általános gazdaságpolitikai szempontok indokolják, többnyire csak átmenetileg szükségesek és nyilvánvalóan nem csak a közlekedés jellegzetességei.

A pálya költségei

A közlekedésgazdaság egyik legsajátosabb problémája a pályaköltség. A probléma korántsem újkeletű, de egyre inkább kiszélesedik.

Régi probléma a pályaépítés hatalmas költségeinek előtermetése, viszont előfeltétele a gazdasági és kulturális fejlődésnek, lévén a közlekedés a gazdasági élet elsőrendű ösztönző ereje, a gazdasági expanzió alapvető tényezője. Ezt felismerve, a gazdasági élet fejlődésére súlyt helyező országokban az állam segítségével, társadalmi összefogással, gyakran külföldi kölcsönökkel

MAGYAR TUDOMÁNYOS KÖNYVTÁRA

tették lehetővé a belvízi hajózás, a vasút és az úthálózat pályájának kiépítését. Kontinensünkön ez a folyamat a vasúti pályát illetően napjainkban már kisebb keretekben, a közutaknál, a csővezetékeknél és a légi közlekedésnél egyre fokozódva tart, sőt a a belvízi csatornák építése is nagy feladatokat jelent.

Általános az a törekvés, hogy a közlekedési pályák létesítésének, folyamatos fenntartásának és üzemének költségeit a pálya használói és haszonélvezői viseljék. Kényszerítő erővel előtérbe helyezik a problémával való foglalkozást mind tudományos, mind kormányzati szinten a pályának és fejlesztésének részben a közösségre háruló nagy terhei, ezenkívül szocialista gazdaságban a közlekedési ágazatok között az igazságos versenyfeltételek biztosításának óhaja, tőkés gazdasági viszonyok között pedig a társadalomra káros konkurrencia csökkentésének követelő szükségessége. A megoldást azonban bonyolult elméleti és gyakorlati problémák késleltetik, sőt gátolják.

Közelebbről a következő problémák mutatkoznak:

1. Egyes közlekedési ágazatok — elsősorban a vasút — elvileg pályájuk költségeit is viselik, mások ugyanezen költségek viselésétől — legalábbis névlegesen — mentesülnek.

2. Egységes állásfoglalás kialakítása a pályaköltségek komponenseinek kijelölésére.

3. A közúti terhekből a motorizált forgalomnak, illetőleg a víziút költségeiből a forgalomnak betudható hányad meghatározása.

4. Megosztási kulcs a járműkategóriák között.

5. Egyrészről azoknak a létező adóknak, illetékeknek és vámoknak qualitatív és quantitatív meghatározása, amelyek a közlekedés egyes ágazatainál a pályaköltségek fedezésére szolgálhatnak, másodszor azok az államtól élvezett juttatások, amelyek úgy foghatók fel, hogy a közlekedési ágazat által viselt pályaköltségek részbeni fedezését jelentik. Utóbbiaknak ellentételeként azok a különleges terhek, amelyeket az egyes közlekedési ágazatok kormányzati intézkedések folytán viselnek.

6. A pályaköltségek viselésének tarifális hatása és ennek érvényesítése esetén a várható közgazdasági következmények.

A probléma összetevőinek már ez a vázlatos felsorolása is sejteti, hogy a pályaköltség milyen bonyolult, sok érdeket és érdekeltséget mélyrehatóan érdeklő kérdés. Éppen ez az oka, hogy a kérdéscsoport élénken foglalkoztatja a közlekedési ágazatokat, a nemzetközi közlekedési szerveket és a közlekedési kormányzatokat.

Abban ma már elvileg egységesnek tekinthető álláspont alakult ki, hogy valamennyi közlekedési ágazatnak egyformán viselnie kell pályaköltségeit, bár tőkés gazdaságokban újabban olyan — költségelméleti szempontból ugyan elfogadhatatlan — javaslatok is vannak, hogy minden közlekedési ágazat mentesüljön ezektől a költségektől. Ezt az utóbbi szokatlanul hangzó álláspontot elsősorban a Szállítómunkások Nemzetközi Szövetsége képviseli,[1] azzal az indokolással, hogy a versenyfeltételeket egalizálni kell. Csak kuriózumként említem meg azt a másik szélsőséges elgondolást, amely szerint a közlekedési ágazatok állandó költségeit, köztük a pályaköltségek túlnyomó részét is, közössé tegyék és ezeket a költségeket vagy a közületek fedezzék,

[1] Lásd: Európai Gazdasági Bizottság, Belső Szállításügyi Bizottság, W (Trans) 268, 1959.

vagy ugyanazon szállítmányra azonos útvámot vessen ki a közület, bármilyen is a közlekedési eszköz.[2]

Eltekintve ezektől a különleges és elszigetelt javaslatoktól, az egységes elvi álláspont gyakorlati megvalósításának részleteiben egységes álláspontról viszont már korántsem beszélhetünk. A véleménykülönbségek a pályaköltségek meghatározásánál, feloszlatásánál és ezek számításba jövő ellentételeinek minősítésénél mutatkoznak.

A pályaköltségek összetevőinek meghatározását illetően számos probléma merül fel. Tőkés gazdaságban az egyik az, hogy a pályaköltségek az évi karbantartási, leírási, üzemeltetési és egyéb költségeken kívül vajon az új beruházások költségeit is öleljék-e fel (ez a tényleges költségek figyelembevételének módszere), avagy utóbbiak helyett a pálya jelenlegi értéke után számított törlesztéseket és kamatköltségeket vegyék-e számításba (ez az ipari számviteli módszer). A vita nem dőlt el. Szocialista gazdaságban ez a probléma nem létezik, mert az üzemi költségekbe nem kerülnek beszámításra sem az új beruházások költségei, sem kamatköltségek. A beruházások költségeiről a népgazdasági terv keretében történik gondoskodás, előzetes széles horizontú hatékonysági vizsgálat után. Ennek során az aktív és passzív hatások kerülnek mérlegelésre, ezeken belül többnyire a megtérülés is, amely egyébként numerikusan hasonlít a kamatozáshoz.

De nem sikerült még mindeddig egységes és egyértelmű felfogást kialakítani az említett költségkomponensek tartalmát illetően sem, és ez már bizonyos mértékben vonatkozik a szocialista gazdaságokra is.

A pálya karbantartási és felújítási költségeinek számbavételénél elvileg kétféle eljárási mód lehetséges: az egyik a tényleges, a másik a számított költségek figyelembevételének módszere. Karbantartásnál a tényleges költségeket fogadva el, fennáll az a gyakran indokolt kétely, hogy ezek az egyes időszakokban nem azoknak a szükséges ráfordításoknak értékét fejezik ki, amelyek megfelelnek a változó természeti hatások és forgalmi igénybevételek okozta ama elhasználódásnak, amelyet a karbantartás keretében kell helyreállítani. Ismeretes továbbá, hogy a pálya karbantartásának minősége és felújításának szükséges időpontja, valamint egy-egy évre eső költsége között szoros összefüggés van. Ez a körülmény azt tenné indokolttá, hogy a tényleges karbantartási költségekkel párhuzamosan a tényleges felújítási költségek kerüljenek számbavételre és ez esetben utóbbiakat ne diktált kulcsok alapján állapítsák meg. A tényleges felújítási költségek számbavétele teljes hálózatoknál nem is volna kifogásolható, ha azok nem bővülnének és a forgalom okozta igénybevételek nem változnának. Ezek a feltételek azonban nem teljesülnek és mivel a vonatkozó trendvonalak növekvő irányzatúak, a felújítási munkák terhére eső pályaelhasználódás helyreállításának valóságos költsége mindig nagyobb, mint amennyi ezen a címen egy-egy évben tényleges költségként felmerül. Részint ez a körülmény, részint az a gazdasági követelmény, hogy a felújítási munkák elhanyagolásával a pályák állapota ne romoljék le, a másik számbavételi lehetőséget helyezi előtérbe és arra vezet, hogy a felújítási költség ne a végzett felújítási munkáknak megfelelő összegben, hanem felújítási leírási kulcsok és a pályák értéke alapján kerüljenek számbavételre.

[2] Lásd: Európai Gazdasági Bizottság, Belső Szállításügyi Bizottság, a Titkárság jegyzete, W (Trans) 247, 1958.

Ezzel az általánosan követett eljárással kapcsolatban jelentkezik a felújítási leírás pályafajtánkénti helyes összege megállapításának igénye, továbbá a már említett összefüggés miatt szükségszerűen felmerül az a kívánság, hogy a karbantartási költség is tervszámok alapján kerüljön számbavételre. Tapasztalat szerint a felújítási és karbantartási munkák műszaki elhatárolása kellő szabályozással megoldható és a végrehajtási fegyelem biztosítása esetén gyakorlatilag is megoldottnak tekinthető. Ilyen szempontból tehát az említett kívánságok teljesítésének nincs akadálya. Problematikus azonban az így elhatárolt munkák zárt időszakonként végzendő mennyiségének és azok költségeinek helyes megtervezése.

Utalva arra, hogy a felújítási költségek megállapításához fűződő kérdésekkel részben még ez a fejezet, részben egy későbbi fejezet foglalkozik, nem lehet vitás, hogy mind ezek, mind a pálya karbantartási költségei szocialista tervgazdálkodást folytató országokban megbízhatóbban tervezhetők meg, mint tőkés gazdálkodásnál és tekintettel az előbbi szektorban kötelező tervfegyelemre, a végrehajtásnál is ugyanez a helyzet. Ennek következtében tervgazdaságokban a tervezett költségek és a ténylegesen felmerült költségek lényegében egyeznek és így kiküszöbölhető az elvi ellentét a karbantartási költségek tényleges számbavétele és a felújítási költségek diktált volta között. A problémának ez a része tehát viszonyaink között megoldottnak tekinthető.

A pálya leírási költségét illetően szintén két felfogás áll egymással szemben. Az egyik szerint a pálya — mint egész — nem cserélhető, karbantartási és felújítási munkákkal olyan állapotban kell tartani, hogy a forgalom lebonyolítását állandóan, legfeljebb helyenkinti rövid idejű megszakításokkal, lehetővé tegye. Ezért a pálya leírási költsége csak egy részből, a felújítási részből áll. Ez a felfogás a pályaköltségeknél eltekint a leírás beruházási hányadának számításbavételétől. Amennyiben valamely pályarész végleg használaton kívül kerül, azt a mérlegen vezetik keresztül. Ez a felfogás elvileg nem zárja ki azt, hogy a pálya cserélhető, egyedi felszerelési tárgyainál beruházási leírási hányad is számbavételre kerüljön, bár ha azoknak értéke viszonylag kicsi, akkor egyszerűsítés céljából attól eltekint, viszont a felújítási hányad összegét megfelelően módosítja.

A másik felfogás a pályaleírásnál beruházási hányadot is számításba vesz és ezt is figyelembe veszi a pályaköltségek között. Ez a felfogás szocialista gazdaságban háttérbe szorult. Tőkés gazdaságban a törlesztések összegét a kamatköltségekkel együtt többnyire az annuitás-számítás klasszikus képletével számítják ki:

$$a = Ai\frac{(1+i)^n}{(1+i)^n-1}$$

ahol a — az amortizáció és a tőke kamatának állandó évi összege;

A — az amortizálandó beruházási összeg;

i — a kamatláb;

n — a számításba vett élettartam.

Érdekes, hogy a tőkés gazdaság egyes ágazatai elvetik a beruházási költségek ilyen számbavételi módját és azt a

$$K_e = \frac{A}{n}$$

képletből számítják ki, kamatos-kamat nélkül.

Az annuitás képletében az amortizálandó beruházási összeget a pályánál, mint nem cserélhető objektumnál, residuális-maradék-érték nélkül és nem az eredeti, hanem az utánpótlási értékben veszik számításba. A kamatlábat általában az államkölcsönöknek megfelelő értékben fogadják el.

Az élettartamra vonatkozóan az a felfogás alakult ki, hogy az nemzetközi viszonylatban egységesen nem állapítható meg, mert nagyságát befolyásolják az éghajlati és gazdasági feltételek, a szerkezet és a beépített anyagok mineműsége, továbbá a fenntartási munkák szokásos terjedelme.

Tervállamokban a pályával kapcsolatos költségszámítás mentesül az annuitás-számítás problémáitól is, mert a pályával kapcsolatos beruházások és megtérülések kérdése áthelyeződött a hatékonysági vizsgálat területére. A szükséges pályaköltségek fedezetéről a gazdaságpolitika a népgazdaság mindenkori egyetemes érdekeinek és lehetőségeinek megfelelő forrásból gondoskodik. Ezt meggondolva, nem látszik indokoltnak aggályoskodni a különböző közlekedési ágazatok kimutatható pályaköltségeiben esetleg mutatkozó kisebb relatív hibák miatt, ami a problémáknál további egyszerűsítést tesz lehetővé. Továbbra is nagy figyelmet kell azonban fordítani a különféle pályafajták karbantartási és felújítási költségeinek helyes megtervezésére, különösen a változó forgalmi igénybevételek független változóinak függvényében. Ha bizonyos gazdaságpolitikai megfontolások vagy kényszerek következtében a tervezett költségek akár felfelé, akár lefelé átmenetileg eltérnek a műszakilag valóban szükséges értéktől, akkor gazdasági megfontolásoknál a műszaki költségnormáknak megfelelő értéket kell mérvadónak elfogadni.

A pálya üzemeltetési és egyéb költségei közé általában a világítási, tisztítási, jelzőszolgálati, közlekedésrendészeti, ellenőrzési, adminisztrációs és igazgatási költségeket sorolják.

A vasút és közút szintbeni keresztezésének üzemeltetési költségei általában a vasútat terhelik. Egyes vélemények szerint ezek egyrészét a közúti forgalomnak kellene viselnie, mert felmerülésük részben a közúti forgalomnak tudható be. Az útkeresztezési műtárgyak átalakítási költségeinek többnyire felerészét tekintik vasúti és felerészét közúti költségnek. Más felfogás szerint a műtárgyak költségeit annak a forgalomnak kell viselnie, amely az átalakításra okot szolgáltat és a másik fuvarozási ágazat csak azokat az előnyöket tartozik megtéríteni, amelyek az átalakításból nála jelentkeznek. Ez a felfogás kevésbé általános.

Az említett üzemeltetési és egyéb költségek tényleges megállapítása nagy nehézségekkel jár. Tőkés viszonyok között a konkurrens érdekeltségek saját érdekeik előtérbe helyezésével igyekeznek a kérdést minél bonyolultabbá tenni és túlzott pontossági igényeket támasztani. Viszonyaink között az üzemeltetési és egyéb költségek nehezebben megfogható részeinél szakszerű becsléssel megelégedhetünk.

A pálya költségeinek felosztása

A vasúti pálya költségeinek felosztási problémája felmerül az egyes forgalmak és szállítmányok vonatkozásában, a forgalom nagyságától vagy más fogalmazásban a járművek munkájától függő és független értelemben, végül a hálózat egyes vonalait illetően.

A vonatkozó vizsgálatok, ajánlások és szabályozások szerint a pályaköltségek egyes komponensei a forgalomfajták között a következőképpen oszthatók fel:

a) a pályafelügyelet költségei a vonatkilométerek arányában;

b) a pályafenntartás és felújítás költségei pontossági sorrendben

— vagy a vonatnemek tonnakilométerei;

— vagy a vonatnemek elegytonnakilométerei arányában;

c) az épületek karbantartási és felújítási költségeinek egyrésze a rendeltetés alapján, többi része az *a*, vagy *b*, pont szerint osztható fel.

A forgalomfajtákon belül az egyes szállítmányokat terhelő költségek az elegytonnakilométerre vetített egységköltség alapján vehetők számításba.

Ezek a felosztási módok általánosan elfogadottak ugyan, de pontosaknak nem tekinthetők. Ugy látszik azonban, hogy ezt a hiányosságot nincs mód kiküszöbölni. A teljes pontosság elérését akadályozzák a költségszempontból csak megközelítően értékelhető és nyilvántartható dinamikus hatások, tolatások és természeti hatások.

Az egyes vonalak pályaköltségei az illető vonalra vonatkozó költségnormákból, illetve tényszámokból legnagyobb részükben pontosan megállapíthatók. Jellemzők alapján végzett költségfelosztásra csak a több vonal forgalmát szolgáló létesítményeknél van szükség.

Kevésbé megoldott probléma a pálya forgalomtól függő és független költségeinek szétválasztása, amire pedig többféle gazdasági vizsgálatnál van szükség. Ennek oka az, hogy a pályaköltségek pontos felosztásának eddig említett akadályaihoz újabb nehézség járul, mégpedig az, hogy a pálya egyes kategóriáinak és alkatelemeinek elhasználódását más-más arányban okozzák a természeti hatások és a forgalmi igénybevételek. A nehézségek csak különleges statisztikai megfigyelésekkel, adatnyilvántartásokkal és feldolgozásokkal hidalhatók át, amelyek eredményeként az egyes pályajellegekre és részekre a forgalom bizonyos határértékeire érvényes, változó nagyságú szorzószámok állapíthatók meg. A megfelelő szorzószámokkal szorozva az egyes pályaszakaszok, vagy vonalak pályaköltségét, megkapjuk annak a forgalom nagyságával összefüggésbe hozható hányadát, majd ezek összegezésével a hálózat egészére adott időszakban elfogadható értéket.

Ilyen feldolgozást több vasút végzett és ismeretesek megközelítő pontosságú szorzószámok.

Még problematikusabb a *közúti pálya* költségeinek felosztása. Ez azonnal nyilvánvalóvá válik, ha meggondoljuk, hogy az utakat különféle forgalmi kategóriák használják, de ezeken kívül az utaknak egyéb haszonélvezői is vannak. Tőkés gazdaságban növelik a probléma bonyolultságát az egymással szemben álló érdekeltségek, amelyek igyekeznek a megoldást saját javukra befolyásolni. Nem is sikerült a költségfelosztásra egyetlen országban sem hivatalos irányelveket megállapítani, még kevésbé nemzetközileg elfogadott elvekben megállapodni, bár a probléma vizsgálatával minden gazdaságilag fejlett országban behatóan foglalkoznak. Lényegében csak az kristályosodott ki, hogy a költségfelosztást a következő fázisokban kell végezni:

1. A teljes úthálózat összes költségeinek felosztása a forgalomra és az egyéb közvetett haszonélvezőkre.

2. A forgalomra hárítható költségek felosztása a motoros járművekre és az egyéb forgalomra.

3. A motorizált forgalomra eső költségek felosztása az egyes járműkategóriákra.

Az utak egyéb közvetett haszonélvezői közé tartoznak a lakosok, a kereskedelmi és ipari létesítmények, a hatóságok, a honvédelem, a rendőrség, a tűzoltóság, a közművek stb. Az egyéb fogalom részvevői a gyalogjárók, a fogatolt járművek, az állatok, a kerékpárosok, a közúti vasútak, a mezőgazdasági járművek stb.

Az említett kategóriák között az útköltségek elvileg a következőképpen oszthatók fel:[3]

1. A forgalmat azok a költségek terhelik, amelyek eltünhetnének, ha az utakon nem volna forgalom.

2. A motorizált forgalmat azok a költségek terhelik, amelyek eltűnhetnének, ha nem volna motorizált közlekedés és az egyéb közúti forgalom nem növekedne.

3. Az egyéb közvetett haszonélvezőket és az egyéb forgalmat azok a költségek terhelik, amelyek eltűnnének, ha az utak csak a motoros forgalom céljaira szolgálnának.

4. Az említett kategóriákat közösen terhelik azok a költségek, amelyek az 1, 2 és 3 pont alapján nem különíthetők el. Ezek alkalmas vetítési alap, pl. a közvetlenül felosztott költségek arányában oszthatók fel.

A gyakorlati költségfelosztás csak akkor ígér megközelítően megbízható eredményt, ha útfajtánként végzik. Az autóutaktól eltekintve azonban, amelyeknek költségei közvetlenül a motorizált forgalmat terhelik, már a probléma rövid áttekintése is meggyőz arról, hogy a költségfelosztás több vonatkozásban csak szubjektív értékeléssel végezhető el. Emiatt fennáll az eredmények irányítottságának és vitathatóságának veszélye, különösen a forgalom és a közvetett haszonélvezők közötti viszonylatban, de jelentékeny mérvben a motorizált forgalom és az egyéb forgalom közötti költségfelosztásnál is, sőt a felosztás harmadik fázisától sem várható egzakt pontosság.

A végzett vizsgálatok egyik összefoglalása[4] szerint nagy autóforgalmú országokban nagyságrendben a következő költségszázalékok mutatkoznak valószínűnek a gépkocsiforgalom terhére:

1. Úthálózat feljavítása és bővítése, a rendőrség és a jelzőberendezések költségei	100%
2. Karbantartási, felújítási, igazgatási és adminisztrációs költségek:	
a) kizárólag gépkocsiközlekedésre engedélyezett utaknál	100%
b) főutaknál	95%
c) másodrendű utaknál	75%
d) bekötő utaknál	40—50%
e) utcáknál	60—65%

A motorizált forgalomra hárított költségek felosztása a gépkocsi kategóriák között szokásos vagy konvencionális eljárással, vagy elemző módszerrel.

Az egyszerű konvencionális eljárásnál a költségeket többnyire a bruttótonnakilométerek arányában osztják fel. Ennek részletezőbb módjánál szokásosak a következő vetítési alapok:

[3] Nations Unies, Bulletin annuel de statistiques de transports Européens, 1956.
[4] Lásd a 3. lábjegyzetet.

— a városi utak karbantartási és felújítási költségeinél a jármű km és a járművek statikus helyfoglalásának szorzata,

— a városi utak világítási költségeinek fele a személygépkocsikat terheli, másik fele nem terheli a gépkocsi forgalmat;

— a közlekedési rendőrség, a forgalomellenőrzés, a jelzők, jelzések, útmegjelölések és az országutak világítási költségeinél a jármű km;

— országutak karbantartási és felújítási költségeinél a jármű km és a járművek dinamikus helyfoglalásának[5] szorzata.

— országutak alapzatának megerősítési költségeinél a jármű km × a mésfélszeres járműsúllyal;

— egyéb költségeknél a felosztott költségek összege.

Az elemző módszernél megkísérlik megállapítani, hogy az egyes gépkocsikategóriák a költségek milyen hányadának okozói. E célból a költségeknél a következő megkülönböztetést igyekeznek tenni:

a) Olyan költségek, amelyeket kizárólag valamely meghatározott gépkocsikategória okoz. Ezek a költségek az illető gépkocsikategória terhére írhatók. Ilyen költségek: a parkolási költségek, a nehéz gépkocsik[6] miatt szükséges műtárgy és úttest megerősítési, illetve javítási költségek.

b) Olyan költségek, amelyeket több meghatározott gépkocsikategória együttesen okoz, és a költségek összege a szóban forgó gépkocsik kilométer futásával vagy forgalmának más jellemzőjével szoros összefüggésben változik. Ezek a költségek az illető gépkocsik között a jellemző felmerült mennyiségei arányában oszthatók fel. Ebbe a költségcsoportba bizonyos felújítási és bővítési költségek és az új utak építési, valamint fenntartási stb. költségei tartozhatnak.

c) Olyan költségek, amelyeket a forgalom egésze okoz és amelyek a forgalom intenzitásával együtt, de világosan meg nem határozható összefüggés szerint változnak. Ezek becsléssel vagy konvencionális eljárással oszthatók fel. Ide sorolhatók a rendőrségi, jelzési, világítási, az a és b csoportba nem sorolt útfenntartási költségek.

d) Egyéb költségek. Ezeket csak konvencionális módon lehet felosztani.

A vázlatosan ismertetett elemző költségfelosztási módszer igen munkaigényes, ezért alkalmazására ritkán, inkább csak különleges vizsgálatoknál kerülhet sor.

A gépkocsikategóriák közötti költségfelosztási problémával kapcsolatban érdemes rámutatni arra az újabban mutatkozó nagy figyelemre, amely a nehéz járművek[7] okozta útköltségre irányul. A vonatkozó vizsgálatok szerint

[5] A dinamikus helyfoglalást úgy számítják ki, hogy a jármű 1 méterrel növelt szélességét megszorozzák a jármű hosszának és 0,208 V-nak az összegével, ahol a V = = jármű sebessége, km/óra.

[6] A tengelynyomás és egy útkeresztmetszeten az áthaladások számának az úttest alakváltozására kifejtett viszonylagos hatásáról a számos kísérlet eredményeként kidolgozott következő képlet nyújt tájékoztatást:

$$a = k \cdot P\,(1 + \alpha \log n)$$

ahol
k — az anyag minőségétől függő állandó,
P — a tengelynyomás,
α — együttható = 0,25 ~ 0,8,
n — az áthaladások száma.

[7] Nehéz járműveken többnyire az 5 tonnánál nagyobb tengelynyomású gépjárműveket értik.

a talaj- és domborzati viszonyoktól függően az útköltségeknek 22—35%-a megtakarítható lenne, ha nehéz gépjárművek nem közlekednének.

A *belvízi hajózás* pályájának költségei a folyamok és folyók szabályozási, a kikötők építési és felszerelési, a létesítmények karbantartási, leírási és üzemeltetési költségeiből, továbbá vízjelzőszolgálati, rendészeti, balesetmegelőzési, igazgatási és adminisztrációs költségekből alakul ki.

A víziutnak azonban — még a közútnál is nagyobb mértékben — a forgalmon kívül egyéb haszonélvezői is vannak. Először is ismeretes, hogy a folyamok és folyók szabályozása nagyrészben az árvizek elhárítása miatt szükséges. Haszonélvezői a víziutaknak a vízi erőművek, az öntözött mezőgazdasági területek, az ívóvíz ellátó üzemek, a gyárak az ipari vízellátás révén, a szennyvízlevezetés, a halászat, a honvédelem, a víziút melletti lakosság.

A haszonélvezők nagy tábora indokolja, hogy a hajózási forgalmat a pálya költségeiből csak azok a hányadok terheljék, amelyek közvetlenül a forgalom miatt merülnek fel. Ezek felosztása a hajókategóriákra a közúténál sokkal kisebb jelentőségű és könnyebben megoldható. A pályaköltségek részben közvetlenül terhelhetők, részben konvencionális eljárással oszthatók fel a hajókategóriákra.

A közlekedésnek a pályaköltségek fedezésével összefüggésbe hozható terhei

Amint ismeretes, a vasutak teljes egészében és közvetlenül viselik pályájuk költségeit. Deficites vasutak azonban szubvenciót élveznek, és ez az állami juttatás a pályaköltségek részbeni vagy teljes átvállalásának is felfogható. Ezzel szemben mutatkoznak azok a kiegyenlítő terhek, amelyeket a vasutaknak a közérdekű szolgáltatások kötelezettségei révén viselniük kell. Ide tartoznak a díjszabási kötelezettségek, mint például a földrajzi egyenlősítés, a közérdekű tarifakedvezmények, továbbá az üzemi kötelezettségek, például a közérdekből fenntartott forgalmak, a szállítási és menetrendi kényszer stb.

A teherviselés, illetőleg a rentabilitás tiszta helyzetképének megismerése céljából a vasutak időnkint igyekeznek összegszerűen értékelni közérdekű szolgáltatásaik terheit. Így például az NSZK közlekedésügyi minisztériumának tudományos bizottsága az elmúlt évek egyikében kiszámította[8] részint a vasúti pálya népgazdasági költségeit, részint a kiegyenlítő terheket. A kiszámított népgazdasági költségek a következők:

a) a pálya újrabeszerzési költségének 6%-os kamata	870	millió DM
b) felújítás, karbantartás stb.	850	„
Összesen:	1630	millió DM

Ebből a DB közvetlenül fedezett 780 milliót, fedezetlen maradt 850 millió DM. Ezzel szemben a bizottság a kiegyenlítő terheket a következő összegekben értékelte:

[8] Deutsche Verkehrs Zeitung, 1954. VIII. 17.

a) politikai terhek	512	millió DM
b) ellátási terhek	350	„
c) szociális tarifa stb	862	„
Összesen	1724	millió DM

Az ilyen vizsgálatok érdekes eredményekre vezetnek, közérdekű tájékoztatást nyújtanak, rávilágítanak a való helyzetre és gyakorlatilag is hasznosaknak minősíthetők, függetlenül attól, hogy a kormányzat az általános gazdaságpolitikai szempontok mérlegelésével adott időszakban milyen elhatározásra jut.

A gépjárműközlekedés közvetlenül nem viseli ugyan a pálya költségeit, de szintén vannak kiegyenlítő terhei. Ezek a közhasználatú járműveknél lehetnek a vasútéhoz hasonló, de általában kisebb arányú tarifális és üzemi terhek, továbbá adók, vámok és illetékek, nevezetesen beszerzési adók, vámok és illetékek, gépjármű adók és üzemeltetési adók és vámok (folyékony üzemanyag adók, útvámok). Az adók, vámok és illetékek nagysága, fajtái és járműkategóriák szerinti megállapítási módja különböző. A pályaköltségek kiegyenlítéseként olyan arányban vehetők számításba, amilyen arányban megállapításuk kulcsa meghaladja a gazdaság többi szektorának hasonló kulcsszámait. Ez a feltétel lényegesen megnehezíti a kiegyenlítő terhek összegének reális értékelését. Ennek ellenére az ilyen irányú vizsgálatok nem nélkülözhetők. Az egyes országokban végzett számbavételek az irodalmi adatok szerint[9] nagy szórást mutatnak, aminek természetesen elsősorban objektív okai vannak (a fajlagos terhek különbözősége, a gépjármű-forgalom nagyságának és az útiköltségeknek viszonylagos eltérései). Általánosabb az a megállapítás, hogy a gépjárművek kiegyenlítő terhei nem fedezik az útköltségeknek a gépjárművekre eső részét, bár előfordulnak ellenkező megállapítások is (pl. Svédországban, Franciaországban). Mindezek a megállapítások azonban jórészben becslésekre támaszkodnak, mert amint az előzőkből már ismeretes, ez idő szerint sem a gépjárműveket terhelő útköltségeket, sem a közületeknek a gépjárművekből származó bevételeit nem lehet objektíven megállapítani. Ez a körülmény, valamint a vonatkozó költségek és bevételek megismeréséhez fűződő érdekek a probléma megoldását az érdeklődés homlokterében tartják.

Az értékcsökkenési leírás problémája

Ismeretes, hogy az értékcsökkenési leírás része az üzemi költségnek. Két részből áll: hazai szóhasználat szerint beruházási hányadból és felújítási hányadból.

A beruházási hányad mechanikus kiszámítása igen egyszerű, mert csak el kell osztani az állóeszközök kategóriánkénti értékét számításba vett élettartalmukkal. A valóságban azonban a hányad helyes értékelése sok nehézséggel jár.

Nem térve ki az állóeszközök értékének különféle megállapítási lehetőségeire, nevezetesen az eredeti beszerzési érték, az utánpótlási érték, illetőleg ezeknek a selejtezéskor visszanyerhető értékkel csökkentett összege közötti

[9] Lásd például az Európai Gazdasági Bizottság Útügyi Szakértő Bizottságának 1959. augusztus hó 31-én kelt W (Trans) 266 számú jelentését.

választásnak viszonyaink között eldöntött problematikájára,[10] foglalkozzunk mindjárt a vitásabb kérdéssel: az élettartam megállapításával.

Az élettartam megállapításával kapcsolatban mind a tőkés, mind a szocialista szektorban az a felfogás, hogy nem kielégítő a műszaki élettartamot venni számításba, hanem a gazdasági élettartamot kell mérvadónak tekinteni, mert a műszaki fejlődés következtében az eszközök általában már műszaki avulások bekövetkezte előtt gazdaságilag elavulnak, tökéletesebb és olcsóbb gépek, berendezések megjelenése miatt további használatuk gazdaságtalanná válik.

Műszakilag avultnak akkor tekintendő valamely eszköz, ha állapota miatt tovább nem használható, vagy ha megnövekedett karbantartási és üzemeltetési költségei és az azonos új eszköz hasonló költségei közötti megtakarítás bizonyos normaidőn belül fedezi a régi eszköz esedékes főjavítási költsége és az új eszköz beszerzési ára közötti különbséget. A beszerzéstől eddig az időpontig eltelt idő az eszköz műszaki élettartama.

Ez az élettartam a műszaki fejlődés következtében csökkenhet akkor, ha mód van nem azonos, hanem azonos célt szolgáló, de olyan tökéletesebb eszköz beszerzésére, amelynek gazdasági mutatói kedvezőbbek, mint amilyenek a régi eszközé annak új állapotában voltak. Az íly módon bekövetkezett élettartam-csökkenést okozza a gazdasági avulás, más elnevezéssel az erkölcsi kopás. A lecsökkent élettartam pedig az elméletileg helyesen értékelt gazdaságos élettartam. Nem lehet tehát vitás, hogy az eszközök leírási költségének megállapításánál a műszaki fejlődés figyelembevételével meghatározott gazdaságos élettartam számításba vétele a helyes.

A tulajdonképpeni probléma nem is ez, hanem az, hogy értékelhető-e előre az eszközöknek ez a gazdaságos élettartama?

A válasz lehető megközelítése végett először nézzük meg, hogy az egyszerűbb feladat, a műszaki élettartam egyértelműen meghatározható-e előre, az eszköz leírási hányadának megállapításakor.

Az előrebocsátottak szerint ezt az élettartamot lényegében az eszköz műszaki állapota romlásának trendvonala határozza meg. Viszont az eszköz műszaki állapotára hatást gyakorol:

a) az eszköz anyagainak minősége;
b) a használat során fellépő terhelés, ill. igénybevétel nagysága;
c) az üzemeltetés szakszerűsége és az üzemanyagok minősége;
d) a karbantartási munkák minősége;
e) végül a természeti hatások.

Figyelemmel arra, hogy fejtegetéseink közlekedési eszközökre vonatkoznak, tekintsük át, hogy a felsorolt befolyásoló tényezők hatásai az eszközök műszaki élettartamára megbízhatóan értékelhetők-e előre?

Az *a*, pontban szereplő tényező az üzembevételkor ismertnek tekinthető, a szerkezeti anyagok hatása a műszaki élettartamra tehát általában előre is jól értékelhető.

A terhelésnek üzembevételkor csak a megengedett felső határa ismert, a használati idő alatti átlagos terhelés csak megközelítően értékelhető. Emiatt

[10] Tőkés gazdaságokban a felújításra kerülő objektumoknál a residuális értékkel csökkentett utánpótlási értéket, a felujításra nem kerülő objektumoknál a teljes utánpótlási értéket veszik általában számításba.

ennek a tényezőnek hatása az élettartamra már kevésbé látható előre. Ennek ellenére hoszabb idő óta használt eszközfajtáknál a terhelés hatása az élettartamra gyakorlati tapasztalatok alapján általában kielégítően értékelhető.

Az üzemeltetés szakszerűsége és az üzemanyagok minősége közlekedési eszközöknél a használat folyamán meglehetős-különbségeket mutathat. Szinguláris esetektől eltekintve azonban szakszerű üzemvezetéssel és a karbantartási munkák szükségszerű megszervezésével ennek a két tényezőnek a hatása is korlátozható és biztosítható az előirányzott szint tartása.

Értelemszerűen ugyanez érvényes a karbantartási munkák minőségének az élettartamra kifejtett hatására is.

A természeti hatások a legkülönfélék lehetnek ugyan, de hosszabb időtartamra mind a hatások, mind azoknak az élettartamra gyakorolt befolyása általában elfogadhatóan értékelhető. Lényegesen különbözők lehetnek azonban a természeti hatások országonkint, még inkább világtájankint, és főleg ez az oka annak, hogy nemzetközi viszonylatban azonos közlekedési eszközökre nem lehet teljesen egyenlő élettartamokat kijelölni. A közlekedés nemzetközi szervei ezért csak ajánlásokat dolgoztak ki az egyes eszközfajták élettartamának megállapítására.

E rövid áttekintés után különösebb aggály nélkül elfogadhatjuk azt az álláspontot, hogy hosszabb idő óta használt eszközfajták műszaki élettartama a gyakorlati igényeket kielégítő pontossággal országonkint általában előre meghatározható.

Ezek után kíséreljük meg azt vizsgálni, hogy vajon értékelhető-e előre az ún. „erkölcsi kopás" hatása is, tehát hogy jogosan elvárható-e a gazdaságos élettartam eszközfajtánkénti megbízható előirányzása?

Ha nem mindig tapasztalható őszinteséggel nyúlunk a problémához, akkor egyetérthetünk abban, hogy csak akkor várható el az említett hatás megbízható előirányzása

— először, ha előrelátható a műszaki fejlődés, mégpedig gazdaságilag számszerűen értékelhető formában;

— másodszor: ha az így értelmezett műszaki fejlődés évenkénti ütemezésben látható előre.

És ehhez a két — talán szigorú, de aligha indokolatlan — feltételhez hozzáfűzhetünk még egy harmadikat is, mégpedig azt, hogy az éppen szükségesnek mutatkozó távlatban és szektoronkénti bontásban előrelátható legyen a beruházásra rendelkezésre álló összeg, valamint szektorokon belül ugyanakkor a beruházások hatékonysági sorrendje. Hiába létezik ugyanis a meglevőnél gazdaságosabb eszköz, hosszabb-rövidebb ideig kényszerűségből mégis a meglevőt kell használni, ha a kívánatos eszköz beszerzésére gazdasági okok miatt nincs lehetőség.

Annak ellenére, hogy ezek a felsorolt feltételek szigorúak, mégis vannak esetek — és nem is ritkán —, amikor ezek teljesülnek és az erkölcsi kopás hatása előre értékelhető. Erre elsősorban a rövidebb élettartamú és műszakilag érzékelhetően fejlődésben levő eszközöknél van lehetőség. Ezeken a területeken azután valóban érdemes valószínűségszámítási eljárásokat is végezni.

A beruházási leírás kérdésének tárgyalása során végül érdemes megemlíteni, hogy tőkés gazdaságokban a beruházási leírás, illetőleg az ott szokásos szóhasználat szerint az ipari törlesztés kiszámítására háromféle módszer használata között folyik vita. Az első és legáltalánosabban használt módszer szerint az évi törlesztési részleteket — az annuitásokat — úgy kell kiszámítani,

hogy az évi törlesztési részleteknek meghatározott kamatlábbal tőkésített összege „újratermelje" az objektumnak a kamatok tőkésítésével növelt újrabeszerzési értékét. Ennek megfelelően a törlesztési részleteket az annuitás klasszikus képletével számítják ki. A másik felfogás szerint az évi törlesztési részletet az objektum utánpótlási értékének n-ed részeként kell megállapítani, figyelmen kívül hagyva a kamatos-kamatokat. Ezt a felfogást a közlekedés területén a hajózási érdekeltség képviseli. A harmadik vélemény szerint a törlesztéseket úgy kell időben elosztani, hogy az első évekre nagyobb összeg essék, mint a későbbi évekre (degresszív leírási kulcs megállapításával). Ezt a felfogást nyilvánvalóan a vállalkozói kockázat csökkentésének óhaja táplálja.

Szocialista viszonyok között ennek a vitának nincs talaja.

A leírási költség felújítási hányadával kapcsolatban kevesebb az elvi probléma, de nem kevésbé lényeges a gyakorlati végrehajtás következetessége és fegyelme. Elvi szempontból problematikus lehet a karbantartási munkák és a felújítás keretében végzendő munkák eszközcsoportonkénti elhatárolása, a felújítás keretében végzendő főjavítások periódusának meghatározása, továbbá az egymást követő főjavítások általában növekvő költségösszegének előirányzása. E problémák kielégítő megoldásánál nem nélkülözhetők a gyakorlati tapasztalatok és a statisztikai kiértékelések.

A leírási költség tárgyalásának befejezéseként szükségesnek látszik rámutatni két zavart okozó körülményre.

1. Nem lehet helyeselni, hogy ugyanazon közlekedési ágazaton belül a vállalatok egyik csoportja a futási teljesítmény egységére vetítve számítja a leírási költséget, másik csoportja pedig időegységre vetítve. Kívánatos mielőbb egységes eljárást bevezetni.

2. Előfordul, hogy bizonyára indokolt gyakorlati pénzgazdálkodási megfontolásokból kiindulva, időnként egymástól különböző, diktált leírási kulcsok alapján számítják ki a leírási költségeket. Gazdasági megfontolásoknál természetesen nem az így könyvelt tényleges költségeket, hanem az elméletileg és gyakorlatilag megalapozott leírási kulcsokkal számítható költségeket kell következetesen számításba venni.

A közlekedési teljesítmények önköltsége és népgazdasági ráfordítása közötti eltérések

A közlekedési teljesítmények vállalati önköltségén — röviden önköltségén — ezeknek a teljesítményeknek a fuvarozási vállalatnál felmerülő költségeit, vagy méginkább ezeknek a teljesítmények egységére jutó összegét, népgazdasági ráfordításán pedig a fuvarozásra felhasznált termelési tényezőknek a közösségre háruló valóságos költségeit értjük. A két költség egymástól szükségszerűen különbözik, egymást nem helyettesítheti, de mindkét kategória ismerete szükséges. Az önköltséget a fuvarozási teljesítmények vállalati és ágazati, a népgazdasági ráfordítást ezek népgazdasági értékelése céljából kell ismerni.

A két kategória közötti különbség tárgyalása előtt szükségesnek látszik utalni arra az ismert, de ennek ellenére a gyakorlatban teljes volumenében ritkán számításba vehető körülményre, hogy a közlekedési vállalat összes könyvelt költsége nem azonos a fuvarozási teljesítmények valóságos önköltségével. A különbséget a következők okozzák:

1. a költségkönyvelés időpontja és a tényleges ráfordítás ideje között egyes tételeknél eltérés van;

2. a könyvelt összes költségek egy része nem a fuvarozási teljesítményeket terheli;

3. a diktált költségek többnyire nem fedik a valóságos ráfordításokat.

Az önköltségszámítások pontatlanságának egyik oka éppen az, hogy közismert nehézségek miatt az említett eltérések kellő gondosság esetén is csak megközelítően értékelhetők. Ez a megállapítás általános érvényű, korántsem vonatkozik csupán a fuvarozási teljesítmények önköltségére.

Az azonban tisztázottnak tekinthető, hogy a pontos önköltséget hogyan kellene megállapítani. Ehhez a feltételezett önköltséghez képest is eltérést mutat a népgazdasági ráfordítás. Az eltérés meghatározása azonban tételes és összegszerű értelemben többé-kevésbé problematikus.

Elvileg a közlekedési teljesítmények népgazdasági ráfordítása úgy vezethető le a helyes — normalizált — önköltségből, hogy utóbbiból levonjuk a közlekedési vállalat által viselt, de a társadalmi közösség terhére eső költségeket, viszont hozzáadjuk a társadalmi közösség által viselt, de valóságban a fuvarozást terhelő költségeket.

Ennek során a népgazdasági ráfordításnál nem kell számításba venni az önköltség következő elemeit:

a) a közlekedési eszközöket, fenntartási anyagokat, energiahordozókat és üzemanyagokat terhelő adóknak, vámoknak és illetékeknek illetve árréseknek azt a részét, amely a termékeket hasonló címen átlagosan terhelő mértéket meghaladja;

b) a hatósági műszaki ellenőrzés vagy vizsgálat költségeinek azt a részét, amely meghaladja azok tényleges felmerülési költségeit;

c) az önköltségbe beszámított leírási költségeket.

Ezeken kívül nem kell beszámítani a népgazdasági ráfordításba a közlekedési forgalmi adónak a termékek forgalmi adójának átlagos mértékét meghaladó részét.

Viszont a népgazdasági ráfordításnál számításba kell venni az önköltségben nem szereplő alábbi költségeket:

a) az adókat, vámokat és illetékeket olyan mértékben, amilyen mértékben ezek a közlekedési vállalatoknál kisebbek, mint átlagosan a termékeknél;

b) a hatósági műszaki ellenőrzés és vizsgálat tényleges felmerülési költségének a közlekedési vállalatokat terhelő összegét meghaladó részét;

c) a leírási költségekből a közlekedési eszközökre fordított összeget.

d) a vállalat közlekedési teljesítményeinek létrehozása érdekében a társadalmi közösség által viselt pályaköltségeket és egyéb költségeket.

Ezeken kívül számításba kell venni a népgazdasági ráfordításoknál a közlekedési forgalmi adókulcs és a termékek átlagos adókulcsa közötti különbségből a fuvarozási teljesítmények javára mutatkozó összeget.

A csupán globálisan felsorolt kiegyenlítő tételeknek összegszerű megállapítása több esetben csak becsléssel lehetséges. Persze kívánatos, hogy a becsült hányad minél kisebb legyen.

Tőkés gazdaságban a nehézségek még nagyobbak.[11] Ennek jellemzéséül elegendő például csak az ellátási terhek kérdését, vagy még sokkal inkább a kamat- és egyéb pénzügyi terhek problémáját említeni. A törlesztési és kamat-

[11] Európai Gazdasági Bizottság, W (Trans) 247. 1958.

terheknél az a felfogás kezd kialakulni, hogy ezeket csak a járműveknél veszik figyelembe, a helyhezkötött berendezéseknél az új beruházások évi átlagos költségeit javasolják számításba venni, már az önköltség megállapításánál is.

Következtetések

Az előadottak mutatják, hogy a közlekedés gazdasági vizsgálatánál bőven vannak költségelméleti problémák, holott csak egynéhány legfontosabb kérdéssel foglalkoztunk.

A népgazdaság érdekei nem engedik meg, hogy a problémák mellett lebecsülésből elhaladjunk, vagy azokat eleve megoldhatatlanoknak minősítsük. De a másik irányban a túlzott — különösen a pontosság tekintetében túlzó — kívánságok sem fogadhatók el méltányosaknak. Bizonyos ésszerű megalkuvástól nem lehet eltekinteni, amelynél elsősorban a vizsgálat célja és annak pontossági igénye a mérvadó. E tekintetben helyénvaló párhuzamot vonni a költségelméleti problémák megoldásának pontossági foka és az egyéb gazdasági, sőt a műszaki számítások pontossági foka között. A műszaki számítások mellőzésére, vagy továbbfejlesztésük elhanyagolására nyilvánvalóan senki sem gondol, holott pontossági fokuk gyakran jóval kisebb, mint a költségszámításoké és a színvonal fejlesztésének kilátásai sem nagyobbak.

A költségproblémák fokozatos megoldását a számviteli rendszerek összehangolásával, ezenkívül eminensen költségelméleti vonatkozásban a problémákat tisztán látó és elfogulatlanul kezelő módszertani kutatásokkal, gyakorlati szempontból pedig elsősorban a statisztikai adatok megbízhatóságának és szükséges terjedelmének biztosításával lehet előbbre vinni. A tárgyalt problémák a világ minden táján élénken jelentkeznek, megoldásukat a gazdasági élet követeli. Fontosságukat a tervállamokban felismerték és már eddig is igen szép eredményeknek lehettünk tanúi.

Ez a dolgozat — többnyire csak a problémák felvázolásával és kibontásával — ezeknek az eredményeknek teljesebbé tételét igyekszik szolgálni.

Érkezett 1961. május hóban.

Dr. CZÉRE BÉLA, a műszaki tudományok kandidátusa

A KISFORGALMÚ VASÚTVONALAK GAZDASÁGI VIZSGÁLATÁNAK METODIKÁJA*

Bevezetés

A közlekedési ágazatok koordinációjának témakörébe tartozó igen sok bonyolult kérdés közül gyakorlati szempontból kiemelkedik a *vasúti* és a *közúti közlekedés* közötti új forgalommegoszlási arányok és az ezzel együttjáró új együttműködési formák problémája, ami a legutóbbi évtizedek rohamos közlekedéstechnikai fejlődésének következménye.

A forgalom mennyiségi változása tekintetében két alapvető jelenségre kell figyelemmel lennünk. Az egyik az, hogy a szállítandó utasok és áruk tömege világszerte növekszik; a növekedés aránya a Szovjetunióban és a népi demokráciákban messze meghaladja a világátlagot. A másik az, hogy miközben a forgalom abszolút számai növekednek, változik az egyes közlekedési ágazatok részesedése is az összforgalomból, ami nemcsak forgalmuk volumenét befolyásolja, de mélyrehatóan átalakítja a *forgalom struktúráját* is. E változások egyike a forgalom térbeli lefolyásával, a *közlekedési hálózatok* átalakulásával függ össze.

Ismeretes, hogy a gépjárműközlekedés versenyének hatására némely országban, főleg nyugaton, sor került bizonyos vasútvonalak forgalmának részleges vagy teljes megszüntetésére, sőt egyes vasútvonalak likvidálására is. Ez a jelenség arra mutat, hogy *a fejlődés a zömében a múlt században, a vasút szinte korlátlan egyeduralma idején kialakult vasúthálózatok és a régi, a gépjárműközlekedés kifejlődése előtt kialakult közúthálózatok egymáshoz való viszonyában is változásokat kíván*, noha ennek üteme — a közlekedő utak kiépítésének nagy költségei és a meglevő pályák kihasználásához fűződő gazdasági érdekek miatt — jóval lassúbb, mint a forgalmi volumenben való részesedés arányainak változása.

E változások szükségességére elsősorban az a körülmény utal, hogy miközben a vasutak összforgalma általában növekszik, s a *fővonalak* forgalma sok helyen eléri a teljesítőképesség határát, ami miatt átbocsátóképességük növelése válik szükségessé, egyes perifériális vonalak forgalma stagnál, vagy éppen elsorvad, mert átvándorol a közútra. Ezek a *kisforgalmú vonalak vagy hálózati részek* ily módon egyre inkább tehertételt jelentenek a vasutak számára: teljesítőképességük kihasználtsága romlik, emiatt fajlagos szállítási önköltségeik növekszenek. Ebben a helyzetben a vasutak e vonalak fenntartására alig, korszerűsítésükre pedig egyáltalán nem költenek, s így ezeken a helyeken a közlekedés színvonala nem javul, sőt inkább kedvezőtlenebbé válik.

* A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának felolvasó ülésén, 1961. május hó 16-án elhangzott előadás.

Ily módon a kisforgalmú vasútvonalak és hálózati részek sorsa *megoldandó problémaként* jelentkezik mindazokban az országokban — társadalmi-gazdasági rendszerüktől függetlenül — amelyeknek vasúthálózata elég sűrű, régebben kiépített, gépjárműközlekedésük pedig már eléggé fejlett ahhoz, hogy az e vonalak által érintett vidékek forgalmát megbízhatóan és gazdaságosan kiszolgálja.

A sűrű vasúthálózattal és fejlett gépjárműközlekedéssel rendelkező *tőkés országokban* — ahol ez a probléma először felmerült — a megoldás a közlekedési verseny törvényszerűségei szerint alakul. A vasutak mindaddig igyekszenek hálózati integritásukat és ezzel pozícióikat a versenyben megőrizni, amíg e vonalak egyre csökkenő bevételei, illetőleg a leromlott állapotú, korszerűtlen üzemű vonalak tovább nem halasztható felújításának küszöbön álló súlyos anyagi terhe nem készteti őket valamiféle változtatásra. Első lépésként megpróbáljuk az e vasútvonalakat érintő kiadásokat csökkenteni, azzal, hogy a lehetőséghez mérten alkalmazkodnak a csekély forgalomhoz: racionalizálják, egyszerűsítik a vasúti szolgálatot és — főleg a személyzeti kiadások csökkentésével — csökkentik e vonalak szállítási önköltségét. Bizonyos határon túl azonban az ilyenfajta intézkedések hatástalanok; így kerül sor arra, hogy az érintett körzetből a vasút önként visszavonul és átadja helyét a gyérebb forgalom kiszolgálására gazdaságilag alkalmasabb versenytársnak: a gépjárműnek. Minthogy a vasutaknál általában a személyszállítás fajlagos költségei a magasabbak, illetőleg — a díjszabásokhoz képest — ebből származik a kisebb fajlagos bevétel, sok esetben csak a vasúti személyforgalmat szüntetik be, míg a vonal áruforgalmát — különféle ésszerűsítési intézkedések bevezetése mellett — igyekszenek megtartani. Más esetekben ez a megoldás sem igér megfelelő gazdasági eredményt, ezért teljesen megszüntetik a vasútvonal üzemét, sőt nem ritkán magát a vasútvonalat is. Mindezen meggondolásoknál, illetőleg a vonatkozó gazdasági kalkulációknál a *vasutak vállalati jövedelmezőségét* tartják szem előtt. A vasút visszavonulásának oka tehát a közvetlen gazdasági kényszerűség, a közlekedési versenyben való alulmaradás, — ami mellett egyáltalán nem biztos, hogy a tőkés ország nemzetgazdaságának egésze szempontjából, adott esetekben a legelőnyösebb megoldás jut érvényre.

A kisforgalmú vasútvonalak problémája napjainkban a sűrűbb vasúthálózattal rendelkező tervállamokban is felvetődik, de megoldási lehetősége, illetőleg módja alapvetően más, mint a tőkés országokban. *Szocialista viszonyok közt* ennek a közlekedési problémának megoldásában is — csakúgy mint a közlekedési ágazatok koordinációjának egyéb vonatkozásaiban — a népgazdasági ráfordítások maximális megtakarításának elve kell, hogy érvényesüljön, ami adott esetben azt jelenti, hogy meg kell keresnünk a kisforgalmú vasútvonalak által érintett vidékek közlekedési szükségletei leghatékonyabb kielégítésének módját. Nyilvánvaló, hogy az erre irányuló vizsgálatoknál a vasúti forgalom jelenlegi módon való fenntartása is mint egy lehetséges változat szerepel, a forgalom lebonyolításának más, megvalósítható változatai mellett. A reálisan szóbajövő változatok elbírálása azután *népgazdasági szintű összehasonlítás* során kell, hogy megtörténjék. Ez azt jelenti, hogy az elbírálásnál nem az egyik vagy másik közlekedési vállalat jövedelmezőségének alakulása a mértékadó, hanem a teljes szállítási folyamat összes ráfordításainak a minimuma. E mellett lényeges szempont a közlekedési szolgáltatások minőségi színvonalának alakulása. Az a cél, hogy az olcsóbb megoldás egyben

jobb, korszerűbb megoldás is legyen, emelje az érintett környék közlekedési kiszolgálásának színvonalát. Az a megoldás, amely a gazdaságosságot és a magasabb minőségi követelményeket is a legjobban kielégíti, lesz a népgazdaságilag leghatékonyabb megoldás.

Az ilyen elvi alapon álló megoldásra a szocialista tervgazdálkodás rendszere teremti meg a lehetőségeket, ahol nem a közlekedési vállalatok partikuláris érdekei szerint alakul a közlekedés fejlesztése, hanem a népgazdaság egészének érdekei szerint. Ez lehetőséget ad arra, hogy ez és az ehhez hasonló közlekedési problémák *objektív, tudományos módszerek* segítségével kerüljenek feltárásra és az ezekre támaszkodó tervszerű koordinációs intézkedések segítségével megoldásra. E feltételek mellett a gyakorlati intézkedések olyan mértékben szolgálják a népgazdaság egyetemes érdekeit, amilyen mértékben a tudományos vizsgálati módszerek megközelítik a valóságos viszonyok feltárását és az optimális megoldási változat kimutatását. Ez aláhúzza az ilyen irányú tudományos munka fontosságát és felelősségét a szocialista közlekedéspolitika megalapozásában.

E néhány általános szempont rövid vázolása után az a célunk, hogy bemutassuk azt a sajátos *hazai vizsgálati metodikát*, amelyet a kisforgalmú vasútvonalak gazdasági problémájának feltárására kialakítottunk. Nem célunk tehát ezúttal, hogy akár a közlekedési koordinációs vizsgálatok általános elméleti alapjaival, akár a kisforgalmú vasútvonalak történeti kialakulásával, a külföldi vizsgálatokkal és gyakorlati eredményekkel, a vonatkozó hazai közlekedéspolitikai célkitűzésekkel bővebben foglalkozzunk. E tekintetben csak utalni kívánunk főként *Csanádi György* levelező tag „Az arányos fejlődés törvényének érvényesítése közlekedésünkben" című, a Magyar Tudományos Akadémián 1958-ban tartott és más előadásaira, valamint a kisforgalmú vasútvonalakra vonatkozó egyéb publikációkra.

Ami most már a vizsgálati metodikát illeti, legyen szabad megemlíteni elsősorban is azt a körülményt, hogy amíg egyfelől a nyugati országokban lefolytatott ilyen jellegű gazdasági vizsgálatok módszerei — a fent előadottakból is érthetően — a mi viszonyaink közt nem voltak alkalmazhatók, addig másfelől a szocialista országok vonatkozásában sem volt ismeretes — publikált — megfelelő módszer. E miatt magunknak kellett egy sajátos, a kisforgalmú vasútvonalak problémájának népgazdasági szintű vizsgálatára alkalmas metodikát kialakítanunk.

Ezzel összefüggésben mindjárt rá kell mutatni arra, hogy noha e kisforgalmú vasútvonalak műszaki és forgalmi viszonyai a gyakorlatban általában igen egyszerűek, a komplex gazdasági vizsgálat számára mégis bonyolult témát jelentenek. A bonyolultság oka egyrészt a viszonylag sokféle lehetséges megoldási variáns, amelyet a vizsgálatba be kell vonni, másrészt a gazdasági hatások sokfélesége, amelyeket számba kell venni, és amelyek jórészt függetlenek attól, hogy a vasútvonal forgalma milyen nagy. Mindezekre tekintettel egy olyan problémával állunk itt szemben, amely — így is mondhatnánk — *egyszerűsített vizsgálati modell* kialakítását teszi szükségessé. Az egyszerűsítés mértékét egyfelől a vizsgálat célja, másfelől a vizsgálat gyakorlati lebonyolíthatósága befolyásolják. E két szempont egymással szembenálló. A vizsgálat célja azt követeli, hogy a gazdasági feltárás a lehető legrészletesebb legyen, minthogy igen kényes, vitatott, a közlekedés fejlesztésében mondhatni történelmi jelentőségű döntéseket kell megalapoznia. Ugyanakkor azonban a bonyolult gazdasági hatások számszerűsíthetőségének nehézségei, nagy

munka- és időigénye szükségessé teszik az egyszerűsítést, minthogy a számítások teljességének és pontosságának bizonyos határon túli fokozása a nehézségeket exponenciálisan növeli.

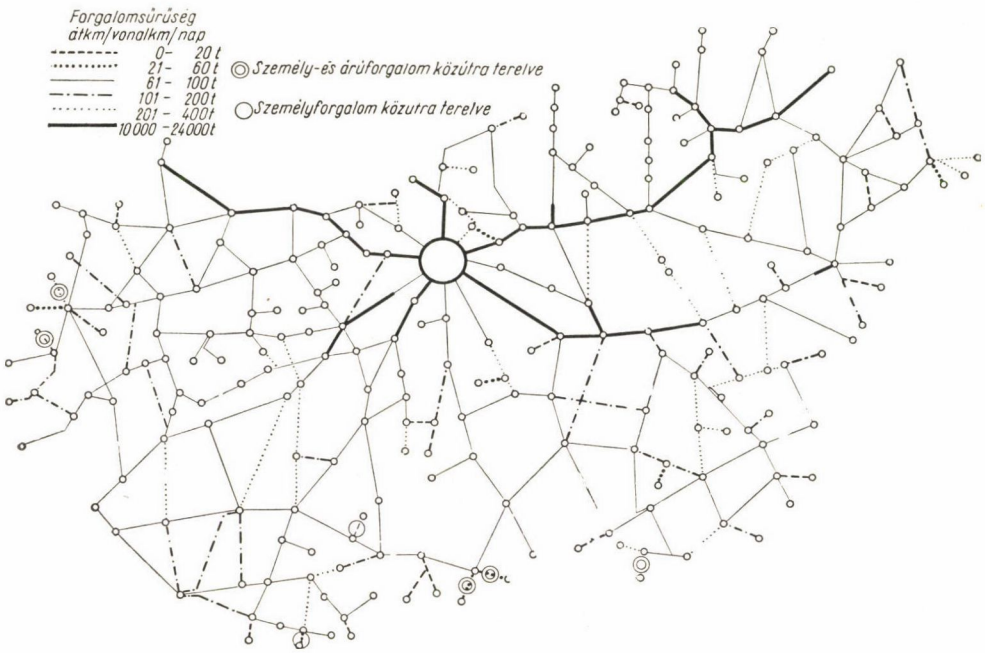
Az a vizsgálati módszer, amely a hazánkban 1955. óta folyó kutatómunka eredménye, igyekezett az említett két ellentétes követelményt úgy kielégíteni, hogy a vizsgálat célját tekintve pontos és sokoldalú, de a számítások végrehajthatóságát tekintve reális, tudatosan egyszerűsítő legyen. Ez a módszer szerves fejlődés eredménye: kialakítása — a szocialista közlekedésgazdasági vizsgálatok alapelveinek tisztázása mellett — főként az által vált lehetővé, hogy a koordinációs célú önköltségszámítások módszertana területén lényegesen előrehaladtunk, s így ezek az elemek beépíthetők voltak abba a komplex gazdasági vizsgálati metodikába, amelyet a *Vasúti Tudományos Kutató Intézet*, az *Autóközlekedési Tudományos Kutató Intézet* és az *Útügyi Kutató Intézet* munkatársaiból álló munkacsoport fejlesztett ki és gyakorlatilag is alkalmaz.

I. A megvizsgálandó vasútvonalak kijelölése

A vizsgálati feladat kijelölése érdekében mindenekelőtt a *magyar vasúthálózat forgalomsűrűségének* feltárására volt szükség.

Az *1. ábrán* bemutatjuk ezeket, az irodalomban részben más ismertetett adatokat.

Ha kiindulásul elfogadjuk, hogy kisforgalmú vonalnak tekintjük azokat a vonalakat, amelyeknek áruforgalmi sűrűsége nem haladja meg a napi 400 tonnát, akkor megállapítható, hogy hazánkban kereken 80 olyan vasútvonal



1. ábra. A magyar vasúthálózat áruforgalmi sűrűsége, a közútra terelt forgalmú vonalak feltüntetésével.

van, amelynek tüzetesebb gazdasági vizsgálata indokoltnak látszik. Ha ezekkel a vonalakkal alaposan és egyedileg kívánunk foglalkozni, hatalmas feladat adódik. Figyelemmel a rendelkezésre álló nagyon is korlátozott kutatói kapacitásra, célszerűnek látszott a következő eljárást követni:

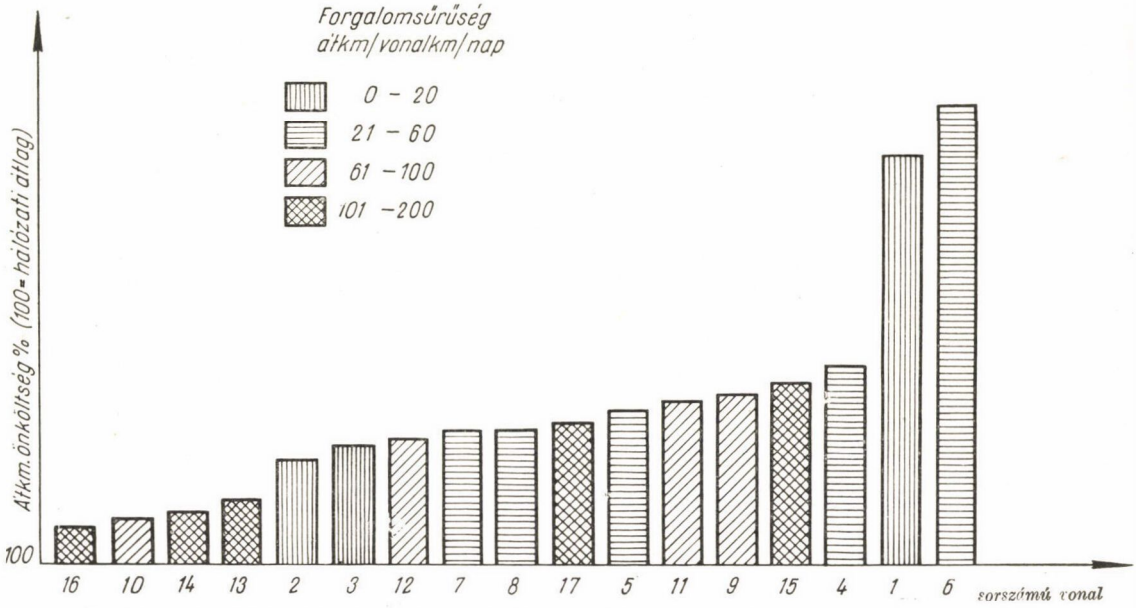
A kisforgalmú vonalakat — mint a térképvázlaton látható — *kategóriákba* osztottuk, mégpedig az átkm/vonalkm/nap dimenzióban kifejezett 0—20, 21—60, 61—100, 101—200 és 201—400 t forgalomsűrűségnek megfelelően. Az első önköltségvizsgálatok számára ezután olyan vonalakat választottunk ki, amelyek az említett első négy forgalomsűrűségi kategóriába tartoznak, tehát forgalomsűrűségük 200 t-ig terjed. E 17 kisforgalmú vasútvonal adatait az *1. táblázatban* mutatjuk be.

1. *táblázat*

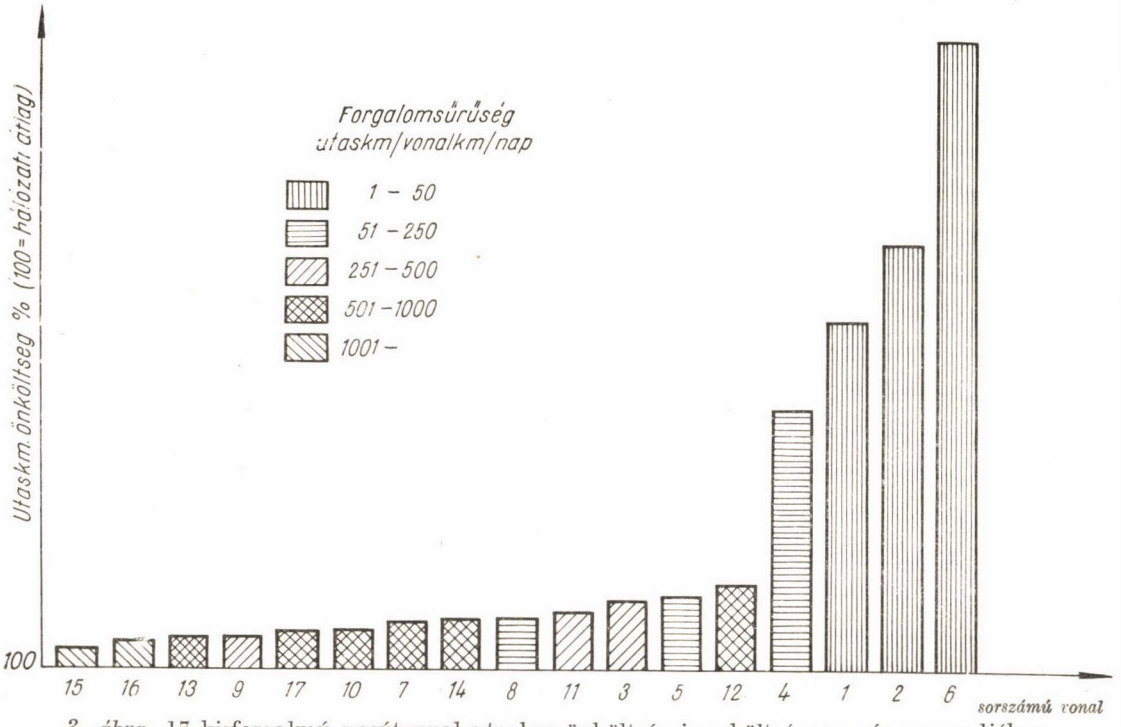
Néhány kisforgalmú vasútvonal utaskm és árutonnakm önköltségeinek aránya
(Index: A hálózati átlagos önköltség = 100)

Sorszáma	A vasútvonal neve	Forgalomsűrűség, árutonnakm/vonalkm/nap	1 utaskm önköltsége	1 árutonnakm önköltsége
1.	Körmend—Pinkamindszent	0—20	1387	787
2.	Sellye—Drávasztára		2117	265
3.	Szőreg—Vedresháza		374	278
4.	Bácsalmás—Csikéria	21—60	1231	433
5.	Bácsalmás—Ólegyen		376	366
6.	Harkányfürdő—Drávaszabolcs		3189	904
7.	Hetényegyháza—Kerekegyháza		212	329
8.	Szombathely—Búcsú		207	330
9.	Baja—Gara	61—100	133	412
10.	Baja—Hercegszántó		164	179
11.	Fábiánsebestyén—Árpádhalom		283	389
12.	Kétegyháza—Elek		389	314
13.	Mezőhegyes—Battonya	101—200	126	211
14.	Mezőtúr—Túrkeve		231	192
15.	Murony—Békés		52	425
16.	Szombathely—Rum		102	154
17.	Zalabér—Sárvár		138	343

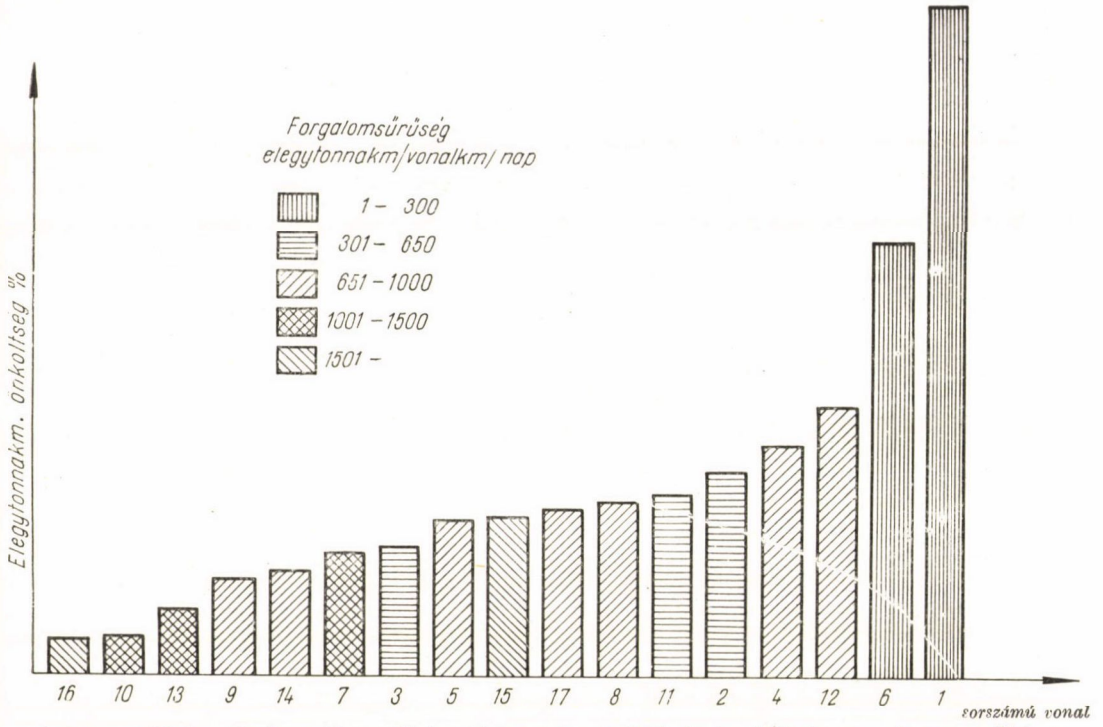
Ezek az ugyancsak már nyilvánosságra hozott adatok elsősorban azért igen érdekesek, mert jól bizonyítják azt a tényt, hogy a vasúti kapacitás kihasználtságának lényeges csökkenésével az önköltség rohamosan növekszik. Látható, hogy szélső esetben 1 átkm önköltsége a 9-szerese, 1 utaskm önköltsége pedig a 32-szerese volt a hálózati átlagos önköltségnek. Fel kell hívnunk a figyelmet azonban arra a körülményre, hogy a hálózati átlagos önköltségek a legrosszabbul kihasznált, napi néhány t forgalmat lebonyolító mellékvonalak és a legnagyobb, kb napi 24 000 t forgalmat lebonyolító fővonalak átlagaként adódnak. A fővonalak önköltségéhez viszonyítva tehát a kisforgalmú vonalak



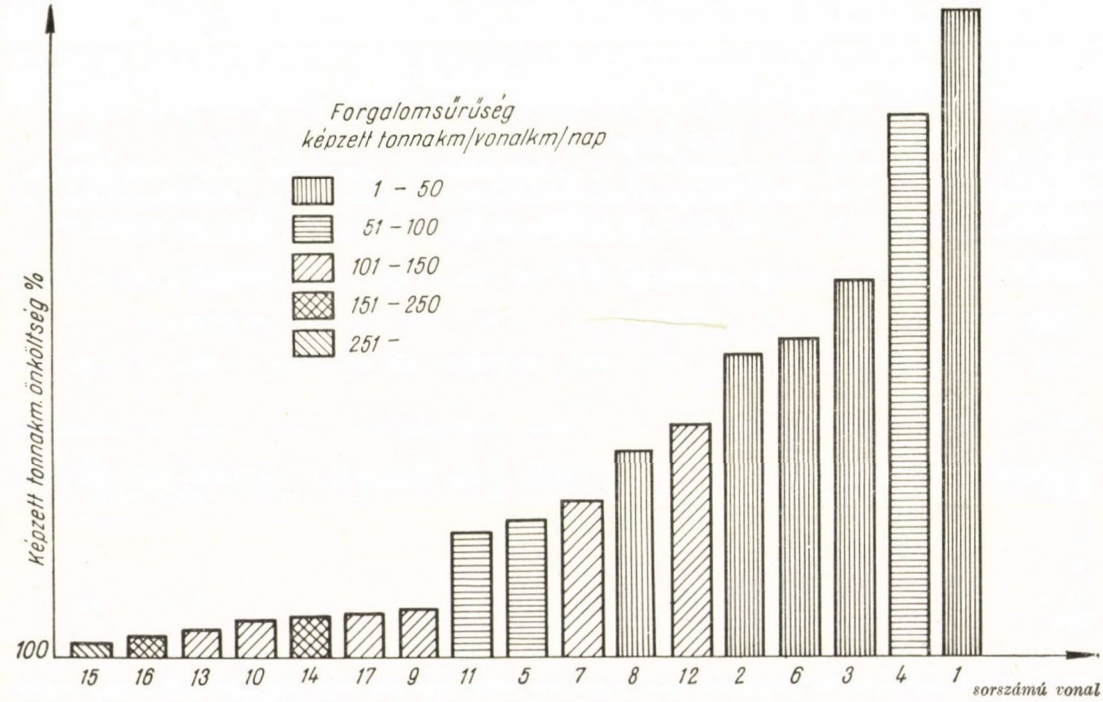
2. ábra. 17 kisforgalmú vasútvonal átkm-önköltségei, a költségnagyság sorrendjében



3. ábra. 17 kisforgalmú vasútvonal utaskm-önköltségei, a költségnagyság sorrendjében



4. ábra. 17 kisforgalmú vasútvonal képzett-tonnakm önköltségei, a költségnagyság sorrendjében



5. ábra. 17 kisforgalmú vasútvonal össz-elegytonnakm önköltségei, a költségnagyság sorrendjében

önköltsége még sokkal nagyobb aránybeli eltolódást mutat. Mindez eléggé meggyőző lehet a tekintetben, hogy ezeknek a vonalaknak sorsával érdemes és szükséges foglalkozni.

Módszertani szempontból azonban az *1. táblázat* adatai még fontosabb tanulsággal szolgálnak: megállapítható ugyanis belőlük, hogy az áruforgalom nagysága és az áruszállítási önköltség alakulása közt nincs szigorú lineáris összefüggés. Még jobban szemlélteti ezt a *2. ábra*, amelyben az 1. táblázatban szereplő 17 vasútvonal átkm-önköltségeit rajzoltuk fel, a költségnagyság sorrendjében, egyben azt is jelöltük — a hasábok megfelelő vonalkázásával — hogy az egyes vonalak milyen forgalomsűrűségi kategóriába tartoznak. Látható, hogy a 16. sorszámú vonal önköltsége a legalacsonyabb és egyben a legnagyobb forgalomsűrűségű kategóriába tartozik, azaz a napi 101—200 t értékek közé esik; a 6. sorszámú vonal önköltsége pedig a legnagyobb, de ez már nem a legkisebb, napi 0—20 tonnás forgalomsűrűségi kategóriában szerepel, hanem a 21—60 tonnás csoportban. Ugyanígy pl. a 15. sorszámú vonal a legsűrűbb forgalmú kategóriába tartozik, önköltsége mégis magas: hátulról számítva a negyedik, — míg a 2. sorszámú vonal a legalacsonyabb forgalmú kategóriát képviseli, önköltsége viszont elég alacsony: a költségnagyság sorrendjében az ötödik stb.

Mindebből leszűrhető az a megállapítás, hogy noha a grafikon általános képe jelzi azt a törvényszerűséget, hogy a forgalom csökkenésével az önköltség növekszik, a *forgalomnagyság és a költségnagyság között még sincs szoros összefüggés.*

E tekintetben helytálló lehet az az ellenvetés, hogy a forgalomnagyság és az önköltségalakulás szoros összefüggése azért nem mutatkozik, mert itt csak a vonalak *áruforgalmára* voltunk tekintettel, viszont e vonalakon *személyforgalom* is van és e kettő nagyságának aránya vonalanként különböző. A kérdés tisztázása érdekében dolgoztuk ki a *3. ábrát*, amely az utaskm-önköltség és az utasforgalmi sűrűség szerint tünteti fel ugyanezeket a vonalakat, továbbá a *4. és 5. ábrát*, amelynek a képzett-tonnakm, valamint az össz-elegytonnakm önköltségének nagyságrendjét mutatják, a megfelelő forgalomsűrűségi kategóriák szerint. Ez az utóbbi három ábra ugyanazt a konkluziót erősíti meg, amelyet az imént levontunk, vagyis, hogy a forgalomsűrűség és az önköltség nagysága közt nincs lineáris összefüggés, ami nyilvánvalóan e vonalak helyi, az önköltséget befolyásoló egyéb sajátosságaival függ össze.

Ez a felismerés azért volt alapvetően fontos a számunkra, mert számszerűen is megerősítette azt a korábbi, elméleti megfontolásokra alapított véleményünket, hogy a hazai kisforgalmú vasútvonalak gazdaságosságának elbírálása csak *minden egyes vonal részletes vizsgálatával* oldható meg, ellentétben azokkal a törekvésekkel, melyek ezt a problémát túlzottan leegyszerűsített módon kívánják kezelni. Egyes nyugati vasutaknál, illetőleg a szakirodalomban ugyanis bizonyos forgalomsűrűségi határértékeket állapítottak meg, — ilyen a fentebb említett napi 400 t áruforgalom is —, amelyen alul minden további költségvizsgálat nélkül, az érintett vasútvonalakat, mint nem rentábilis vonalakat kívánják racionalizálni, illetőleg teljesen likvidálni. Megjegyzem, hogy ennek a felfogásnak nálunk is akadtak hangadói. A bemutatott részletes és pontos helyi vasúti önköltségszámításokon alapuló adatok azonban érthetővé teszik, hogy Magyarországon nem követtük ezt az utat, hanem vállaltuk a részletes, vonalankénti gazdasági vizsgálat terheit, amivel szemben azonban sokkal megnyugtatóbb eredményekhez juthattunk.

Azokat a vonalakat azután, amelyeknek vasúti vonali önköltségeit kiszámítottuk, részletes *helyszíni vizsgálatok* során is feltártuk és összehasonlítottuk, főleg a következő adatokat véve figyelembe:

1. A vasútvonal hasznos teljesítményeit és a várható forgalomváltozásokat, mind az utas-, mind az áruforgalom szempontjából. Az áruforgalomra vonatkozóan különösen vizsgáltuk a fuvarozott árufajtákat, azok sajátosságaira tekintettel, az áruáramlatok irányát és az áruterítési területeket, a közúti fel- és elfuvarozási távolságokat, valamint a forgalom szezonális ingadozásait.

2. A vasútvonal műszaki adottságait és állapotát, főként a felépítmény szempontjából.

3. A közúti fuvarozás adottságait és lehetőségeit, főleg a meglévő közutak állapotára tekintettel.

A helyszíni vizsgálatok és az önköltségszámítások adatai alapján azután *ki lehetett választani azokat a vonalakat, amelyekre vonatkozóan a részletes gazdasági vizsgálatok elvégzése elsősorban indokolt.* Irányelvnek tekintettük, hogy elsősorban olyan vonalakat válasszunk ki, ahol a forgalom esetleges közútra terelése, illetőleg más racionalizálási intézkedés előreláthatólag a legnagyobb gazdasági hasznot eredményezi, továbbá — figyelemmel a környék várható gazdasági és kulturális fejlődésére — a vasúti forgalom teljes vagy részleges beszüntetése semmiféle nehézséget nem okozhat a személy- és áruforgalom lebonyolításába.

A vizsgálatnak ez az első, ismertetett szakasza tehát biztosította olyan kisforgalmú vonalak kiválasztását, amelyek minden szempontból alkalmasnak látszottak a megteendő racionalizálási intézkedések számára.

II. A forgalomlebonyolítási variánsok

A további feladat volt az egyes kisforgalmú vasútvonalak által érintett környék lehetséges *forgalomlebonyolítási variánsainak* kijelölése.

E tekintetben a gazdasági vizsgálat célját tartottuk szem előtt, vagyis azt, hogy a kisforgalmú vasútvonalon a *jelenlegi módon* lebonyolódó személy- és áruforgalom miként bonyolítható le *más módon* — népgazdasági szinten — gazdaságosabban, beleértve a vonal forgalmának részben vagy egészben közútra való terelését is.

A vizsgálat során a forgalom jelenlegi lebonyolításai módjának, a vasúti szállításnak — mint *1.* változatnak — mutatószámait általában a következő, a hazai viszonyaink közt gyakorlatilag szóbajövő *megoldási változatok* mutatóival állítottuk szembe:

2 Egyszerűsített vasúti szolgálat. Ez esetben a személy- és áruforgalmat továbbra is a vasút bonyolítja le, de megszűnik a vizsgált vonal állomásain és a jegykiadó helyeken az állomási szolgálat (azokon a helyeken, ahol a jegyvizsgálók jutalék-összege kisebb, mint az állomási szolgálat költsége). Ez esetben a menetjegyeket a vonatkísérő személyzet adja ki, az áruk közvetlen felvételét és kiszolgáltatását a vonatvezető végzi, míg a kocsik megrendelésével, kiállításával és a fuvarköltség elszámolásával, az értesítéssel stb. kapcsolatos teendőket az elágazó állomás személyzete látja el.

3. A vasúti vontatás dieselesítése. Ez esetben a személy- és áruforgalom lebonyolításában nincs változás, csupán a jelenlegi gőz- (vagy vegyes) vontatást váltja fel a tiszta dieselüzem. (Megjegyezzük, hogy a jelen helyzetben

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI KÖZPONTJA

a vizsgált vonalakon — az engedélyezett tengelynyomás miatt — a motorkocsik mellett általában csak az M. 28. sor., 130 LE-s dieselmozdony alkalmazható.)

4. A vasút csak az áruforgalmat bonyolítja le, iparvágányszerű kiszolgálással. Ez esetben általában kétféle megoldás lehetséges:

a) A vasúti áruforgalom egyszerűsített módon bonyolódik le úgy, hogy a vonal állomásain nincs állomási szolgálat,

b) a vasút az áruforgalmat változatlanul lebonyolítja, az állomási kereskedelmi szolgálat is megmarad, csupán a vonal kiszolgálása történik a menetrendszerű vonatok helyett iparvágánymenetekkel.

5. A vasút csak a személyforgalmat bonyolítja le, egyszerűsített módon. Ennél a változatnál az áruforgalom teljes egészében közútra kerül, a vasúti személyforgalom pedig az elmondottak szerint egyszerűsített módon bonyolódik le, kizárólag motorkocsikkal.

6. A vasúti forgalom teljesen megszűnik, de a vasúti pálya megmarad. Ez esetben mind a személy-, mind az áruforgalmat közúton bonyolítják le, a megmaradó vasúti pálya minimális felügyelete és fenntartása mellett. Ez általában 3 naponkénti pályaőri vonalbejárást és csekély fenntartási munkát (gyomirtás, aláverés stb.) jelent.

7. A vasútvonal teljesen megszűnik, a pályaberendezések elbontásra kerülnek.

Ezeket a megoldási változatokat a *2. táblázat* első oszlopa sorolja fel.

2. *táblázat*

Megoldási változatok és gazdasági mutatók

Megoldási változat	Érték	Természetes és minőségi
	mutatók	
1. Változatlan vasúti forgalom	1. Vasúti és közúti személy- és áruszállítás önköltsége	1. Vasúti és közúti dolgozók létszáma, valamint munkatermelékenysége
2. Egyszerűsített vasúti szolgálat	2. Vasúti és közúti menet- és fuvardíjak	2. Szén- és gázolajfogyasztás tonnában és kalória-egyenértékben
3. Gőzvontatás helyett dieselvontatás	3. Útberuházás összege és megtérülési ideje	3. Gőzmozdony- és dieselmozdonyóra, személy- és teherkocsióra, tehergépkocsi- és pótkocsióra, autóbusz- és pótkocsióra
4. Vasúti személyszállítás, közúti áruszállítás	4. Vasúti pálya visszanyerem-nyének értéke	4. Utazási (menettartam) sebesség a vasútnál és a gépkocsinál
5. Vasúti áruszállítás, közúti személyszállítás	5. Felszabaduló ingatlanok értéke	
6. Vasúti forgalom teljesen megszűnik, pálya megmarad		
7. Vasúti pályát elbontják		

További változatként elvileg szóbajöhet még az a megoldás, hogy a *vasúti áruforgalmat csak a csúcsidényben tartjuk fenn*, az év más szakában azonban a közút bonyolítja le, ami mellett a személyforgalom általában teljesen közútra kerül. Eddigi vizsgálataink során azonban ez a változat nem mutatkozott reálisnak. Nem volt olyan vonal, ahol különösen nagy árutömeg rövid időszakban kerülne elszállításra, amelyet közúton ne lehetne zökkenőmentesen lebonyolítani, illetőleg, amely mellett ez a megoldás — az egész éven át folytatott iparvágányszerű kiszolgáláshoz képest — a vasúti ráfordításokban előnyt jelentene.

III. A vizsgálati metodika alapelvei

Ismerve most már a részletes vizsgálatra kijelölt vonalakat és kijelölve az e vonalakon szóbajöhető, reális forgalomlebonyolítási változatokat, volt szükség a szűkebben értelmezett *összehasonlító gazdasági vizsgálat módszerének kialakítására.*

E módszerre vonatkozóan három lényeges és jellemző *alapelvet* szükséges kiemelni; ezek a következők:

1. a vizsgálat közlekedésföldrajzi határainak megvonása;

2. a vasúti és közúti forgalomlebonyolítási változatok eseteire a teljesítmények összehasonlíthatóságának biztosítása,

3. a teljes szállítási folyamatok összes ráfordításának számbavétele, valamennyi forgalomlebonyolítási változatra.

Ad 1. A számítások gyakorlati végrehajthatóságának egyik alapfeltétele, hogy a szállítási folyamatokat térbelileg elhatároltan, a *kisforgalmú vasútvonal meghatározott körzetére* szorítkozva, a vasúti hálózat más részeitől izoláltan vizsgáljuk.

Kétségtelen, hogy elméletileg az lenne a kifogástalan eljárás, ha a kisforgalmú vasútvonalon lebonyolódó utas- és áruszállítások összes, az országos hálózat legkülönbözőbb pontjait érintő viszonylatát figyelembe vennénk és az egyes megoldási változatokra a teljes útvonal ráfordításait számítanánk. Ez azonban a feladat gyakorlati megoldását csaknem lehetetlenné tenné, minthogy számtalan viszonylat által érintett vasútvonal vonali önköltségeit kellene ismernie, illetőleg kiszámítani. Meg kellett tehát elégedni azzal a megoldással — és az e vizsgálat célját és körülményeit tekintve megengedhető egyszerűsítésnek bizonyult — hogy a kisforgalmú vonalat érintő utasok és áruk útjának csak azt a szakaszát vonjuk be a vizsgálatba, amely a vasútvonal meghatározott körzetébe esik.

E körzet kijelölése az adott hazai viszonyok közt és az eddig vizsgált vonalaknál nem okozott különösebb nehézséget, minthogy az érintett vasútvonalak mind *szárnyvonalak* voltak, amelyeknek üzleti hossza 3,3 és 19,4 km között változott (átlag 11,4 km).

A legegyszerűbb eljárást az *utasforgalmat* illetően követjük; a vasúti személyszállításnál kizárólag a kisforgalmú vonalon lebonyolódó utasforgalomra vagyunk tekintettel, az autóbuszközlekedésnél pedig ugyancsak a vasútvonal által kiszolgált helységek egymás közti forgalmát vesszük figyelembe.

Az *áruforgalmat* illetően már némileg bonyolultabb a helyzet. A vasúti ráfordításokat itt is általában csak a kisforgalmú vonal viszonylatában számítjuk. Olyan esetekben azonban, amikor a kisforgalmú vonal által kiszolgált helységekbe rendelt vagy onnan küldött áruk — a vonal forgalmának meg-

szüntetésével — előnyösebben fuvarozhatók oly módon, hogy nem a csatlakozó állomáson, hanem a csatlakozó vonal más állomásain kerülnek fel-, illetőleg leadásra, ezeket vesszük figyelembe.

Ebből a célból, valamint a közvetlen közúti fuvarozások behatárolása végett egy olyan *50 km sugarú kört* tekintünk mértékadónak, amelynek középpontja a kisforgalmú vonal csatlakozó állomása. E körön belül az áruáramlatokat a legrövidebb szállítási távolság figyelembevételével alakítjuk ki.

Az esetekben, amikor a tehergépkocsifuvarozás — az 50 km sugarú körön belül — olyan fuvarozásokat végez, amelynél korábban a kisforgalmú vonalon túlmenően, a csatlakozó vonalakon is merült fel vasúti fuvarozási teljesítmény, kerül sor a kisforgalmú vonal árufuvarozási ráfordításai mellett, a csatlakozó vonalon felmerülő vasúti fuvarozás önköltségeinek a számbavételére is.

Ad 2. Megvonva ily módon a vizsgálat közlekedésföldrajzi határait, megoldható a második alapelv érvényesítése, nevezetesen a *vasúti és közúti teljesítmények összehasonlíthatósága.*

A kisforgalmú vasútvonal forgalmának közútra terelése esetében ugyanis a forgalom térbeli lefolyása lényegesen megváltozik: a vasútvonalon haladó koncentráltabb áru- és utasáramlat (amelynek rövidtávú kiágazásai a közúton csak a vasútállomások, megállóhelyek, valamint az utasok és áruk kiindulási, illetőleg rendeltetési helyei közt alakultak ki) részeire bomlik; a vasútvonal által kiszolgált helységek és a közúthálózat földrajzi adottságai szerint több viszonylat alakul ki.

Ebből nyilvánvalóan következik, hogy a kisforgalmú vasútvonal árutonnakm és utaskm teljesítményei nem fogadhatók el a közúti fuvarozás teljesítményei gyanánt és helytelen volna a közúti fuvarozás ráfordításait a vasúti teljesítmények volumenére megállapítani. Az összehasonlítás csak akkor lesz kifogástalan, ha az azonos szállítási feladatokhoz szükséges szállítási teljesítményeket — amelyek adott esetekben lényegesen eltérhetnek egymástól — mindkét közlekedési ágazatnál felmérjük és ezekre állapítjuk meg a ráfordításokat.

Ennek biztosítását szolgálja a *vasúti forgalom ún. „transzponálása"* a *közútra*, amelynek módszere a következő:

A kiindulás a kisforgalmú vasútvonal forgalmi statisztikája: a kocsirakományú és darabárú, poggyász és expresszáru, valamint az utasforgalom adatai, a feladó és rendeltetési, illetőleg induló és célállomások szerint, az árukra az árufajta és a tonna-mennyiség, a személyforgalomban az utasok számának megjelölésével.

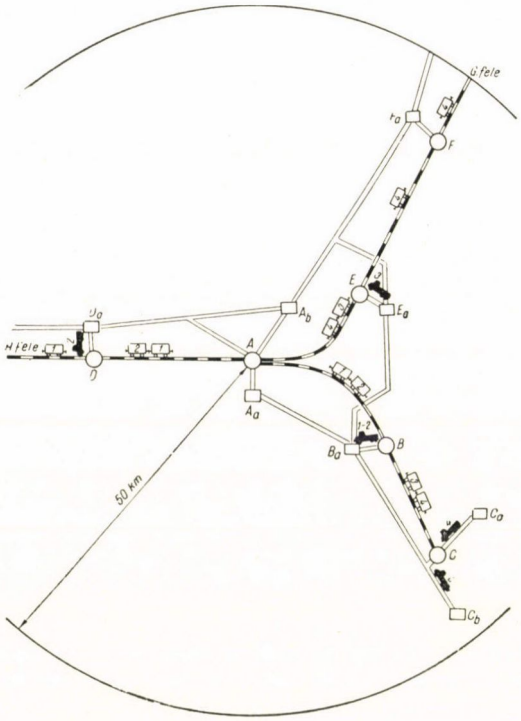
A *kocsirakományú árukat* illetően általános jelenség, hogy a kisforgalmú vonalak állomásainak egymásközti forgalma igen csekély; a forgalom egy további hányada a szomszédos vasútvonalak állomásaira, legnagyobb része pedig távolabbi állomásokra irányul, illetőleg az áruk ott kerülnek feladásra.

Ez a körülmény lehetővé teszi, hogy első lépésben vonalanként egy, esetleg — a közlekedésföldrajzi viszonyoktól függően — két vasútállomást jelöljünk ki *csatlakozó állomásként* („központi pályaudvar"), ahol a *távolsági forgalomnak* a közútról a vasútra és fordítva történő átadását előirányozzuk. Ezzel az eljárással a statisztikailag feldolgozott viszonylatok száma nagy mértékben lecsökken, minthogy a távolsági forgalom a továbbiak során már csak mint csatlakozó közúti forgalom szerepel a vizsgált vonal körzeteinek fel-, illetőleg leadási helyei és a kijelölt csatlakozó vasútállomás (állomások) közt.

A maradék, rövid távú — az 50 km sugarú körbe eső — forgalmat, mint *közvetlen közúti forgalmat* dolgozzuk fel.

Mind a közvetlen, mind a csatlakozó áruforgalmat ezután havi adatokat tartalmazó *táblázatokba* foglaljuk össze, viszonylatonként és ezen belül árunemenként.

Az elmondottak szerint adódó közúti fel- és leadási helyeket természetesen a legrövidebb közúti távolságok alapján kötjük össze, azonban csak a



6. ábra. A—C vonal feladási forgalma a közútra terelés előtt

portalan és a makám burkolatú utakat tekintjük a forgalom lebonyolítására alkalmasnak, a földutakat figyelmen kívül hagyjuk.

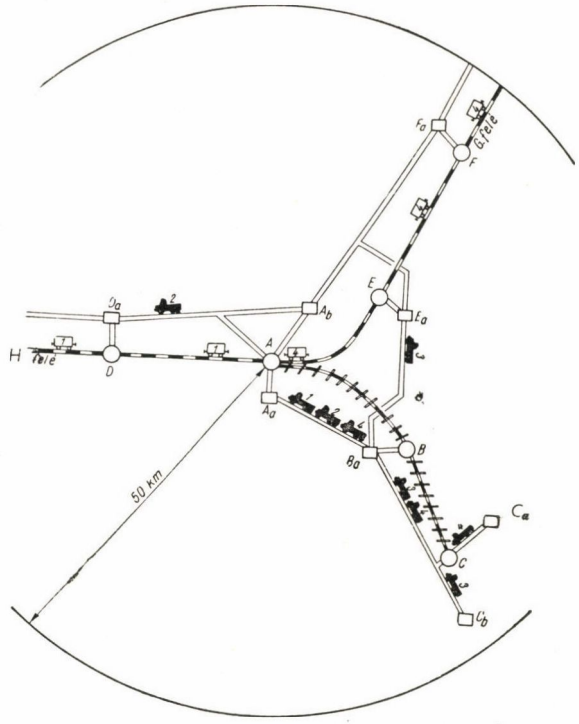
Ily módon megkapjuk *az 50 km-sugarú körön belül lebonyolódó közúti áruforgalom teljes földrajzi struktúráját*, aminek alapján lehetővé válik az így elképzelt közúti forgalom teljesítményeinek kiszámítása.

Az elmondottakat egy leegyszerűsített *példával* illusztráljuk.

A *6. ábra* egy képzeletbeli *A—C* kisforgalmú vasútvonal feladási forgalmát ábrázolja a közútra terelés előtt, a *7. ábra* pedig a vasútvonal forgalmának megszüntetése, azaz a közútra terelése után.

Mint a *6. ábrán* látható, a *C* és *B* feladási állomásokon feladott küldeményeket — amelyek *Ca*, *Cb* és *Ba* helységekből származnak — *A* csatlakozó állomásra továbbítják, ahonnan azok *D* és *E* leadási állomásokon keresztül *Da*, illetőleg *Ea* helységbe jutnak, más küldemények pedig — az 50 km-es körzeten túlra — *G* és *H* felé nyernek vasúton továbbítást.

A *7. ábra* a megváltozott helyzetet ábrázolja a forgalomátterelés után. Az *A*—*C* vasútvonalon a forgalom megszűnvén, *Ca*, *Cb* és *Ba* helységek küldeményeit tehergépkocsik továbbítják, részben *A* csatlakozó állomásra, részben — közvetlenül közúton — *Da* és *Ea* helységekbe. Az *A* csatlakozó állomásra csak azok a küldemények kerülnek, amelyek *G* és *H* felé, az 50 km-es körzeten túlra, vasúton mennek tovább.



7. ábra. A—C vonal feladási forgalma a közútra terelés után

Ez az egyszerű példa is megvilágítja, hogy noha a küldemények viszonylatai azonosak maradtak, a továbbításukhoz tartozó km-teljesítmények megváltoztak.

A valóságos viszonyok természetesen a bemutatott példánál — főként, ha a feladási forgalom mellett a leadási forgalmat is figyelembe vesszük — jóval összetettebbek. Eddigi vizsgálataink során a kocsirakományú áruk számára az egyes kisforgalmú vasútvonalak körzetében általában 6—12 viszonylat adódott.

Megállapítva a szóban levő viszonylatok közúti km-távolságát, továbbá — a statisztikai adatokra támaszkodva — megtervezve a közúti forgalom lebonyolításának módját, *a közúti fuvarozás üzemi teljesítményei kiszámíthatók.* E számítások részletes ismertetését mellőzve, csupán röviden annyit említek meg, hogy a közúti teljesítményeket olyan, negyedévekre vonatkozó mutatószámokban fejezzük ki, amelyek a közúti önköltségszámításokhoz szükségesek.

Megállapítjuk tehát az *áruszállításhoz* felhasználandó tehergépkocsik, illetőleg pótkocsik típusát (nálunk többnyire 3,5 tonnás gépkocsi és 2,5 tonnás pótkocsi) és ezek árutonnakm-teljesítményét, a járműveknek az egyes árufajtákkal való kihasználhatósága alapján a fuvarok számát, a rakott km-teljesítményt és az átlagos szállítási távolságot. A fel- és leadási forgalom százalékaránya alapján kiszámítható — a műszaki és üzemi sebesség segítségével — a fuvar-, menet- és állásórák mennyisége, végül az átlagos rakománysúly és az 1 tonnára eső állásóra.

A *darabáruforgalom* transzponálási módszere annyiban tér el a kocsirakományú forgalométól, hogy menetrendszerű darabárus járatokat tervezünk. A menetrendek és a vasúti darabáru-forgalom adataiból az összes szükséges mutatószámok képezhetők.

A *személyforgalom* tekintetében alapelvül szolgál, hogy a vasúti menetrendben szereplő valamennyi közlekedő személyvonat helyett kell autóbuszjáratot tervezni, hogy a közlekedési lehetőségek a gyakoriság szempontjából ne legyenek kedvezőtlenebbek. A vasútnak az állomásokra és ezen belül az induló és érkező utasokra vonatkozó statisztikai adatai alapján — a helyszíni vizsgálat eredményeire támaszkodva, — lehet az utasmennyiséget a közlekedett vonatokra, illetőleg az autóbuszjáratokra elosztani. A járatmenetrendek, illetőleg a közlekedési tervek szolgáltatják a szükséges teljesítményi adatokat: a járatok számát, egy járat átlagos útvonalhosszát, a hasznos és önkezelési km-ek mennyiségét stb.

Az így képzett teljesítményi adatokból a tehergépkocsik és pótkocsik, illetőleg autóbuszok és autóbusz-pótkocsik szükséges mennyisége is megállapítható.

Ad 3. A harmadik alapelv: a *teljes szállítási folyamatok összes ráfordításainak számbavétele.*

E tekintetben figyelembe kell venni, hogy a teljes *áruszállítási folyamat* önköltségének egyes elemei — aszerint, hogy hol merülnek fel — általában három csoportba oszthatók:

a) a közlekedési vállalatok folyó termelési ráfordításai;

b) a közvetlenül a feladónál, illetőleg az átvevőnél felmerülő költségek (fel- és elfuvarozás, rakodás költségei), — kivéve az alapvető szállítási teljesítményekért a közlekedési vállalatoknak fizetendő fuvarköltségeket;

c) a szállítás egyéb ráfordításai, amelyek közé jelen esetben, a gépjárműközlekedést illetően a közutak költségei tartoznak.

A *személyszállítási folyamat* önköltségeinek elemei pedig 2 részből: a közlekedési vállalat önköltségéből és — az autóbuszközlekedést illetően — a közutak költségeiből állanak.

A különböző megoldási variánsok összehasonlíthatósága megkívánja, hogy minden esetben a teljes szállítási folyamatot és annak valamennyi ráfordítását figyelembe vegyük, természetesen az előzőekben ismertetett közlekedésföldrajzi elhatárolás keretein belül.

Ez azt jelenti pl., hogy a jelenlegi *vasúti áruforgalom szállítási önköltsége* a következő elemekből áll:

1. a vizsgált vasútvonal összes árufuvarozási ráfordításai, a későbbiekben tárgyalandó egyedi önköltségszámítási módszer alapján;

2. a felfuvarozás a vasútra és az onnan történő elfuvarozás költségei, átlagolt távolság (pl. 2 km) és költségek alapján;

3. a vasúti kocsiba történő be- és kirakás költségei, a kézi erővel történő rakodás átlagos költségei alapján;

4. egyes esetekben, amikor az 50 km-es körzeten belül az áruk vasúti feladása nem a kisforgalmú vasútvonal csatlakozó állomásán, hanem más vasútállomáson történik, a csatlakozó vasútvonalon végbemenő — az említett két állomás közti — fuvarozás önköltsége, a forgalomsűrűség szerint differenciált hálózati átlagos önköltségek alkalmazásával.

IV. A mutatószám rendszer

Megismerve az összehasonlító gazdasági vizsgálati metodika három fontos alapelvét, rátérhetünk a sokoldalú elbírálást biztosító *mutatószámrendszer* ismertetésére. Valamennyi forgalomlebonyolítási változatra a 2. *táblázatban* feltüntetett értékmutatók, illetőleg természetes és minőségi mutatók kiszámítása mutatkozott indokoltnak.

Az *értékmutatók :*

1. A teljes szállítási folyamat önköltsége a vasúti és közúti személy- és áruszállításnál.

2. A vasúti és közúti menet- és fuvardíjak.

3. Az esetleges útberuházás összege és megtérülési ideje.

Ha a vasúti pálya is elbontásra kerül, további értékmutatóként szerepeltetendő:

4. A vasúti pálya visszanyereményének értéke.

5. A felszabaduló ingatlanok értéke.

A *természetes és minőségi mutatók* a következők:

1. A vasúti és közútid olgozók létszáma, valamint munkatermelékenysége.

2. A szén, illetőleg gázolajfogyasztás tonnában, valamint kalória-egyenértékben.

3. Járműórák, éspedig: gőzmozdony- és dieselmozdonyóra, vasúti személy- és teherkocsióra, tehergépkocsi- és pótkocsióra, valamint autóbusz- és autóbusz-pótkocsióra.

4. Utazási (menettartam) sebesség a vasútnál és a gépkocsinál.

A vizsgálati feladat jellegéből következik, hogy a felsorolt mutatószámok közül a legnagyobb súllyal az értékmutatók, ezek közül is az önköltségi mutatók esnek latba.

A *vasútvonal önköltségeit* egy e célra szolgáló, egyedi önköltségszámítási módszer segítségével számítjuk ki, amelyet a *Vasúti Tudományos Kutató Intézetben Fehérvári László* kutató dolgozott ki. A módszer részletes ismertetését — annak nagy terjedelme miatt — mellőzöm, a szakirodalomban egyébként is hozzáférhető.

E módszer jellegzetessége, hogy a közvetlen és a költségmutatós önköltségszámítás rendszerét kombináltan alkalmazza, azaz az olyan teljesítmények ráfordításait, amelyek nagyobb adatgyűjtés nélkül megismerhetők, közvetlenül veszi számításba, és költségmutatókat csak ott használ, ahol közvetlen költségek nem állnak rendelkezésre, és megállapításuk munkaigénye nem volna arányban az elérhető eredménnyel. Ily módon e módszer kellő pontosságot biztosít és lehetővé teszi a szolgálati helyekkel, valamint a pályával kapcsolatos költségek helyes megállapítását is.

A költségek számításánál a módszer a kisforgalmú vasútvonalra szorítkozik, kizárva a vonalat határoló csatlakozó állomások költségeit, abból indulva

ki, hogy a csatlakozó állomások üzemi teljesítményei lényegében akkor is felmerülnek, ha a kiágazó kisforgalmú vonalon nincs forgalom. Olyan esetekben azonban, amikor a vizsgált vonal kiszolgálása a csatlakozó állomások munkáját — így költségeit is — lényegesen befolyásolja, a csatlakozó állomások megfelelő költséghányadát is figyelembe kell venni. (Megjegyezzük, hogy az általunk eddig vizsgált ilyen kisforgalmú szárnyvonalaknál ennek szüksége nem merült fel.)

A módszer — a MÁV számlaosztály rendszerét követve — sorra veszi a vasúti szakszolgálatnak az adott kisforgalmú vonalakon felmerülő ráfordításait, egy teljes gazdasági évre vonatkozóan, mindenütt kiegészítve azokat a szakszolgálat állóeszközeinek értékcsökkenési leírására fordítandó költségrésszel, valamint a központi igazgatás részarányos költségével. Az így kiszámított összes vonali költségeket azután szét kell bontatni a fő költségviselőkre: a személy- és áruszállításra. A szétbontásnál a kisforgalmú vasútvonalakon nagy szerepet játszó vegyes-vonatok teljesítményei is megosztásra kerülnek a személy- és áruszállítás szempontjából.

Végeredményben az alkalmazott önköltségszámítási módszer segítségével megkapjuk a kisforgalmú vasútvonal összes személy- és áruszállítási ráfordításait egy évre vonatkozóan, amiből a vonal átlagos fajlagos (1 utaskm-re és 1 árutonnakm-re eső) önköltsége is kiszámítható.

A *közúti önköltségek* számításának alapja az a módszer, amelyet az *Autóközlekedési Tudományos Kutató Intézet* munkatársai: *Haris Béla* és *Kovács László* dolgoztak ki, támaszkodva *Kánya Ernő* kandidátusnak a közlekedési ágazatok összehasonlításra alkalmas önköltségei kiszámítására szolgáló módszerére. Az említett számítási módszereket szakirodalmunk ugyancsak közölte.

A közúti fuvarozási önköltségek számítására szolgáló módszer — az azonos elvi alapok, a kellő részletesség és teljesség folytán — olyan önköltségi értékeket eredményez, amelyek a vasúti önköltségekkel összehasonlíthatók.

E módszer segítésével a kisforgalmú vasútvonal tekintetében területileg illetékes Autóközlekedési Vállalat átlagos fajlagos önköltségi értékeit számítjuk ki, azokra a teljesítményi adatokra, amelyeket az előzőkben a vasúti forgalom közútra való transzponálása eredményeként már tárgyaltunk.

A kocsirakományú árukra vonatkozóan a szóban levő Autóközlekedési Vállalat negyedéves önköltségszámításából megállapítható az 1 súlyzott km-re, valamint az 1 fuvarórára eső változó költség, továbbá az állandó és változó költségek arányát jelző ún. pótlékkulcs, és az útminőség súlyozó tényezőjének értéke is. Ugyancsak beépítésre kerülnek e vállalati önköltségbe a felügyeleti hatóságok részarányos általános költségei is.

Minthogy a vasúti önköltségekben a pályafenntartás ráfordításai maradék nélkül szerepelnek, az összehasonlíthatóság érdekében a közúti szállítás önköltségeit is pótlékoljuk a közúti útfenntartás költségeivel, az *Útügyi Kutató Intézet* számításai alapján, az elegytonnakm-ek arányában.

Hasonló elvek alapján történik a közúti darabáruszállítás, valamint az autóbuszközlekedés önköltségének megállapítása is.

Az ily módon egy évre kiszámított összes közúti személy- és áruszállítási ráfordítások, valamint az ezekből képzett vállalati átlagos fajlagos (1 utaskm-re és 1 árutonnakm-re eső) önköltségi értékek szembeállíthatók a vasúti szállítás azonos önköltségi értékeivel.

A metodika felépítéséből logikusan következik, de talán célszerű külön is hangsúlyozni, hogy az önköltséget végül is minden egyes szóbajövő forgalom-

lebonyolítási változatra állapítjuk meg. Így pl. a 2. *táblázat* első oszlopának 5. tételeként szereplő azon esetben, amikor a vasúti áruszállítás megmarad, de a személyszállítás közútra kerül, a vasúti vonali önköltségek közül csak az áruszállítás ráfordításait vesszük figyelembe, továbbá a beállítandó autóbuszjáratok önköltségét, pótlékolva a részarányos útköltséggel. E költségelemek összege képezi az adott variáns önköltségi mutatóját. Hasonlóan járunk el valamennyi változatnál, éspedig nemcsak az önköltségi mutatók, de más mutatók tekintetében is.

A többi mutatószámok részletesebb tárgyalását mellőzöm — kiszámításuk általában nem okoz problémát —, csupán néhány megjegyzésre szorítkozom.

A díjszabásszerű *menet- és fuvardíjak* mutatójának kiszámítása nem azért történik, hogy a gazdasági elbírálás alapja legyen — erre elsősorban az önköltségi mutatók szolgálnak —, hanem főként azért, hogy megállapíthassuk az árhatásokat, tehát hogy milyen előnyök vagy hátrányok érik az utasokat és az áruk fuvaroztatóit a fizetendő díjak tekintetében.

Az *útberuházások* mutatóinak kiszámítására csak akkor kerül sor, ha kifejezetten a forgalomátterelés miatt új utak vagy műtárgyak építése válik szükségessé.

Figyelembe kell azonban venni, hogy azoknak a felújításoknak, korszerűsítéseknek költségei, amelyeket döntően az utak jelenlegi állapota és forgalma, tehát nem a tervezett forgalomátterelés miatt kell elvégezni, nem terhelhetik a vizsgált változatokat.

Eddigi hazai gyakorlatunkban — éppen emiatt — általában nem volt szükség az utak miatt beruházási ráfordításokat számítani; a vizsgált kisforgalmú vasútvonalak kiválasztásánál ugyanis az egyik szempont az volt, hogy az érintett környéken legalább megfelelő makadámutak legyenek. Eddigi tapasztalataink szerint a közútra átterelni tervezett forgalom a közutak meglevő forgalmának 10—25%-át tette ki, és felújításukat, korszerűsítésüket az átterelés nélküli közúti forgalom nagysága, illetőleg az utak állapota is indokolta. Kivételesen előfordult útberuházások számítása olyan esetben, mikor a kisforgalmú vasútvonal mellett csak földutak voltak, s így a forgalomátterelés új utak építését tételezte fel.

Az összehasonlító vizsgálattal kapcsolatban felvethető még az *új járművekre* vonatkozó beruházási mutatók számítása. Tekintettel azonban e járműveknek az országos járműállományhoz viszonyított csekély voltára (vasútvonalanként egy-egy dieselmozdony, néhány autóbusz és tehergépkocsi), elegendőnek látszott e tényezőt csupán a természetes mutatóként szereplő járműóraszükséglet kimutatásával számba venni.

A 2. táblázat utolsó oszlopában felsorolt *természetes és minőségi mutatókat* illetően megjegyzem, hogy az e mutatók által reprezentált tényezők költségkihatásai magától értetődően szerepelnek a szállítási folyamatok önköltségében. E mutatók kiszámítása mégis szükséges, minthogy olyan népgazdasági hatásokra lehet belőlük következtetni, amelyeket pusztán az önköltségben beálló változások nem fejeznek ki. Ilyenek az országos munkaerőgazdálkodás, az energiagazdálkodás, a járműkapacitás kihasználtságának, az újratermelési folyamat gyorsításának szempontjai, amelyek e mutatókon keresztül mérlegelhetők.

Ami most már az egy-egy vonalra így kiszámított mutatók végső értékelését illeti, erre a célra *vonalanként külön táblázat* készül. Ezek az ott szereplő

forgalommegoldási változatokat érintő adatokat tartalmazzák, alkalmas, áttekinthető formában, feltüntetve az egyes változatoknál mutatkozó megtakarításokat, illetőleg többlet-ráfordításokat. E vizsgálati táblázatok a mutatók értékein felül a vasútvonal üzleti hosszára, az évi kocsiforgalomra és a napi utasforgalomra vonatkozó adatokat is tartalmazzák. Az *évi kocsirakományú áruforgalmat* ezenfelül külön grafikon tünteti fel, havi bontásban, feladási és leadási tonnamennyiségek szerinti, továbbá a forgalomátterelés esetében közútra kerülő árumennyiséget, negyedévi bontásban, közvetlen közúti és közúti-vasúti csatlakozó forgalom szerint.

Az így feltárt adatok összehasonlító értékelése során a legnagyobb a jelentőségük az *önköltségi mutatóknak*, minthogy a leghatékonyabb változat általában az lesz, ahol népgazdasági szinten a legnagyobb megtakarítás mutatkozik a folyó termelési ráfordításokban. Természetesen figyelembe kell venni, hogy a ráfordítások valamilyen bázis év forgalmi adataira épülnek, oly módon, hogy a meglevő vasúti forgalomra önköltségi tényszámokat, a többi variánsokra pedig — a forgalom változatlanságát feltételezve — önköltségi tervszámokat produkálnak, s így a kimutatott megtakarítások is tervszám jellegűek.

Tekintettel kell lenni továbbá arra, hogy a forgalomlebonyolítás más változatai esetére a számítások alapját képező lebonyolítási módok — üzemi megoldások — csak olyan mértékben kidolgozottak, amilyen mértékben azt az összehasonlító gazdasági számítások szükségessé teszik.

Ebből következik, hogy a megvalósuló forgalomátterelések előtt egyrészt szükséges a forgalomlebonyolítás módját és a kiadandó intézkedéseket egészen részletesen megtervezni, másrészt a ténylegesen jelentkező megtakarításoknál is számítani lehet változásokra, ha a forgalom nagysága és összetétele, valamint lebonyolításának üzemi körülményei megváltoznak.

Mindez azonban nem befolyásolja a kimutatott önköltségi értékek felhasználhatóságát a helyes közlekedéspolitikai döntéshez.

Az önköltségszámításokkal kapcsolatban felvetődik még az ún. *reál-önköltség* problémája. Ez a követelmény — minthogy az árak gyakran nem fejezik ki a társadalmilag szükséges munkaráfordítást — elméletileg helytálló, de teljesítéséről egyelőre le kellett mondani a számítás metodikai megoldatlansága, illetőleg túlzott munkaigénye miatt. E probléma megoldatlanságát hazai vonatkozásban lényegesen enyhíti az a körülmény, hogy 1959. I. 1-től új termelői árak léptek életbe, amelyek a korábbi árrendszer számos torzulását kiküszöbölték, illetőleg enyhítették. Ilyen körülmények közt a további reál-önköltségi korrekciók alapján adódó újabb értékmutatók feltehetően nem befolyásolnák lényegesen a kialakult gazdaságossági képet. Végül utalni kell arra, hogy döntőnek — éppen gazdaságpolitikai okokból — továbbra is az érvényes árakon számított önköltségi mutatókat kellene tekinteni.

Rá kell mutatni arra a körülményre is, amelyet az előzőekben már kifejtettünk: a vizsgálat kényszerű, csak a kisforgalmú vasútvonal körzetére való leszűkítettségére. Vannak ugyanis olyan hatások, amelyeknek számbavétele az ismertetett módszer e sajátossága folytán elmarad. Így a forgalomnak közútra való terelésénél jelentkezik olyan hatás, hogy a csatlakozó vasúti vonalakon a forgalom némi csökkenése miatt esetleg romlik a megmaradó vasúti forgalom önköltsége. Ezzel ellentétben viszont gazdasági előny jelentkezik a felszabaduló vasúti járművek folytán akkor, ha azok a hálózat más részén jobban kihasználhatók. Hasonlóképpen az Autóközlekedési Vállalatoknál a megnövekedett forgalom miatt esetleg javul a vállalat átlagos önköltsége, más esetekben viszont

az átvett forgalom egyes járműveknek az átlagosnál rosszabb kihasználását eredményezheti, ami önköltségromlást okozhat. Ezek az ún. *„továbbgyűrűző hatások"* többnyire egymással szemben érvényesülnek, ezért a hazai vizsgálatoknál — figyelemmel viszonylag csekély önköltségi és egyéb hatásaikra, valamint kidolgozásuk nagy munkaigényére — számszerű értékelésüket mellőztük. A további munka során, amikor is kevésbé elszigetelt vonalak (átmenő forgalom) kerülnek majd vizsgálatra, e továbbgyűrűző hatások már jelentős nagyságrendűek lehetnek, s így egyes esetekben szükség lehet a számszerű értékelésükre.

Az említett forgalomlebonyolítási változatok közt olyanok is szerepelnek, amelyek a vasúti forgalom észszerűsítését jelentik. Ezzel összefüggésben utalni kell arra, hogy a *közúti fuvarozásnál* is lehetségesek olyan *szervezési intézkedések*, amelyek — mint alváltozatok — további megtakarításhoz vezethetnek. Így különösen előfordulhat, hogy egyes esetekben az átterelt forgalom a meglevő vállalati szervzet helyett másként kialakított területi szervezettel gazdaságosabban lebonyolítható (célszerűen kitelepített gépkocsioszlop, önálló főnökség szervezése stb.). Ilyenkor jelentős megtakarítások érhetők el, főként az üres futások csökkentése révén.

Igen nagy súllyal esik latba a forgalomátterelési intézkedések melletti állásfoglalás szempontjából a kisforgalmú vasútvonal, elsősorban a *felépítmény műszaki állapota*, az a körülmény, hogy a vasútvonal mennyi ideig üzemeltethető még lényegesebb felújítás nélkül. Ez sok esetben — más gazdasági tényezőkkel szemben is — döntő lehet a forgalomátterelés, vagy legalábbis annak időpontja kérdésében, minthogy a még jól használható vasúti létesítmények kihasználásához, különösen, ha a népgazdasági erőforrások korlátozott voltát fokozottan figyelembe kell venni, fontos gazdaságpolitikai érdekek fűződhetnek.

Ha viszont a forgalomlebonyolítási változatok közül az a variáns valósul meg, amikor a vasúti forgalom teljesen megszűnik, és a *vasúti pályát is elbontják*, további gazdasági vizsgálati feladat a bontási költség és a visszanyeremény, valamint a felszabaduló ingatlanok értékelése. (Hazánkban ezideig erre még nem került sor.)

Az elmondottak alapján számba vett gazdasági hatások mellett a kisforgalmú vasútvonalak sorsát illető körültekintő döntés előtt vizsgálandók meg azok az általános közlekedéspolitikai, szociális, kulturális, honvédelmi stb. szempontok is, amelyek a *társadalmi hatékonyság* fogalmi körébe tartoznak. Több esetben ezek esetleg más döntést tesznek szükségessé, mint a gazdasági mutatók által feltárt tisztán gazdasági érdekek.

V. Gyakorlati eredmények

Az ismertett metodika alapján hazánkban a kutatóintézetek 1959—60-ban 10 kisforgalmú vasútvonal gazdasági vizsgálatát végezték el. E vizsgálatokból — *a megtakarítási lehetőségeket* illetően — néhány általános következtetést lehet levonni, amelyeket a *8. ábrán* mutatunk be.

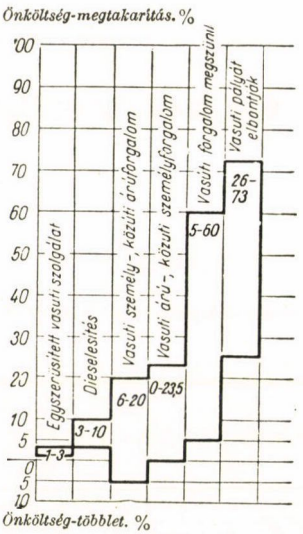
Az egyszerűsített vasúti szolgálat bevezetése mindössze 1—3%-os költségmegtakarítást eredményezne, aminek az az oka, hogy e rövid vonalakon kevés a szolgálati hely és az állomási dolgozók létszáma.

A dieselesítés e vonalakon ugyancsak viszonylag csekély, 3—10%-os megtakarítást ígér; ennek oka a csekély, rövid távú forgalom, ami a dieseljárművek gazdasági előnyeinek jobb kiaknázását nem teszi lehetővé.

Ha a vasút csak a személyforgalmat bonyolítja le, a költségkihatások a 6%-os többletráfordítástól a 20%-os megtakarításig terjednek, a személyforgalom nagyságától függően.

Ha a vasút csak az áruforgalmat bonyolítja le, iparvágányszerű kiszolgálással, a megtakarítások értéke 0—23,5%-ig terjed, ami a helyi forgalmi viszonyok eltérő sajátosságaival magyarázható.

Megállapítható volt, hogy a legnagyobb gazdasági eredmény — az esetek többségében — *a forgalomnak teljesen a közútra való átterelésétől* várható. Ilyen-



8. ábra. A különböző forgalomlebonyolítási variánsokkal elérhető önköltség-megtakarítások nagysága

kor, ha a vasúti pályát továbbra is fenntartjuk, a költségmegtakarítás 5—60%-osnak mutatkozott, ha a pályát is likvidáljuk, a 26—73%-os határok közé esett. E kétféle változat megtakarítás-különbségei jól mutatják a vasúti pályaköltségek nagy súlyát az önköltségben.

A *8. ábra* adatainak értékelésénél figyelembe kell venni, hogy azok nemcsak az egyes megoldási változatok gazdaságosságára jellemzők, de a helyi viszonyok sajátosságait is tükrözik. Ezek az adatok — csakúgy, mint e vasútvonalak forgalomsűrűségi és önköltségi adatainak összefüggései — alátámasztják azt a felfogásunkat, hogy a kisforgalmú vasútvonalak gazdaságosságának elbírálása nem történhet mechanikusan, valamiféle előre kialakított normatívák szerint, hanem csak részletes, egyedi vizsgálatok alapján.

Ami pedig a *gyakorlatbavételt* illeti, elmondható, hogy az 1959—60-ban elvégzett gazdasági vizsgálatok eredményeit a *Közlekedés- és Postaügyi Minisztérium* — azonnal a vizsgálatok befejezése után — hasznosította.

A 10 megvizsgált kisforgalmú vasútvonal közül 7 vonal esetében történt döntés a részleges vagy teljes forgalomátterelésre. E vonalakat az **1.** *ábrán* külön is megjelöltük.

A kettős körrel jelzett *Körmend—Pinkamindszent, Szombathely—Búcsú, Bácsalmás—Ólegyen, Bácsalmás—Csikéria* és *Szőreg—Vedresháza* vonalakon a

vasúti forgalom teljesen megszűnt, míg az egyes körrel jelzett *Harkányfürdő—Drávaszabolcs* és *Hidas—Bonyhád* vonalakon az áruforgalom megmaradt, és csak a személyforgalom került a közútra.

E 7 vonal teljes üzleti hossza 68,1 km, az előkalkulált népgazdasági szintű megtakarítás pedig a folyó termelési ráfordításokban kereken évi 5 millió Ft, ami lényegesen megnövekszik akkor, ha a teljesen közútra terelt forgalmú 5 vasútvonalat is likvidálják. Megjegyezzük, hogy ilyen irányú döntés ez ideig még nem történt.

A megvizsgált 10 vasútvonal közül 3 vonal esetében nem került sor forgalomátterelésre; 1 vonal forgalomátterelése a szükséges útépítés megvalósításától függ, 2 vonalnál pedig a környék forgalmában várható változások indokolták a döntésnek későbbi időpontra való halasztását.

Jelenleg *folyamatban van* újabb kisforgalmú vasútvonalak teljes gazdasági vizsgálata, a már átterelt forgalmú vasútvonalakkal szerzett tapasztalatok részletes értékelése, beleértve az előkalkulált megtakarítások ellenőrzését is, és mindezzel összefüggésben a vizsgálati metodika továbbfejlesztése, ami kétirányú: egyfelől a módszer lehető egyszerűsítése az eddigi tapasztalatok alapján, másfelől alkalmassá tétele bonyolultabb viszonyokat felmutató, nagyobb állomásokat, illetőleg több vonalat felölelő hálózati részek vizsgálatára.

Érkezett 1961 október hóban.

IRODALOM

Csanádi György : Az arányos fejlődés törvényének érvényesítése közlekedésünkben. *Közlekedéstudományi Szemle*, 1958. évi 12. sz.

Csanádi György : A közlekedéstudomány, a közlekedéspolitika és a gyakorlati közlekedés összefüggései a tőkés és a szocialista társadalmi-gazdasági rendben. *Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei*, 1960. évi 1—4. sz.

Czére Béla : A kisforgalmú vasútvonalak gazdaságosságának vizsgálata Magyarországon. *Közlekedéstudományi Szemle*, 1961. évi 5. sz.

Czére Béla : Das Problem der Eisenbahnlinien mit schwachem Verkehrsaufkommen in Ungarn, előadása, megj. a „Vorträge und Berichte der 3. Verkehrswissenschaftlichen Tage 8—11. Juni 1959. Dresden" c. kiadványban, Drezda, 1959.

Czére Béla : Közlekedésünk koordinációjának további feladatairól. *Közlekedési Közlöny*, 1959. évi 4. sz.

Fehérvári László : Módszer a kisforgalmú vasútvonalak önköltségének megállapításához, „A Vasúti Tudományos Kutató Intézet Évkönyve 1951—1956." (szerk. *Czére Béla)* c. gyűjteményes kötetben, Bp. 1958. Közlekedési Dokumentációs Vállalat.

Kánya Ernő : Összehasonlító önköltségek a vasúti, a közúti és vízi közlekedésnél. *Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények*, 1960. évi 4. sz.

Kovács László—Haris Béla : A gépjárműközlekedés vállalati önköltségszámítási módszere — a közlekedési ágazatok közötti forgalommegosztás céljaira. *Közlekedéstudományi Szemle*, 1959. évi 5—6. sz.

Közlekedéstudományi Egyesület (szerk. *Czére Béla)*: A közlekedési ágazatok komplex fejlesztése. Az 1959. szeptember hó 16—17-én Budapesten a Technika Házában megtartott II. Országos Közlekedési Értekezlet anyaga. Bp. 1960. Közlekedési Dokumentációs Vállalat.

Palotás Zoltán : A korszerű közlekedési munkamegosztás alapjai. Autóközlekedési Tudományos Kutató Intézet kiadványa, Bp. 1959. Közlekedési Dokumentációs Vállalat.

Dr. RÓZSA LÁSZLÓ, a műszaki tudományok kandidátusa
KOVÁCS GÁBOR

RUGALMAS SÍKBAN FEKVŐ KÖR ALAKÚ KIVÁGÁS KONTÚRJÁNAK ALAKVÁLTOZÁSA RADIÁLIS TERHELÉS HATÁSÁRA

1. Bevezetés

Talajvíz alatt épülő alagutak falazatát gyakran választják kör keresztmetszetűre. Mélyvezetésű, városi földalatti vasutak falazatai csaknem kizárólag ilyen alakúak. Az alagútfalazat erőjátékával kapcsolatos kutatások bizonyították, hogy az alagútfalazatot körülvevő kőzet nemcsak terhelést ad át a falazatra, hanem a kerület bizonyos szakaszán megtámasztást is. A kör alakú alagútfalazatot ebből a szempontból két szakaszra lehet felosztani, úgymint: elváló szakaszra, ahol a kőzetnyomás hatására az alagútfalazat deformálódva, befelé mozdul el, és terhelőszakaszra, ahol a falazat a körülvevő kőzettömegre támaszkodik. (1. ábra.)

A deformáció hatására a terhelő szakasz hozzányomódik az alagutat körülvevő kőzethez és ott reakcióerőket ébreszt. Természetesen az erőjáték kialakulásához szükséges az, hogy az alagútfalazatot építés után gondosan körülinjektálják, vagyis az alagútfalazat körül képződő építési hézagokat gondosan kitöltsék, amit minden alagútépítésnél a kialakuló hegynyomások csökkentése és a falazat teherbírásának növelése miatt is el kell végezni.

Az alagútfalazatot korszerűen, tehát mint rugalmas közegbe ágyazott gyűrűt kell méretezni. Ilyen számítási eljárást dolgozott ki *Gorelik, Bodrov* és *Matteri, Zurabov, Bugajeva* stb. [1], [2], [3]. Ezek a méretezési eljárások a talaj rugalmas sajátságait a Winkler-féle hipotézis alapján ágyazási együtthatóval jellemezték, azaz feltételezték, hogy a feszültségek és alakváltozások között fennáll a

$$p = cy$$

összefüggés, ahol

p = a terhelés,
c = az ágyazási együttható,
y = a terhelés hatására keletkező elmozdulás

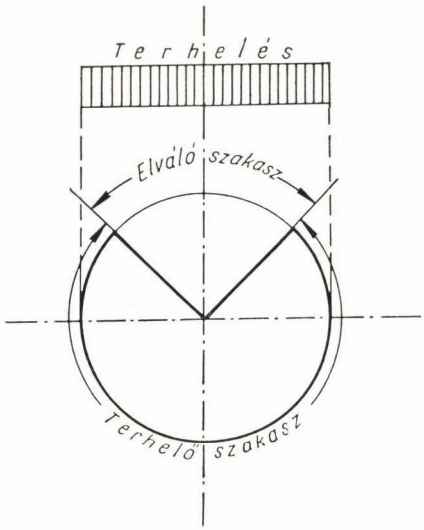
Az ágyazási együttható azonban a talajnak nem fizikai sajátossága, mert függ pl. a terhelő test alakjától, nagyságától és a terheléstől is. Alkalmazása egy sor tényező szubjektív értékelésén múlik. Az ágyazási együtthatóval dolgozó számító eljárások kiküszöbölésére és a rugalmas ágyazásnak a talaj fizikai jellemzői (E rugalmassági modulus és μ Poisson-féle tényező) alapján való figyelembevételére Sz. A. Orlov [5] új eljárást dolgozott ki. Az új eljárás lényege az, hogy a Winkler-féle hipotézis helyett az elméleti rugalmasságtan módszerével vizsgálja végtelen térben kialakított r sugarú kör alakú kivágás mentén fellépő alakváltozási viszonyokat. Vagyis abból a feltevésből indult ki, hogy:

a) az alagútfalazatot környező talaj (kőzet) homogén, izotrop és tökéletesen rugalmas.

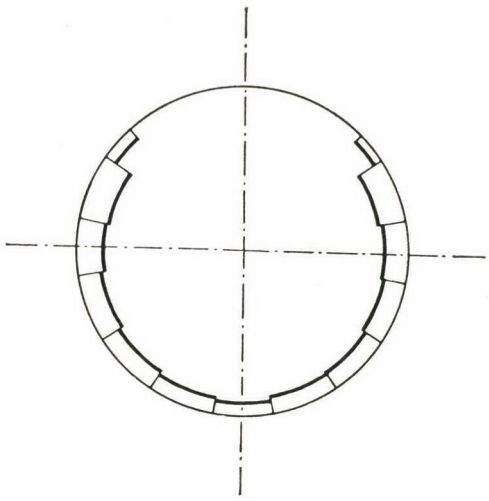
b) az alagút a térszinttől mérve oly mélyen fekszik, hogy az alagutat környező talaj (kőzet) minden irányban végtelen kiterjedésűnek tekinthető.

c) az alagút terhelési állapota valamennyi keresztmetszetben azonos és mivel a körkivágás síkjára merőleges alakváltozás nem lehetséges, tehát a feladat síkbeli alakváltozási állapotként vizsgálandó.

Sz. A. Orlov a megoldást Fourier-sor alakjában adta meg. Az általa közölt megoldás gyakorlati alkalmazása azonban nehézségekbe ütközhet a Fourier-



1. ábra



2. ábra

sor lassú konvergenciája miatt. A szerzők az alábbiakban egy olyan eljárást dolgoztak ki, mely a feladat zárt alakban történő megoldását szolgáltatja. Ezzel a gyűrű környezetében fellépő feszültségeket és alakváltozásokat zárt alakban előállították, és így Fourier-sor helyett véges formulát adtak. Ez utóbbi egyben a bevezetőben felvetett problémát is kielégíti, ugyanis az alagútról a kőzetre átadódó ágyazási nyomás szakaszonként egyenletesen megoszló terhelések szuperpozíciójával, azaz lépcsős ábrával közelíthető meg. (2. ábra.)

2. Alapösszefüggések

Hasson a végtelen térben r sugarú kör alakú kivágás mentén tetszőleges, a függőleges tengelyhez szimmetrikus, radiális terhelés. (3. ábra.) Ez megadható az alábbi Fourier-sorral.

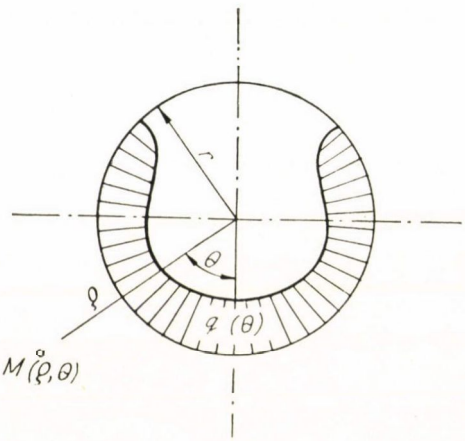
$$q(\theta) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n \cos n\,\theta\,. \tag{1}$$

Vizsgáljuk a sík pontjaiban a $q(\theta)$ terhelés hatására keletkező feszültségeket és elmozdulásokat. Mint az irodalomból ismeretes [4], [5], a feszültségfüggvény ilyen esetben a következő alakban kereshető:

$$\varphi(\varrho\theta) = b_0 r^2 \ln\left(\frac{\varrho}{r}\right) + b_1 r \varrho\theta \sin\theta + b_1' r \varrho \ln\left(\frac{\varrho}{r}\right)\cos\theta + d_1 r^3 \varrho^{-1}\cos\theta +$$

$$+ \sum_{n=2}^{\infty} (b_n r^n \varrho^{-n+2} + d_n r^{n+2} \varrho^{-n})\cos n\theta\,, \tag{2}$$

ahol $b_0\ b_1\ b_1'\ d_1\ b_n\ d_n$ állandók. A $\varphi\ (\varrho\theta)$ függvény ismeretében a σ_ϱ radiális



3, ábra

feszültség, σ_θ tangenciális feszültség és a τ nyírófeszültség az (3), (4), (5) rugalmasságtani alapösszefüggésekkel határozható meg:

$$\sigma_\varrho = \frac{1}{\varrho}\frac{\partial\varphi}{\partial\varrho} + \frac{1}{\varrho^2}\frac{\partial^2\varphi}{\partial\theta^2}, \tag{3}$$

$$\varrho_\theta = \frac{\partial^2\varphi}{\partial\varrho^2}, \tag{4}$$

$$\tau = -\frac{\partial}{\partial\varrho}\left(\frac{1}{\varrho}\frac{\partial\varphi}{\partial\theta}\right). \tag{5}$$

A fenti komponensek ki kell elégítsék az

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial\varrho^2} + \frac{1}{\varrho}\frac{\partial}{\partial\varrho} + \frac{1}{\varrho^2}\frac{\partial^2}{\partial\theta^2}\right)(\sigma_\varrho + \sigma_\theta) = 0 \tag{6}$$

összeférhetőségi egyenletet és az alábbi kerületi feltételeket:

1. $\varrho = r$ helyeken a radiális feszültség magával a terheléssel egyenlő. $\varrho = \infty$ helyeken pedig a radiális terhelésnek zérussal kell egyenlőnek lennie, azaz

$$\left.\begin{aligned} \sigma_\varrho(r, \theta) &= -\,\mathrm{q}(\theta) \\ \sigma_\varrho(\infty, \theta) &= 0 \end{aligned}\right\} \tag{7}$$

2. $\varrho = \infty$ helyeken a tangenciális feszültség zérussal egyenlő, tehát

$$\sigma_\theta(\infty\,\theta) = 0 \tag{8}$$

3. $\varrho = r$ és $\varrho = \infty$ helyeken csúsztatófeszültség nem keletkezik, és így

$$\left.\begin{aligned} \tau(r\,\theta) &= 0 \\ \tau(\infty\,\theta) &= 0 \end{aligned}\right\} \tag{9}$$

A rugalmasságtan fizikai egyenleteinek segítségével a feszültségek és az alakváltozások közötti összefüggést megállapíthatjuk. Ehhez az általánosított Hooke-törvényt használjuk fel:

$$\left.\begin{aligned} \varepsilon_\varrho &= \frac{1+\mu}{E}\,[\sigma_\varrho - \mu(\sigma_\varrho + \sigma_\theta)]\,, \\ \varepsilon_\theta &= \frac{1+\mu}{E}\,[\sigma_\theta - \mu(\sigma_\varrho + \sigma_\theta)]\,, \\ \varepsilon_{\varrho\theta} &= \frac{1+\mu}{E}\,[2\,\tau]\,, \end{aligned}\right\} \tag{10}$$

ahol E a rugalmassági modulus és μ Poisson-féle tényező. A sík pontjainak elmozdulását, illetve az elmozdulás radiális u és tangenciális v komponenseit a Cauchy-féle differenciálegyenletrendszer megoldásával kaphatjuk meg:

$$\varepsilon_\varrho = \frac{\partial u}{\partial \varrho}\,, \tag{11}$$

$$\varepsilon_\theta = \frac{1}{\varrho}\left(\frac{\partial v}{\partial \theta} + u\right). \tag{12}$$

$$\varepsilon_{\varrho\theta} = \frac{\partial v}{\partial \varrho} - \frac{1}{\varrho}\left(v - \frac{\partial u}{\partial \theta}\right). \tag{13}$$

Az u és v ismeretében pedig meghatározható a szóban forgó alagútfalazatok által átadódó erőhatás következtében kialakuló elmozdulás.

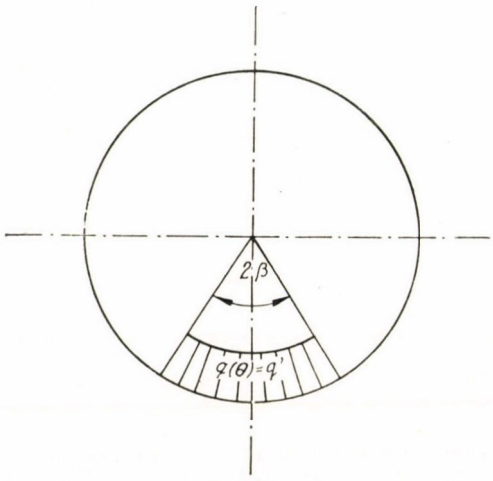
3. A feladat megoldása szakaszonként egyenletesen megoszló terhelés esetén zárt alakban

Vizsgáljuk a továbbiakban a térben r sugarú kör alakú kivágás mentén ható, a függőleges tengelyre szimmetrikus, konstans radiális terhelés esetét. (4. ábra.)

A (7) (8) (9)-ben felírt peremfeltételek ez esetben értelemszerűen az alábbiak lesznek:

$$\sigma_\varrho(r, \theta) = \begin{cases} -q', & \text{ha } \theta < \beta, \\ 0, & \text{ha } \theta > \beta, \end{cases} \tag{14}$$

$$\begin{aligned} &\sigma_\varrho(\infty\, \theta) = 0\,; \quad \tau(r\, \theta) = 0\,; \\ &\sigma_\vartheta(\infty\, \theta) = 0\,; \quad \tau(\infty\, \theta) = 0\,, \end{aligned} \tag{15}$$



4. ábra

Sz. A. Orlov eredményeinek felhasználásával a (2)-ben szereplő állandók esetünkben a következő értékeket veszik fel:

$$b_0 = -\frac{q'}{\pi}\beta\,; \qquad b_1' = \frac{q'}{\pi}\,\frac{1-2\mu}{2(1-\mu)}\sin\beta\,;$$

$$b_1 = -\frac{q'}{\pi}\sin\beta\,; \qquad d_1 = \frac{q'}{\pi}\,\frac{1-2\mu}{4(1-\mu)}\sin\beta\,;$$

$$b_n = \frac{q'}{\pi}\,\frac{\sin n\beta}{n(n-1)}\,; \qquad d_n = -\frac{q'}{\pi}\,\frac{\sin n\beta}{n(n+1)}\,.$$

Ezek behelyettesítésével az alkalmazott $\varphi\,(\varrho\theta)$ feszültségfüggvény így írható fel:

$$\varphi(\varrho\theta) = \frac{q'}{\pi}\left\{-r^2\beta\ln\left(\frac{\varrho}{r}\right) + \right.$$

$$+\left(-r\varrho\theta\sin\theta + \frac{1-2\mu}{2(1-\mu)}\,r\varrho\ln\left(\frac{\varrho}{r}\right)\cos\theta + \frac{1-2\mu}{4(1-\mu)}\,\frac{r^3}{\varrho}\cos\theta\right)\sin\beta +$$

$$\left. + \sum_{n=2}^{\infty}\left(r^n\varrho^{-(n-2)}\,\frac{\sin n\beta\cos n\theta}{n(n-1)} - r^{n+2}\varrho^{-n}\,\frac{\sin n\beta\cos n\theta}{n(n+1)}\right)\right\}. \tag{16}$$

A feszültség-függvényt tehát zárt alakú kifejezések és végtelen sor alkotja.

Minthogy mi a $\varphi(\varrho\theta)$ függvényt zárt alakban keressük, meg kell határoznunk a függvényben szereplő végtelen sor összegét. Ennek érdekében vizsgáljuk meg a (17)-ben felírt speciális Fourier-sorokat:

$$\left.\begin{aligned}
C_1 &= \sum_{n=2}^{\infty} R^n \sin n\beta \cos n\theta\,; & S_1 &= \sum_{n=2}^{\infty} R^n \sin n\beta \sin n\theta \\
C_{n-1} &= \sum_{n=2}^{\infty} R^n \frac{\sin n\beta \cos n\theta}{n-1}\,; & S_{n-1} &= \sum_{n=2}^{\infty} R^n \frac{\sin n\beta \sin n\theta}{n-1} \\
C_n &= \sum_{n=2}^{\infty} R^n \frac{\sin n\beta \cos n\theta}{n}\,; & S_n &= \sum_{n=2}^{\infty} R^n \frac{\sin n\beta \sin n\theta}{n} \\
C_{n+1} &= \sum_{n=2}^{\infty} R^n \frac{\sin n\beta \cos n\theta}{n+1}\,; & S_{n+1} &= \sum_{n=2}^{\infty} R^n \frac{\sin n\beta \sin n\theta}{n+1} \\
C_{(n-1)n} &= \sum_{n=2}^{\infty} R^n \frac{\sin n\beta \cos n\theta}{(n-1)n}\,; & S_{(n-1)n} &= \sum_{n=2}^{\infty} R^n \frac{\sin n\beta \sin n\theta}{(n-1)n} \\
C_{n(n+1)} &= \sum_{n=2}^{\infty} R^n \frac{\sin n\beta \cos n\theta}{n(n+1)}\,; & S_{n(n+1)} &= \sum_{n=2}^{\infty} R^n \frac{\sin n\beta \sin n\theta}{n(n+1)}
\end{aligned}\right\} \tag{17}$$

Állítjuk és a továbbiakban bizonyítjuk, hogy a fenti végtelen sorok összege az alábbi összegezési képletek segítségével zárt alakban állítható elő [6]

$$\left.\begin{aligned}
\bar{c}_1(z) &= \sum_{n=1}^{\infty} R^n \cos nz = \frac{1}{2}\left[\frac{1-R^2}{1-2R\cos z+R^2} - 1\right], && \text{ha } |R|<1 \\
\bar{c}_n(z) &= \sum_{n=1}^{\infty} R^n \frac{\cos nz}{n} = \left[\ln \frac{1}{\sqrt{1-2R\cos z+R^2}}\right], && \text{ha } \begin{cases} 0<z<2\pi \\ R^2 \le 1 \end{cases} \\
\bar{s}_1(z) &= \sum_{n=1}^{\infty} R^n \sin nz = \left[\frac{R\sin z}{1-2R\cos z+R^2}\right], && \text{ha } |R|<1 \\
\bar{s}_n(z) &= \sum_{n=1}^{\infty} R^n \frac{\sin nz}{n} = \left[\operatorname{arctg} \frac{R\sin z}{1-R\cos z}\right], && \text{ha } \begin{cases} 0<z<2\pi \\ R^2 \le 1 \end{cases}
\end{aligned}\right\} \tag{18}$$

illetve $R = 1$ esetében

$$\left.\begin{aligned}
\bar{c}_n(z) &= \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\cos nz}{n} = -\frac{1}{2}\ln\left(2\sin\frac{z}{2}\right)^2, && \text{ha } -\pi<z<\pi \\
s_n(z) &= \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin nz}{n} = \begin{cases} -\dfrac{z-\pi}{2}, & \text{ha } 0<z<\pi \\ -\dfrac{z+\pi}{2}, & \text{ha } -\pi<z<0 \end{cases}
\end{aligned}\right\} \tag{18a}$$

Bizonyításunk első lépéseként könnyen belátható, hogy

$$\frac{1}{(n-1)\,n} = \frac{1}{n-1} - \frac{1}{n}$$

és az

$$\frac{1}{n\,(n+1)} = \frac{1}{n} - \frac{1}{n+1}$$

összefüggések felhasználásával a (17) képletcsoport utolsó két sorában felírt képletek az ezt megelőzőekkel kifejezhetők a következőképpen:

$$\left.\begin{aligned} C_{(n-1)n} &= C_{n-1} - C_n \quad \text{és} \quad S_{(n-1)n} = S_{n-1} - S_n, \\ C_{n(n+1)} &= C_n - C_{n+1} \quad \text{és} \quad S_{n(n+1)} = S_n - S_{n+1} \end{aligned}\right\} \tag{19}$$

A továbbiakban tehát csak a (17) első négy sorában levő kifejezésekkel kell foglalkoznunk.

Alkalmazva a

$$\sin n\beta \cos n\theta = \frac{1}{2}\left[\sin n\,(\theta+\beta) - \sin n\,(\theta-\beta)\right]$$

$$\sin n\beta \sin n\theta = \frac{1}{2}\left[\cos n\,(\theta-\beta) - \cos n\,(\theta+\beta)\right]$$

elemi képleteket, továbbá bevezetve a

$$(\theta+\beta) = y\,; \quad (\theta-\beta) = x$$

jelöléseket, akkor

$$\left.\begin{aligned} \sin n\beta \cos n\theta &= \frac{1}{2}\left[\sin ny - \sin nx\right], \\ \sin n\beta \sin n\theta &= \frac{1}{2}\left[\cos nx - \cos ny\right] \end{aligned}\right\} \tag{20}$$

és

összefüggéshez jutunk.

A (20)-nak (17)-be történő helyettesítése után azonnal belátható, hogy a vizsgált kifejezések az x és y változóktól eltekintve azonos alakú szummákra bonthatók. Az x és y változókat az írásmunka egyszerűsítése céljából közös jellel, z-vel jelölve, elegendő a következőkben tehát csak a (21) alatti szummákat vizsgálnunk.

$$\left.\begin{aligned} c_1(z) &= \sum_{n=2}^{\infty} R^n \cos nz\,; & s_1(z) &= \sum_{n=2}^{\infty} R^n \sin nz\,; \\ c_{n-1}(z) &= \sum_{n=2}^{\infty} R^n \frac{\cos nz}{n-1}, & s_{n-1}(z) &= \sum_{n=2}^{\infty} R^n \frac{\sin nz}{n-1}\,; \\ c_n(z) &= \sum_{n=2}^{\infty} R^n \frac{\cos nz}{n}, & s_n(z) &= \sum_{n=2}^{\infty} R^n \frac{\sin nz}{n}\,; \\ c_{n+1}(z) &= \sum_{n=2}^{\infty} R^n \frac{\cos nz}{n+1}\,; & s_{n+1}(z) &= \sum_{n=2}^{\infty} R^n \frac{\sin nz}{n+1}\,. \end{aligned}\right\} \tag{21}$$

A (18) felhasználásával azonban nyilvánvaló, hogy a $c_1(z)$, $c_n(z)$ illetve $s_1(z)$ és $s_n(z)$ zárt alakú előállítása következő:

$$\left.\begin{aligned} c_1(z) &= \bar{c}_1(z) - R\cos z\,; \quad s_1(z) = \bar{s}_1(z) - R\sin z\,; \\ c_n(z) &= \bar{c}_n(z) - R\cos z\,; \quad s_n(z) = \bar{s}_n(z) - R\sin z\,. \end{aligned}\right\} \tag{22}$$

Továbbá:

$$c_{n-1}(z) = \sum_{n=2}^{\infty} R^n \frac{\cos nz}{n-1} = \sum_{n=1}^{\infty} R^{n+1} \frac{\cos(n+1)z}{n} =$$

$$= R \sum_{n=1}^{\infty} R^n \left[\frac{\cos nz}{n}\cos z - \frac{\sin nz}{n}\sin z\right],$$

és a

$$c_{n+1}(z) = \sum_{n=2}^{\infty} R^n \frac{\cos nz}{n+1} = \sum_{n=3}^{\infty} R^{n-1} \frac{\cos(n-1)z}{n} =$$

$$= \frac{1}{R}\sum_{n=3}^{\infty} R^n \frac{\cos(n-1)z}{n} = \frac{1}{R}\left[\sum_{n=1}^{\infty} R^n \frac{\cos(n-1)z}{n} - \left(R + R^2\frac{\cos z}{2}\right)\right] =$$

$$= \frac{1}{R}\sum_{n=1}^{\infty} R^n \left[\frac{\cos nz}{n}\cos z + \frac{\sin nz}{n}\sin z\right] - \left[\frac{R}{2}\cos z + 1\right].$$

Tehát

$$\left.\begin{aligned} c_{n-1}(z) &= R\left[c_n(z)\cos z - \bar{s}_n(z)\sin z\right], \\ c_{n+1}(z) &= \frac{1}{R}\left[\bar{c}_n(z)\cos z + \bar{s}_n(z)\sin z\right] - \left[\frac{R}{2}\cos z + 1\right]. \end{aligned}\right\} \tag{23}$$

Végül

$$s_{n-1}(z) = \sum_{n=2}^{\infty} R^n \frac{\sin nz}{n-1} = \sum_{n=1}^{\infty} R^{n+1} \frac{\sin(n+1)z}{n} =$$

$$= R \sum_{n=1}^{\infty} R^n \left[\frac{\sin nz}{n}\cos z + \frac{\cos nz}{n}\sin z\right],$$

illetve

$$s_{n+1}(z) = \sum_{n=2}^{\infty} R^n \frac{\sin nz}{n+1} = \sum_{n=3}^{\infty} R^{n-1} \frac{\sin(n-1)z}{n} =$$

$$= \frac{1}{R}\sum_{n=3}^{\infty} R^n \frac{\sin(n-1)z}{n} = \frac{1}{R}\left[\sum_{n=1}^{\infty} R^n \frac{\sin(n-1)z}{n} - R^2\frac{\sin z}{2}\right] =$$

$$= \frac{1}{R}\sum_{n=1}^{\infty} R^n \left[\frac{\sin nz}{n}\cos z - \frac{\cos nz}{n}\sin z\right] - \left[\frac{R}{2}\sin z\right].$$

Tehát

$$\left.\begin{aligned} s_{n-1}(z) &= R\left[\bar{s}_n(z)\cos z + \bar{c}_n(z)\sin z\right] \\ s_{n+1}(z) &= \frac{1}{R}\left[\bar{s}_n(z)\cos z - \bar{c}_n(z)\sin z\right] - \left[\frac{R}{2}\sin z\right] \end{aligned}\right\} \tag{24}$$

Ezek után a (17)-ben felírt Fourier-sorok összege a (21) (22) (23) és (24) alapján tehát a következő:

$$
\left.
\begin{aligned}
C_1 &= \frac{1}{2}[s_1(y) - s_1(x)] = \frac{1}{2}[\bar{s}_1(y) - \bar{s}_1(x) - R(\sin y - \sin x)], \\
C_{n-1} &= \frac{1}{2}[s_{n-1}(y) - s_{n-1}(x)] = \frac{R}{2}\big[(\bar{s}_n(y)\cos y - \bar{s}_n(x)\cos x) + \\
&\quad + (\bar{c}_n(y)\sin y - \bar{c}_n(x)\sin x)\big], \\
C_n &= \frac{1}{2}[s_n(y) - s_n(x)] = \frac{1}{2}[\bar{s}_n(y) - \bar{s}_n(x) - R(\sin y - \sin x)], \\
C_{n+1} &= \frac{1}{2}[s_{n+1}(y) - s_{n+1}(x)] = \frac{1}{2R}\big[(\bar{s}_n(y)\cos y - \bar{s}_n(x)\cos x) - \\
&\quad - (c_n(y)\sin y - \bar{c}_n(x)\sin x)\big] - \frac{R}{4}[\sin y - \sin x], \\
S_1 &= \frac{1}{2}[c_1(x) - c_1(y)] = \frac{1}{2}[\bar{c}_1(x) - \bar{c}_1(y) - R(\cos x - \cos y), \\
S_{n-1} &= \frac{1}{2}[c_{n-1}(x) - c_{n-1}(y)] = \frac{R}{2}\big[(\bar{c}_n(x)\cos x - \bar{c}_n(y)\cos y) - \\
&\quad - (\bar{s}_n(x)\sin x - \bar{s}_n(y)\sin y)\big], \\
S_n &= \frac{1}{2}[c_n(x) - c_n(y)] = \frac{1}{2}[\bar{c}_n(x) - \bar{c}_n(y) - R(\cos x - \cos y)], \\
S_{n+1} &= \frac{1}{2}[c_{n+1}(x) - c_{n+1}(y)] = \frac{1}{2R}\big[(\bar{c}_n(x)\cos x - \bar{c}_n(y)\cos y) + \\
&\quad + (\bar{s}_n(x)\sin x - \bar{s}_n(y)\sin y)\big] - \frac{R}{4}[\cos x - \cos y].
\end{aligned}
\right\} \quad (25)
$$

Ezek ismeretében nem okoz nehézséget a (16)-ban felírt $\varphi(\varrho\theta)$ függvény zárt alakban történő felírása sem, mert, ha a továbbiakban bevezetjük az $R = \frac{r}{\varrho}$ jelölést, akkor

$$
\varphi(\varrho, \theta) = \frac{q'}{\pi}\Big\{ - r^2\beta \ln\left(\frac{\varrho}{r}\right) + \left(- r\varrho\theta\sin\theta + \frac{1-2\mu}{2(1-\mu)} r\varrho \ln\left(\frac{\varrho}{r}\right)\cos\theta + \right.
$$

$$
\left. + \frac{1-2\mu}{4(1-\mu)} \frac{r^3}{\varrho}\cos\theta \right)\sin\beta + \varrho^2 C_{n(n-1)} - r^2 C_{n(n+1)} \Big\}. \quad (26)
$$

Ily módon a fentebb alkalmazott összefüggések segítségével a feszültségfüggvényt sikerült zárt alakra hozni.

A feszültségfüggvény felhasználásával meghatározhatjuk a σ_ϱ ,σ_θ és τ zárt alakját is. A műveletek elvégzése után megkapjuk a feszültségek értékeit:

$$\sigma_\varrho = \frac{q'}{\pi}\left\{R\left[-R\beta + \left(\frac{1-R^2}{2}\cdot\frac{1-2\mu}{1-\mu} - 2\right)\sin\beta\cos\theta\right] - [(1-R^2)C_1 + 2C_n]\right\}, \quad (27)$$

$$\sigma_\theta = \frac{q'}{\pi}\left\{R\left[R\beta + \left(\frac{1+R^2}{2}\cdot\frac{1-2\mu}{1-\mu}\right)\sin\beta\cos\theta\right] + [(1-R^2)C_1 - 2C_n]\right\}, \quad (28)$$

$$\tau = \frac{q'}{\pi}(1-R^2)\left\{\frac{R}{2}\left(\frac{1-2\mu}{1-\mu}\right)\sin\beta\cos\theta - S_1\right\}, \quad (29)$$

Illetve

$$\sigma_\varrho + \sigma_\theta = \frac{q'}{\pi}\left\{R\,\frac{\sin\beta\cos\theta}{\mu-1} - 4C_n\right\}. \quad (30)$$

A σ_ϱ σ_θ és τ függvények kielégítik (14) (15) kerületi feltételeket.

A (14)-ben megadott kerületi feltételek teljesüléséről a (18a) és (25) felhasználásával könnyen meggyőződhetünk, mivel ebben az esetben $\varrho = r$, illetve $R = 1$ tehát

$$\sigma_\varrho(r,\theta) = \begin{cases} \frac{q'}{\pi}\left\{-\beta - 2\sin\beta\cos\theta - \left[\frac{\pi-y}{2} + \frac{x-\pi}{2} - (\sin y - \sin x)\right]\right\}, & \text{ha } x>0, \\ \frac{q'}{\pi}\left\{-\beta - 2\sin\beta\cos\theta - \left[\frac{\pi-y}{2} + \frac{x+\pi}{2} - (\sin y - \sin x)\right]\right\}, & \text{ha } x<0. \end{cases}$$

ahol

$$y = (\theta+\beta)\,; \quad x = (\theta-\beta)\,.$$

A műveletek elvégzése után

$$\sigma_\varrho(r,\theta) = \begin{cases} \frac{q'}{\pi}\left\{-\beta - 2\sin\beta\cos\theta + \beta + \big(\sin(\beta-\theta) + \sin(\beta+\theta)\big)\right\} = 0, & \text{ha } \beta<\theta \\ \frac{q'}{\pi}\left\{-\beta - 2\sin\beta\cos\theta - \pi + \beta + \big(\sin(\beta-\theta) + \sin(\beta+\theta)\big)\right\} = -q', & \text{ha } \beta>\theta \end{cases}$$

A (15)-ben megadott feltételek teljesülése rögtön belátható, ha figyelembe vesszük, hogy

$$\varrho = \infty \text{ esetén } R = 0 \text{ tehát } C_1 = C_n = S_1 = 0$$

$$\varrho = r \quad \text{esetén } R = 1 \text{ tehát } (1-R^2) = 0$$

A sík pontjainak ε_ϱ; ε_θ; $\varepsilon_{\varrho\theta}$ alakváltozási jellemzőket a (27), (28), (29), (30) függvényeknek (10)-be való behelyettesítésével kapjuk meg:

$$\varepsilon_\varrho = \frac{(1+\mu)q'}{E\pi}\left\{R\left[R\beta + \frac{1}{2(1-\mu)}\big((3-4\mu) + (1-2\mu)R^2\big)\sin\beta\cos\theta\right] + \right.$$
$$\left. + (1-R^2)C_1 + 2(1-2\mu)C_n\right\}, \quad (31)$$

$$\varepsilon_\theta = \frac{(1+\mu)q'}{E\pi}\left\{R\left[R\beta + \frac{1}{2(1-\mu)}\left(1+(1-2\mu)R^2\right)\sin\beta\cos\theta\right] + \right.$$
$$\left. + (1-R^2)C_1 - 2(1-2\mu)C_n\right\}, \tag{32}$$

$$\varepsilon_{\varrho\theta} = \frac{(1+\mu)q'}{E\pi}(1-R^2)\left\{R\left(\frac{1-2\mu}{1-\mu}\right)\sin\beta\sin\theta - 2S_1\right\}. \tag{33}$$

A sík pontjainak u, v elmozdulás-függvényei (31), (32), (33) ismeretében a (11), (12) Cauchy-féle differenciál-egyenletrendszer megoldásának eredményeként adódnak.

$$u = \int \varepsilon_\varrho\, d\varrho + f_1(\theta) =$$
$$= \frac{(1+\mu)q'}{E\pi}\left\{r\left[R\beta + \frac{1}{2(1-\mu)}\left(\frac{1-2\mu}{2}R^2 - (3-4\mu)\ln\varrho\right)\sin\beta\cos\theta\right] + \right.$$
$$\left. + (3-4\mu)\varrho C_{n-1} - 2(1-2\mu)\varrho C_n - rRC_{n+1}\right\} + f_1(\theta), \tag{34}$$

$$v = \int (\varrho\varepsilon_\omega - u)\, d\theta + f_2(\varrho) =$$
$$= \frac{(1+\mu)q'}{E\pi}\left\{r\left[\frac{1}{2(1-\mu)}\left(\frac{1-2\mu}{2}R^2 + (3-4\mu)\ln\varrho + 1\right)\sin\beta\sin\theta\right] - \right.$$
$$\left. - (3-4\mu)\varrho S_{n-1} + 4(1-\mu)\varrho S_n - rRS_{n+1}\right\} - \int f_1(\theta)\, d\theta + f_2(\varrho), \tag{35}$$

ahol $f_1(\theta)$ és $f_2(\varrho)$ integrálási függvények.

Továbbá a (13) alapján

$$\varepsilon_{\varrho\theta} = \frac{(1+\mu)q'}{E\pi}(1-R^2)\left\{\frac{1-2\mu}{1-\mu}R\sin\beta\sin\theta - 2S_1\right\} + \frac{1}{\varrho}\left(\int f_1(\theta)\, d\theta + f_1'(\theta)\right) +$$
$$+ f_2'(\varrho) - \frac{1}{\varrho}f_2(\varrho), \tag{36}$$

Az u és v függvényekben szereplő $f_1(\theta)$ illetve $f_2(\varrho)$ integrálási függvények meghatározása céljából hasonlítsuk össze $\varepsilon_{\varrho\theta}$ (33) és (36)-ban megadott alakját. Az összehasonlításból következik, hogy

$$\frac{1}{\varrho}\left(\int f_1(\theta)\, d\theta + f_1'(\theta)\right) + f_2'(\varrho) - \frac{1}{\varrho}f_2(\varrho) = 0. \tag{37}$$

Ha a (37) egyenletet ϱ-val megszorozzuk, és először θ, majd ϱ szerint differenciáljuk, akkor az

$$f_1''(\theta) + f_1(\theta) = 0, \tag{38}$$
$$\varrho f_2''(\varrho) = 0, \tag{39}$$

differenciál-egyenleteket nyerjük, ahol (38) és (39) megoldása megadja az integrálási függvényeket:

$$f_1(\theta) = K_1 \cos\theta + K_2 \sin\theta,$$

és

$$f_2(\varrho) = K_3\varrho + K_4.$$

Ha $f_1(\theta)$ és $f_2(\varrho)$ meghatározott értékeit u és v (34) illetve (35) alakjába beírjuk, akkor

$$u = \frac{(1+\mu)q'}{E\pi}\left\{r\left[R\beta + \frac{1}{2(1-\mu)}\left(\frac{1-2\mu}{2}R^2 - (3-4\mu)\ln\varrho\right)\sin\beta\cos\theta\right] + \right.$$

$$\left. + (3-4\mu)\varrho C_{n-1} - 2(1-2\mu)\varrho C_n - rRC_{n+1}\right\} + K_1\cos\theta + K_2\sin\theta,$$

$$v = \frac{(1+\mu)q'}{E\pi}\left\{r\left[\frac{1}{2(1-\mu)}\left(\frac{1-2\mu}{2}R^2 + (3-4\mu)\ln\varrho + 1\right)\sin\beta\sin\theta\right] - \right.$$

$$\left. - (3-4\mu)\varrho S_{n-1} + 4(1-\mu)\varrho S_n - rRS_{n+1}\right\} - K_1\sin\theta + K_2\cos\theta + K_3\varrho + K_4.$$

Minthogy a $q(\theta)$ terhelésfüggvényt a függőleges tengelyre szimmetrikusan vesszük fel, kell hogy

$$\left|\frac{\partial u}{\partial\theta}\right|_{\theta=0} = 0,$$

és a $\theta = 0$ helyen

$$v(\varrho\theta) = 0$$

teljesüljenek. Ez pedig csak úgy állhat fenn, ha

$$K_2 = 0,$$

$$K_3\varrho + K_4 = 0.$$

Tehát

$$u = \frac{(1+\mu)q'}{E\pi} r\beta R + \frac{(1+\mu)q'}{E\pi}\left\{\frac{r}{2(1-\mu)}\left[\frac{1-2\mu}{2}R^2 - (3-4\mu)\varrho\ln\varrho + K_1\right]\times\right.$$

$$\left.\times\sin\beta\cos\theta + (3-4\mu)C_{n-1} - 2(1-2\mu)\varrho C_n - rRC_{n+1}\right\},$$

$$v = \frac{(1+\mu)q'}{E\pi}\cdot\frac{r[(1-2\mu)R^2+1]}{2(1-\mu)}\sin\beta\sin\theta - \frac{(1+\mu)q'}{E\pi}\left\{\frac{r}{2(1-\mu)}\left[\frac{1-2\mu}{2}R^2 - \right.\right.$$

$$\left.\left.(3-4\mu)\ln\varrho + K_1\right]\sin\beta\sin\theta - (3-4\mu)\varrho S_{n-1} + 4(1-\mu)\varrho S_n - rRS_{n+1}\right\}.$$

Ha az elmozdulásokat valamilyen $\varrho =$ constans sugarú körök mentén vizsgáljuk, láthatjuk, hogy a körvonal minden pontja egyrészt merev testszerű Z másrészt u_0, v_0 relatív elmozdulást végez. A kör középpontja ugyanis

$$Z = -\frac{(1+\mu)q'}{E\pi}\left\{\frac{r}{2(1-\mu)}\left[\frac{1-2\mu}{2}R^2 - (3-4\mu)\ln\varrho + K_1\right]\sin\beta\right\}$$

értékkel a terhelés eredője irányába eltolódik. A terheletlen állapotban felvett ϱ = constans sugarú körhöz képest pedig az alábbi relatív elmozdulások keletkeznek:

$$\left.\begin{aligned} u_0 &= \frac{(1+\mu)\,q'}{E\,\pi}\left\{r\,R\,\beta+(3-4\,\mu)\,\varrho\,C_{n-1}-2(1-2\,\mu)\,\varrho\,C_n-r\,R\,C_{n+1}\right\},\\ v_0 &= \frac{(1+\mu)\,q'}{E\,\pi}\left\{\frac{r\,[(1-2\,\mu)\,R^2+1]}{2(1-\mu)}\sin\beta\sin\theta-(3-4\,\mu)\,\varrho\,S_{n-1}+\right.\\ &\left.+\,4(1-\mu)\,\varrho\,S_n-r\,R\,S_{n+1}\right\}. \end{aligned}\right\} \quad (40)$$

Ha az alagút tengelyvonala és a térszint vízszintes, akkor a $\varrho = r$ sugarú nyílásnak merev testszerű elmozdulása semmiféle kapcsolatban nincsen a benne elhelyezett szerkezet erőjátékával. Ezért a szóban forgó merev testszerű elmozdulás figyelmen kívül hagyható, és elégséges a továbbiakban csak a relatív elmozdulásokkal foglalkoznunk.

4. Elmozdulási hatásábrák

Vizsgáljuk meg röviden a relatív elmozdulásoknak azt a speciális esetét, midőn a körkivágás mentén P koncentrált erő hat, vagyis a (40) összefüggésekbe:

$$q' = \frac{P}{2\,r\,\beta}, \quad \text{ahol} \quad \beta \to 0$$

írva, az u_0 és v_0 értékei az alábbiak lesznek:

$$\begin{aligned} u_0 &= \lim_{\beta\to 0}\frac{(1+\mu)\,P}{2\,E\,R\,\pi}\left\{R^2+(3-4\,\mu)\frac{C_{n-1}}{\beta}-2(1-2\,\mu)\frac{C_n}{\beta}-R^2\frac{C_{n+1}}{\beta}\right\},\\ v_0 &= \lim_{\beta\to 0}\frac{(1+\mu)\,P}{2\,E\,R\,\pi}\left\{\frac{R[(1-2\,\mu)]\,R^2+1}{2(1-\mu)}\cdot\frac{\sin\beta}{\beta}\sin\theta-(3-4\,\mu)\frac{S_{n-1}}{\beta}+\right.\\ &\left.+\,4(1-\mu)\frac{S_n}{\beta}-R^2\frac{S_{n-1}}{\beta}\right\}. \end{aligned}$$

Ismeretes, hogy

$$\lim_{\beta\to 0}\frac{\sin\beta}{\beta}=1 \quad \text{és} \quad \lim_{\beta\to 0}\frac{\sin n\,\beta}{\beta}=n\,.$$

Így a (22) (23) és (24) felhasználásával

$$\lim_{\beta\to 0}\frac{C_{n-1}}{\beta}=\lim_{\beta\to 0}\sum_{n=2}^{\infty}R^n\,\frac{\sin n\,\beta}{\beta}\,\frac{\cos n\,\theta}{n-1}=\sum_{n=2}^{\infty}R^n\,\frac{n}{n-1}\cos n\,\theta=c_1(\theta)+c_{n-1}(\theta)\,.$$

Ugyanígy

$$\lim_{\beta\to 0}\frac{C_n}{\beta}=c_1(\theta)\,,$$

$$\lim_{\beta\to 0}\frac{C_{n+1}}{\beta}=c_1(\theta)-c_{n+1}(\theta)\,,$$

$$\lim_{\beta\to 0}\frac{S_{n-1}}{\beta}=s_1(\theta)+s_{n-1}(\theta)\,,$$

$$\lim_{\beta\to 0}\frac{S_n}{\beta}=s_1(\theta)\,,$$

$$\lim_{\beta\to 0}\frac{S_{n+1}}{\beta}=s_1(\theta)-s_{n+1}(\theta)\,.$$

Tehát

$$u_0=\frac{(1+\mu)P}{2ER\pi}\{R^2+(1-R^2)\,c_1(\theta)+(3-4\mu)\,c_{n-1}(\theta)+R^2\,c_{n+1}(\theta)\}\,,$$

$$v_0=\frac{(1+\mu)P}{2ER\pi}\left\{\frac{R[(1-2\mu)R^2+1]}{2(1-\mu)}\sin\theta+(1-R^2)\,s_1(\theta)-\right.$$

$$\left.-(3-4\mu)\,s_{n-1}(\theta)+R^2\,s_{n+1}(\theta)\right\}.$$

A mérnöki gyakorlat számára elsősorban a kör alakú kivágás kerülete mentén fellépő relatív elmozdulások értékei fontosak. Tehát bennünket elsősorban az u_0; v_0 függvényeknek a $\varrho=r$, illetve $R=1$ helyen felvett értékei érdekelnek. Ezek viszont a (18a) és (25) felhasználásával következő véges alakban írhatók fel:

$2r\beta$ ívszakaszon egyenletesen megoszló terhelés esetében:

$$u_0|_{\varrho=r}=\frac{(1+\mu)\,q'\,r}{E\,\pi}\left\{\beta+(1-2\mu)\left[(y-\pi)\sin^2\frac{y}{2}-\xi\cdot\sin^2\frac{x}{2}\right]-\right. \tag{41}$$

$$\left.-(1-\mu)\left[(\sin y)\ln\left(2\sin\frac{y}{2}\right)^2-(\sin x)\ln\left(2\sin\frac{x}{2}\right)^2\right]+\frac{5-8\mu}{4}[\sin y-\sin x]\right\},$$

$$v_0|_{\varrho=r}=\frac{(1+\mu)\,q'\,r}{E\,\pi}\left\{\sin\beta\sin\theta-2(1-\mu)\left[\left(\sin^2\frac{x}{2}\right)\ln\left(2\sin\frac{x}{2}\right)^2-\right.\right.$$

$$-\left(\sin^2\frac{y}{2}\right)\ln\left(2\sin\frac{y}{2}\right)^2\Big]-\frac{1-2\mu}{2}[\xi\sin x-(y-\pi)\sin y]-$$

$$\left.-\frac{7-8\mu}{4}[\cos x-\cos y]\right\}, \tag{42}$$

ahol

$$\xi = \begin{cases} (x - \pi) & \text{ha} \quad x > 0\,, \\ (x + \pi) & \text{ha} \quad x < 0\,, \end{cases}$$

és

$$y = (\theta + \beta);\ x = (\theta - \beta).$$

Továbbá (18*a*) (23) és (24) felhasználásával P koncentrált terhelés esetében

$$u_0|_{\varrho=r} = -\frac{(1+\mu)P}{2E\pi}\left\{\left[2(1-\mu)\ln\left(2\sin\frac{\theta}{2}\right)^2 + \frac{1}{2}\right]\cos\theta + (1-2\mu)(\pi-\theta)\sin\theta\right\}, \tag{43}$$

$$v_0|_{\varrho=r} = \frac{(1+\mu)P}{2E\pi}\left\{\left[2(1-\mu)\ln\left(2\sin\frac{\theta}{2}\right)^2 - \frac{1}{2}\right]\sin\theta + (1-2\mu)(\pi-\theta)\cos\theta\right\}. \tag{44}$$

Az elmozdulások hatásábraszerű alkalmazása érdekében vizsgáljuk meg a $2r\beta$ ívhosszon egységnyi eredőjű egyenletesen megoszló terhelés, vagyis $q = \frac{1}{2r\beta}$ hatására fellépő elmozdulásokat. A (41), (42) kifejezésekbe behelyettesítve kapjuk

$$\eta = u_0|_{\varrho=r} = \frac{(1+\mu)}{2E\pi}\left\{1 + \frac{1}{\beta}\left[(1-2\mu)\left((y-\pi)\sin^2\frac{y}{2} - \xi\sin^2\frac{x}{2}\right) - \right.\right.$$

$$\left.\left. - (1-\mu)\left((\sin y)\ln\left(2\sin\frac{y}{2}\right)^2 - (\sin x)\ln\left(2\sin\frac{x}{2}\right)^2\right) + \frac{5-8\mu}{4}(\sin y - \sin x)\right]\right\}, \tag{45}$$

$$\zeta = v_0|_{\varrho=r} = \frac{(1+\mu)}{2E\pi}\left\{\frac{\sin\beta}{\beta}\sin\theta - \frac{1}{\beta}\left[2(1-\mu)\left(\left(\sin^2\frac{x}{2}\right)\ln\left(2\sin\frac{x}{2}\right)^2 - \right.\right.\right.$$

$$\left.\left.\left. - \left(\sin^2\frac{y}{2}\right)\ln\left(2\sin\frac{y}{2}\right)^2\right) + \frac{1-2\mu}{2}\left(\xi\sin x - (y-\pi)\sin y\right) + \right.\right.$$

$$\left.\left. + \frac{7-8\mu}{4}(\cos x - \cos y)\right]\right\}, \tag{46}$$

ahol

$$\xi = \begin{cases} (x - \pi) & \text{ha} \quad x > 0 \\ (x + \pi) & \text{ha} \quad x < 0 \end{cases}$$

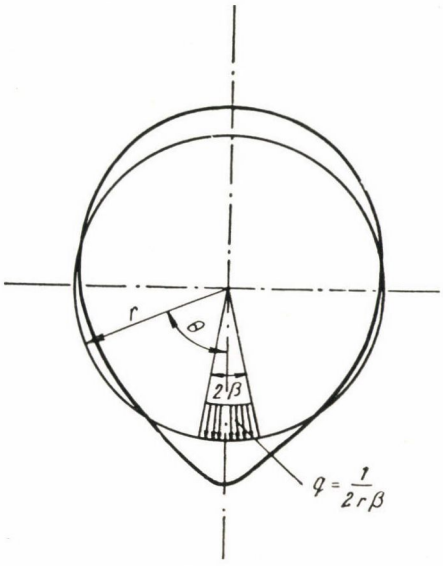
és

$$y = (\theta + \beta);\quad x = (\theta - \beta)$$

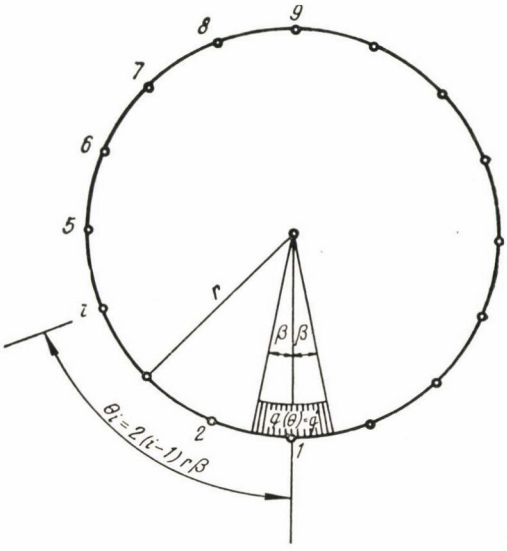
A fenti képletek alapján számított elmozdulási ábrákat (5. ábra) kör alakú kivágás tetszőleges pontjához tartozó speciális hatásábráknak tekinthetjük.

Az alábbiakban kiszámítottuk az η értékeit a $\beta = 11° 30'$ és $\mu = 0{,}3$ értékeknél a körívnek a 6. ábrában feltüntetett osztáspontjaiban.

A szerzők által levezetett zárt alakú kifejezés értékeit az alábbi táblázatban összehasonlítottuk az [5] irodalomban közölt Fourier-sorral számított értékekkel.



5. ábra



6. ábra

A táblázatból látható, hogy még 64 Fourier-tag figyelembevétele mellett is jelentős eltérések vannak a pontos értékekhez képest. A Fourier-sorral kapott értékek a pontos érték alatt és felett ingadoznak.

5. Alkalmazás alagútfalazatok gyakorlati számítására

Az (1) táblázat alkalmas arra is, hogy 16-szögű sokszöggel megközelített rugalmasan ágyazott kör alakú alagútfalazatok számításánál az ágyazásiegyüttható kiküszöbölve az alagútfalazatot körülvevő kőzet fizikai jellemzői (E, μ) segítségével méretezzünk. A törzstartót ilyen esetben úgy foghatjuk fel, mint rugalmas rudakkal megtámasztott csuklós rúdláncra támaszkodó háromcsuklós ívet. (7. ábra.)

Az erőmódszer szerint megoldva a kanonikus egyenletrendszer:

$$
\begin{aligned}
a_{11} M_1 + a_{13} M_3 + a_{14} M_4 + \ldots + a_{19} M_9 + a_{10} &= 0 \\
a_{31} M_1 + a_{33} M_3 + a_{34} M_4 + \ldots + a_{39} M_9 + a_{30} &= 0 \\
\vdots \quad\quad \vdots \quad\quad \vdots \quad\quad\quad\quad \vdots \quad\quad \vdots \quad\quad \vdots & \\
a_{91} M_1 + a_{93} M_3 + a_{94} M_4 + \ldots + a_{99} M_9 + a_{90} &= 0
\end{aligned}
$$

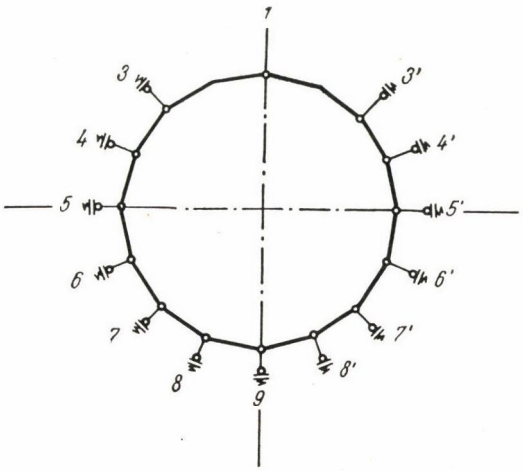
θ		0°	22° 30′	45°	67° 30′	90°	112° 30′	135°	157° 30′	180°
η_i		η_1	η_2	η_3	η_4	η_5	η_6	η_7	η_8	η_9
η közelítő értékei a sor „n” tagjának figyelembevétele mellett	$n = 8$	+1,31	+0,39	—0,08	—0,22	—0,11	+0,04	+0,30	+0,42	+0,52
	$n = 16$	+1,43	+0,34	—0,09	—0,21	—0,13	+0,06	+0,28	+0,44	+0,50
	$n = 32$	+1,37	+0,36	—0,09	—0,20	—0,12	+0,06	+0,28	+0,44	+0,50
	$n = 64$	+1,38	+0,35	—0,09	—0,20	—0,12	+0,06	+0,28	+0,44	+0,50
η pontos értékei		+1,3873	+0,3517	—0,0892	—0,2052	—0,1117	+0,0636	+0,2766	+0,4389	+0,5000

1. táblázat

Az egyenletrendszer koefficiensei a szerkezet $E_1\ J$ konstans jellemzői esetén

$$(a_{ik}) = \int M_i M_k ds + \frac{J}{F} \sum N_i N_k + E_1 J \sum u_i R_k$$

Különös figyelmet az utolsó tagnak kell szentelnünk. Ez a tag fejezi ki az ágyazás munkáját. R-rel jelöltük a kerület mentén ható támaszerőket, u val pedig a megfelelő elmozdulásokat.



7. ábra

Az u_1 értékeket könnyen meghatározhatjuk, ha ismerjük az 1. táblázatban foglalt, egységnyi erő hatására fellépő alakváltozási ordinátákat s így

$$u_i = \sum R_i \eta_i .$$

Az általunk vizsgált tizenhatszög esetén az U_i értékeket az alábbiak szerint számíthatjuk:

$$\begin{aligned}
u_3 &= (\eta_1 + \eta_5) R_3 + (\eta_2 + \eta_6) R_4 + \ldots + (\eta_6 + \eta_8) R_8 + \eta_7 \cdot R_9 \\
u_4 &= (\eta_2 + \eta_6) R_3 + (\eta_1 + \eta_7) R_4 + \ldots + (\eta_5 + \eta_7) R_8 + \eta_6 \cdot R_9 \\
u_5 &= (\eta_3 + \eta_7) R_3 + (\eta_2 + \eta_8) R_4 + \ldots + (\eta_4 + \eta_6) R_8 + \eta_5 \cdot R_9 \\
u_6 &= (\eta_4 + \eta_8) R_3 + (\eta_3 + \eta_9) R_4 + \ldots + (\eta_3 + \eta_5) R_8 + \eta_4 \cdot R_9 \\
u_7 &= (\eta_5 + \eta_9) R_3 + (\eta_4 + \eta_8) R_4 + \ldots + (\eta_2 + \eta_4) R_8 + \eta_3 \cdot R_9 \\
u_8 &= (\eta_6 + \eta_8) R_3 + (\eta_5 + \eta_7) R_4 + \ldots + (\eta_1 + \eta_3) R_8 + \eta_2 \cdot R_9 \\
u_9 &= (\eta_7 + \eta_7) R_3 + (\eta_6 + \eta_6) R_4 + \ldots + (\eta_2 + \eta_2) R_8 + \eta_1 \cdot R_9
\end{aligned}$$

Könnyen belátható, hogy az előbbi összefüggések mátrix alakban a következőképpen írhatók fel:

$$\boldsymbol{u \cdot H \cdot r}$$

ahol

$$\boldsymbol{u} = \begin{bmatrix} u_3 \\ u_4 \\ u_5 \\ u_6 \\ u_7 \\ u_8 \\ u_9 \end{bmatrix} \quad \text{és} \quad \boldsymbol{r} = \begin{bmatrix} R_3 \\ R_4 \\ R_5 \\ R_6 \\ R_7 \\ R_8 \\ R_9 \end{bmatrix}$$

Az elmozdulások és a reakcióerők oszlopmátrixát és

$$\boldsymbol{H} = \frac{1}{E} \begin{bmatrix} (\eta_1 + \eta_5)\,(\eta_2 + \eta_6) \cdots (\eta_6 + \eta_8)\,\eta_7 \\ (\eta_2 + \eta_6)\,(\eta_1 + \eta_7) \cdots (\eta_5 + \eta_7)\,\eta_6 \\ \vdots \quad\quad \vdots \quad\quad\quad\quad \vdots \quad\quad \vdots \\ (\eta_6 + \eta_8)\,(\eta_5 + \eta_7) \cdots (\eta_1 + \eta_3)\,\eta_2 \\ (\eta_7 + \eta_7)\,(\eta_6 + \eta_6) \cdots (\eta_2 + \eta_2)\,\eta_1 \end{bmatrix}$$

az elmozdulások hatásábra ordinátáiból alkotott kvadratikus mátrixot jelenti.

Az $\mu = 0{,}3$ esetben kiszámítottuk a $\boldsymbol{H}$ mátrixot, és ez számszerűen az alábbi:

$$\boldsymbol{H} = \frac{1}{E} \begin{bmatrix} 1{,}2756 & 0{,}4153 & 0{,}1874 & 0{,}2337 & 0{,}3883 & 0{,}5025 & 0{,}2766 \\ 0{,}4153 & 1{,}6639 & 0{,}7906 & 0{,}4108 & 0{,}2337 & 0{,}1649 & 0{,}0636 \\ 0{,}1874 & 0{,}7906 & 1{,}8873 & 0{,}7906 & 0{,}1874 & -0{,}1416 & -0{,}1117 \\ 0{,}2337 & 0{,}4108 & 0{,}7906 & 1{,}6639 & 0{,}4153 & -0{,}2009 & -0{,}2052 \\ 0{,}3883 & 0{,}2337 & 0{,}1874 & 0{,}4153 & 1{,}2756 & 0{,}1465 & -0{,}0892 \\ 0{,}5025 & 0{,}1649 & -0{,}1416 & -0{,}2009 & 0{,}1465 & 1{,}2981 & 0{,}3517 \\ 0{,}5532 & 0{,}1272 & -0{,}2234 & -0{,}4104 & -0{,}1784 & 0{,}7034 & 2{,}7746 \end{bmatrix}$$

Tekintettel arra, hogy az $\boldsymbol{u}$ elmozdulási oszlopmátrixot a számítás érdekében a törzstartó minden csomópontjában beiktatott egységnyi terhelés nyomatékából származó $\boldsymbol{r}$ oszlopmátrix esetében meg kell határozni, az oszlopmátrixot célszerűen indexszel láthatjuk el. Az „i", illetve „o" index egyben utal arra, hogy az melyik csomópontba beiktatott egységnyi, illetve külső terhelés hatására keletkezett elmozdulásokra, illetve R_k erőkre vonatkozik.

Így az előző kifejezés az alábbi alakot nyeri:

$$\boldsymbol{u}_i = \boldsymbol{H} \cdot \boldsymbol{r}_i$$

és

$$\boldsymbol{u}_0 = \boldsymbol{H} \cdot \boldsymbol{r}_0 .$$

Könnyen belátható, hogy az általunk vizsgált $\Sigma u_i \; R_k$ kifejezés, mátrix alakban írva, a következő:

$$\Sigma u_i \; R_k = \boldsymbol{u}_r^* \boldsymbol{r}_k$$

illetve

$$\Sigma u_0 R_0 = \boldsymbol{u}_0^* \cdot \boldsymbol{r}_0$$

Azaz a kannonikus egyenletrendszer koefficienseinek a talaj ágyazási munkáját kifejező tagját úgy kapjuk meg, hogy az „i" pontban beiktatott egységnyi nyomatékpár, illetve külső terhelés hatására keletkező elmozdulások sor mátrixát (transzponált oszlopmátrixát) megszorozzuk a „k" pontban beiktatott egységnyi nyomatékpár, illetve külső terhelés hatására keletkező $\boldsymbol{r}$ erők oszlopmátrixával.

A $\Sigma u_i \; R_k$ kifejezés ismeretében nem jelent különleges nehézséget az egység és terhelési tényezők meghatározása, illetve a kanonikus egyenlet megoldása sem.

A szerzők befejezésül köszönetet mondanak *Kohlmann László* matematikusnak, aki a levezetések ellenőrzésében és részletszámítások elvégzésével értékes segítséget nyújtott számukra.

IRODALOM

[1] *Volkov* és mások: Alagutak. (oroszul) Moszkva 1945.
[2] *Dr. Széchy K.* : Alagútépítéstan. Egyetemi jegyzet 1960.
[3] *Davidov Sz. Sz.* : Földalatti szerkezetek méretezése és tervezése. (oroszul) Moszkva 1950.
[4] *Timosenko, S.* : Theory of Elasticity, New York 1934.
[5] *Orlov, Sz. A.* : Síkban, kör alakú kivágás peremén fekvő szerkezetek számítása. Szerkezeti — elméleti kutatások, 6 kötet. Moszkva 1954. (oroszul).
[6] *Rüzsik, I. M.* és *Gradstein, I. Sz.* : Integrálok, sorok táblázata. (oroszul) Moszkva 1951.

A kézirat 1961. február hóban érkezett.

Dr. KÉZDI ÁRPÁD, a műszaki tudományok doktora
NAGYVÁTI BÉLA

ÚTBURKOLATOK ALATTI SZŰRŐRÉTEGEK VISELKEDÉSÉNEK VIZSGÁLATA

Merev útburkolatokat, főleg betonburkolatokat csak ritkán helyezünk közvetlenül kötött talajra: a talaj *térfogatváltozó* vagy *fagyveszélyes* volta miatt rendszerint homokból vagy homokos kavicsból készített réteg kerül a talaj és a burkolat közé. E rétegtől a következő feladatok teljesítését várjuk:

1. A burkolat hézagain, repedésein átszivárgó vizet oldalirányban kivezeti, hogy az ne szivároghasson be a talajba, s így az ne duzzadjon;

2. a fagyveszélyes talaj átfagyásának mértékét csökkenti, mert abban a lehűlés kisebb mértékű lesz;

3. a zsugorodás és duzzadás, valamint jéglencseképződés miatt esetleg mégis bekövetkező magasságváltozásokat kiegyenlíti, s megakadályozza hézagok keletkezését a burkolat alatt;

4. nagyobb teherbírása révén vékonyabb burkolat építését teszi lehetővé.

E feladatoknak a szemcsés réteg csak akkor tud megfelelni, ha anyaga

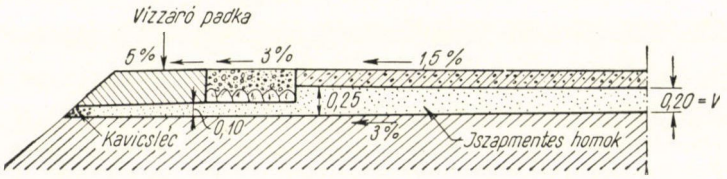
a) jó vízvezető;

b) szemeloszlása szerint nem fagyveszélyes;

c) kellően tömörített ($T_{r\gamma} \geq 100—105\%$).

Az altalaj térfogatváltozása elleni védekezés céljából alkalmazott réteget *szűrőrétegnek*, a fagyveszély ellen alkalmazott réteget *pufferrétegnek* szokás nevezni.

A fentiekben felsorolt feladatokon kívül szokás még megemlíteni az ágyazatnak azt a szerepét, mely a burkolatépítés technológiájának elősegíté-



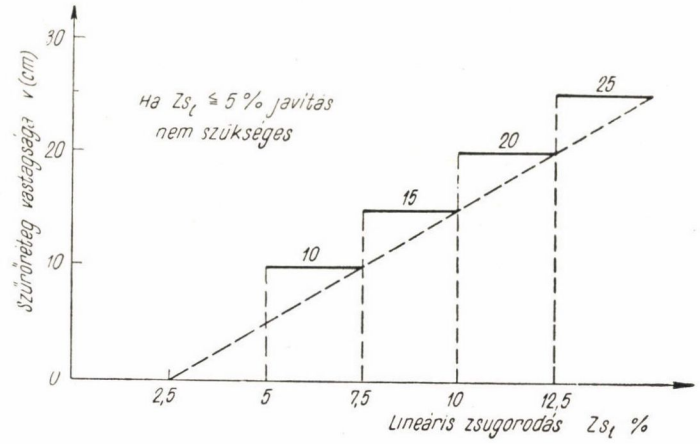
1. ábra. Szűrőréteg szokásos keresztmetszeti kialakítása

sében és az építés idején végzett szállítások terén jelentkezik. Az alábbiakban a kérdésnek ezzel az oldalával nem foglalkozunk.

A szűrőréteg szokásos keresztmetszeti elrendezését az *1. ábra* tünteti fel. Lényeges követelménynek tekintik azt, hogy kellő oldaleséssel kialakított koronára kerüljön, s hogy a padka alatt, annak teljes szélességében ún. *paplanszerű* átvezetést nyerjen, s ne csak helyenként alkalmazott szivárgók víztelenítsék.

Vastagságát kizárólag tapasztalati alapon szokás felvenni. Hazánkban a térfogatváltozás elleni védekezés céljából alkalmazott szűrőrétegek vastagságát a talaj lineáris zsugorodásának mérőszáma alapján, a 2. *ábrán* közölt diagram szerint szokás felvenni.

Fagyveszély elleni védekezésül alkalmazott pufferréteg vastagsága 30 cm akkor, ha a fagyzónába a fagyperiódus tartama alatt a talajvíz kapilláris



2. *ábra.* Szűrőréteg szükséges vastagsága a lineáris zsugorodás függvényében

úton fel tud emelkedni, és 50 cm akkor, ha maga a talajvízszint emelkedhetik a fagyzónába. Részletesebb előírásokat ad *Siedek*, figyelembe veszi az altalaj szemeloszlási görbéjét, állapotát s azt, hogy töltésen vagy bevágáson építünk-e. (L. I. sz. táblázat; ismertetést l. *Kézdi*, 1957).

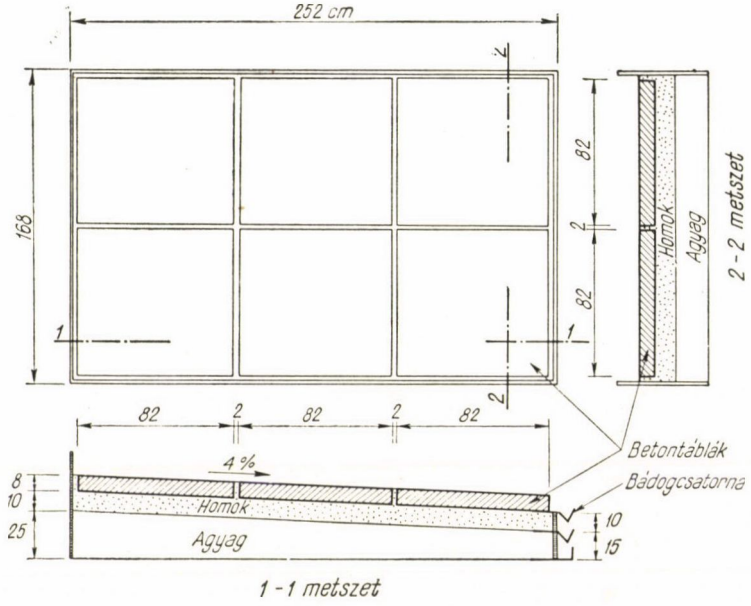
I. táblázat

Fagykárok elleni védekezés céljára beépített pufferrégek vastagsága *Siedek* szerint

Súly százalék			A pufferréteg szükséges vastagsága cm-ben			A földmunka koronaszintjének legkisebb mélysége a pályaszint alatt cm-ben		
A teljes minta súlyára	a 2 mm-nél kisebb szemcsék súlyára		száraz		nedves	száraz		nedves
$D < 0{,}02$ mm	$D < 0{,}02$ mm	$D < 0{,}10$ mm	töltésen > 2 m	altalajon < 2 m száraz bevágás		töltésen > 2 m	altalajon < 2 m száraz bevágás	
0— 3%	—	—	—	—	—	—	—	—
3— 6%	10%-ig	20%-ig	—	—	30	—	—	60
6—10%	15%-ig	30%-ig	20	30	30	50	60	60
>10%	15%	30%	30	40	40	60	70	70

A szűrő- és pufferrétegek szokásos kialakítása s az említett követelmény a paplanszerű kivezetést illetően jól tükrözi azt a szemléletet, hogy a pufferréteg elsőrendű feladata a vízelvezetés s a korona szárazon tartása. Szűrőrétegek

tényleges vízvezetőképességére vonatkozó adatokkal viszont egyáltalán nem rendelkezünk, sem helyszíni, sem laboratóriumi kísérleti eredmények nem állnak rendelkezésre; így a felállított követelmények elsősorban a szűrőréteg viselkedésére tett *feltevéseken* s *tapasztalati adatokon* alapulnak. Ezért a kér-

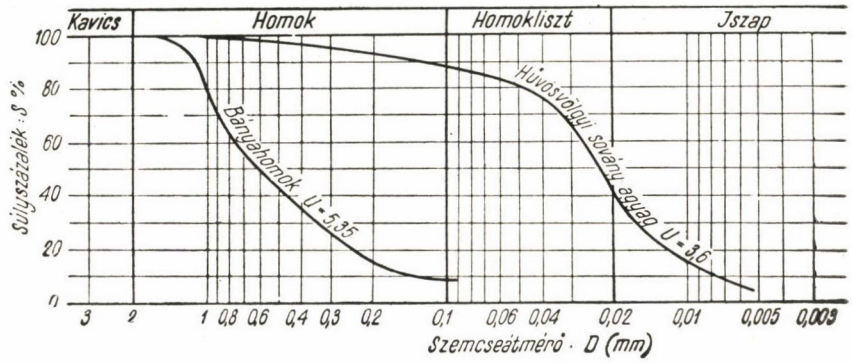


3. ábra. A kísérleti medence elrendezése

dést az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Alagútépítés, Földművek és Talajmechanika tanszéke a Magyar Tudományos Akadémia által támogatott kutatásai keretében kísérleti vizsgálat alá vetette; az eredményeket a következőkben ismertetjük. Célunk elsősorban az volt, hogy a szűrőréteg vízvezetőképességét s az alsó agyagréteg átnedvesedését vizsgáljuk meg; fagyvizsgálatok végzésére nem volt mód. Így az eredmények is csupán az ún. szűrőrétegek tervezése szempontjából hasznosíthatók.

A kísérleti berendezés (l. 3. ábra) egy $2{,}52 \cdot 1{,}65 = 4{,}15$ m² alapterületű medence volt. Belsejét horganyzott vaslemez borította. Egyik oldala nyitott; itt három szinten vizet összegyűjtő csatornákat helyeztünk el. A medence aljára *agyagréteget* döngöltünk, majd kialakítva az előírt felületet, elhelyeztük a 10 cm vastag szűrőréteget; ennek anyaga *homok* volt. A homok elegyengetett felszínére előregyártott, $82 \cdot 82 \cdot 8$ cm-es betontáblák kerültek; ezek között 2 cm-es hézagokat hagytunk. A hézagokat *homokkal* töltöttük ki, hogy a víz bejutása szempontjából az elképzelhető legkedvezőtlenebb helyzetet állítsuk elő.

A kísérlet maga abból állt, hogy a burkolatot ismert mennyiségű vízzel egyenletesen meglocsoltuk, megmértük a felszínen lefolyó víz mennyiségét, majd meghatároztuk a homok és az agyag víztartalmának változását. A három bádogcsatorna a három jellemző szinten — burkolat felfekvési felülete, agyag-

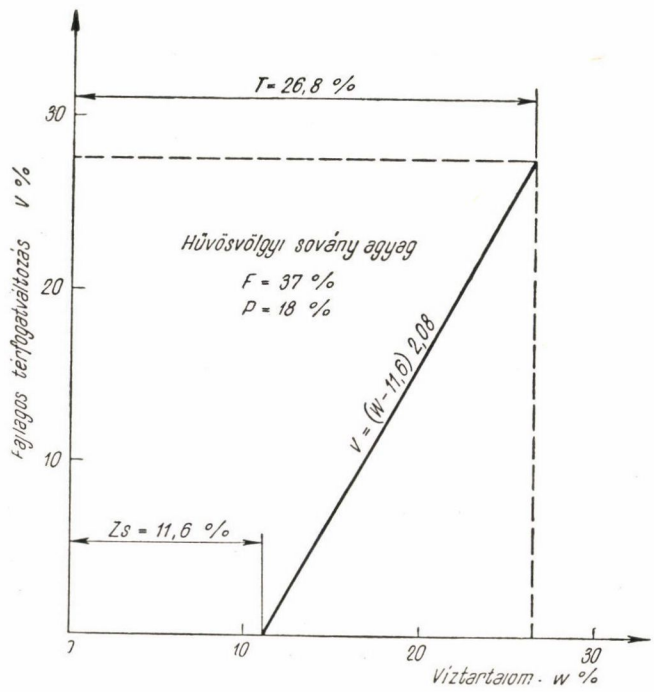


4. ábra. Az agyag alapréteg és a szűrőhomok szemeloszlási görbéje

réteg felszíne és a medence fenékszintje — kiszivárgó vízmennyiség mérésére volt hivatva.

Az egyes kísérletek leírása és az eredmények ismertetése előtt röviden összefoglaljuk a beépített anyagok talajfizikai jellemzőit.

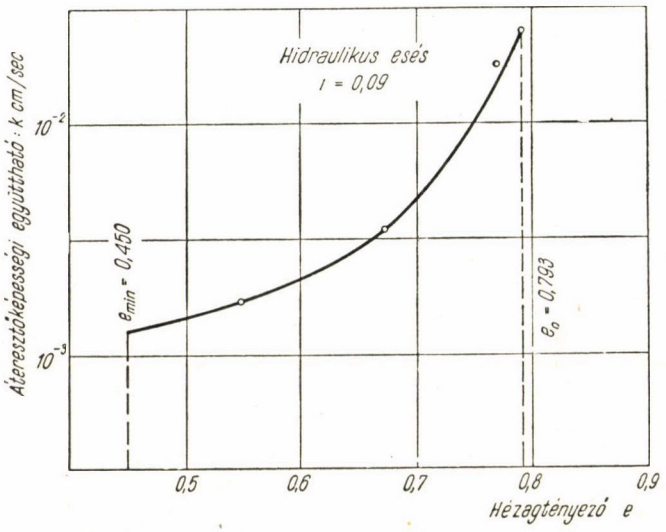
Az agyag alapréteg hűvösvölgyi sárgásvörös *sovány agyag ;* szemeloszlási görbéjét a *4. ábra* mutatja. Folyási határa F = 37%; plasztikus indexe P_i = 18%. Közepesen térfogatváltozó; lineáris zsugorodása Zs_1 = 8,8%; tér-



5. ábra. Az agyag alapréteg térfogatváltozási egyenese

fogatváltozási egyenesét l. az *5. ábrán*. Áteresztőképességi együtthatója $e = 1{,}6—0{,}55$ tömörségi határok között $k = 6 \cdot 10^{-4}—2 \cdot 10^{-7}$ cm/sec értékek között változott. Az alapréteg hézagtényezője beépítés után $e = 0{,}775$ volt, víztartalma $w = 16{,}7\%$. Ebben az állapotban telítettsége: $r = 0{,}592$, vízáteresztőképessége: $k = 9 \cdot 10^{-6}$ cm/sec.

A homok szűrőréteg szemeloszlási görbéje szintén a *4. ábrán* látható. Optimális víztartalma $w = 10—11\%$; az $5 \cdot 55$ mkg/l tömörítő munkával



6. ábra. A szűrőhomok áteresztőképességi együtthatója a tömörség függvényében

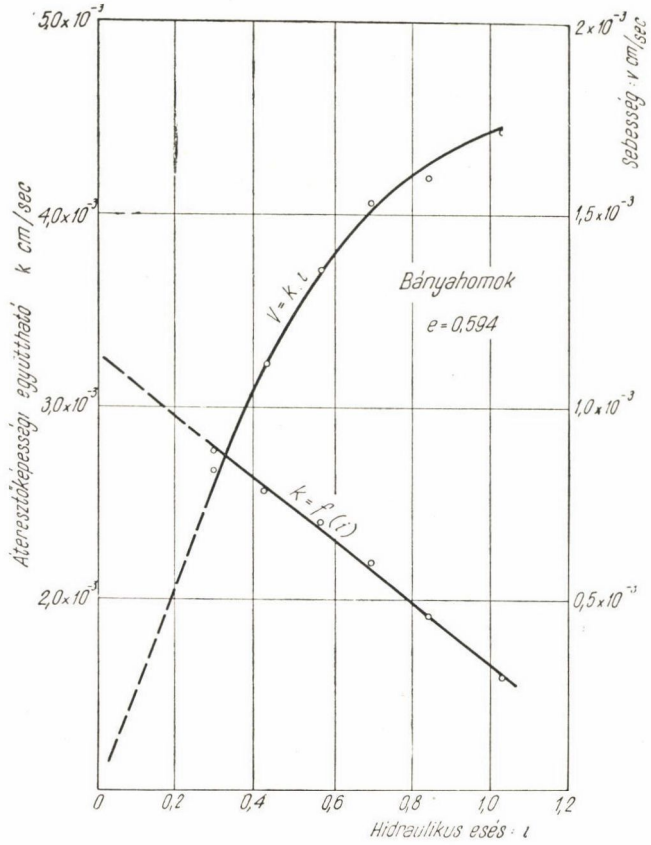
elérhető száraz térfogatsúly $\gamma_0^{max} = 1{,}82$ t/m³. Vízáteresztőképességi együtthatóját a tömörség függvényében a *6. ábra* mutatja.

Minthogy a vizsgálatban nagy a jelentősége a szűrőréteg áteresztőképességének, éspedig különösen a kicsiny hidraulikus esések mellett mérhető k értékeknek, külön kísérletsorozatot végeztünk az áteresztőképességi együttható és a hidraulikus esés közötti összefüggés meghatározására. Az eredményt a *7. ábra* mutatja; kitűnt, hogy a *Darcy*-törvény csak egészen kicsiny hidraulikus esések ($i<0{,}3$) mellett érvényes; összhangban *Burmister* (1955) kísérleti eredményeivel. (Ismertetését l. *Kézdi* 1960.)

Meghatároztuk a szűrőréteg kapilláris emelkedését is; a szokványos kísérleti eljárást alkalmazva a kapilláris emelkedés egyenlete $h = 36\, t^{0{,}13}$-ra adódott.

Az első beépítés alkalmával a 10 cm vastag szűrőréteget optimális víztartalom ($w_{opt} = 10—11\%$) mellett $\gamma_0 = 1{,}82$ t/m³ térfogatsúlyra tömörítettük. ($T_{r\gamma} = 100\%$). A burkolatra — a Meteorológiai Intézet budapesti mérőállomásának adatai alapján — féléves gyakoriságú, tartós (4 nap) őszi esőnek megfelelő vízmennyiséget locsoltunk. Ez 62 mm-es csapadéknak felel meg, így négy nap alatt 260 l vizet permeteztünk a felületre.

Az eső időtartama alatt több ízben mértük szintezéssel a burkolat mozgását, valamint a lefolyt és a burkolat alá beszivárgott víz mennyiségét. Ugyan-



7. ábra. A szűrőhomok áteresztőképességi együtthatója a hidraulikus esés függvényében

csak mértük az öntözővíz, a talaj és a levegő hőmérsékletét, valamint a laboratóriumi levegő relatív nedvességtartalmát. Ez utóbbi értékek a mérések szerint a kísérlet teljes tartama alatt állandóknak tekinthetők; és pedig

a laboratórium levegőjének hőmérséklete	18 C°
a talaj hőmérséklete	17 C°
az öntözővíz hőmérséklete	19 C°
a levegő relatív páratartalma	80%

A négy nap elteltével meghatároztuk a betontáblák alatt bekövetkezett víztartalom változást mindkét rétegben.

A következőkben a locsolás szünetelt, csak az említett adatokat mértük tovább négy héten át. Ezután ismét meghatároztuk a burkolat alatti rétegek víztartalom változását.

A *második beépítés* az előzőhöz képest annyi változást jelentett, hogy az agyagréteg felszínét 4% hosszirányú eséssel képeztük ki. A homokréteg vastagsága 10 cm maradt. A betontáblák felszíne is 4% esésű volt (l. 3. *ábra*).

Mérési eredmények

Az egyes rétegek víztartalmát a beépítés, a csapadék és a pihentetés után, néhány mérési ponton a *II. táblázat tartalmazza.* Egy jellegzetes eredményt grafikusan a *8. ábra* szemléltet, mely egyúttal a telítettség változásáról is felvilágosítást nyújt.

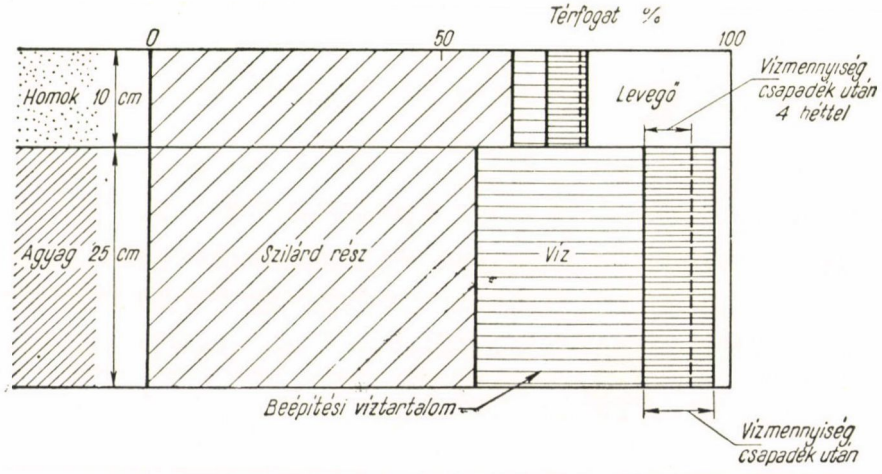
II. táblázat

A burkolat alatti talajrétegek víztartalmának változása

Kísérlet száma	Mérési pont jele	Beépítés után		Csapadék után			4 hét múlva		
		I–I	II–II	I–I	II–II	III–III	I–I	II–II	III III
1	23	5,4	18,1	7	25,6	23,0	6,8	23,5	21,5
	28	8,5	18,0	7,1	24,7	24,6	5,9	26,4	24,4
	33	7,0	17,0	7,6	26,6	24,2	5,6	22,0	22,2
2	22	9,6	22,3	10,0	21,7	24,1			
	26	10,0	22,6	16,0	22,6	26,1			
	32	9,3	21,7	8,7	24,1	25,8			

A mérési eredményeket a következőkben foglalhatjuk össze.

1. A rétegek beépítése során elég jól sikerült biztosítani a víztartalom egyenletességét. Az öntözés egyenletességére mutat az, hogy a rétegek víztar-



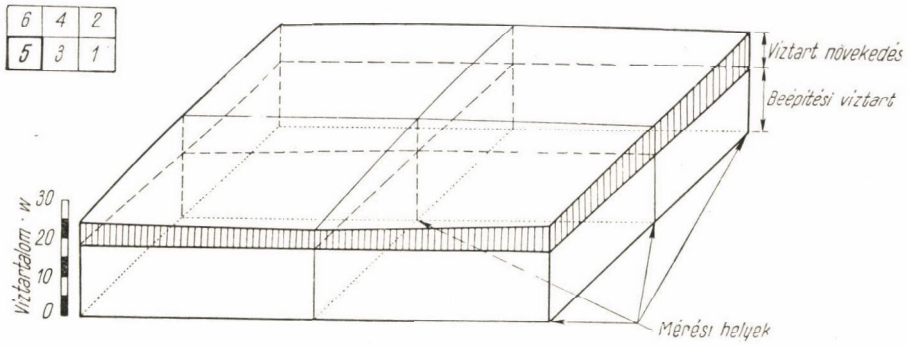
8. ábra. A szűrőhomok és az agyagréteg víztartalmának változása

talma a csapadék után is közel egyenletesen változott meg. Ezt igazolja a *9. ábra*, mely az 5. jelű tábla alatti agyagréteg felszínének víztartalomváltozását mutatja.

2. A kísérlet során mértük a csapadék mennyiségét és a felszínen lefolyó víz mennyiségét. Ismerve a talajréteg víztartalmának változását, kiszámítható a talajba beszivárgott víz mennyisége. E számítások és mérések szerint az 1 m²-re kilocsolt 62,4 l víz átlagosan a következőképpen oszlott meg:

	1. kísérlet (p = 0%)	2. kísérlet (p=4%)
a burkolat felszínén lefolyt	13%	22%
a homokrétegben felhalmozódott	15%	0%
az agyagrétegbe szívódott	52%	39%
elpárolgott v. észrevétlenül kiszivárgott	20%	39%
	100%	100%

Oldalesés alkalmazása tehát azzal az eredménnyel járt, hogy a homokban nem halmozódott fel víz; a burkolat alá szivárgott víz a 10 cm vastag homokrétegen átszivárgott, és a réteg víztartalma lényegében nem változott. Az agyagrétegbe kevesebb víz szívódott be; a csökkenés azonban nem olyan



9. ábra. Az agyagfelszín víztartalmának változása az 5. tábla alatt

mérvű, mint az várható lett volna. Meg kell jegyezni, hogy a medencén alkalmazott bádogcsatornákban sem a homok, sem az agyag felszínén — még kevésbé az alsó szinten — kiszivárgó mérhető vízmennyiséget nem tapasztalhattunk. Az oldalesés az elpárolgó, illetve észrevétlenül kiszivárgó — kiszivárgás után azonnal elpárolgó — víz mennyiségét is megnövelte. A szűrőrétegben a víz tehát oldalirányban elsősorban nem cseppfolyós alakban mozog, az alkalmazható kicsiny — max. 4%-os — esés erre nem ad lehetőséget (vö. 7. ábra), a kapilláris erők a telítetlen talajban lényegesen nagyobb erővel tartják vissza a vizet; jelentősége elsősorban a párolgásnak van.

3. A burkolat alatti rétegek víztartalma a locsolás után eltelt négy hét alatt lényegében nem változott, bár a talaj és a levegő hőmérséklete állandóan 20 C° körül volt. Ez az eredmény megerősíti azt a gyakorlati tapasztalatot, hogy a burkolat alatti agyagrétegbe egyszer beszívódott víz szinte alig távolítható el, az agyag, nagy vízkapacitása miatt, a vizet leköti, s az sem szivárgás, sem párolgás révén nem távozik el. A legfontosabb feladat tehát a víz bejutásának megakadályozása.

4. A burkolatot alkotó s egymással kapcsolatban nem levő betontáblák magassági helyzetét, mint említettük, több ízben szintezéssel meghatároztuk. E szintezés eredményeit sem táblázatban, sem grafikusan nem tüntettük fel, mert a tizedmilliméteres pontossággal végzett mérések *semmiféle mozgást nem mutattak*. Az agyag alapréteg tehát semmit sem duzzadt, és egyik réteg sem tömörödött a betonlapok alá beszivárgó víz hatására. E meglepő eredmény talán azzal magyarázható, hogy az agyag nem volt telített állapotban (telítettsége a locsolás előtt $r = 0{,}6$ volt), s a vizet így duzzadás nélkül fel tudta venni. A második kísérletben a beépítéskor $r = 0{,}8$ volt a telítettség; emelkedést, duzzadást itt sem tapasztaltunk. Ez a körülmény arra enged következtetni, hogy utak földmunkáit a duzzadás elkerülése végett célszerű a Proctor-optimumnál kisebb víztartalommal készíteni.

5. A homok szűrőrétegen átszivárgó és az agyag alaprétegben összegyűlő víz az agyag teherbíróképességét lényegesen csökkenti, összenyomhatóságát növeli. Az összenyomódási modulus $M = 48$ kg/cm² értékről kb. 30 kg/cm²-re csökkent.

Összefoglalásként megállapítható, hogy *a burkolat alatt beépített szűrőréteg közvetlen vízvezető szerepe eléggé alárendelt jelentőségű*. Az alatta levő kötött rétegek átnedvesedését még nagyobb oldalesések mellett sem akadályozza meg, ha pedig a kötött réteg egyszer vizet vett fel, annak kiszáradása csak nagyon nehezen következik be. A szűrőréteg térfogatváltozásokat kiegyenlítő hatása is kisebb annál, mint amit általában tulajdonítunk neki, hisz duzzadás a jelentős vízfelvétel hatására sem következik be. Fontos viszont a szűrőréteg szerepe abban, hogy lehetővé teszi a víznek *pára alakjában* való mozgását. Ezt a feladatát azonban csak akkor tudja teljesíteni, ha az út padkája alatt végigmegy, s az említett paplanszerű kivezetéssel rendelkezik. Szekrényes megoldásnak — még ha az helyenként szivárgókkal van is ellátva — nincs értelme, mert csak a víz összegyűjtését s az alsó agyag átáztatását idézi elő. Megmarad természetesen a szűrőréteg technológiai, építési és teherbírásnövelő szerepe is; a *vízelvezetés szempontjából azonban jelentőségét nem szabad túlbecsülni*.

Érkezett 1961. január hóban.

IRODALOM

[1] *Dr. Jáky—Wárlám :* Az útépítés talajmechanikája. KKM, 1937.
[2] *Járay Jenő :* Talajmechanikai vizsgálatok eredményeinek gyakorlati alkalmazása útépítéseknél. Mérnöki Továbbképző Intézet, 1954 (1772).
[3] *Járay Jenő :* Útburkolatok ágyazása. Mérnöki Továbbképző Intézet, 1954 (2872).
[4] *Kézdi Árpád :* Talajmechanika. 2. kötet. Tankönyvkiadó, Budapest, 1954.
[5] *Dr. Kézdi Árpád :* Talajmechanika. I. kötet, 2. kiadás. Tankönyvkiadó, 1960.
[6] *Kézdi Árpád:* Nyugat-németországi tanulmányút. Mélyépítéstudományi Szemle, 1957.

Dr. ÖLLŐS GÉZA, a műszaki tudományok kandidátusa

A REPEDEZETT KŐZETEKBEN FELLÉPŐ VÍZMOZGÁS HIDRAULIKAI VIZSGÁLATA

Bevezetés

A földkéreg kőzeteiben levő víz az emberiség életében mindenkor fontos szerepet játszott. Jelentősége az egyes országok gazdasági életének fejlődésével egyidejűleg egyre inkább növekszik. Az okszerű vízgazdálkodás a vizet már olyan kincsként kezeli, amelynek például felhasználásáról, káros hatásai elleni védekezésről a népgazdaság egésze érdekeinek szem előtt tartásával kell gondoskodni.

Az okszerű vizgazdálkodás egyben azt is jelenti, hogy *a rendelkezésre álló vízkészleteket mind mennyiségi, mind minőségi szempontból fel kell tárni.* A vizet tartalmazó kőzet anyagának és szerkezeti felépítettségének ismeretében a vízkészlet megítéléséhez rendszerint már jól használható adatok birtokába juthatunk. Attól a pillanattól kezdve azonban, amikor a víz mozogni kezd, a hidrogeológiai szemlélet mellett már a *hidraulika* is fontos szerephez jut, hiszen ma már mind az aktív, mind a passzív vízgazdálkodás egyre inkább megköveteli a különböző kőzetrendszerekben fellépő szivárgási folyamatok *mozgástörvényeinek* beható elemzését és átfogó feltárását is. Mennél nagyobb mértékű az emberi beavatkozás mértéke a kőzetbeli vízrendszerek életébe, a vízmozgás — mint fizikai folyamat — lejátszódásának megnyugtató megítéléséhez — különösen, amikor a jelenlegi folyamatok alapján hosszabb előttünk álló időszakra kell következtetéseket levonni — a *hidrogeológia és hidraulika szoros kapcsolata feltétlenül kívánatos.*

A földkéreg különböző kőzeteiben fellépő szivárgási folyamatokra vonatkozó irodalom áttekintése alapján megállapítható, hogy a hidraulikai jelenségek eddigi feltárása elsősorban a *törmelékes kőzetekre* történt meg. Ennek oka abban keresendő, hogy a törmelékes kőzetrendszer — talaj — szerkezete és a benne történő vízmozgás a legtöbb esetben közelítőleg izotróp, ami nagymértékben megkönnyíti a törvényszerűségek meghatározhatóságát. Szigorúan véve ugyan a szivárgási sebesség, és így a hidrodinamikai nyomás — a szemcsék közötti hézagrendszer térbeli alakjának megfelelően — még egydimenziós, permanens szivárgás esetében is, már két, egymáshoz végtelen közel eső pontban is eltérő. A szemcsék eme körüláramlásából származó *másodlagos jelenségek* matematikai jellemzése azonban mellőzhető, mert számunkra gyakorlati szempontból elsősorban a szivárgási folyamat *általános törvényszerűségei* (mint átlagos szivárgási sebesség stb.) a fontosak.

Kissé más a helyzet a *tömött kőzetek* (repedezett kőzetek) esetében. A litoklázishálózatban fellépő szivárgásnak rendszerint már nincsenek izotróp sajátosságai. A litoklázisok térbeli alakja, egymáshoz való kapcsolódásuk módja a törmelékes kőzetbeli szivárgáshoz viszonyítva, a mozgó vízrészecske részére már bizonyos kényszerpályát jelöl ki. Ezért természetesen a kőzetrendszer litok-

lázishálózatának a hidraulikai szempontból is mértékadó voltát kifejezni, illetőleg a hálózatbani szivárgást jellemezni már jóval nehezebb.

A tömött kőzetbeli szivárgásokra vonatkozó hidraulikai kutatások kiszélesítésének időszerűségét jellemzően szemlélteti a következő — a bányászattal kapcsolatos — példa.

A bányászathoz tartozó hazai körülmények rendszerint olyanok, hogy a bányaművelés az esetleg néhány száz méter vastag felső vízzáró kőzetréteg és az ez alatt elhelyezkedő — hidraulikai szempontból gyakorlatilag végtelennek tekinthető — repedezett kőzetréteg (pl. mészkő, dolomit) között történik. Minthogy a repedezett rétegbeli víz nyomás alatti, a réteg felső részén keresztül a művelés alatt álló bányába az adott hidrogeológiai állapottól függően kisebb-nagyobb vízmennyiség juthat be (amely egyaránt lehet több száz vagy csak néhány l/p).

A korszerű bányászat, érthető okokból, a bányába jutó vízhozam nagyságrendjében jelentkező eme bizonytalanság csökkentésére törekszik. Az ilyenirányú fejlődést elsősorban a *hidrogeológiai paraméterek* mértékadó volta, illetőleg megbízhatósága befolyásolja, vagyis nyilvánvaló, hogy a *hidraulikai kutatások* eddiginél is elmélyültebb művelése elengedhetetlen.

Kiderül ez rögtön a legfontosabb paraméterek meghatározásakor. Ilyenek például:

1. A kutatófúrás repedezett kőzettérbe való lemélyítésének célszerű hossza mekkora legyen?

2. A repedezett kőzet „k" tényezője miként határozható meg a legmegbízhatóbb módon? A repedezett kőzetbeli szivárgások milyen esetekben jellemezhetők a törmelékes kőzetekre érvényesnek tekintett „k" tényező parameterként való megválasztásával?

3. A bányászatban a fejtési felületek és a vízvezető kőzet vízadóképessége közötti kapcsolat miként határozható meg?

4. A bányába történő vízbetörés következtében — figyelembe véve a vízutánpótlódási viszonyokat — a piezométerfelszín süllyedése mekkora távolságra terjed ki?

Hasonló megoldásra váró feladatokat választhatnánk pl. a vízellátás céljára történő karsztvízkitermelés köréből is.

Jelenleg alig ismeretes tudományos szempontból is alátámasztott módszer a repedezett kőzetrendszerekben lejátszódó tényleges vízmozgások sajátosságainak megbízható figyelembevételére. Ezért a kialakult gyakorlat a törmelékes kőzetekre megállapított összefüggéseket rendszerint a repedezett kőzetekre nézve is érvényesnek tekinti. Ilyen összefüggés például a *Babuskin*-féle:

$$k = 0{\cdot}366 \frac{Q}{l \cdot s} \log \frac{1{\cdot}32\, l}{r_0}, \qquad (1)$$

ahol l a kutatófúrás behatolásának hossza a repedezett kőzetrétegbe, s a vízkivételi hely feletti leszívás, r_0 a kutatófúrás sugara.

A repedezett kőzetbeli, rendszerint sokféle befolyásoló tényező hatásaként jelentkező vízmozgások jellemzéséhez természetszerűleg tudományos szempontból is kellőképpen alátámasztott összefüggések ismerete szükséges. Az ilyen célból végzett kutatómunka eldöntheti majd azt a kérdést, hogy az (1) egyenlet és a hozzá hasonló összefüggések a repedezett kőzetbeli vízmozgá-

sok milyen eseteiben alkalmazhatók gyakorlatilag valóban kielégítő pontossággal, és mikor válik szükségessé — esetleg új paramétereket bevezetve — az eddigieknél is nagyobb pontosságot nyújtó összefüggések felállítása.

Mielőtt a litoklázisokban előforduló vízfajtákkal foglalkoznánk, tekintsük át röviden a litoklázisok szivárgás szempontjából mértékadó sajátosságait (geometriai méreteit stb.).

A litoklázisrendszer különböző formái

Mint ismeretes, *litoklázis*on mint gyűjtőfogalmon

a) repedések (elválások, hajszálrepedések),
b) hasadékok,
c) vetődések

valamely kőzetrendszeren belül jelentkező összességét értjük. A litoklázishálózat szerkezeti felépítettségének sokféle fajtája, a vízmozgás számára rendelkezésre álló átfolyási keresztmetszetek méreteinek és alakjának nagymértékű változatossága a kőzetrendszer keletkezésekor, illetőleg az ezutáni időszakban fellépő dinamikai viszonyok, kémiai változások stb. tényével hozható szoros kapcsolatba. Kétségtelen azonban az is, hogy a litoklázisok sem az üledékes, sem a magmás eredetű kőzetekben nem rendszertelenek, hanem rendszerint meghatározott, egymáshoz törvényszerűen kapcsolódó rendszert alkotnak.

Esetünkben a litoklázisok jellegének, alakjának, méreteinek tanulmányozása a szóban forgó kőzetrendszer *vízvezetőképességi fokának* meghatározása szempontjából szükséges. Hidraulikai szempontból éppen ezért a litoklázisrendszerek jellemzésénél majd olyanféle morfológiai osztályozásmódot kell megvalósítani, amely a geometriai jellemzők mellett már a *felületi érdesség tényleges voltát* is messzemenően figyelembe veszi. A litoklázisokban ugyanis a *szilárd határoló felület* és a *folyadékmozgás* kölcsönhatásából származó legkülönbözőbb hidraulikai folyamatok jelentkeznek. Noha ezek az egyedi repedésekben fellépő mozgásfolyamatok közös hidromechanikai alapból indulnak ki, tulajdonságaik tekintetében már az egymáshoz egészen közeleső járatokban is nagymértékben eltérhetnek. A litoklázisok morfológiai viszonyaiból származó hidraulikai hatásokat sok esetben súlyozni kell, vagyis a *fajlagos hatások* meghatározása sem nélkülözhető. Különösen fontos ez a nagyobb méretű hasadékok, vetődések esetében. Jelenleg még nincsenek olyan — tudományos vonatkozásban is alátámasztott — ismereteink, amelyek alapján az ilyen irányú hidraulikai kérdésekre határozott választ adhatnánk.

A repedezett kőzetrendszerekben fellépő szivárgás — a rendszer térbeli szerkezeti felépítettségétől függően — vagy határozottan a repedéses vagy törmelékes jellegű, illetőleg e két forma közötti átmenet is jelentkezik.

Érdemes tehát a *repedezett* és a *törmelékes rendszer alapvető hidraulikai viselkedését egymással összehasonlítani.*

A törmelékes kőzetekben (talajokban) lejátszódó szivárgási jelenségek vizsgálatakor a vízzel telített térfogat jellemzése viszonylag egyszerű. Mind a szemcsék, mind a közöttük levő hézagok térbeli kiterjedése egyaránt *pontszerű.* Ebből következik, hogy a kétdimenziós szivárgások esetében mindenkor elegendő egy — a mozgásiránnyal párhuzamos — síkot kiragadni. A háromdimen-

ziós, tengelyszimmetrikus vízmozgás pedig egyértelműen jellemezhető a meridiánsíkok bármelyikében levő áramképpel. A vízrészecskék már a törmelékes közegben sem síkban mozognak, hanem a szemcsék, illetőleg a pórusok méreteinek térbeli kiterjedésétől függően kisebb-nagyobb mértékben csak mintegy követik a síkot, anélkül, hogy teljesen benne haladnának. Azonban a mozgáspályák áramlási síkból való kitérésének legnagyobb mértéke is rendszerint elhanyagolhatóan kicsi, vagyis a homogén közegben lejátszódó szivárgás *izotrópnak* tekinthető.

A repedezett kőzeteknek azonban sok esetben másfélék a szerkezeti és hidraulikai sajátosságai. A litoklázisok kiterjedése rendszerint korántsem pontszerű, hanem inkább *vonalas jellegű*. Alakjuk, méreteik és térbeli eloszlásuk sokszor élesen eltér a törmelékes közegbeli viszonyoktól. A litoklázisok szélességi és magassági mérete a mikro-nagyságrendtől jónéhány méterig terjedhet. Hosszmenti kiterjedésük — keletkezésük körülményeitől függően — különösen nagy lehet.

Minél kisebb méretűek és szétszórtabbak azonban a litoklázisok, annál inkább megközelíti a bennük fellépő szivárgás a homogén, törmelékes közegbeli szivárgás sajátosságait. Jellemzésük egyszerűbbé válik. Ilyen szempontból tehát *a homogén szerkezetű törmelékes vízvezető rétegbeli szivárgás a repedezett kőzetekben fellépő szivárgás határesetének tekintendő.*

Az inhomogén eloszlású, szeszélyesen változó méretű repedésrendszer, illetőleg a benne levő vízmozgás jellemzése már nehezebb feladat. Ilyenkor a rendszer szerkezetének megismerése különösen nagy mélység esetében — elsősorban gazdasági okokból — rendszerint sohasem valósítható meg. Érthető tehát, hogy az ilyen kőzetekben lejátszódó hidraulikai jelenségek (pl. a bányába való vízbetörés) megítélése mind az elméleti, mind a gyakorlati kutatások területén ma még rendszerint bizonytalan. Az inhomogén állapotot jelentő vetők, nagyméretű hasadékok, barlangok már sajátos *belső hidraulikai határfeltételek*, valamint a vízutánpótlódás különleges eseteinek mérlegelését, illetőleg figyelembevételét teszik szükségessé.

A repedezett kőzetekben előforduló vízfajták

A repedezett kőzettérfogaton belüli járatrendszerben az átfolyási szelvény méreteinek megfelelően *különböző vízfajták találhatók*. Amint a törmelékes kőzetekben előforduló szivárgások esetében, úgy a litoklázisokban levő víznél is a szilárd kőzetfelülettől kiindulva először a *molekuláris erők* hatását kell figyelembe venni, amely a szilárd kőzetfelületen lép fel. Ennek az erőnek a befolyása szerint két fontosabb vízfajta különböztethető meg:

a) adszorbciós víz és

b) gravitációs víz.

A kőzet felületéhez tapadó *adszorbciós vízrétegen* belül a víz különböző fizikai sajátosságának megfelelően helyezkedik el. A felülettel közvetlenül érintkező *belső vízrétegben* a vízmolekulák poláris elhelyezkedésűek, vagyis a kőzet felületével érintkező vízmolekuláknak a felület felé eső pólusa a felületen uralkodó elektromos töltés előjelével ellentétes töltésű. Erre a belső vízrétegre ható tapadóerő mértékére jellemző az, hogy a rétegen belül — mai ismereteink szerint — sem molekuláris, sem hidromechanikai eredetű mozgás nem lép fel. A víz nagyfokú viszkozitása következtében fizikai viselkedése inkább a szilárd testhez hasonló.

Az adszorbciós vízréteg *külső burkát* alkotó víztér sajátosságai már eltérnek az előbb említett belső rétegétől. A felülettől távolodva a molekuláris erő csökken és így a viszkózus hatás mérséklődik. A kutatások mai állása szerint ebben a vízrétegben a vízrészecskék a molekuláris erők hatására nem képesek elmozdulni. A rétegen belül — a szokásos nyomások esetében — hidromechanikai nyomáseloszlás, illetőleg nyomásátadódás nem valószínű.

Ezekből a megállapításokból nyilvánvaló, hogy minden olyan esetben, amikor a litoklázisok felületeinek egymástóli távolsága nem haladja meg az adszorbciós vízréteg kétszeres vastagságát, a víz *kötött állapotban* helyezkedik el. Mekkora azonban ez a kritikus távolság? *Derjagin, B. V.* és *Rebinder, P. A.* vizsgálatai arra mutatnak, hogy *a kötött vízréteg legnagyobb vastagsága közelítőleg* $2\,\mu$ *körüli lehet* [9]. Ezt az értéket azonban számos tényező befolyásolja, ezért beható vizsgálata feltétlenül kívánatos a következő kutatások során is. Így például függ a litoklázisok felületének geometriájától, a víz szennyezettségi fokától, a kőzet és a víz kémiai egymásrahatásától. A tapadóerők intenzitását a szilárd felülettől különböző távolságban és annak távolság szerinti változását — amint arra *Lambe, W.* rámutatott [9] — a *vegyérték* és *koncentráció* is döntő mértékben befolyásolja. A *tapadóerő* hatása *fordítottan arányos a vegyértékkel. A tapadóerő fordítottan változik az ion-koncentráció négyzetgyökével.*

Ha a litoklázisok falfelülete közötti távolság 4 — 5 μ-nál nagyobb, az átfolyási keresztmetszet középső részében már a molekuláris erőhatásoktól mentes *gravitációs* víz is létezik. Erre a vízmozgásra már a hidraulika, illetőleg a hidromechanika szokott törvényei érvényesek.

A repedezett kőzetbeli vízmozgás vizsgálatában elsősorban a gravitációs vízre kell a figyelmet fordítani. Ez azonban korántsem jelentheti azt, hogy egyes kőzetfajták és bizonyos mértékű repedezettség esetében a járatrendszer gravitációsan mozgó vízzel kitöltött hézagtérfogatának megítélésénél a kötött víz által lefoglalt hézagtérfogat számbavételét mellőzni lehetne.

A repedezett kőzetbeli szivárgás általános jellemzése

Már az előző fejtegetésekből is kitűnt, hogy a repedezett kőzetbeli szivárgás hidraulikai vizsgálatakor, ha a folyamat részletes feltárására törekszünk, az *egyedi repedésben fellépő mozgásfolyamat tanulmányozásából* célszerű kiindulni. Az eddigi ilyen irányú kutatások közül különösen *Lomize G. M.* úttörő kísérleti eredményeiről kell megemlékeznünk [10].

Bármilyen szivárgásról is legyen szó, jellemzésekor a feladat *a mozgást létrehozó és alakító erők közötti kapcsolat* meghatározása. A megoldást rendszerint a mérhető jellemző fizikai mennyiségek közötti legáltalánosabb alakú függvénykapcsolat felállítása jelenti:

$$I = f_1(v)\,, \tag{2}$$

ahol I a hidraulikai ellenállás tényezője,

v a mozgás sebessége.

Lomize, G. M. a (2) egyenlet megoldását keresve a különböző geometriájú egyedi repedésekben különböző hidrosztatikai nyomás hatására fellépő, egymástól eltérő jellegű vízmozgásokat vizsgálta. Szerinte a repedezett kőzetbeli víz mozgását a következő tényezők befolyásolják:

1. *A repedések geometriai sajátosságai :*

a) Az egyes repedések keresztmetszetére vonatkozó, célszerűen megválasztott jellemző hosszúság (δ), (a szilárd falfelületek egymás közti távolsága, amelyet a repedés térfogati adata alapján célszerű meghatározni).
b) Adott érdességfajta esetében a repedés abszolút érdessége (e).
c) Az érdesség-fajta hatását kifejező dimenziónélküli jellemző (Φ_1).
d) Az egymáshoz kapcsolódó repedések mentén bekövetkező szelvényszűkülések, illetve szelvénybővülések, irányváltozások miatt fellépő helyi veszteségek (Φ_2).
e) A szivárgás két tetszőleges pontja közötti legrövidebb távolsághoz képest bekövetkező szivárgási úthossz-növekedés hatása (Φ_3).
f) A kőzetrendszer porozitása (n).

2. *A vízmozgás kinematikája :*

a) A szivárgási sebesség (v).

3. *A folyadék anyagi sajátosságai :*

a) A folyadék dinamikai nyúlóssági tényezője (μ).
b) A folyadék sűrűsége (ϱ).
c) A nehézségi gyorsulás (g).

Mindezeket a tényezőket figyelembe véve, a (2) egyenlet a következő alakot veszi fel:

$$I = f_2 (\delta, e, \Phi_1, \Phi_2, \Phi_3, n, v, \mu, \varrho, g). \tag{3}$$

Az egyenlet megoldásakor a bonyolult rendszer legegyszerűbb elemének tanulmányozásából célszerű kiindulni. Esetünkben ez a különböző geometriai sajátosságú *egyedi repedés* lehet sima- vagy érdesfalú. A feladat tehát az, hogy a mozgást előidéző és alakító tényezők közötti kapcsolatot a szóban forgó tényezők mennyiségi jellemzőiből alkotott dimenzió nélküli mennyiségek alakjában fejezzük ki.

A (3) egyenletet egyszerűsítve, a sima és érdesfalú, azonos jellegű keresztmetszettel rendelkező, egyenes tengelyvonalú egyedi repedésben fellépő vízmozgás törvényszerűségét a következő tényezőkből lehet leszármaztatni:

$$w = f_3 (\mu, \varrho, g, \delta, e, \Phi_1, v), \tag{4}$$

ahol a (3) egyenlettel kapcsolatos jelöléseken kívül w a hidrodinamikai nyomóerő. Ez az *ellenállási erővel* egyenlő. A (4) egyenletet a cél érdekében cseréljük fel dimenzió nélküli mennyiségekből álló, vele azonos függvénnyel.

A (4) egyenletben levő mennyiségek CGS rendszerbeli dimenziói:
$[w] = [M \cdot L \cdot T^{-2}]$, $[\mu] = [M \cdot L^{-1} \cdot T^{-1}]$, $[\varrho] = [M \cdot L^{-3}]$, $[g] = [L \cdot T^{-2}]$, $[\delta] = [L]$, $[e] = [L]$, $[v] = [L \cdot T^{-1}]$ és $[\Phi_1]$ dimenzió nélküli mennyiség.

Ugyanezen mennyiségek dimenziója, ha az L, v és ϱ mennyiségeket tekintjük elsődleges változóknak: $[w] = [L^2 v^2 \varrho]$, $[\mu] = [Lv\varrho]$, $[\varrho] = [\varrho]$, $[g] = [L^{-1} v^2]$, $[\delta] = [L]$, $[e] = [L]$, $[v] = [v]$ és $[\Phi_1]$ dimenzió nélküli mennyiség.

Ezek alapján a következő dimenzió nélküli mennyiségek állíthatók elő:

$$\frac{w}{\delta^2 v^2 \varrho} = \frac{k I \gamma \delta}{v^2 \varrho},$$

vagy más alakban

$$\lambda = \frac{2 I \delta g}{v^2}, \tag{5}$$

ahol k valamilyen állandó tényező, amely a λ dimenzió nélküli mennyiség kifejezésében önkényesen választható meg és δ a repedés keresztmetszetét jellemző hosszúság, amely legcélszerűbben a repedés térfogati adata alapján határozható meg,

$$\frac{\mu}{\delta v \varrho} = \frac{1}{Re}, \tag{6}$$

$$\frac{g \delta}{v^2} = \frac{1}{Fr}, \tag{7}$$

$$\frac{e}{\delta} \text{ (relatív érdesség)}$$

$$\Phi_1.$$

Minthogy nyomás alatti vízmozgásról van szó, közelítésként a nehézségi erő hatása figyelmen kívül hagyható. A keresett függvénykapcsolat tehát:

$$\lambda = \varphi\left(Re, \frac{e}{\delta}, \Phi_1\right). \tag{8}$$

Adott érdességtípus esetén $\Phi_1 = \text{const.}$, és így a feladat végső sorban a

$$\lambda = \psi\left(Re, \frac{e}{\delta}\right), \tag{9}$$

vagyis valamely Φ_i érdességtípusú egyedi repedésben fellépő, lamináris, átmeneti vagy tiszta turbulens mozgástartományra érvényes ψ függvény megkeresésére irányul.

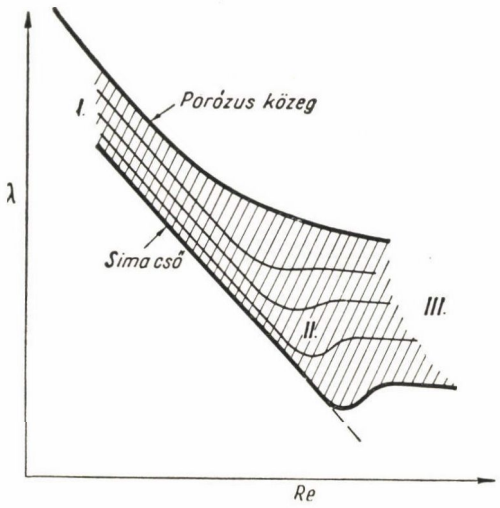
A feladat konkrét megoldhatósága érdekében célszerű, ha az ilyen irányú kutatások mérési adatokon épülnek fel.

A (9) egyenlet kísérleti meghatározásakor az *1. ábrán* feltüntetett görbesereghez hasonló megoldáshoz jutunk. *Lomize G. M.* kísérleteivel kimutatta, hogy *a repedezett kőzetbeli vízmozgás mindenkor két határeset között jelentkezik :* az egyik a *simafalú csőben*, a másik a *porózus* (törmelékes) *közegben* fellépő vízmozgás. Az ábráról kitűnik, hogy az ellenállási tényező (λ) és a *Re* szám közötti kapcsolatot a relatív érdesség $\left(\frac{e}{\delta}\right)$ döntő módon befolyásolja.

A lamináris mozgásállapot a sebesség növelése esetén legtovább a kis relatív érdességek tartományában marad meg. Leghamarább a porózus közeg esetében szűnik meg. A lamináris és a tiszta turbulens mozgásállapot közötti átmeneti tartomány a relatív érdesség növekedésével egyidejűleg egyre elnyúl-

tabbá válik. Ez a tény azt jelenti, hogy az ellenállási tényező (λ) és a *Re* szám között kapott ilyen jellegű kapcsolat inkább a folyadékban ülepedő gömb, mint a csőbeli vízmozgás esetének felel meg. A tiszta turbulencia a relatív érdesség értékétől függően egy bizonyos Re-számtól kezdve a valóságban is — például a bányába való vízbetörés helyének közvetlen környezetében — valószínűleg felléphet.

Ez a tény jól rávilágít arra, hogy a legkülönbözőbb alakú és relatív érdességű litoklázisokban a rendszerint nagy hidrosztatikus nyomás hatására



1. ábra. A (8) egyenlet grafikus megoldása. $\Phi_1 = \text{const}$. (Elvi ábra)

lejátszódó hidraulikai jelenségek jellemzésére a lamináris, az átmeneti, sőt valószínűleg kismértékben még a tiszta turbulencia tartományára vonatkozó mozgástörvényeket is alkalmazni kell.

A λ és a *Re* szám közötti kapcsolat az *1. ábrán* levő görbék elemzése alapján általánosságban a következő alakú:

$$\lambda\, Re = A + B \cdot Re. \tag{10}$$

Ez az egyenlet valamennyi szivárgási folyamatra vonatkozó $\lambda = f(Re)$ függvénykapcsolat megoldását megadja. Lamináris mozgásra nézve a következő alakot ölti:

$$\lambda = \frac{A}{Re}, \tag{11}$$

ahol adott érdességtípus esetén ($\Phi_1 = \text{const}$):

$$A = \psi_1\left(\frac{e}{\delta}\right).$$

Az (11) egyenlet logaritmikus hálózatban azonos hajlásszögű egyenesnyalábnak felel meg.

Tiszta turbulens állapotra vonatkozóan a (10) egyenlet a

$$\lambda = B \tag{12}$$

alakot veszi fel.

A λ és a *Re* szám közötti kapcsolat meghatározásán túlmenően az (5) és (6) egyenlet figyelembevétele alapján természetesen az átlagos szivárgási sebesség (v), illetőleg a repedés egységnyi szélességén átjutó víz mennyiségének (q) ismeretéhez kell eljutni. Annak érdekében, hogy a sima, illetőleg érdes résekben fellépő lamináris és turbulens vízmozgást jellemző — egymásnak megfelelő — λ, v, q mennyiségeket kifejező egyenletek szerkezeti felépítettségét áttekinthetővé tegyük, az *1. táblázatban* feltüntetjük *Lomize G. M.* egyedi repedésekre vonatkozó néhány kutatási eredményét.

A táblázatbeli (13) és (19) egyenletet egymással összevetve kitűnik, hogy a sima résbeli mozgásról az érdes résben fellépő lamináris mozgásra való áttérést az adott esetben a

$$6\left(\frac{e}{\delta}\right)^{1,5}$$

átszámítási tényező teszi lehetővé.

A relatív érdesség értékének növekedése az ellenállásviszonyokat alapvető módon befolyásolja. Minthogy az áramvonalak az érdes fal közelében levő térrészben az egyenes mozgásiránytól eltérnek, a repedésben mozgó víz eredő mozgáspályája lényegében véve mintegy megnövekszik:

$$L = l\left[1 + \varphi_1\left(\frac{e}{\delta}\right)\right], \tag{25}$$

ahol l a legrövidebb út, a sima csőhöz tartozó úthossz.

Ennek megfelelően a hidraulikus gradiens:

$$i = \frac{h}{L} = \frac{h}{l\left[1 + \varphi_1\left(\frac{e}{\delta}\right)\right]} = I\,\frac{1}{1 + \varphi_1\left(\frac{e}{\delta}\right)}, \tag{26}$$

ahol az I hidraulikus gradiens a sima csőre vonatkozik.

Több repedés egyidejű figyelembevétele

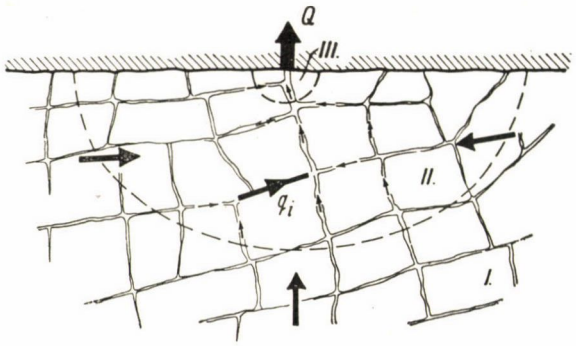
Az eddigiekben egyetlen, egyenes tengelyvonalú repedést vizsgáltunk. A repedezett kőzetrendszer egészében fellépő mozgásfolyamatok vizsgálatára gondolva az egyedi repedéseket egymással hidraulikai kapcsolatba kell hozni *(2. ábra)*. Ennek során rögtön kitűnik, hogy a litoklázisrendszer egészében az egyedi repedésben tapasztalt ellenállásviszonyokon kívül milyen további energiaveszteség-tényezők jelentkeznek *(3. ábra)*.

Az ábrán látható, hogy mindaddig, amíg a víz olyan repedésen belüli térben mozog, amelynek keresztmetszete a hossz mentén állandó jellegűnek tekinthető, csupán *hosszmenti* (h') *veszteség* lép fel (A és B pont között). A B pontban azonban a vízrészecske a nagyobb potenciálú hely felől a kisebb potenciálú hely felé haladtában mozgásirányát — a repedéshálózat térbeli alakjától

1. táblázat

A vízmozgás jellege	Egyenlet	Egyenlet sorszáma
	Sima falú rések	
Lamináris	$\lambda = \frac{6}{Re}$	(13)
	$v = \frac{\gamma}{12\,\mu}\,\delta^2 I$	(14)
	$q = \frac{\gamma}{12\,\mu}\,\delta^3 I$	(15)
Turbulens	$\lambda = 0{,}056\,\frac{1}{Re^{0{\cdot}25}}$	(16)
	$v = 4{,}7\,\sqrt[7]{\frac{g^4}{\nu}\,\delta^5 I^4}$	(17)
	$q = 4{,}7\,\delta\,\sqrt[7]{\frac{g^4}{\nu}\,\delta^5 I^4}$	(18)
	Érdes falú rések	
Lamináris	$\lambda = \frac{6}{Re}\left[1 + 6\left(\frac{e}{\delta}\right)^{1{,}5}\right]$	(19)
	$v = \frac{\gamma}{12\,\mu}\,\delta^2 I\,\frac{1}{1 + 6\left(\frac{e}{\delta}\right)^{1{,}5}}$	(20)
	$q = \frac{\gamma}{12\,\mu}\,\delta^3 I\,\frac{1}{1 + 6\left(\frac{e}{\delta}\right)^{1{,}5}}$	(21)
Turbulens	$\lambda = \frac{1}{\left(2{,}6 + 5{,}1\,log\,\frac{\delta}{2e}\right)^2}$	(22)
	$v = \sqrt{g\,I\,\delta}\,\left(2{,}6 + 5{,}1\,log\,\frac{\delta}{2e}\right)$	(23)
	$q = \delta\,\sqrt{g\,I\,\delta}\,\left(2{,}6 + 5{,}1\,log\,\frac{\delta}{2e}\right)$	(24)

függően — megváltoztatja, amiért *iránytörési veszteség* (h'') lép fel. Ha a járat keresztmetszete a hossz mentén nem azonos — és a valóság számtalan esetében ez a helyzet, — a keresztmetszetváltozás környezetében (C pont) *helyi veszteség* (h''') jelentkezik. Ez a C pontbeli helyi nyomásveszteség a sebességmagasság

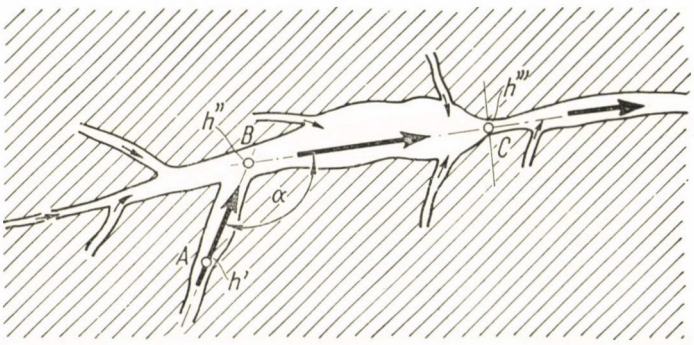


2. *ábra.* A repedésrendszerbeli hidraulikai folyamatok összefüggésének értelmezése

függvényében fejezhető ki. Ha a keresztmetszetváltozás helye előtt és után a vízmozgás átlagos sebessége v_1, ill. v_2, a C pontbeli helyi nyomásveszteség:

$$h_C = \zeta'_{helyi} \frac{v_1^2}{2g} = \zeta''_{helyi} \frac{v_2^2}{2g}. \tag{27}$$

Általános esetben a h_i helyi ellenállástényező a Re-szám függvénye. Turbulens mozgás esetében azonban a Re-szám szerepe már egyre inkább elenyésszővé válik, ezért a ζ tényező a helyi ellenállás típusának függvényeként határozható meg. A litoklázisrendszer különböző helyein jelentkező h_i *helyi nyomásveszteség-értékek tehát korántsem tekinthetők állandónak.* Ehhez *hasonló a helyzet azonban a rendszer különböző pontjaihoz tartozó valamennyi geometriai, kinematikai és a víz anyagi sajátosságát kifejező tényező vizsgálatakor is.*



3. *ábra.* Az egymáshoz csatlakozó repedésekben fellépő veszteségi tényezők értelmezése

Több szomszédos repedés hidraulikai egymásrahatása különböző módon lehetséges. Az egyes vékonyabb repedésekből (3. *ábra*) érkező vízhozamok egymáshoz és a fő repedés adott feltételekhez tartozó vízszállítóképességéhez való arányától függően, kisebb-nagyobb mértékben változó ellenállásviszonyok jönnek létre.

A repedezett rendszer egészében fellépő hidraulikai folyamatok vizsgálata

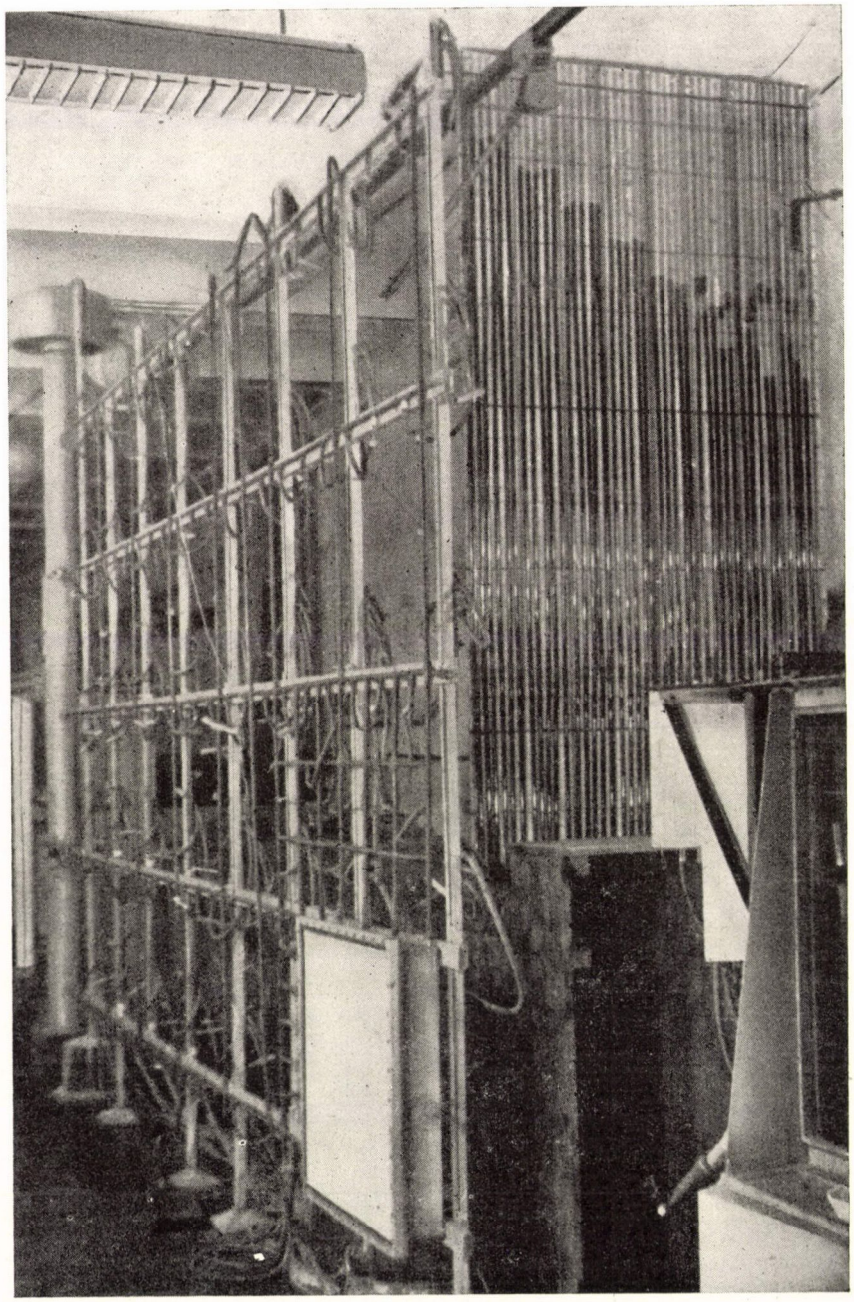
A tanulmány eddigi részében egyrészt az egyedi repedés, másrészt több szomszédos, egyidejűleg dolgozó repedés néhány hidraulikai kérdését érintettük.

Gyakorlati szempontból végül *az egész rendszer átfogó jellemzéséhez* kell eljutni. Már például a (27) egyenletből is kitűnik, hogy a bonyolult mozgásfolyamatok legegyszerűbb elemeinek vizsgálata után a gyakorlati feladatok megoldhatósága érdekében *statisztikus átlagértékeiket* kell felhasználni. Erre mutat rá a 2. *ábra* is. A rendszer megcsapolási helyéhez irányuló vízmozgás jellemzésekor — hasonlóan a más természetű szivárgásokhoz — végső soron valamely szivárgási felülethez tartozó hidraulikai tényezők vizsgálatáról van szó. Elméleti szempontból a szivárgás jellegének a változó volta meglehetősen bonyolulttá teszi a helyzetet *(1—2. ábra)*. A megcsapolási hely közvetlen környezetében a turbulens jellegű vagy esetleg a tiszta turbulens tartományba (III. jelű tartomány) eső mozgás léphet fel. Ettől a kis keresztmetszet környezetétől távolodva a mozgás egyre inkább a lamináris (I. jelű) tartományba esik. Szigorúan véve tehát, a porózus közegbeli szivárgás számos esetéhez hasonlóan, most is *inhomogén szivárgási állapottal* állunk szemben.

A rendszer legnagyobb részében azonban a vízmozgás minden bizonnyal a lamináris törvény alapján jellemezhető. Az egyik *fő eltérés a porózus és a repedezett rendszerbeli szivárgás között az, hogy az utóbbi esetben a nagyobb sebességek tartományában a tehetetlenségi erők szerepe egyre inkább kiemelkedhet.*

A kismintakísérleti eljárás

A repedezett rendszerbeli hidraulikai folyamat átfogó vizsgálatakor az elméleti és a valóságban végzett kutatások mellett bizonyos vonatkozásokban fontos szerepet tölthetnek be a *laboratóriumi kismintakísérletek. Németh Endre* professzor, a műszaki tudományok doktora által vezetett I. sz. Vízépítéstani Tanszék hidraulikai laboratóriumában az 1960. év folyamán az Országos Földtani Főigazgatóságtól kapott megbízás keretében végzett kutatásaink során — minthogy a repedezett *kőzetrendszerbeli* szivárgás kismintán való vizsgálatához tudomásunk szerint sem hazai, sem külföldi viszonylatban nem volt megfelelő eljárás — egyik fő feladatunk éppen ennek az eljárásnak a kidolgozása volt. A kutatómunka egyik eredményeként *a repedésrendszerben, illetőleg a csőhálózatban fellépő nyomás alatti vízmozgás közötti analógiát* sikerült hasznosítani. A bevezetett új kísérleti eljárásnál a kismintát vékony PVC műanyag csőelemek célszerű összekapcsolásával alakítottuk ki [16]. Az egyik kezdeti megoldást az *1. kép* szemlélteti. A *síkbeli* mozgásfolyamatok vizsgálatához készült kismintán a rendszerbeli vizet a baloldali bukóval ellátott magastartály tartotta nyomás alatt. A kép jobb oldalán a rendszer bizonyos pontjaihoz tartozó piezométernyomások meghatározhatósága céljából készült nyomástábla látható.



1. kép. A repedezett kőzetrendszerbeli vízmozgás vizsgálatához készült kezdeti síkbeli kisminta (Szerző felvétele)

A hálózatszerűen egymáshoz kapcsolódó csőelemek mind a hosszmenti-, a helyi és az irányváltozásból származó ellenállások létrejöttét és meghatározhatóságát, a repedezettség esetleges inhomogén voltának, továbbá a tehetetlenségi erőnek kívánt mértékű figyelembevételét is lehetővé teszik.

A modell szerkezeti felépítését természetesen oly módon kell értelmezni, hogy az tetszőleges — a természetbeli repedéstípus geometriai sajátosságainak messzemenően megfelelő — szelvényalakú cső-jellegű elemekből épülhet fel. (Evégből célszerű a PVC műanyagcsőelemek alkalmazása, minthogy könnyen deformálhatók, és viszonylag egyszerűvé teszik a kisminta idealizált repedésrendszerének vizsgálatát.)

Az egyes csőjellegű elemek keresztmetszeti méreteinek növelésével a nagyobb repedések, hasadékok, esetleg barlangterek is könnyen előállíthatók. A rendszer különböző részeiben levő elemek keresztmetszeti méreteinek egymáshoz való arányát változtatva, bizonyos határon belül lehetővé válik a különböző vízvezetőképességű kőzettérfogatok kismintájának előállítása is.

Az 1. *képen* látható kezdeti *síkbeli kisminta* elsősorban *minőségi értelmű* megállapításokra adott módot. A vizsgálatok alapján számos hidraulikai jelenség vált minőleges értelemben megvilágíthatóvá. A tanulmány következő részében néhány ilyen irányú fontosabb eredményünket mutatom be.

A litoklázisrendszer szabad hézagtérfogata

Rámutattunk már, hogy a geometriai értelemben vett hézagtérfogatot a hidraulikai vizsgálatok szabatos végrehajtása során a molekuláris erők uralma alatt álló *kötött víztérfogattal* csökkenteni kell. Viszonylag nagy keresztmetszeti méretű litoklázisrendszer esetében ennek a térfogatnak a hidraulikai hatása kevésbé döntő. Nagyon kicsi keresztmetszetű repedésrendszerné azonban (amilyen pl. a magmás kőzeteknél fordul elő) jelentősége, befolyása egyre inkább növekszik. Az egyes repedések szilárd falfelületeinek bizonyos mértékű összeszűkülésekor a bennük levő gravitációs vízmozgás megszűnik, és így az *aktív térfogat* (V) meghatározhatósága érdekében térfogatukat ($\Delta V'$) a teljes hézagtérfogat (V') értékéből le kell számítanunk:

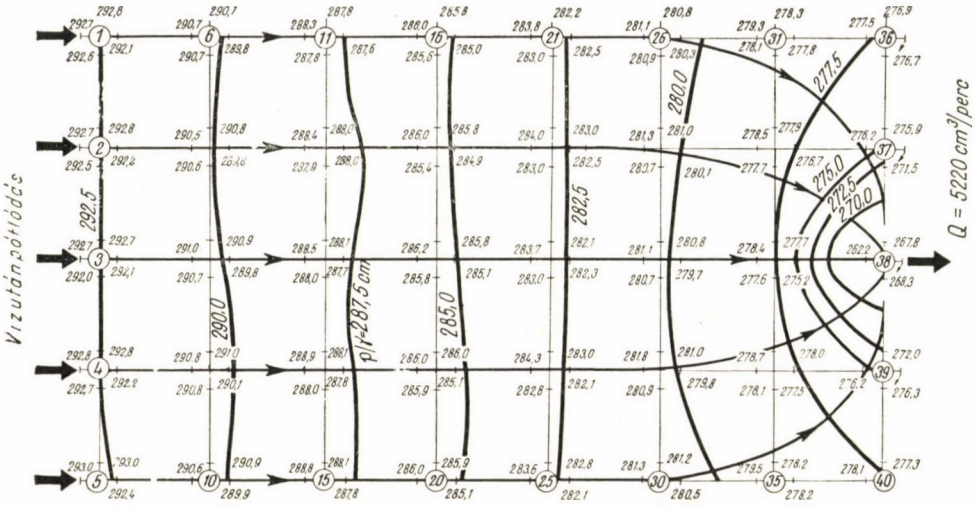
$$V = V' - \Delta V' \tag{28}$$

A geometriai értelemben vett hézagtérfogatnak a *molekuláris erők által okozott* csökkentésén túl — amint kismintakísérleteink bizonyítják — a litoklázisrendszerbeli *hidraulikai viszonyok* elemzése alapján számos esetben a (28) egyenlettel megadott hézagtérfogatot még tovább kell csökkenteni (4. *ábra*).

A rajzon a vékony vonallal rajzolt négyzethálózat a kismintabeli idealizált, homogén eloszlású repedéshálózatnak felel meg. A hálózatban levő nyomás alatti víz folyamatos utánpótlódása a bal oldalon jelzett nyilak helyén biztosított. A víz a zárt rendszerből csupán a jobboldali 38-as jelű ponton távozhat. (Ez a pont tehát a bányába való vízbetörés vagy valamely más természetű megcsapolás helyének felel meg.) Az ún. nyomástábla segítségével meghatározott, azonos értékű piezométernyomás-vonalaknak és az ezeken merőlegesen áthaladó képzeletbeli áramvonalaknak az egyedi repedésekhez viszonyított elhelyezkedése alapján a következő megállapítások tehetők.

Ha a repedésrendszer *egyes elemeinek elhelyezkedése a szivárgás irányára határozottan merőleges jellegű* (ez a helyzet a 4. *ábrán* a vízkivétel helyétől távo-

labbi mezőben), ezen repedések terében a piezométernyomás értéke gyakorlatilag állandó (pl. a 6—10, 11—15, 16—20 sarokpontok közötti függőleges irányú repedésekben). Ez más szóval azt jelenti, hogy ebben a repedéstérfogatban a víz gyakorlatilag nem mozog. Esetünkben a vizet a 38-as csomóponthoz



4. ábra. Az aktív hézagtérfogat hidraulikai viszonyokkal való kapcsolata

elsősorban a vízszintes elhelyezkedésű repedéselemek szállítják. Ez a mozgásirány felel meg az adott rendszerbeli vízmozgásnál a legrövidebb úthossznak, tehát a legkisebb ellenállás elvének. A vízkivételi hely környezetében, ahol a tehetetlenségi erők nagyobb mértékű hatásaként a piezométernyomás-esés már jelentősebb, a függőleges irányú repedések is bekapcsolódnak a vízszállításba. Az előzőekben vázolt *elv* természetesen akkor is fennmarad, ha a repedéshálózat nem ilyen szabályos szerkezeti felépítettségű, mint a kismintában. Az ily módon nem dolgozó hézagtérfogatot $\Delta V''$-vel jelölve, a *gravitációs vízmozgásra valóban igénybe vett hézagtérfogat*

$$V = V' - \Delta V' - \Delta V'' \tag{29}$$

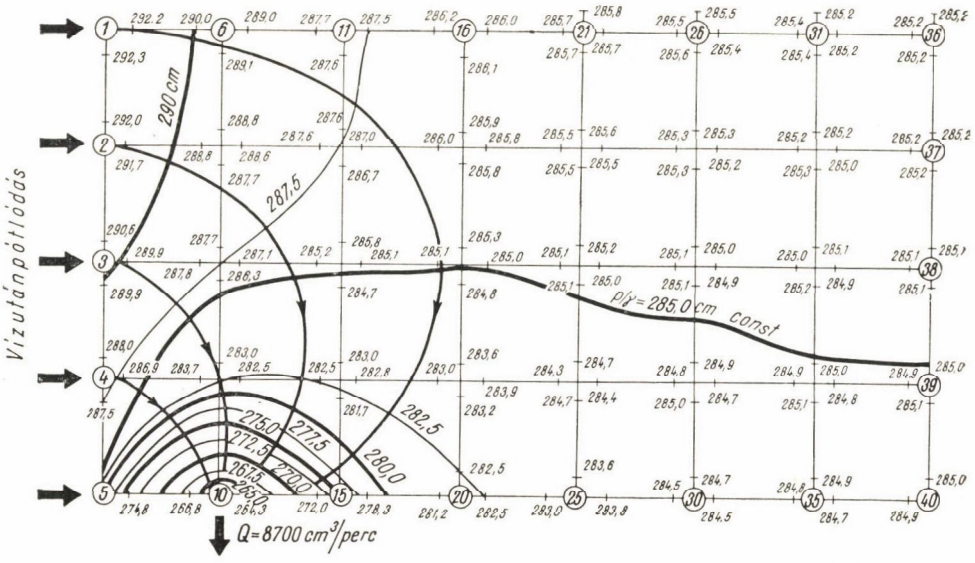
értékre csökken. Ez a tény meggyőzően bizonyítja, hogy bizonyos fajtájú és szerkezeti felépítésű repedezett kőzeteknél a hidraulikai paraméterek meghatározásánál csak *a hidraulikai értelemben vett* [(29) egyenlet] *hézagtérfogat tekinthető mértékadónak*. Minél kisebbek és szétszórtabbak az egyes repedések (tehát a rendszer a porózus közeg sajátosságait közelíti meg), a $\Delta V''$ tényező figyelembevétele annál kevésbé szükséges.

A megcsapolás helyén levő szivárgási keresztmetszet hidraulikai vizsgálata

A hidrosztatikus nyomás alatti (akár bányába való vízbetöréssel, akár vízellátás céljából történő vízkivétellel kapcsolatos) repedezett rendszer valamely megcsapolási pontjához tartozó szivárgási keresztmetszet mérete, továbbá a megcsapolási pontnak a szivárgási rendszerben elfoglalt helyzete az egész rendszerben fellépő hidraulikai viszonyokat alapvető módon befolyásolja.

A *4. ábrával* kapcsolatban már jellemzett kismintabeli repedésrendszert csapoljuk meg az alsó részén *(5—6. ábra)*. A két ábra összevetése alapján a következő megállapítások tehetők.

Tekintsük a baloldali 1—5 jelű pont közötti függőleges repedést állandó hidrosztatikus nyomás alatt álló vetőnek (ezt a feltételt biztosítja a kisminta bal oldalán levő bukóval ellátott magastartály), amelyből viszonylag nagy meny-

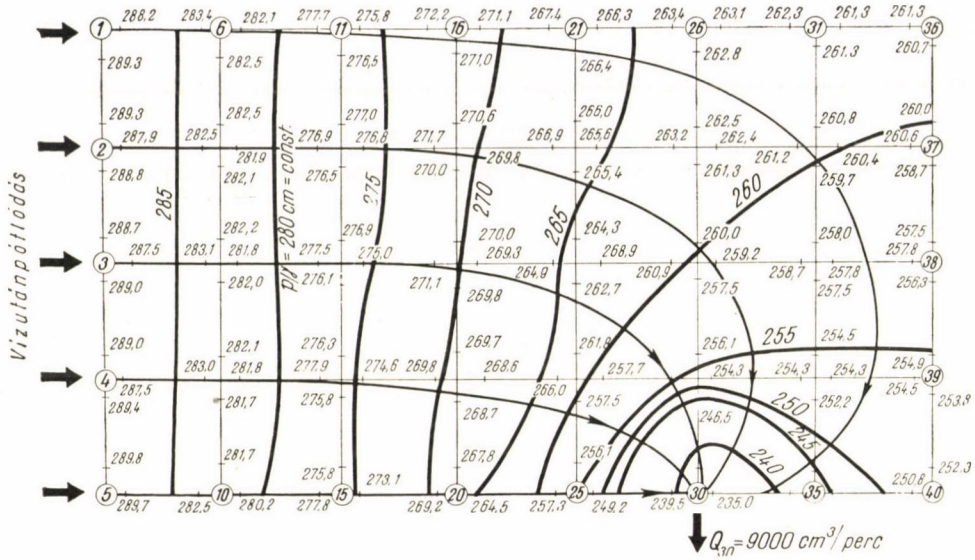


5. ábra. Vető közelében bizonyos mértékű történt megcsapolás esetére vonatkozó piezométernyomás-eloszlás

nyiségű víz jut be a repedésrendszerbe. Ha a megcsapolás a vető közeléből történik *(5. ábra)*, a vető és a vízkivétel helye közötti legrövidebb áramvonalhosszat az 5—10 távolság definiálja. Esetünkben ez a repedéselem használódik ki legnagyobb mértékben a vízszállítás szempontjából. A távolabbi — pl. a 36-os jelű sarokpont környezetében levő mező csak kisebb mértékben kapcsolódik be a 10-es jelű ponthoz való vízszállításba. Ha a rendszer jobboldali irányban a végtelenig terjedne (és a vízutánpótlódás ebből az irányból is biztosítva lenne), természetesen ez utóbbi mező is éreztetné hidraulikai hatását (kisebb mértékben). A 10-es pontra nézve azonban *a fő vízutánpótlódás a baloldali vető teréből várható.*

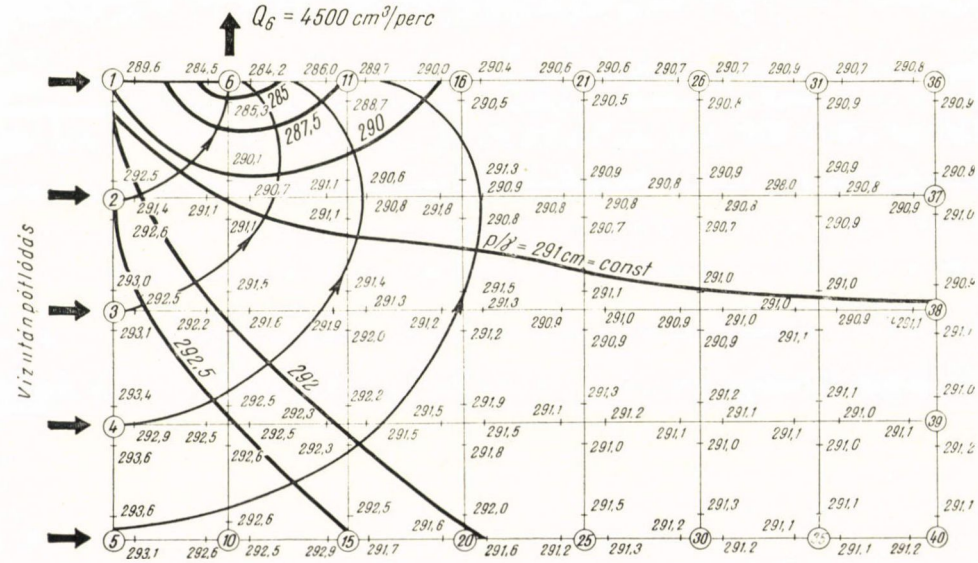
Ha a megcsapolás helyéül a 30-as jelű pontot választjuk *(6. ábra)*, az előbb említett hidraulikai alapelvek lényegében véve változatlanok maradnak. Ilyenkor is a baloldali vetőé a fő vízutánpótló szerep mindaddig, amíg a megcsapolás helyével jobbra tolódva a 40 jelű ponthoz érkezünk. Ez a pont ugyanis a szimmetriaviszonyok miatt úgy is felfogható, mint amely a tőle jobbra és balra azonos távolságban levő függőleges vetők között helyezkedik el. Ilyenkor homogén rendszer esetében hidraulikai szempontból mindkét vető azonos szerepet tölt be.

Teljesen hasonló hidraulikai elvek alkalmazhatók akkor is, ha a rendszer felső részét csapoljuk meg *(7. ábra)*. A különbség a 10 jelű ponton történt



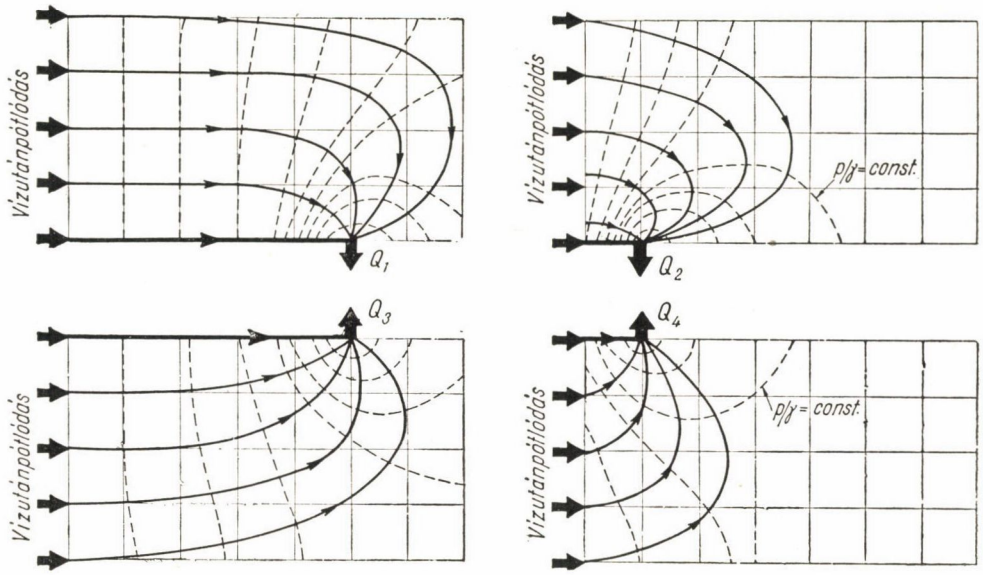
6. ábra. Vetőtől távolabbi megcsapolásnál kapott piezométernyomás-eloszlás

megcsapoláshoz viszonyítva természetesen az, hogy a 6-os és 10-es pont között geodéziai szintkülönbség is van, aminek a hatása a hidraulikai viszonyok alakulásában is jelentkezik. A *7. ábrán* vázolt eset különösen veszélyes bányák esetében (amikor a vízbetörés *alulról* jelentkezik), hiszen a *vető közelsége a vízutánpótlódás esetleg bőséges volta miatt különösen kedvezőtlen helyzetet teremthet.*



7. ábra. A rendszer felső részén, vető közelében történt megcsapolás esetére vonatkozó piezométernyomás-eloszlás

Az *5—7. ábrán* jelölt azonos értékű piezométernyomás-vonalak és képzeletbeli áramvonalak elhelyezkedése alapján világosan kidomborodik a következő fontos hidraulikai szabály: *homogén jellegű repedésrendszer esetében* mindaddig, amíg a megcsapolás helyén levő végső átfolyási keresztmetszet azonos



8. ábra. A megcsapolási hely közvetlen környezetéhez tartozó hidraulikai viszonyok érzékeltetése (Elvi ábra)

— történjen bár a megcsapolás rendszerünk alsó, felső vagy éppen jobboldali szélének valamely csomópontjáról — *a megcsapolási hely közvetlen környezetéhez tartozó hidraulikai viszonyok* (pl. a szivárgási áramkép) *közelítőleg azonos jellegűnek tekinthetők (8. ábra).*

Mi következik ebből a tényből?

Minden folyadékmozgás esetében bármilyen is a közeg, az egyik legfontosabb teendő annak felderítése, hogy a hidrodinamikai szempontból összefüggő vízrendszer legkisebb keresztmetszetében, illetőleg közvetlen környezetében miként alakulnak a hidraulikai viszonyok.

Teljesen hasonló ehhez a helyzet a *kúthidraulikában* is [15], ahol a kútból kitermelhető víz mennyiségét, a leszívási felszín (vagy piezométerfelszín) magasságbeli elhelyezkedését, a kútpaláston fellépő szabad szivárgási felület mértékét stb. adott leszívás és vízutánpótlódási viszonyok esetén végső sorban a kút r_0 sugara által megszabott legkisebb kútpalást melletti porózus szivárgási keresztmetszet nagysága szabja meg.

Mi határozza meg esetünkben (vagyis az adott határfeltételekkel jellemzett rendszer és adott vízutánpótlódási viszonyok esetén) a hidraulikai jellemzőket a megcsapolási ponttól távolabbi mezőben? Nyilvánvalóan fontos a szerepe a legkisebb szivárgási keresztmetszetnek. Ha ezt növeljük, egyre nagyobb mértékben kapcsolódnak be a vízszállításba a rendszer távolabbi mezői is.

Megjegyzendő azonban, hogy a megcsapolási pont közvetlen környezetében kialakuló hidraulikai viszonyokat a megcsapolási pontnak a rendszerben elfoglalt geodéziai magassága is befolyásolja. A vizsgálatokat ilyen irányban is célszerű mielőbb elindítani.

A legkisebb szivárgási keresztmetszetre vonatkozó részletes vizsgálatok nyilvánvalóan előtérbe hozzák azt a kérdést is, hogy valamely repedésrendszerben *milyen a vízmozgás jellege* a megcsapolási hely környezetében? *Felvetődik ekkor a szivárgási határsebesség kérdése is.* Sajnos, a kutatások mai állása szerint inkább csak a kisebb hidrosztatikus nyomás esetére vonatkozó vizsgálati eredmények ismeretesek. *Feltétlenül kívánatos lenne mielőbb olyan kísérleteket is végezni, amelyekben ismert — általunk előállított — repedésrendszereket viszonylag nagyobb hidrosztatikus nyomás esetében működtetnénk.*

Ily módon olyan fontos tudományos ismeretekhez juthatnánk, amelyek alapján határozottabban ítélhetnénk meg a kismintakísérletek, illetőleg az elméleti következtetések és a tényleges folyamatokat jellemző paraméterek összhangjának fokát.

Vízhozam

Gyakorlati szempontból az egyik legfontosabb kérdés az, hogy milyen mennyiségű víz jelentkezik pl. a bányába való vízbetörésnél, vagy a repedezett kőzettérbe lesüllyesztett kútban.

Már az *5—8. ábra* alapján felvetődik a kérdés — és egyben a felelet is —, hogyha a megcsapolási hely közvetlen környezetének hidraulikai viszonyai legtöbbször hasonlóak, miként alakul a vízhozam?

Erre nézve kismintakísérleteink esetében a *9. ábra* nyújt tájékoztatást. Az idealizált repedésrendszer kerületi csomópontjain azonos hidrosztatikai nyomás esetén kivett víz mennyiségét a vízhozamgörbék szemléltetik. Amint kitűnik, a vízhozam nagyságrendje a kísérleti feltételek esetében változatlan marad akkor is, ha pl. a 6-os ponttól jobbra haladva a 36-os pontot csapoljuk meg. A rendszerünk két végén levő legalsó sarokponthoz (40 és 5.) tartozó vízhozamértékek százalékos aránya 75%.

A vízhozamértékek eme alakulásának elemzésekor két alapvető tényezőt kell figyelembe venni:

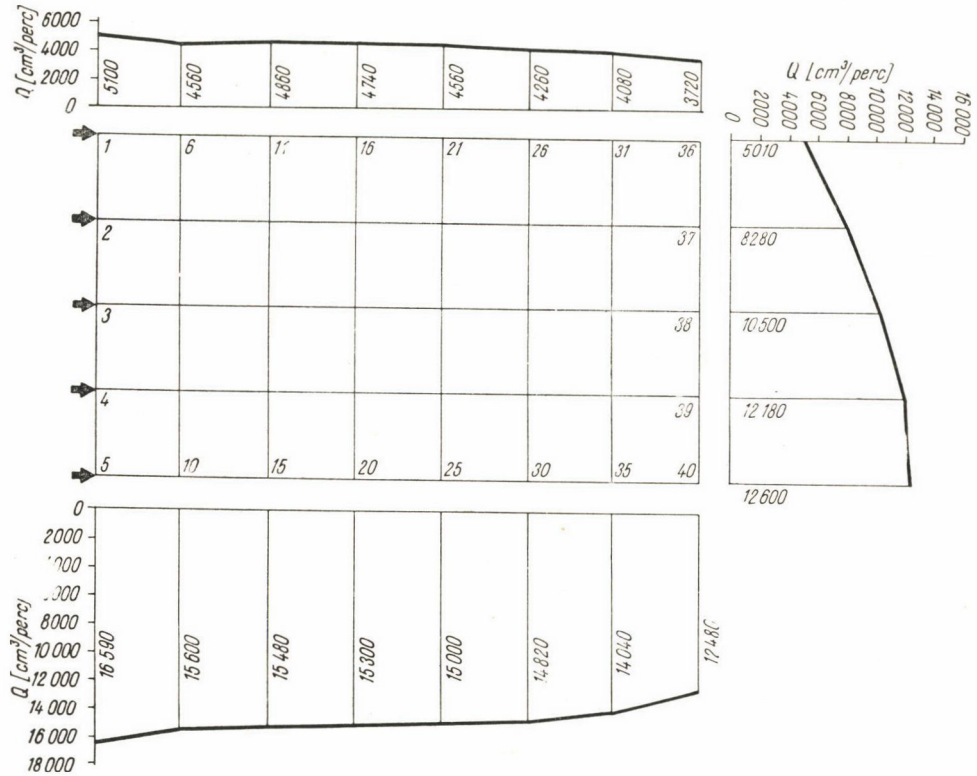
a) Ha a megcsapolási pont a vető közelében van, nagy mennyiségű vízutánpótlódásra lehet számítani a vető és a megcsapolási hely közötti viszonylag kisebb kiterjedésű mezőben. Ilyenkor a megcsapolási helytől távolabb eső mező kevésbé vesz részt a vízszállításban *(5. és 7. ábra).*

b) Ha a megcsapolás helye távolabbra kerül a vetőtől, a köztük megnövekedett távolság vízhozamcsökkentő hatását a vízszállításban aktívabban résztvevő *szivárgási hatásmező* megnagyobbodása igyekszik ellensúlyozni *(6. ábra).*

Valószínű tehát, hogy az olyan esetekben, amikor a nyomás alatti repedezett rendszer vízkivételi szintjéhez képest a hidrosztatikai nyomás nagyságrendje közel azonos, a hézagrendszert pedig nagyjából azonos típusú és méretű homogén repedések alkotják, az azonos szintű, de különböző helyeken levő egyedi repedésekből *a bányába betörő víz mennyiségének nagyságrendje* valószínűleg *nem változhat nagymértékben.* (Ez a megállapítás csak arra az esetre vonatkozik, amikor a megcsapolásnál levő legkisebb szivárgási keresztmetszet azonos méretű).

Ezekután felvethető a további kérdés: *miként határozható meg pl. a mindenkori fejtési felület és a bányába betörő vagy beszivárgó víz mennyisége között várható kapcsolat?*

Ennek a kérdésnek az eldöntése meglehetősen nagyfokú körültekintést igényel. *Homogén* repedésrendszer esetében és adott hidraulikai feltételek közt elméletileg meghatározható a valamely fejtési felületen átjutó víz mennyisége.



9. ábra. Az általunk vizsgált rendszer kerületének egyes pontjairól kivehető vízhozam (A megcsapolásnál levő legkisebb szivárgási keresztmetszet és a rendszerre ható hidrosztatikus nyomás állandó)

Ez az elv azonban a bányák fejtési felülete esetére kevésbé alkalmazható. A fejtési felület és a repedezett kőzetrendszer felső határoló felülete között pl. számos esetben megtalálható közbetelepült vízzáró jellegű agyagréteg vastagsága rendszerint szeszélyesen változó: elvékonyodik, vagy esetleg teljesen el is tűnik. Ennek következtében a víz bányába való bejutásának hidraulikai feltételei is természetszerűleg nagymértékben változnak.

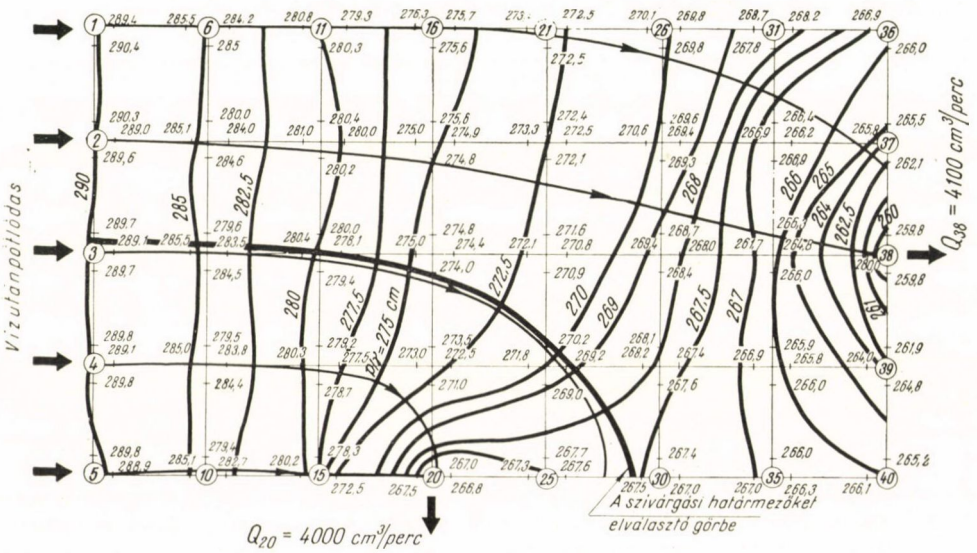
Az eddigiekben bemutatott néhány kutatási adatunk határozottan rámutat arra, hogy valamely nyomás alatt álló repedezett kőzetrendszerből (amelynek terében a vízutánpótlódás intenzív) a bányába betörő víz várható mennyiségének meghatározásához elsősorban a megcsapolási hely közvetlen környezetéhez tartozó hidraulikai viszonyokat kell részletesen tisztázni.

Vizsgálatainknál síkbeli kismintát használtunk. Ezért joggal feltehető a kérdés: *miként módosulnak a 9. ábrán megadott vízhozamgörbék, ha térbeli rendszerre térünk át?*

A hidraulikai szemlélet birtokában elvileg erre a kérdésre feleletet lehet adni. Ha ugyanis a síkbeli rendszerről térbelire térünk át, lényegében az egész rendszer hidraulikai határfeltételei (a vízutánpótlódás miként je) megváltoznak. Ez már egymagában azt jelenti, hogy a hidraulikai jellemzők (pl. vízhozam) is kisebb-nagyobb mértékben módosulnak. A síkbeli viszonyok helyett térbelit hozva létre, a megcsapolás szelvényének alakját és méretét megtartva, bizonyítható, hogy pl. a *9. ábrán* levő 40 jelű csomóponton kivett víz mennyisége síkbeli rendszer esetében kisebb, mint a térbelinél. Térbeli rendszerben ugyanis a víz utánpótlódása mindenkor nagyobb felületen történik. Ezért a vízmozgás sebessége, illetőleg a hozzátartozó nyomásveszteség kisebb a síkbeli rendszer megfelelő pontjában levőnél, ami azt jelenti, hogy az egyes vízrészecskék mindenkor nagyobb nyomás hatására érkeznek a megcsapolási helyhez, mint síkbeli rendszerben. Emiatt (az előzőekben már említett) a 40-es és 5-ös ponton a rendszerből kivett vízhozam síkbeli esetre vonatkozó 75%-os aránya némileg nagyobbá válik.

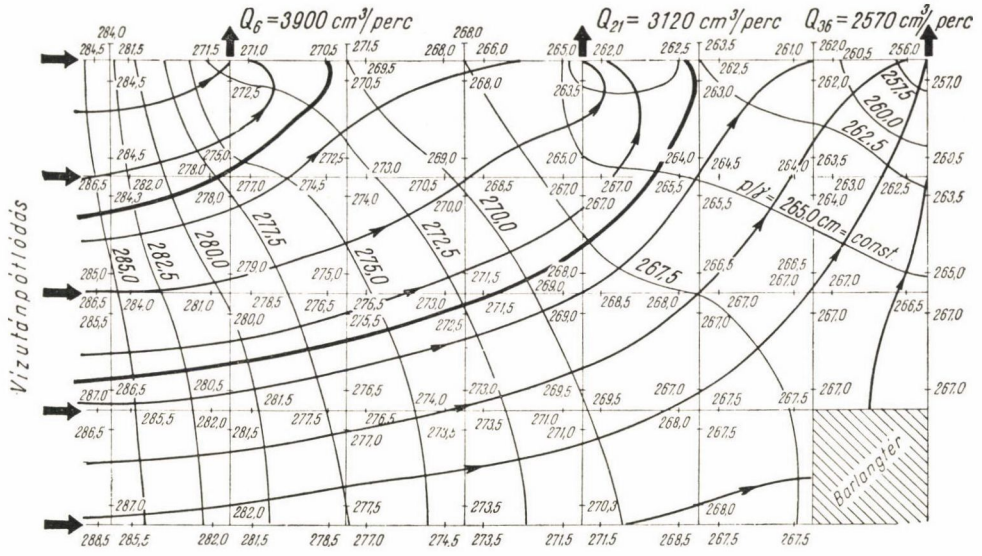
A szivárgási hatásmező

Valamely zárt, nyomás alatti repedezett rendszerből a bányába egyes esetekben egy helyen (koncentráltan), más esetekben egyidejűleg több helyen tör be a víz. A víz gyakran viszonylag nagyszámú, de kisméretű repedésekből „csörgedezik" a művelés alatt álló bányatérbe. A megcsapolási határfeltételek eme különbözősége természetszerűleg az egész rendszerbeli hidraulikai viszonyokat alapvető módon befolyásolja.



10. ábra. A szivárgási hatásmező alakulása két helyen történt megcsapolás esetében

A *10. ábrán* vázolt esetben a rendszert két helyen csapoljuk meg. Kitűnik, hogy az egyes megcsapolási helyekhez a víz *önálló hatásmezőn* keresztül jut el. (Minthogy a valóságban a víz térben mozog, ennek megfelelően *önálló szivárgási hatástérről* kell beszélnünk.) Ezeknek az önálló hatásmezőknek a kiterjedését és alakját a külső és belső határfeltételek szabják meg (vízutánpótlódás módja, a megcsapolási hely rendszerbeli geometriai elhelyezkedése, a repedésrendszer szerkezeti felépítettsége). Porózus kőzetbeli potenciálos szivárgás esetén a hatásmezőket egymástól elválasztó görbe alakja elég határozottan meg-



11. ábra. A szivárgási hatásmező alakulása három helyen történt megcsapolás esetében

állapítható. Repedezett kőzetekben azonban, különösen, ha a rendszerben vetők, hasadékok, barlangok vannak, az elválasztó felület alakja és a nem permanens mozgásállapothoz tartozó változása meglehetősen bonyolult.

Még érdekesebb helyzetet szemléltet a *11. ábra*, amikoris a rendszer felső részéből három helyen vesszük ki a vizet.

Ilyen és az ehhez hasonló esetekben nagyon változatos *szivárgási áramkép* állhat elő. (Noha a repedezett kőzetbeli vízmozgás tulajdonképpen nem tartozik a *potenciálos* vízmozgások körébe, az azonos értékű piezométernyomásvonalak és áramvonalak, amint az ábrán látható, közelítőleg mégis merőlegesek egymásra.)

A repedésméretek csökkentésével és a rendszer felső részén levő megcsapolási helyek számának növelésével egyidejűleg a porózus közegbeli hidraulikai állapothoz jutunk el.

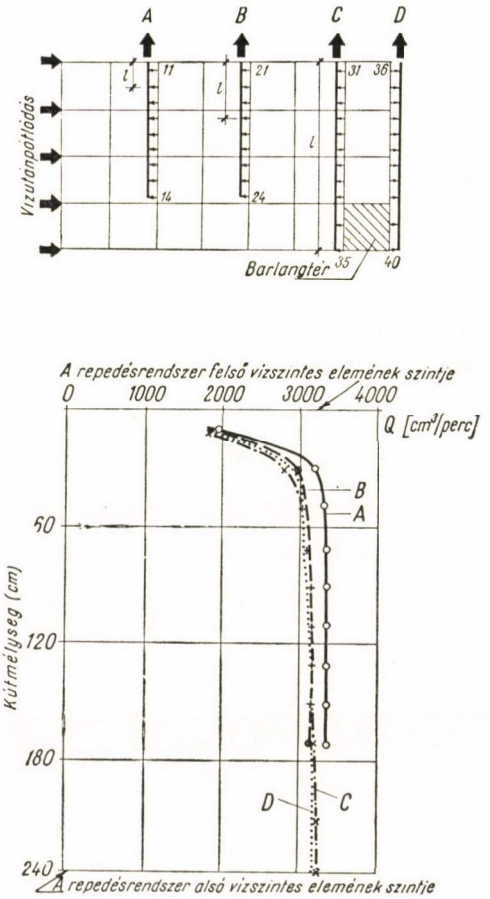
Mindezek alapján a következő megállapítás tehető: *Valamely zárt rendszeren belül a hatásmezők száma a megcsapolási helyek számával azonos.* (Teljesen hasonló a helyzet több egymásra ható kút, több öntözőcsatornából történő egyidejű vízbeszivárgás, továbbá pl. több rizstelepről való egyidejű vízbeszivárgás esetében is.)

Hidrogeológiai szempontból a hatásterek kérdése például egymáshoz közeleső, egymásraható források hidraulikai kérdéseinek megítélésénél merülhet fel. Természetesen ezen kívül számos más karszthidraulikai területen is számolnunk kell létezésével, illetőleg a belőle származó különféle hatásokkal.

A kutatófúrás optimális mélységének vizsgálata

Az (1) egyenletből kitűnik, hogy a kutatófúrások optimális mélysége a hidraulikai jellemzők alapján határozható meg. Ez a kérdés is fontos a népgazdaság szempontjából, és mielőbbi — elméleti szempontból is alátámasztott — megoldásra vár, hiszen a fúrás optimális mélységének meghatározása egyben a fúrási költségek okszerű alakulását is biztosítja.

Az ilyen irányban megindított vizsgálatainkhoz a *12. ábra* felső részén levő síkbeli kismintát használtuk fel. Ennek jobb alsó részében a következőkben említendő cél érdekében barlangteret létesítettünk. Az ábrán látható *A, B, C, D* függélyben a csőhálózat 11—14, 21—24 stb. függőleges csöve mellett 8 mm



12. ábra. A kutatófúrás optimális mélységére vonatkozó kísérleti adataink

∅-jű, kutat jelképező csövet helyeztünk el, amelynek a talpa a csőrendszer legfelső vízszintes csövének szintje alatt különböző mélységbe (*l*) nyúlt le. A 11—14, 21—24 stb. csomópont közötti kismintabeli idealizált repedéselemből a víz a piezométernyílásokon keresztül (gumitömlők közvetítésével) jutott be a kútba. Az irányváltozásból származó veszteségek miatt a kútból kivehető víz mennyisége némileg csökkent ugyan, a különböző kútmélységekhez tartozó vízhozamösszeg azonban így is határozottan rávilágít a felvetett kérdésre.

A *12. ábra*, valamint a *2. táblázat* alapján megállapítható, hogy a nyomás alatti repedezett kőzetbe kutat mélyítve, a *vele kivehető víz mennyisége csak bizonyos kútmélységig növekszik*. A vízhozam *nagyságrendje*

2. táblázat

Kútmélység (cm)	Vízhozam (cm³/perc)			
	A	B	C	D
	jelű függélyben			
10	1980	1900	1880	1880
30	3200	2960	2820	2920
50	3300	3040	3040	3000
70	3320	3100	3100	3040
90	3380	3160	3160	3120
110	3380	3160	3160	3120
130	3380	3160	3160	3160
150	3380	3160	3170	3160
170	3380	3160	3200	3200
210	—	—	3280	3200
240	—	—	3240	3200

esetünkben akkor sem változott, amikor a kutat a vízutánpótlódás helyétől különböző távolságban helyeztük el. A *C* és *D* függélyben a kutat a *barlang* terébe is lesüllyesztettük. A *C* és *D* jelű vízhozamgörbe alapján azonban megállapítható, hogy *esetünkben a barlangnak gyakorlatilag nincs vízhozamnövelő hatása*. Ennek az a magyarázata, hogy a víz elsősorban a legkisebb nyomásövezetből — esetünkben a rendszer felső részéből — igyekszik a kútba jutni, és ily módon az alsó, távolabbi litoklázisok (még ha barlangterek is) a vízszállításba már nem kapcsolódhatnak be.

Ez a megállapítás azonban csak akkor helyénvaló, ha a barlangterek a felső térben levő litoklázisokkal hidrodinamikai szempontból *összefüggő rendszert* alkotnak. Ha azonban felettük közbetelepült vízzáró kőzetréteg található, és a hasadék vagy barlangtér a felső rendszernél nagyobb hidrosztatikus nyomás alatt áll, ráfúrás során kétségtelenül jelentkezik vízhozamnövelő hatásuk.

Már ezek a kísérleti eredmények is világosan rámutatnak arra, hogy a *kutatófúrások optimális mélységének meghatározására való törekvés nagyon is időszerű.*

Összefoglalás

A tanulmány bevezetőjében a szerző kiemeli, hogy a földkéregbeli litoklázisrendszerekben levő víz mozgásának megindulásától a hidrogeológiai szemlélet mellett már a *hidraulika alkalmazása*, tehát *a mozgástörvények feltárása* is szükségszerűvé válik. A törmelékes (porózus) kőzetekben lejátszódó hidraulikai jelenségek a repedezett kőzetbeli hidraulikai jelenségeknél jóval inkább felderítettek. Fontos népgazdasági érdekek fűződnek azonban a repedezett rendszerekben fellépő vízmozgás hidraulikai paramétereinek megbízható felderítéséhez is.

A *litoklázisrendszer különböző formáinak* elemzése során kiderül, hogy a hidraulikai kutatásokhoz olyan morfológiai osztályozásmódot kell bevezetni, amely a geometriai jellemzők mellett már a *felületi érdesség tényleges voltát* is messzemenően figyelembe veszi.

A repedezett kőzetekben előforduló vízfajták közül az adszorbciós és gravitációs víz fizikai és hidraulikai sajátosságait vettük szemügyre. A kutatások mai fokán az a nézet, hogy gravitációs vízmozgás csak akkor lép fel, ha a rések falainak egymástóli távolsága nagyobb 4—5 μ-nál.

A *gravitációs vízmozgás vizsgálata során* a repedések geometriai sajátosságaiból, a vízmozgás kinematikájából és a folyadék anyagi sajátosságaiból kell kiindulni. Egyedi repedés esetében az alapvető hidraulikai feladat a (9) egyenletbeli ψ függvény, majd ebből a v, illetőleg a rés egységnyi szélességén átjutó víz mennyiségének (q) meghatározása *(1. táblázat)* [10].

Több repedés egyidejű egymásrahatásakor (2. ábra) a hosszmenti, iránytörési és helyi veszteségek létezését kell kiindulásként elfogadni, majd ezek *statisztikus átlagértékeinek* vizsgálatára kell rátérni *(3. ábra)*.

A repedezett *kőzetrendszer* egészének vizsgálata során fontos szerepet tölthetnek be a kismintakísérletek. A szerző által bevezetett kismintakísérleti eljárás *(1. kép)* megadja a lehetőséget a *repedésrendszer egészének* vizsgálatára.

A kezdeti kismintakísérletek alapján kapott kutatási eredmények közül a tanulmány a következőkkel foglalkozik:

A litoklázisrendszer *szabad aktív hézagtérfogata* — amelyben gravitációs a vízmozgás — oly módon határozható meg, hogy a *geometriai értelemben vett hézagtérfogatból* először a *kötött víz* által elfoglalt térfogatot, majd a hidraulikai viszonyok elemzése alapján kiadódó *holt repedéstérfogatot* levonjuk [(29) egyenlet], *(4. ábra)*.

A *megcsapolás helyén levő szivárgási keresztmetszet* hidraulikai szerepével kapcsolatban rámutatunk arra, mennyire fontosak az egész rendszerre gyakorolt hidraulikai hatásának tisztázására irányuló kutatások *(5—8. ábra)*.

Az általunk vizsgált nyomás alatti rendszer kerületének bizonyos pontjaiból kivehető *víz mennyiségének* elemzése során *(9. ábra)* rámutattunk a vetők szerepére, továbbá az önálló *szivárgási hatásmező* különböző határfeltételek esetén bekövetkező változásának mikéntjére *(10—11. ábra)*.

Végül a *kutatófúrás optimális mélységének* vizsgálatával foglalkoztunk. Ennek során rámutattunk arra, hogy a fúrás bizonyos mélységen túli lesüllyesztése esetén a fúrásból kivehető víz mennyisége már nem növekszik *(12. ábra)*, *(2. táblázat)*.

Kutatási eredményeink a valóságban fellépő néhány hidraulikai folyamat eddiginél határozottabb megítélését segíthetik elő. Az elvek és adatok valóságra való átültetésnél természetesen mindenkor figyelemmel kell lennünk

arra, hogy kismintakísérleteink adatai tulajdonképpen egy hatalmas litoklázis-rendszer valamely függőleges vetőjéből táplálkozó kisebb kiterjedésű nyomás alatti rendszerből származnak. Ennek következtében bizonyos hidraulikai jelenségek megítélésénél *az általunk vizsgált kiragadott rendszert gondolatban a teljes, hidrodinamikailag összefüggő litoklázisrendszerbe kell bekapcsolni.*

*

A kutatási munkában *Dr. Németh Endre* professzor irányításával a Tanszék valamennyi dolgozója részt vett. A közreműködés mértékét illetően elsősorban *Dr. Salamin Pál* tanszékvezető docens, *Bozóky-Szeszich Károly* adjunktus, *Deli Matild* tudományos s. munkatárs, *Szolnoky Csaba* laboratóriumi mérnök és *Benedek István* laboráns szerepét kell kiemelni.

A kutatási munka műszaki ellenőre *Venkovits István* geológus volt, aki feladatkörén túlmenően, nagymértékben elősegítette munkánk eredményességét.

A kézirat 1961. augusztus hóban érkezett.

IRODALOM

[1] *Erdélyi Mihály :* A Dunavölgy nagyalföldi szakaszának víztároló üledékei. *Hidrológiai Közlöny.* 1955. 7—8. szám.
[2] *Jaskó Sándor :* A Pálvölgyi—rózsadombi barlangvidék. *Term. Tud. Közl.* 68. 1936.
[3] *Juhász József :* Felszínalatti vízkészletünk. *Hidrológiai Közlöny,* 1955. 1—2. szám.
[4] *Juhász József—Szakváry Jenő :* A hazai vízkutatási módszerek fejlődése és alkalmazásuk. *Vízügyi Közlemények,* 1958. 1.
[5] *Kassai Ferenc :* Mélyfúrású ivóvízszolgáltató kutak fúrástechnológiájának korszerű megoldásai. MTKI, 3762. Budapest 1960.
[6] *Kessler Hubert :* Karsztvizek feltárása. *Vízügyi Közlemények.* 1952. 2.
[7] *Kézdi Árpád :* Talajmechanika I. 1960.
[8] *Kovács György :* A hidrogeológia helyzete hazánkban. *Hidrológiai Közlöny,* 1955. 3—4. szám.
[9] *Lambe, W. :* The structure of inorganic soil. *Proceedings ASCE,* Vol. 79. 1953. October.
[10] *Lomize, G. M. :* Filtracija v trescsinovátih porodah. Moszkva—Leningrád 1951.
[11] *Mazalán Pál:* Mélyfúrású kutak. Felsőoktatási Jegyzetellátó Vállalat. Budapest 1957.
[12] *Mosonyi Emil—Papp Ferenc :* Műszaki földtan. (Mérnökgeológia) Műszaki Kiadó, Budapest 1959.
[13] *V. Nagy Imre—Karádi Gábor :* A Darcy-törvény érvényességének vizsgálata. Hidraulikai Konferencia. Budapest 1960. 3. kérdéscsoport 7.
[14] *Németh Endre :* Hidrológia. Budapest 1959.
[15] *Öllős Géza :* A kútpalást környezetében fellépő hidraulikai folyamatok vizsgálata. Kandidátusi értekezés. Budapest 1960. Kézirat.
[16] *Öllős Géza :* Possibilities of Modell Investigations into Water Movements Occurring in Fissured Rocks. Hidraulikai Kongresszus. Jugoszlávia. 1961.
[17] *Papp Ferenc :* Karsztos formák, különös tekintettel a műszaki követelményekre. *Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Tudományos Közleményei,* 1957. III. kötet, 5. szám.
[18] *Salamin Pál :* Nyomás alatti homokrétegben kialakuló vízmozgás vizsgálata hidraulikus kismintán. Szakvélemény. Kézirat. Budapest. 1957.
[19] *Schmidt E. Róbert :* Geomechanika. Akadémiai Kiadó, Budapest 1956.
[20] *Szádeczky K. E. :* A magmatikus kőzetek rendszeréről és struktúrájáról. *Ann. Mus. Nat. Hung.* 37. 1944.
[21] *Széchy Károly :* Alapozás II. Közlekedési Kiadó, Budapest 1952.
[22] *Ubell Károly :* A Duna—Tisza-közi homokhátság vízháztartása. *Besz. a VITUKI 1956. évi munkájáról.* 4. évf. 1957.
[23] *Vadász E. :* A borsodi szénmedence bányaföldtani viszonyai. *Földtani Intézet Évkönyve* 1929.
[24] *Vendl Aladár :* Geológia I—II. Budapest 1957.
[25] *Venkovits István :* Adatok a dorogi mezozoós alaphegység szerkezetével kapcsolatos üregekhez és vízjáratokhoz. *Hidrológiai Közlöny,* XXIX. évf. 1949. 5—6.
[26] *Vitális Sándor :* A víz kutatása és bányászata *B. K. L.* 1941.

HALMOS BÉLA

A TÁJSZERŰSÉG PROBLÉMÁI A TELEPÜLÉSTUDOMÁNYBAN

Földrajzi alkalmazkodás és tájalakítás

Az ember földfelszíni élőlény, és eredetében a természet gyermeke. A társadalom élete alapjában természeti környezetben — egy-egy tájban — folyik és tőle teljesen el nem szakadhat.

A táj népessége életének különböző művi, gazdasági és szervezeti tevékenységeivel és az ezeket szolgáló, különféle rendeltetésű, anyagi és térbeli mesterséges létesítményekkel egyfelől kényszerűen alkalmazkodik a tájhoz, másfelől életszükségletei szerint technikai, gazdasági és szervezeti teljesítőképességétől telhetően átalakítja a tájat. A tájhoz való alkalmazkodás célja a *meglevő*, tájbeli életlehetőségek minél jobb *kihasználása*, a tájban maguktól, közvetlenül adott, természetes életkeretek minél teljesebb kitöltése. A tájalakítás célja pedig az emberi életlehetőségek minél nagyobb kiterjesztése a tájban ezeknek megfelelő, új természeti életkörülmények művi megteremtésével. Ugyanazok a természeti adottságok a tájhoz való alkalmazkodásban mint földrajzi *kényszerek és korlátok* hatnak, a tájalakításban pedig mint kihasználandó és javítandó tájbeli *lehetőségek* mutatkoznak.

A tájhoz való alkalmazkodás a benne folytatott különböző *tevékenységek* és a benne elhelyezett különféle rendeltetésű *létesítmények* hozzáalakítása a természeti környezet ésszerűen és gazdaságosan, akkor még meg nem változtatható adottságaihoz.

A tájalakítás pedig a természeti környezet megváltoztatása a benne végzett tevékenységeknek és a benne elhelyezett létesítményeknek megfelelően. Jellegük tehát egymással ha nem is ellentétes, de intenzitásukban erősen különböző. *Szerepük* a népesség tájbeli életében azonban szorosan egybekapcsolódik és egymást kiegészíti. Együtt jelennek meg a társadalmi fejlődés kezdetén és előrehaladása során végig egymással párhuzamosan folynak. Mindkettő az alapvető, elemi viszonylatokban, kezdetleges módon, kis mértékben, szűk körben, szórványosan, alkalmilag és ösztönösen kezdődött és a társadalom fejlődésével egyre összetettebbé, bonyolultabbá, tökéletesebbé, teljesebbé, elterjedtebbé, folyamatosabbá és tudatosabbá válik.

Egymáshoz való *arányuk* kezdetben nagyon egyenlőtlen és, bár előrehaladásuk során erősen változik, de teljesen nem fordul meg.

A társadalom fejlődésének kezdetén a teljesen természeti népeknél a tájbeli élet módja majdnem egészen egyedül csak a tájhoz való ösztönös, szoros és kezdetleges alkalmazkodás még az egészen kis esetlegességekben is. Ez főleg a különféle élettevékenységekben nyilvánul meg, mert földrajzilag jelentős művi létesítmények még nincsenek. A tájalakításnak legfeljebb csak alkalmi, apró nyomai fordulnak elő egészen szórványosan.

Még a civilizáció fejlődésének korábbi korszakaiban is sokáig a tájhoz való alkalmazkodás a mindig elsődleges és túlnyomóan uralkodó, a tájalakítás pedig még csak kezdetleges, kisszerű és szétszórt. Ahogyan nőni kezd azonban a tájbeli népesség művi, gazdasági és szervezeti teljesítőképessége és ahogyan különlegesednek életmódja és szükségletei, úgy lesz egyre összetettebb, nagyobb mértékű, kiterjedtebb és szerepében egyre jelentősebb a tájalakítás is.

A tájalakítás előrehaladása során az eredetileg *természeti tájat kultúrtájjá változtatja*, és egyes helyeken majdnem az egész lakott, bejárt és megművelt területre kiterjedő, mélyreható és nagyszabású mesterséges anyagi és térbeli változtatásokat visz végbe a tájban. Létesítményeinek képe, a kultúr-táj látványa sokszor meglepő, megkapó, lelkesítő, sőt lenyűgöző hatású is lehet. Felületesség és elhamarkodottság lenne azonban ebből már most az ember tökéletes, teljes és végleges győzelmére következtetni a természet fölött. A természeti világtól és környezettől való függőség és ezen át a hozzá való alkalmazkodás kényszere ugyanis az alapvető, elemi viszonylatokban mindvégig, a többiekben pedig legalábbis még sokáig, a Föld felszínének teljesen kultúrtájjá alakított, egyes részein és a művi (technikai) fejlődés ma ésszerűen várható csúcsán is elsődleges és meghatározó marad, mert most előrelátható képességeinkkel sem a Föld, sem az ember (mint élőlény) alapvető és elsődleges fősajátosságai lényegükben még egyáltalán nem, sőt többi, járulékos és másodlagos sajátságai is inkább csak kisebb részleteikben változtathatók meg ténylegesen.

A tájalakítás *céljait* az ember (mint tájnépesség) testi-lelki sajátosságai és ezekből adódó életszükségletei, *módját* a művi sajátosságok és a táj természeti körülményei, *terjedelmét és mértékét* pedig elképzelhető, felső határán elméletileg a tájbeli népesség társadalmának technikai és szervezeti *teljesítőképessége*, gyakorlatilag pedig ezen belül (jóval lejjebb) még a *gazdaságosság* tényleges követelményei szabják meg. Művi, gazdasági és szervezeti teljesítőképességének az anyagi civilizáció tényleges fejlettségi fokától függő, mindenkori felső határán túl a tájbeli társadalom a természeti tájhoz való alkalmazkodásra kényszerül.

A társadalom fejlődése során nem marad kezdeti fokán a tájhoz való alkalmazkodás sem. A különböző, tájbeli tevékenységek kibontakozása és a hozzájuk szükséges sokfajta és jelentős emberalkotta létesítmény hálózatának kialakulása és elterjedése ezt is bonyolulttá és kiterjedtté teszi. A folyton erősebben tagozódó társadalom élete egyre érzékenyebbé válik a tájbeli tevékenységek helyes végzésére és a tájbeli mesterséges létesítmények rendeltetésükre való alkalmasságára. Emiatt a táji környezethez velük való alkalmazkodásnak is mindig tökéletesebbnek, teljesebbnek, folyamatosabbnak, finomabbnak és tudatosabbnak kell lennie.

A Föld felszínének mai benépesültségi fokán, a népesség életmódjának jelenlegi bonyolultságában és életének mai szintjén már folytonosan nélkülözhetetlen földrajzi alkalmazkodás és tájalakítás a kellő eredményességgel ösztönösen tovább már egyáltalán nem folytatható. Sőt ehhez ma már egyszerű tudatosságuk sem elég, hanem tudományos megalapozásuk szükséges a földrajz, az élettan, a technikai tudományok és a társadalomtudomány szintézisével, és ebben különösen a gazdaságföldrajz, településföldrajz, közlekedésföldrajz, a környezet-élettan és az építéstudomány, közelebbről a településtudomány eredményeinek hasznosításával, a velük megállapított, különféle törvényszerűségek gyakorlati alkalmazásával.

A tájszerűség fogalma és tényezői

A tájhoz való alkalmazkodásnak a tájbeli tevékenységeket és létesítményeket *földrajzi* vonatkozásban, a tájalakításnak pedig a természetes tájat művi vonatkozásban kell célszerűvé, gazdaságossá és széppé tennie. Egyiknek a művi világot kell „földrajziasítani", másiknak pedig a természeti tájat „műviesíteni".

A tájhoz való alkalmazkodás során minden, a tájban folytatott művi jellegű, vagy ilyeneket igénybevevő más tevékenységet és minden létesítményt általában és ténylegesen táji színhelyük és környezetük különböző természeti tényezőihez képest, rendeltetésüknek megfelelő módon, anyagban, térben és időben célszerűsíteni kell. Anyag-, erő-, tér- és időfelhasználásukat pedig a velük elérhető eredményhez képest földrajzi (táji) vonatkozásban is gazdaságossá kell tenni. Ezenkívül a tevékenységeket és a létesítményeket táji környezetükkel szépészetileg is össze kell hangolni.

A tájalakítás során viszont az érintett földrajzi (táji) természeti folyamatokat és képződményeket kell anyagban, térben és időben úgy megváltoztatni, hogy a különféle tevékenységek és művek rendeltetésének, létesítésének, fenntartásának és működésének célszerűen és gazdaságosan megfelelő anyagi, térbeli és időbeli, *új természeti körülmények keletkezzenek* és hogy az így létrejövő kultúr-táj a művi létesítményekkel összeillő szépészeti együttest adjon.

Ugyanakkor még a tájalakítással is alkalmazkodni kell a végrehajtásakor még át nem alakítható és átalakítani még nem is szükséges, többi tájbani természeti folyamatokhoz és képződményekhez.

Mindebből a célszerűségnek, a gazdaságosságnak és a szépségnek egy sajátos viszonylatú, különleges és új, földrajzi változata keletkezik.

Ezt a földrajzi (táji) természeti tényezőkre (folyamatokra és képződményekre) vonatkoztatott, sajátos célszerűséget, gazdaságosságot és szépséget együtt összefoglaló, új műszóval röviden *„tájszerűség"*-nek lehet nevezni. A földrajzi vonatkozásokban mutatkozó célszerűtlenség, gazdaságtalanság és csúnyaság pedig a tájszerűség ellentéteként a *„tájszerűtlenség"* új műszóval jelölhető. Használatuk több, belőlük még következő, más fogalommal együtt megkönnyíti a tájrendezés elméleti kérdéseinek tárgyalását.

A tájszerűség és tájszerűtlenség legfőbb tényezői a *termelés*, ezen belül különösen a földművelés (növénytermesztés és állattenyésztés) és az ipar (bányászat, erőtermelés, feldolgozás—gyártás), *a település, a közlekedés* és a *közigazgatás*, a földrajzi tényezők közül a *belső és külső földi erők működése* (szárazulat- és hegyképződés, vulkánosság, földrengés, a kőzetromlás, a lepusztulás és felhalmozódás, az éghajlat és időjárás, a vízjárás, a talajképződés, a növény- és állatvilág élete) a földrajzi adottságok közül pedig a kéregösszetétel és szerkezet, a talaj, a helyrajz, domborzat és vízrajz, a növényzet és az állatvilág.

A tájszerűség jellege és fokozatai

A tájszerűség vagy tájszerűtlenség *tartalma* szerint *anyagi*, *térbeli* (alaki, terjedelmi és helyzeti) és *időbeli*.

Tényezőik közül a tájbeli tevékenységek és a táj földrajzi folyamatainak jellege dinamikus, a tájbeli létesítményeké és a táj földrajzi képződményeié pedig gyakorlatilag statikusnak tekinthető, mert időbeli változásaik a tevékenységekéihez és a folyamatokéihoz képest igen lassúak.

Ennek megfelelően a tevékenységek tájszerűsége vagy tájszerűtlensége szintén *mozgási*, elsősorban időbeli (mozzanati-folyamati) jellegű, a létesítményeké pedig statikusnak mondható és elsősorban (anyagi) minőség- és állapotszerű és (térbeli) alaki, terjedelembeni és helyzetszerű.

A tájszerűségnek és a tájszerűtlenségnek ezeken kívül még (saját) *minőségi és mennyiségi jellege és fokozatai* is vannak.

Minőségében részlegesen vagy teljesen *tökéletes* a tájszerűség akkor, ha a vizsgált, vagy valamennyi viszonylatban a szóban levő tájbeli tevékenység vagy létesítmény természeti (táji) környezetének figyelembe vett földrajzi tényezőjére vonatkoztatott célszerűsége, gazdaságossága és szépsége anyagban is, térben (alakban, terjedelemben és helyzetben) is és időben is egyaránt az elvileg és gyakorlatilag elérhető mértékig hibátlan. Többé-kevésbé tökéletlen a tájszerűség, ha ezek kisebb-nagyobb mértékben hibásak.

Mennyiségileg *teljes* a tájszerűség és a tájszerűtlenség, ha az adott földrajzi helyen (tájban) tényleg folyó összes tevékenységekkel és az ott meglevő összes létesítményeknél és az adott táj minden helyi földrajzi folyamatával és képződményével kapcsolatban megvan. Többé-kevésbbé *hiányos*, ha nem az összes művi tényezőknél és minden földrajzi tényezőhöz való viszonylatukban, hanem csak egy-egy vagy több valóságos tényezőnél van meg.

Az anyagi tájszerűség általában

Az anyagi tájszerűség alapja az anyagok és az erők természetileg különböző megoszlása a földrajzi térben, a tájban.

Az ember föld-felszíni életének anyagi szükségleteihez és legtöbb tevékenységében állandóan a Föld — közelebbről a földkéreg, a talaj, a víz, a légkör és az élő világ — anyagait és erőit használja fel eleinte túlnyomórészt közvetlenül természetes minőségükben és állapotukban, később, a technikai fejlődés során, egyre inkább közvetve, művi feltárás, szállítás, feldolgozás és átalakítás után.

Az ember életéhez szükséges különféle *természetes anyagokat* és természeti erőforrásokat a földrajzi folyamatok a tájban különböző helyeken hozzák létre, keletkezési helyükről gyakran tovább is juttatják és lelő- és felhasználási helyükön is állandóan és különféleképpen tovább is hatnak rájuk. Ilyenek például a vulkánikus kőzetek ércei, az üledékes kőzetek szén- és kőolaj telepei és maga a termőtalaj is.

A társadalom minden anyagi vonatkozású tevékenysége eleinte csak a *helyben meglevő*, természetes anyagok és erők közvetlen felhasználásával folyik. Később a közlekedés kialakulása lehetővé teszi művi szállításukat és továbbításukat, fejlődése pedig egyre többféle, egyre különbözőbb és távolabbi helyekről máshonnan származó, *nem helyi* természetes anyagok és erők mindig nagyobb mennyiségben való felhasználását. Ezzel térbeli eloszlásuk a tájban jóval általánosabbá és egyenletesebbé válik és mindig nagyobb területekre terjed ki.

Ezen felül a művi anyagfeldolgozás és erőtermelés — különösen legutóbbi — fejlődése a helyi és a máshonnan helybe szállított természetes anyagok és erők helyett egyre sokfélébb és mindig több mesterségesen készített *műanyag és mesterségesen termelt erő* alkalmazását és elterjedését teszi lehetővé. A műanyagok egyre általánosabban előforduló természetes alapanyagokból készülnek és egyre többféle célra mindig jobban alkalmasak. Ezzel gyártásuk is mindig kevésbé kötött alapanyaguk természetes előfordulási helyeihez, és használatuk

is egyre többféle és mindig nagyobb tömegű helyi természeti anyagot folyton nagyobb területeken helyettesít. A mesterséges erők használatának terjedése könnyű továbbíthatóságuk folytán még ennél is gyorsabb. (Például a villamosságé.)

Mindezzel még tovább lazul a természetes anyagelőfordulások és erőforrások földrajzi eloszlásához való térbeli és egyéb kötöttség, és ma már mondhatni, hogy — legalábbis néhány főbb vonatkozásban — az egész Földkerekség egy összetett és összefüggő — bár még korántsem egynemű — anyag- és erőfelhasználási téregység.

Ezek ellenére mégsem várható az anyag- és erőtermelés és felhasználás földrajzi különbözőségeinek teljes, sőt még csak túlnyomó részbeni megszűnése a technikai fejlődés most belátható csúcsán sem.

A Föld szárazulatainak és tengereinek eloszlása, a földkéreg anyagösszetétele és szerkezete, az éghajlat és a talajképződés egyáltalán nem változtathatók meg, tehát a természetes anyagok és erők belőlük eredő földrajzi különbözőségei is alapjukban megmaradnak.

A szállítás növelésének elég szűk határt szab az ésszerűség és főleg a gazdaságosság.

A közlekedés révén a különböző földrajzi téregységek, tájak között a termelésben térbeli *(táj-) munkamegosztás* fejlődik ki. Az ezzel járó különlegesítés (specializálás) gyakran még növeli is a tájak természetes különbözőségét a termelt anyagokban.

A műanyagok termelése és felhasználása sem szakadhat el egészen természetes alapanyagaik földrajzi előfordulóshelyeitől. Olyan műanyag pedig nincs és előreláthatólag nem is lesz, amely egyetlen, az egész Földkerekségen mindenütt megfelelő minőségben és elegendő mennyiségben előforduló természetes alapanyagból készülne, egyetemesen mindenre használható lenne és így mindenhol, minden más természetes helyi anyagot egyedül fölöslegessé tenne.

Még sokkal inkább elképzelhető ilyen mesterséges erőforrás és erőfajta az energiatermelésben, de még ez sem tenné teljesen fölöslegessé a különböző természetes helyi erőforrások felhasználását.

Földrajzilag különböző és, — ha változóan is, de — ilyen marad a művileg termelt anyagok és erők térbeli eloszlása is a tájban.

Ezekből következően mindig meglesz és jelentős marad a tájbeli tevékenységek és létesítmények anyagi tájszerűségének szükségessége és fontossága.

A tájbeli tevékenységek anyagi tájszerűsége

Anyagban tájszerűek (vagy tájszerűtlenek) csak azok a tevékenységek lehetnek, amelyeknek fő céljuk *anyagok és erők* termelése, feldolgozása, szállítása, tárolása és felhasználása, amelyek végzése anyagi *melléktermékekkel*, hulladék, törmelék, meddőanyag, szemét és szennyezések keletkezésével jár és amelyeknek végzéséhez különféle művi *létesítmények* (építmények, berendezések, gépek, eszközök) szükségesek. Elsősorban tehát a termelés és a fogyasztás, másodsorban pedig — főleg művi létesítményeik révén — a település és a közlekedés.

A tájbani tevékenységek anyagi tájszerűsége elsősorban abban nyilvánul meg, hogy *céljuk* olyan anyagi szükségletek helyi kielégítése, amelyek táji helyük adottságaiból erednek és földrajzilag különböző anyagi szükségleteket szolgálnak.

Második megnyilvánulása a tevékenységek anyagi tájszerűségének olyan anyagok használata, amelyek egyrészt a helyi szükséglet kielégítésére a táj anyagi körülményeihez képest minőségükkel a legalkalmasabbak, másrészt a kérdéses tájban megfelelő minőségben és elegendő mennyiségben, *helyben* vagy közelben *megvannak*, fellelhetők, hozzáférhetők és a viszonylag legkisebb munkával kitermelhetők, szállíthatók és feldolgozhatók.

Harmadik jellemzője a tevékenységek anyagi tájszerűségének az, ha a végzésükhöz szükséges művi *létesítmények* is a táj földrajzi viszonyai között rendeltetésüknek legjobban megfelelő és tájbeli anyagokból valók.

A tevékenységek anyagi tájszerűségében túlnyomó az anyagi szükséglet kielégítésében és a használt anyagok minőségi alkalmasságában megnyilvánuló célszerűség és az alkalmas, helyi anyagok és erők felhasználásában és szállításában szükséges munkagazdaságosság. Az anyagi szépségnek magukban a tevékenységekben nincs közvetlenül látható megnyilvánulása, és átvitt (gondolati-logikai) értelemben, anyagban tökéletesen tájszerű voltuk szépségnek is minősíthető. (Például helyi jellegű építészet kialakulása a helyi, természetes építőanyagok felhasználása során.)

Az egyes tájbani tevékenységekben az anyagi tájszerűség annál jelentősebb, minél elemibb, elsődlegesebb és általánosabb anyagi szükségletet elégítenek ki és minél szorosabban kapcsolódnak ezek a táj földrajzi adottságaihoz. A legfontosabb tehát az anyagi tájszerűség a termelésben és ennek különböző ágai között is elsősorban a növénytermesztésben és az állattenyésztésben, mert ezek a legtöbb vonatkozásban, a legszorosabban és a legkülönlegesebben kötöttek a táj természeti világához és ennek anyagi változásaihoz, hiszen nyersanyaguk közvetlenül a táj talaja, vize, levegője és élő világa és termékeik is élőlények. Majdnem kizárólagos az anyagi tájszerűség a bányászatban, amelynek termékei ásványok, kőzetek, ércek. Különleges a szerepe a település és a közlekedés tájbeli építményeit létrehozó építőanyagiparban és építőiparban a településnél azért, mert ennek létesítményei éppen a természeti környezet anyagi hatásai elleni védelmet szolgálják.

A tájbeli létesítmények anyagi tájszerűsége

Minden tájbeli létesítmény a Föld szilárd kérgének és felszínének természetes vagy feldolgozott anyagaiból létesül. Anyagi környezetüket is a természeti táj anyagai és ezek vegyi és fizikai folyamatai adják. Ezek a tények anyagi tájszerűségük alapjai.

A felhasznált természeti anyagok minőségükkel és sajátosságaikkal a *létesítmények anyagi testének minőségét és összetételét* adják és annak anyagi sajátosságait határozzák meg.

A Föld-kéreg ásványainak, kőzeteinek és a talajnak anyagi *tömege* egyszersmind a tájbeli létesítmények anyagi testének közvetett és közvetlen *fizikai tömeghordozója* (alapja) is.

A természeti környezet (táj) ilyen, de fel nem használt és *többi*, a létesítmények megépítésében fel nem használható *anyagai* a létesítmények közvetett és közvetlen *anyagi környezetét* adják, és testükre (saját) minőségük és sajátosságaik szerint különböző, közvetett és közvetlen, hasznos és káros *vegyi* hatásokkal vannak már létesítésük idejében és további fennállásuk végéig.

A természeti környezet összes földrajzi *folyamatai* szintén sokféle, különböző, többségben káros és kisebb részben hasznos *fizikai* hatással vannak rájuk.

Mindezek együtt a tájbeli művi létesítmények anyagi testének vegyi és fizikai *állapotát* határozzák meg.

Hatással van a táj anyagisága a létesítmények használati céljára: *rendeltetésére* és tényleges, művi *használatára*, továbbá *védelmükre*, *gondozásukra* és *fenntartásukra* is és ezeken át közvetve szintén befolyásolja a létesítmények anyagi testének minőségét és vegyi-fizikai állapotát.

A létesítmények megvalósításához felhasználható természetes építőanyagok, építőipari nyersanyagok és az építési műanyagok természetes alapanyagai a tájban minőségük, fajta-összetételük, mennyiségük és hozzáférhetőségük (kitermelhetőségük) szerint térbelileg különbözőképpen oszlanak el. Ugyanígy földrajzi hely szerint különböző a létesítmények megépítésében fel nem használható, többi természeti anyagok tájbani elterjedése és az ásvány-, kőzet- és talajtömegeknek a létesítmények hordozására való alkalmassága (az alapozási viszonyok) is. A természeti környezet földrajzi folyamatai is a táj minden helyén más jellegűek, összetételűek és hatékonyságúak és így a tájbani létesítmények testére is helyenkint más és más hatásokkal vannak, ezek megépítésében, védelmében, gondozásában, fenntartásában és rendeltetésszerű használatában táji helyek szerint kedvezőbb vagy kedvezőtlenebb anyagi lehetőségeket és körülményeket jelentenek.

Valamely tájbani létesítmény anyagi mivoltában akkor tájszerű, ha teste olyan anyagokból készül, amelyek minőségi tulajdonságaikkal és összetételükben egyrészt *legalkalmasabbak* a kérdéses tájban a létesítmény rendeltetésének szolgálatára, másrészt a létesítmény földrajzi helyén vagy annak közvetlen közelében megfelelő minőségben és elegendő mennyiségben előfordulnak, könnyen fellelhetők, hozzáférhetők és a viszonylag legkisebb munkával kitermelhetők, helybe szállíthatók és a hely földrajzi körülményei között a legkönnyebben felhasználhatók, harmadrészt a legjobban *ellenállnak* az ottani földrajzi környezet anyagrongáló hatásainak és folyamatainak, vagyis a legegyszerűbb és legkisebb fenntartással járnak és végül, amelyek külső megjelenése a földrajzi környezet képével szépészetileg is összeillő.

A tájbani létesítmények majdnem kivétel nélkül valamilyen gyakorlati rendeltetést, használati célt szolgálnak. Anyagi célszerűségükben ezért úgy, mint a tevékenységekénél, a *célszerűség* és a *gazdaságosság* a döntő tényező. De már ezek is többféle vonatkozásúak, mert nem csak a létesítmények használatára, hanem létesítésére mint egyszeri, alkalmi és védelmére, gondozására és fenntartására mint egész fennállásuk alatt szükséges, folyamatos tevékenységekre is kiterjednek.

Ezenkívül — anyagi mivoltukból eredően — a létesítmények anyagi tájszerűségének már a *szépsége* is közvetlenül érzékelhető, mint a létesítmény és táji környzetének külső képében megnyilvánuló összhang és szépészeti jelleg. Ezt a tájszerű anyagból készült létesítmény testének anyagfelülete és rendeltetésszerű szerkezetének anyagszerű alakja teszi szembetűnővé. Például helyi kőzetből készült terméskőhíd boltozatának ívelése és falazatának nyers felülete.

A létesítmények legtöbbje a termelés, a település és a közlekedés céljait különféle részletrendeltetésekben szolgáló, túlnyomórészt földfelszíni építmény és épület. Ebből adódó jelentőségüknél fogva az anyagi tájszerűség ezeknél a legfontosabb.

Az anyagi tájszerűség szempontjából különlegesek a *földből készült* különféle, főleg vízrendezési, közlekedési erősítési és egyéb építmények, mert ezek anyaga maga a talaj. Ilyen például az árvízgátak, földvárak, úttöltések stb.

A létesítmények anyagi tájszerűségének foka nem mérhető közvetlenül és egyszerűen. Anyagának minőségén alapuló *használati alkalmasságának* mérésére az ilyen eredetű használati zavarok előfordulásának ritkasága, *fenntartási alkalmasságának* mérésére a meghibásodás nélküli fennállás időtartama, a *használati és fenntartási gazdaságosság* mérésére pedig az ezekre fordított anyag-, erő-, munka- és költségráfordítás szolgálhatnak.

A térbeli tájszerűség általában

A tájban állandóan különböző belső és külső földrajzi *erők* működnek és működésükből törvényszerű, felszín-építő és romboló földrajzi folyamatok (kéregmozgás, vulkánosság, nap-, hő-, szél-, csapadék-, talajvíz-, folyóvíz-, jég- és tengerjárás, kőzetromlás, lepusztulás és felhalmozódás) tevődnek össze. A földrajzi folyamatok térbelisége ezért *lefolyás-szerű*.

Lefolyásuk során a táj felszínének anyagait minőségükben megváltoztatva és térben mozgatva belőlük különböző *táji képződményeket* hoznak létre és állandóan (bár viszonylag lassan) változtatják őket. Maga a táj is különféle földrajzi képződmények anyagi és térbeli szerves együttese. A táji képződmények térbelisége tehát *képződés-szerű*.

A táj népessége különböző *tevékenységeket* folytat a tájban. Ezeknek mindig valamilyen céljuk van, azaz céltudatosan elgondolt, megszervezett és a szándékolt eredményre törekvően, túlnyomórészt művi eszközökkel véghezvitt munkafolyamatok és mozgások (közlekedés). Ezért térbeli lefolyásuk is céljuknak és művi módjuknak megfelelő, azaz térbeliségük is — többé-kevésbé sikerülten — *célszerű és művies*.

A táj népessége nemcsak tevékenykedik, hanem különféle szükségletei és tevékenységei számára más különböző rendeltetésű *létesítményeket* is épít és készít a tájban. Ezeket mindig rendszerint művileg termelt és átdolgozott anyagokból, célratörekvő munkával és szándékolt használatukra minél alkalmasabbnak gondolt, de anyagaik tulajdonságai szerint módosuló kialakítással, méretekkel és elhelyezésben létesíti. A létesítmények saját térbelisége tehát ebből folyóan többé-kevésbé tökéletesen *rendeltetés-szerű* és *létesítés-*(megépítés-)*szerű*.

Így a tájban *négyfajta*, egymástól keletkezése szerint (azaz eredendően) *eltérő* jellegű, lefolyás-, képződés-, rendeltetés- és létesítésszerű *térbeliség* számtalan, tényleges, egyedi megnyilvánulása keveredik majdnem szét sem különíthetőnek és össze sem rendezhetőnek látszó, olyan téregyüttesbe, amelynek alaptényezői ezen felül még bonyolult anyagi és egyéb kölcsönhatásban is vannak egymással.

Ebből a jellegszerinti térbeliség-különbözőségből a tájbeli tevékenységek célszerű térbeli lefolytatásában, a tájbani létesítmények földrajzilag is helyes kialakításában, méretezésében és elhelyezésében és a természetes táj művileg is helyes térbeli átalakításában számos tervezési, megvalósítási, fenntartási, használati és egyéb nehézség áll elő, amelyek együtt a térbeli tájszerűség még megoldandó, egész kérdéskörét (problematikáját) adják. Ez a kérdéskör egészen újszerű és csakis a tájrendezés szemléletében és elméletének kidolgozása során vetődhetik fel valószerűséggel és időszerűen.

Az összefoglaló főkérdés a *művi térbeliség* összeegyeztetése a *földrajzi térbeliséggel*, a térbeli kialakítás, méretezés és elhelyezés célszerűségének, gazda-

ságosságának és szépségének szempontjából. Mivel különbözőségük éppen sajátszerű keletkezésükből ered, tökéletes és teljes összeegyeztetésük elvileg sem lehetséges, csupán gyakorlatilag elfogadható egymáshoz-közelítésük egyrészt a művi térbeliségnek rendeltetési alkalmasságát még nem lényegesen csökkentő, földrajzias módosításával, másrészt a földrajzi térbeliségnek a még ésszerű és gazdaságos megvalósíthatóság határán belül maradó, művies megváltoztatásával. Ez alól csak szerencsés kivétel lehet a némely viszonylatban véletlenül adódó, kisebb-nagyobb egyezések helyenkinti, alkalmi felhasználása.

A földrajzi és a művi térbeliség egymáshoz-közelítésének iránya és határai a művi fejlődéssel változnak. Ahogyan növekedik a fejlődés során a tájbeli népesség társadalmának technikai, gazdasági és szervezeti tájalakító teljesítőképessége, úgy tolódik el a közelítés is a földrajzitól a művi térbeliség irányába. Kezdetben még kényszerűségből a táj térbeliségének teljesen helyi és egészen kis esetlegességeiben is szorosan alkalmazkodni kell, később egyre különbözőbb és kiterjedtebb földrajzi folyamatok és tájrészletek átalakítása válik lehetségessé. A táj teljes térbeli átalakítása azonban nem remélhető, mert térbeli alapjellege, a helyrajz és a domborzat fő vonásai és az éghajlat a technikai fejlődés ma várható csúcsán sem lesznek ésszerűen megváltoztathatók.

A földrajzi térbeliség saját természeti változásai általában időben is sokkal lassúbbak a művi térbeliség saját fejlődési változásainál. A művi fejlődéssel tehát egymás közti viszonylataik és ezekkel a térbeli tájszerűség jellege is bizonyos fokig módosulnak.

Ezekből következően az eredményesség szempontjából a térbeli tájszerűsítés is mindig jelentős és újra megvizsgálandó szükségesség marad.

A térbeli tájszerűség földrajzi főtényezői a táj felszíne és éghajlata, részletesebben a táj *helyrajza* (földrajzi képződményeinek vízszintes térbeli tagozódása), ebben is főleg a talajelterjedés, vízrajz és növényzet-elterjedés, a táj *domborzata* (függőleges tagozódása) és az *időjárási folyamatok* (nap-, hő-, szél, csapadék- és a vízjárás) térbeli eloszlása.

A térbeli tájtényezők közül művileg legkönnyebben megváltoztathatók először az állatvilág, majd a növényzet földrajzi elterjedésterületei, a vízrajz, helyrajz és a domborzat kisebb részletei és a kis térrészletek mikroklímája. Nehezebben változtathatók meg a helyrajz, a domborzat és vízrajz nagyobb részletei, a vízjárás főmozzanatai. Gyakorlatilag nem változtathatók meg a talajelterjedés, a helyrajz és a domborzat egésze és a táj éghajlatának térbeli jelenség-eloszlása.

A térbeli tájszerűség a legfontosabb a termelési ágak közül a növénytermesztésben és az állattenyésztésben. Legkötöttebb a bányászatban az ásványelőfordulások tömegtérfogata révén. Fontos a vízrendezésnél a közlekedésnél a domborzathoz és a vízrajzhoz való viszonylatukban. Aránylag a legkötetlenebb és így legkönnyebben megvalósítható a feldolgozó iparágakban. Túlnyomó szerepű, de csak a településen és a közlekedésen keresztül egészen közvetetten megnyilvánuló a közigazgatásnál ennek területtagozásában, határvonal-vezetésében és székhely-kiválasztásában.

A *legösszetettebb és a legbonyolultabb* jellegű a térbeli tájszerűség a *településben* ennek rendkívül szétágazó, különféle térbeli és anyagi vonatkozásai, összetett rendeltetése és a többi, tájbeli tevékenységekhez és létesítményekhez való kapcsolódásai folytán. Szépség-tényezője is a település művi létesítményeinél érvényesül a legkifejezettebben.

Az alaki tájszerűség

Az alaki tájszerűség a térbeli tájszerűség egyik része és mint ilyen, a létesítményeknek a táj földrajzi folyamatainak térbeli lefolyásához és a táj földrajzi képződményeinek saját (természeti) alakzataihoz viszonyított kialakításában megnyilvánuló célszerűség, gazdaságosság és szépség. A folyamatok és a művi tevékenységek térbeli alakjáról nem valóságosan, hanem csak átvitt értelemben lehet szó, mert nem azoknak, hanem a térbeli lefolyásuk során mozzanatszerűen elfoglalt térrésznek lehet — de szintén csak képzelt — alakja.

Minden létesítmény akkor lesz a legtökéletesebben használható, ha kialakítása tisztán *rendeltetésszerű*, vagyis ha létrehozott alakja teljesen használatfolyamata térbeli lefolyásának megfelelő.

A tökéletes használati alak azonban még a létesítmény testének minőségileg legmegfelelőbb anyagból sem dolgozható ki teljes fogalmi tisztaságában, hanem csak az anyag minőségi tulajdonságai és a megvalósítási munkafolyamat szerint kényszerűen módosult, *anyag- és létesítésszerű* alakváltozatban. Ezt kell azután még tájszerűsíteni is.

Mindkét kialakításban általános nehézség a *művi* létesítményalakoknak az emberi képzelet belső sajátosságából adódó *mértaniassága* és a *földrajzi* képződmények alakzatainak képződésfolyamatukból eredő *mértaniatlansága* közötti különbözőség. Ezt csakis a művi és a földrajzi folyamatoknak a tervezésben való mély átértése enyhítheti.

Legkönnyebb az olyan létesítmények alaki tájszerűsítése, amelyeknek rendeltetés- és létesítésszerű alakja a táj földrajzi folyamatainak térbeli lefolyásával és a táji képződmények földrajzi alakzataival egyes esetekben éppen azonos vagy hozzájuk erősebben hasonló. Ez azonban csak kivételes véletlenként, egy-egy részletben fordul elő. Az ilyen eseteknél szükséges egyben a létesítmény tájbani kialakításához a legkevesebb tájátalakítási munka is. A többieknél pedig a tájalakítás munkaszükséglete az alaki különbözőség foka, de az alaki tájszerűsítés eredménye szerint is változó.

Legnagyobb az alaki tájszerűség szerepe a településben, mert ennek térbelisége a legösszetettebb és a táji környezettel a legtöbb kapcsolatban áll.

A terjedelmi tájszerűség

A terjedelmi tájszerűség a térbeli tájszerűség másik része. Ilyen mivoltában a létesítményeknek a tájbeli földrajzi folyamatok lefolyási kiterjedéséhez és a táj földrajzi képződményeinek anyagi terjedelméhez viszonyított méretezésében megnyilvánuló célszerűséget, gazdaságosságot és szépséget jelenti. A tájbani művi tevékenységek térbeli méreteiről megint csak átvitt értelemben lehet beszélni, mert csak a lefolytatásuk során mozzanatszerűen igénybe vett térrésznek lehetnek — ha csak képzelt — méretei is.

A táj méretei általában sokszorta nagyobbak a művi világ méreteinél, de vannak a tájnak is egészen kis kiterjedésű részletfolyamatai és képződményei, viszont vannak óriási területre kiterjedő művi tevékenységek és hatalmas terjedelmű létesítmények is. Terjedelmük *magától* adódó egyezése szintén csak szórványos véletlen. Eltérésük megszüntetése a művi terjedelem változtatásával csak aránytalanul szűk határokon belül lehetséges, ezeken kívül a földrajzi terjedelem szintén tájátalakítással való művi módosítása szükséges.

Vannak nagyságrendi *sorozatokban* létező táji folyamatok és képződmények és ilyen művi tevékenységek és létesítmények, pl. völgyek és települések. Ezek terjedelmi egyeztetése egymásnak megfelelő terjedelmi fokozatukon lehetséges.

A hosszúsági terjedelem a közlekedésben, a területi a növénytermesztésben és a közigazgatásban, a térfogati terjedelem pedig a településben uralkodó szerepű. A közigazgatás terjedelmi tájszerűsége a közlekedésen keresztül, közvetve érvényesül.

A terjedelmi és az alaki tájszerűség a létesítményeknél egymással szorosan összefügg és csak fogalmilag választható szét.

A helyzeti tájszerűség

A helyzeti tájszerűség a tevékenységeknek és művi létesítményeknek a tájbeli földrajzi folyamatok működési teréhez és a táj földrajzi képződményeinek elhelyezkedéséhez viszonyított véghezvitelében, illetve elhelyezésében megnyilvánuló, sajátos célszerűség, gazdaságosság és szépség.

A tájbani elhelyezés *célszerűsége* általában a kérdéses tevékenységekre vagy létesítményekre céljuk, illetve rendeltetésük szempontjából művileg kedvező földrajzi folyamatok lefolyási helyének elfoglalásában és a kedvezőtlenekének elkerülésében, a tevékenységekhez és a létesítmények megvalósításához, fenntartásához és használatához szükséges anyagok és erőforrások előfordulóhelyeinek és a számukra alakban és terjedelemben térbelileg alkalmas táji képződmények helyeinek megkeresésében, kiválasztásában és elfoglalásában nyilvánul meg.

A tájbani elhelyezés *gazdaságossága* a kérdéses tevékenységekre és létesítményekre kedvező helyi és helyzeti, anyagi és térbeli földrajzi körülmények helybeni hasznosításában, a kedvezőtlenek rossz következményeinek elkerülésében és lehető csökkentésében, továbbá a közlekedés és szállítás anyag-, erő-, munka-, eszköz- és térfelhasználásának lehető megtakarításában mutatkozik. Ezek szerint mérhető is.

Végül a tájbani elhelyezés *szépsége* érzékelhetően a létesítményeknél tájbeli helyzetük, táji környezetükbe való belehelyezkedettségük térbeli külső képében, a tevékenységeknél térbeli véghezvitelük látványában, gondolatilag pedig elhelyezésük és véghezvitelük okszerűsítésében, célszerűségének és gazdaságosságának felismerésében jelentkezik.

Az, hogy minden szükségleti adottság, kedvező körülmény és hasznosítási lehetőség egy földrajzi helyen együtt legyen megtalálható, leginkább csak a kisebb és egyszerűbb viszonylatokban szerencsés véletlenként itt-ott előforduló ritka kivétel. Éppen ilyen ritkaság ennek az ellenkezője: az összes hiányok és hátrányok egy földrajzi helyre való összehalmozódása is. Az általános eset ezek kisebb-nagyobb mértékű földrajzi szóródottsága és a táj egy-egy földrajzi helyén különböző összetételű és fokú keveredése. Ezért a tájszerű elhelyezés minden helyen külön vizsgálatot, mérlegelést és megoldást kívánó, összetett és legtöbbször többé-kevésbé bonyolult kérdés.

Az adottságok tájbani szóródottságát a közlekedés és a szállítás oldja fel. A szóródott adottságok között folytatott tevékenységek és az ilyen adottságok között megvalósítandó létesítmények megfelelő elhelyezésének egyik célszerűségi és gazdaságossági mértéke éppen az a közlekedési és szállítási léte-

sítmény- és tevékenység-*többlet*, amely a már elkerülhetetlenül legkisebb közlekedésen és szállításon felül is szükséges.

A kialakult tájban a földrajzi képződmények térbeli elrendeződése, helye és helyzete gyakorlatilag állandó, és az időjárási jelenségek — bár szintén nem teljes — kivételével a földrajzi folyamatok is bizonyos térbeli elrendeződésben, többé-kevésbé állandósult helyeken mennek végbe. A létesítmények a közlekedési eszközök kivételével szintén helyhez-kötöttek. A létesítményekhez helyileg kötötten folynak nagyobbrészt a tájbani tevékenységek is. Ezért a tájban mozgó képződmények és létesítmények csak kis részben vannak. Így a tájbani elhelyezésmód is túlnyomórészt statikus jellegű, azaz nem változó helyre történik. A tájnak viszonylag lassú földrajzi változásaiból adódó várható módosulásokat azonban ebben is előrelátóan figyelembe kell venni.

A különböző művi tevékenységek tájbeli végbevitelének helykiválasztása és a művi létesítmények tájbani elhelyezése során gyakran szintén szükség van ilyen szempontú, térbeli *tájátalakításra* is. Ez csak az elhelyeződés földrajzi törvényszerűségeinek és az átalakítás földrajzi következményeinek jó ismeretében történhetik helyesen.

A helyzeti tájszerűség általánosan szükséges és nagyjából egyforma jelentőségű a termelésben, a településben és a közlekedésben. Utóbbi kettőn át szerepel a közigazgatás térbeli elrendezésében.

Az időbeli tájszerűség

Az időbeli tájszerűség a tájban folytatott művi és egyéb tevékenységeknek a táj földrajzi folyamatainak időbeli lefolyásához viszonyított időbeli véghezvitelében és a létesítményeknek a táj földrajzi képződményeinek időbeli keletkezéséhez, létezéséhez és megszűnéséhez viszonyított időbeli megépítésében, fenntartásában, használatában és megszüntetésében megnyilvánuló célszerűség és gazdaságosság. Szépsége csak gondolatilag átvitt — logikai — értelemben van.

Az időbeli tájszerűség közvetlenül, gyakran és kiterjedten a tájbeli tevékenységeknek és a táj földrajzi folyamatainak időbeli viszonylataiban nyilvánul meg. A földrajzi képződmények és a művi létesítmények időbelisége ezekétől általában annyira eltérő, hogy időbeli viszonylataik majdnem állandónak látszanak és csak alig észrevehető lassúsággal változnak. Egy-egy hirtelenebb változásuk csak egyes, különleges esetekben, kivételes időrendi találkozásuknál tapasztalható, de ekkor közvetlen, gyakorlati következményekkel is jár. Például földrengés okozta domborzatváltozás hatása az építmények fennállására, vagy völgyzárógát-szakadás hatása az alatta levő folyószakasz zátonyaira.

Az időbeli tájszerűség majdnem kizárólagosan csak a tevékenységek időbeliségével a földrajzi folyamatok időbeliségéhez való egyoldalú és szoros alkalmazkodásban nyilvánul meg, mert a földrajzi folyamatok lefolyásának időbeli megváltoztatására alig van valamilyen csekély lehetőség is. Célszerűsége és gazdaságossága tehát csakis a földrajzi időbeliséghez viszonyított *idő- és alkalomszerűség* lehet.

A földrajzi folyamatok közül időben legváltozékonyabbak *az éghajlat és az időjárás jelenségei*. Az időbeli tájszerűség túlnyomórészt az ezekhez való időbeni alkalmazkodásban érvényesül és tapasztalható.

Az időjáráshoz való időbeni alkalmazkodás uralkodó szerepű és állandó a növénytermesztésben és az állattenyésztésben, mert ezek a leginkább szabadtéri tevékenységek. De jelentős tényezője az időjárás ellen védő településnek és a közlekedésnek is

A tájszerűtlenség

A tájszerűtlenség mindenben a tájszerűség ellentéte, vagyis a tájbeli tevékenységeknek és létesítményeknek a táj földrajzi folyamataihoz és képződményeihez való anyagi, térbeli és időbeli viszonylataiban megnyilvánuló célszerűtlenség, gazdaságtalanság és csúnyaság.

A tájszerűtlenségnek, mint a tájszerűség fogalmi ellentétpárjának ugyanazok a tényezői és ezeknek ugyanolyan viszonylataiból adódnak a tájszerűtlenség megfelelő jellegű részei és fokozatai is. Rendszerezése és csoportosítása is azonos, vizsgálata is a tájszerűségével egyezően, de ellenkező értelemben történik.

A tájszerűtlenség minden vonatkozásban és minden szempontból *káros* elsősorban közvetlenül magukra a tájbeli tevékenységekre és létesítményekre, de rajtuk keresztül közvetve természeti színhelyükre és környezetükre: a tájra is.

A tájszerűtlenség általános rossz következménye a tájban folytatott *tevékenységeknél* először is *célszerűségük csökkenése*, sőt súlyos esetben teljes elvesztése. (Például honosítatlan növény termesztésének kísérlete.)

Az ezzel járó másik rossz következmény a tevékenységeknél a céljuk elérésére fordított anyag-, erő-, tér-, eszköz- és munkafelhasználás, költség és más gazdasági áldozat kárbamenetele, kisebb-nagyobb fokú vagy éppen teljes gazdaságtalansága.

A *létesítményeknél* a tájszerűtlenség egyik általános rossz következménye létesítésük, védelmük, gondozásuk és fenntartásuk megnehezülése vagy lehetetlenülése és *használatra való rendeltetési alkalmasságuk* csökkenése, vagy teljes elvesztése. (Például suvadásos lejtőn emelt épület megrongálódása vagy tönkremenése.)

A harmadik tájszerűtlenségi következmény a tájbani létesítményeknél saját külső megjelenésük *szépségének csökkenése* vagy teljes elvesztése és ezzel szélső esetben külső képüknek egyenesen csúffá-válása.

A tájszerűtlenségnek a *tájra* ható és abban mutatkozó általánosan káros következményei a tájrontás, tájrombolás, tájpusztítás és tájcsúfítás. Ezek kevesbítik és megsemmisítik a táj művi, gazdasági és szépészeti értékeit, csökkentik a tájban meglevő természeti életlehetőségeket és a táj kihasználását, művi (kultúr-) tájjá alakítását pedig megnehezítik.

A *tájrontás* vagy tájrongálás még nem teszi tönkre *véglegesen* a táj saját belső összhangját, és így a vele előállott hátrányos változásokat a táj földrajzi folyamatai a tájrontó tevékenység felhagyása és az ilyen létesítmény eltávolítása vagy pusztulása után idővel még maguktól is megszüntetik. A tájrontás tehát olyan hátrányos művi változtatás, ami után a táj eredeti, természetes állapota még javító mesterséges beavatkozás nélkül, egyedül földrajzilag is helyreáll. (Például erdőirtás talajlehordódástól mentes, csapadékosabb éghajlatú, magától is újraerdősülő, sík terepen.)

A *tájrombolás és tájpusztítás* olyan hátrányos művi tájváltoztatás, amelynek eredményei és *következményei már véglegesek*, többé sem a földrajzi folya-

matok hatására meg nem szűnnek, sem művi módon gyakorlatilag — és főleg gazdaságosan — többé meg nem szüntethetők. (Például talajlehordódással járó erdőirtás száraz éghajlatú, szélsőséges vízjárású, meredek terepen.)

A *tájcsúfítás* a földrajzi környezet természeti és a kultúrtáj művi szépségeinek, tájképi különlegességeinek, ritkaságainak, természeti emlékeinek és egyéb szépészeti értékeinek közvetlen vagy közvetett módon való ideiglenes vagy végleges károsítása, vagy tönkretétele. A tájcsúfítás nemcsak esztétikai kár, hanem rendszerint a tájban ugyanakkor okozott gazdasági károsodás külső, tájképi kifejeződése is, tehát egyúttal olyan külső jel is, amely a tájban folyó gazdasági károkozásra figyelmeztet.

A természeti környezetben eddig általánosan elsősorban a termelési — főleg az ipari — a települési és a közlekedési tevékenységek és művi létesítmények tájszerűtlenségei és a háborúk okoztak majdnem mindenütt sok és gyakran kiterjedt és súlyos tájrontást-rongálást, tájpusztítást és tájcsúfítást, különösen a társadalmi, gazdasági és technikai fejlődés kezdetén és az újonnan keletkezett, különböző művi tevékenységek (új iparágak stb.) kibontakozása és elterjedése során.

A *táj* önmagában *számos*, szervesen összetartozó *természeti tényezőnek* a földrajzi folyamatokban a táj kialakulása során szorosan egybeszerveződött és kiegyensúlyozódott, *magábazáródó* anyagi, térbeli és időbeli *rendszere*. Ennek a zárt rendszernek bárhol, bármikor és bármilyen módon való megbontása ront a táj természeti állapotán, megzavarja egymásba szövődött földrajzi folyamatait, és elszabadítja az egymással egyensúlyukban lekötött, különböző természeti erőket. Ezek működése azután a zavaró művi, tájbeli tevékenységre vagy létesítményre is *károsan hat vissza*. Legsúlyosabbak az ilyen következmények azokban a tájbeli tevékenységekben és létesítményeknél, amelyek a legtöbb és leglényegesebb vonatkozásban és térben is a legszorosabban kapcsolódnak természeti környezetükhöz és ilyenekre való érzékenység szempontjából különleges helyzetben és körülmények között folynak, illetve vannak. Ilyen például a tájszerűtlen talajművelés kihatása lejtőkön a talaj lepusztulására és az emiatt meggyorsult talajlehordódás káros visszahatása a talaj megművelésére, vagy az ehhez szükséges építményekre.

Ebből egyes, különleges viszonylatokban és helyzetekben még a rossz következményekben egyre fokozódó *hatásváltakozás* is keletkezhetik.

A tájellenállás

Minden tájbeli tevékenység végzése, minden tájbeli létesítmény megvalósítása, fenntartása és használata és minden tájalakítás végrehajtása többkevesebb anyag-, erő-, eszköz-, munka- és térfelhasználással jár. Ezek szükséges mennyisége a vele elérhető művi, gazdasági vagy egyéb eredményhez viszonyítva kifejezi a végrehajtás, illetve létesítés *ésszerűségét*, az erre hivatott társadalomszervezeti egység (a táj népessége) mindenkori technikai, gazdasági és szervezeti *teljesítőképességét* és megmutatja a megvalósítás hatásfokát is.

Az ehhez szükséges ráfordítás a táj minden földrajzi helyén más és más.

Az adott tájban művileg lehetséges összes megoldási változatokat egymással ráfordítási szükségletük szempontjából összehasonlítva az tűnik ki, hogy ez a legtájszerűbb változatnál a legkisebb és a legtájszerűtlenebbnél a legnagyobb. Valamely tájbeli tevékenység, létesítmény vagy tájalakítás meg-

valósíthatóságának foka tehát a megvalósításmód tájszerűségének fokától függ és azzal párhuzamosan változik.

Eszerint a legtájszerűbb megoldás egyszersmind a legkönnyebben megvalósítható és a legeredményesebb is és megfordítva: a legtájszerűtlenebb megoldás a legnehezebben megvalósítható és legeredménytelenebb is.

A megvalósítás természetbeni ráfordítási szükségletének mennyisége így mértékül szolgálhat a megoldásmód tájszerűségi, illetve tájszerűtlenségi fokának más megoldási változatokhoz viszonyított megállapításához és evvel a különböző megoldások ilyen szempontú, összehasonlító értékeléséhez.

A megvalósítási nehézségeknek a megoldásmód tájszerűtlenségi fokával párhuzamos növekedése *képletesen* úgy fogható fel, mintha a tájnak a tájszerűtlenséggel szemben való önkéntelen ellenállása nyilvánulna meg benne. Ezért a megvalósításhoz szükséges *természetbeni* ráfordítást (anyag-, erő-, munka- és térfelhasználást), illetve ennek a lehető legtájszerűbb megoldásmód ilyen ráfordítási szükségletéhez viszonyított többletét képletesen, gyakorlatias rövidség céljából egyszerűen a „*tájellenállás*" új műszóval lehet megnevezni és a többlet egységes természetbeni mértékkel kifejezett mennyiségével lehet mérni.

A tájellenállás mértéke — egészen közvetetten — elvileg a pénzbeli költségtöbblet összegével is kifejezhető lenne. Ez a kifejezésmód azonban már többszörös elvonatkoztatottsága miatt az éppen művi (térbeli és anyagi) jellegű megvalósítási nehézségek jó érzékeltetéséhez kevésbé alkalmas.

A tájellenállás fogalmának megalkotása és adott értékeinek természetbeni mértékegységben való kifejezése a tervezés és az értékelés számára eléggé könnyen és szemléletesen érzékelhetővé teszi a tájszerűtlenséggel járó megvalósítási nehézségeket, és ezzel megkönnyíti a táji vonatkozásban is helyes megoldásmód keresését.

A tájellenállás a tájszerűtlenség gazdaságtalanságának tényleges bizonyító eszköze, amely egyúttal a tájszerűség gazdaságosságát összehasonlítás útján igazolja. Mellette szükség lesz még olyan mutató kidolgozására is, amely a tájszerűséggel elérhető nemcsak gazdasági előnyöket is ténylegesen értékelhetővé teszi.

A tájszerűsítés

Egyszerűbb viszonyok között, a művi fejlődés korábbi szakaszában, főleg azokban a viszonylatokban, amelyekben a tájszerűtlen megoldás nyilvánvalóan leküzdhetetlen földrajzi akadályok miatt meg sem kísérelhető, vagy mindjárt elakad és a megoldás másféle próbálkozásait igen szoros és közvetlenül érzékelhető földrajzi kényszerek terelik a helyes irányba, a tájszerűség ösztönös alkalmazkodással is kialakulhat. Ilyen volt eddig legfőképpen a földművelés termelési ágainak, művelésmódjainak és művelési területeinek, továbbá a még nem művesített, kezdetlegesebb települések térbeli kialakulása és tájbeli elrendeződése.

A művi fejlődés későbbi bonyolódásában azonban a földrajzi kényszerek hatása már nem annyira szembetűnő és közvetlen, csak többé-kevésbé rejtetten és időben is eltolódva jut érvényre. A művi lehetőségek növekedése során a szervesen kialakult tájbeli elrendeződés többé-kevésbé megbomlik és helytelen változások, tájszerűtlenségek keletkeznek benne. Az ezekkel felvetődő kérdések már ösztönös alkalmazkodással egyáltalán nem, de még egyedül művi, műszaki és gazdasági szemlélettel sem oldhatók meg helyesen.

A társadalom életmódjának jelenlegi bonyolultságában, a Föld felszínének mai benépesültségi fokán és a művi fejlődés mostani állásában a tájbeli tevékenységek és létesítmények tájszerűsége már csak földrajztudományi megalapozású és szemléletű, szervezett tevékenységgel, tudományos *tájszerűsítéssel* érhető el.

A *tájszerűsítés* a tájbeli tevékenységeknek és létesítményeknek a táj földrajzi folyamataihoz és képződményeihez viszonyított anyagi, térbeli és időbeli célszerűsítése és gazdaságossá és széppé tétele földrajztudományi megalapozottságú, szervezett elméleti és gyakorlati tevékenység útján.

A tájszerűsítés hiánya a *tájszerűsítetlenség*, tevékenységének eredménye a többé-kevésbé sikeres *tájszerűsítettség*.

A tájszerűsítés során kell megszüntetni a tájszerűtlenség okozta tájrontást-tájrongálást és tájcsúfítást is, és ez után a művi (kultúr-) tájat állandóan gondozni kell. Az ehhez szükséges újszerű tevékenységek a tájjavítás, a tájszépítés és a tájgondozás.

A *tájjavítás* a tájrontás és a tájrongálás által okozott, még ideiglenes, hátrányos változások tervszerű megszüntetése, elsősorban az okozó tényezők kizárásával, a további rontás és rongálás elhárításával, a táj eredeti állapotának lehetőleg még javító módosításokkal is való visszaállításával és az erre előnyös földrajzi folyamatok működésének lehető meggyorsításával és egyéb célszerű eljárásokkal.

A tájrombolás és tájpusztítás már végleges következményeit az előállott állapotból legcélszerűbben kialakítható, *tervezett új tájmódosulat* tájátalakítással való művi megteremtésével kell elviselhetővé tenni.

A *tájszépítés* a tájcsúfítás következményeinek tervszerű megszüntetése, elsősorban szintén a további tájcsúfítás és tájszennyezés okozóinak kizárásával, a táj eredeti természeti és művi szépségeinek visszaállításával és javított érvényrejuttatásával.

A *tájgondozás* a természeti és a kultúr-táj kellő állapotának állandó, tervszerű és szervezett fenntartása megelőző és rendészeti intézkedésekkel és folyamatos gondozási munkával, a megőrzendő táji értékek nyilvántartásával és megóvásával, a táji rend felügyeletével.

A tájszerűség szépsége

A tájszerűség sajátos (művi-földrajzi összetett) *új szépség forrása, új* tárgyú és új fajta szépészeti *szemléletmód és új szépészeti tevékenység* kialakítója. Ez a szemlélet a földrajzi táj természeti szépségei mellett a belőle alakított kultúr-tájat és a különböző tájbeli létesítményeket is különleges képzőművészeti alkotásokként (mintegy „dísztárgyaknak") tekinti és értékeli. A tájszépítési tevékenység pedig a gyakorlatban igyekszik a kultúr-táj és a tájbeli művi létesítmények tájszerűségi szempontú széppé tételére.

A tájszerűség *szépsége* elsősorban és túlnyomórészt *látási* (vizuális) jellegű és a táj és a benne levő létesítmények *együttes* látványában érzékelhető. Valóságos szemlélését a kilátóhelyek, a természetjárás, az utazás, a repülés, a távcső, a földi és légi fényképezés, a rajz- és festőművészet, a térképi ábrázolás és a mintázás teszik lehetővé.

Ezek a módok és eszközök szabják meg a tájszerűségi szépség szemlélésének módját is.

Egy helyről való szemlélést és a tájról rögzítetlen természetbeni állóképet adnak a kilátóhelyek, rögzített, művi állóképet pedig a tájrajzok, tájfestmények, földi és légi tájfényképek és a térképek. Változó nézőpontú mozgó szemlélését teszi lehetővé és rögzítetlen, természetbeni mozgóképet ad a tájról a természetjárás, az utazás és a repülés. Változó nézőpontú, mozgó szemlélést és rögzítetlen, mesterséges állóképet nyújt róla a tájminta (tájmodell). Végül mozgó szemlélésnél is rögzített, művi mozgóképet ad a tájról a földi és a légi tájfilm.

A tájszerűség jelenségeit és törvényszerűségeit a vonatkozó szaktudományok szempontjából előzetesen tanulmányozva, a táj valóságos képének tüzetes szemlélésével a tájszerűség látható, térbeli, külső megnyilvánulásai megismerhetők. Ezek ismeretében és a sajátos tájábrázolásmód kellő megszokása után a térbeli tájszerűség mibenléte, tökéletességének és teljességének foka és esetleges hibái és hiányai és ugyanúgy a tájszerűtlenség térbeli megnyilvánulásai már művi tájábrázolásról, főleg tájfényképről, tájmintáról és térképről is leolvashatók, és a tájszerűség szépsége, illetve a tájszerűtlenség csúfsága ezekről is érzékelhető és élvezhető, illetve szenvedhető.

Az így szerzett tájszerűségi szépség-szemlélet és élmények tapasztalatai szolgálhatnak majd alapul a *tájszerűségi szépség-értékek* tudatos *megtervezéséhez* és a tájszerűsítésben való gyakorlati hasznosításához.

*

A tájszerűség tudatossá válásának és tudományos módon történő, részletes kidolgozásának nagy lendítő és fejlesztő ereje lesz a tájbeli művi létesítmények műszaki tervezésében és a kultúr-táj céltudatos, tervszerű kialakításában.

A tárgykör teljes újszerűségénél fogva a felvetett gondolatok, a kialakítani megkísérelt új fogalmak és kifejezésmódjuk most még csak a tisztázó és kibontakoztató, tudományos *megvitatás* elindítását szolgálhatják. Ez a tájrendezés elméleti megalapozása érdekében már most időszerű és elsősorban a termelés, a település, a közlekedés, a közigazgatás és a vízrendezés—vízhasznosítás tárgykörében való részletezése szükséges ezekről még külön-külön kidolgozandó újabb tanulmányok alapján.

Érkezett 1961. január hóban.

SZERZŐ KORÁBBI MUNKÁI

[1] *Halmos Béla :* A középeurópai tájegységek problémái. Appolló I. sz. Budapest 1934.
[2] *Halmos Béla :* Középeurópai tájszervezés. Apolló könyvtár 1. sz. Bp. 1935.
[3] *Halmos Béla :* Gondolatok Gyula város és környéke területrendezésével kapcsolatban. *Földrajzi Értesítő*, V. évf. 1. füzet. Budapest 1956.
[4] *Halmos Béla :* Békéscsaba és környéke területrendezésének települési kérdései. *Földrajzi Értesítő*, 1957. évi 2. sz. Budapest 1957.
[5] *Halmos Béla :* Településrégészeti feladatok Gyula városában és környékén. A gyulai Erkel Ferenc Múzeum 1960. évi jubileumi évkönyve.

MISKOLCZI JÓZSEF

A KÖZTISZTASÁGI ELLÁTÁS TELEPÜLÉSEGÉSZSÉGÜGYI JELENTŐSÉGE

Bevezetés

A termelési viszonyok fejlődése, a társadalmi erők tagozódása, továbbá a kereskedelmi — és közlekedési tényezők együttes hatása mellett, az ipari termelés ugrásszerű fejlődése volt az az indító erő, mely a világ csaknem valamennyi városának rohamos megnövekedését, szerkezetének átalakulását eredményezte.

Az ipari forradalom éveiben és közvetlen utána az energiaellátás centrális és helyhez kötött volt. A termelt energia szállítása az akkori technikai eszközökkel szinte megoldhatatlan feladatot jelentett, melynek eredményeképpen egy-egy város vagy ipari üzem fokozott mértékben maga köré gyűjtötte a munkaerőket. Ez a koncentráció egyre hatalmasabb mértékben emelkedett, mely végső fokon a városok túlzsúfoltságát eredményezte. A városok túlnépesedését a mezőgazdaság gépesítése és az ezzel együtt járó mezőgazdasági munkaerő felszabadulása is fokozza, akik munkaalkalmat keresve a városokba áramlanak. A városok lakosságszámának növekedési folyamata, mely ugrásszerűen a század húszas éveiben indult meg, még ma is tart. (1. ábra.)

A városok ellátó tevékenysége ezt a rohamos ütemű fejlődést nem volt képes követni. Ennek következtében alakulnak ki a rendezetlen, közművek nélküli városrészek, a túlzsúfolt bérkaszárnyák, a keskeny, levegőtlen utcák, sikátorok.

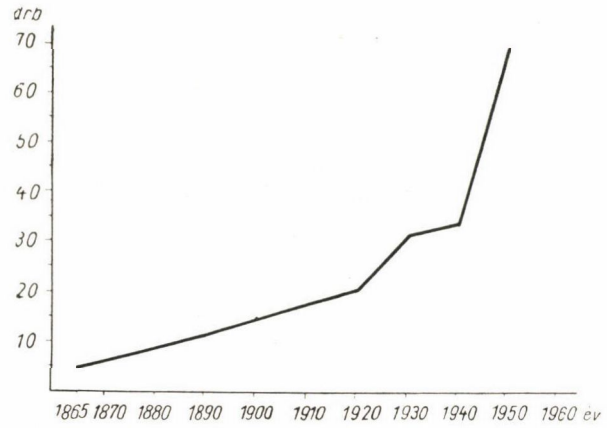
Településeink levegőjét nagymértékben fertőzték azok az ipari létesítmények is, melyek vagy a lakóterületbe épültek, vagy azok közelébe.

Az iparosodás rohamos fejlődését, az ipartelepek létesítését és a meglevő kézműipar fokozatos átalakítását, a kapitalista társadalmi rendben, a város egészséges élete szempontjából sem irányították kellő mértékben. Az ipartelepek és lakóterületek keveredtek, az ipari létesítmények összeépültek a lakótelepekkel, káros, fertőző hatásaikkal, bűzzel, gázzal, korommal és füsttel árasztották el településeinket és a benne élőket.

A 19. századi ipari fellendülés idején a városhigiénia mai értelmezésben még teljes mértékben hiányzott, és ennek következtében igen gyakoriak voltak a pusztító hatású városjárványok. A városlakók között igen magas volt a halálozási arányszám, különösen a gyermekhalandóság.

Növelte még a városok fertőzési veszélyét és a járványok elterjedését az a körülmény is, hogy a városlakó ember élettevékenységéből keletkező ártalmas anyagok, hulladékok nem kerültek azonnal megfelelő módon elszállításra és ártalmatlanná tételre. Ennek az oka abban is keresendő, hogy a hulladékok felhalmozódásából eredő veszélyeket és ártalmakat, valamint ennek a járványokkal való összefüggését nem ismerték fel.

A városegészségügyi kutatások fejlődése alapján a város korszerű fellazítására, az ipartelepek különválasztására való törekvés, zöldterületek, védőövezetek építése, azok területének növelése, az ivóvízellátás és szennyvízelvezetés megvalósítása és korszerűsítése, a szemét eltávolítás és ártalmatlanná tétel



1. ábra. Milliós lakosú városok számszerű növekedése

szükségességének felismerése csökkentette, illetve részben már meg is szüntette a fertőzéses járványok kitörését és pusztítását, de nem szüntette meg az iparvidékek és nagyvárosok levegőjének káros szennyeződését.

Ezért a városegészségügyi ellátásnak igen fontos feladata a levegő tisztaságának hatásos védelme, a vízellátás és szennyvízelvezetés megszervezése, a felszíni vizek védelme és a városok mindennapi életével összefüggő ún. köztisztasági szolgálatnak a korszerű, kifogástalan ellátása és irányítása.

A levegő tisztaságának védelmét a városrendezési és iparegészségügyi előírások, zöldterületek telepítése; a vízzel kapcsolatos egészségügyi intézkedéseket a helyi vízgazdálkodás igyekeznék megoldani. Ezen tényezők helyzetét sok vizsgálat és kutatás tárja fel és ennek érdekében többé-kevésbé hatásos intézkedések is történnek. Elhanyagolt terület azonban a települések köztisztasági szolgálata. Indokolt tehát, hogy ezzel a kérdéssel a településtudomány keretében is foglalkozzunk.

A köztisztasági szolgálat mint településegészségügyi feladat igen sokrétű és szerteágazó, mert magában foglal sok olyan műveletet, melyek az egészséges, kulturált, jó levegőjű város létrejöttének és életének alapfeltételei.

Az emberi élettevékenység, a közösségi élet, a munka, a szórakozás, szemét, hulladék képződéssel jár. Hulladék keletkezik az ipari termelés következtében a munkahelyeken, hulladék a háztartásokban és az utcán.

Ma már természetesnek és kézenfekvőnek tűnik, hogy a nagyvárosban keletkezett hulladékot összegyűjtik, higienikus módon elszállítják, és valamilyen, de sokak által még ismeretlen módon ártalmatlanná teszik és ezzel is óvják a városi lakosság egészségét.

Tanulmányunk foglalkozik a szemétkezelés és hulladék ártalmatlanná tétel történeti fejlődésének áttekintésével, a hulladékok keletkezésével, majd e szemét mennyiségi, fizikai és kémiai jellemzőinek a vizsgálatával. Összefog-

lalja a háziszemét ártalmatlanná tételének és hasznosításának különböző módjait, azok technológiáját olyan mélységig, melyek ismerete a városfejlesztési kapcsolatok vizsgálatához és értékeléséhez feltétlenül szükséges. Vizsgálja a szemétkezelés és városfejlesztés kapcsolatait, kölcsönhatásait és összefüggéseit, kiemelve azok egészségügyi, esztétikai és gazdasági jelentőségét is.

Történeti áttekintés

A szemétkezelés, gyűjtés és ártalmatlanná tétel történeti vizsgálata, a fejlődés kezdeti szakaszában, nem választható külön az általános kultúrtörténeti és egészségügyi vizsgálatoktól. Igen szoros összefüggés és kölcsönhatás állapítható meg a hulladékok kezelése, a szennyvíz elvezetés és a fekáliák ártalmatlanná tétele között. Ezek együttese mint megoldandó egészségügyi probléma hosszú ideig elválaszthatatlan volt egymástól. A városi organizmus fejlődése, a lakosságszám állandó növekedése azonban a megoldandó technikai problémákat olyan hatalmas méretekre növelték, hogy szükségszerűvé vált e szolgáltatási ágazatok különválasztása és azok önálló vizsgálata. A differenciálódásra elsősorban a technikai eszközök fejlődése és korszerűsítése adta meg a lehetőséget.

A szemét kezelés és gyűjtés problémája nem újkeletű. Már az őskorból ismeretesek olyan törekvések, melyek a fekáliák és szemét eltávolításának szükségszerű felismeréséből fakadnak. Ezek a törekvések, melyek az ősközösség egyes csoportjainak a feladatává tették a lakóhelyek tisztántartását és a keletkezett hulladéknak a lakóhelytől távoleső, erre a célra kijelölt területre való eljuttatását, még nem nevezhetők céltudatos tevékenységnek. Ezek alapja nem a hulladékok fertőzési veszélyének a felismerésében, hanem az ösztönös létfenntartásban vagy szertartási összefüggésekben keresendők.

A kialakult osztálytársadalmak egészségügyi ellátásának helyzetéről már több történeti adat áll rendelkezésre. Egyiptomban a városokat téglafalakkal zárták körül, melyeken belül szigorú rendszer szerint épültek a kialakult társadalmi osztályok lakóépületei. A megépült lakóépületek közül számos emeletes megoldásban készült, és így már ebben az időszakban jelentkeztek a zsúfolt beépítés hátrányai. A városok utcái burkolatlanok voltak és tisztátalanságukat fokozta még az előkelő főurak házaiból kifolyó szennyvíz is. A városokban csatornázás nem volt, és a fürdőszobák vizét vagy az utcára engedték kifolyni, vagy egyszerűen a talajba vezették. A hulladékok és szemét eltávolítására azonban nagy gondot fordítottak. Az éghajlat következtében ugyanis a szemét szerves része gyorsan bomlásnak indult és kellemetlen bűzöket árasztott. A hulladékot a lakóterületen kívül, gödörbe tették, vagy halmokba rakták és földdel takarták be, felismerve már a talaj szűrőképességét.[1] Ha a város fejlődésnek indult és területileg terjeszkedett, akkor e hulladékgödrök felső rétegeiben a szemetet égetéssel fertőtlenítették, majd utána egyenletesen betemették és felületét termő talajjal takarták be. Ezekkel a szemét és hulladék rétegekkel csaknem minden városban találkozunk, melyek ma a régészeti kutatások és ásatások fontos lelőhelyeit és forrásait képviselik.

E hulladékok rétegződése, a benne fellelhető anyagok adnak hű képet a korszakról, az általános életkörülményekről, kultúrtörténetről, a művészet, az „ipar" helyzetéről és fejlődéséről.

Az ókor folyómenti kultúrájának másik nagy területi egysége Mezopotámia. E földrész is, mint Egyiptom, számos olyan emlékkel rendelkezik, mely

fejlett kultúráról tesz tanúbizonyságot. Az országban hatalmas víziépítmények voltak, melyek részben a mocsarak lecsapolására, részben az árvizek megzabolázására készültek. Védőövezettel szegélyezett városaikban szennyvízcsatornázás azonban alig volt. Az utcák, melyeknek vonalvezetése derékszögű rendszerű, rendezetlenek és tisztátalanok, az útkarbantartás fogalma ismeretlen. Egyes nagyobb városokban, a rabszolgatartó vagyonosabb rétegek házaik előtti útrészt kikövezteték, sőt csatornát is építettek a házból kifolyó szennyvizek elvezetésére,[2] de ezek csak helyi jelenségek.

Kréta Európa távoli délkeleti szigete. Városépítészeti rendszere nincs, és a várostervezés fogalma is ismeretlen. A falvak városokká nőttek, melyben a legszebb és a legkiemelkedőbb helyet a paloták foglalták el. Ezek körül épültek szorosan egymás mellett a szegényebb rétegek lakóházai. A második középminoszi időben e palotákhoz jól átgondolt, ovális alaprajzi elrendezésben csatornahálózat készül. E csatornahálózatba vezették a tetőre hulló csapadékvizeket és a paloták fürdőszobáinak és vízöblítéses illemhelyeinek szennyvizeit is.[3] Bizonyos jelekből következtetni lehet, hogy e csatornahálózat szolgált folyékony halmazállapotú, egyéb hulladék eltávolítására is.

Görögországban a városépítés a hellenisztikus korban kezd tudatossá válni. Szigorú derékszögű hálózati rendszer képezi a városok alapját. E korban alakulnak ki a nagyvárosok és bennük a paloták és a szegények tömeglakásai. Ekkor kezdik tudatosan vizsgálni a városok egészséges telepítésének feltételeit és a higiéniát is. Aristoteles a Politika (VII. IV. 10.) művében a következőket mondja: „Köztért, vagy ahogy Thessaliában nevezik, a szabadság terét, nem szabad sohasem beszennyezni árukkal . . . Ettől a helytől nem messze, és tőle jól elkülönítve kell berendezni a vásárteret."[4] Ugyancsak Aristoteles fogalmazza meg az „Atheni alkotmányban" az astynomosok szerepét, feladatkörét és kötelességeit. E szerint: „Felügyeletük alá tartoznak a síposok, hárfások és citerások. Vigyázniok kell, hogy az utcaseprők ne rakják tíz stádiumnál közelebb a városfalakhoz a szemetet".[5]

Vagy egy Traianus korabeli lelet arról tanúskodik, hogy az astynomosoknak a törvény szerint feladatuk ellenőrizni azt: „. . . hogy az épületeket szegélyező úttesteket jókarban tartsák", vagy „. . . meg kell akadályozni, hogy tönkre tegyék az úttesteket." A szemét elhordásáról az utcákban lakó tulajdonosoknak közösen kell gondoskodniuk de az elszállítás megtörténtét az astynomosoknak felül kell vizsgálniuk.

Különösen fejlett és kiemelkedő volt a római városok — elsősorban Róma — egészségügyi szervezete és ellátása. A római élet differenciáltsága, a mind fokozottabban jelentkező kulturális igények, a vízellátás, a csatornázás és más egyéb szolgáltatások kialakítása számos olyan technikai megoldást eredményezett, mely nemcsak az akkori fejlettségi fokon — de mai szemmel vizsgálva is — csodálatra méltó alkotásokat hozott létre. A rómaiak mindent megtettek, amit a görögök csak kismértékben, vagy teljesen elhanyagoltak. A városfejlődés szoros összefüggésbe kerül a politikai hatalom erősödésével, a katonaság igényeinek kielégítésével, a rabszolga hadjáratok szervezésével és a rabszolgák elhelyezésével. A városokban a szegényebb tömegek elhelyezésére nagy, 15—20 m magasságú épületeket építettek, melyek műszaki állapota nem mindenütt volt kifogástalan.

A városok nagyarányú beépítése, a higiéniás követelmények szükségszerű felismerése, továbbá a mocsaras, ingoványos területek lecsapolásának

szükségszerűsége hozta létre a világhíres Cloaca Maxima nevű, összefüggő, közel 1 km hosszú csatornahálózatot.

A zöldterületek egészségügyi hatását már a birodalom első századaiban felismerték. Hatalmas parkokat, kerteket létesítettek, melyek mind hozzájárultak az egészséges életmód kialakításához.

Az Esquilinuson volt Róma hulladékgyűjtő helye. Ide hozták ki a rabszolgák a városban összegyűjtött szemetet és más egyéb fertőzést keltő anyagot. A hulladékok mennyiségi növekedése következtében később ez a terület igen súlyos fertőzési góccá vált, és ezért Augustus, Maecenas javaslatára megtiltotta a hulladékok további ideszállítását, és egyben elrendelte a szemétdombnak huszonnégy láb vastagságú humusszal való letakarását.[6] Rómában az aedilisek és az alájuk rendelt hivatalnokok voltak megbízva az utcák tisztántartásának a gondjaival. Feladatuk volt az utcákat követeztetni, javíttatni, karbantartatni és tisztántartásukról gondoskodni. Az összegyűjtött szemetet, hulladékot szekérrel szállították el a városból.

A Római birodalom bukása után a népvándorlás hullámai vonulnak végig Európán. A kialakult gazdálkodásmód elfordul a klasszikus ókori népek életvidám szemléletétől, és a földi létet csak egy átmenetnek képzeli el. Főként ez az évszázadokig uralkodó életfelfogás eredményezte a római és klasszikus korban megindult város-higienia visszahanyatlását a városépítés és a városegészségügy terén elért hatalmas eredmények pusztulását és teljes feladását.

A feudális városok fejlődése a X—XIV. sz.-ban indul meg. A spekuláció eredményeképpen a telektömbök beépítettsége a legértelmetlenebb korszerűtlenséggel folyt. Az volt a fő törekvés, hogy a telektulajdonosok növeljék az utcai fronton lévő telkek számát. Így alakulnak ki a tekervényes utcák, a szűk sikátorok, átjárók stb. A városok lakosságának fejlődése a XIV—XV. sz.-ban megtorpant, sőt bizonyos visszaesést mutatott, annak ellenére, hogy a születési arányszám és a munkaerő áramlása a városokba állandóan fokozódott. Ennek oka a városok higiéniás elmaradottságában és az egészségügyi helyzet elszomorító állapotában keresendő. A városlakóknak az állandó harcra és védelemre való berendezkedése miatt a városok szűk területre szorulnak össze. Az utcák rendezetlenek és burkolatlanok voltak, melynek eredményeképpen azok igen porosak és piszkosak. Korabeli történetírók megemlítik, hogy a XV. sz.-ban III. Frigyes utazása alkalmával Reitlingen városába látogatott el, ahol lova a piszokban elbukott, a császár a lováról az utca szennyes áradatába zuhant és csaknem megfulladt abban a lovával együtt. Londonban még a XVIII. sz.-ban is hosszú fa lábakon kellett járni a képviselőknek a parlamentbe a nagy sár és töméntelen hulladék és piszok miatt.[7]

A közterületek szennyeződését fokozta az a körülmény is, hogy a háztartásokban keletkezett szennyvizet és hulladékot az utcai árokba öntötték. A talajba lehúzódó szennyvizek így fertőzték a kutakat is, ami különösen azért volt veszélyes, mert közüzemi vízellátásról ekkor még nem beszélhetünk. Az árokban poshadó szennyvízben és szemétben legyek tenyésztek, melyek méginkább rontották a már kialakult egészségtelen állapotokat.

Gyakori volt a középkori városokban az éhinség, pestis és más egyéb járvány, melyek az orvosi ellátás hiánya és a nagy laksűrűség miatt katasztrofális méretűre növekedtek. Fokozta a pusztítás mértékét az a körülmény is, hogy a városban összegyűlő szemét és hulladék elszállításához és kezeléséhez nem voltak meg azok az előfeltételek — megfelelő terület, megfelelő járművek —, melyek a higiénikus elhelyezés szempontjából nélkülözhetetlenek. Hozzájárult

a városok erős elszennyeződéséhez az is, hogy a feudális településekben hiányzott a szennyvízelvezető csatornahálózat is.

A középkori köztisztasági állapotokról hű képet alkothatunk az akkor megjelent törvényekből és rendeletekből, melyek némileg csökkenteni kívánták a városok elszennyeződését, és javítani akartak a már kialakult állapotokon. Egyes német városokban a hulladékok elszállítását úgy kívánták megoldani, hogy kötelezték a városba érkező, élelmiszert szállító falusi szekerek tulajdonosait arra, hogy a városból hazafelé menet, kocsijaikat rakják meg szeméttel és azt a városfalakon kívül helyezzék el.[8] Így telnek meg hulladékkal és szeméttel a város körüli árkok és mélyenfekvő területek.

A városok közterületeinek szemétdombbá válását voltak hivatva meggátolni azok a rendeletek is, melyek Párizsban 1348-ban, majd 1356-ban jelennek meg. 1372-ben lát napvilágot az a rendelet is, mely előírja, hogy a házakból a szennyvizet és szemetet csak előzetes figyelmeztetés után szabad az utcára kiönteni. 1404-ben pedig VI. Károly rendeletileg megtiltja a hulladéknak és szemétnek a Szajnába való öntését.[9]

1553-ban rendelik el, hogy minden házban önálló fekália és hulladékgyűjtő helyet kell készíteni, majd 1608-ban megszervezik e hulladékok összegyűjtését és a városból való elszállítását is.

A fejlődés igen jelentős állomása a szennyvízkezelés és hulladékgyűjtés differenciálódása és önálló megszervezése. 1663-ban önálló köztisztasági szolgálat létesül az ugrásszerűen megnövekedett feladatok elvégzésére. 1678-ban elrendelik, hogy a két hulladékot, a szennyvizet és szemetet, külön-külön kell gyűjteni és tárolni. A hulladék lerakóhelyet külön-külön jelölik ki, de itt ártalmatlanná tételről a mai értelemben még nem beszélhetünk.[10]

A német városokban is igen lassú ütemben haladt e fejlődés. Még a múlt század negyvenes éveiben is arról olvasunk, hogy az utcák folyókáiban összegyűlő hulladékok milyen undort keltő állapotokat teremtenek. Itt a város tisztítását önálló céhek végzik, nem éppen jó eredményekkel.

Anglia városegészségügyi helyzete sem volt jobb, mint a többi államé. Még a XIX. sz.-ban is elrettentő a városhigiénia. Az állapotokat élénk hűséggel írja le Marx a „Tőke" első kötetében:

„1863-ban a Privy Council vizsgálatot rendelt el az angol munkásosztály legrosszabbul táplált részének nyomoráról. A vizsgálat jelentése szerint: „az angol munkások ott laknak, ahol a fedél a legolcsóbb. Olyan negyedekben, ahol az egészségügyi rendőrségnek alig van látszatja, ahol nyomorúságos a csatornázás, kicsi a forgalom, nagy a szemét az utcákon, a vízellátás nyomorúságos vagy rossz és a városok esetén nagy a hiány a napfényben és a levegőben."[11]

A korszerű és tudatos várostisztítás megteremtésének gondolata a XIX. sz. közepén indul meg. A városlakó emberek ekkor kezdik felismerni azt, hogy a járványok kitörése és terjedése nem valami szükségszerű, elkerülhetetlen végzet akarata következtében jön létre, hanem szoros összefüggésben van a város egészségügyi helyzetével, a város tisztaságával és általános higieniájával. Ekkor válik nyilvánvalóvá, hogy a városokban keletkezett hulladékok, szerves anyag tartalmuk miatt, igen gyors bomlásnak indulnak, és így azokban jó lakóhelyet találnak a patkányok, legyek és más kártevők, amelyek terjesztik a fertőző betegségeket és ragályokat. A városok növekedése, a szemétszállítás önálló megszervezése, a szemétnek lakóterületen kívüli elhelyezése, mind újabb és újabb szervezeti forma kialakítását és technikai eszközök bevezetését tették

szükségessé. Ettől kezdve a fejlődés üteme igen gyors és rohamos volt. A feladatok megoldására szükségesnek mutatkozott, hogy a különböző városokban működő utcatisztítással és szemétfuvarozással foglalkozó szakemberek egy szervezeti egységbe tömörüljenek. Így alakult meg 1912-ben a német városok Köztisztasági Üzemeinek Szövetsége. Hasonló szervezetek alakultak Európa más államaiban, így Angliában, Hollandiában is.[12] Ezt követően az eredmények közzététele és a tapasztalatok kicserélésének érdekében e szövetségek nemzetközi szervezetbe tömörültek. Első kongresszusukat 1931-ben Londonban tartották meg.

A korszerű várostisztítás gondolatának felvetése óta sokat fejlődtek az elszállítási rendszerek, a gépesítés és az ártalmatlanná tétel módszerei. Ebben az időben természetszerűleg a szemétkezelés technológiája és ártalmatlanná tétele csupán a közönséges lerakásos tárolásból állt; még nem ismerték fel a szemétben levő értékeket és azok hasznosítási lehetőségét.

A századfordulón azonban már jelentkeznek a városokban a területi hiányok. Így merült fel a szemét elégetésének a gondolata. 1908-ban tanulmányok jelennek meg és kiállításokat rendeznek az égetés propagálására és gazdaságosságának bizonyítására.

Angliában már a múlt század végén, Németországban pedig a századfordulón minden nagyváros igyekszik szemétégető telepet építeni, mint a legjobbnak vélt mód megvalósítását a szemét ártalmatlanná tételére.

Sokat fejlődnek a gépek, az egyszerű kézi kisgépektől a mai korszerű pormentes szemétgyűjtő kocsik kialakításáig. Fejlődtek a szemét ártalmatlanná tételének technológiai folyamatai is. Új módszerek alkalmazása és bevezetése történik meg, melyek közül a szemét tervszerű lerakását és biotermikus ártalmatlanná tételét, illetve hasznosítását említjük meg.

A hulladék és szemét kezelésének történeti áttekintéséből látható, hogy milyen hosszú volt az az út, amely a keletkezett szemét eltávolítási szükségletének felismerésétől az elszállítás tényéig elvezetett, a máig, amikor a lakásokban és más helyeken keletkezett hulladékot, többé kevésbé korszerűnek nevezhető módon gyűjtik össze, szállítják el és teszik ártalmatlanná lehetőleg úgy, hogy a művelet végrehajtása pozitív gazdasági eredményt is eredményezzen.

Nem lenne teljes a történeti összefoglaló, ha vázlatosan nem tekintenénk át fővárosunk közegészségügyi helyzetét és köztisztasági szolgálatának kialakítását. Mint ismeretes, fővárosunk az önálló Budának, Pestnek és Óbudának közigazgatási egyesítéséből keletkezett, melyet az 1872. évi XXXVI. t.-c. mondott ki. A középkori városokat — ez alól Pest sem volt kivétel — általában járványos betegségek tizedelték. E járványok rövid idő alatt olyan hatalmas pusztításokat okoztak, hogy azokat az akkor kezdetleges fokon levő közegészségügyi intézkedések évek alatt sem voltak képesek jóvátenni. A szemét fertőzési veszélyének fontosságát viszonylag igen korán felismerték és így már 1692-ben megtiltották a házi szemétnek az utcákra való kiöntését, és azt, hogy az összegyűjtött szemetet a mai Kossuth Lajos utca és Múzeum körút keresztezésére, az akkori Hatvani kapu elé hordják ki.[13] Ekkor rendelik el a belső kerületek utcáinak söprését és tisztítását is. Ezt követően azonban hosszú ideig semmi sem történt a város további megtisztításának érdekében. A rendeleteket csak részben tartották be, tovább pusztítottak a járványok, és az 1738-ban felállított Országos Egészségügyi Bizottság is csak a gyógykezelésekkel és gyógyszertárak felülvizsgálatával foglalkozott.

Kisebb intézkedések történtek a vásárok és más egyéb összejövetelek korlátozásának tárgyában, de radikális intézkedéseket a város szennytől való megtisztítása érdekében nem hajtottak végre.

A XIX. sz. első felében gyakran jelennek meg tanulmányok és cikkek a város megtisztításának szükségességéről. Felhívják a város vezetőinek figyelmét arra, hogy a keletkezett hulladékot sürgősen el kell szállítani a városból, mert csak így lehet megszüntetni a járványok kitörését és azok súlyos pusztítását. Megemlítik a lapok azt is, hogy az utcákon lévő nyílt árkok nem csak egészségügyileg, hanem esztétikailag is súlyosan kifogásolhatók.

1851-ben, 1857-ben is még számos cikk jelent meg az utcák tisztításának fontosságáról, az elhanyagolt egészségügyi helyzetről, de az eredmény ennek megszüntetésére igen kevés. Az utcák burkolatlanok, mindenütt szemét fekszik, és bűz terjeng a városban.

1857-ben az akkori statisztikai adatok szerint a város lakossága már eléri a 187 891 főt, de az egészségügyi ellátás ennek ellenére még igen elhanyagolt. Az elmaradottságot jellemzi az is, hogy a városban hozzávetőlegesen csak 224 orvos működött. Az orvosok kis száma, az egészségügyi ellátás elmaradott volta, a vízellátás és csatornázás teljes hiánya, a hulladékhegyek, por és utcai szemét miatt a fertőzések nagymértékben szedték áldozataikat. Az egészségügyi szakemberek ismét nyomatékosan felhívják a város vezetőinek figyelmét, hogy a járványok leküzdése csak a város hatásos megtisztítása útján érhető el.

Az 1872. majd 1890. években ismét kolera járvány pusztított a fővárosban. A megbetegedések következtében mintegy 26 000 ember pusztult el. Ekkor ismét felhívják a figyelmet a szemét eltávolításának fontosságára és sürgősségére. Az állandóan ismétlődő felhívás és az égető szükségszerűség eredményeképpen végre megkezdik a szemét szervezett gyűjtését és kifuvarozását a városból. A szemét elszállítását azonban kapitalista vállalkozóknak adták ki, akik nem a város tisztítását, hanem a maximális haszonszerzést tartották szem előtt. Korrupció érvényesült a köztisztaság és közegészségügy területén is. A vállalkozókkal való együttműködés miatt 1874-ben felfüggesztették állásából a közegészségügyi felügyelőt.[14]

Ebben az időben rendszeresítették a város belső kerületeiben — heti egy alkalommal — az utcák és közterek tisztítását és öntözését is. E munkálatok végrehajtását rokkantakkal és a szegényházakban ápolt emberekkel végeztették el. A külső területek gondozása és tisztítása azonban továbbra is megoldatlan maradt. 1883-ban a város belső területének megtisztítását a tűzoltó főparancsnokság irányítása alá helyezték. A külső városrészek tisztítását azonban továbbra is magánvállalatok bonyolították le. Az összegyűjtött és elszállított szemetet a mai Boráros-tér környékén helyezték el.

Az 1880-as évek végén a Főváros szerződést köt Cséry Lajossal, aki vállalta, hogy a szemetet a városban összegyűjti, azt elszállítja és a város külső területén, egy arra alkalmas, a főváros által kijelölt helyen tárolja. Ezzel egyidőben tett ajánlatot a MÁV is a szemét elszállítására. Javaslatában indítványozta, hogy az általa összegyűjtött szemetet a közegészségügyi kívánalmak messzemenő figyelembevétele miatt, nem a város területén vagy annak közvetlen szomszédságában, hanem a városközponttól távol, mintegy 30—40 km-re szállítja és ott helyezi el. A további fertőzés veszélyét az ilyen lerakás teljesen kizárja. A két ajánlat között a választás csak 1892-ben történt meg. A szemét elszállítására a Cséry-féle javaslatot fogadták el, részben a szállítási költségek

kisebb volta, részben pedig az akkori, a magánvállalkozást pártoló gazdaságpolitika miatt. A Cséry-féle javaslat értelmében a fővárosban összegyűjtött szemetet a Pestimre és Lőrinc határában levő lerakóhelyre szállítják ki. Így keletkezett a „Cséry-telep, mely a város fejlődése során annak egyik szégyenfoltjává vált".

1894-ben a közegészségügyi és köztisztasági szolgálat elvégzése érdekében megszervezik a Köztisztasági Hivatalt. A továbbiakban e hivatal feladata a várostisztítás megszervezése, a közterületeken, utcákon és a háztartásokban keletkező hulladékok összegyűjtése és eltávolítása, továbbá annak kijelölt területen való elhelyezéséről való gondoskodás. Ettől kezdve ugrásszerű fejlődés tapasztalható e szolgáltatási ágazatban. Nagy anyagi ráfordításokat eszközöltek különböző köztisztasági beruházásokra, gépek beszerzésére és korszerűsítésére.

A köztisztaság fejlődésének eredményeképpen a járványos megbetegedések fokozatosan csökkentek, bár az eredmények még mindig nem voltak kielégítőek.

A főváros köztisztasági helyzetét 1912-ben bizottság vizsgálta felül. A bizottság vizsgálati jelentésében megállapította, hogy az utcák lényegesen tisztábbak, mint negyven évvel ezelőtt, de a fejlődés még mindig nem elegendő, és további tökéletesítésre van szükség.

A napisajtó továbbra is rendszeresen foglalkozik a város köztisztasági problémáival. Különösen a munkáskerületek elhanyagolt helyzetével. A Fővárosi Hírlap egyik cikkében a piszkos utcákról, porról, piszokról, parkok hiányáról a következőket írja: „porban, piszokban üdülnek a csenevész gyermekek, eltikkadt ültetvények, árnyéktalan sétaterek jellemzik a várost, sőt a külvárosokban még sétaterek sem voltak, ott még a meglevő fákat is kivágták."[15] A főváros köztisztasági helyzete évről évre lassan javult, a háború következtében azonban fővárosunk tisztaságának fejlődésében ismét némi visszaesés következett be.

A több hétig tartó hadműveletek következtében a hulladékok eltávolítása lehetetlen volt és azok egész hegyeket képeztek a város különböző területein. Fokozta a hulladék képződést az elpusztult épületek romhalmaza is, melyek óriási mennyiségűvé duzzasztották a város belső területeiről elhordandó szemét mennyiségét.

Ilyen állapotok közepette kellett elkezdeni a köztisztasági szolgálat ellátását, mely a munkaerő és gépi állomány hiánya miatt szinte megoldhatatlannak látszott. Igen elhanyagolt volt peremkerületeink szemétgyűjtése is, ahol egyáltalában nem volt semmiféle kezelés, nem beszélve az utcák tisztításáról és öntözéséről. E kerületeknek a köztisztasági szolgálatba való bevonása még inkább súlyosbította a szemétkezelés korszerűsítésének megvalósításával járó nehézségeket.

A szemétgyűjtés és szállítás hosszú ideig — 1956-ig — régi, korszerűtlen és nem higienikus technikai és gépesítési színvonalon történt. A házon belüli szemétgyűjtés korszerűtlen edényekben, az elszállítás pedig lovaskocsival, majd később kevés, kis teljesítményű, nem higiénikus gépkocsival történt.

Ilyen fejlődési folyamaton ment keresztül a Főváros köztisztasági helyzete, míg eljutott odáig, hogy ma már pormentes szemétgyűjtő kocsikkal szállíthatják ki a város belső területéről a szemetet a korszerűen berendezett lerakó és tároló helyekre.

A hulladékok fogalma és származása

A településekben keletkezett hulladékok és más ártalmas anyagok összegyűjtése és elszállítása költséges művelet tekintettel arra, hogy a városok mindennapi életével kapcsolatban igen sok szemét és káros anyag képződik, melyet mind közegészségügyi, mind pedig esztétikai szempontból el kell távolítani.

Ahhoz azonban, hogy a szemétkezelés problémáját megértsük, hogy körülhatároljuk a vizsgálandó területeket és hogy eldöntsük, hogy a szemét ártalmatlanná tételének különböző módjai közül melyiket válasszuk, elsősorban szükséges tudni azt, hogy tulajdonképpen mit is értünk szemét alatt, mennyi az a mennyiség, amivel számolnunk kell (lehet), és milyenek fizikai, kémiai és bakteriológiai tulajdonságai.

A keletkezett hulladék általában szerves és szervetlen alkotórészek összessége, mely alkatrészek legtöbb esetben keverten jelentkeznek. A hulladékok fizikai állapotuk szerint szilárd és folyékony halmazállapotúak lehetnek. Folyékony halmazállapotú hulladék — a szennyvíz — elszállítását a csatornarendszer végzi el, a szilárd halmazállapotú hulladék — szemét — eltávolítását pedig a köztisztasági szolgálat intézi.

A szemét kifejezés gyűjtőfogalom, mely magábanfoglalja: a közterületeken, utcákon keletkező port, hamut és kormot, mely a világvárossá fejlődés — ipartelepítés jelentős következménye, ezenkívül a papír- és egyéb hulladékokat, magábanfoglalja ezenkívül a háztartásokban, közintézményekben, ipartelepeken stb. keletkező hulladékot is.

Eszerint a szemét keletkezhet:

a) közterületeken
b) az ipari, vagy mezőgazdasági termelés során és a
c) háztartásokban, közintézményekben.

A keletkezés helye szerint vizsgálva a szemét összetételét, fontos eltéréseket tapasztalhatunk.

a) *Közterületi szemét*

A közterületeken keletkező hulladék, illetve szemét összetételében zömmel szervetlen anyagokat tartalmaz, főként porból, hamuból és papírdarabokból, illetve kisebb részben az állati és emberi élettel összefüggő szerves anyagokból áll. Összetételénél fogva — tekintettel a szemét szervetlen részének magas százalékára — a fertőzés veszélye kevésbé áll fenn, és így a települések közegészségére nem olyan veszélyes.

Ennek ellenére, a közterületi hulladékok kérdéseivel is kell foglalkozni, mert mennyiségük nagy, és hazai viszonyok között együtt kezelik őket a háztartási hulladékkal, melynek ártalmatlanná tétele fővárosunkban, de más településeinkben is nagy gondot okoz.

Az utcán keletkezett hulladék jelentős része kőzetek mállásából, elaprózódásából keletkező porból áll. Ez a por lehet lebegő (kis szemnagyságú), azaz a légmozgás következtében állandóan helyét változtató és lehet ülepedő (nagyobb szemnagyságú), azaz helyben maradó. Fővárosunkban a levegő portartalmának értéke igen különböző, nagy eltérések tapasztalhatók az átlag-

értékektől. Az ülepedő por átlagértéke 24,01 gr/m²/hó. Ettől eltérő és különös sűrűsödést mutatnak azok a területek, ahol ásványőrlők, festékgyárak, cementrakodók stb. vannak, pl. Kőbányán.[16]

A városi klíma következtében kialakult egészségtelen életkörülményeket még inkább rontják és súlyosan befolyásolják a lakóterületbe ékelt ipartelepek kazánjainak a füstelvezető kéményei. A korszerűtlen fűtőberendezések, a pernyeleválasztók hiánya, illetve nem kielégítő működése következtében nagy mennyiségű a levegőbe kerülő korom, pernye. Értéke az ipartelepítéssel állandóan növekedett és 1950—55. évben a megnövekedett szénfogyasztással arányosan elérte a 305 t/év/km² értéket.[17]

A légköri szennyeződések nagy mennyisége — mely összefügg az előforduló városi betegségek nagy számával — számos vonatkozásban már az elviselhetőség határát közelíti meg. A levegő szennyeződésének megdöbbentően magas értéke mutat rá arra a fontos tényre, hogy a város egészségügyi ellátása a város amúgy is egészségtelen helyzetéből kifolyólag milyen fontos, annak ellenére, hogy a városban vízellátás, csatornázás, elektromos energia, távfűtő hálózat, kiépített utak, közlekedés már van.

b) *Ipari és mezőgazdasági hulladék*

A légköri — utcán keletkezett — hulladéknál, melyről már írtunk, számottevőbb a közvetlen ipari hulladék, melynek összetétele és mennyisége az ipar profiljától és technológiájától függ. A hulladék összetétele egy ipartelepen belül csak kismértékben változik.

Egy erőmű hulladéka csak salak, egy konzervgyáré pedig főként gyümölcshulladékot tartalmaz. Lényeges különbség még az ipartelepi és háztartási hulladék között az, hogy az ipartelepek hulladékának egy része még feldolgozható, (pl. fémek) és így az elszállítás általában nem a közösségi gazdálkodás feladatkörébe tartozik.

Az ipartelepek azonos mennyiségű és összetételű szemete miatt tehát az ártalmatlanná tétel is különleges egyedi feladatot jelent. A megoldást esetenként külön-külön kell vizsgálat tárgyává tenni.

A mezőgazdasági termelés következtében keletkezett hulladékok általában szerves anyagokat tartalmaznak. Ezek ártalmatlanná tétele és a szemét kezelésének megoldása nem lényeges feladat, mert ezeket a háztáji gazdaságokban trágyaként szokták felhasználni. E tény következtében a köztisztasági szolgálat megszervezése laza, szétszórt településeinkben sem a múltban, sem ma nem jelent megoldhatatlan és sürgős feladatot.

c) *A háztartási szemét mennyisége, fizikai, kémiai összetétele*

A szemét ártalmatlanná tételének módszerei közötti választás a szállítóberendezések méretezése, a tároló telepek nagyságának megállapítása, a szemét várható mennyiségének és minőségének ismerete nélkül elképzelhetetlen. A várható mennyiségek meghatározása előrebecsléssel, statisztikai adatgyűjtés alapján, számtani átlagérték meghatározásával történik. Hazánkban az egy főre jutó évi átlagos szemétmennyiség 250 kg hozzávetőlegesen 0,5 m³/fő.[18] A háztartásokban keletkező szemétnek azonban sem mennyisége, sem össze-

tétele nem állandó. Függ a település jellegétől, az évszaktól, a földrajzi fekvéstől, meteorológiai tényezőktől, az épületek fűtési rendszerétől és az általános gazdasági helyzettől.

Megállapított tény, hogy háborúk, gazdasági válságok esetén más a háztartási szemét mennyisége és összetétele. A lakosság ugyanis a takarékosabb élet következtében mindent felhasznál, és így kevesebb a keletkezett szemét mennyisége. Brüsszelben 1914-ben 74 000 t, a német megszállás éveiben pedig 1917-ben csak 57 000 t volt az elszállított szemét mennyisége.

Nagyban befolyásolják a szemét mennyiségét és összetételét a főzési és fűtési módszerek is. Ha az előkészített ételek, konzervek felhasználása nagyobb arányú, továbbá a háztartások fűtési rendszere fa vagy széntüzeléses, központi fűtés nincs, akkor csökken a szemét szerves részének az aránya, és növekszik a szervetlen anyagok mennyisége, tekintettel a dobozokra, üvegekre, hamura, illetve salakra.

Változik a szemét mennyisége a hét napjain is. Külföldi vizsgálatok szerint szerdán és csütörtökön lényegesen kevesebb az elszállítandó szemét mennyisége, mint a hét többi napjain. Ezek az eltérések jelentősek lehetnek, a hét egyes napjain kiszállított szemét mennyisége közötti arány olykor meghaladja az 1 : 3-at is.

Ez az erősen változó mennyiség igen hátrányos a szállító gépkocsipark kihasználtsága szempontjából. Ugyanis a nagyobb mennyiségű hulladéktömeg elszállítására méretezett járműállomány a hét többi napjain nincs megfelelően foglalkoztatva.

Erősen ingadozó értéket mutat a szemét térfogatsúlya is. Ez függ az évszaktól és attól is, hogy a szemétgyűjtés milyen rendszerű. Vannak olyan országok, ahol különválasztva gyűjtik a szerves részeket és külön a szervetlen részeket tartalmazó anyagokat. Itt a térfogatsúly külön-külön nyer megállapítást.

A térfogatsúly átlagos értéke Moszkvában 380, Genfben 402, Harkovban 440, Ogyesszában 482, Brüsszelben 600, Budapesten 600 kg/m^3. Ezek az értékek azonban évszakonként változnak, tekintettel arra, hogy tavasszal és nyáron a szemét inkább zöldhulladékot, télen pedig főleg salakot és hamut tartalmaz. Így pl. Colmárban a szemét átlagsúlya köbméterenként tavasszal 425 kg, télen 540 kg. Párisban a nyári súly 335, a téli pedig 1100,0 kg/m^3.[19]

Befolyásolja a térfogatsúly változást az utcai szemét mennyiségének aránya is. Ugyanis minél nagyobb a levegő ülepedő portartalma, annál nagyobb az utca szennyezettsége is, amely a szemét szervetlen részét növeli. Ez az arányváltozás nehezebbé teszi a szemetet, nagyobb lesz annak térfogat súlya.

A városi szemét összetételének vizsgálatával már igen régen foglalkoznak tekintettel arra, hogy a városi hulladék igen sok, még más célra felhasználható anyagot tartalmaz, és ezért a szemétnek nemzetgazdasági értéke jelentős. Különösen részletes vizsgálatoknak vetették alá a szemetet a Szovjetunióban, ahol városonként vizsgálták meg a szemét összetételét, főbb alkotóelemei szempontjából. Így például megvizsgálták: a papír, konyhai hulladék, szén, salak, fém stb. tartalmát. A vizsgálat eredményeit a következő súlyszázalékokat feltüntető táblázat tartalmazza. (1. táblázat.)

1. táblázat

A szemét alkatrészei	Moszkva	Leningrád	Harkov	Kiev	Rosztov (a Don mellett)	Baku
Fa	7,0— 7,2	7,3— 9,3	2,0— 5,8	5,5	4,1	0,6
Papír	16,4—17,2	8,3— 9,4	11,8—12,3	5,7	15,5	6,4
Rongyok	2,5— 4,3	2,8— 5,9	2,4— 2,5	1,8	4,7	4,5
Konyhai hulladékok	15,6—28,2	11,9—15,5	1,5—11,4	2,8	6,9	6,4
Szén, salak	1,0— 3,1	1,1— 2,3	6,7—13,1	3,9	2,8	0,2
Csontok	1,9— 2,8	1,8— 2,9	0,4— 2,4	0,8	1,3	2,2
Fém	1,1— 1,6	4,4— 5,7	0,7— 1,1	1,9	5,0	0,5
Üveg, kő	5,2— 9,9	13,7—14,5	7,9—17,4	9,0	7,5	2,8
Apró rostált anyag (3 mm)	16,3—22,1	28,5—31,0	22,4—27,4	33,3	19,3	24,3
Nagyobb rostált anyag (15 mm)	19,6—24,5	6,2—11,5	21,4—31,0	36,8	32,7	9,0

A táblázatból látható, hogy a nagyvárosokban a szemét főleg papír- és konyhai hulladékot tartalmaz. Érdekes összevetni a konyhai hulladék és salaktartalom mennyiségi változásait. Kievben a konyhai hulladék alacsony volta a mezőgazdasági jellegű település következménye. Itt a hulladékot gyakran emésztőgödrökben érlelik, mely azután a továbbiakban a mezőgazdaságban kerül trágyaként felhasználásra. Szembetűnő a táblázatban a salak- és széntartalom alacsony százaléka Bakuban, ami az olajtüzelés eredménye. Itt ugyanis a háztartásokban szén helyett olajtüzelésű kályhákat alkalmaznak.

Vizsgálatot hajtottak végre a szemét három fő alkotóelemének éspedig a víz, a hamu és az éghető részek arányának megállapítására is. A vizsgálatok eredményeit a 2. táblázat tartalmazza.[20–21]

2. táblázat

	Víz	Hamu	Éghető részek
Bern	0,363	0,384	0,253
Bordeaux	0,408	0,289	0,303
Charleroi	0,238	0,504	0,258
Lyon	0,320	0,336	0,344
Wien	0,200	0,487	0,313
Buenos Aires	0,581	0,129	0,290
Moszkva	0,460	0,280	0,260
Leningrád	0,480	0,270	0,250
Harkov	0,440	0,340	0,220
Baku	0,430	0,300	0,270
Rosztov	0,350	0,330	0,320
Dnyepropetrovszk	0,410	0,340	0,250
Budapest	0,350	0,450	0,200
Sydney	0,440	0,270	0,290

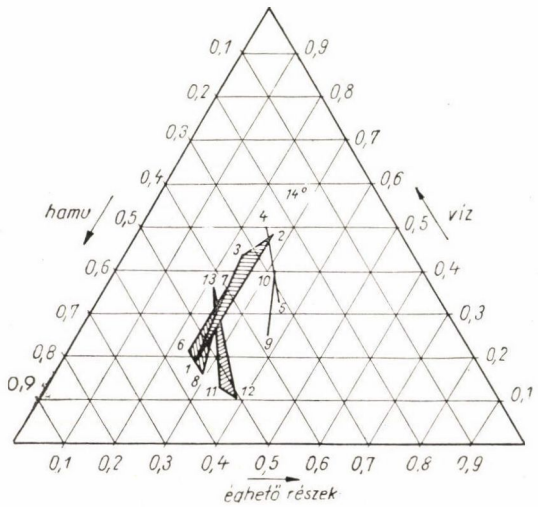
Bern, Bordeaux, Charleroi, Wien és Buenos Aires városokban évszak szerint is összegyűjtötték az adatokat és így vizsgálták meg a szemét fizikai összetételét, víztartalmát, alsó fűtőértékének határát és az éghető részek fűtőértékét. (3. táblázat)[22]

3. táblázat

Sorsz.	Város	Hónap	Víz	Hamu	Éghető részek	H_u	H''
1.	Bern (Svájc)	Márc.	0,181	0,554	0,265	1520	6140
2.		Június	0,482	0,253	0,265	919	4550
3.		Szept.	0,426	0,347	0,227	987	5470
4.	Bordeaux (Franciaország)	Szept.	0,495	0,255	0,250	1037	5340
5.		Márc.	0,322	0,322	0,356	1666	5690
6.		Febr.	0,210	0,549	0,241	1799	7980
7.	Charleroi (Belgium)	Auguszt.	0,346	0,417	0,237	1621	7710
8.		Ápr.	0,158	0,550	0,292	2277	8110
9.	Lyon (Franciaország)	Ápr.	0,245	0,380	0,375	2129	6060
10.		Június	0,393	0,296	0,311	1487	5540
11.		Nov.	0,131	0,526	0,343	2539	6340
12.	Bécs (Ausztria)	Márc.	0,106	0,507	0,387	2758	6503
13.		Július	0,363	0,428	0,209	731	2637
14.	Buenos Aires	Auguszt.	0,581	0,129	0,290	1063	4870

H_u = fűtőérték alsó határa kcal/kg.
H'' = az éghető részek fűtőértéke kcal/kg.

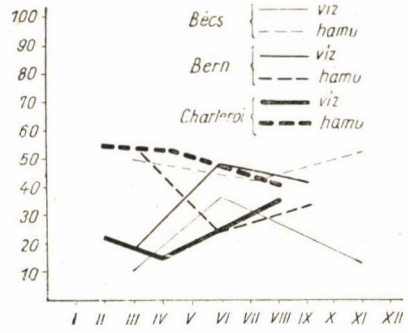
A vizsgálati adatokat grafikus úton feldolgozva alakítható ki városonként a szemét összetételét feltüntető „háromszög" diagram. A diagramról leolvasható az egyes alkotórészek szóródási aránya, továbbá az egyes városok-



2. *ábra.* Szemét összetételének jellemzőiből összeállított „háromszög"
1, 2, 3 Bern (Svájc) — 4, 5 Bordeaux (Franciaország) — 6, 7, 8 Charleroi (Belgium) — 9, 10 Lyon (Franciaország) — 11, 12, 13 Bécs (Ausztria) 14 Buenos Aires (Argentina)

hoz tartozó alkotóelemek átlagértékeinek a százaléka és az összegezett teljes átlagérték. (L. 2. ábra).

A fenti adatokból levonható az a következtetés, hogy a tavaszi hónapokban a zöldségek és gyümölcsök hiánya miatt a lakosság száraz- és konzerváru



3. ábra. Víz- és hamutartalom változása Bécs, Bern és Charleroi városokban

fogyasztása nagyobb, aminek következtében a szemét víztartalma kisebb, mint az őszi hónapokban. A téli fűtés miatt azonban több a szemét hamutartalma, és így érthető az éghető részek viszonylagos magas százaléka. Természetesen azzal együtt jár a szemét kalóriaértékének változása is. Télen és tavasszal magasabb, nyáron és ősszel alacsonyabb (3. ábra).

Az összetétel tényezői azok, amelyek befolyásolják a szemétfelhasználás, hasznosítás és értékesítés különböző módjait, azok gazdaságosságát és jó higiéniáját.

A szemét ártalmatlanná tételének technológiája és hasznosítása

A szemét keletkezésének és alkotóelemeinek ismertetésénél már utaltunk arra, hogy a szemét különböző alkotórészei döntik el a korszerű ártalmatlanná tétel és felhasználás módját.

A korszerű szemétkezelés azonban nem az elhelyezésnél, hanem már a gyűjtésnél, a házi tárolásnál kezdődik, és magába foglalja az ártalmatlanná tétel mellett — mely lehet csak ártalmatlanná tétel vagy egyúttal hasznosítás — a szállítást is.

A szemét ártalmatlanná tétele alatt mindazokat a műveleteket értjük, melyeknek eredményeképpen a közegészségügyileg ártalmas anyagok szabad bomlását az emberi élet közvetlen közelében megakadályozzuk, és ezzel lehetővé tesszük az egészséges életmód kialakulását, óvjuk a város tisztaságát, és javítjuk esztétikai megjelenését.

A hasznosítás azt a fogalmat fejezi ki, hogy az ártalmatlanná tétel módját úgy választjuk meg, hogy annak révén pozitív gazdasági eredményt is kapjunk. Pl. mélyedéseket, területet töltünk fel, vagy az égetés következtében hő fejlődik, és ezt gőztermelésre, energiatermelésre használjuk. A biotermikus módszereknél szerves trágyát nyerünk stb.

A két fogalom általában kapcsolódik egymáshoz, és az ártalmatlanná tétel rendszerint gazdasági eredménnyel is jár.

Csak ártalmatlanná tétel pl., amikor Anglia egyik kikötővárosában a szemetet hajóba rakva a tengerre szállítják, és ott a parttól távol a vízbe eresztik. Bizonyos fokú hasznosítása történik a szemétnek nálunk, ahol a lerakás során elhagyott bányagödröket töltünk fel, melyek később zöldterület létesítésére kiválóan alkalmasak.

Röviden vázoljuk a gyűjtés, szállítás, az ártalmatlanná tétel és hasznosítás különböző módjait.

A szemét gyűjtésének és kezelésének két alapvető módszere terjedt el, melyeknek egymástól erősen eltérő volta befolyásolja az elszállítást, a hasznosítást, ezek gazdaságosságát. Ez a két kezelési módszer:

a) kevert vagy együttes és
b) az elkülönített vagy szeperált szemétkezelés.

A kevert vagy együttes szemétkezelés azt jelenti, hogy a szemetet különféle — szerves és szervetlen — alkotóelemeivel együttesen kezelik, és azokat tárolás közben sem válogatják külön. Ennek következtében ez a gyűjtési mód a későbbi kezelés szempontjából kevésbé gazdaságos, mert a szemétben levő hasznos és más célra még felhasználható részek veszendőbe mennek, elpusztulnak. Különösen jelentős a fém és színesfém hulladék, melyeknek a kohászatban van igen nagy jelentősége.

Itt kell megemlíteni, hogy régebbi budapesti adatok szerint a Köztisztasági Hivatal évente a feldolgozó iparnak 23—25 vagon ócskavashulladékot, 46—50 vagon csontot és 130—135 vagon rongyot, papírt adott át, bár nem volt szeparált szemétkezelés, és az anyagokat csak utólag válogatták ki.[23] Ebből is látható, hogy milyen nagy nemzetgazdasági értékek mehetnek veszendőbe a korszerűtlen kezelés miatt.

Az elkülönített vagy szeparált szemétkezelésnél a szemét egyes alkotórészeit a végső hasznosításnak megfelelően külön-külön gyűjtik és tárolják.

A szemét és hulladék házon belüli gyűjtése már a lakásokban kezdődik, a ház alsó szintjén levő tárolással folytatódik, és az onnan történő elszállítással fejeződik be. A gyűjtés egyik legismertebb és leggyakrabban alkalmazott módszere az edényes gyűjtés, melynek két változata ismeretes:

a) az edények helyben való tárolása, az ürítés a gyűjtőkocsiba a házaknál történik, és a
b) cseretartályos rendszer, amikor a szeméttel megtelt tartályt elszállítják és helyette üres, tiszta, fertőtlenített tartályt hagynak.

Higieniai és városesztétikai szempontból is kedvezőbb az utóbbi megoldás, azonban a váltótartályok miatt kétszer annyi edény beszerzése szükséges, mint az előbbi esetben. Igen nagy előnye, hogy a tartályok tökéletes tisztítása és karbantartásuk folyamatossága biztosítható.

Meg kell említeni az ún. ledobó aknás megoldást, mint a házon belüli szemétgyűjtés egyik legkorszerűbb módját. E rendszer lényege, hogy a szintenként elhelyezett bedobónyílásokon keresztül a hulladék azonnal higienikusan eltávolítható, és az közvetlenül az épület legalsó szintjén elhelyezett tároló edénybe jut.

Az összegyűlt szemétmennyiségnek az elszállítása az alkalmazandó szállítóeszközök megválasztása, a városok megnövekedett lakosságszámára való tekintettel, igen fontos és körültekintő munkát igényel. Tekintettel a szemét térfogatsúlyára — átlag 500—600 kg/m³ — és nagy mennyiségére, a por-

mentes ürítés igényeinek a kielégíthetőségére alakultak ki azok az önműködő, különleges járműtípusok, melyek a hulladékot önmagukban tömörítve, mintegy 10 m^3 szemét befogadására képesek. Ezek egyik nálunk jól ismert típusa az ún. „Kuka" rendszerű gyűjtőkocsi, mely megfelel azoknak a követelményeknek, melyek a korszerű elszállítás szempontjából nélkülözhetetlenek. Így a viszonylag kis önsúly, univerzális alkalmazási lehetőség, önrakodóképesség, a porképződés minimumra való csökkentése, gyors és higienikus, könnyen tisztítható szerkezet stb.

Voltak olyan törekvések, sőt vannak ma is olyan megoldások, ahol a háztartásokban keletkező hulladék gyűjtését és szállítását összevontan végzik el. Ebben az esetben a hulladékot házi őrlőberendezéseken összetörik, összemorzsolják, és az így keletkezett őrölt hulladékot azután a szennyvízcsatornába juttatva távolítják el a városból. E szemétszállítási rendszer azonban nem terjedt el, tekintettel arra, hogy a megoldás igen költséges. A házankénti őrlőberendezésnek nemcsak a beszerzése, de az üzemeltetése is nagy költséggel jár. Ennél azonban sokkal komolyabb nehézséget okoz az a tény, hogy a városi közcsatornahálózat nem mindig alkalmas a szemét eltávolítására. Ezért ez a megoldás csak bővizű csatornahálózatnál jöhet szóba, tehát főként egyesített csatornázási rendszer esetében.

Hazánkban a kevert vagy együttes gyűjtési módszert és az edényeknek a házaknál történő ürítési rendszerét alkalmazzák.

Az összegyűjtött és elszállított szemétnek az *ártalmatlanná tételére és hasznosítására* különböző módszerek alakultak ki, melyek három főcsoportra oszthatók: *a)* lerakás, *b)* biotermikus ártalmatlanná tétel és *c)* égetés.

A lerakáson belül megkülönböztetünk *egyszerű*, *higienikus* és *feltöltési* lerakást. A biotermikus ártalmatlanná tétel lehet *talajmódszer-eljárás*, *melegágyakban való felhasználás* és *komposztföld előállítás*. Ez utóbbi több módon történhet: házi vagy nagyobb telepen való komposztálással, biotermikus kamrákban való érleléssel és különböző korszerű, gépesített eljárásokkal. Történhet még az ártalmatlanná tétel a szemét és szennyvíziszap együttes érlelésével is.

Az alkalmazott hasznosítási mód szoros összefüggésben van a kezelés többi ágazatával, a szállítás és gyűjtés egyes kérdéseivel. Nem lehet együtt elképzelni egy korszerűtlen gyűjtési és szállítási rendszert és egy modern szemétégető telepet. A műszaki berendezések ugyanis szoros kapcsolatban, gépláncban vannak, és így az egyik egység korszerűtlensége, kis kapacitása lerontja az egész berendezés üzemeltetését, hatásfokát és gazdaságosságát.

Az *egyszerű* lerakásos tárolás esetében a szemetet a lerakóhelyen semminemű kezelésnek nem vetik alá. Nem fordítanak gondot az erjedési folyamatok megindulásának megakadályozására, és így ezek a szeméthalmok idővel környezetük fertőző gócaivá válnak.

A *tervszerű* és ellenőrzött szemétlerakás esetében a lerakott szemetet rétegenként terítik el, melyek legnagyobb magassága sem haladhatja meg az 1,80 m-t. A területre kiöntött szemetet azonnal, de lehetőleg 24 órán belül földdel vagy nem gyúlékony anyaggal, pl. salakkal kell betakarni annak érdekében, hogy lehetővé tegyük a biotermikus folyamat megindulását a szemétben. Döntő módon kell ügyelni, hogy a szemét beöntése közben üregek ne keletkezzenek, és a sakktábla rendszerű elhelyezés következtében keletkezett prizmák olyan felületűek legyenek, hogy azokat naponta rendszeresen le lehessen takarni. Ha prizmák nem alakíthatók ki a terület keskenysége vagy kis terje-

delme miatt, akkor a terítési rétegek magasságát és szélességét úgy kell meghatározni, hogy annak felülete könnyen betakarható legyen.

A lerakásnál és feltöltésnél gondolni kell arra, hogy a szemét is, mint minden laza anyag, idővel ülepedik. A szemét ülepedésének gyorsasága a szemét minőségétől és részben a lerakás módjától függ. Egyenlő rétegvastagság esetében az ülepedés mértéke is egyenletes lesz. Az erjedési és biotermikus folyamat tökéletes lejátszódása esetén a szemét ártalmatlanná tétele két év alatt lejátszódik.

A szemét fejlettebb kezelési eljárását a *biotermikus* ártalmatlanná tételi módok képezik. Az ártalmatlanná tétel lényege az, hogy a szemét szerves része, melynek kívánatos értéke 25—30% vagy ennél több, humifikálódik, és a szemétben levő kórokozók, baktériumok és petéik a levegő oxigénjének és a talajbaktériumoknak a segítségével elpusztulnak, miközben hő fejlődik.

A biotermikus módszerek egyik legegyszerűbb változata a talajmódszeres ártalmatlanná tétel, melynek lényege az, hogy a hulladékot egy erre a célra kijelölt megfelelő sovány talajú szántóterületre hordják ki, és ott egyenletes rétegekben elterítik, majd utána e rétegeket mélyen beszántják. A beszántás következtében a szemét szerves része bomlik, és ezáltal a szemét természetes trágya módjára javítja a talaj termőképességét.

Hátránya a módszernek egyrészt az, hogy csak mezőgazdasági települések közelében használható, másrészt az, hogy a szemét szervetlen alkotórészei nem humifikálódnak, és így azok erősen szennyezik a talajt (pl. üveg, fémdarabok stb.)

A *melegágyakban* való szemét ártalmatlanná tétel és hasznosítás megoldási alapelve az, hogy a szemét rothadó tartalmában bekövetkező biológiai változás eredményeképpen hőmérsékletemelkedés következik be. Az így keletkezett hő felmelegíti a melegágyakat és lehetővé teszi azt, hogy azokban a korai tavaszi hónapokban növénytermelés folyhasson.

Komposztálásnál a szemetet prizmatikus halmokba rakják, melyek magassága 1,00—1,50 m, hosszuk pedig a 40—60 m-t is eléri. A szemétprizmának takarásától függ az erjedési folyamat. Minél tökéletesebb a lerakás vagy takarás, annál gyorsabb az erjedési folyamat, és annál magasabb a szemét belsejében keletkezett hő. Ennek értéke eléri a 40—60 C°-ot is. Az érés ideje a szemét szerves részétől és a takarás módjától függően 5—12 hónap. A komposztálás eredményeképpen érett komposzt képződik, mely minden szerves anyagtól mentes, barna színű, és átrostálás után laza szerkezetű. A szemét ebben az esetben súlyának 35%-át elveszti. A keletkezett anyag igen jól alkalmazható a mezőgazdaságban trágyázásra.

A szemétkomposztálás házi és nagyüzemi homposztáló telepeken történhet. Az eljárás lényege mindkét esetben azonos, különbség csupán a halmok méretében és a végrehajtás ütemében van.

A *biotermikus kamrákban* való ártalmatlanná tétel hasonló elveken alapul. A szemetet egy építményben gyűjtik, melynek ürtartalma 5—30 m^3-t is elér. Ezt az ún. biotermikus kamrát azután szeméttel megtöltik, lezárják, utána megindul benne az erjedési folyamat. Ez a szabadban való komposztálással ellentétben gyorsabban következik be, 40—60 nap alatt, és így nagyobb hő keletkezik. A hőmérséklet eléri a 70—80 C°-t. A szerves anyagok a kamrában igen hamar elbomlanak, és így a mezőgazdaság gyorsan jó minőségű trágyázó anyagot nyer. A folyamat egyébként, mely a szemétben végbemegy, hasonló, mint a többi komposztálásnál. Igen fontos a tökéletes szellőzés biztosítása.

A *gépesített* komposztálásnak egyik legelterjedtebb rendszere a Dano-féle módszer. Ennél az eljárásnál a szemét keverését és szellőztetését, továbbá zúzását két forgó dob végzi el. A kikerült anyag részben fermentált, amelyet még hat hónapig érlelni kell. Újabban gépeket szerkesztettek az érlelési idő megrövidítésére is.

A szemét feldolgozásában további fejlődést jelentett a házi szemétnek és a friss csatornaiszapnak együttes feldolgozása. E feldolgozás előnye, hogy a fejlődő meleg nemcsak az iszapban levő csírákat, hanem a gyomnövények magvait is elpusztítja. Az érleléshez öt hónap szükséges. A szennyvíz és szemét együttes kezeléséből annyi gáz nyerhető, ami az iszap visszaszivattyúzásához és a szellőzők működéséhez szükséges hajtóerő legnagyobb részét fedezi.

További módszerek még a Digestios eljárás, a Német Dorr-gyár Siebraspel eljárása és a svájci komposztáló rendszer.

A gépi komposztáló rendszerek hibája, hogy a szemét homogén lesz, és így az érlelésnél nem jut elég levegő a rakások belsejébe. A szemetet többször át kell rakni és esetleg öntözni is kell a korhadási folyamat biztosítása és a bűzképződés megakadályozása céljából.

A szemét megsemmisítésének legtökéletesebb, de nem mindig a legelőnyösebb módja az *elégetés*. Égetésre nem minden szemét alkalmas. Fizikai vizsgálatok és gyakorlati tapasztalatok alapján megállapítást nyert, hogy égetésre csak kevert kezelésű szemetet lehet felhasználni. Ebben az esetben a szemét még bőven tartalmaz éghető anyagokat. Általánosságban összefoglalva csak olyan szemetet — hulladékot — lehet égetés útján ártalmatlanná tenni, melynek nedvességtartalma nem haladja meg a 45—50%-ot, a hamutartalma 45% alatt van, és összes kalóriája eléri a 700—800 kcal/kg értéket.

Az égetés előtt a szemetet meg kell tisztítani, ki kell rostálni, hogy abból a még értékesíthető, felhasználható anyagokat hasznosítsák. A kísérletek és vizsgálatok azt mutatták, hogy 1 kg szemétből átlagosan 0,5—1,0 kg gőzt lehet termelni — ami annyit jelent, hogy a szemétből átlagosan 0,4—0,7 kilowattóra elektromos energiát nyerhetünk.

A szemételégetés értékelésénél figyelembe kell venni azt, hogy a szemetet nem szabad tüzelőanyagnak tekinteni, hanem csak éghető anyagnak, melynek összetétele igen nagy ingadozásnak van kitéve. Eszerint az égetőberendezést úgy kell megtervezni, hogy az minden körülmények között a tökéletes elégetést biztosítsa. Az égetés művelete igen költséges berendezést kíván, ami viszonylag gyorsan amortizálódik, tekintettel arra, hogy az égésnél keletkező hőmennyiség hasznosítható fűtésre vagy elektromos áram termelésre, a szemét salakjából pedig hasznos építőanyagot nyerhetünk.

A házi szemét kezelés és a településfejlesztés kapcsolata

Városrendezési szempontból a településegészségügyi tényezők közül egyik legfontosabb a köztisztasági szolgálat, mely feladatait maradéktalanul úgy hajtsa végre, hogy sem a lakosság egészsége, sem pedig a város esztétikai megjelenése ne szenvedjen kárt.

Új lakótelepeink és városaink létesítésénél, azok beépítési terveinek elkészítésénél, meglevő városaink fejlesztésénél e szolgáltatás igényeit messzemenően figyelembe kell venni. A hulladékok gyűjtése, tárolása, a szemétkezelés módjának megválasztása hatással van területfelhasználási terveink elkészíté-

sére, lakóépületeink elhelyezésére, belső közlekedési útjaink méretezésére és vonalvezetésére.

Lakóépületeink tervezése szempontjából nem közömbös, hogy a házon belüli szemétgyűjtés és kezelés, továbbá az elszállítás és ártalmatlanná tétel ismertetett módjai közül melyiket választjuk. Mindegyik megoldás más és más követelményekkel jár, mindegyik megoldásnak mások az előfeltételei és azok gazdasági hatásai.

A gyűjtési módok közül az ún. szeparált vagy elkülönített rendszert kell előnyben részesíteni. E módszerre kell áttérni, mert csak így kerüljük el a hulladékok utólagos szétválogatásával járó kellemetlenségeket, nem beszélve a válogatás súlyos baleseti veszélyéről és egészségügyi ártalmáról. Célszerű a szemét szeparált kezelésének bevezetése az utólagos ártalmatlanná tétel szempontjából is. Minden módszer tökéletes végrehajtásának egyik előfeltétele — a közönséges tárolást kivéve — ugyanis az, hogy a szerves alkotóelemek magas aránya biztosítva legyen, és a szervetlen elemek külön legyenek választva.

Igen nagy előnye a gyűjtési rendszernek, hogy a szemét szervetlen alkotóelemeit — tekintettel arra, hogy azok nem bomlanak — ritkábban kell elszállítani. Hátránya, hogy a nagyobb mennyiségű gyűjtőedény beszerzése költséges, továbbá, hogy az edények elhelyezésére így házon belül nagyobb helyet kell biztosítani.

A lakásonkénti gyűjtés porképződésének és a házon belüli szállításnak teljes mértékű kiküszöbölése hulladék-ledobóaknák segítségével megnyugtató módon megoldható. E berendezések segítségével a hulladékok azonnal és közvetlenül eltávolíthatók a keletkezés helyéről, és így bűzükkel nem szennyezik környezetüket. Kezdetben a ledobóaknákat lakásonként helyezték el, de ez az elrendezés részben a beruházás, részben pedig a karbantartás nagy költségei miatt nem vált be. A mai gyakorlatban lépcsőházanként létesítenek egy ledobó aknát, melybe a hulladékok beöntése szintenként, a lépcsőkarok pihenőinél elhelyezett, jól zárható nyíláson keresztül történik. E berendezések létesítése és üzemeltetése csak többszintes — minimálisan négyszintes — épület esetében gazdaságos. A ledobóaknákon keresztül a hulladék a pincének egy erre a célra elkülönített helyiségébe kerül. Itt történik meg a szemét esetleges különválasztása és annak szállítótartályba való helyezése is. E módszerrel kiküszöbölhető az edényeknek kapubejárókban való elhelyezése, ami esztétikailag kellemetlen látványt nyújt.

Nem kielégítő még a házi hulladékgyűjtő edények tárolása. Arra kell törekedni, hogy új létesítményeinknél minden esetben egy jól szellőztethető, hézagmentes burkolattal ellátott, jól mosható, a kapubejárathoz közel álló olyan helyiség nyerjen kialakítást, ahol a szükségletnek megfelelő tárolók jól elhelyezhetők. E helyiség kialakítása történhet a földszinten, de alkalmas a pince is annak elhelyezésére. Ebben az esetben egy könnyű felvonószerkezet létesítése is szükséges.

Igen fontos tényező a hulladékok elszállításának vizsgálata és az alkalmazandó szállítógépek típusának helyes megválasztása. E berendezések méretezésénél figyelembe kell venni a település beépítési módját, a jelenlegi és várható laksűrűséget és a szállítási távolságot. Vidéki településeinknél és kisebb városainknál gyakran találkozunk azzal a helytelen felfogással, hogy minden körülmények között ragaszkodnak a nagy teherbírású és speciális szerkezetű gyűjtőkocsikhoz, annak ellenére, hogy adottságaik ennek üzemeltetését nem teszik szükségessé, sőt működtetésük nem gazdaságos.

Gépesített hulladékszállítás, hazai tapasztalatok szerint, csak akkor gazdaságos, ha a szemét házi komposztálása nem megvalósítható, s a keletkezett hulladékok mennyisége olyan nagyságrendű, hogy az három lovaskocsis szállítás kapacitását meghaladja. Hazai viszonyaink között hozzávetőlegesen 3000 lakosra lehet egy lófogatú szemétszállító kocsit alkalmazni, s így ennek megfelelően gépesített szállítás 8—9000 lakos alatt nem célszerű. Gépesített szállítást kell alkalmazni abban az esetben is, ha a hulladék lerakóhely a településtől nagyobb távolságra van, és így a távolságot lovaskocsival nem lehet gazdaságos szállítási idő alatt megtenni.

A gépesített szállítóeszközök számtalan típusa és változata ismeretes, ezek közül hazánkban az ún. „Kuka" rendszerű kocsit alkalmazzák. E kocsi üzemeltetése akkor célszerű, ha minimálisan két járómű állandó alkalmazására van lehetőség, figyelembe véve az esetleges meghibásodás folytán bekövetkező állási időket is. Ha a szemét mennyisége nem éri el a két kocsi kapacitását, akkor e gépkocsi alkalmazása kerülendő. Fontos követelmény még az, hogy a település laksűrűsége olyan nagyságrendű legyen, hogy a gyűjtés és a lerakóhelyre való szállítás összidejének figyelembevételével a napi három forduló biztosított legyen. Gyakorlati tapasztalatok szerint ez abban az esetben lehetséges, ha percenként egy tartály ürítése megvalósítható. Ezért családiházas településforma esetében a „Kuka"-kocsi üzemeltetése nem gazdaságos, részben a szemét kis mennyisége miatt, részben pedig azért, mert az egyes rakodások között igen hosszú a közlekedési idő. E kocsi üzemeltetése gyakorlati tapasztalatok szerint 60 000 fő lakosszámnál indokolt.

Beépítési terveink elkészítésénél figyelemmel kell lenni a szállítási módokra és a különböző szállítóeszközök alkalmazási lehetőségére. Megfelelő vonalvezetésű, kellő fordulati sugarakkal kialakított, jó teherbírású és megfelelő szélességű úthálózatot kell létesíteni. Biztosítani kell a körirányú szemétgyűjtést és -szállítást. Kerülni kell a szűk és zsákutcákat, mert ezekbe a nagy szélességű és súlyú kocsik nem tudnak beállni, ami közbenső kézi szállítást tesz szükségessé.

Igen szoros az összefüggés az ártalmatlanná tétel és a településfejlesztés között. A hulladékok közönséges tárolása igen nagy kiterjedésű értékes területeket köt le és tesz használhatatlanná a mezőgazdaság vagy más egyéb felhasználására. Ilyen lerakóhelyeket távol kell elhelyezni a lakótelepülésektől, melynek következménye a szállítási távolságok megnövekedése. A hely kijelölésénél figyelemmel kell lenni a szél irányára, a talaj rétegződésére és összetételére, a talajvíz térszint alatti elhelyezkedésére, mert ez az ártalmatlanná tétel fertőzi a talajt és a benne levő természetes vizeket. Ezért ezeket a lerakóhelyeket úgy kell elhelyezni, hogy a szennyezett talajvizek ne folyhassanak a település belsejébe.

Városrendezési szempontból kívánatos a tervszerű lerakásos tárolás módszerének alkalmazása, tekintettel arra, hogy a feltöltés után olyan területek is használhatóvá válnak, melyek eddig rontották a városképet, vagy rétegződésüknél fogva alkalmatlanok voltak beépítésre. Megfelelő kezelés után ezek a területek zöldterületi funkciókat is betölthetnek, és mint ilyenek hozzájárulnak az egészségesebb városi élet kialakulásához. E módszer gazdaságosság szempontjából is kielégítő, mert csökkennek a szállítási költségek, tekintettel arra, hogy ez az ártalmatlanná tétel nem jár káros következményekkel, és így városok belsejében is alkalmazható. Például Budapesten Lágymányoson, Kőbányán és Óbudán.

Népgazdasági szempontból a biotermikus módszerek a legmegfelelőbbek. E módszerek közül házi komposztálás csak családiházas beépítés esetében alkalmazható, tehát ott, ahol megfelelő nagyságú szabad terület — udvar, kert stb. — van. Fő követelmény, hogy a lerakott szemétből készített komposzthalmok 20 m-nél távolabb legyenek a lakóépületektől, a kutaktól és más egyéb gazdasági létesítményektől.

A nagyüzemi komposztálás megvalósításának első, legfontosabb követelménye a megfelelő kiterjedésű, közel sík terület. Tekintettel arra, hogy a szemét viszonylag csak kis rétegvastagsággal teríthető el, így a szemét ártalmatlanná tétele igen nagy hasznos területet szakít el a várostól. Hozzávetőlegesen mintegy 10 000 lakosra 1,5 hektár nagyságú komposzt telep létesítése kívánatos. Olyan településeinknél, melyek területi gondokkal küzdenek, ezt az ártalmatlanná tételt nem alkalmazhatjuk.

Kisebb mennyiségű szemét komposzttá való érlelése jó hatásfokkal végezhető biotermikus kamrákban. Előnye e módszernek, hogy közvetlenül a település belsejében is alkalmazható, s így a hulladék elhordásából és szállításából keletkező költségek nem terhelik a közösséget. E kamrák létesítése történhet lakótömbönként külön-külön vagy egy-egy nagyobb lakóépületben önállóan. Különálló elhelyezés esetében a kamrákat a lakóépülettől minimálisan 20 méterre kell elhelyezni. Az ártalmatlanná tevő berendezések nem szennyezik a település levegőjét, a talajt és a talaj vízkészletét, így alkalmazásuk kívánatos.

A hulladéknak égetés útján való ártalmatlanná tételénél elkerüljük az esetleges tárolásra kijelölt földterületek elvesztését, melyet így más módon hasznosíthatunk. Előnye e módszernek, hogy az égetőtelep helyigénye csekély, továbbá, hogy tökéletes hulladékelégetés esetében ártalmas anyagok nem keletkeznek, és így településeink közelében is elhelyezhetők. Így csökkenthetők a szállítási távolságok. A szemét égetéséből keletkező hőenergia részben elektromos áram termelésére, részben pedig gőztermelésre használható fel, melyet lakóházaink energiaellátására és fűtésére használhatunk fel.

A szemétégetés jelentősége az utóbbi években igen nagymértékben csökkent. Egyre kevesebb szemétégető telepet építenek, és a meglevő üzemeket is részben leállítják. Ennek oka, hogy az égetőtelep létesítési költsége igen magas, továbbá, hogy a mezőgazdaságban szerves trágyahiány következett be a gépesítés következtében. Az égetéssel ugyanis elégetjük a szemét szerves alkotóelemeit, melyek a biotermikus kamrákban komposztfölddé érlelődnek. Ezért az égetésnek csak azokban az országokban van jövője, ahol nagy területi hiány van — tehát komposzttelep nem létesíthető, vagy ott, ahol nincs szükség komposztföld előállítására (pl. Svájcban). Itt ugyanis a földrajzi tényezők miatt igen kicsi a gabonatermő terület, és a hegyvidéken élő nagy mennyiségű állatállomány elegendő szerves trágyát juttat a mezőgazdasági termelés számára. Indokolja az égetést itt még az is, hogy a városokból a szemetet komposztálás esetében nagyobb távolságra kellene elszállítani, ami figyelembe véve az utak vertikális vonalvezetését, igen költséges lenne.

Az ártalmatlanná tételi módokat összevetve megállapíthatjuk, hogy hazánkban a jelenlegi körülmények és adottságok között a leggazdaságosabban a tökéletesített lerakási módszereket alkalmazhatjuk, tekintettel arra, hogy településeinkben még igen sok, az ilyen célra felhasználható, rendezetlen terület áll rendelkezésre (bányagödrök, mélyen fekvő területek stb.).

A távlatban azonban feltétlenül meg kell valósítani a szeparált szemétkezelési módszert, és a biotermikus ártalmatlanná tételek közül ki kell vász-

tani azokat, melyek településeink adottságai és hulladékösszetétele mellett a leggazdaságosabban alkalmazhatók. Természetszerűleg kombinált megoldások is alkalmazhatók, figyelembe véve a szállítás nagy anyagi megterhelését is. Fontos a komposztföld előállítása azért is, mert mezőgazdaságunk megnövekedett termelési igénye sürgető módon követeli a talaj termőképességének növelését és állapotának javítását. A termőképesség növelésének pedig egyik és nélkülözhetetlen módja a talajerő növelése, mely részben a hulladékból készült komposztföldnek a termőterületre való juttatásával megoldható. Így a területegységekre jutó terméshozam igen nagymértékben megnövelhető.

Összefoglalva megállapítjuk, hogy a városi élet kialakult hátrányait városrendezési eszközökkel, műszaki megoldásokkal elviselhetővé kell tenni. Meg kell szüntetni a zsúfolt beépítés súlyos következményeit, és olyan létfeltételeket kell teremteni, melyek a várost beillesztik természetes környezetébe, miáltal az ott élő embereknek egészséges és nyugodt életet biztosíthatunk.

Érkezett 1961. augusztus hóban.

JEGYZETEK

[1] *Fairmann, H. W.:* Városépítés a fáraók Egyiptomában. The Town Planning Review Vol. XX. No. 1. April. 1949.

[2] *Frankfort, M.:* Városépítés a régi Mezopotámiában. The Town Planning Review. Vol. XXI. 1950. No. 2.

[3] *Hutchinson, R. W.:* Prehisztorikus várostervezés Krétában. The Town Planning Review. Vol. XXI. No. 3. 1950.

[4–5–6] *Leon Homo:* Rome imperiale et l'urbanisme dans l'antiquite. Paris. 1951.

[7] *Bronner, D. L.:* A házkezelés és lakásgazdálkodás. Tervgazdasági Könyvkiadó, Bp. 1954.

[8–9–10] *Lessenyei József:* Magyarország csatornázása és szennyvízkezelése. Bp. 1943. Magyar Mérnök és Építési Egylet.

[11] *Marx, K.:* A tőke. I. Szikra, Bp. 1949.

[12] Várostisztítási technika fejlődése. Városi Szemle. XXV. évf. 1939. Budapest Székesfővárosi Statisztikai Hivatal.

[13] *Dr. Saághy Ferenc:* Budapest Székesfőváros Közegészségügye. Városi Szemle. XXIX. évf. Budapest Székesfőváros Statisztikai Hivatala. 1943.

[14] *Dr. Kiss György:* A budapesti várospolitika 1873-tól 1944-ig. Jogi- és Államigazgatási Könyv- és Folyóiratkiadó. Bp. 1954.

[15] *Fővárosi Hírlap,* Bp. 1922. július 14.

[16] Bp. Fővárosi Tanács Városegészségügyi tanácskozáson elhangzott előadások jegyzőkönyve. 1954.

[17] *Dr. Perényi Imre:* Településtervezés. Tankönyvkiadó, Bp. 1958.

[18] *Keledi Ferenc:* Szemét eltávolítás lakóépületekből. Felsőokt. Jegyzetellátó, Bp. 1955.

[19+20–21] *Marzejev, A. N.:* Településegészségtan. Egészségügyi Kiadó, 1954.

[22] Kehricht Tagung, Basel 1955. Journée de conférences sur l'élimination des ordures Bale. 1955.

[23] *Fenyő József:* Rejtett tartalékok a hulladékban. Művelt Nép Könyvkiadó, Bp 1952.

MOLNÁR JÓZSEF

A BUDAI VELI BEJ FÜRDŐ ÉPÍTÉSTÖRTÉNETE

Mindazok a XVI—XVII. századi nyugati utazók, akik Buda érintésével átutaztak hazánkon, az elismerés hangján emlékeznek meg útleírásaikban a Duna jobb partján épített Alsó- és Felső hévízi (thermál) fürdőépületekről. Ez utazók között nem akad egy sem, aki meg ne emlékezne — hacsak pár szóval is — a budai fürdők gyógyító hatásáról, azok pompás berendezéséről vagy éppen kényelméről, de legfőképpen azok tisztaságáról.

Különösképpen dicsérő szavakkal emlékeznek meg a természetes hőforrásokban igen gazdag Felső hévizek (Aqua Calidae Superiores) környékén épített Veli bej (Bali bég) fürdőépületről, amelyet Buda városfalától északra a mai József-hegy (Gülbaba bairi) lábánál, a Duna partján építettek a törökök. De nemcsak nyugati utazók emlékeznek meg fürdőnkről, hanem a keletiek is: ezek közül a legismertebb Evlia leírása, amelyben élénk színekkel ecseteli a Felső hévizek táján kialakult török fürdőkultúrát, majd magát a fürdőket, továbbá a források vizével hajtott malmokat, így a várszerű Baruthane (lőporgyár) épületet is, amelyet csak a múlt század hatvanas éveiben bontottak le szinte észrevétlenül.[1]

A Felhévizek környékét és ennek épületeit leghívebben Fontana távlati képe ábrázolja, egyben igazolja az egykori utazók leírásait. Fontana olasz hadmérnök, valóságos kis kultúrcentrumot ábrázol nagyméretű rajzán, amelyet Buda visszavívása után az 1686. évben készített. Budát északról ábrázolómadártávlati képén feltünteti az akkor még szabadon álló kupolás Veli bej fürdő hosszúkás alakú épületét, valamint a négy sarok rondellával tűzdelt Baruthane épületét, amelyet Evlia szerint a tragikus végű Arszlán budai pasa (1565—1566) épített ugyan, de a csodálatos meghajtó szerkezetét magyar molnárok készítették, akárcsak az esztergomi vagy az egri malmok berendezését. Ma már tudjuk, hogy a négytornyú váracska középkori eredetű volt.[2]

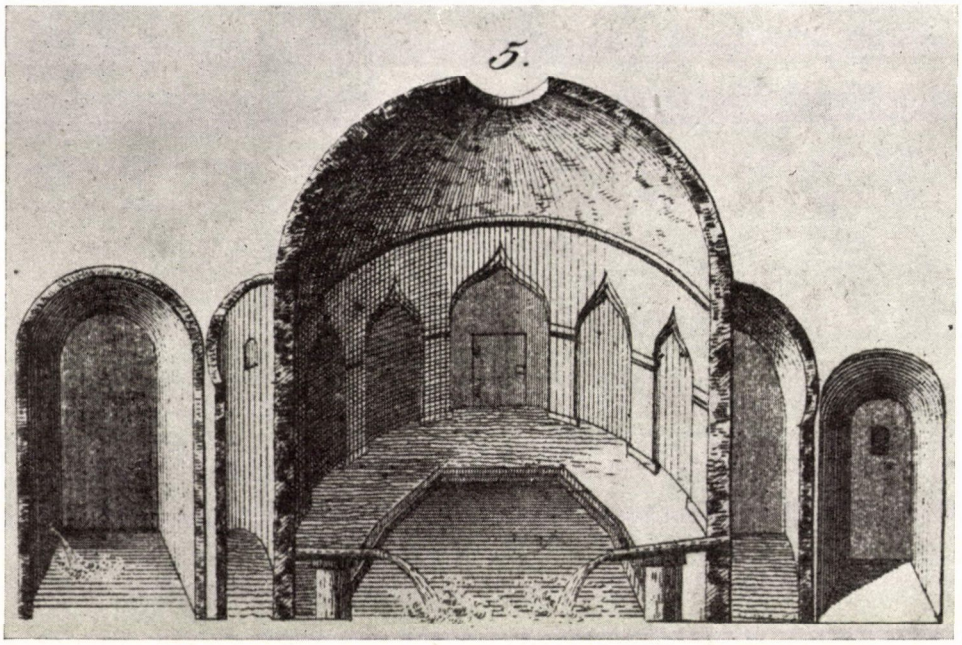
Az út másik oldalán feltünteti a ma is fallal kerített tavat, melynek meleg vizében egykor különleges nagy halak éltek és szaporodtak, de ha hideg vízbe telepítették őket, úgy azonnal kimúltak.[3]

A kis dombon ábrázolja Gül baba kupolás síremlékét is, amely csodával határos módon négy évszázad óta sértetlenül a mai napig megmaradt. Ellenben a híres bektási rendfőnök kolostorának — ahol E. Brownt az 1666. évben oly szíves vendégfogadtatásban részesítették a rendtagok — már csak égnek meredező üszkös romjait láthatjuk Fontana távlati rajzán.[4]

[1] Evlia Cselebi utazásai Magyarországon. Ford. *Karácson Imre*. 1904. 253—254. o.
[2] *Csemegi József :* A budai császár-malom eredete M. M. É. E. 1942. 153—158. o.
[3] *Wernher Georgius :* De admirandis Hungariae aquis 1551. 8—48. o.
[4] *Szamota István :* Régi utazások. 330—331. o.



1. ábra. D. I. Fontana: Veli bej fürdő környéke. 1686



2. ábra. L. F. Marsigli: „A Veli bej fürdő belseje". 1726

A budai török fürdőépületek ikonográfiája általában igen szegényes, sőt akad egy-két fürdőnk — különösen az Alsó hévizek táján —, amelynek teljesen nélkülözzük a Fischer von Erlach-féle felmérési rajzait. A Veli bej fürdő ebben a tekintetben kivétel: összefüggő képtörténete alapján szinte századról századra töretlen vonalban követhetjük nyomon fürdőnk építéstörténetét.

A Veli bej fürdő építéstörténetéhez tartozik annak tisztázása, vajon a mai „Császár fürdő" valójában azonosítható-e a Veli bej fürdővel? Ezt a kérdést elsőnek F. Linzbauer, a budai fürdők kitűnő krónikása vetette fel (1807—1888), ma is forrásmunkának tekinthető könyvében.[5] Linzbauer ugyanis E. Brown téves leírásából arra következtetett, hogy a „tizenkét oszlopos" Veli bej fürdő elpusztult volna. A fürdő nevét ugyanis több európai utazó megemlítette, azonban hitelt érdemlő szakszerű épületleírást egy sem hagyott hátra. Még Evlia is igen szűkszavúan emlékezik meg a Veli bej fürdőépületről. Luigi Ferdinando Marsigli (1658—1738), olasz hadmérnök, a budai török emlékek kiváló ismerője pedig a következőképpen írja le a fürdőkről szóló „Épületleltárá"-ban a Veli bej fürdőt: „Il bagno dell'acqua calda minerale de veli Bej. Questo è il più principale e più magnifico; vi sono fontane dentro non solo acqua fresca che si puo aprire chiudere a piacere. Nel mezzo è tanto largo che si può natare. E fatto con gradini di scala. Reste intieramente illeso, e coperto con mattoni, e fabricato di pietra".[6]

[5] *Linzbauer, F. X.:* Die Warmen Heilquellen der Hauptstadt Ofen 1837. 136. o.
[6] Marsigli Alajos Ferdinánd olasz hadmérnök jelentései és térképei Budavár 1684—1686-iki ostromairól. Közli: *Veress Endre.* 136. o.



3. ábra. Sztankovics Lipót: Musztafa-féle feliratos kő rajza. 1837

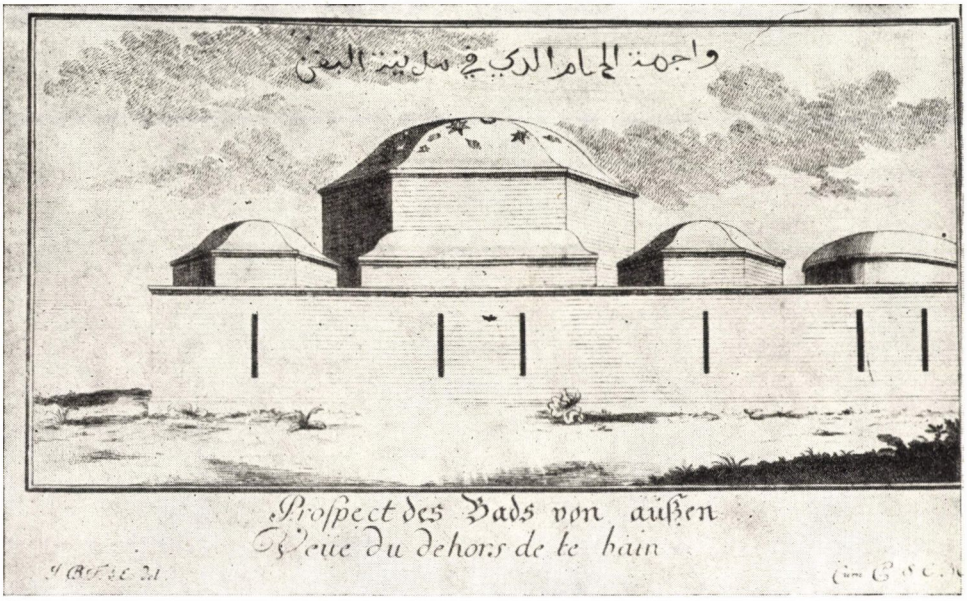
Leírása alapján nehezen tudnánk felismerni fürdőépületünket, ha ugyanakkor nem közölné török térképén annak helyét is, amelyet Linzbauer még akkor nem ismerhetett.[7] Marsigli kétséget kizáróan kijelenti, hogy a cseréppel fedett Veli bej fürdő teljesen sértetlen állapotban került — Buda visszavétele után — a császáriak birtokába. Ezt az állapotot rögzítette Fontana rajza is, ahol a Veli bej fürdő kubuszos alakját nyeregtetővel ábrázolja, melyből jellegzetesen kiemelkedik a nagy kupola körvonala. Buda felszabadulása utáni időkben nevezte el az Udvari kamara I. Lipót császár tiszteletére „Császár fürdő"-nek (Thermae Regiae majores 1702). Ez a név, érdemtelenül, a mai napig megmaradt a köztudatban, akárcsak a többi budai fürdőké[8] (Király, Imre stb.). A „Császár fürdő"-t már az 1702. év elején az Udvari Kamara eladta Ekker János polgárnak, akinek halála után azt fiai örökölték.

Fürdőépületünkkel kapcsolatban felvetődik még az építtető nevének tisztázása is. A fürdőhöz ugyanis két személy neve fűződik. A névadó Veli bejé és Buda nagy építtetőjének, Szokollu Musztafának a neve. Veli bejről keveset tudunk. Emlékét a budai vár nyugati oldalán álló, de átalakított rondella

[7] Idézett mű részletes török térképe 1686.
[8] *Linzbauer:* i. m. 128. o.



4. ábra. Musztafa-féle feliratos kő. 1572

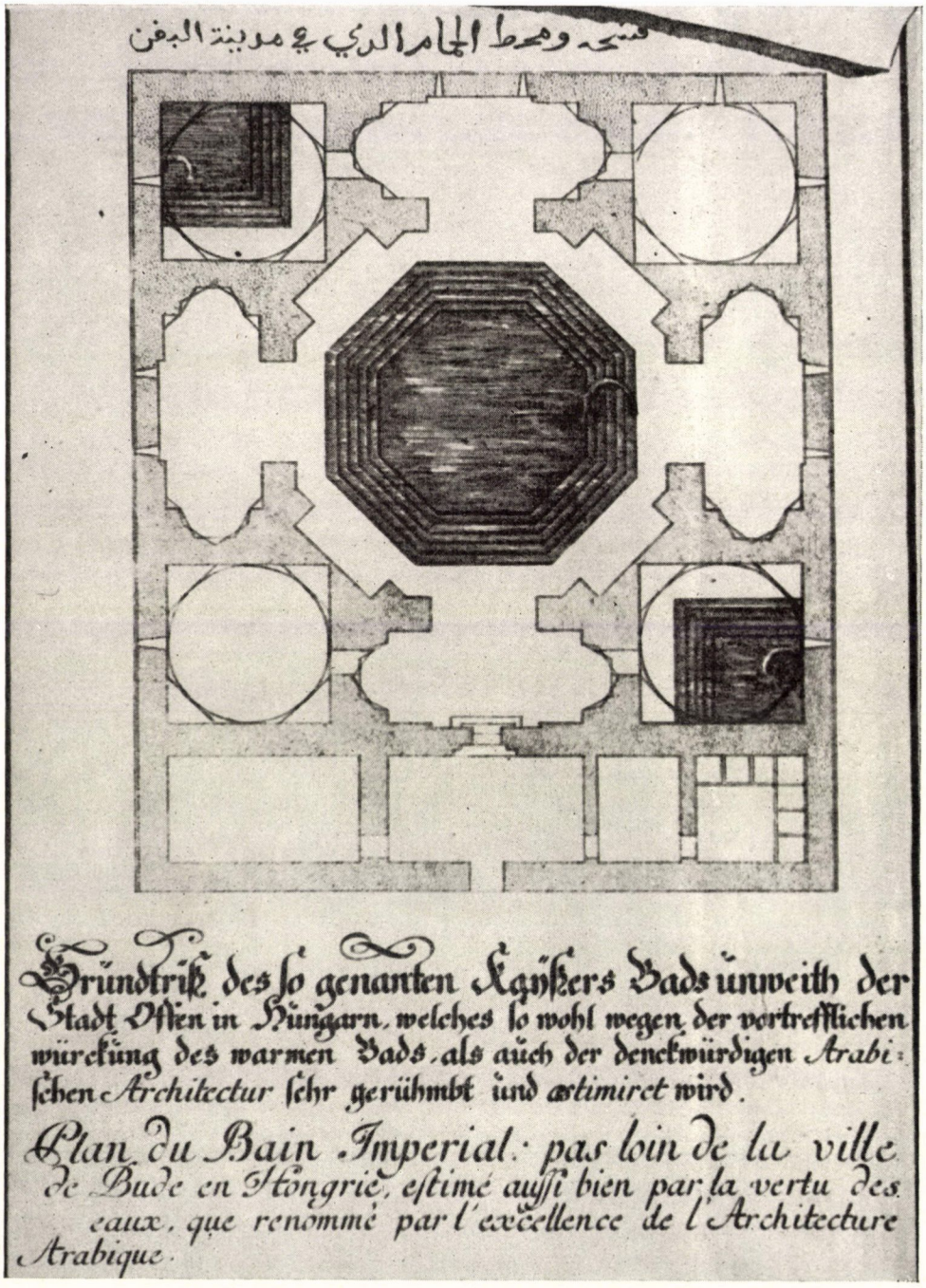


5. ábra. Fischer von Erlach: A Veli bej fürdő homlokzatának rajza. 1721

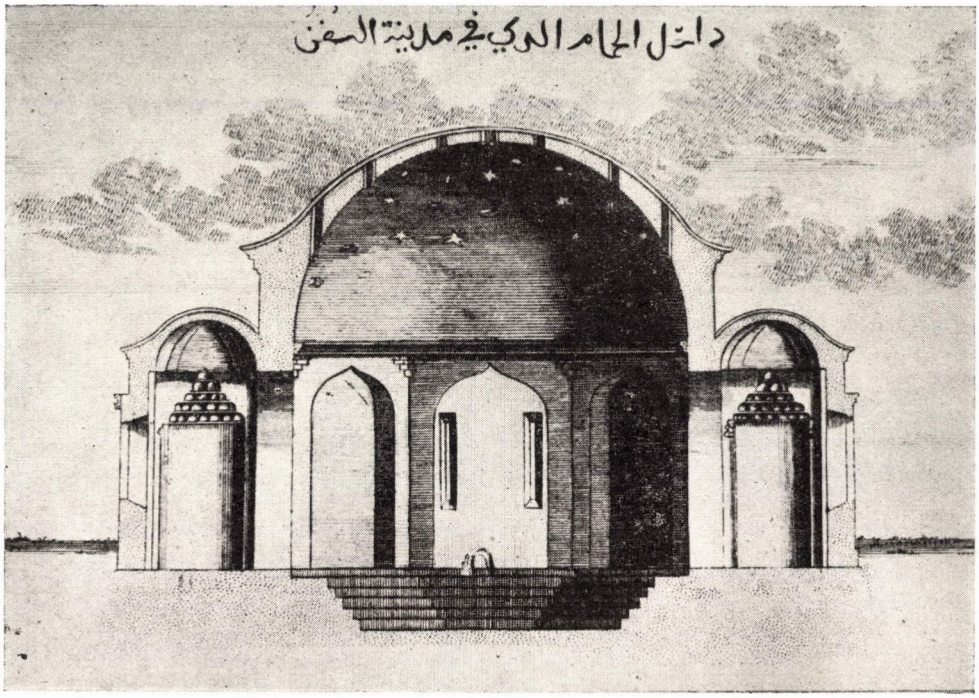
őrizte meg és síremléke, amely a törökvilág után nyomtalanul elpusztult.[9]

Linzbauer érdeme, hogy a fürdő sötét folyosójának falában megtalálta azt a kifogástalan állapotban levő, piszkei márványból faragott feliratos emlékkövet, amelynek homloklapján remekbevésett plasztikus szülüsz írásos nyolc verssor szerint a fürdőépületet Szokollu Musztafa (1566—1578) budai pasa építtette 1572-ben. A kalligrafikus betűkből álló felirat szövegének megfejtése sokat foglalkoztatta a budai fürdők kitűnő monografusát, aki ez ügyben még Bécset is megjárta. Elutazása előtt az emlékkő dekoratív feliratát Sztankovics Lipóttal pontosan lerajzoltatta, majd ennek szövegét a Bécsben lakó orientalista I. Hammer és Gévai Antal lefordította. Időközben az emlékkő eltűnt. Linzbauer 1837. évben megjelenő könyvében már csak Sztankovics előbb említett rajzát közölhette; a feliratos kő az 1867. év után előkerült, és azt véglegesen az új fürdőnek a folyosó melletti bejárat falába illesztették, hirdetve a budai pasa emlékét. A feliratos emlékkő, amelyet egykor Linzbauer kifogástalan állapotban talált meg, eltűnésének ideje alatt nagy változáson ment keresztül: a jelenlegi feliratos kő két oszlopban elrendezett négy-négy verssora ekkor már keretezés nélküli volt; míg az említett Sztankovics-féle rajz a szöveget verssoronként elhatárolt, hosszúkás gyöngyháló keretben ábrázolja. Nyilvánvaló, hogy a Musztafa emlékkő feliratát (100/25 cm) befoglaló plasztikus keretét — annak eltűnése ideje alatt — valaki gondosan lekalapálta, mert a keret nyomai szabad szemmel ma is felismerhetők a szemcsézett kőtábla felületen. Az eddig ismert különböző értelmű fordítások közül a legújabbat Fekete Lajos professzornak köszönhetjük:

[9] *Marsigli:* i. m. 169. o.



6. ábra. Fischer von Erlach: A Veli bej fürdő alaprajza. 1721



7. *ábra.* Fischer von Erlach: A Veli bej fürdő metszete. 1721

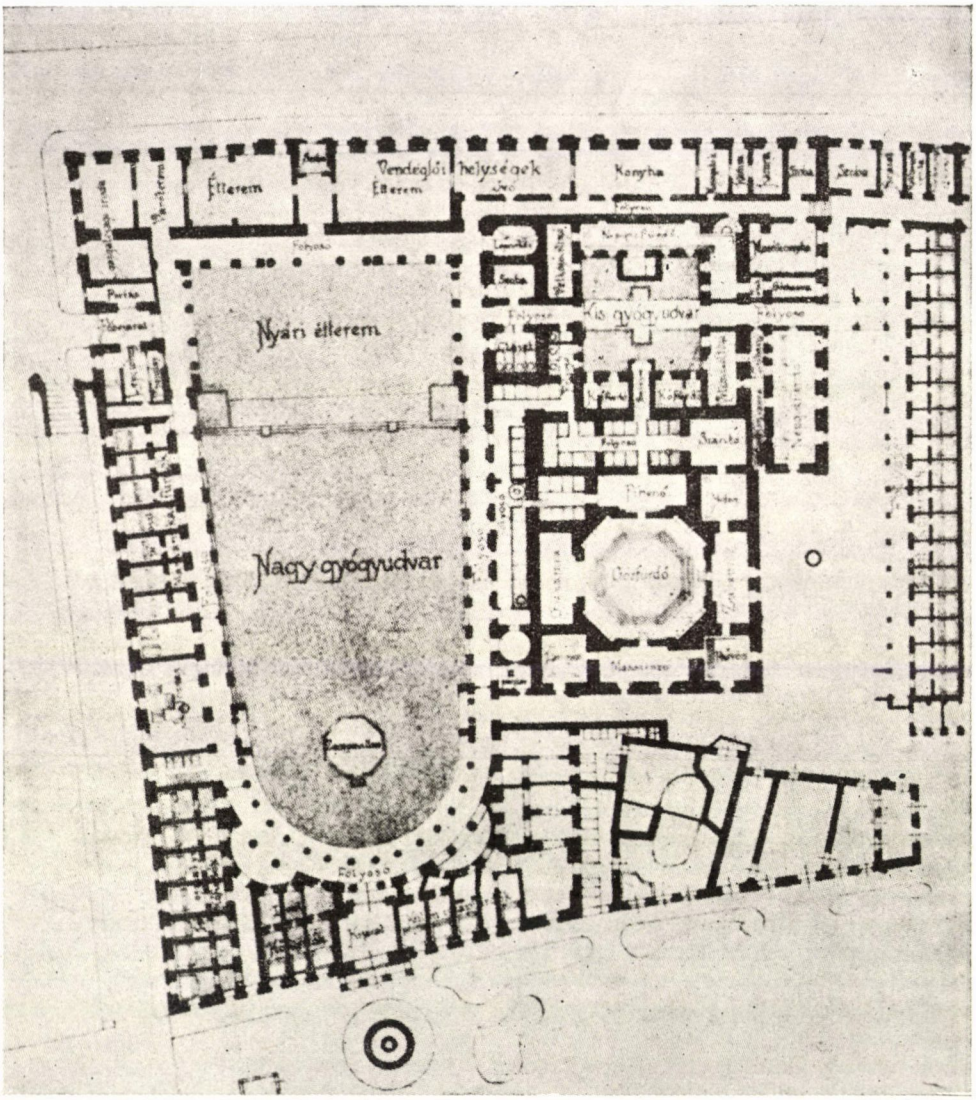
„Ha vagyonát emberbaráti célokra költötte csoda-e az, hisz ő
Mindig a musztafai hagyomány alapján járt el.
Épített egy hévízfürdőt, melyhez hasonlót a világ nem látott,
Méltó volna, ha ennek köznyelven „Boldogság háza" volna a neve.
E bájos épület keletkezésének időpontját úgy foglalták szavakba:
Musztafa pasa építette azt (el nem pusztuló épület)."[10]

A Musztafa emlékkő feliratát ugyanolyan közkedvelt lapos gyöngysor háló keretezte, mint az egykori Kászim pasa budai rondelláját dicsőítő szöveges emlékkövön ma is látható.[11]

Az emlékkő szerint a fürdő építtetője tehát Szokollu Musztafa budai pasa volt, akinek nevéhez annyi más egyházi és világi építkezés is fűződik, míg Veli bej csupán a fürdő bérlője vagy legjobb esetben annak helyreállítója lehetett.

Közvetlenül a törökvilág utáni időkben készült topografikus helyszínrajzok és távlati képek után eltelt egy emberöltővel már sokkal reálisabb, pontosabb felmérési rajzot hagyott reánk Johann Bernard Fischer von Erlach (1656—1723) neves barokk építész, aki Pest-Budát járva, a Veli bej fürdőt is felrajzolta vázlatkönyvébe.[12] Fischer von Erlach már „Császár fürdő"-nek

[10] *Fekete Lajos :* Budapest a törökkorban. 411. o.
[11] Történelmi Múzeum. Buda.
[12] *Fischer von Erlach :* Entwurf einer historischen Architektur. 1721. 84. tábla.



8. ábra. Hild József: A császárfürdő bővítésének terve. 1843

nevezi épületünket. Német és francia nyelvű feliratában dicsérő szavakkal emlékezik meg a fürdő vizéről és „arab építészetéről". Ha szép rajzait (alaprajz, metszet, homlokzat) tüzetesebben tanulmányozzuk és összehasonlítjuk a jelenlegi épülettel, úgy több olyan pontatlanságot és elrajzolást fedezhetünk fel, amelyek elkerülték az eddigi kutatók figyelmét. Bár ezek az elrajzolások nem érintik az épület általános elrendezését, alakját vagy térlefedő szerkezeteit, csupán az épület belsejében jelentkező kisebb elrajzolásokról, hiányokról van szó. A legfeltűnőbb elrajzolást a metszetén láthatjuk: a nagy medence jobb és bal oldalán levő hosszúkás helyiséget félkörű dongával ábrázolja, ötlépcsős fürtös

sztalaktit boltozattal, holott a szóban forgó helyiségek segmens ívű boltozattal készültek, míg a sarkokat kisméretű háromlépcsős sztalaktit boltozatok ékesítik. Rajzának másik feltűnő hiányossága, hogy teljesen mellőzi a medencetérben álló, az ékalakú boltívek terhét hordó sztalaktit fejezetes falpillérek ábrázolását.

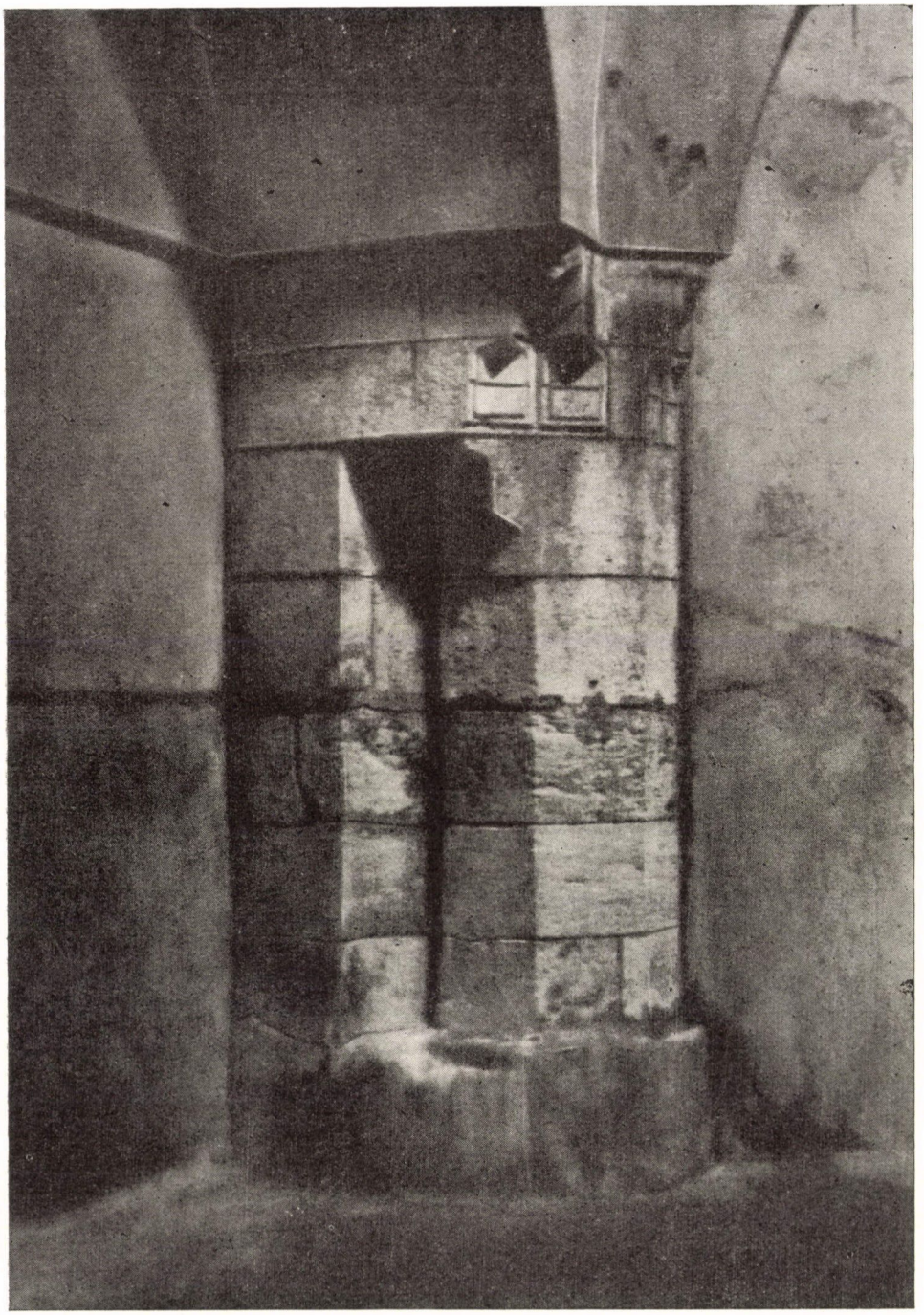
A felsorolt elrajzolásoktól, hiányoktól eltekintve Fischer von Erlach nagybecsű rajza a legjelentősebb dokumentumok egyike a budai fürdők megbízhatatlan, de hangulatos ábrázolású képgyűjteményében. Fürdőépületünk további sorsáról egy évszázaddal később datált tervből értesülünk, amelyet Hild József építész (1789—1867) tervezett 1821-ben. Ez a Császárfürdő és környékének klasszicista felfogásban tervezett nagyvonalú beépítési terve.[13] Hild itt feltünteti az egykori Veli bej fürdő alaprajzát is, amely teljesen azonos alaprajzú Fischer von Erlach felmérési rajzával. Hild rajza tehát azt bizonyítja, hogy kerek egy évszázad alatt, lényegtelen átalakításoktól eltekintve, semmiféle változás nem történt a Veli bej fürdőépület állagában.

Bármilyen különösen hangzik is, de meg kell említenünk, hogy Fischer von Erlach könyvének megjelenése óta eltelt két évszázad leforgása alatt — Foerk Ernő és tanítványai kivételével — nem akadt kutató, aki behatóbban foglalkozott volna nagymúltú fürdőnk tüzetesebb vizsgálatával. De Foerk maga sem használta fel Fischer von Erlach nagybecsű rajzát, mert nem vett tudomást a négyzetes fürdő épületmag nyugati oldalához csatlakozó, háromszakaszos kolostor és teknő boltozattal fedett hosszú folyosójáról (öltözőhelyiség).[14] Azóta sem kísérelték meg behatóbb vizsgálódás és kutatás alapján megírni fürdőnk építéstörténetét. Pedig ez az „Budapest régiségei" közt nyilvántartott élő műemlék bizánci eredetű, kilencosztású alaprajzával, változatos és érdekes térlefedő szerkezeteivel, tartó és támasztóelemeivel, különösképpen változatos épületplasztikájával igen előkelő helyet foglal el a budai török fürdők együttesében.

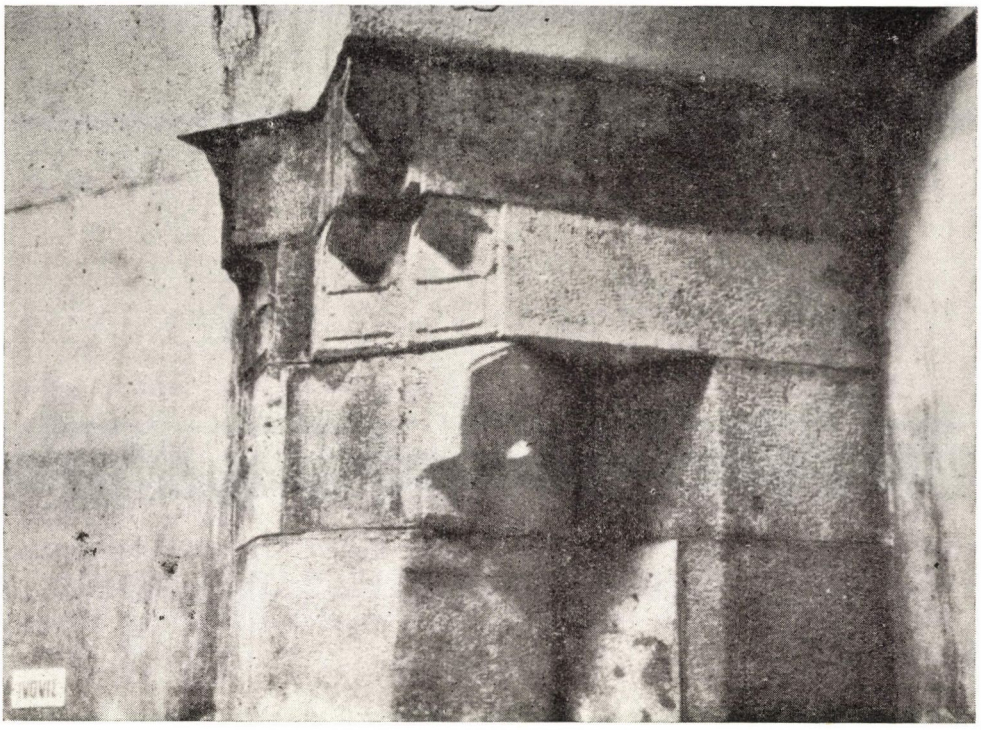
A Duna partján egykor szabadon álló épületet csak nagynehezen találja meg az a vendég, aki eredeti török hévíz fürdőben (ilidzsa) szeretne megfürödni. A nagy, zöldes színű (izbégi) kváderkövekből épített fürdő alaprajza teljesen eltér a többi három budai fürdőtől: szabályos egyenlőszárú görögkereszt-alaprajzának súlypontjában kialakított nyolcszögalaprajzú, ötlépcsős medencéje fölé borul a budai fürdők legnagyobb átmérőjű félgömbkupolája (11,50 m). A központos teréből felnyíló négy égtáj irányában tájolt ékalakú boltívek alatt jutunk be a téglaalaprajzú, megemelt padlószintű helyiségekbe. Egy-egy oldalhelyiség három részre tagozódik: a középső segmens boltozattal fedett hosszúkás helyiség két végét egy-egy pontyhátú boltív határolja. Az így keletkezett két-két szárny tíz szög öt oldalával zárul, melynek két-két sarkát sztalaktit-boltozattal sarkították le. A sztalaktit-boltozatról és a mellette levő falakról indították el a helyiséget lezáró íves boltcikkelyeket. A különböző szerkezetű és alakú térlefedő elemek változatos magasságkülönbsége miatt is a legpompásabb központos épületeink közé sorolhatjuk.

A görögkereszt alaprajzot négy kis 4 m átmérőjű kupolával fedett sarokfülke egészíti ki. A kupolák terhét a tömör falakból kiképzett négy-négy pontyhátú boltív hordja. A négy fülke közül kettő külön fürdő lehetett, mint ez Fischer von Erlach rajzán jól látható, de csak később szüntethették meg az épület déli-nyugati sarkában levő medencét. Feltehető, hogy ezzel egyidőben

[13] *Zádor—Rados :* A klasszicizmus építészete Magyarországon. 133. o.
[14] *Foerk Ernő :* Török emlékek Magyarországon. 42. o.



9. ábra. Veli bej fürdő: sztalaktit-fejezetes falpillér



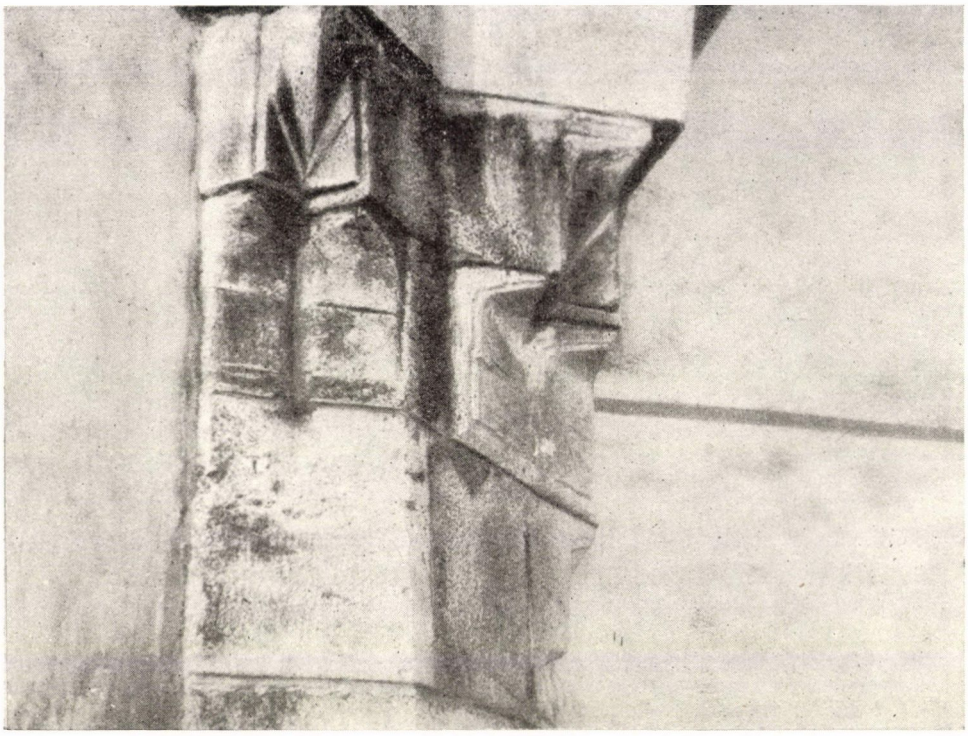
10/a ábra. Sztalaktit fejezetes falpillérek a „Veli bej" fürdőből

emelték meg a medencetérből nyíló helyiségek padlószintjét is, legalábbis erre mutat a sarokboltozatok szokatlanul alacsony indítása. Feltételezésünket igazolja Fischer von Erlach alaprajza is, ahol a medencetér és az ebből felnyíló helyiségek padlószintje azonos magasságú.

A fenti helyiségeket valaha hosszúkás, keskeny rések világították meg. A fürdő belsejének ez a gyér megvilágítása általában mindegyik fürdőnknek jellegzetes tulajdonsága volt. Az állandó félhomály, amely fürdőinkben még ma is uralkodik, nagyban hozzájárult a török fürdőélet ünnepi hangulatának emeléséhez.

Az épület súlypontjában kialakított jellegzetes nyolcszög alaprajzú medencetér magasságát hangsúlyozza a lapos félgömb kupola, melynek terhét ugyancsak nyolc ékalakú boltív közvetíti a nyolc darab sokszögű sztalaktit fejezetes kalászi kőből faragott falpillérekre. A sokszögű falpillérek között csupán négy — ugyancsak ékalakú mélyített falfülkével tagolt — tömör térelhatároló fal eredeti megoldás, míg a többi négy égtáj szerint tájolt fal ideiglenes jellegű munka. Az utóbbi válaszfalaknak eltávolítása kívánatos lenne, a hajdani mozgalmas jellegű térkapcsolás visszaállítása érdekében. A központos belső teret határoló masszív falak egyhangúságát oldja fel a falakban kiképzett ékíves mély fülkék kialakítása, ahol két-két kő mosdómedence (kurna) állott valaha.

A kupolát hordó nyolcszög alaprajzú falak kontúrját követi a helyiség súlypontjában kialakított ötlépcsős medence, melynek mélysége 1,20 m a

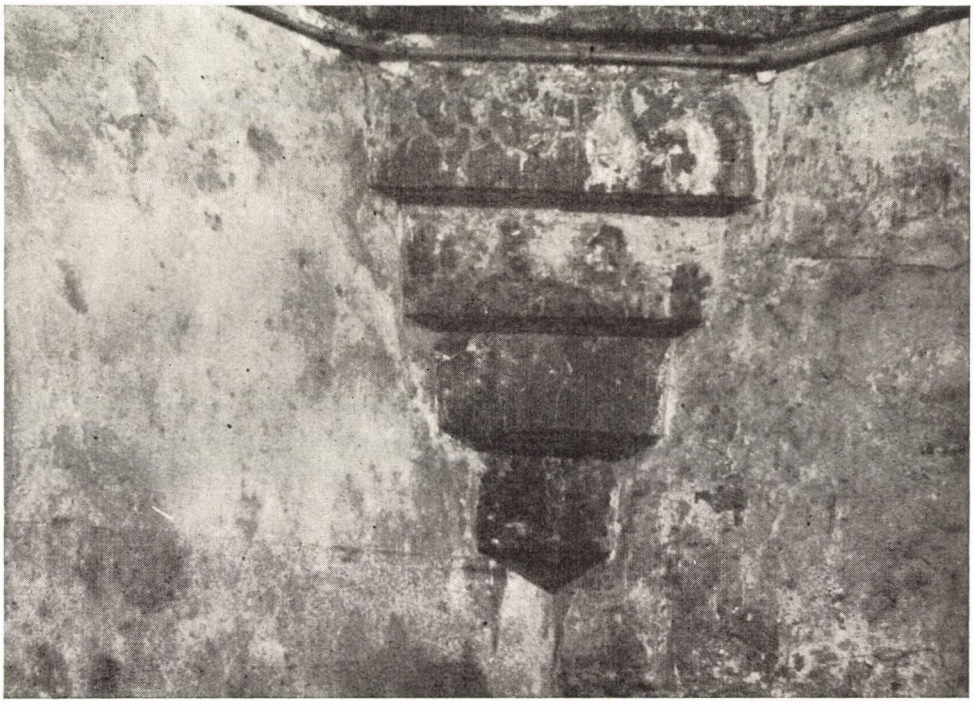


10/b ábra. Sztalaktit fejezetes falpillérek a „Veli bej" fürdőből

padlószinttől. A fürdő belmagassága a medence padlójától a kupola intradoszáig 10,0 m magas, ennek záradékában kialakított kör alakú nyílás világítja meg a medencetér tágas belsejét. Amíg Marsigli kör alakú nyílást ábrázol a nagy kupola záradékában, addig Fischer von Erlach szabálytalan csillag alakú nyílásokat tüntet fel szép rajzán. Inkább az utóbbi ábrázolás felé kell hajlanunk, ha figyelembe vesszük, hogy a délkeleti sarokfülke kupolájának záradékában még látható egy csillag alakú nyílás körvonala. Fischer von Erlach ábrázolásának valószínűségét igazolja továbbá Wallsdorf és Wernher egyértelmű leírása is. Lehetséges, hogy a törökvilág utáni századokban szüntették meg ezt a török fürdőkre oly jellegzetes világítási megoldást, amely oly közkedvelt az anyaországi fürdőépületek kupoláin.

A medencetér puritán falfelületeinek egyetlen megmaradt, de legfőbb dísze a nyolcszögű falak metszéspontjában szellemesen kialakított, kétlépcsős sztalaktitfejezetes falpillérek. A hatszögletű, kalászi kőből faragott pillérek egyenesvonalú mandulával (mādem) ékesített pillérfejezetei közül sajnos csupán kettő maradt meg épségben, míg a többi hat fejezet már újabb keletű munka, amely az eredetinek csak sematikus utánzata. Csak itt, ebben az „élő műemlék"-ben tanulmányozhatjuk ezt a két pillérfejezetet, amelyhez hasonlót a pécsi Kászim pasa dzsámi egykor előteres oszlopfejezeteiről ismerhetünk.

A fejezetek legnagyobb ellensége a vízgőzökből lecsapódó fehér színű vízkő, amely megfigyelésünk szerint teljesen szétmállasztja ezeket a finom



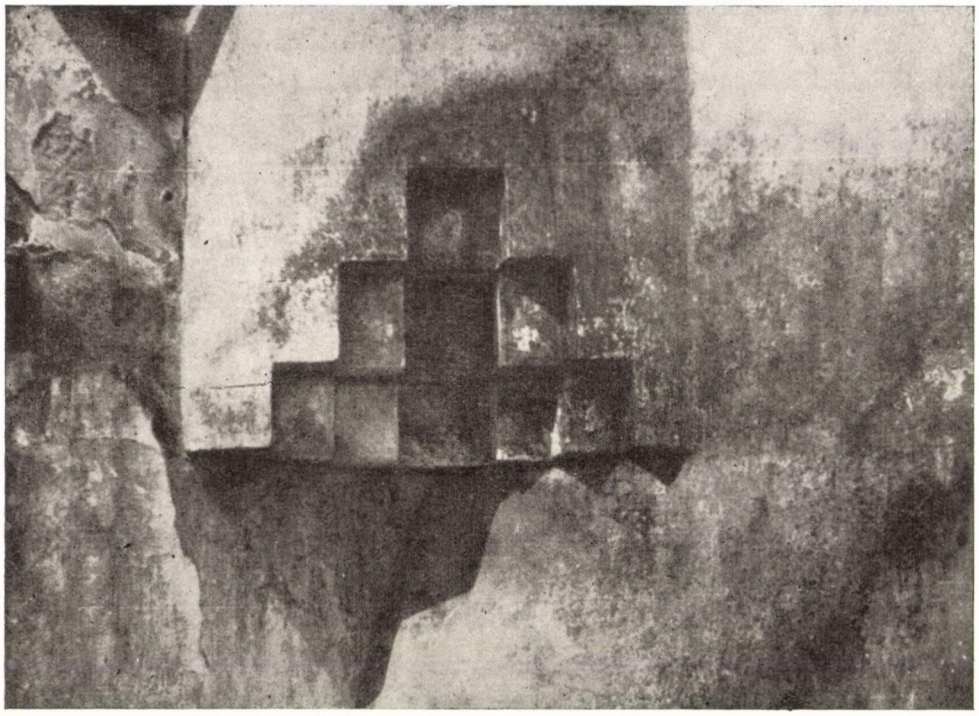
11. ábra. Sztalaktit boltozatok a „Veli bej" fürdőből.
a) Négylépcsős konzollemezes álboltozat

metszésű sztalaktit fejezeteket. Erre a körülményre utalt már E. Brown is, akinek éles szeme meglátta a „szürke színű vízkő" finom lerakódását.

A központos medencehelyiségből nyílik a már említett, emelt padlószintű, négy tégla alaprajzú helyiség, amely kiegészíti a görögkereszt négy szárát. Ebben a helyiségben tanulmányozhatjuk a sarokátmeneti boltozatok rendkívül érdekes példáit. Bár ezek a boltozatok meg sem közelítik a „Rudas" fürdő faragott, nagyméretű és díszesen kialakított sztalaktitboltozatait, ennek ellenére igen érdekes fejlődési szakaszokat tudunk felállítani a törökvilág épületplasztikájának vizsgálatánál.

A görögkereszt alaprajz kialakítása feltételezi nemcsak az épület szimmetrikus elrendezését, hanem annak épületplasztikáját is. Ennek ellenére a magasabb szinten kialakított és pontosan a négy égtáj irányában tájolt tégla alaprajzú helyiségekben látható négy-négy boltozat közül csak az északi és déli helyiség boltozatai azonos kiképzésűek, míg a keleti és nyugati helyiségeké különbözők.

Az északi és déli oldal helyiségét négy-négy kocka alakú, háromlépcsős, de élfaragás nélküli sztalaktitboltozat ékesíti, ezzel szemben a keleti helyiséget alulról felfelé szélesedő diagonálisan elforgatott kockákból kialakított igen ritka „fürtös boltozat" díszíti. A nyugati helyiség sarkaiban négylépcsős, felfelé szélesedő konzollemezes álboltozatot láthatunk, amely a korai Iszlám építészetének első, bátortalan kísérleteit juttatja eszünkbe. Sajnos eme bolto-



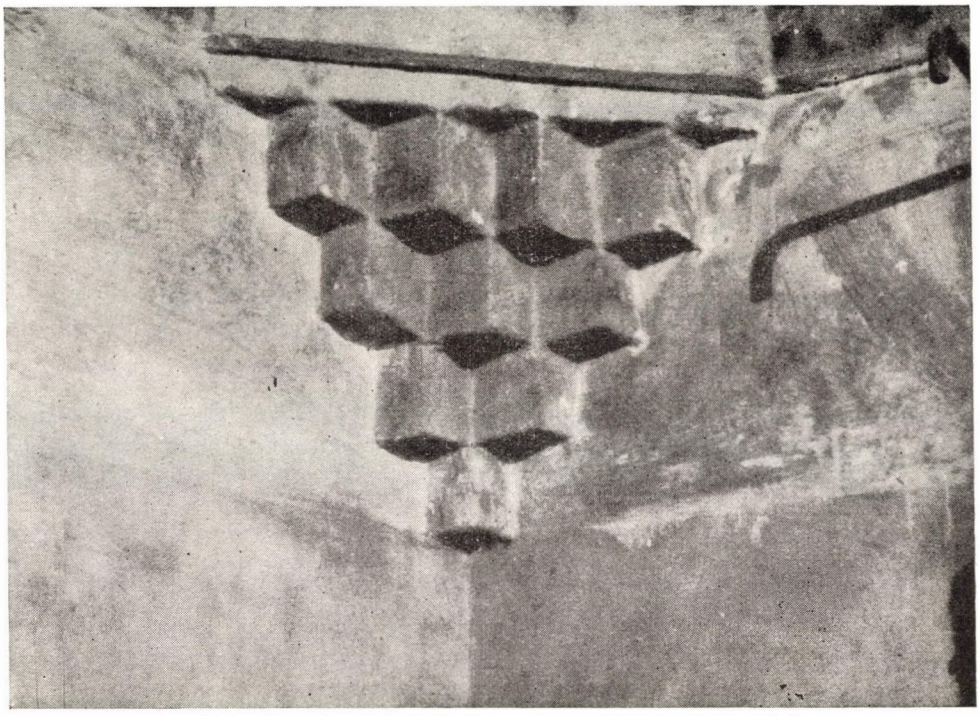
11/a. ábra. Sztalaktit boltozatok a „Veli bej" fürdőből.
b) Háromlépcsős, kocka alakú 5 : 3 arányú konzolboltozat

zatok közül nem is egy sérült vagy elpusztult már, így a fürdőépület boltozatai közül csupán két helyiségben maradt meg épségben.[15]

Már a tégla alaprajzú helyiségekből nyílnak az épület négy sarkát kitöltő 4 m ∅ kupolácskákkal fedett fülkék, amelyek közül az egyik szőrtelenítő (depilatorium) lehetett, legalábbis erre célzott E. Brown a fürdő leírásában. A délkeleti fülke kupolájának indítása alatt — századok óta agyonmeszelt — diagonálisan elforgatott kétlépcsős sztalaktit fogsor-szalag körülfutó mintáját ismerhetjük fel. Ez az egyetlen olyan fülke, amelynek kupolazáradékában még ma is láthatjuk a már említett csillag alakú bevilágító nyílást.

Az egykori fürdő „pazar" berendezéséből csak a csupasz falak maradtak meg. Még azoknak a díszes kialakítású mosdómedencéknek (kurna) is hűlt helyét találjuk, amelyeknek élsarkait az idő múlását jelentő homokórák, ültetett sokszögű testek, tölcsér alakú plasztikus sarokfaragványok díszítették. Ezek a kalászi kőből faragott mosdómedencék egy-egy ékíves falfülkében álltak, és a falból kiálló rézcsapok segítségével hideg vagy meleg vízzel lehetett megtölteni. Sajnos ezeket a nehéz mosdómedencéket is széthurcolták az idők folyamán úgy, hogy hírmondó is alig akad belőlük, pedig ezek a medencék képviselik számunkra — a kevés számú sírkövekkel és írásos emléktáblákkal — a

[15] *Molnár József:* A sztalaktit-boltozatok szerkezete és formai megjelenése a törökvilág emlékanyagában. M. T. É. 1959. 268—274. o.



11/b. ábra. Sztalaktit boltozatok a „Veli bej" fürdőből.
c) Négylépcsős, 4 : 4 arányú fürtös konzolboltozat

törökvilág egykori szobrászatának szerény emlékeit.[16] Az egykori fürdőéletről, szokásokról, az ott zajló életről Wratiszlav és E. Brown — akinek alkalma volt a budai fürdőket meglátogatni — ad színes, korhű leírást. Ez utóbbi a Veli bej fürdőt is felkereste, és a következőképpen írja le a korabeli fürdő belsejét és az ottani fürdőéletet:

„Az ötödik a Veli bej fürdő, melynek vize átható, kénes szagú, alkotórészeinek lerakódása jól látható a medence szélén; vize olyan forró, hogy csak hideg vízzel viselhető el. Az előtér rendkívül tágas, míg a fürdő belseje nagyon széles és öt kupola díszíti. Igen szép a kupolája, amely a medence fölé borul nagy és kerek, jóval szebb, mint az épület négy sarkán álló — különböző célokra használt — helyiség (depilatorium). Itt szőrtelenítik magukat a törökök, mert nem szokásuk, hogy testükön meghagyjanak bizonyos szőrzetet, kivéve a szakállukat.

A nagy kupola terhét tizenkét oszlop hordja. Nyolc között vannak a meleg források, a többi közt ülőhelyek vannak, ahol borbélyok ügyelnek a fürdővendégekre. Minden fülkében két-két kemény kőből faragott mosdómedence áll, amelybe tetszés szerinti hideg és melegvizet lehet ereszteni.

A férfiak délelőtt fürdenek, a nők délután. Ha valaki fürdeni akar, úgy belép az első helyiségbe, ahol különböző szolgák (delák) várják a vendéget, akit

[16] *Molnár József:* Oszmán-török mosdó medencék Magyarországon. M. T. É. 1957. 2. sz. 161—166 o.

ruhával és köténnyel látnak el. Ha a vendég levetkőzött és már felkötötte kötényét, akkor léphet be a nagy medencés helyiségbe. Aztán helyet foglal az oszlopok között. Miután a szolga tenyerével jól megdörzsölte a vendég meztelen testét, ezután lép be a medencébe. A nagyurak alattvalói magukkal hozták hazájuk szokásait és erkölcseiket: bár nyíratják fejüket, de bajuszukat meghagyják, akár a fiatalok.

A borbély azután kecskebőr kesztyűvel megdörzsöli a vendég mellét, hátát és lábát. A padló kövezetén gyakran lát az ember hasonfekvő férfiakat, akiket szappanoz a borbély, majd hideg vízzel öntöz le. A dörzsölés és zuhanyozás után a vendég elvonul a gőzbe."[17]

A budai törökök életmódját az egyszerűség és puritánság jellemezte. Ugyanakkor a közösség érdekében emelt középületeiket faragott kövekből építették, és nehéz ólomlemezzel fedték le.

A „Veli bej" fürdő is ilyen közösséget szolgáló középület volt, amelyet a lakosság tisztálkodására és gyógyulása érdekében építettek. A hévízfürdők gyógyhatását rendkívül nagyra becsülték, ezért tisztántartásukra, a fürdőzők kényelmére nagy gondot fordítottak: a medencék vizét naponként cserélték, másrészt szigorúan tiltották a két nem közös fürdését. Ezért a vendégek különböző időkben látogathatták a fürdőket: délelőtt a férfiak, délután a nők.

A törökvilág utáni időkben ez az elhatárolás teljesen megszűnt. A férfiak és a nők közösen használták a fürdőket. A XVIII. és XIX. század krónikásainak beszámolóiból arról értesülünk, hogy a budai fürdők a prostitúció melegágyai voltak: az alvilág ismert alakjai itt a fürdőkben töltötték a nap legnagyobb részét, különösen télvíz idején, ahol üzleteiket kötötték és feltehetően itt is bonyolították le. Ezt a visszás állapotot, amely nagyban aláásta a budai fürdők egykori jó hírnevét, csak a jelen század harmincas éveiben szüntették meg véglegesen.[18]

A „Veli bej" fürdő közel négy évszázad óta nyújt gyógyulást és tisztálkodási lehetőséget Pest-Buda lakói részére. E hosszú idő alatt igen sok nemzedék részesült forrásvizének áldásaiban, ennek fejében elvárhatja azt a segítő kezet, amely újjávarázsolja ütött-kopott külsejét és elhanyagolt belsejét.

Érkezett 1961. január hóban.

[17] *Linzbauer :* i. m. 55—56. o.
[18] *Siklóssy László :* A régi Budapest erkölcse. 1922.

10 ÉVES AZ AKADÉMIAI KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI BIZOTTSÁG

Tíz esztendeje annak, hogy a Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályában a közlekedéstudomány helyet kapott, s ennek szerve: a *Közlekedéstudományi Főbizottság* (most: *Bizottság*) megalakult. Tíz esztendő nem nagy idő egy még kiforrásban levő tudományterület életében, mégis elmondhatjuk, hogy a hazai közlekedéstudomány alapjainak megteremtése, a szervezett tudományos munka megindítása és gyakorlati hasznosítása terén e rövid idő alatt több történt, mint a felszabadulás előtti korszakokban együttvéve.

Régebben a hazai közlekedés egyes kiváló tudósainak úttörő eredményei csak a közlekedés egy-egy részterületére vonatkoztak; a közlekedésnek, mint az emberi társadalom egyik alapvető jelenségének átfogó, szintetikus vizsgálata, s az ehhez szükséges erkölcsi és anyagi támogatás, a megfelelő tudományos bázis úgyszólván teljesen hiányzott. Az egyetemi tanszékek magukra hagyottan, a gyakorlati élettől többnyire elszigetelten dolgoztak, mert a közlekedés akkori vezetőit jóformán teljes mértékben kielégítette az empíria, s a tudományos alapokra épülő közlekedésfejlesztés döntő fontosságát nem ismerték fel.

A felszabadulás után, a nagy lendülettel megindult újjáépítés, a szocialista tervgazdálkodásra való áttérés nyomán a hatalmas gazdasági fejlődés új helyzetet teremtett országunkban; olyan gyorsan növekvő igényeket támasztott a közlekedéssel szemben, amelyeket az adott kapacitások mellett a régi módszerekkel kielégíteni már nem lehetett. A népgazdaság fejlődése eredményeként fellépő új követelmények kielégítése, valamint a Szovjetunió élenjáró tudományos és gyakorlati eredményeinek megismerése adta az első impulzusokat a hazai közlekedéstudományi kutatások megindulásához, a szervezett kutatómunka kifejlesztéséhez. A kezdetben szórványosan megindult, jobbára öntevékeny tudományos munka egyéni eredményei, majd a METESZ keretében kialakuló társadalmi-tudományos munka nyomán tudományos életünk irányítói helyesen ismerték fel, hogy a közlekedéstudományi kutatások ügyét nem szabad csak a spontán tevékenységre bízni, hanem gondoskodni kell arról, hogy a tudományos munka magas szintű irányítás és ellenőrzés alatt, szervezetten, tervszerűen egy célt: a hazai közlekedés hatékony működését, fejlesztését szolgálja. A Magyar Tudományos Akadémia kapui e felismerés nyomán nyíltak meg a közlekedéstudomány előtt, megteremtve ennek bázisát: a Közlekedéstudományi Főbizottságot.

Bizottságunk elsődleges feladata az volt, hogy a gyakorlati igényekből kiindulva — ezek fontossági sorrendjének megállapításával — a közlekedés valamennyi ágazata számára biztosítsa a tudományos munka egységes elvek szerinti megindítását, a tudományos bázisok megteremtését, s ugyanakkor megkezdje a közlekedés tudományos elvi alapjainak feltárását, valamint azoknak a komplex kérdéseknek feldolgozását, amelyeknek megoldása már nem ágazati, hanem összehangolt, szintetizáló munkát követelt meg.

A sürgetően jelentkező, elsősorban a vasúti közlekedést segítő részfeladatok megoldására összpontosított munka során bizottságunk a *vasúti üzemi munka* jobb szervezésére, a korszerű technológiák hazai bevezetésére vonatkozó módszerek kialakítását kezdte meg, közvetlen segítséget nyújtva ezzel az ugrásszerűen növekvő vasúti szállítási feladatok megoldásához.

További, sokrétű feladatot jelentett a *tudományszervezési munka* megindítása, a rendszeres tudományos kutatás szervezeti alapjainak lerakása. Ezt különösen előtérbe helyezte az a körülmény, hogy a bizottságunk szervezésével közel egyidőben létesült legelső ún. „iparági" kutató intézet — a *Vasúti Tudományos Kutató Intézet* — működési

körének kialakítása, tématervének helyes irányú meghatározása, az elmélet és gyakorlat közötti kapcsolat kialakítása megoldást kívánt.

Bizottságunk — a vázolt feladatkörökre összpontosított tevékenysége következtében — akkor még nem foglalkozhatott valamennyi közlekedési ágazat tudományos kérdéseivel és arra sem volt lehetősége, hogy az egész közlekedést felölelő általános elvi problémák megoldásával intenzíven foglalkozzék.

Ez a mindjobban érezhető hiány vezetett 1952-ben arra az elhatározásra, hogy bizottságunk *állandó albizottságokat* szervezzen a *vasúti*, a *közúti*, a *városi közlekedési* és a *hajózási* ágazatok részproblémáinak állandó gondozására, az egyes tudományterületeken a tudományos munka kialakítására. Az albizottságok olyan nagy ügybuzgalommal kezdték meg ágazati területük tudományos problémáinak feltárását és megoldásának irányítását, hogy bizottságunk a részproblémák megoldásáról rövid időn belül áttérhetett az ágazati kutató munkák összefogására, az egységes elvek kialakítására.

Megnyílt a lehetőség arra is, hogy a *közlekedés tudományelméleti, rendszertani kérdéseinek* nemzetközi vonatkozásban is úttörő jelentőségű megoldását megkezdjük, és ennek nyomán megindulhatott a hazai közlekedéstudomány területén a feladatok tisztázásának, elhatárolásának és rendszerezésének alapvető munkája.

Az átfogó munka egyik legfontosabb részét: *a közlekedés hazai tudományos helyzetképének* feltárását bizottságunk igen mélyreható elemzéssel végezte el; a világviszonylatban kialakult közlekedéstechnikai szinthez igazodó fejlesztés figyelembevételével dolgozta ki a követendő kutatási irányelveket, számításba véve a rendelkezésre álló kutatóbázisokat s az új kutatási bázisok megteremtésére vonatkozó igényeket. Lényegében ezzel a munkával indult meg az a folyamat, amelynek célja a közlekedéstudomány gyakorlati szerepének megteremtése volt, s melynek eredményeként bizottságunkat, mint a közlekedéstudomány legfelsőbb tudományos irányító szervét, annak elvi, összefogó szerepét mindinkább elismerték és véleményét irányadónak tekintették.

A következőkben néhány olyan, nagyobb jelentőségű eredményről emlékezem meg, amelyek bizottságunk munkáját az első években jellemezték.

A közlekedés egyik legégetőbb és a fejlesztés szempontjából meghatározó jelentőségű problémája a *vasúti vontatási rendszerek* közül a hazai viszonyok között leghatékonyabb változat kijelölése. E sokrétű probléma elsődlegesen jelentkező kérdése az adott *gőzvontatási rendszer* energiafelhasználásának gazdaságosabbá tétele volt. Bizottságunk megvizsgálta a MÁV üzemi szénellátásának helyzetét, és módszertani útmutatást adott a szénfogyasztás csökkentésére, valamint a mozdonyok hatásfokának növelésére. Ezt követően a további fejlesztés irányainak meghatározására alkalmas módszereket dolgozott ki, így a *villamosítás* gazdasági hatékonyságának vizsgálatára vonatkozó módszert; a *dieselvontatás* problematikájának széleskörű vizsgálatára pedig külön diesel-villamos albizottságot szervezett. Az albizottságnak a számos szakértő bevonásával kidolgozott tanulmányát a MÁV a diesel- és villamosvontatás fejlesztési terveinek kialakításánál felhasználta.

A vasúti pálya műszaki problémái közül a *vasbetonaljak* alkalmazásával kapcsolatos elméleti és gyakorlati kérdések feltárására is külön bizottság szervezésére került sor, amely meghatározta a vasbetonaljakkal szembeni műszaki és üzemi követelményeket, ezek alkalmazásának feltételeit és lehetőségeit. Bizottságunk útmutatást adott a villamos térközbiztosító berendezések vasbetonaljas pályán való viselkedésének vizsgálatára. Segítséget nyújtottunk a talpfák ragasztás útján történő előállítására irányuló, a Vasúti Tudományos Kutató Intézet és a Faipari Kutató Intézet által közösen végzett kutatásokhoz is. Igen nagy jelentőségű útmutatásokat adott továbbá bizottságunk a *vasúti pályaépítési és fenntartási munkák gépesítéséhez.*

Kidolgozást nyertek azok a tudományos elvek, amelyek lehetővé tették a *Szovjetunió* vasutainál alkalmazott korszerű üzemviteli, tervezési technológiák és módszerek hazai viszonyok közötti bevezetését. Bizottságaink jelentős segítséget nyújtottak a vonatközlekedési tervek elvi alapjainak kidolgozásához, az elegyrendezésnél, a menetrendszerkesztésben és más munkaterületeken igen sok új módszer kialakításához.

Meghatározást nyertek az *országos közúthálózatfejlesztési terv* alapelvei. Bizottságunk több alkalommal nyomatékosan rámutatott arra, hogy a népgazdaság és ezen belül a közlekedés arányos fejlesztése úthálózatunk korszerűsítését, pormentes útburkolatokkal való ellátását nélkülözhetetlenné teszi. Javaslataink nyomán került sor a közúttervezési és városfejlesztési tervek egyeztetésére hivatott tárcaközi bizottság megszervezésére, majd — igen jelentős eredményként — az *Útügyi Kutató Intézet* létrehozására. Bizottságaink irányelveket dolgoztak ki országos *közúti forgalomszámlálás* lebonyolításának módszereire. *A közút és gépjármű kölcsönhatásainak* vizsgálata során kialakított tudományos elvek eredményesen segítették az utak és járművek fejlesztésénél nélkülözhetetlen összhang biztosítását.

Tervek, javaslatok készültek a *belvízi, dunai és tengeri hajózás* fejlesztésére, a korszerű hajótípusok kialakítására is.

Bizottságunk nagy súlyt helyezett a *városi közlekedés*, elsősorban *Budapest* közlekedési nehézségeinek vizsgálatára. E munkák során javaslatokat dolgozott ki a csúcsforgalmi nehézségek csökkentésére, majd a közlekedési irányelveknek megfelelő közúti villamosvasúti, trolibusz és autóbusz járműtípusok tervezésének irányelveit foglalta össze; ezeket a Belsőégésű Gépek és Gépjárművek Bizottságával együttesen vitatta meg.

A Közúti és Városi Közlekedési Albizottság által kidolgozott: „A budapesti közlekedés fejlesztésének irányelvei" c. tanulmányt a Fővárosi Tanács VB legfőbb vezetőinek részvételével vitattuk meg; a tanulmányt az illetékes városi közlekedési szervek munkájuk során irányadónak tekintik.

Az egyes közlekedési ágazatok fejlesztését, tudományos segítséget igénylő feladatainak megoldását elősegítő bizottsági munkákat évről évre mindjobban áthatotta a közlekedés egészét átfogó, világviszonylatban is alapvető kérdés: az *egyes közlekedési ágazatok korszerű koordinációjának* megvalósítására való törekvés. Bizottságunk következetesen feltárta a közlekedési ágazatok közötti optimális forgalommegosztás elvi alapjait, a közlekedésen belüli arányos fejlesztés törvényszerűségeit, s megvetette az alapját a hazai egységes közlekedés kialakításának, a közlekedéspolitika tudományos alapokra helyezésének.

E rendkívül sokrétű, komplex tudományos feladat egyik alapvető kérdése: az *önköltségszámítás* foglalkoztatta elsősorban bizottságainkat. Joggal mondhatjuk el, hogy a tudományos szervek által kidolgozott ágazati és a különféle közlekedési ágazatok önköltségeinek összehasonlítására alkalmas számítási módszerek hazai közlekedéstudományunk külföldi viszonylatban is elismerést nyert eredményei. Az önköltségszámításokra felépülő gazdaságossági, illetve hatékonysági vizsgálati módszerek felhasználásával a közlekedési tárca jelentős előrehaladást ért el a közlekedési ágazatok közötti forgalomelosztás gyakorlati megvalósítása terén. Ilyen pl. egyes kisforgalmú vasútvonalak forgalmának közútra való terelése, amely kifejezetten a következetes tudományos munka eredménye.

A bizottságunk munkájának tudományos eredményeire utaló példák után — úgy vélem — érdeklődésre számíthat, ha röviden a *bizottság életéről, tudományszervező és irányító tevékenységéről* is tájékoztatást adunk.

A bizottság 1951-ben a közlekedés egyes tudományterületeit művelő egyetemi tanárokból, a tudományos munkát öntevékenyen végző szakemberekből alakult meg. A bizottsági munkában való részvételre felkért tudósok, szakemberek lelkes örömmel végezték úttörő munkájukat, dolgozták ki a tudományos feladatokat. Az eredmények minél teljesebb felhasználása, a tudomány és gyakorlat szoros kapcsolatának kifejlesztése a hazai közlekedés időszerű, komplex tudományos kérdéseinek megoldása érdekében — a későbbiek során — bizottságunkat a közlekedés egyes szakágazati vezetőivel, a tudományos kutató intézetek igazgatóival, az albizottságokat a legkiválóbb szakemberekkel bővítettük ki. Örömmel tapasztaltuk, hogy a gyakorlati munkát irányító szakemberek bevonása rendkívül hasznosnak bizonyult. A munkába bevont szakemberek közvetlen tájékozódást szerezhetnek a bizottsági tudományos munkáról, segítséget nyújtanak a tudományos munka kiszélesítéséhez, s hathatósan elősegítik az elért eredmények gyakorlati alkalmazását, a tudományos munka megbecsülését. A Bizottság régi és új tagjait egyaránt köszönet és elismerés illeti azért az odaadó, önzetlen munkáért, amellyel a hazai közlekedéstudomány fejlődését, s ezen keresztül közlekedésünk teljesítőképességének hatékony növelését, színvonalának emelését szolgálják.

Az eltelt évtized második felében — a bizottság irányító és ellenőrző tevékenységének fokozatos előtérbe kerülésével — teljes mértékben az albizottságok vették át az egyes ágazati tudományos témák megoldására irányuló munkák irányítását és megvitatását.

Bizottságunk — amint arra már utaltam — megalakulása óta központi feladatának tekintette a *közlekedés tudományos bázisainak*, a tudományos kutatóintézeteknek kiépítését, elvi irányítását és ellenőrzését. Az ún. iparági kutató intézetek hálózatának kialakítása érdekében végzett munkánk jelentősen hozzájárult ahhoz, hogy ma már a közlekedési tárca három ágazati kutató intézettel *(Vasúti Tudományos Intézet, Autóközlekedési Tudományos Kutató Intézet, Útügyi Kutató Intézet)* rendelkezik és az Akadémián is megalakulhatott egy közlekedéstudományi munkaközösség. A kutató intézetek maguk is igényelték terveik felülvizsgálatát, egy-egy komplexebb téma tematikájának megvitatását és egyes befejezett témák felülvizsgálatát. Bizottságaink építő bírálattal, elvi iránymutatásokkal, az intézeti munkák általános felülvizsgálatával mindig készségesen nyújtottak segítséget, s tettek eredményes javaslatokat az intézeteknek, illetve illetékes felügyeleti szerveiknek. Jelentős szerepe volt bizottságunknak abban, hogy az ágazatok

szerint szervezett kutatóintézetek munkájukban a közlekedés átfogó szemléletét érvényesítették és nem váltak kizárólag az ágazatuk érdekeit szolgáló szervekké. A népgazdasági érdek s ezen belül az egész közlekedés osztatlan érdekének szolgálata mutatkozik ebben, anélkül, hogy az ágazati belső fejlődést elősegítő problémák megoldása hátrányt szenvedne.

A bizottsági munka általános irányító tevékenysége mellett mindinkább előtérbe került az akadémiai kutató tevékenység kiépítése, az ilyen irányú kutatómunkák egységes irányítása. Közlekedéstudományunk döntően fontos bázisait, az *egyetemi tanszékeket* az Akadémia egyes témák kidolgozásában céltámogatással segítette, s a kidolgozott munkák gyakorlati felhasználását szorgalmazta. A ma még viszonylag szűk céltámogatási keretek optimális felhasználása, a legfontosabb feladatok tervszerű kidolgozása, a munkák összhangjának biztosítása tervszerű, egységes irányítást, együttműködést kívánt az egyetemi tanszékeken végzett kutató munkákban. Ez vezetett arra, hogy 1957-ben megalakult az *MTA Építés- és Közlekedéstudományi Munkaközössége*, amely 1959-től különálló *Közlekedéstudományi Munkaközösségként* működik. A Közlekedéstudományi Munkaközösség — amely a tervezett akadémiai közlekedéstudományi intézet magja — mindinkább arra törekszik, hogy szervezett, egységes apparátusként a közlekedés több ágazatát érintő komplex kérdések megoldására összpontosítsa erejét. Bár erre ma még a szükséges feltételek hiányoznak, bizottságunk mégis arra törekedett, hogy a munkaközösség terveit e célkitűzés szolgálatába állítsa. Sajnos, a rendkívül sok megoldásra váró komplex feladat következtében még ma is igen sok kutatási téma szerepel a munkaközösség tervében és csak kis mértékben sikerült a rendelkezésre álló kutató kapacitást (3 főállású és 6 félállású kutató) egy-egy nagyobb téma megoldására összpontosítani. Jó példáját adta viszont a munka összpontosításának a közlekedési ágazatok koordinációjára vonatkozó kutatások összefogása, s ennek keretében a közlekedési ágazatok közötti összefüggések feltárására és meghatározására irányuló munka elvi irányítása.

Az egyetemi tanszékeken önállóan, majd a munkaközösség keretében végzett kutató munkák ismertetése és hasznosításának felmérésére külön tanulmányt kívánna. E helyen csupán arra utalunk, hogy bizottságunk az elvégzett munkákat az MTA Műszaki Tudományok Osztályának irányelvei szerint bírálta el. A kidolgozott munkák jelentős részét a közlekedési tárca illetékes vezetőihez azzal a kéréssel küldötte meg, hogy segítsék elő azok gyakorlati alkalmazását. Bizottságunk számos esetben kapott tájékoztatást arról, hogy a megküldött munkákat miképpen hasznosították.

Bizottságunk tíz éves működése során a közlekedés átfogó problémáit, az egyes kutatásokban elért eredményeket különféle rendezvényeken a nagy nyilvánosság elé tárta. 1952-ben — a Közlekedés- és Közlekedésépítéstudományi Egyesülettel közösen — rendezte meg az *I. Közlekedési Kongresszust*, amely a közlekedési pályák építésének és fenntartásának gépesítésével foglalkozott, majd a későbbi évek során az *I.* és *II. Közlekedési Értekezletet ;* ezek a közlekedési ágazatok fejlesztésének legfontosabb kérdéseit, illetőleg a komplex közlekedésfejlesztés problémáit tárgyalták meg. Bizottságunk 5 éves fennállása alkalmával, 1956 júniusában *Miskolcon* kétnapos *nyilvános ülést* tartott, amelyen a közlekedéstudomány általános kérdésein kívül a vasúti felépítmény anyagának minőségi kérdései, valamint Miskolc és környéke közlekedésének problémái kerültek megvitatásra. 1958-ban rendeztük meg az Akadémián az első *Országos Közúti Ankétot*, amely a nagy nyilvánosság elé tárta úthálózatunk helyzetét, fejlesztésének szükségességét és meghatározta ennek elvi irányait. Az ankét — jelentőségének megfelelően — az ország tudományos és gyakorlati szakembereinek széles körében nagy érdeklődést váltott ki és jelentősen elősegítette az úthálózatfejlesztés megindulását.

E nagyobb rendezvényeinken kívül számos *előadást, felolvasó ülést* tartottunk a legidőszerűbb közlekedéstudományi problémákról és az új eredményekről.

Az elért tudományos eredmények *publikálása* terén még vannak hiányosságaink. A bizottsági tagok munkái eddig a közlekedés egyesületi és szakmai folyóirataiban jelentek meg nagyobb számban; az akadémiai kiadványokban viszonylag kevés tanulmány került publikálásra. Az akadémiai Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények — korlátozott terjedelme miatt — csak kevés tanulmány közzétételére nyújtott lehetőséget, az egyéb akadémiai kiadványokat pedig nem vettük kellően igénybe. Az Akadémiai Kiadó kiadásában hazai szerzőtől közlekedéstudományi vonatkozású könyv tíz év alatt csak egy jelent meg; tudósainknak, szakíróinknak ugyanis a fejlődés első időszakában a Műszaki Kiadó és a Tankönyvkiadó profiljába tartozó művek megírását kellett elsősorban elvégezniök. Mindinkább megnyílik azonban a lehetőség arra, hogy több tanulmány jelenjék meg az Akadémia közleményeiben, s minden reményünk megvan arra is, hogy az Akadémia 5 éves könyvkiadási tervében előirányzott 5 közlekedéstudományi könyv kiadására is sor kerül.

A külföldi akadémiákkal való *nemzetközi együttműködés* kiépítése terén még csak a kezdeti lépésekre került sor; a rendszeres együttműködést biztosító nemzetközi kapcsolatok kialakítása a közeljövő feladata. Első külföldi vendégünk, *T. Sz. Hacsaturov* szovjet akadémikus 1958-ban nálunk tett látogatása óta csak 1960-ban láthattunk vendégül külföldi tudóst, *Dr. Joachim Günther* professzor, a drezdai Közlekedési Főiskola rektora személyében, akik értékes előadásokat tartottak és vitaüléseken is részt vettek hazánkban. Külföldi tanulmányutakra is csak kis mértékben nyílott lehetőségünk. Az 1955-ben Isztambulban tartott nemzetközi Útügyi Kongresszuson bizottságunk alelnöke a közlekedési tárca segítségével vehetett részt. Az 1959-ben Los-Angelesben megrendezett ugyanezen kongresszusra már csak a Közúti és Városi Közlekedési Albizottság közreműködésével kidolgozott tanulmányok elküldésére volt lehetőség, amelyek jelentős nemzetközi sikert értek el.

A *tudományos minősítésekkel* összefüggő feladatok sorában bizottságunk arra összpontosította erejét, hogy a megalakuláskor még viszonylag igen csekély számú (5 fő) minősített tudósok számát kellő előrelátással és mértéktartással növelje. E munka eredményességére utal, hogy a közlekedéstudomány területén ma már egy levelező tag, két műszaki tudományok doktora és 15 műszaki és közlekedéstudományok kandidátusa működik. Ahhoz, hogy a többi tudományterületek minősített tudósainak arányait elérjük, további kitartó munkára van szükség. A kilátások biztatóak, mert jelenleg 35 aspiránsunk végzi tanulmányait. Igen örvendetes, hogy az aspiránsok többsége fiatal, tudományos utánpótlásunk így helyes úton halad.

A tudományos munka iránti érdeklődés kiszélesítése terén elért eredményeket mutatja, hogy az MTA Műszaki Tudományok Osztálya keretében kiírt pályázatokra évről évre mind több pályamű érkezett be és a meghatározott témákra kiírt pályázatok is eredményesen zárultak.

Bizottságunk sok más, a fentiekben nem említett munkái közül az *Országos Távlati Tudományos Kutatási Terv* főfeladatainak kitűzésében, majd ezek részletes tervtanulmányainak kidolgozásában végzett tevékenységét emelem ki; ebben a fontos munkában tudósaink, szakembereink már értékesítették az eltelt évtized közlekedéstudományi eredményeit és tapasztalatait.

Úgy vélem, hogy bizottságunk 10 éves munkájának e rövid áttekintése is kellően mutatja, hogy a közlekedés szakterületén az elvi, tudományirányító tevékenység általában helyes irányban halad és nem véletlen, hogy a népgazdaság vezető és tudományos szervei a bizottságot a hazai közlekedéstudomány legfelsőbb tudományos fórumának, elvi összefogó szervének tekintik, s véleményét irányadónak ismerik el. Bizottságunknak igen jelentős szerepe van abban, hogy közlekedéspolitikánk a legutóbbi években — tudományos alapokra támaszkodva — következetesen megteremti az egységes közlekedést, annak arányos fejlesztését, a közlekedési szükségletek magasabb fokú kielégítését.

A *jövő feladatait* illetően elsősorban azon kell fáradoznunk, hogy a közlekedéstudományi *alapkutatások* és az átfogó, több közlekedési ágazatot érintő *komplex kutatások*, a *közlekedés távlati fejlesztésének tudományos előkészítése* álljon a munka középpontjában.

Ezzel összefüggésben megemlítjük, hogy az Országos Távlati Tudományos Kutatási Terv közlekedési főfeladatait kidolgozó előkészítő bizottságok közel 60 téma megoldására csak a *Közlekedéstudományi Munkaközösséget* tartották alkalmasnak, feltételezve, hogy rövid időn belül ez a szerv *akadémiai kutató intézetté fejlődik*. Az előkészítő bizottságok állásfoglalását teljes mértékben indokoltnak kell elfogadnunk, mert a rendkívül komplex, igen nagyszámú tudományterülettel határos, valamennyi közlekedési ágazat működési körét érintő, átfogó elvi problémák megfelelő megoldása csak az egyes közlekedési ágazatoktól független, kellő tudományos tekintéllyel rendelkező akadémiai intézettől várható. Arra kell tehát törekednünk, hogy a Közlekedéstudományi Munkaközösséget olyan irányban fejlesszük tovább, hogy az az akadémiai intézet megszervezésére megnyíló lehetőségek esetén — intézeti formában — zökkenő nélkül megkezdhesse működését. Bizottságunknak szorgalmaznia kell a meglevő ágazati kutatóintézetek fejlesztését is, és elő kell segítenie az egyes közlekedési ágazatok (vízi- és légiközlekedés, városi közlekedés) területén jórészt hiányzó intenzív kutató munka megindulását. Fokozottabban kell tehát segítenünk elsősorban a *Hajózási Albizottság* munkáját és meg kell szerveznünk a *Légiközlekedési Albizottságot* is.

További lehetőségeket kell keresnünk az elért *tudományos eredmények* publikálására, majd gyakorlati felhasználására. A nemrég megtett intézkedések eddigi eredményei joggal tesznek bizakodóvá bennünket e területen is. Növeljük a *felolvasó ülések, ankétok* számát s továbbra is segítséget nyújtunk a *Közlekedéstudományi Egyesületnek* — amellyel kapcsolataink az eltelt tíz év alatt igen szorosak és gyümölcsözőek voltak — a konferenciák, kongresszusok minél magasabb színvonalú megrendezéséhez.

Nemzetközi kapcsolataink kiszélesítése érdekében elsősorban a *baráti országok akadémiai közlekedéstudományi szerveivel* való személyes kapcsolatainkat igyekszünk kibővíteni és további lépéseket kívánunk tenni a szervezett együttműködésre. A szoros kapcsolatok kiépítése rendkívül termékenyen hatna közlekedéstudományunk fejlődésére és még szélesebb körben nyújthatna lehetőséget arra, hogy tudományos eredményeinket külföldön is megismerjék.

Bizottságunk továbbra is következetesen biztosítani kívánja a tudományos káderutánpótlást, a *fiatal szocialista tudósnemzedék nevelését.*

Tevékenységünk központi irányelve ezután is a hazai közlekedéstudomány töretlen fejlődésének biztosítása, a közlekedés gyakorlati tevékenységében való hasznossá tétele. Meggyőződésem, hogy a minél egységesebb elvi alapokra épülő, magas színvonalra emelkedő, a tudomány világviszonylatban elért eredményeit is felhasználó közlekedéstudományért folytatott munkálkodásunk tovább fogja erősíteni a közlekedés fejlesztésében a tudomány iránymutató szerepét, s növelni fogja munkánk népgazdasági értékét.

A bizottságunk tízéves munkája során szerzett tapasztalataink nyomán joggal remélhetjük, hogy hazai közlekedéstudományunk a fenti célkitűzések eléréséhez a szükséges erkölcsi és anyagi támogatást megkapja. A magyar közlekedéstudomány művelőinek tehetsége, lelkesedése, munkaszeretete és a közlekedéstudomány fejlesztéséért érzett az a felelősség, amely bizottságaink valamennyi tagját áthatja, biztosíték arra, hogy a következő tíz év munkájával nemcsak az első évtized eredményeit szilárdítjuk majd meg, de az új problémák egész sorának megoldására is sikerrel vállalkozhatunk.

Dr. Csanádi György
a Közlekedéstudományi Bizottság elnöke.

A DREZDAI „KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI NAPOK"

A *drezdai Közlekedési Főiskola* egyike azon műszaki főiskoláknak, amelyeket a Német Demokratikus Köztársaság kormánya hívott életre azzal a céllal, hogy a legfontosabb termelési területek számára mielőbb biztosítsa a magasan képzett szakembereket. A Főiskola 1952-ben alakult, közlekedéstechnikai, közlekedésépítési, valamint közlekedési és távközlési mérnök-közgazdász karokkal. Hallgatóinak száma — a levelező és ipari intézeti hallgatókkal együtt — jelenleg több mint 3300 fő.

Kilenc esztendős fennállása alatt a Főiskola 1961-ben negyedszer rendezte meg a *„Közlekedéstudományi Napok"*-at, amely ma már a német demokratikus közlekedéstudomány tradicionális rendezvényének tekinthető. Drezda, a német tudomány és művészet egyik fellegvára, szívesen adott helyet e kétévenként megismétlődő tudományos találkozónak. A város nemcsak jelentős közlekedési gócpont, de az ugyanott működő *Műszaki Főiskolával* — amelynek több mint 10 000 hallgatója van — és más főiskolákkal a kelet-német műszaki felsőoktatás legnagyobb központja. Ily módon a városnak minden adottsága megvan ahhoz, hogy a lendületesen fejlődő szocialista német közlekedéstudomány otthona legyen.

A Közlekedési Főiskola igen komoly sikere, hogy viszonylag rövid fennállása alatt széleskörű *nemzetközi kapcsolatokat* épített ki, többek közt a Magyar Tudományos Akadémiával, az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetemmel, a tudományos kutatóintézetekkel, valamint a Közlekedéstudományi Egyesülettel is. A külföldi kapcsolatoknak nagy szerepe volt abban, hogy a drezdai Közlekedéstudományi Napok ma már a nemzetközi közlekedéstudományi élet fontos, számontartott eseményei.

E tudományos találkozók méretei egyre növekednek. Az 1961-ben megrendezett *4. Közlekedéstudományi Napokon* — a sokszáz belföldi résztvevőn felül — mintegy 200 külföldi szakember vett részt, 18 országból. A programba vett mintegy 140 előadás — amelyek közül 100 német, 40 pedig külföldi előadók előadása volt — a szerteágazó hatalmas tudományterület, amelyet az előadások felöleltek, a magyar közlekedési szakemberek körében is élénk érdeklődést keltett. Magyarországról az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem, a Vasúti Tudományos Kutató Intézet, az Autóközlekedési Tudományos Kutató Intézet, az Útügyi Kutató Intézet, valamint a Közlekedéstudományi Egyesület kiküldöttei vettek részt a tudományos találkozón. A magyar résztvevők 11 előadást tartottak, ami önmaga is dokumentálja a magyar—kelet-német közlekedéstudományi kapcsolatok széles voltát.

A Közlekedéstudományi Napok rendezői minden alkalommal igyekeznek az előadásokat egy-egy fő téma köré csoportosítani. Az 1959-ben megrendezett 3. Közlekedés-

tudományi Napok főtémája pl. a különböző közlekedési ágazatok kooperációja volt, míg az 1961. évi találkozó előadásait — az egyébként igen tág — „*A közlekedés és hírközlés fejlődése és a tudományos eredmények felhasználása*" főcím alatt 9 főcsoportba osztották.

A 4. Közlekedéstudományi Napokat 1961. január 6-án nyitották meg a drezdai Német Egészségügyi Múzeum kongresszusi termében. A megnyitó beszédet *Dr. Gerhard Rehbein*, a Közlekedési Főiskola rektora mondta, üdvözölve a bel- és külföldi vendégeket és méltatva a 4. Közlekedéstudományi Napok szakmai és politikai jelentőségét.

Az ünnepélyes megnyitó alkalmából üdvözölték a résztvevőket *Friedrich Burmeister*, a Német Demokratikus Köztársaság posta- és távközlésügyi minisztere, *dr. Johannes Dieckmann*, a népi kamara elnöke, továbbá a külföldi résztvevők közül *Popielas* lengyel közlekedésügyi miniszter, *Kocsnyev* professzor, a moszkvai Közlekedési Főiskola rektora, *Dr. Perényi Imre* professzor, a budapesti Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem rektora, *Dr. Remta* professzor, a prágai Közlekedési Főiskola képviselője, valamint *Tessier*, a francia vasutak főmérnöke.

Ezt követően került sor a megnyitó előadásra, amelyet *Ervin Kramer*, a Német Demokratikus Köztársaság közlekedésügyi minisztere tartott meg. Előadásában részletesen foglalkozott a Német Demokratikus Köztársaság társadalmi-gazdasági fejlődésével és a közlekedés különböző ágazatai területén elért eredményekkel, valamint a főbb fejlesztési célkitűzésekkel. Kiemelte a közlekedéstudományi kutatómunka nagy jelentőségét és felhívta a szakembereket, hogy dolgozzák ki a közlekedés távlati kutatási tervét. E terv megvalósításának egyik fontos feltétele a tudományos dolgozók tervszerű utánpótlásának biztosítása.

A tudományos program *Dr. Hermann Wagener* drezdai professzor „*A műszaki-tudományos fejlődés és a dolgozó ember a közlekedésben*" c. vezető előadásával kezdődött. Ebben az előadó kifejtette azokat a főbb oktatási, szakképzési, szervezési és tudományos feladatokat, amelyek a közlekedés területén a gépesítés és automatizálás előrehaladásából, a régi, alacsony követelményeket támasztó foglalkozási kategóriák fokozatos megszűnéséből és egy sor új közlekedési foglalkozás kialakulásából, valamint a munkaidő rövidüléséből adódnak.

Június 7—9. közt zajlottak le ezután a program többi előadásai, mégpedig a 9 főcsoportban egymással párhuzamosan. A rendkívül nagyszámú előadás ismertetése e helyütt lehetetlen volna; csupán a főcsoportokat, továbbá néhány jellemző, fontos témát, illetőleg előadást említhetünk meg.

I. A kombinált szállítás kérdései

E főcsoport előadásai mintegy folytatását képezték az 1959. évi Közlekedéstudományi Napok főtémájának, amely — mint említettük — a közlekedési ágazatok kooperációjának kérdéseit ölelte fel. Ennek keretében az előadások elsősorban a nagyszállítótartályokat, a rakodólapokat, a vasúti-közúti forgalom szervezését, a kombinált forgalom díjszabási kérdéseit tárgyalták. Érdekes előadások foglalkoztak a módszertani-statisztikai kérdésekkel is. Többen — így *Dr. Günther* (Drezda) és *Dr. Petrov* (Moszkva) professzorok — a korszerű számítógépek felhasználását tárgyalták a közlekedésgazdasági feladatoknál. Magyar részről *Dr. Kádas Kálmán* egyetemi tanár, „A szállítások tervezésénél és a közlekedés fejlesztésénél használt gazdasági számítások költségelméleti bírálata", *Dr. Czére Béla* kandidátus „A közlekedési koordinációs önköltségszámítások különleges problémái" címen tartottak előadást. *Dr. Patlikowski* (Varsó) egy fontos vizsgálati feladaton: a felsőszileziai szénnek Szczecin kikötőjébe való vasúti, illetőleg kombinált vasúti—vízi szállításán mutatta be a korszerű hatékonyságvizsgálati módszerek alkalmazását. E főcsoportban tartotta meg előadását *Dr. Turányi István* egyetemi tanár is, „Lépcsőzetesen végrehajtható terv az automatikus operatív forgalomtervezés és vonatirányítás megvalósítására" címen. A főcsoport előadásait *Dr. Potthoff*, a drezdai Közlekedési Főiskola professzora vezette.

II. A vasúti vontatás fejlődése

Ezeknek az előadásoknak sorában *Popielas* közlekedésügyi miniszter a lengyelországi fejlődésről, *Dr. Peschel* professzor, a berlini Kammer der Technik elnöke az NDK-beli fejlődésről tartottak előadást. A többi előadók a nagyvasúti villamosítást és a diesel-vontatást tárgyalták. Így *dr. Markvardt* professzor (Moszkva) a Szovjetunióban az 50 periódusú villamos vontatás bevezetésével, *Jansa*

professzor (Prága) a villamosított vonalak gazdaságos vonatforgalmának szervezésével, *Tessier* főmérnök (Párizs) a francia vasútvillamosítás fejlődésével foglalkozott. Magyar részről *Biacs Nándor*, tanszékvezető egyetemi docens a villamos- és a diesel-vontatás kölcsönhatásairól és arányainak kérdéséről tartott előadást. Több előadás foglalkozott a Német Demokratikus Köztársaságban a villamosítás és a dieselesítés célkitűzéseivel (*Koch*, Drezda, *Töpelmann*, Berlin), valamint a különböző vontatási nemek és vonattovábbítási rendszerek költségkihatásaival (*Kleinert*, Berlin, *Woschni* professzor, Drezda).

III. A vasúti kocsipark korszerűsítése és szabványosítása

Ezek az előadások — amelyeket túlnyomórészt a német szakemberek tartottak — a személy- és teherkocsik szerkezeti tökéletesítésével, egyes különleges építésű kocsik konstrukciós problémáival (felnyitható tetejű, nagy befogadóképességű teherkocsik, hűtőkocsik gépi hűtőberendezéssel), a személykocsik áramellátásával, korszerű műhelyi eljárásokkal (fémszórás, elektrosztatikus lakkozás stb.) foglalkoztak. E főcsoport keretében tartott előadást *Dr. Jentsch* professzor (Drezda) a csapágykísérletek legújabb eredményeiről.

IV. A műszaki-gazdasági fejlődés a gépjárműközlekedésben

Ezek az előadások különféle gépjárműközlekedési témákat öleltek fel. Magyar részről *Dr. Balló Alfréd* „Az új autóbusztípusokkal szemben támasztandó követelmények" címen tartott előadást. Több előadó foglalkozott szervezési-gazdasági kérdésekkel (*Dr. Mádeyski*, Szczecin, *Fleischauer*, Drezda stb.), valamint a gépjárműközlekedés önköltségszámítási módszerével (*Wirzbiczki*, Varsó). Itt került sor *Dr. Szántó Emil* „Néhány korszerű matematikai módszer fejlődése a magyar gépjárműközlekedés tervezésében és gazdasági elemzésében" c. előadására is.

V. A hajózás és a kikötői rakodások problémái

E főcsoportban több elvi jelentőségű előadás is elhangzott, így *Dr. Kasprowicz* professzoré (Sopot) a tőkés és a szocialista kikötőgazdálkodásról, *Dr. Schelzelé* (Rostock) a szocialista kereskedelmi tengerhajózás funkcióiról. Más előadók az optimális tengerhajótípusokról, a tengerhajózás munkatermelékenységi kérdéseiről, a tengeri hajók hasznos teljesítményeiről, a tengeri hajópark rentabilitásáról szóltak. *Fekete György*, a Duna-bizottság igazgatóhelyettese „Új hajóépítési és üzemeltetési módszerek a magyar folyamhajózásban és a Duna-tengerhajózásban" címen tartott előadást.

VI. A műszaki-gazdasági fejlődés a légiközlekedésben

Ezeket az előadásokat is túlnyomóan német szakemberek tartották. Közülük kiemelkedett *Baade* professzor (Drezda) előadása az NDK-beli sugárhajtású repülőgépkonstrukciókról. Más előadók Berlin légikikötői problémáival, a szovjet IL-18-as repülőgép üzemi tapasztalataival, a repülésbiztosítással, továbbá a légiközlekedés díjszabási kérdéseivel, a repülés további fejlődési irányaival foglalkoztak. Itt került ismertetésre magyar részről *Dr. Vilmos Endre* dolgozata a légi utasok földi kiszolgálásáról is.

VII. Ésszerűsítés és korszerűsítés a közlekedésépítésben

Ez a főcsoport igen nagyszámú előadást ölelt fel, miért is a rendezők öt alcsoportot képeztek, amelyek a következők voltak:

a) A mérnöki létesítmények általános problémái.
b) Új technika a vasútépítésben.
c) Az útépítés és a közúti közlekedés tudományának fejlődése.
d) A szabványosítás és az új technika a hajózó utak építésében.
e) A vasúti biztosítóberendezések műszaki-tudományos fejlődése.

Az általános kérdések sorában több érdekes előadás, illetőleg korreferátum foglalkozott a korszerű számítógépek alkalmazásával a közlekedésépítésben (*Zerna* professzor, Hannover, *Dr. Rózsa Mihály*, Budapest stb.). A vasútépítési előadások — többek közt — az új vágányfektető gépekkel és berendezésekkel (*Fritsche*, Blankenburg

(Harz), a felépítmény új számítási módszereivel (*Mazurek* professzor, Varsó), a tárolópályaudvarok (*Dr. Massute* professzor, Hannover) és a rendezőpályaudvarok (*Dr. Potthoff* professzor, Drezda) problémáival foglalkoztak. Magyar részről *Kerkápoly Endre* egyetemi adjunktus tartott előadást „A hézagnélküli vasúti felépítmény fektetéseinek technológiája és gazdaságossága Magyarországon" címen. A közúti vonatkozású előadások — többek közt — ismertették a Berlin—Rostock autópálya kialakítását és építési technológiáját (*Gromzig*, Berlin). E csoportban tartotta meg előadását *Dr. Perényi Imre* professzor Budapest városfejlesztési tervéről, valamint *Kovács György*, az Útügyi Kutató Intézet igazgatója, „A közúti közlekedéssel összefüggő tudományos kutatások jelenlegi állása Magyarországon" címen. A vízépítési tárgyú előadások sorában *Kurocskin* kandidátus (Leningrád) az új kikötőépítési módszerekkel, *Minkoff* professzor (Szófia) a kikötőberendezésekkel foglalkoztak. Ebben a csoportban magyar részről *Dr. Mosonyi Emil*, akadémiai lev. tag „A tudományos kutatások és kísérletek legújabb eredményei a folyami vízierőműveknek a hajózásra gyakorolt hatásairól" címen tartott előadást. A vasúti biztosítóberendezésekkel ugyancsak számos — főleg német — előadás foglalkozott, így pl. a vasúti jelzők fénytechnikai problémáival, a vonatbefolyásoló berendezésekkel, a vasbetonaljak villamos szigetelésével. *Müller* professzor (Drezda) a biztosítóberendezések értékelésének problémáiról tartott előadást, továbbá szerepelt a programban *Heller György* „Fékezés és valószínűség a vasúti üzem biztonságának és gazdaságosságának tükrében" c. előadása is.

VIII. A posta és távközlés műszaki-gazdasági problémái

Ezek az előadások négy csoportot képeztek:

a) A posta és a távközlés néhány alapvető kérdése.
b) A posta műszaki-gazdasági problémái.
c) A távközlés műszaki-gazdasági problémái.
d) A távközlés különleges kérdései.

Az általános előadások — többek közt — a postai szabványosítás problémáival, a hírlapterjesztés szocialista módszereivel, a posta és távközlés műszaki fejlesztési irányaival foglalkoztak. Külön előadások tárgyalták a levél-, hírlap- és csomagszállítás műszaki fejlesztését, valamint a levélküldemények osztályozásának automatizálását. A távközlési tárgyú előadások fő témái a távválasztási technika fejlesztése, a távközlő hálózat építésének gépesítése, a mikrohullámú technika műszaki-gazdasági kérdései voltak. A távközlés különleges problémái sorában — többek közt — a távközlés közlekedési üzemi alkalmazásai (vasúti távközlőhálózat sajátos problémái, járművek rövidhullámú rádióberendezései, ipari televízió) szerepeltek.

Végül a közlekedési szakmai előadásokat, IX. főcsoportként, a *matematikai és természettudományi kollokvium* előadásai egészítették ki, amelyek különböző műszaki mechanikai problémákkal és a drezdai Közlekedési Főiskola fizikai intézetének egyes kutatási témáival foglalkoztak.

Mint látható, a 4. Közlekedéstudományi Napok előadásai hatalmas, alig áttekinthető területet öleltek fel. Éppen ezért az itt bemutatott anyag teljes megismerése, feldolgozása és értékelése csak az előadások publikációja után valósulhat meg. A Főiskola tervbe vette az előadások kivonatos anyagának egy gyűjteményes kötetben való kiadását.

A gondosan és immár megfelelő tapasztalatokra támaszkodva megrendezett 4. Közlekedéstudományi Napok hazai és külföldi résztvevői — amellett, hogy látogatták az őket érdeklő előadásokat és részt vettek az előadások utáni vitákban — meglátogathatták a drezdai főiskolák különböző tanszékeit, intézeteit, laboratóriumait. Az így, szűkebb körben folytatott tudományos megbeszélések és tapasztalatcserék szinte ugyanolyan jelentőségűek voltak, mint a hivatalos program előadásai. A tudományos találkozó részt vevői számára külön *szakmai bemutatókat* is szerveztek, amelyek során megtekintették az új szerkesztésű, felnyitható tetejű vasúti teherkocsit, a gumirugózású közúti villamoskocsit, a Főiskola impozáns oktató modellvasútját. Ezenfelül látogathatták a Közlekedésügyi Minisztérium Drezdában rendezett *hajókiállítását*, továbbá a „*Szabványosítás a közlekedésben*" c. és a *VIII. nemzetközi modellvasút kiállítást.*

A drezdai szakmai látnivalók közt igen jelentős az 1959-ben megnyitott *Közlekedési Múzeum.* Az eltelt évek alatt sikeresen folytatták a Múzeum helyreállítását, bővítését, exponátumai számának szaporítását. Különösen figyelemre méltó az újonnan megnyitott hajózási gyűjtemény, valamint a működő modellvasút, amely a vasúti biztosítási technika alapelveit kitűnően demonstrálja.

A *drezdai 4. Közlekedéstudományi Napok* — miként a fentiekből is kitűnik — nemcsak a német közlekedési szakemberek, de a nemzetközi közlekedéstudományi élet számára is nagy jelentőségű tudományos esemény volt. Amellett, hogy szinte teljes áttekintést adott a Német Demokratikus Köztársaság közlekedéstudományi és gyakorlati eredményeiről, számos más országbeli új eredmény közzétételének is színhelye volt, elsősorban a szocialista országok vonatkozásában. A magyar közlekedés tudománya és gyakorlata számára is sok hasznos tanulság levonását teszi lehetővé, főként a közlekedéstechnika új irányai, a gazdaságos üzemvitel, valamint a közlekedési ágazatok korszerű kooperációinak megvalósítása vonatkozásában. Ugyanakkor jólesően állapíthatjuk meg, hogy a magyar résztvevők — előadásaik nagy számával, a feldolgozott témák fontosságával és színvonalával — széleskörűen képviselték a lendületesen fejlődő hazai közlekedéstudományokat, értékesen járultak hozzá e mind fontosabbá váló, rendszeres tudományos találkozó sikeréhez.

Dr. Czére Béla

A DUNA-MEDENCE ORSZÁGAINAK TUDOMÁNYOS EGYÜTTMŰKÖDÉSE A HIDROLÓGIAI ELŐREJELZÉSEK FEJLESZTÉSÉBEN

A Duna-medence hidrológusai közötti tudományos együttműködés fejlesztése cél jából a Magyar Tudományos Akadémia hidrológiai, vízgazdálkodási és vízépítési bizottságának kezdeményezésére az Országos Vízügyi Főigazgatóság és a Magyar Hidrológia Társaság 1961. április 11—14-én konferenciát rendezett.

A konferencia 5 munkabizottsági ülésén az alábbi előadások hangzottak el:

Stelczer K., a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet igazgatója (Budapest): „A hidrológiai előrejelzések múltja és jelenlegi helyzete Magyarországon".

Dr. Szesztay K. (Budapest): „A hajózás számára készülő vízállás-előrejelzések két módszere".

Prof. dr. Kalinin, G. P. (Moszkva): „A vízállások és a vízhozamok előrejelzése nempermanens vízmozgás alapegyenleteinek közelítő megoldása alapján".

Prof. dr. Kresser, W. (Bécs): „A vízfolyások hosszúidejű vízhozam-előrejelzésének lehetőségei és feltételei".

Doz. dr. Kaczmarek, Z. (Varsó): „A hidrológiai előrejelzések statisztikai módszerei".

Wemelsfelder, P. J. (Hága): „Naponkénti vízállás-előrejelzések a Rajnán".

A konferenciával kapcsolatosan rendezett *kiállítás* a magyar hidrológusoknak az 1886. évtől napjainkig kiadott, tárgykörbe vágó munkásságát, ill. az erről külföldön megjelent ismertetéseket mutatta be.

A konferencia tudományos eredményeit és határozati javaslatait a hidrológiai előrejelzéseket felhasználó szakintézmények széleskörű részvételével megtartott nyilvános beszámoló ülésen *doc. dr. Lászlóffy W.* „A hidrológiai előrejelzések fejlesztésének szükségessége és lehetőségei" c. előadásában foglalta össze. Az ülésen a Magyar Tudományos Akadémia képviselője, *prof. dr. Németh Endre* elnökölt, a zárszót *Dégen I.* országos vízügyi főigazgató mondta. A hozzászólók között *Puja Frigyes*, a Dunabizottság elnöke, *dr. Dési Frigyes*, az Országos Meteorológiai Intézet igazgatója és *dr. Bélay József*, a Magyar Hajózási RT vezérigazgatója üdvözölte a konferenciát.

A konferencia munkabizottsági ülésein mintegy 40-en vettek részt, a következő országokból: Ausztria (2), Bulgária (1), Csehszlovákia (1), Hollandia (1), Magyarország (27), Német Dem. Köztársaság (3), Lengyelország (1), Románia (1), Szovjetunió (2), Jugoszlávia (1). Képviseltette magát a konferencián a Dunabizottság, a Meteorológiai Világszervezet (WMO), a Meteorológiai Világszervezet európai övezetének Hidrológiai munkabizottsága (WMO, Ra-VI, WGH) és a Nemzetközi Hajózási Kongresszusok Állandó Szövetsége (AIPCN).

A konferencia résztvevői a bemutatott jelentéseken kívül megvitatták a további tervszerű együttműködés lehetőségeit is, és megállapították a Duna teljes vízgyűjtőterületére kiterjedő *tudományos munkaközösség* megalakításának szükségességét.

A munkaközösség kétévenként tartana konferenciát, amelyet a dunai országok váltakozva hívnának össze, és amelyre a Duna-medencén kívüli országok szakemberei is meghívhatók lennének. A munkaközösség a közös földrajzi adottságokhoz kapcsolódó tudományos tapasztalatcsere intézményes biztosítását tekinti céljának, és semmiképp nem kívánja befolyásolni a benne képviselt országoknak a meglevő nemzetközi szervezetekkel szembeni viszonyát.

A konferencia résztvevői a munkaközösség állandó irodájának fenntartására — Magyarország központi fekvését és több mint hét évtizedes múltra visszatekintő

hidrológiai szolgálatát tekintve — a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézetet kérték fel.

A konferencia nyelve magyar, német és orosz volt. A jelentéseket a résztvevők — az egyik nyelven teljes terjedelemben, a másik két nyelven részletes kivonatban előzetesen kézhez kapták. A konferencia összehívásának időszerűségét mutatja, hogy a felkért előadók tanulmányain kívül 14 írásban előre benyújtott hozzászólás érkezett be (köztük *dr. V. Frolov*tól Párizsból), és ezeken túlmenően úgyszólván minden előadást élénk spontán vita követett, amelynek többnyire csak az időhiány vetett véget.

A konferenciát egynapos *tanulmányút* fejezte be, amelyen a Budapest feletti Dunaszakasszal és az ott tervezett vízlépcső tervével ismerkedtek meg a résztvevők.

Dr. Szesztay Károly

KÖNYVISMERTETÉS

Kolupaila, S.: „Hidrométriai bibliográfia"[1]

Az újabb időkben a bibliográfiák szerkesztése szükségszerűség és egyben divat lett. Szükségszerűség, mert a sokrétű és soknyelvű szakirodalom áttekintése mind nehezebbé válik, és divat, mert a bibliográfiákat keresik a kutatók.

KOLUPAILA professzor műve mind anyagának időszerűsége és terjedelme, mind a számba vett nyelvek és az átfogott idő, mind a szerkesztés tekintetében magasan kiemelkedik a hasonló jellegű kiadványok közül.

A Hidrométriai bibliográfia *időszerűsége* a vízgazdálkodás jelentőségének rohamos növekedéséből következik. Az emberiség gyorsütemű szaporodása és általános életszínvonalának emelkedése, valamint az ipari és mezőgazdasági termelés vízigényének ezzel kapcsolatos fokozódása folytán a Föld mind nagyobb területén lesz „hiánycikk" a víz. Míg régebben szabad jószág volt, mint a levegő, ma már gazdálkodnunk kell vele, és úgy megosztanunk a népgazdaság különböző ágai között, ahogy a köz szempontjából a legelőnyösebb. Ez pedig nem történhetik meg a rendelkezésre álló készletek és a kiszolgáltatott vízmennyiség *mérése* nélkül. (A kérdés komolyságának igazolására a francia vízgazdálkodás néhány jellemző számadatát idézem. A népgazdaság teljes vízigénye az 1955. évi 30,1 milliárd m^3-től 1970-ig 39 milliárd m^3-re növekszik és a számítások szerint tobábbi 25 év múlva már 86 milliárd lesz!)

A bibliográfia *anyaga* a hidrométria legtágabban értelmezett egész tárgykörét felöleli. 4500 szerző 7370 művének annotációival kiegészített könyvészeti adatait tartalmazza az alábbi 26 fejezetre tagolva:

A) Kézikönyvek, zsebkönyvek, összefoglaló művek; *B)* Vízállásészlelés; *C)* Vízállásadatok feldolgozása; *D)* A lefolyás számítása; *E)* Vízsebességmérő műszerek; *F)* Sebességmérő műszerek hitelesítése; *G)* Vízhozammérő állomások felszerelése; *H)* A vízhozam kiszámítása; *I)* Sebességmérés csővezetékekben; *J)* Nyomjelzőkkel való mérés; *K)* A Gibson-módszer; *L)* Köbözés; *M)* Kifolyónyílások; *N)* Mérőperemek és csőszájak; *O)* Venturimérők; *P)* Bukók és mérőszűkületek; *Q)* A legújabb fizikai eljárások; *R)* Vízmérőórák; *S)* Az esés és a szelvényterület megmérésére alapított eljárások; *T)* Mélységmérők; *U)* Az árapály és áramlatok mérése; *V)* Hordalékmérés; *W)* Hidrometeorológiai mérések; *X)* A folyadékok tulajdonságainak mérése; *Y)* A hidrométriai adatok forrásai; *Z)* Bibliográfiák.

Ma, a szervezett dokumentáció korában, a kutatás szempontjából már szinte közömbös valamely tudományos munka nyelve és lelőhelye. A mikrofilm mindent elérhetővé tett és mindent le lehet fordíttatni. Nagy és kis népek szellemi termékei egyformán érdekesek lettek. Hallatlan értéke tehát Kolupaila professzor munkájának, hogy *36(!) nyelv* irodalmáról tájékoztat. Mivel a különféle népek számaránya igen eltérő, és szakirodalmuk különböző fejlettségű, nehéz a számokból ítélni. De mégis sokat mond, hogy pl. a bukógátakról és mérőszűkületekről szóló fejezetben felsorolt 1208 cím 42%-ban angol, 31%-ban német, 10—10%-ban orosz és francia, 2%-ban olasz nyelvű, és a maradék 5% (= 64 cím) 17 további nyelv között oszlik meg. A gyűjtés valóban rendkívül alapos volt!

Sokan talán túlzásnak fogják mondani, hogy a bibliográfia 1960-ban történt lezárásától a hidraulika megalapítójáig, *Leonardo da Vinci-ig nyúlik vissza*, és történelmi bevezetése az ókor hidrométriai emlékeinek irodalmát is igen részletesen idézi. Kétségtelen tehát, hogy a kötetet számos „elavult" mű címe duzzasztja. De tudo-

[1] *Steponas Kolupaila:* Bibliography of Hydrometry, *Notre Dame* (Indiana), University of Notre Dame Press, 1961. 23×15 cm. XXIII+975 lap, 1 képtáblával. Ára 10 dollár.

mánytörténeti szempontból roppant értékes munkát végzett a szerző, és munkájának értékét csak növeli, hogy a bibliográfiába felvett ritkaságok (amerikai) lelőhelyét is megadja.

A bibliográfia *szerkesztéséről* írott tájékoztató igen elmélyült munkáról tanúskodik, és példamutató lehet mindenki számára, aki ilyenek összeállításával foglalkozik. A név- és átírásban, továbbá a helyesírásban követett szabályok rögzítése csak kis, bár rendkívül fontos része a bibliográfia-készítésnek. Szinte többet jelent *a mű megbízhatósága* : a címanyagnak kb. 90%-át magáról az eredeti munkáról írta le a szerző (!), vagyis kiküszöbölte a közvetett idézetek hiányosságait és gyakran súlyos hibáit. A megbízhatóságot fokozza, minden félreértést kiküszöböl és egyben rendkívül kényelmes is, hogy a folyóirat-címek mindenütt teljes terjedelemben ki vannak írva. Ugyancsak az olvasó kényelmét szolgálja, hogy a lapszélen betűszimbólum jelzi az egyes munkák nyelvét.

A munka *alaposságára* jellemző, hogy az egyes cikkeknek és könyveknek a szaksajtóban megjelent ismertetését, a fordításokat és későbbi kiadásokat is felsorolja, sőt sok esetben a csupán betűkkel szignált cikkek szerzőjét is megnevezi.

A függelékben közölt névmutató a nevesebb szerzők születési (és halálozási) évét is tartalmazza.

A mű *tagolása* (a 26 fejezeten belül 254 alcím szerint), az annotációk, kommentárok és a fejezeteket és alfejezeteket bevezető műszaki és történelmi összefoglalások Kolupaila professzor világszerte ismert és elismert 45 éves tudományos munkásságának hű tükrét adják. Munkája mintegy betetőzi életművét, és őszinte hálára kötelezi a világ szakköreit.

Befejezésül meg kell emlékeznem a munka magyar vonatkozásairól. A bibliográfia 62 magyar szerző 119 művét idézi, vagyis e világviszonylatban készült mérleg szerint kb. 6—7. helyen állunk a nemzetek sorában a tárgykör művelésében. Ennek megfelelően 31 helyen találunk magyar vonatkozásokat a mű szövegrészeiben is. Különösen kiemeli a szerző Vásárhelyi Pált (aki elsőként végzett folyami méréseket kötélre függesztett sebességmérő szárnnyal), a korán Angliába szakadt Révy Gyulát (aki a La Plata első hidrométriai felvételét készítette el a múlt század ötvenes éveiben), Péch Józsefet (a magyar vízrajzi szolgálat megszervezőjét), Horváth Ignác professzort (a villamos fordulatszámjelzés bevezetőjét), és nem utolsó sorban Hajós Sámuelt (akinek sebességmérő szárnyait használta kezdetben — többek közt — az orosz vízrajzi szolgálat is).

Anélkül, hogy ezt hibának róhatnánk fel, a kész műből megállapíthatjuk: kimaradt belőle számos régebbi magyar cikk, amelynek nem tulajdonítottunk különösebb jelentőséget, vagy eldugott helyen jelent meg. Késve kapcsolódtunk be a munkába, nehézkes is volt az érintkezés a szerzővel, és a címek és annotációk fordítása sem volt egyszerű. Magyar részről (de nyilván más nemzetek részéről is) felmerül tehát a *kiegészítés* igénye. A teljes magyarországi hidrométriai bibliográfia összeállításának jelentős hasznát látnák a hazai szakkörök, angol nyelvű változatával pedig tovább növelnénk a magyar tudomány külföldi elismerését.

László Woldemár

СОДЕРЖАНИЕ

д-р Э. Канья: Проблемы теории расходов при экономической исследовании путей сообщения 467

д-р Б. Цере: Методика анализа экономичности железнодорожных линий неплотного движения 485

д-р Л. Рожа и *Г. Ковач:* Деформация под влиянием радиальной погрузки контуров кругообразного тоннельного выреза, лежащего в эластичной плоскости 507

д-р А. Кездн и *Б. Надьвати:* Исследование поведения фильтрующих слоев, лежащих под дорожной одеждой 527

д-р Г. Эллёшь: Гидравлическое исследование движения воды в трещиноватых горных пород 537

Б. Хальмош: Проблемы характеристики края в науке поселения 563

Й. Мишкольци: Значение коммунальной чистоты в вопросе о санитарии населенных пунктов 581

Й. Мольнар: История постройки купальни «Вели-бей» в Буде 605

Хроника 623

Обзоркниг 635

CONTENTS

Dr. E. Kánya: Problems of the Theory of Costs with the Economic Investigation of Traffic 467

Dr. B. Czére: Methodology of the Economic Study of Railways with Slacked Traffic 485

Dr. L. Rózsa & *G. Kovács:* Deformation of a Circular Opening Outline in an Elastic Plane by Radial Load 507

Dr. Á. Kézdi & *B. Nagyváti:* Investigation of Base-courses under Rigid Pavement 527

Dr. G. Öllős: Hydraulic Investigation of Water Movements in Fissured Rocks 537

B. Halmos: Problems of Landscape Moderation in the Settlement Science 563

J. Miskolczi: Importance of Sanitary Service from the Point of View of City Hygiene 581

J. Molnár: The History of Building the "Veli-Bey" Bath in Buda 605

Review 623

Book review 635

MTA Könyvtára
Periodika 2000 1962 sz.

TABLE DE MATIÈRES

Dr. E. Kánya: Problèmes de la théorie des frais se présentant à l'investigation économique du trafic 467

Dr. B. Czére: Théorie de la méthode de l'investigation économique des lignes ferroviaires peu fréquentées 485

Dr. L. Rózsa et *G. Kovács :* Déformation des contours d'un découpage circulaire, situé en plan élastique sous l'influence de chargement radial 507

Dr. Á. Kézdi et *B. Nagyváti:* Investigation des couches de filtrage en dessous du revêtement des chaussées 527

Dr. G. Öllös: Investigation hydraulique du mouvement de l'eau dans les roches fissurées 537

B. Halmos: Problèmes du paysage de la science du peuplement 563

J. Miskolczi: Importance de l'hygiène des collectivités au point de vue de la salubrité publique 581

J. Molnár : Histoire de la construction du bain «Veli-bey» à Buda 605

Revue 623

Compte rendu des livres 635

INHALT

Dr. E. Kánya: Kostentheoretische Probleme bei der wirtschaftlichen Untersuchung des Verkehrswesens 467

Dr. B. Czére: Methodik der wirtschaftlichen Untersuchung der Eisenbahnlinien mit minderem Verkehr 485

Dr. L. Rózsa und *G. Kovács:* Deformation einer Kreisausschnittkontur in elastischer Ebene infolge radialer Belastung 507

Dr. Á. Kézdi und *B. Nagyváti:* Untersuchung von Filterschichten unter Strassendecken 527

Dr. G. Öllös: Hydraulische Untersuchung der Wasserbewegung in rissigen Gesteinen 537

B. Halmos: Probleme des Landschaftsmässigkeit in der Siedlungskunde 563

J. Miskolczi: Siedlungssanitäre Bedeutung der öffentlichen Reinlichkeitsversorgung 581

J. Molnár: Baugeschichte des »Veli Bey« Bades von Buda 605

Rundschau 623

Buchbesprechung 635

A kiadásért felelős az Akadémiai Kiadó igazgatója — Műszaki felelős: Vidosa László
A kézirat nyomdába érkezett: 1961. XI. 3. — Példányszám: 700 — Terjedelem: 15,4 (A/5) ív

62.54323. Akadémiai Nyomda, Budapest — Felelős vezető: Bernát György

Folyóirat kiadványaink előfizethetők és számonként is vásárolhatók a következő helyeken:

Akadémiai Könyvesbolt, Budapest, V., Váci utca 22.
Akadémiai Kiadó Terjesztési Osztály, Budapest, V., Alkotmány utca 21.
Posta Központi Hírlap Iroda, Budapest, V., József nádor tér 1.

Külföldön terjeszti a
KULTÚRA KÖNYV- ÉS HÍRLAP KÜLKERESKEDELMI VÁLLALAT
Budapest, II., Fő utca 32.
Telefon: 429—760.

Ára: 30,— Ft
Évi előfizetés: 100,— Ft

