

316.582

ÉPÍTÉS- ÉPÍTÉSZET- TUDOMÁNY

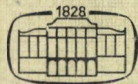
A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK KÖZLEMÉNYEI

SZERKESZTI: SZABÓ JÁNOS

22

26
1998/1997

XXVI. KÖTET
1-2. SZÁM



AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST 1996-1997

ÉPÍTÉS- ÉPÍTÉSZETTUDOMÁNY

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG:

DR. KALISZKY SÁNDOR, DR. PERÉNYI IMRE, DR. SZABÓ JÁNOS,
DR. VÁMOSSY FERENC

TECHNIKAI SZERKESZTŐK:

HORVÁTHNÉ DR. SIPOS EDIT ÉS DR. VÁMOSSY FERENC

1521 BUDAPEST, MŰEGYETEM RAKPART 3. BUDAPESTI MŰSZAKI EGYETEM
K. II. 60. (ÉPÍTÉSZETTÖRTÉNETI ÉS MŰEMLÉKI TANSZÉK)

A kiadvány példányonként megvásárolható

az Akadémiai Kiadó Magiszter
(1052 Budapest, Városház utca 1., tel.: 138-2440)
könyvesboltjában

Külföldön terjeszti az

Akadémiai Kiadó

H-1519 Budapest

P.O. BOX. 245.

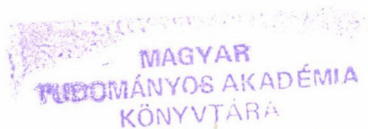
ÉPÍTÉS- ÉPÍTÉSZET- TUDOMÁNY

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK KÖZLEMÉNYEI

SZERKESZTI: SZABÓ JÁNOS

XXVI. KÖTET
1-2. SZÁM

AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST 1996-1997



TARTALOM

Dr. Kaliszky Sándor Képlékenységtan és matematikai programozás	3
Dr. Lovas Antal Az emberi koponya mechanikai modellje	31
Dr. Füzy Jenő—Bódi István—Klopka Zoltán—Kóris Kálmán—Sajtos István Peremükön kényszeralakváltozással terhelt héjak hajlításelmélete	53
Nagy Katalin Egyenletesen megoszló csavarónyomatékkal terhelt zárt körív alaprajzú többtámaszú tartók igénybevételei	63
Dr. Galaskó Gyula—dr. Ivits Iván A budapesti EXPO Déli kapujának "beléptető tere"	79
Dr. Kollár László—Köpecsiri András Vasbetonszerkezetek időben elhúzódó alakváltozása	91
Dr. Guzsik Tamás Gavit és zsamatun (A középkori örmény szerzetestemplomok speciális térformái)	131
Dr. Krähling János A hazai evangélikus templomépitészet kutatásának feladatairól	165
Dr. Brenner János Budapest és a városfelújítás	175

Dr. Kaliszky Sándor*, az MTA rendes tagja

KÉPLÉKENYSÉGTAN ÉS MATEMATIKAI PROGRAMOZÁS

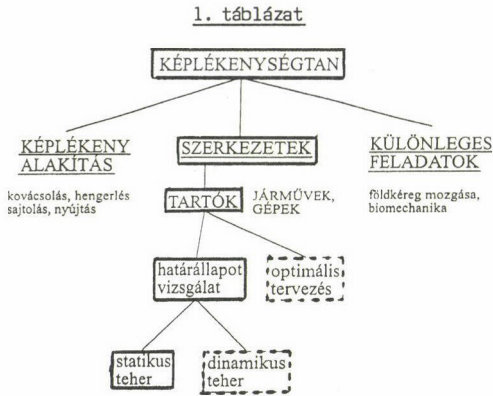
1. BEVEZETÉS

A fémeknek és néhány más anyagnak azt a tulajdonságát, hogy törés nélkül alakíthatók, képlékenységnek nevezzük. Amikor az ember az i.e. negyedik évezredben felfedezte a rezet és rájött arra, hogy azt formálni tudja, egy új korszak kezdődött az emberiség történetében. Ettől kezdődően a fegyverek és a használati eszközök jelentős része kovácsolás és más primitív eljárások segítségével rézből, vasból és különböző ötvözetekből készült. Ezt követően az évszázadok során fokozatosan kialakult a kézmű jellegű fémipar. Minőségi és mennyiségi változást hozott az ipari forradalom, amikor tömeggyártásra alkalmas olyan technológiai eljárásokat dolgoztak ki, mint például a hengerlés, a sajtolás és a húzás. Létrejött egy hatalmas iparág, amely a gépiparhoz, a járműiparhoz, a hajóiparhoz és az építőiparhoz szükséges fém alkatrészeket és építőelemeket állítja elő.

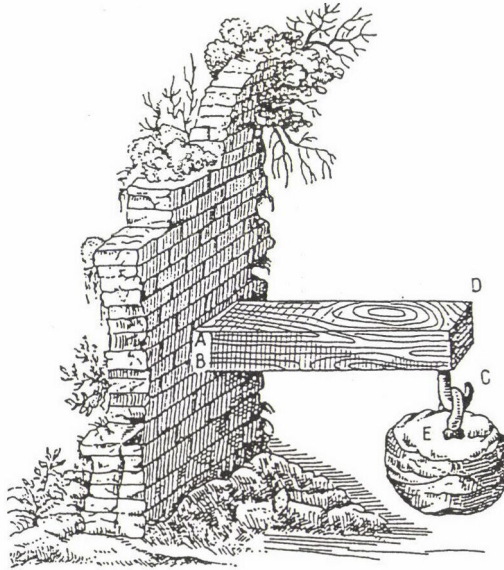
Tartószerkezetek építéséhez az acélt és az öntöttvasat a 18. században kezdték alkalmazni. Ennek egy nagyszerű példája az Angliában 1783--87-ben épült "iron bridge".

A múlt század végén és e század első felében a fémek képlékeny tulajdonságainak kísérleti és elméleti vizsgálata alapján a rugalmasságtan mellett a mechanikának egy új tudományterülete fejlődött ki, a képlékenységtan. A képlékenységtan elméletének és módszereinek legfontosabb alkalmazási területeit az 1. táblázat szemlélteti. Az előadás csak a tartószerkezeti alkalmazásokkal és ezen belül is elsősorban a statikusan terhelt tartók képlékeny határállapotainak vizsgálatával foglalkozik. A képlékeny optimális tervezés elméletét és alkalmazásait egy előző előadás ismertette /Kaliszky (1991)/, ezért erre és a dinamikai feladatok képlékenységtani vizsgálatára ezen a helyen csak néhány utalás történik.

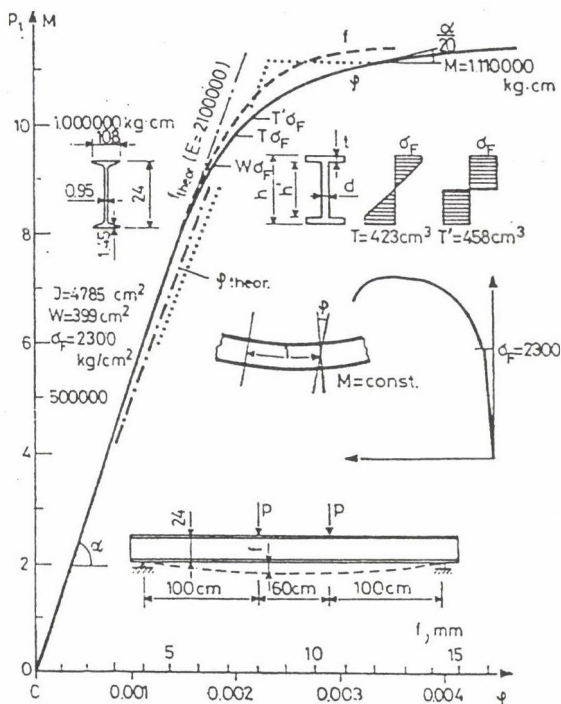
*Az 1996. március 18-án elhangzott akadémiai székfoglaló előadás anyaga.



Tartószerkezetek vizsgálatánál a képlékeny tulajdonságok felhasználásának első nyomait Galilei 1638-ban megjelent Discorsi című művében találhatjuk meg /Galilei (1638)/. Galilei gerendák teherbírását tanulmányozta és ehhez lényegében a határállapot vizsgálat kinematikai tételét használta fel (1. ábra). Hasonló törekvés fedezhető fel Coulomb, Lamé, Clapeyron és néhány más kutató boltívekkel és támfalakkal kapcsolatban mintegy 200 évvel ezelőtt végzett vizsgálatainál is /Coulomb (1773), Lamé, Clapeyron (1823)/.



1. ábra



2. ábra

Tartószerkezetek vizsgálatánál a képlékeny tulajdonságok tudatos felhasználása századunk elején kezdődött el. Ebben úttörő szerepe volt **Kazinczy Gábornak**, aki 1913-ban Budapesten befogott acélgerendákkal végzett kísérletei alapján felismerte, hogy a statikailag határozatlan tartók teherbírása a rugalmasságtan alapján nem határozható meg /Kazinczy (1914, 1942)/. Kiváló mérnöki érzéssel megadta számos tartószerkezeti probléma képlékenységtani magyarázatát és megoldását, és megalkotta a képlékeny csukló fogalmát, amely napjainkban is a rúdszerkezetek képlékeny teherbírás-számításának alapját képezi (2. ábra). Ezt követően a képlékenységtan elmélete gyors fejlődésnek indult. Ennek ismertetése ennek a dolgozatnak a keretét meghaladja, ezért a teljesség igénye nélkül csupán azokról a magyar kutatókról tesz rövid említést, akik ehhez a széles körű nemzetközi kutatómunkához jelentősen hozzájárultak.

Reuss Endre 1930-ban általánosította **Ludwig Prandtl** elméletét /Reuss (1930)/. Az így megalkotott Prandtl–Reuss anyagegyenletek a képlékenységtan elméletének egyik alapját képezik. **Menyhárd István** és **Palotás László** vasbeton lemezek és héjszerkezetek képlékeny vizsgálata és a képlékenységtanra

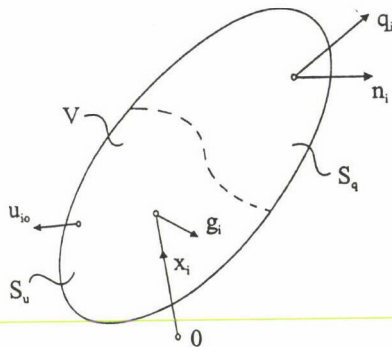
alapuló méretezési eljárások hazai elterjesztése terén fejtettek ki jelentős tevékenységet /Menyhárd (1956), Palotás (1962)/. **Halász Ottó** nagyszabású kísérleteket végzett, és tételeket, valamint számítási módszereket dolgozott ki a nagy elmozdulásokat végző acél keretszerkezetek képlékenységtani vizsgálatára /Halász (1972)/.

A dolgozat -- a teljesség igénye nélkül -- a tartószerkezetek képlékenységtani vizsgálatának azon feladatairól kíván áttekintést nyújtani, amelyek matematikai programozás segítségével oldhatók meg. Méltán büszkék lehetünk arra, hogy a matematikai programozás területén is egy magyar tudósnak volt úttörő szerepe. **Farkas Gyula**, a Kolozsvári Egyetem professzora 1902-ben publikálta a lineáris egyenlőtlenségekre vonatkozó alternatíva tételét, amely a matematikai programozás alapját képezi /Farkas (1902)/.

A matematikai programozás fejlődése a II. világháború idején, a számítógépek létrehozásával és elterjedésével (mely ugyancsak egy magyar tudósnak, **Neumann János**nak köszönhető) kezdődött el. Módszereit elsősorban közgazdasági feladatok megoldására alkalmazták. Ehhez **Egerváry Jenő** kutatásai jelentősen járultak hozzá. Képlékenységtani feladatok vizsgálatára a matematikai programozást az 50-es években kezdték alkalmazni. Ezt követően széles körű kutatómunka indult el, melynek eredményeit az egész világon alkalmazzák.

2. RUGALMAS-KÉPLÉKENY TEST ALAPEGYENLETEI

Vegyük szemügyre egy lineárisan rugalmas--tökéletesen képlékeny anyagú testet, melynek S_q felületére a $q_i(x_i, t)$ fajlagos felületi erők, V térfogatára a $g_i(x_i, t)$ fajlagos térfogati erők működnek és S_u felületén az $u_{i0}(x_i, t)$ eltolódások vannak előírva (3. ábra). A test állapotát a $\sigma_{ij}(x_i, t)$ feszültségmező, az $\epsilon_{ij}(x_i, t)$ alakváltozásmező és az $u_i(x_i, t)$ eltolódásmező jellemzi. Ezen állapotváltozók között kis alakváltozások feltételezése esetén az alábbi egyensúlyi és geometriai egyenletek teremtenek kapcsolatot:



3. ábra

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{ij,j} + g_i &= 0 \\ \sigma_{ij} &= \sigma_{ji} \end{aligned} \right\} V - \text{ben}$$

$$\sigma_{ij} n_j = q_i; \quad S_q - n,$$

$$\varepsilon_{ij} = \frac{1}{2}(u_{i,j} + u_{j,i}); \quad V - \text{ben},$$

$$u_i = u_{i0}; \quad S_u - n.$$

Rugalmas-képlékeny anyagú testek esetén a feszültségek és az alakváltozások növekményei között állítható fel kapcsolat. Ennek megfelelően izotróp anyag esetén az anyagegyenletek az alábbiak.

a) Lineáris feszültségállapot

A lineárisan rugalmas--tökéletesen képlékeny anyag feszültség--nyúlás diagramját a 4. ábra szemlélteti. Ebben E a rugalmassági modulust, σ_f pedig a folyási határt jelöli. A képlékenységtan alapvető feltételezése, hogy az alakváltozások egymástól független rugalmas és képlékeny részből tevődnek össze:

$$\varepsilon = \varepsilon^e + \varepsilon^p,$$

és növekmények esetén

$$d\varepsilon = d\varepsilon^e + d\varepsilon^p.$$

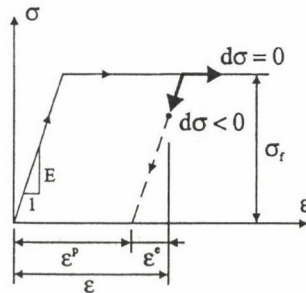
Az alakváltozás rugalmas része a Hooke-törvény révén a feszültségből egyértelműen meghatározható

$$d\varepsilon^e = \frac{d\sigma}{E},$$

a képlékeny összetevőre pedig az alábbi összefüggések érvényesek:

$$d\varepsilon^p = 0, \text{ ha } \begin{cases} \sigma < \sigma_f \text{ (rugalmas állapot)} \\ \sigma = \sigma_f \text{ és } d\sigma < 0 \text{ (tehermentesítés)} \end{cases}$$

$$d\varepsilon^p \geq 0, \text{ ha } \sigma = \sigma_f \text{ és } d\sigma = 0 \text{ (aktív képlékeny állapot)}.$$



4. ábra

Az ϵ^P teljes képlékeny alakváltozások nagysága a feszültségből nem határozható meg. Kiszámításukhoz a terhelési folyamat (a terhelés történetének) ismerete szükséges.

b) Általános feszültségállapot

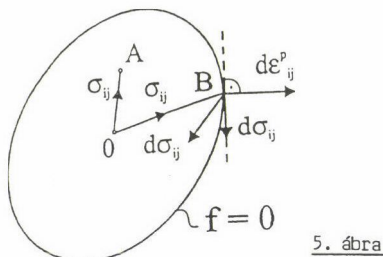
A rugalmas-képlékeny anyagú testek anyagegyenleteire vonatkozóan az irodalomban számos elmélet található /lásd pl. Kaliszky (1989)/. Az alábbiakban a legjobban elterjedt elméletet, a Drucker-féle posztulátum alapján levezethető, Mises alapján javasolt képlékeny potenciál elméletet ismertetjük. Ennek az elméletnek az $f(\sigma_{ij}, k)$ folyási függvény képezi az alapját. Ebben k egy anyagállandót (pl. a σ_f folyási határt) jelöl. A folyási függvényt elméleti megfontolások és kísérletek eredményei alapján úgy választják meg, hogy

$$f(\sigma_{ij}, k) < 0$$

rugalmas állapotnak felel meg, az

$$f(\sigma_{ij}, k) = 0$$

képlékenységi feltétel teljesülése esetén pedig képlékeny állapotban van az anyag. A képlékenységi feltételt a feszültségtérben egy konvex és általános esetben zárt folyási hiperfelület ábrázolja (5. ábra).



5. ábra

Feltételezve, hogy az alakváltozások általános feszültségállapotban is egymástól független rugalmas és képlékeny részre bonthatók

$$\epsilon_{ij} = \epsilon_{ij}^e + \epsilon_{ij}^p,$$

$$d\epsilon_{ij} = d\epsilon_{ij}^e + d\epsilon_{ij}^p,$$

a rugalmas alakváltozások növekményei az általános Hooke-törvény révén a feszültségek növekményeiből egyértelműen meghatározhatók:

$$d\epsilon_{ij}^e = H_{ijkl} d\sigma_{kl}.$$

Itt a H_{ijkl} negyedrendű tenzor az E , G , ν rugalmas állandókat tartalmazza.

A képlékeny alakváltozás növekményekre az alábbi összefüggések írhatók fel:

$$d\varepsilon_{ij}^p = 0, \text{ ha } \begin{cases} f < 0 \text{ (rugalmas állapot)} \\ f = 0 \text{ és } df < 0 \text{ (tehermentesítés)} \end{cases}$$

$$d\varepsilon_{ij}^p = d\lambda \frac{\partial f}{\partial \sigma_{ij}}, \text{ ha } f = 0 \text{ és } df = 0 \text{ (aktív képlékeny állapot).}$$

Eszerint a képlékeny alakváltozás növekmények vektora a folyási felület megfelelő pontjához tartozó külső normálissal esik egybe és nagyságát a $d\lambda \geq 0$ képlékeny szorzó határozza meg. $d\lambda$ a $df = 0$ feltétel felhasználásával a σ_{ij} momentán feszültségek függvényében fejezhető ki. A képlékeny alakváltozás nagysága csak a terhelési folyamat ismeretében határozható meg.

A fentiek alapján a lineárisan rugalmas—tökéletesen képlékeny test anyagegyenlete a következő:

$$d\varepsilon_{ij} = H_{ijkl} d\sigma_{kl} + d\lambda \frac{\partial f}{\partial \sigma_{ij}},$$

$$fd\lambda = 0, \quad dfd\lambda = 0.$$

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a lineárisan rugalmas—tökéletesen képlékeny test anyagegyenletei

- feszültség- és alakváltozás-növekményeket tartalmaznak, ezért a test állapotváltozását írják le,
- a $d\lambda$ szorzó kövekeztében nemlineárisak és
- egyenlőtlenségeket is tartalmaznak.

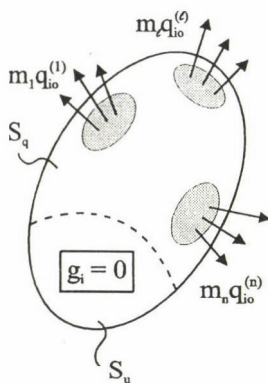
Az utóbbi az oka annak, hogy extrémum tételek alkalmazása esetén a képlékenységtani feladatok megoldása matematikai programozásra vezet.

3. TERHELÉSI FOLYAMAT. TERHELÉSI TARTOMÁNY

Tételezzük fel, hogy a test S_q felületére olyan kvázistatikus teher működik, amely

$$q_i(x_i, t) = \sum_l m_l(t) q_{io}^{(l)}(x_i); \quad (l = 1, 2, \dots, n)$$

alakban adható meg (6. ábra). Ennél a többparaméteres tehernél a $q_{io}^{(1)}(x_i)$; ($l = 1, 2, \dots, n$) alapterhek az egymástól független tehercsoportokat, az $m_l(t)$



6. ábra

teherintenzitások pedig ezeknek a tehercsoportoknak az időbeli változását adják meg. Az m_1, m_2, \dots, m_l terhelési térben egy terhelési folyamatot egy görbe ábrázolja az összes lehetséges teherkombinációk halmaza által megszabott terhelési tartományt pedig a

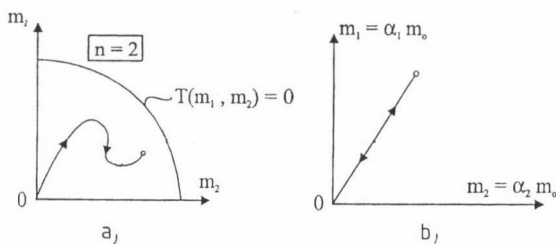
$$T(m_l) = 0$$

felület határolja. Kétparaméteres teher esetére a terhelési folyamatot és a terhelési tartományt a 7/a. ábra szemlélteti.

Abban a speciális esetben, ha az $m_l(t)$ teherintenzitások közül egyetlenegy kivételével valamennyi zérus, vagy ha a teherintenzitások arányát az α_l ; ($l = 1, 2, \dots, n$) tényezőkkel $m_l(t) = \alpha_l m_0(t)$ módon rögzítjük, egyparaméteres (arányos) teherről beszélünk:

$$q_o(x, t) = m_o(t) \sum_l \alpha_l q_{io}^{(l)}(x_i) = m_o(t) \bar{q}_{io}(x_i).$$

Ekkor a terhelési térben a terhelési folyamatot egy egyenes ábrázolja, és ennek végpontja szabja meg a terhelési tartomány határát (7/b. ábra).



7. ábra

4. HATÁRÁLLAPOTOK. TEHERBÍRÁSI ÉS KÉPLÉKENY ALAKVÁLTOZÁSI TARTOMÁNYOK

Azokat az állapotokat, amelyek bekövetkeztek a tartó bizonyos előre előírt követelményeket nem tud kielégíteni, határállapotoknak nevezzük. Képlékenységtani vizsgálatoknál az alábbi határállapotokat különböztethetjük meg.

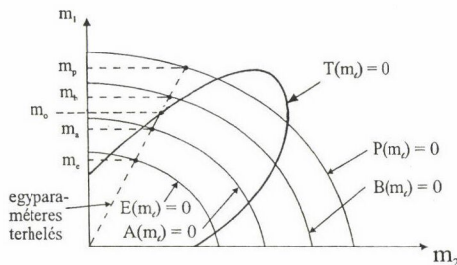
a) Képlékeny teherbírás határállapotban állandó teher hatására növekvő képlékeny alakváltozások jönnek létre és emiatt a teherbírás kimerül. Az ennek az állapotnak megfelelő terheket a $P(m_1) = 0$ összefüggés adja meg. Az ezt ábrázoló zárt felület a képlékeny teherbírás tartományt határolja. Igazolható, hogy ez a tartomány kívülről nézve konvex (lásd 7. fejezet).

b) Beállási határállapotban változó jellegű, többparaméteres teher hatására általában korlátlanul halmozódó képlékeny alakváltozások jöhetnek létre. Ha viszont kialakul egy olyan saját feszültségi állapot, amelynek eredményeként a $B(m_1) \leq 0$ feltételt kielégítő terhek működésekor a képlékeny alakváltozások nem halmozódnak korlátlanul, akkor a test beállt. A $B(m_1) = 0$ zárt felület a beállási tartományt határolja (lásd 8. fejezet).

c) Képlékeny alakváltozási határállapotban a képlékeny alakváltozások nem halmozódnak, és nagyságuk vagy valamilyen mértékük elér egy megengedett értéket. Az ennek az állapotnak megfelelő terheket az $A(m_1) = 0$ összefüggés adja meg. Az ezt ábrázoló zárt felület a korlátozott képlékeny alakváltozási tartományt határolja (lásd 9. fejezet).

d) Rugalmas teherbírás határállapotban a tartó egy vagy esetleg egyidejűleg több pontjában első ízben képlékeny állapot jön létre. Az ennek az állapotnak megfelelő terheket az $E(m_1) = 0$ összefüggés adja meg. Az ezt ábrázoló zárt felület a rugalmas teherbírás tartományt határolja (lásd 10. fejezet).

Kétparaméteres teher esetére a fenti tartományokat határoló görbéket a 8. ábra szemlélteti. Egyparaméteres teher esetén fenti határállapotoknak



8. ábra

megfelelő teherintenzitásokat az m_p , m_b , m_a és m_e teherintenzitások (paraméterek) adják meg.

5. HATÁRÁLLAPOT VIZSGÁLAT

A tartószerkezetek képlékenységtani vizsgálatának az a feladata, hogy megállapítsa a fentiekben ismertetett és a $P(m_1) = 0$, $B(m_1) = 0$, $A(m_1) = 0$ és $E(m_1) = 0$ felületekkel határolt teherbírési és korlátozott alakváltozási tartományokat, illetőleg egyparaméteres teher esetén az m_p , m_b , m_a és m_e teherintenzitásokat. Ezeknek és a $T(m_1) = 0$ terhelési tartománynak az ismeretében a tartószerkezetek határállapot vizsgálata az alábbi általános formában fogalmazható meg:

Többparaméteres teher

Egyparaméteres teher

a) Képlékeny teherbírás

$$T(m_i) \subseteq P(m_i) \qquad m_o \leq m_p$$

b) Beállítás

$$T(m_i) \subseteq B(m_i) \qquad m_o \leq m_b$$

c) Képlékeny alakváltozás

$$T(m_i) \subseteq A(m_i) \qquad m_o \leq m_a$$

d) Rugalmas teherbírás

$$T(m_i) \subseteq E(m_i) \qquad m_o \leq m_e$$

A 8. ábrán a $T(m_1) = 0$ terhelési tartományt határoló görbét is feltüntettük. Ennek alapján megállapítható, hogy melyek azok a terhek, amelyek működésekor a test rugalmas, ill. rugalmas-képlékeny állapotban van, s melyek azok a terhek, amelyek hatására összeomlik.

A továbbiakban bemutatjuk, hogy az ismertetett határállapotokat meghatározó összefüggéseket, illetőleg teherintenzitásokat hogyan lehet meghatározni.

6. RUGALMAS-KÉPLÉKENY ÁLLAPOTVÁLTOZÁS VIZSGÁLAT

Tételezzük fel, hogy egy rugalmas-képlékeny test S_U felületén $u_{i0} = 0$ és a $q_i(x_i, t)$ teher hatására kialakult $\sigma_{ij}(x_i)$, $\varepsilon_{ij}(x_i)$, $u_i(x_i)$ állapotát ismerjük. Ekkor a dq_i tehernövekmény hatására létrejövő $d\sigma_{ij}$ feszültségnövekményeket a kiegészítő potenciális energianövekmény minimumának tétele alapján határozhatjuk meg /pl. Kaliszky (1989)/:

$$d\bar{\pi} = \frac{1}{2} \int_V d\sigma_{ij} H_{ijkl} d\sigma_{kl} dV = \min!$$

$$\left. \begin{aligned} d\sigma_{y,j} &= 0 \\ d\sigma_{ij} &= d\sigma_{ji} \end{aligned} \right\} V - \text{ben,}$$

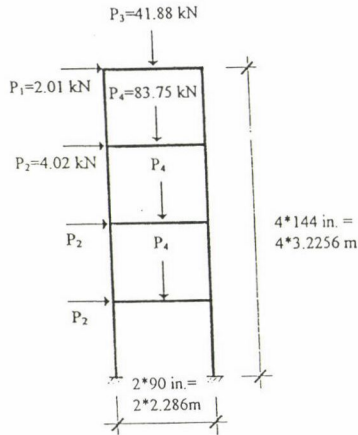
$$d\sigma_{y,n_j} = dq_i; S_q - n,$$

és ahol $f(\sigma_y, k) = 0$, ott $\frac{\partial f}{\partial \sigma_{ij}} d\sigma_{ij} \leq 0$.

Az utolsó feltétel azt fejezi ki, hogy képlékeny állapotban csak olyan $d\sigma_{ij}$ feszültségnövekmények jöhetnek létre, amelyek kielégítik az $f[(\sigma_{ij} + d\sigma_{ij}), k] \leq 0$ feltételt. Ez azt jelenti, hogy a $d\sigma_{ij}$ vektor nem léphet ki a folyási felület által határolt tartományból (lásd 5. ábrát).

Diszkrét rendszerek és lineáris, ill. linearizált képlékenységi feltétel esetén a fenti tétel alkalmazása kvadratikus programozásra vezet. Segítségével egy szerkezet tetszőleges terhelési folyamat közben létrejövő állapotváltozása lépésről lépésre követhető, és valamennyi fentiekben tárgyalt határállapot tartománya meghatározható.

A tétel alkalmazásának szemléltetésére a 9. ábrán feltüntetett rugalmas-képlékeny anyagú, egyparaméteres teherrel terhelt keretszerkezet állapotváltozás vizsgálatának eredményeit a 10. ábrán szemléltetjük /Nédli (1996)/. A 10/a. ábrán az elsőrendű elmélet alapján nyert eredmények láthatók. Az $m_p = 2,24$ teherintenzitás elérésekor a keret legfelső pontjának u vízszintes eltolódása a teher változatlan értékénél korlátlanul növekszik, ami a teherbírás kimerülését jelenti. Az ábra az ebben az állapotban kialakult képlékeny csuklók elrendezését is szemlélteti. A 10/b. és 10/c. ábrák a másod- és harmadrendű elmélet alapján elvégzett állapotváltozás vizsgálat eredményeit mutatják be. Látható, hogy ebben az esetben a keret teherbírása az elsőrendű elmélet alapján nyert eredményhez képest mintegy 10%-kal kisebb, és a keret posztkritikus viselkedése is követhető. Az is megállapítható, hogy a három különböző esetben a képlékeny csuklók elrendezése is eltérést mutat. A tömör körök a terhelési folyamat közben inaktívvá vált csuklókat jelölik.



$$E = 13548 \text{ t/in}^2 = 21000 \text{ kN/cm}^2$$

A RUDAK ATADAI:

Rúd	A		I		Mp	
	in ²	cm ²	in ⁴	cm ⁴	t.in.	kNm
1,2	5.3	34.19	55.63	2315	244.0	61.98
3-8	7.35	47.42	122.34	5092	428.0	108.71
9,13	5.89	38.00	34.71	1445	205.3	52.15
10,14	7.37	47.55	43.69	1819	259.3	65.86
11,15	8.28	53.42	86.69	3608	393.5	99.95
12,16	10.32	65.58	115.06	4789	502.3	127.58

9. ábra

7. KÉPLÉKENY TEHERBÍRÁSI HATÁRÁLLAPOT VIZSGÁLAT

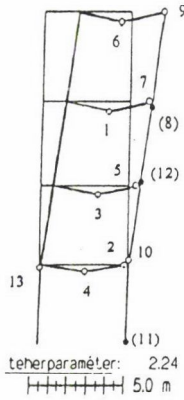
Feltételezzük, hogy a testre

$$q_i(x_i, t) = m(t)q_{io}(x_i)$$

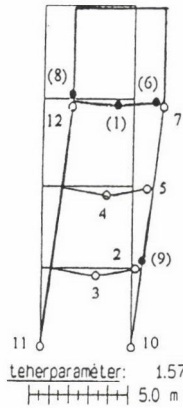
monoton növekvő egyparaméteres teher működik és a terhelési folyamat során kis alakváltozások jönnek létre. Ekkor az m_p intenzitású teher elérésekor a test egésze vagy egy része változatlan teher hatására növekvő képlékeny alakváltozásokat és elmozdulásokat végez. Ezt az állapotot, amit a

$$m = m_p, \quad dm = 0, \quad de_{ij}^p \neq 0, \quad du_i \neq 0$$

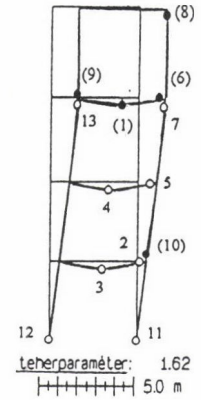
összefüggések jellemeznék, képlékeny teherbírás határállapotnak nevezzük. Tartószerkezetek esetén a képlékeny teherbírás határállapot bekövetkezése a tartó összeomlását eredményezi, ezért az m_p törőintenzitás ismeretének nagy jelentősége van. Pontos vagy közelítő értéke a képlékeny teherbírás határállapot vizsgálat **Greenberg, Drucker és Prager** által igazolt statikai és kinematikai tételével határozható meg /lásd pl. Kaliszky (1989)/.



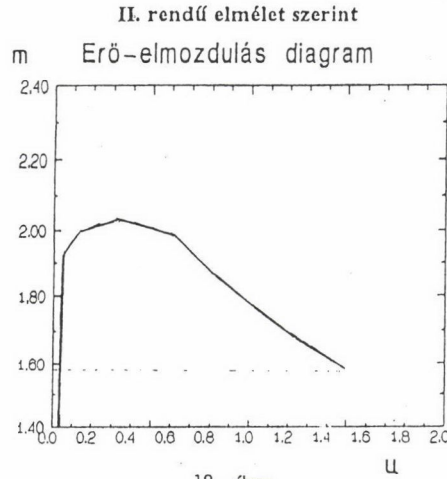
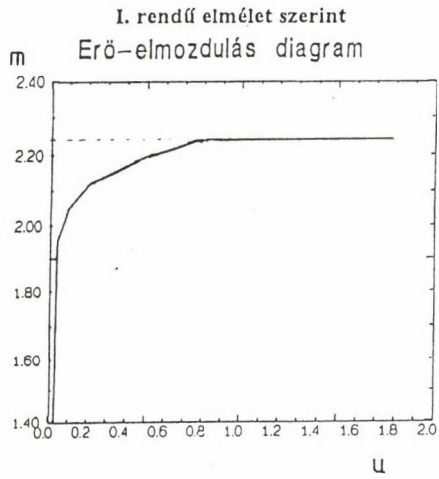
a,



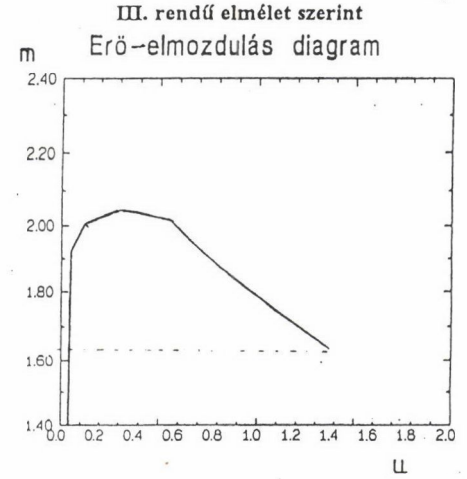
b,



c,



10. ábra



1. Statikai tétel

A statikai tétel az egyensúlyi egyenleteket és a képlékenységi feltételt kielégítő statikailag lehetséges feszültségeloszlások vizsgálatára alapszik. A tétel szerint az ezekhez a feszültségeloszlásokhoz tartozó bármelyik statikailag lehetséges m_s teherintenzitás kisebb, mint az m_p törőintenzitás vagy azzal egyenlő:

$$m_s \leq m_p.$$

A tétel szerint a törőintenzitás pontos értéke a statikailag lehetséges teherintenzitások legnagyobb értékével egyenlő és az alábbiak szerint határozható meg:

$$\begin{aligned} m_s &= \max! \\ \left. \begin{aligned} \sigma_{ij} + g_i &= 0 \\ \sigma_{ij} &= \sigma_{ji} \end{aligned} \right\} V - \text{ben}, \\ \sigma_{ij} n_j &= m_s q_{i0}; S_q - n, \\ f(\sigma_{ij}, k) &\leq 0; V - \text{ben}. \end{aligned}$$

Diszkrét rendszerek és lineáris vagy linearizált képlékenységi feltétel esetén a statikai tétel alkalmazása lineáris programozásra vezet.

2. Kinematikai tétel

A kinematikai tétel a geometriai egyenleteket kielégítő, kinematikailag lehetséges képlékeny alakváltozás- és eltolódáseloszlások vizsgálatára alapszik. A tétel szerint az ezekből az alakváltozás- és eltolódáseloszlásokból a külső és belső munkák egyenlősége alapján számítható bármelyik kinematikailag elégséges m_k teherintenzitás nagyobb, mint az m_p törőintenzitás vagy azzal egyenlő:

$$m_k \geq m_p.$$

A tétel szerint a törőintenzitás pontos értéke a kinematikailag lehetséges teherintenzitások legkisebb értékével egyenlő és az alábbiak szerint határozható meg:

$$\begin{aligned} m_k &= \min! \\ d\epsilon_{ij}^p &= \frac{1}{2}(u_{i,j} + u_{j,i}); V - \text{ben}, \\ du_i &= 0; S_u - n, \end{aligned}$$

$$m_k \int_{S_q} q_{io} du_i dS = \int_V \sigma_{ij} d\epsilon_{ij}^p dV,$$

$$\int_{S_q} q_{io} du_i dS \geq 0.$$

Diszkrétizált rendszerek és lineáris vagy linearizált képlékenységi feltétel esetén a kinematikai tétel alkalmazása lineáris programozásra vezet.

3. A kinematikai tétel alapján megfogalmazott megoldás a statikai tételre alapuló megoldás komplementer feladata. A két tétel segítségével kiszámított m_s alsó és m_k felső korlátok segítségével a törőintenzitás közelítő értéke és a közelítés hibájának korlátja is meghatározható:

$$m_0 \approx \frac{1}{2}(m_s + m_k),$$

$$\Delta\% \leq \frac{m_k - m_s}{2m_s} 100\%.$$

Az m_s és m_k értékek ismételt meghatározásával a közelítés pontossága tetszőleges mértékben fokozható.

8. BEÁLLÁSI HATÁRÁLLAPOT VIZSGÁLAT

Ha egy testre egészen a képlékeny teherbírás nagyságát elérő, egyparaméteres teher működik, akkor tehermentesítés alkalmával — kivételes esetektől eltekintve — kialakul egy olyan saját (maradó) feszültségeloszlás, amely biztosítja azt, hogy újabb terhelés során már csak rugalmas alakváltozások keletkeznek. Ezt beállásnak (shakedown) nevezzük.

Ha viszont egy testre egymástól független csoportokból álló, többparaméteres teher működik, és ezek a csoportok külön-külön vagy bizonyos kombinációkban követik egymást, akkor az egyes terhek tehermentesítése után visszamaradó sajátfeszültség eloszlások általában lerontják egymást. Emiatt minden alkalommal újabb és újabb képlékeny alakváltozások jöhetnek létre, amelyek korlát nélkül halmozódhatnak és tönkremenetelt okozhatnak.

Elkerülhető a képlékeny alakváltozások korlátlan halmozódása, ha a tehercsoportok intenzitását korlátozzuk és azok nem növekedhetnek egészen a törőintenzitásig. A beállási határállapot vizsgálatnak az a feladata, hogy megállapítsa az egyes tehercsoportok intenzitásainak azokat a korlátait, amelyeket betartva a terhelési folyamat során kialakul olyan sajátfeszültség

eloszlás, amelynek eredményeként a test a további terhelési folyamat során már rugalmasan viselkedik. Ez azt jelenti, hogy a test beállt.

A beállási határállapot vizsgálatnak az a feladata, hogy a teherintenzitások ezen korlátait meghatározza.

Tételezzük fel, hogy a testre

$$q_l(x_i, t) = \sum_l m_l(t) q_{l0}^{(l)}(x_i); \quad (\ell = 1, 2, \dots, n)$$

többparaméteres teher működik, és határozzuk meg azt a közös m_b beállási paramétert, amit az jellemez, hogy az

$$m_l \leq m_b; \quad (\ell = 1, 2, \dots, n)$$

feltétel teljesülése esetén kialakul egy olyan σ_{ij}^S sajátfeszültség eloszlás, amely biztosítja, hogy a további terhelési folyamat során már nem jönnek létre újabb képlékeny alakváltozások, tehát a test beáll.

Az m_b beállási paraméter Melan statikai tétele alapján a következőképpen határozható meg /lásd pl. Kaliszky (1989)/:

$$\begin{aligned} m_b &= \max! \\ \left. \begin{aligned} \sigma_{ij,l}^S &= 0 \\ \sigma_{ij}^S &= \sigma_{ji}^S \end{aligned} \right\} V\text{-ben,} \\ \sigma_{ij,n_j}^S &= 0; \quad S_q - n, \\ f_l[(m_b \sigma_{ij}^{et} + \sigma_{ij}^S), k] &\leq 0; \quad (t = 1, 2, \dots, r); \quad V\text{-ben} \end{aligned}$$

Itt $\sigma_{ij}^{et}(x_i)$ a $q_{i0}^{(1)}(x_i)$; ($\ell = 1, 2, \dots, n$) alapterhek összes lehetséges $t = 1, 2, \dots, r$ kombinációiból a rugalmasságtan alapján számított feszültségeloszlásokat jelöli.

Diszkrét rendszerek és lineáris vagy linearizált képlékenységi feltételek esetén a fenti tétel alkalmazása lineáris programozásra vezet.

9. KÉPLÉKENY ALAKVÁLTOZÁSI HATÁRÁLLAPOT VIZSGÁLAT

A beállási vizsgálat segítségével biztosítható, hogy a terhelési folyamat során a képlékeny alakváltozások ne halmozódjanak korlátlanul, az azonban nem határozható meg, hogy a beállást megelőzően mekkora képlékeny alakváltozások halmozódnak fel a testben. Mivel ezek nagysága jelentős lehet és meghaladhat egy nemkívánatos mértéket, szükség lehet olyan vizsgálatra is, amely a beállás biztosításán túlmenően a képlékeny alakváltozások mértékének korlátozására is lehetőséget nyújt.

Koiter, Vitiello, Capurso, Corradi és Maier tételei szerint a testben felhalmozódott képlékeny alakváltozások mértéke a terhelés után visszamaradó σ_{ij}^S sajátfeszültségek által végzett

$$W_p = \frac{1}{2} \int_V \sigma_{ij}^S H_{ijkl} \sigma_{kl}^S dV$$

kiegészítő képlékeny alakváltozási munka nagyságával jellemezhető /Koiter (1960), Vitiello (1972), Capurso, Corradi, Maier (1978)/. Elfogadva ezt a feltevést, tételezzük fel, hogy a testre

$$q_i(x_i, t) = \sum_l m_l(t) q_{i0}^{(l)}(x_i); (l = 1, 2, \dots, n)$$

többparaméteres teher működik, és határozzuk meg azt a közös m_a képlékeny alakváltozási paramétert, amit az jellemez, hogy az

$$m_l \leq m_a; (l = 1, 2, \dots, n)$$

feltétel teljesülése esetén

- a test beáll, azaz $m_a \leq m_b$,
- és a maradó sajátfeszültségek kiegészítő munkája nem halad meg egy W_{p0} megengedett értéket, azaz $W_p \leq W_{p0}$.

Ekkor az m_a képlékeny alakváltozási paraméter a következőképpen határozható meg /Kaliszky (1996)/:

$$\begin{aligned} m_a &= \max! \\ \left. \begin{aligned} \sigma_{ij,j}^S &= 0 \\ \sigma_{ij}^S &= \sigma_{ji}^S \end{aligned} \right\} V - \text{ben,} \\ \sigma_{ij}^S n_j &= 0; S_q - n, \\ f_t[(m_a \sigma_{ij}^{et} + \sigma_{ij}^S), k] &\leq 0; (t = 1, 2, \dots, r); V - \text{ben,} \\ \frac{1}{2} \int_V \sigma_{ij}^S H_{ijkl} \sigma_{kl}^S dV - W_{p0} &\leq 0. \end{aligned}$$

Itt $\sigma_{ij}^{et}(x_i)$ a $q_{i0}^{(l)}(x_i)$; ($l = 1, 2, \dots, n$) alapterhek összes lehetséges $t = 1, 2, \dots, r$ kombinációból a rugalmasságtan alapján számított feszültségeloszlásokat jelöli.

Diszkrét rendszerek esetén a fenti tétel alkalmazása matematikai programozásra vezet.

10. RUGALMAS TEHERBÍRÁSI HATÁRÁLLAPOT VIZSGÁLAT

Vannak olyan esetek, amikor képlékeny alakváltozások kialakulása egyáltalán nem engedhető meg. Ilyenkor az a feladat, hogy meg kell állapítani a teherintenzitások azon korlátait, amelyek megtartása esetén a test minden pontja még rugalmas állapotban van.

Tételezzük fel, hogy a testre

$$q_i(x_i, t) = m(t)q_{i0}(x_i)$$

egyparaméteres teher működik és az alakváltozások kicsik. Ekkor az m_e rugalmas teherbírásági paraméter nagysága az alábbiak szerint határozható meg:

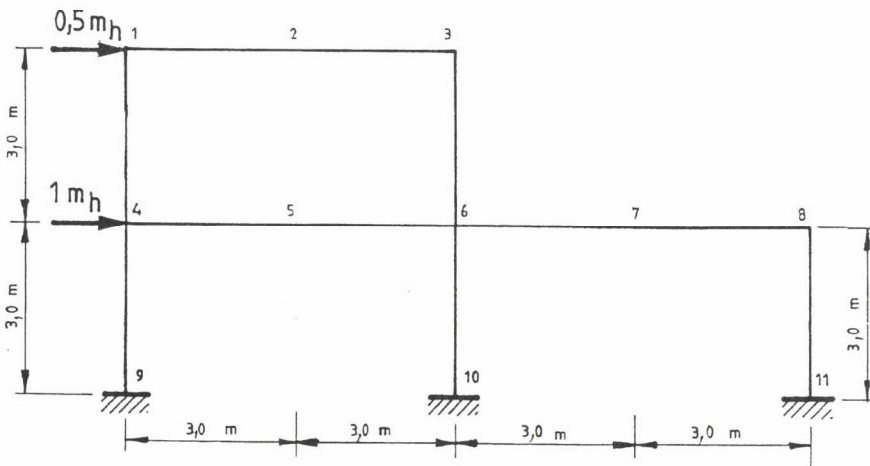
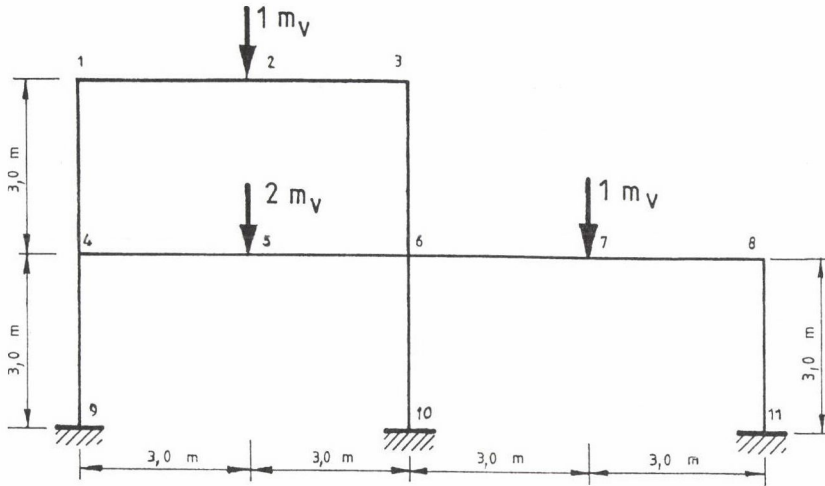
$$\begin{aligned} m_e &= \max! \\ \left. \begin{aligned} \sigma_{ij,j} + g_i &= 0 \\ \sigma_{ij} &= \sigma_{ij} \end{aligned} \right\} V\text{-ben,} \\ \sigma_{ij} n_j &= m_e q_{i0}; S_q - n, \\ \epsilon_{ij} &= \frac{1}{2}(u_{i,j} + u_{j,i}); V\text{-ben,} \\ u_i &= u_{i0}; S_u - n, \\ \epsilon_{ij} &= H_{ijkl} \sigma_{kl}; V\text{-ben,} \\ f(\sigma_{ij}, k) &\leq 0; V\text{-ben.} \end{aligned}$$

Diszkrét rendszerek és linearizált vagy lineáris képlékenységi feltételek esetén a fenti feladat megoldása lineáris programozásra vezet.

Megjegyezzük, hogy a fenti feladat a geometriai és anyagegyenletek elhagyása esetén a képlékeny teherbírásági határállapot vizsgálat statikai tétele alapján megfogalmazott feladattal azonos.

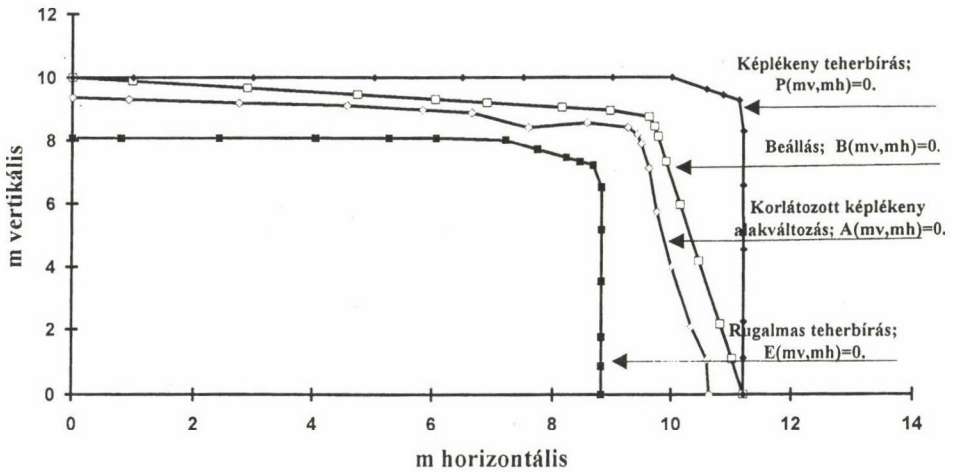
11. PÉLDA A HATÁRÁLLAPOT VIZSGÁLATOK ALKALMAZÁSÁRA

A vizsgálat tárgyát képező keretszerkezet geometriai méreteit és szilárdsági jellemzőit a 11. ábra tünteti fel. Az állandó keresztmetszetű oszlopok és gerendák képlékeny nyomatéki teherbírásait előzetesen optimális tervezés alapján határoztuk meg. A keretet az ábrán látható egymástól független vízszintes és függőleges erőcsoportok terhelik, amelyek külön-külön és együttesen is működhetnek. Intenzitásukat m_h , ill. m_v jelöli. A feladat az m_h és m_v intenzitások azon kombinációinak meghatározása, amelyeknek megfelelő terhek működésekor a keret eléri a különböző határállapotokat.



RÚD	M _p [Nm]	EI [Nm ²]	EA [N]
1,2,5,6,7,8	7.50	1200	106000
3,4	23.57	6000	336000
9,10,11	8.57	1600	122000

11. ábra



12. ábra

A részleteket mellőzve az eredmények a 12. ábrán láthatók /Kaliszky, Nédli (1976)/.

A határgörbék ismeretében eldönthető, hogy melyek azok a terhek, amelyeket a keret rugalmas, ill. képlékeny állapotban tud elviselni, és melyek azok, amelyek hatására korlátozott, ill. korlátlan képlékeny alakváltozások jönnek létre.

12. KÉPLÉKENY OPTIMÁLIS TERVEZÉS

Az eddigiekben a képlékeny alakváltozási és teherbírási határállapotok vizsgálatával foglalkoztunk. A mérnöki gyakorlatban azonban gyakoribb az a feladat, amikor egy tartó tervezését kell elvégezni. Ennek során a tartó elrendezését (topológiáját), geometriai és keresztmetszeti méreteit és anyagát úgy kell meghatározni, hogy a tartó az előírt terheket el tudja viselni és bizonyos más követelményeknek is eleget tegyen.

A határállapot vizsgálatokhoz hasonlóan a tartók tervezése is elvégezhető a képlékenységtan szerint és különösen gazdaságos eredményekre vezet, ha egyidejűleg az optimális tervezés módszereit is alkalmazzuk. Ennek részleteiről egy előző előadás számolt be /Kaliszky (1991)/, ezért az alábbiakban csupán egyetlen speciális feladat ismertetése szemlélteti az általános összefüggéseket és azoknak egy példára való alkalmazását.

Tételezzük fel, hogy a V térfogatú, inhomogén anyagú test V_k ; ($k = 1, 2, \dots, s$) ismeretlen térfogatú és alakú homogén tartományokra oszlik, melyek anyagának folyási határa σ_j^k és fajlagos költsége c_k . A tartományok helyét, alakját és méretét a

$$H_k \subseteq V_k \subseteq G_k; \quad (k = 1, 2, \dots, s)$$

feltétel, a teljes test képlékeny alakváltozásainak mértékét pedig a korábban már alkalmazott

$$\frac{1}{2} \int_V \sigma_{ij}^s H_{ijkl} \sigma_{kl}^s dV - W_{po} \leq 0$$

feltétel korlátozza. A testre adott nagyságú $q_{i0}(x)$ teher működik. A V_k tartományok helyét, alakját és méreteit úgy kell meghatározni, hogy

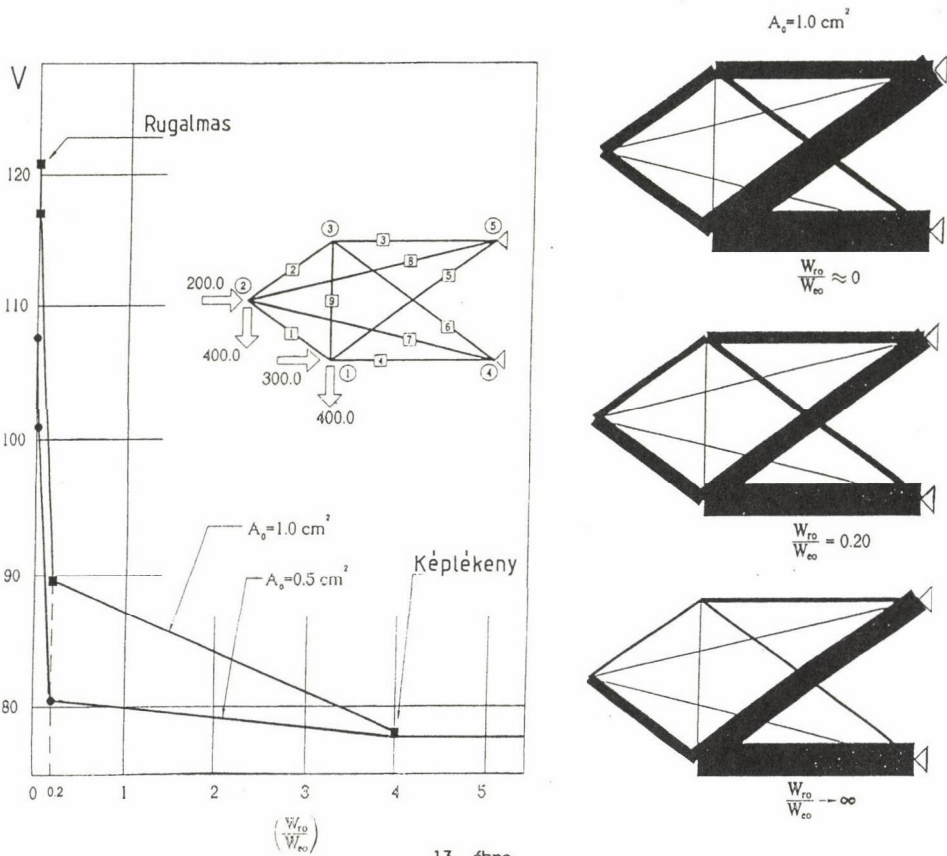
- a test a $q_{i0}(x_i)$ terhet el tudja viselni,
- a felsorolt geometriai és alakváltozási feltétel teljesüljön, és
- a test anyagának teljes C költsége a lehető legkisebb legyen.

Ez a feladat az alábbiak szerint fogalmazható meg:

$$\begin{aligned} C &= c_k V_k = \min! \\ \left. \begin{aligned} \sigma_{ij,j}^s &= 0 \\ \sigma_{ij}^s &= \sigma_{ji}^s \end{aligned} \right\} V\text{-ben,} \\ \sigma_{ij}^s n_j &= 0; \quad S_q - n, \\ f_k[(\sigma_{ij}^e + \sigma_{ij}^s), \sigma_f^k] &\leq 0; \quad V_k\text{-ban; } (k = 1, 2, \dots, s), \\ H_k &\subseteq V_k \subseteq G_k, \\ \frac{1}{2} \int_V \sigma_{ij}^s H_{ijkl} \sigma_{kl}^s dV - W_{po} &\leq 0. \end{aligned}$$

Ebben σ_{ij}^e a $q_{i0}(x_i)$ teherből a rugalmasságtan alapján számított feszültségeket jelöli. Diszkrét rendszerek esetén a feladat megoldása matematikai programozásra vezet.

Az alkalmazást a 13. ábrán látható rácsos tartó képlékeny optimális tervezése szemlélteti /Kaliszky, Lógó (1995)/. A tartó homogén anyagú, tehát $\sigma_j^{(1)} = \sigma_f^{(2)} = \dots = \sigma_f^{(s)} = \sigma_f$ és $c_1 = c_2 = \dots = c_s = c$ és a V_k tartományokat az adott helyzetű és hosszúságú rudak jelentik, melyek méretét a keresztmetszetek A területére előírt $A_0 = 0,5$ cm, ill $A_0 = 1,0$ cm minimális értékek korlátozzák. Az ábrán látható diagramok a tartó V térfogatának (költségének)



13. ábra

változását adják meg a W_{po}/W_{eo} hányados függvényében. Az utóbbiban W_{po} a megengedett képlékeny kiegészítő munkát, W_{eo} pedig a tartó rugalmas teherbírási határállapotához tartozó rugalmas kiegészítő munkát jelöli. A diagramban a $W_{po}/W_{eo} = 0$ eset a rugalmas optimális tervezésnek felel meg. Látható, hogy már kismértékű ($W_{po}/W_{eo} \approx 0,2$) képlékeny alakváltozás lehetővé tétele esetén a tartó térfogatában jelentősebb megtakarítás érhető el. A legkisebb térfogatú megoldást természetesen akkor kapjuk, ha az alakváltozásoknak nem szabunk korlátot, azaz $W_{po}/W_{eo} \rightarrow \infty$. Ez az alakváltozás korlátozást nem tartalmazó képlékeny optimális tervezés esetének felel meg.

13. SZTOCHASZTIKUS VÁLTOZÓK FIGYELEMBEVÉTELE

A rugalmasságtan vizsgálatokhoz hasonlóan a tartószerkezetek képlékenységtani vizsgálatánál és tervezésénél is figyelembe lehet venni, hogy

- a terhek,
- a szilárdsági tulajdonságok és
- a geometrikus méretek

valószínűségi változók.

Ebben az esetben a rugalmas-képlékeny alakváltozás vizsgálat, a képlékeny határállapot vizsgálat, a beállítás vizsgálat és a képlékeny optimális tervezés diszkrét rendszerek esetén sztochasztikus programozásra vezet /lásd pl. Vásárhelyiné (1982)/. Ezek a vizsgálatok a különböző teherparaméterek (pl. törőintenzitás, beállási paraméter) bizonyos valószínűséggel várható értékeit adják meg.

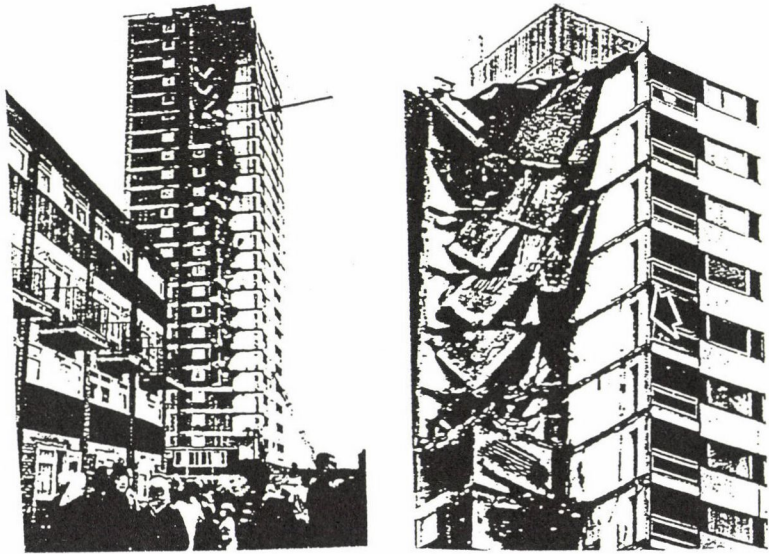
14. RENDKÍVÜLI DINAMIKUS TERHEKKEL TERHELT TARTÓSZERKEZETEK KÉPLÉKENYSÉGTANI VIZSGÁLATA

Tartószerkezetek vizsgálatakor jellegüktől és rendeltetésüktől függően az alábbi rendkívüli dinamikus terheket veszik figyelembe:

- robbanás épületeken kívül, épületeken belül (pl. atomreaktorokban),
- ütközés, járművek ütközése egymással és épületekkel, leeső teher,
- földrengés,
- széllökés, tornádó, hurrikán.

Mivel a felsorolt terhek intenzitása rendszerint igen nagy, ezért gazdaságtalan és sokszor műszakilag is lehetetlen lenne annak a követelménynek a kielégítése, hogy a tartó a rendkívüli terheket rugalmas állapotban viselje el. Erre azonban különleges esetektől eltekintve nincs is szükség, mivel ezek a terhek nem ismétlődnek és előfordulásuk valószínűsége igen csekély, ezért elegendő annak a biztosítása, hogy a tartó a rendkívüli terheket túlzott mértékű alakváltozás, törés és összeomlás nélkül el tudja viselni, és ezzel biztosítsa azt, hogy az emberéletben és az anyagiakban bekövetkező kár a lehető legkisebb legyen. Képlékeny alakváltozások, repedések és lokális jellegű törések megengedhetők.

A fentiek szerint a tartószerkezetek rendkívüli terhek alapján történő vizsgálatát és tervezését a képlékenységtan elve alapján lehet és célszerű



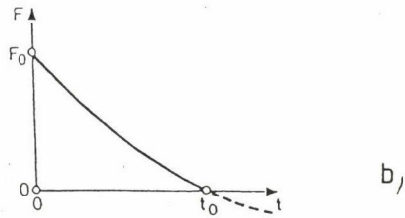
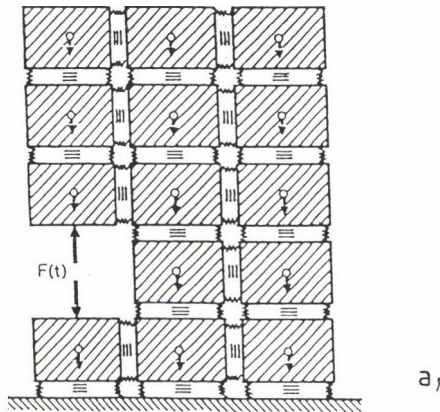
14. ábra

elvégezni. A tartók képlékeny teherbírási tartalékának kihasználása ezekben az esetekben megbízható és a rugalmasságtani számításokhoz képest gazdaságosabb eredményekre vezet.

A nagy intenzitású és rövid ideig tartó (lökésszerű) terhek vizsgálatakor rendszerint a képlékeny alakváltozásokhoz képest a rugalmas alakváltozások elhanyagolhatók, viszont az anyag viszkozus tulajdonságait és az alakváltozásoknak az erőjátékra való hatását célszerű figyelembe venni. Diszkrét tartószerkezetek dinamikus állapotváltozás vizsgálata matematikai programozás segítségével végezhető el. Ez meglehetősen nehéz és hosszadalmas számításokra vezet, ezért számos közelítő módszert is kidolgoztak, amelyek segítségével a lökésszerű teherrel terhelt szerkezetek vizsgálata megbízhatóan elvégezhető /pl. Kaliszky (1984)/. Az alábbiakban egy speciális feladat vázlatos leírása szemlélteti a vizsgálat alapelveit.

Panelvázás épületeknél a gázrobbanás különösen nagy veszélyt jelent, mert ha a robbanás helyén egy vagy több panel súlyosan megsérül vagy kidől, akkor ez a lokális sérülés az egész épületnek vagy egy nagy részének progresszív összeomlását okozhatja. Egy szomorú példája ennek az Angliában (Ronen Pointban) 1968-ban történt katasztrófa, amikor a 18. emeleten bekövetkezett gázrobbanás következtében a 22 emeletes panelvázás épület egyik sarka teljesen leomlott (14. ábra).

A progresszív összeomlás elkerülése érdekében a panelvázás épületek kapcsolatait úgy kell kialakítani, hogy egyetlen vagy esetleg több panel kiesése esetén is a lokálisan sérült épület a terheket összeomlás nélkül tudja hordani. Ennek a vizsgálatnak az elvégzésére többek között a 15/a. ábrán vázlatosan feltüntetett ún. merev tárcsa modell alkalmas /Kaliszky, Nédli, Tornósy (1985)/. A modell merev tárcsákból áll, melyeket a helyszíni kapcsolatokat modellező, húzás, nyomás és nyírás átadására alkalmas rugalmas-képlékeny, korlátozott alakváltozás képességű rugók kapcsolnak egymáshoz. Egy panel gázrobbanás miatt bekövetkező tönkremenetele vagy kiesése esetén a megszűnt kapcsolatok helyén a támaszerők a 15/b. ábrán látható módon hirtelen megszűnnek, ami dinamikus terhelést eredményez. A matematikai programozás segítségével elvégezhető állapotváltozás vizsgálat során a rugókban keletkező erők és alakváltozások változása követhető és megállapítható, hogy képes-e a sérült szerkezet a terhek viselésére, vagy pedig egyes rugók alak-



$$F = F_0(1 - t/t_0)e^{-\alpha t}, \text{ if } 0 \leq t < t_0$$

$$F = 0, \text{ if } t > t_0$$

15. ábra

változás képességének kimerülése és tönkremenetele miatt az épület egy része vagy egésze összeomlik. A modell és a vizsgálati módszer térbeli feladatokra is alkalmazható.

15. BEFEJEZÉS

Áttekintve a képlékenységtan néhány módszerét, felmerül a kérdés, hogy milyen előnyökkel és esetleg hátrányokkal jár a képlékenységtan elméletének tartószerkezetek számításánál való alkalmazása. Amint már **Kazinczy Gábor** megállapította, a rugalmasságtan alapján a tartószerkezetek teherbírása nem határozható meg, ha azonban a képlékeny tulajdonságokat is figyelembe vesszük, akkor lehetővé válik a tartók mérnöki szempontból legfontosabb határállapotának, a teherbírás kimerülésének megbízható vizsgálata. A képlékenységtan alkalmazásának másik előnye az, hogy a képlékeny teherbírás tartalék kihasználása kisebb súlyú, gazdaságosabb tartók tervezését teszi lehetővé. Ennek azonban az a következménye, hogy maradó alakváltozások jöhetnek létre és ezek halmozódása törést eredményezhet. Emiatt bizonyos esetekben a maradó alakváltozások vizsgálata fokozottabb figyelmet igényel és nem alkalmazható a képlékenységtan elmélete olyan tartók vizsgálatánál, amelyekre gyakran ismétlődő, váltakozó helyzetű, dinamikus terhek működnek (pl. hidak esetén). Ezekről az esetektől eltekintve azonban a képlékenységtan módszereit acél és vasbeton tartók tervezésénél az egész világon alkalmazzák. Talán érdekes megemlíteni, hogy a konzervatív Anglia az elsők között volt, ahol a méretezési előírások lehetővé tették a képlékenységtani módszerek használatát.

Szükségtelen indokolni, hogy a szerkezeti anyagok képlékeny tulajdonságának akkor is nagy jelentősége van, ha azt a számításoknál nem veszik figyelembe. A képlékeny alakváltozások kialakulása következtében a feszültségcsúcsok és anyaghibák helyén nem következik be rideg törés, és az igénybevételek átrendeződése eredményeként a szerkezetek rejtett többlet biztonsággal rendelkeznek.

Köszönetnyilvánítás. Szerző köszönetét fejezi ki azoknak a professzoroknak, akik pályája kezdetén felhívták figyelmét a képlékenységtani kutatások jelentőségére és munkáját irányították, valamint azoknak a munkatársainak, akik vele együttműködtek és jelentősen hozzájárultak kutatási eredményeinek eléréséhez.

- Kaliszky S. (1991): Tartószerkezetek optimális tervezése. Építés-Építészettudomány XXIV. köt., 1–2, pp. 3–32.
- Galilei, G. (1638) Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due move Scienze. Leyden.
- Coulomb, C. A. (1773): Essai sur une application des regles de maximis et minimis a quelques problemes de statique relatifs a l'architecture. Memoires de Math et de Phys. L'Academie Royale des Sciences par divers savants.
- Lamé, G., Clapeyron, E. (1823): Sur la stabilité des voutes. Annales des Mines. 8.
- Kazinczy, G. (1914): Kísérletek befogott gerendákkal. Betonszemle 2, No. 4, 5, 6, pp. 68–71, 83–87, 101–104.
- Kazinczy, G. (1942): Az anyagok képlékenységének jelentősége a tartószerkezetek teherbírása szempontjából, I–II. Mérnökto vábbképző Intézet, III. köt., 13. füzet. Budapest.
- Reuss, E. (1930): Berücksichtigung der elastischen Formänderungen in der Plastizitätstheorie. Z. Angew. Math. Mech. 10, 266–274.
- Menyhárd, I. (1956): Die statische Berechnung von Zylindrischen Stahlbeton-Behältern auf Grund der Bruchtheorie. Vorbericht. V. Kong. Int. Ver. Brücken- und Hochbau. Lissabon.
- Palotás, L. (1962): Versuche mit Stahlbetonplatten und Pilzdecken und ihre Auswertung auf Grund der Bruchtheorie. Wiss. Zeitschrift der Hochschule für Bauwesen. Cottbus, 5, 3–4.
- Halász, O. (1972) Theorems for a Simplified Second Order Limit Analysis of Elasto-Plastic Frames. Preliminary report. Proc. IX. Congress Int. Ass. Bridge Struct. Engng. Amsterdam, pp. 11–19.
- Farkas, Gy. (1902): Über die Theorie der einfachen Ungleichungen. J. für die Reine und Angewandte Mathematik. 134, 1–27.
- Kaliszky, S. (1989) Plasticity, Theory and Engineering Applications. Akadémiai Kiadó, Budapest. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, p. 505.
- Nédli P. (1996) Rugalmas-képlékeny anyagú síkbeli keretek első-, másod- és harmadrendű elmélettel való számítása matematikai programozással. Alkalmazott Matematikai Lapok (megjelenés alatt).
- Koiter, W. T. (1960): General Theorems for Elasto-Plastic Solids. In: Progress in Solid Mechanics. Vol. 1. North-Holland Publishing Co., Amsterdam.
- Vitiello, E. (1972): Upper Bounds for Plastic Strains in Shakedown of Structures Subjected to Cyclic Loads. Meccanica 5 (1), pp. 205–213.
- Capurso, M., Corradi, L., Maier, G. (1978): Bounds on Deformations and Displacement in Shakedown Theory. Proc. Materiaux et Structures sous Chargement Cyclique. Palaiseau, pp. 231–244.
- Kaliszky, S. (1976): Elastoplastic Analysis with Limited Plastic Deformations and Displacements. Mech. Struct. and Mach. 24 (1), pp. 39–50.
- Kaliszky, S. Nédli, P. (1976): Analysis of Elasto-Plastic Structures by Mathematical Programming. Acta Techn. Acad. Sci. Hung. 83, 3–4, pp. 205–212.

- Kaliszky, S., Lógó, J.** (1995): Elasto-Plastic Analysis and Optimal Design with Limited Plastic Deformations and Displacements. Proc. 1. World Congr. on Structural and Multidisciplinary Optimization. Eds: Olhoff, N., Rozvany, G., Goslar, I. N. Germany, pp. 465–470.
- Vásárhelyi A.** (1982): Kivitelezési pontatlanságok sztochasztikus hatása diszkrét modellekkel leírható tartószerkezeteknél. Doktori disszertáció. Budapest.
- Kaliszky, S.** (1984): Dynamic Plastic Response of Structures. In: Proc. Symposium on Plasticity Today. Eds: Bianchi, G., Sawczuk, A. Elsevier, London.
- Kaliszky, S., Nédli, P., Tornóyos, Á.** (1985): Progressive Collapse Analysis of Large Panel Buildings. Proc. 3. Int. Symposium on Wall Structures, Warsaw, pp. 161–165.

ÖSSZEFOGLALÁS

A dolgozat áttekintést kíván nyújtani azokról a tételekről és számítási módszerekről, amelyek segítségével a lineárisan rugalmas–tökéletesen képlékeny testek és tartószerkezetek állapotváltozás vizsgálata, valamint rugalmas és képlékeny teherbírási, beállási és képlékeny alakváltozási határállapot vizsgálata elvégezhető. A dolgozat a képlékeny optimális tervezést és a rendkívüli dinamikus terhekkel terhelt képlékeny szerkezetek vizsgálatát is röviden ismerteti és bemutatja, hogy diszkrét rendszerek esetén valamennyi tárgyalt feladat matematikai programozás formájában fogalmazható meg. Az alkalmazást több konkrét feladat megoldásának és eredményeinek vázlatos ismertetése is szemlélteti.

AZ EMBERI KOPONYA MECHANIKAI MODELLJE

A tanulmány áttekintést nyújt a fej mechanikai vizsgálatának elért eredményeiről, a fejsérülések jellegéről és a kritériumokról, majd az emberi agykoponya háromdimenziós végeeselemes modelljét írja le.

A numerikus vizsgálatok célja a kialakuló feszültségállapotot befolyásoló tényezők szerepének tisztázása. Ennek megfelelően a tanulmány bemutatja a számítógépes numerikus kísérletek eredményeit statikusan és dinamikusan terhelt koponya esetében. A parametrikus vizsgálat kiterjedt a koponyacsont mechanikai jellemzőinek és a nyaki megtámasztás hatását modellező rugórendszer merevségi jellemzőinek vizsgálatára, valamint a teher eloszlásának (koncentrált, 4 elemen megoszló, 8 elemen megoszló), irányának (előlről, hátulról és oldalról támadó) és végül időbeli lefolyásának (háromszög, illetve trapéz alakú, 4, illetve 8 msec alatt lezajló) hatására.

A kutatás jelen fázisában a lineárisan rugalmas anyag feltételezésére korlátozódik.

BEVEZETÉS

A biológiai szervezetek terhelés hatására bekövetkező mechanikai és funkcionális tulajdonságai megváltozásának vizsgálata a biomechanika tárgya. Elsősorban az élő szervezet viselkedésének leírása a feladata, de a modern protézisek megjelenésével a biomechanika magában foglalja az élő és az élettelen anyagok közötti kölcsönhatás vizsgálatát is. A cél, hogy hatásvizsgálatok elemzésével segítséget nyújtson az orvosoknak a pontosabb diagnózis felállításában és a hatékonyabb megelőzésben, illetve gyógyításban.

Egy komplex élő szervezet vizsgálata — figyelembe véve a bonyolult geometriáját, valamint azt a tényt, hogy a terhelés megváltozására mechani-

*Budapesti Műszaki Egyetem, Építőmérnöki Kar, Mechanika Tanszék

kai tulajdonságait is képes változtatni — nem könnyen leírható feladat, így a modellezés során számos közelítést kell tennünk. A numerikus vizsgálatok eredményeinek az "in vitro" és "in vivo" kísérletekkel és a szövetvizsgálati eredményekkel való összevetése és elemzése segít a finomabb mechanikai modellek megalkotásában. Az egyre nagyobb kapacitású számítógépek elterjedésével a biológiai szerkezetek mechanikai modelljeinek komplexitása is növekedhet.

A FEJ MECHANIKAI VIZSGÁLATAINAK ÁTTEKINTÉSE

Az elmúlt négy évtizedben a gépkocsi- és repülőgépipar, valamint az űrhajózás fejlődésével párhuzamosan a biomechanika és ezen belül különösen a fejsérülések vizsgálatával foglalkozó kutatás gyors fejlődésnek indult, és igen jelentős elméleti és gyakorlati eredményeket ért el. A fej egy igen bonyolult élő biológiai rendszer, amelynek sérülései a balesetek során meghatározó szerepűek.

Gyorsulásimpulzus működése esetén az agy is gyorsuló mozgásnak indul, benyomul a koponya puhább anyagokkal kitöltött üregeibe és ennek eredményeként egyik részében a nyomás növekszik, a másik részében csökken (Goldsmith). Ez térfogatváltozással, húzó és nyomó normálfeszültségek, valamint nyírőfeszültségek kialakulásával jár együtt, ami az öntudat elvesztését és súlyosabb esetben az agyvelő károsodását okozhatja.

"Puha" ütés, illetve ütközés agyra gyakorolt mechanikai hatása a gyorsulásimpulzuséhoz igen közel áll. Ilyenkor a koponya lokális alakváltozásainak az agy károsodására nincs lényeges befolyása. "Kemény" ütés, illetve ütközés alkalmával azonban a gyorsuláson kívül az erő támadáspontjából kiinduló alakváltozás-hullámok is létrejönnek, amelyek további feszültségeket és károsodást okozhatnak. A vázolt jelenségek lefolyására természetesen a nyak rugalmas megtámasztásának és a gyorsulás, valamint ütés irányának is lényeges befolyása van.

A fenti mechanikai jelenségek tanulmányozására igen sok kísérletet, elméleti vizsgálatot végeztek és az utóbbiaknál különböző modelleket alkalmaztak.

A legegyszerűbb matematikai modellt Hayashi javasolta, majd Liu és Chandran fejlesztette tovább. A rendszer egy merev, tömeg nélküli tartályból (koponya) áll, amely rugalmas folyadékot (agy és agyvíz) tartalmaz. Így a probléma leegyszerűsíthető egy merev tartályba zárt "folyadékruúd", rugó és csillapító dugattyú (a sisak, koponyacsont rugalmas és csillapítási tulaj-

donságainak reprezentálására) közbeiktatásával történő ütközésére. Folyadék-
kal kitöltött gömbhéjat vizsgál **Engin** tengelyszimmetrikus modelljével, majd
Kenner és **Goldsmith** is.

A komplexitásnak megfelelően az analitikus vizsgálatokat kiszorították
a numerikus módszerek. A mechanika más területeihez hasonlóan a végeselem
módszer és a nagy teljesítményű számítógépek megjelenése a fejsérülések el-
mélete és numerikus vizsgálata terén is igen jelentős fejlődést eredmé-
nyezett.

Hardy és **Marcial** alkották meg a koponyacsont első végeselemes modelljét.
A statikus vizsgálatra alkalmas modell háromszögelemeket alkalmazott. Rövi-
desen további modellek tűntek fel: **Khalil** és **Hubbard** tengelyszimmetrikus
gömbhéj modellje vagy **Shugar** és **Katona** síkbeli alakváltozási állapotot fel-
tételő modellje. Az agyvelőt összenyomhatatlan folyadékként modellezték,
amely a rugalmas héjnak tekintett koponyát teljesen kitölti.

Ward publikálta először az agy pontos geometriáját leíró modelljét, ame-
lyet később tovább finomított. Ebben a modellben az agyszövet és a benne lé-
vő folyadék nyolc csomópontú testelemekkel volt modellezve, négy csomópontú
membránelemek modellezték a kemény agyhártyát és az agysarlókat. Az öreg-
lyuk és a nyaki nyúlvány egy része is a modell részét képezte, de a koponyát
végtelen merevnek tekintette és így a vizsgálat kizárólag az agy gyorsulásá-
nak és nyomásviszonyainak meghatározására korlátozódott. Az agy anyaga a
feltételezés szerint homogén, izotrop, lineárisan rugalmas volt.

A koponyacsont, az agy, a nyak már részleteiben is egy igen bonyolult
mechanizmus, amely nem független a jelentős belső izomerőkkel rendelkező és
mozgást végző testtől. A fenti modellek esetében a nyak megtámasztó szerepét
valamilyen rugórendszerrel helyettesítették.

A gerincoszlop modellezése **Pontius** nevéhez fűződik. **Merrill**, **Goldsmith**
és **Deng** a nyak és a fej olyan modelljét alkották meg, ami a röntgenkép alap-
ján meghatározott geometriát megtartja, de a tömegeket pontokba koncentrál-
ja. Az egyes tömegpontokat a lehetséges eltolódási és elfordulási viszonyo-
kat, valamint az izomszövetek megtámasztó erejét és csillapítását is figye-
lembe vevő speciális rugóelemekkel kapcsolták össze. **Williams** és **Belytschko**
a fej, nyak, gerincoszlop olyan 3 dimenziós modelljét alkotta meg, amely
mind frontális, mind oldalirányú gyorsulásimpulzusok következményeinek vizs-
gálatára alkalmas.

Hosey és **Liu** egy egységes szerkezetbe foglalta a fenti részmodellek leg-
fejlettebb változatait. A főmetszeti szimmetriát feltételezve a modell 922
csomópontot, 89 tárcsaelemet, 637 testelemet és 149 vékony héjelemet tar-

talmazott. A legújabb háromdimenziós modell **Ruan, Khalil és King** nevéhez fűződik. A koponya háromrétegű héjjeletem alkalmaz, az agyat nyolc csomópontú testelem modellezi. Az összesen 1281 csomópontot és 1110 elemet tartalmazó modellnek részét képezik az arccsontok is, de a nyak már nem része a rendszernek.

Miután a modell dinamikai vizsgálatánál igen fontos, hogy a mozgó tömeg-erők és hozzájuk tartozó tehetetlenségi nyomatékok a valóságosnak megfelelőek-e, ezeket az értékeket többek között **Becker**, illetve **Walker, Harris és Pontius** kísérleti értékekkel is összevetették. A modellben szereplő anyagjellemzőket általában **McElhaney, Fogle, Melvin és Haynes** által leírtakból vették.

A csont rendkívül bonyolult, élő anyag, amelynek szilárdsági viselkedését igen nehéz matematikai eszközökkel jellemezni. A csontszövet élő aktív szövet, amely állandó átépülési folyamatban van, szerkezete a terhelés hatásának megfelelő átrendeződéssel (geometriai, sűrűségi) válaszol. Az évek múltával a csont biokémiai összetétele és szerkezete megváltozik, ezért szilárdsági tulajdonságaira az életkornak is befolyása van. A fiatal csont nagy alakváltozásra és energiafelvételre képes, az idősebb csont viszont rideg törést szenved. A terhelés sebességének növelésével a csont szilárdsága is növekszik. Szilárdságtani elnevezés szerint általánosan a csont inhomogén és anizotrop, nemlineárisan rugalmas, képlékeny, viszkózus anyag. Ezekből látható, hogy olyan, a mechanikában szokásos anyagegyenlet zárt formában való felírására, amely a felsorolt jelenségeket maradéktalanul figyelembe veszi, nincsen lehetőség. A legegyszerűbb közelítésben homogén, izotrop anyagnak tekintik. Anyagjellemzői agykoponya csont esetében: rugalmassági modulus $E = 4460 \text{ MPa}$, Poisson-tényező $\nu = 0,21$.

Paraméter vizsgálat és a kísérleti eredmények összehasonlítása azt mutatta, hogy a kompozit (agy, érendszer, folyadék) rugalmassági modulusa mind az állatok, mind az emberek esetében $E = 66,7 \text{ kPa}$ -nak vehető fel. A Poisson-tényező már sokkal problematikusabb: ha a gyorsulási impulzus időtartama $< 2,5 \text{ msec}$, akkor $\nu = 0,499$, $6,5\text{--}8 \text{ msec}$ között $\nu = 0,49$, $2,5\text{--}6,5 \text{ msec}$ között lineárisan változik, $> 8 \text{ msec}$ impulzus időtartam, illetve sisakkal védett fej esetén pedig $\nu = 0,48$ értékű.

A FEJSÉRÜLÉSEK KÍSÉRLETI VIZSGÁLATA

A fejsérülések mechanizmusának, a bonyolult anatómiai szerkezet kinematikájának és a szövetek tűrőképességének jobb megértéséhez, a numerikus modellezéshez szükséges anyag- és tömegjellemzők felvételéhez elengedhetetlenek a kísérletek. In vivo kísérletek alanyai általában az állatok, de nem kizártak az önkéntes embereken végzett kísérletek sem. Az in vitro biomechanikai vizsgálatokban általában emberi holttestekből kivett szövetek, testrészek (például fej és nyak az izom- és zsírszövetekkel), vagy holttestek szerepelnek, **Ewing és Thomas, Ono, Kikuchi, Nakumara, Kobayashi és Nakumara, Yoganandan, Sances és Pintar**. Az emberi holttestek vizsgálata lépték problémával ugyan nem jár, de az élő és holt szervezet közötti biológiai különbség az eredményeket megzavarja, természetesen nehezen biztosítható az agy olyan belső nyomásállapota, ami az élő szervezet sajátossága mindenekelőtt a vér-, pontosabban a nedvkeringés hiánya miatt.

Élő állatok alkalmazásánál az ütközések és a kísérleti alany válaszai műszerekkel (alakváltozás, feszültség, gyorsulás stb. mérések) és kamerákkal jól rögzíthetők, többször analizálhatók, de leképezésük az emberi viselkedésre, hatásokra bizonytalan, az állatkísérletek eredményeiből nem lehet az emberi agy extrém körülmények közötti viselkedésére következtetni, ugyanakkor az élő majmokon végzett kísérletekből extrapolálhatóak az emberek ütközés utáni eszméletvesztési értékei és felrajzolhatóak az eszméletvesztés küszöbértékeit jelentő görbék.

A koponyacsont törésének kísérleti vizsgálatánál a morfológiai hasonlóság miatt a kísérletek alanyai élő majmok **Ono, Kikuchi, Nakumara, Kobayashi és Nakumara**. A törés bekövetkezése függ attól, hogy eltolódási vagy elfordulási jellegű gyorsulásimpulzusról volt-e szó, mekkora az ütközésbe bevont terület, mekkora a fej gyorsulásának amplitúdója és időtartama, és végül milyen volt az ütközés iránya nyakszirt, illetve homlok irányból, avagy fejtetőre merőlegesen.

Hodgson és Thomas (1981) a nyak mechanizmusát vizsgálta balsamozott hullákon végzett kísérletekkel, sisakkal védett fejek esetén. A sisakkal védett fejekkel végzett kísérletek nagy segítséget nyújtanak a bukósisakok (motorkerékpár, autó, repülőgép vagy egyszerűen csak katonai sisakok) tervezőinek **Nahum, Smith, Raasch és Ward**.

Speciális szerepük van, főleg a gépkocsi-fejlesztésekkel kapcsolatos ütközési kísérleteknél a tanbábuknak is. **Stapp**, a biomechanikai ütközési sérülés kutatásaival foglalkozók egyik úttörője javasolta először az ilyen esz-

közök, ATD (Anthropomorphic Test Devices) kifejlesztését. A jelenlegi fejlesztésekkel igyekeznek figyelembe venni, hogy a korábbi modellek nem mindig pontos biomechanikai adatokon alapultak és nem adtak lehetőséget az agyon belüli folyamatok vizsgálatára.

A FEJSÉRÜLÉSEK JELLEGE, KRITÉRIUMAI

A fej sérüléseit a következő csoportosításban tárgyalhatjuk: koponyacsont, arckoponya és az agy sérülései.

A koponyacsont leginkább egy réteges héjszerkezethez hasonlítható. Az ütköző teher eloszlása függvényében háromfajta töréskép különíthető el:

- áthatoló koponyacsont-törés, ha a terhelés kb. 5 cm^2 felületen hat,
- áthatoló darabos koponyacsont-törés, ami a koponyacsont helyi hajlítási tönkrementelének felel meg, kisebb, mint kb. 13 cm^2 felületi terhelés mellett, és a
- vonalak menti, a terhelés középpontjából kiinduló sugaras törés, nagyobb, mint kb. 13 cm^2 felületi terhelés esetén.

Míg önmagukban a koponyacsont törései nem feltétlen járnak súlyos következményekkel, addig a törés miatti szerkezeti folytonosság megszűnése komoly veszélyt jelent az agyra. Például az áthatolás bekövetkezhet olyan terhelés és energiaátadódás mellett, amelyik nem produkálja a fej nagy gyorsulását, ugyanakkor az agy leginkább óvandó az áthatolással szükségképp velejáró koncentrált sérülésektől.

Az arccsontok törésének kutatásakor csak az egyes részek lokális terhelés alatti viselkedését vizsgálták. Megállapítható, hogy a lokális töréseket okozó teherintenzitás két-háromszor kisebb, mint a koponyacsont törését okozó.

Az agy sérülései nemcsak a koponyacsont törése következményeként következhetnek be. Akár a fejlet közvetlenül érő vagy a testre ható impulzus a fej olyan egyenes- vagy görbevonalú mozgását eredményezi, amely következménye az agy károsodása lehet. A sérülés bekövetkezhet az agytörzsben lévő feszültségek, a nagyagyban lévő nyomáskülönbségek és az ütközéssel szembeni oldalon bekövetkező húzófeszültségek vagy kavitáció miatt. Miután ezek mindegyike csak egy-egy összetevője az agy válaszának, így kiemelni közülük az elsődleges sérülést jelentőt nem lehet. A sérülés mértékének megállapítása feltárás nélkül sok bizonytalanságot jelent, így a pontos mechanikai viselkedés leírása ugyancsak sok bizonytalanságot rejt.

Mind a pozitív, mind a negatív feszültségek értékei az agy tömegközéppontja felé haladva folyamatosan csökkennek. Impulzusnál az agy mozgása lemarad a koponyához képest, így az ütés oldalán nyomó-, ellentétes oldalán húzófeszültségek keletkeznek.

Megóvándó az agyat a visszafordíthatatlan károsodásoktól, a gépkocsik biztonsági berendezéseit tervezők részére a szabályzatkészítők fejsérülési törési görbéket és kritériumokat állítottak fel.

A magas, közel hidrosztatikus nyomás az agy sérülését okozza. A 230 kPa körüli nyomófeszültségek agytraumát okozhatnak, a 190 kPa értékű húzófeszültségek hatására pedig zúzódások jönnek létre. A nyírési alakváltozások rendszerint agrázkódást és öntudatvesztést eredményeznek, ezért ezek nagyságának ismerete ugyancsak igen lényeges. Ha e két feszültségértéket választjuk a komoly, illetve közepes sérülést okozó szignifikáns feszültségnek, akkor a háromszög, illetve trapéz alakú gyorsulásimpulzus csúcserké, illetve az időtartama függvényében sérülési görbék rajzolhatók meg (BPT — Brain Pressure Tolerance), **Ward**. A görbék az alsó határértéket adják meg, ami természetesen személyektől igen nagy mértékben függhet, ugyanakkor hangsúlyozzuk, hogy az agy sérülései nem csak egyedül jelentik a fej sérüléseit. **Patrick, Lissner és Gurdjian**, majd **Gurdjian, Roberts és Thomas** javasolták az első, úgynevezett WSTC görbét (Wayne State Tolerance Curve). A maximális alakváltozás kritériumot (MSC — Maximum Strain Criterion) a homlokfali és nyakszirti gyorsulás különbségből határozták meg (Highway Safety Research Institute). Az egész testre vonatkozó gyorsulási kísérletekből és állatkísérletekből **Gadd** alkotta meg a GSI (Gadd Severity Index) formulát. A GSI formulát **Versace** módosította, amely később HIC (Head Injury Criterion) néven vált ismertté, a gyorsulásimpulzus idő szerinti integráljával arányos és vele tetszőleges időtartamú és intenzitású impulzus kezelhető.

Megjegyzendő, hogy mindegyik kritérium egyenes vonalú mozgást tételez fel, a rotációs mozgáshoz tartozó kritériumok nem kidolgozottak. **Hirsch és Ommaya** rámutattak, hogy a rotációs mozgás sokkal kritikusabb sérüléseket okoz, mint az egyenes vonalú gyorsulásimpulzus.

Ono, Kikuchi, Nakumara, Kobayashi és Nakumara konstruálták meg a JHTC fejsérülési görbéket (JARI — Japan Automobile Research Institute; Human Head Impact Tolerance Curve).

Mucciardi, Sanders és Eppinger készítették az egyik legrészletesebb tanulmányt a fejsérülések mértéke és az összefüggő kinematikai paraméterek vizsgálata terén. A sérülések minősítésére az egyszerűsített sérülési skálát alkalmazták (AIS — Abbreviated Injury Scale). Ez a viszonylag új skála a

sérülés súlyosságát a következő hét fokozatba sorolja, 0-tól 6-ig terjedő számozással (sérülés súlyossága: nincs, kicsi, közepes, komoly, súlyos, kritikus, halálos).

Ebből a bekövetkezett különböző sérüléstípusok (eszméletvesztés, törés, vérzés, vérömleny, lokális sérülés stb.) osztályba sorolásával egy összegzett, a fejsérülés súlyosságára utaló fokszám számítható.

Mattern, Barz, Schulz, Kallieris és Schmidt rámutattak, hogy az áldozat életkora nagy befolyással van az összegzett fejsérülés súlyosságára, bár más tényezők, úgymint az általános egészségi állapot, fizikai kondíció, étrend, genetikai örökség stb. mind-mind hatással van a bekövetkező sérülésre. Valójában minden személy más-más küszöbértékkel rendelkezik a sérülések fokát illetően.

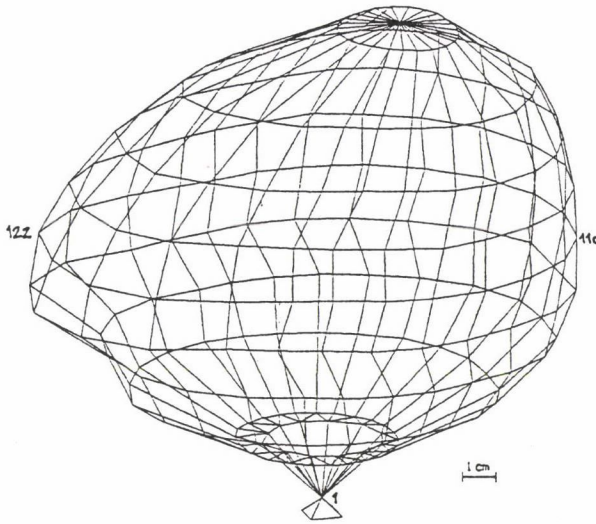
Newman a fejsérülési kritériumokat igen szigorú kritika alá veszi. A fejsérülési kritériumok kísérleti eredményeken alapuló tapasztalati formulák. A kísérletek alanyainak (állatok, hullák, bábuk) válaszai ugyanakkor igen különböznek az élő emberi test válaszától és sérüléseitől.

Természetesen az agy sérülése a fejsérüléseknek csak egy részét jelenti, más küszöbértékek tartoznak például a koponyatörésekhez. Ideális esetben a küszöbértékeket jelentő görbe a mindenféle sérüléshez tartozó görbék minimális burkoló görbéje lenne.

AGYKOPONYA VÉGESELEM MODELLJE

A jelen tanulmány csak a koponyacsont szilárdságtani vizsgálatával foglalkozik. Az emberi agykoponya háromdimenziós végeselemes modelljének megalkotása 21 darab egymástól 8 mm távolságban elhelyezkedő kétdimenziós CT felvételsorozat kiértékelésével történt. A nagy futási idő miatt az alkalmazott modellben a szintek 16 mm-re helyezkednek el egymástól, szintenként 24 alapcsomópont, lehetőleg egyenletes kiosztásban. Ezekben a pontokban összesen 229 falvastagság került meghatározásra. A modell négy, elfajuló esetben 3 sarokcsomópontot tartalmazó síkhéj-elemekből épült fel. Az öreglyuknál a nyaki kapcsolatot modellező támaszpont végtelen merev háromszögelemekkel kapcsolódik az agykoponyához. A sarokcsomópontok közé a program további felezőcsomópontokat is számított, így végül is a modell 264 elemet és 722 csomópontot tartalmaz (1. ábra). A koponya automatikusan számított súlyát az agy súlyával megnöveltük.

A kutatás első fázisa lineárisan rugalmas, izotrop anyag feltételezésére korlátozódott, a számítógépes program azonban oly módon készült, hogy az

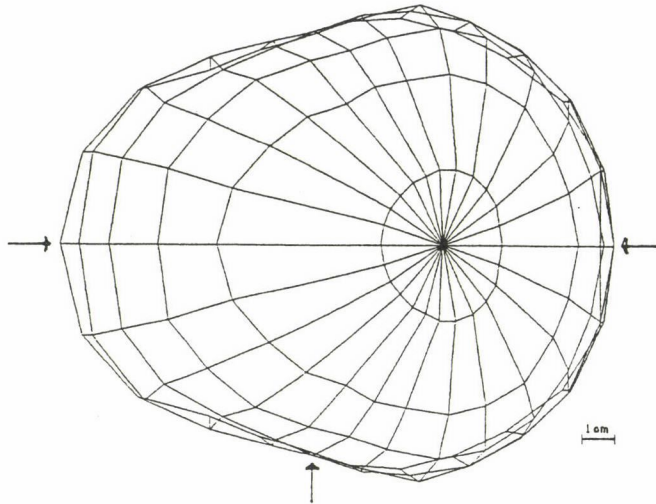


1. ábra. Agykoponya végeelem modellje

anyag nemlineáris tulajdonságainak figyelembevételére is lehetőséget nyújt. A rugalmassági modulus választott alapértéke $E = 4460$ MPa, a Poisson-tényező pedig $\nu = 0,21$, $G = 1840$ MPa, a fajssúly $\gamma = 0,1$ N/cm³ (fiktív, az agy tömegét is figyelembe vevő). A hatásvizsgálat kiterjedt arra az esetre, ha a rugalmassági modulus az alapérték tizede, illetve tízszerese. Ennek megfelelő állandókat az ábrákon röviden 0,1 E, E, 10 E-vel jelöljük.

A fej-nyak kapcsolatát 3 eltolódási és 3 elfordulási rugó modellezte. A rugóállandók alapértékei $\rho_{tX} = 750$ N/cm, $\rho_{tY} = 750$ N/cm, $\rho_{tZ} = 5000$ N/cm, $\rho_{rX} = 4000$ Nrad/cm, $\rho_{rY} = 35\,000$ Nrad/cm, illetve $\rho_{rZ} = 60\,000$ Nrad/cm voltak. Ezen értékek még az anyagállandókhöz viszonyítva is magasabb bizonytalanságot rejtenek, illetve a körülményektől jelentősen függenek. A hatásvizsgálat kiterjedt azokra az esetekre, ha a rugóállandók az alapérték tízszeresére, illetve százszorosára változnak. Ennek megfelelő állandókat az ábrákon röviden r, 10r, 100r-vel jelöljük.

A numerikus vizsgálatok célja a kialakuló feszültségállapotot befolyásoló tényezők szerepének tisztázása. Ennek megfelelően Kaliszky S., Bojtár I., Kirchner I., Kurutzné Kovács M., Lovas A. és Tornócsy Á. tanulmánya bemutatja a számítógépes numerikus kísérletek eredményeit statikusan és dinamikusan terhelt koponya esetében. A parametrikus vizsgálat kiterjedt a koponyacsont mechanikai jellemzőinek és a nyaki megtámasztás hatását modellező rugórendszer merevségi állandóinak vizsgálatára, valamint a teher eloszlásá-



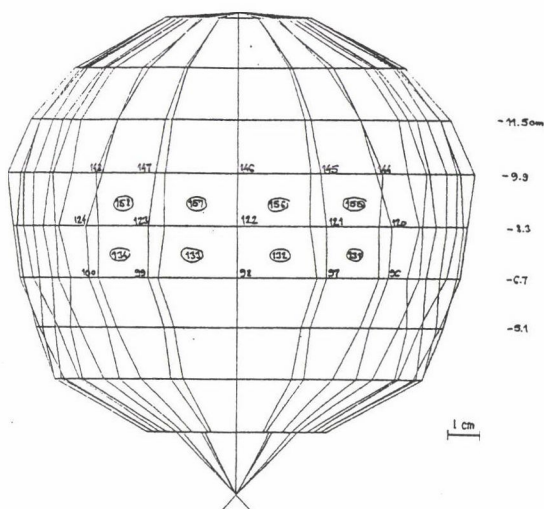
2. ábra. Terhelési irányok – felülnézet

nak (koncentrált, 4 elemen megoszló, 8 elemen megoszló), irányának (előlről, hátulról és oldalról támadó, 2. ábra) és végül időbeli lefolyásának (háromszög, illetve trapéz alakú, 4, illetve 8 msec alatt lezajlódó) elemzésére.

STATIKUS NUMERIKUS VIZSGÁLATOK

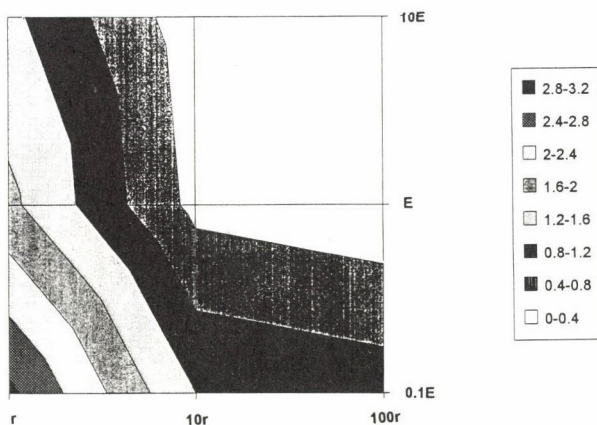
Az önsúlyon kívüli terhelési esetek úgy lettek meghatározva, hogy a terhek eredője minden esetben ≈ 1000 N legyen, továbbá az eredő lehetőleg az agykoponyára merőlegesen támadjon. Ennek megfelelően a vizsgált terhelési esetek a következők voltak:

1. Önsúly
2. Előlről koncentrált 1000 N, $F_X = 0$, $F_Y = -905,5$ N, $F_Z = 424,4$ N
3. Előlről 4 elemen megoszló nyomás, $p_{\text{mer}} = 52,31$ N/cm²
4. Előlről 8 elemen megoszló nyomás, $p_{\text{mer}} = 31,14$ N/cm²
5. Hátulról koncentrált 1000 N, $F_X = 0$, $F_Y = 992,3$ N, $F_Z = -124,0$ N
6. Hátulról 4 elemen megoszló nyomás, $p_{\text{mer}} = 66,36$ N/cm²
7. Hátulról 8 elemen megoszló nyomás, $p_{\text{mer}} = 35,28$ N/cm²
8. Oldalról koncentrált 1000 N, $F_X = 991,8$ N, $F_Y = -124,0$ N, $F_Z = -31$ N
9. Oldalról 4 elemen megoszló nyomás, $p_{\text{mer}} = 99,37$ N/cm²
10. Oldalról 8 elemen megoszló nyomás, $p_{\text{mer}} = 52,11$ N/cm²

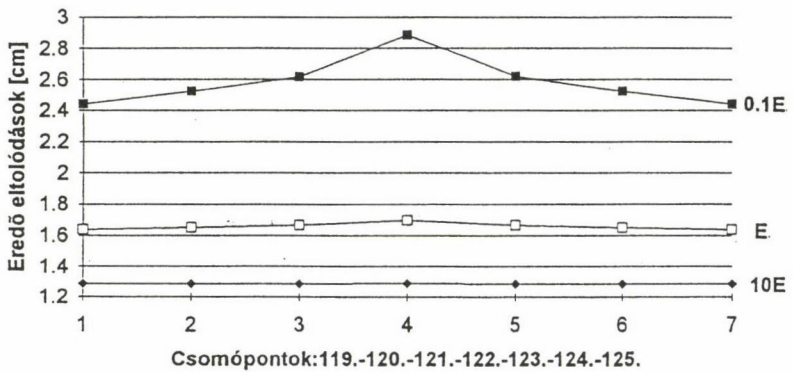
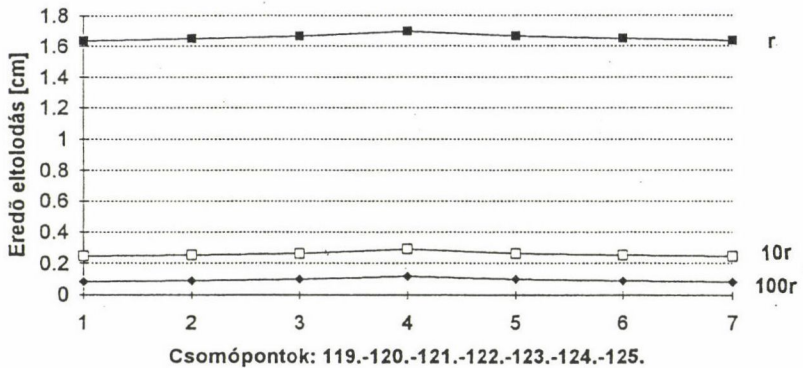


3. ábra. Előlnézet — csomópontszámozás

A 3. ábrán látható a homlokfelületi csomópontok számozása, a koncentrált erő a 122. csomópontot terheli. A 122. számú csomópont koncentrált erő hatására bekövetkező eredő eltolódásai láthatók a 4. ábrán a különböző anyagállandók, illetve rugóállandók figyelembevételével szintvonalas megjelenítésben. Az erő támadáspontja melletti pontok (119—125. számúak) eredő eltolódásait mutatják az 5/a. és 5/b. ábrák. Az 5/a. ábrán az anyagállandó alapértéke mellett a rugóállandók hatását, míg az 5/b. ábrán a rugóállandó alapértéke



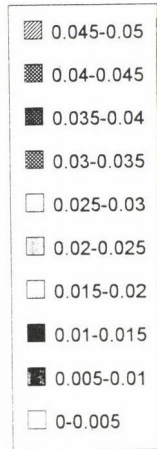
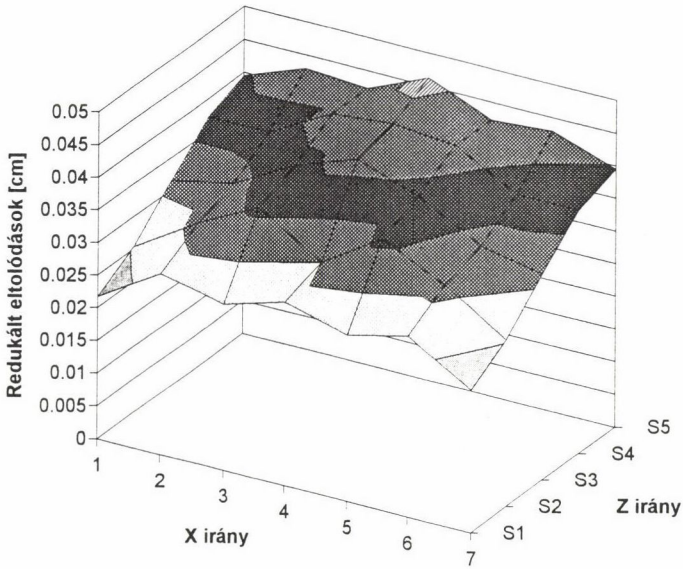
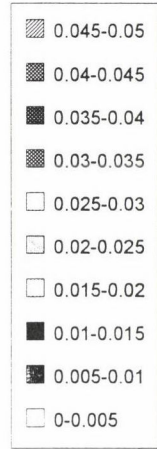
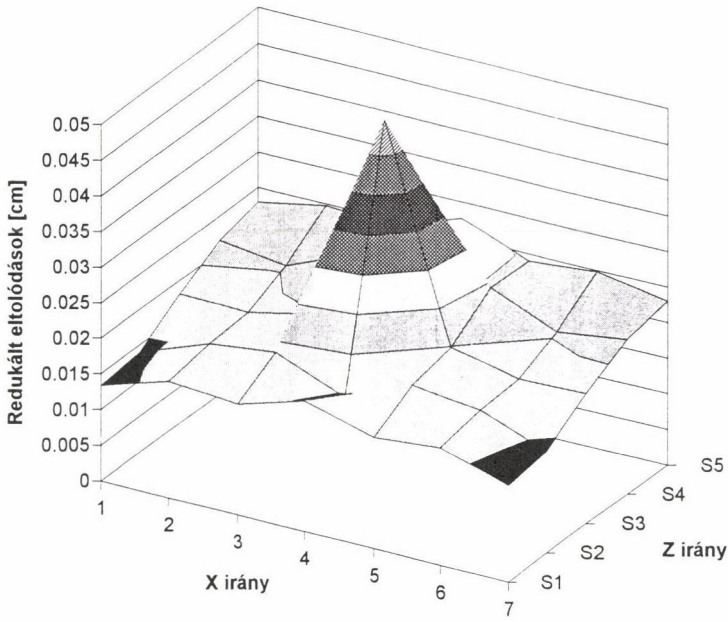
4. ábra. A 122. csomópont eredő eltolódásai /cm/



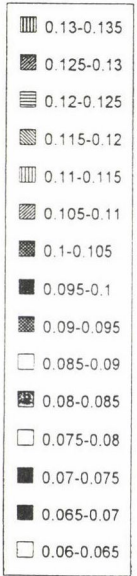
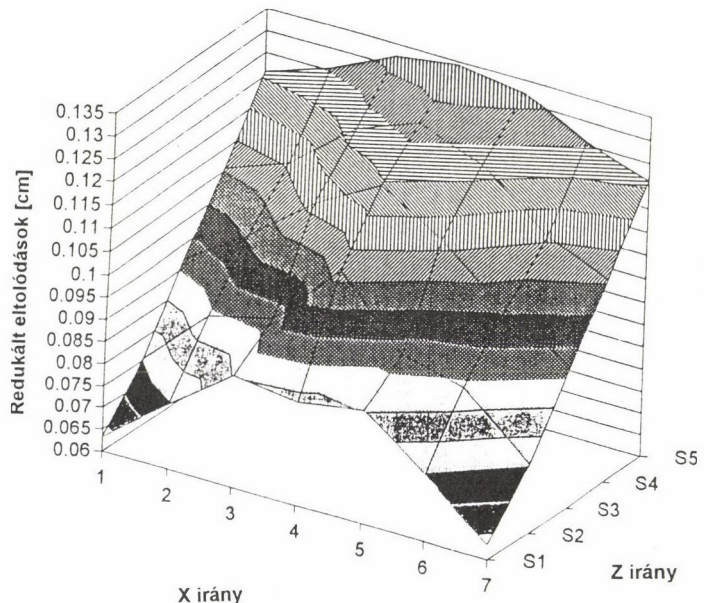
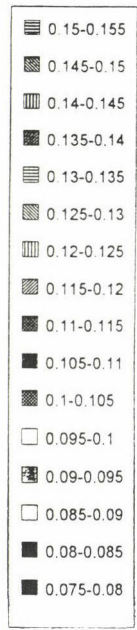
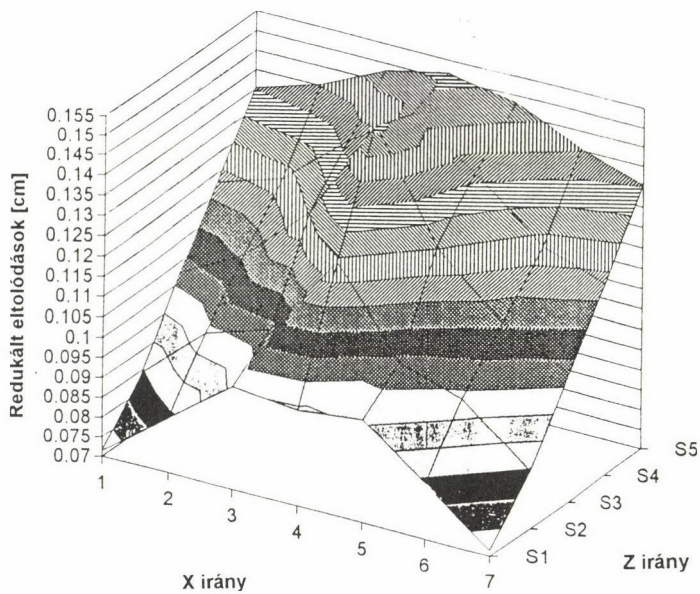
5/a—b. ábra. A 119—125. csomópontok közötti eredő eltolódások /cm/

téken tartása mellett az anyagállandók változásának hatását lehet megfigyelni.

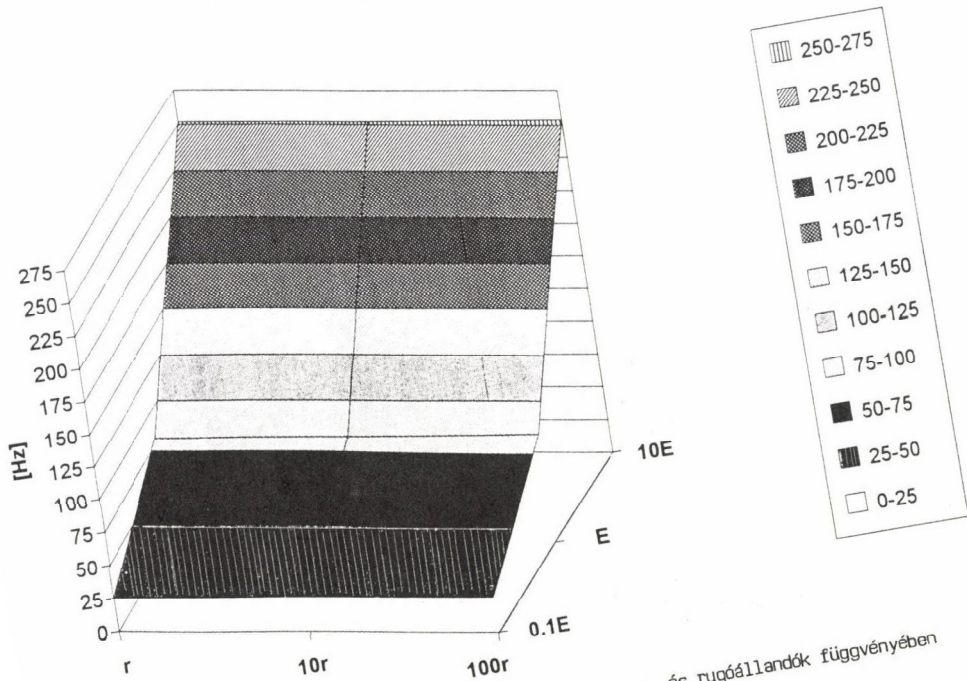
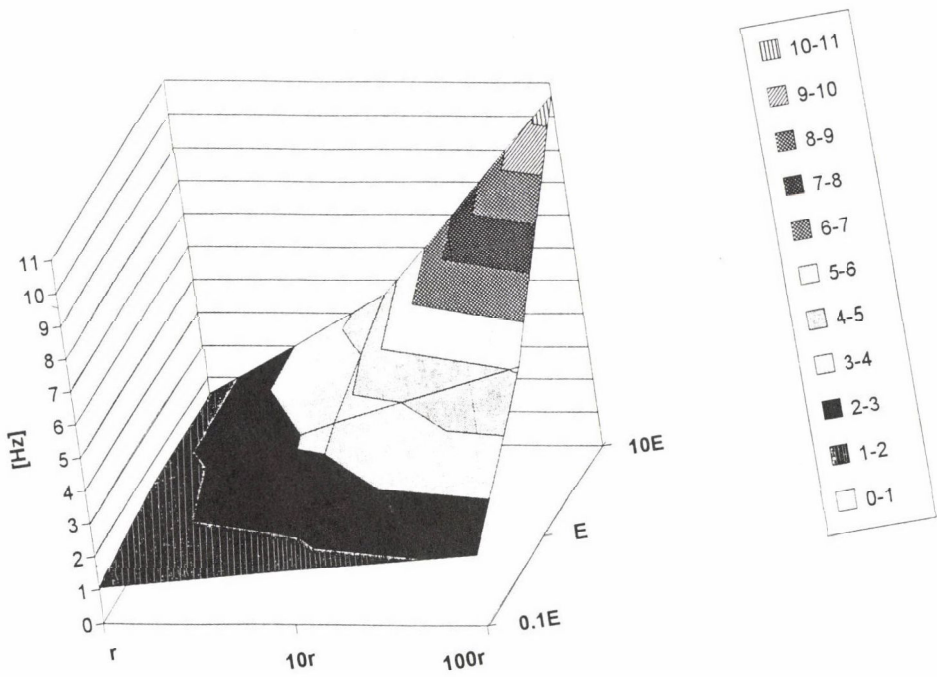
Vizsgáltuk a 122. csomópont környéki, azaz a jobbra-balra további 3 csomópont, a -5,1 cm-es és a -11,5 cm-es szintek között (öt szint) merevtest-szerű mozgással redukált eredő eltolódások alakulását. Ez a redukálással tulajdonképpen a fiktív nyaki megtámasztásnál bekövetkező jelentős eltolódások és elfordulások hatását szűrtük ki, így ezek az ábrák már az igénybevétel megoszlásaira is utalnak. A 6/a. ábrán a terhelés koncentrált erő, míg a 6/b. ábrán 8 elemen megoszló teher volt. Mindkét ábrán az anyagállandók, illetve rugóállandók alapértékeivel történtek a számítások. Látható, hogy a koncentrált erő sokkal kiugróbb csúcsot eredményez. Ugyanezen redukált eredő eltolódások alakulását a 110. számú csomópont (a 122.-kel szemközi pont, lásd 1. ábra) környezetében a 7/a. és 7/b. ábrák mutatják. Az egyenletesen erősebb falvastagság miatt a koncentrált erő nem okoz olyan jelentős relatív eltolódás különbséget, azaz feszültségcsúcsot.



6/a—b. ábra. A 122. csomópont környéki redukált eltolódások /cm/



7/a-b. ábra. A 110. csomópont környéki redukált eltolódások /cm/



8/a-b. ábra. Az 1. és 10. sajátkörrekvenciák az anyag- és rugóállandók függvényében

DINAMIKUS NUMERIKUS VIZSGÁLATOK

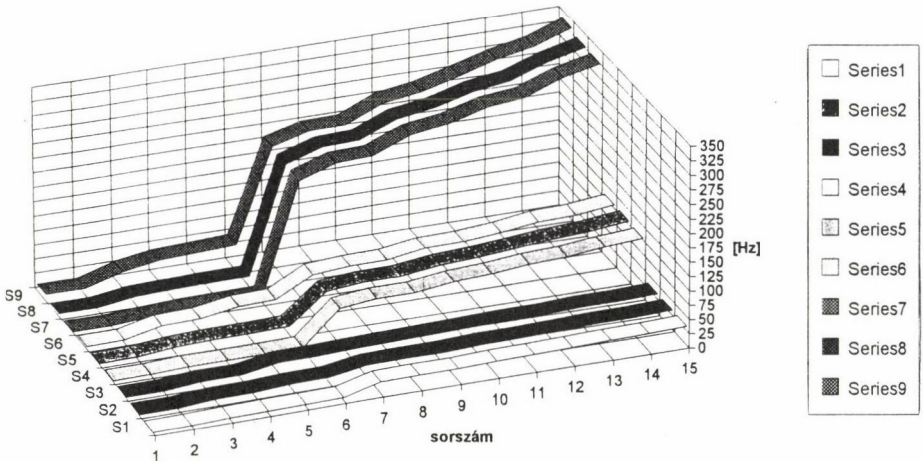
A dinamikai futtatások kezdetén vizsgáltuk a sajátkörfrekvenciák alakulását a különböző anyagállandók és rugóállandók függvényében. Míg az 1. sajátkörfrekvencia szinte azonos mértékben függ mindkét fajta állandótól (8/a. ábra), addig a 10. sajátkörfrekvenciában a rugóállandók változásának már alig van szerepe (8/b. ábra). A 9. ábrán az első 15 sajátkörfrekvencia alakulását láthatjuk a különböző anyagállandók és rugóállandók függvényében.

A belső nyomás időbeli változása a koponya gyorsulás változásának felel meg. Kemény ütés nagy csúcsertéssel és rövid impulzusidőtartammal, puha ütés alacsony csúcsertéssel és hosszabb időtartammal jár. Sisakkal védett fej ugyancsak hosszabb impulzusidőt eredményez.

A dinamikai vizsgálatoknál — a statikai vizsgálatoknál használt terhelési esetekhez — az alábbi teherfüggvényeket rendeltük:

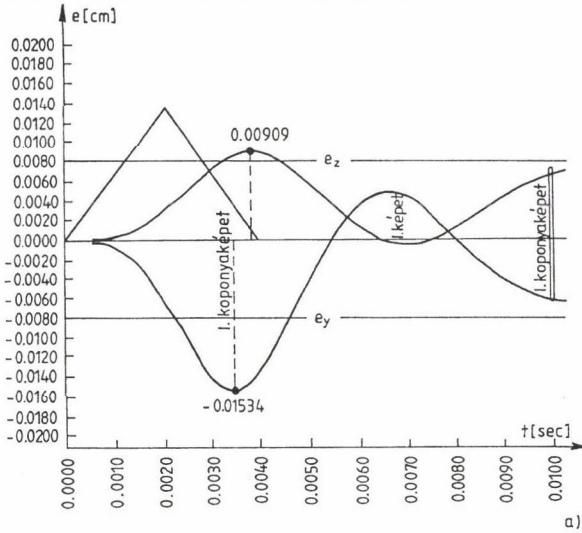
1. Háromszög alakú, 2 msec alatt felfutó, majd további 2 msec alatt zérusra csökkenő. Teljes gerjesztés ideje: 4 msec.
2. Trapéz alakú, 1 msec alatt felfutó, 2 msec szinten tartott, majd további 1 msec alatt zérusra csökkenő. Teljes gerjesztés ideje: 4 msec.
3. Háromszög alakú, 4 msec alatt felfutó, majd további 4 msec alatt zérusra csökkenő. Teljes gerjesztés ideje: 8 msec.

S1: 0.1E, r; S2: 0.1E, 10r; S3: 0.1E, 100r; S4: E, r; S5: E, 10r; S6: E, 100r;
S7: 10E, r; S8: 10E, 10r; S9: 10E, 100r;

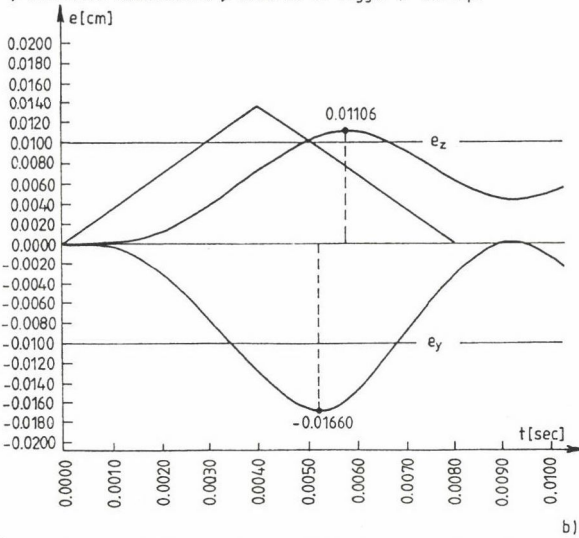


9. ábra. Az első 15 sajátkörfrekvencia változása

► Dinamikus kombinációk ► Előlről 1. függv. ► 122. csp.

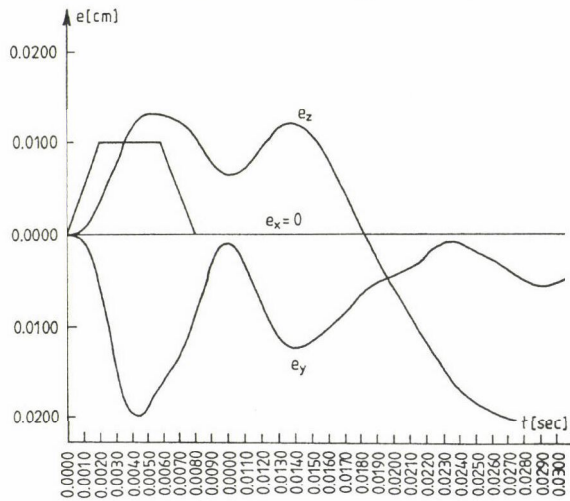


► Dinamikus kombinációk ► Előlről 3. függv. ► 122. csp.



10/a—b. ábra. A 122. csomópont eltolódásainak válaszfüggvényei

4. Trapéz alakú, 2 msec alatt felfutó, 4 msec szinten tartott, majd további 2 msec alatt zérusra csökkenő. Teljes gerjesztés ideje: 8 msec.

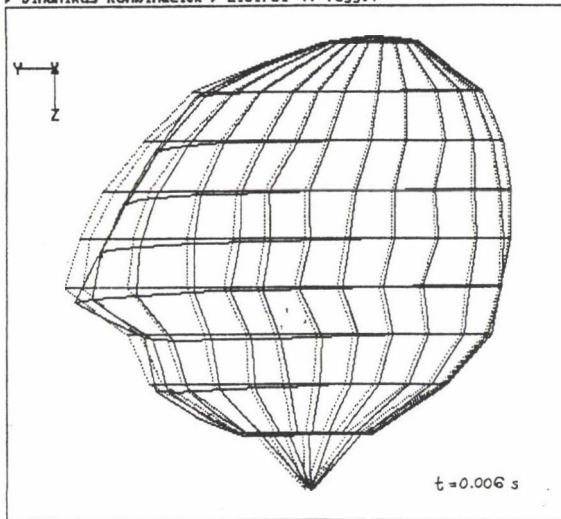


11. ábra. A 122. csomópont eltolódásainak válaszfüggvényei merev nyaki megtámasztás esetén

A gerjesztett rezgés közvetlen integrálással való megoldásánál a differenciál-egyenletrendszer integrálását ún. step-by-step módszerrel végezzük el. A numerikus megoldás stabilitása és a megfelelő pontosság érdekében kritikus pont a megfelelő Δt lépésköz megválasztása. Ez a fajta dinamikus vizsgálat igen időigényes, $t = 0,88$ sec időtartam nyomon követése Pentium típusú gépen is több mint 7 óra futásidőt igényelt. További korlátot jelent a lemezegység kapacitása is. A vizsgálatok szerint a $\Delta t = 0,5$ msec lépésköz használata a leírt feladathoz elegendő.

A 122. számú csomópont (homlok középpont) eltolódásai válaszfüggvényeinek alakulása figyelhető meg a háromszög alakú teherfüggvény mellett (10/a. és 10/b. ábrák), két különböző hosszúságú gerjesztés esetén (1. és 3. teherfüggvény). A vizsgált terhelési eset a 3., azaz az előlről ható 4 elemén megoszló nyomás $p_{mer} = 52,31 \text{ N/cm}^2$ volt, az anyag- és rugóállandók alapértékei mellett. A korlátozott futásidő miatt sajnos csak a mozgás kezdeti szakaszába lehetett bepillantani.

Abban az esetben, ha a nyakrugókat merevebbre választjuk (megtámasztott fej) és hosszabb ideig vizsgáljuk a koponya választát, akkor már a válaszfüggvények alakulása jobban megfigyelhető. A 11. ábrán látható 122. csomópont eltolódási válaszfüggvényei a következő feltételek mellett születtek: anyagállandó alapértéke, a rugóállandók százszorososa, a teherfüggvény a 4.



12. ábra. A koponya eltolódása a $t = 0,006$ sec-ban

sorszámú, azaz trapéz alakú, a terhelési eset a 3. sorszámú, azaz előlről 4 elemen megoszló, a vizsgált időtartomány 0,03 sec, a lépésköz $\Delta t = 0.5$ msec volt. A 12. ábrán a koponya hálózati pontjainak eltolódásai láthatók a $t = 0,006$ sec időpillanatban. Látható, hogy a homlokon lévő pontok jelentős eltolódásaihoz kisebb tarkóponti eltolódások tartoznak, így néhány következtetés az ábrásorok elemzéséből az agy válaszát illetően is levonható.

ÖSSZEFOGLALÁS

A tanulmány az emberi koponyacsont numerikus szilárdsági vizsgálati lehetőségeit írja le. A kifejlesztett számítógépes algoritmus és végelem modell alkalmas a koponyacsont statikus-dinamikus vizsgálatára, az elmozdulások, alakváltozások és igénybevételek meghatározására.

A számítógépes kapacitás fejlődésével a finomabb (kétszeres elemszámú) modell alkalmazásával, valamint a dinamikai vizsgálatoknál a hosszabb időtartam figyelembevételével lehetőség lesz a hatások mélyebb elemzésére is. További pontosítás érhető el a háromrétegű héjelem alkalmazásának beépítésével.

A modellben a legnagyobb bizonytalanságot a nyaki megtámasztást modellező rugók jellemzői jelentik. Ezen rugóállandó értékekre sajnos jelenleg nem áll rendelkezésre kellő mennyiségű és hozzáférhető kísérleti eredmény. Meg kell vizsgálni a modell olyan irányú fejlesztését is, amelyik tartalmazza a nyaki csigolyákat és izomzatot is.

Köszönetnyilvánítás: Az irodalomkutatást, a szoftverfejlesztést és a numerikus vizsgálatok elvégzését az OTKA finanszírozta. OTKA 5-314, nyilvántartási szám: OTKA I/3-201. A kutatásban a Budapesti Műszaki Egyetem Építőmérnökkari Mechanika Tanszék és az Országos Idegsebészeti Intézet egy-egy kutatócsoportja vesz részt. Köszönet a közreműködő kollegáknak.

IRODALOM

- Becker, E. B. (1972): Measurement of Mass Distribution of Anatomical Segments. In: 16th Stapp Car Crash Conference Proceedings, Pa.: Soc. Auto. Eng., pp. 160—185.
- Engin, A. E. (1969): Axisymmetric Response of a Fluid-Filled Spherical Shell to a Local Radial Impulse — A Model for Head Injury. *J. Biomechanics*, Vol. 2, No. 3, pp. 325—341.
- Engin, A. E., Liu, Y. K. (1970): The Axisymmetric Response of a Closed Fluid-Filled Spherical Shell in Free Vibrations. *J. Biomechanics*, Vol. 3, No. 1, pp. 11—22.
- Ewing, C. I., Thomas, D. J. (1972): Human Head and Neck Response to Impact Acceleration. Naval Aerospace Medical Research Laboratory, Pensacola, Fla., NAMRL Monograph, Vol. 21.
- Ewing, C. I., Thomas, D. J., Lustik, L., Willems, G. C., Muzzy, W. H., Becker, E. B., Jessop, M. E. (1978): Dynamic Response of Human and Primate Head and Neck to +Gy Impact Acceleration. Naval Aerospace Medical Research Laboratory, Pensacola, Fla., DOT HS-803-058.
- Gadd, C. W. (1966): Use of Weighted-Impulse Criterion for Estimating Injury Hazard. In 10th Stapp Car Crash Conference Proceedings, 8—9 November 1966, Alamogordo, N. M., New York, Pa.: Soc. Auto. Eng., pp. 164—174.
- Goldsmith, W. (1972): Biomechanics of Head Injury. *Biomechanics — Its Foundation and Objectives* (eds by Fung, Y. C., Perrone, N., Anliker, M.), Prentice-Hall Inc., pp. 585—634.
- Goldsmith, W., Sackman, J. L., Ouligian, G., Kabo, M. (1978): Response of a Realistic Human Head-Neck Model to Impact. *Journal of Biomechanical Engineering*, Vol. 100, pp. 25—33.
- Guardjian, E. S., Roberts, V. L., Thomas, L. M. (1964): Tolerance Curves of Acceleration and Intracranial Pressure and Protective Index in Experimental Head Injury. *Journal of Trauma*, p. 600.
- Hardy, C. H., Marcal, P. V. (1971): Elastic Analysis of a Skull. Technical Report of Naval Res., Div. Engineering of the Brown University.

- Hayashi, T.** (1969): Study of Intracranial Pressure Caused by Head Impact. Journal of the Faculty of Engineering, University of Tokyo, Vol. 30, p. 59.
- Hirsch, A. E., Ommaya, A. K.** (1970): Protection from Brain Injury: The Relative Significance of Translational and Rotational Motions of the Head After Impact. In: 14th Stapp Car Crash Conference Proceedings, 17–18 November 1970, Ann Arbor, Mich., New York, Pa.: Soc. Auto. Eng., pp. 299–328.
- Hodgson, V. R., Thomas, L. M.** (1981): Mechanisms of Cervical Spine Injury During Impact to the Protected Head. Transactions of the Society of Automotive Engineers, Vol. 90, pp. 3792–3805.
- Hosey, R. R., Liu, Y. K.** (1982): A Homeomorphic Finite Element Model of the Human Head and Neck. Finite Elements in Biomechanics (eds by Gallagher, R. H., Simon, B. R., Johnson, P. C., Gross, J. F.), John Wiley, pp. 379–400.
- Kalishzky S., Bojtár I., Kirchner I., Kurutzné Kovács M., Lovas A., Tornóyos Á.** (1995): Az emberi koponya és agy mechanikai sérüléseinek vizsgálata. OTKA 5-314 tanulmány, nyilvántartási szám: OTKA I/3-201.
- Kalishzky S., Lovas A., Bojtár I., Tornóyos Á., Kirchner I., Kurutzné Kovács M.** (1995): A koponya statikai és dinamikai vizsgálata. IUTAM VII. Magyar Mechanikai Konferencia, 1995. 08. 30–31. Kiadvány: 48. old.
- Khalil, T. B., Hubbard, R. P.** (1977): Parametric Study of Head Response by Finite Element Modeling. J. Biomechanics, Vol. 10, pp. 119–132.
- Kenner, V. H., Goldsmith, W.** (1972): Dynamic Loading of a Fluid-Filled Spherical Shell. International Journal of Mechanical Science, Vol. 14, pp. 557–568.
- Liu, Y. K., Chandran, K. B.** (1975): Package Cushioning for the Human Head: I. Analytical Considerations. J. Applied Mechanics, Vol. 42, No. 3, pp. 541–546.
- Liu, Y. K.** (1981): Problems in the Mathematical and Physical Modelling of Head and Neck Injury. Head and Neck Injury Criteria, A Consensus Workshop. Washington DC, pp. 125–132.
- Lovas, A.** (1996): Mechanical Models of the Human Skull-Brain System. Acta Technica (submitted).
- Mattern, R., Barz, J., Schulz, F., Kallieris, D., Schmidt, G.** (1979): Problems Arising When Using Injury Scales in Biomechanical Investigation with Special Consideration of the Age Influence. Forth International IRCOBI Conference, Goteborg, Sweden.
- McElhaney, J. H.** (1966): Dynamic Response of Bone and Muscle Tissue. J. Appl. Physiol., Vol. 21, pp. 1231–1236.
- McElhaney, J. H., Fogle, J. L., Melvin, J. W., Haynes, R. R., Roberts, V. L.** (1970): Mechanical Properties of Cranial Bone. J. Biomechanics, Vol. 3, No. 5, pp. 495–511.
- Merrill, T., Goldsmith, W., Deng, Y. C.** (1984): Three-Dimensional Response of a Lumped Parameter Head-Neck Model Due to Impact and Impulsive Loading. J. Biomechanics, Vol. 17, No. 2, pp. 81–95.
- Mucciardi, A. N., Sanders, J. D., Eppinger, R. H.** (1978): Prediction of Brain Injury Measures from Head Motion Parameters. Transactions of the Society of Automotive Engineers, Vol. 87, pp. 3171–3191.

- Nahum, A. M., Smith, R., Raasch, F., Ward, C.** (1980): Intracranial Pressure Relationships in the Protected and Unprotected Head. Transactions of the Society of Automotive Engineers, Vol. 89, pp. 3528—3536.
- Newman, J. A.** (1981a): Further Considerations of the HIC. Head and Neck Injury Criteria, A Concensus Workshop. Washington DC, pp. 171—174.
- Newman, J. A.** (1981b): Head Injury Criteria in Automotive Crash Testing. Transactions of the Society of Automotive Engineers, Vol. 90, pp. 4098—4115.
- Ono, K., Kikuchi, A., Nakamura, M., Kobayashi, H., Nakamura, N.** (1981): Human Head Tolerance to Sagittal Impact-Reliable Estimation Deduced from Experimental Head Injury Using Subhuman Primates and Human Cadaver Skulls. Transactions of the Society of Automotive Engineers, Vol. 90, pp. 3837—3866.
- Patrick, L. M., Lissner, H. R., Gurdjian, E. S.** (1963): Survival by Design -- Head Protection. In 7th Stapp Car Crash Conference Proceedings, 11—13 November 1963, Los Angeles, Springfield, pp. 483—499.
- Pontius, U. R.** (1975): The Effect of the Cervical Neuromusculature on the Dynamics of Whiplash. Ph.D. Dissertation, Tulane University, New Orleans, La.
- Ruan, J. S., Khalil, T., King, A. I.** (1994): Dynamic Response of the Human Head to Impact by Three-Dimensional Finite Element Analysis. Journal of Biomechanical Engineering, Vol. 116, pp. 44—50.
- Shugar, T. A.** (1975): Transient Structural Response of the Linear Skull — Brain System. In 19th Stapp Car Crash Conference Proceedings, 17—19 November 1975, San Diego, Calif., Warrendale, Pa.: Soc. Auto. Eng., pp. 581—614.
- Shugar, T. A., Katona, M. G.** (1975): Development of Finite Element of Head Injury Model. Journal ASCE, Vol. 101, pp. 223—239.
- Stapp, J. P.** (1970): Voluntary Human Tolerance Levels. Impact Injury and Crash Protection (eds by Gurdjian, E. S., Lange, W., Patrick, L. M., Thomas, L. M.), Springfield, Ill., C. C. Thomas Publisher, p. 308.
- Yoganandan, N., Sances, A. Jr., Pintar, F. A.** (1989): Biomechanical Evaluation of the Axial Compressive Responses of the Human Cadaveric and Manikin Necks. Journal of Biomechanical Engineering, Vol. 111, pp. 250—255.
- Versace, J.** (1971): A Review of the Severity Index. In: 15th Stapp Car Crash Conference Proceedings, November 1971, Warrendale, Pa.: Soc. Auto. Eng., pp.
- Walker, L. B., Harris, E. H., Pontius, U. R.** (1973): Mass, Volume, Centre of Mass, and Mass Moment of Inertia of Head and Neck of the Human Body. In 17th Stapp Car Crash Conference Proceedings, November 1973, Pa.: Soc. Auto. Eng., pp. 525—537.
- Ward, C. C., Thompson, R. B.** (1975): The Development of a Detailed Finite Element Brain Model. In 19th Stapp Car Crash Conference Proceedings, 17—19 November 1975, San Diego, Calif., Warrendale, Pa.: Soc. Auto. Eng., pp. 641—674.
- Ward, C.** (1981a): Status of Head Injury Modeling. Head and Neck Injury Criteria, A Concensus Workshop. Washington DC, pp. 157—162.
- Ward, C., Chan, M., Nahum, A.** (1981b): Intracranial Pressure -- A Brain Injury Criterion. Transactions of the Society of Automotive Engineers, Vol. 90, pp. 3867—3880.
- Williams, J. L., Belytschko, T. B.** (1983): A Three-Dimensional Model of the Human Cervical Spine for Impact Simulation. Journal of Biomechanical Engineering, Vol. 105, pp. 321—331.

Füzy Jenő¹, Bódi István², Klopka Zoltán³, Kóris Kálmán⁴, Sajtos István⁵

PEREMKÖN KÉNYSZERALKVÁLTOZÁSSAL TERHELT HÉJAK HAJLÍTÁSELMÉLETE

1. A FELADAT MEGFOGALMAZÁSA

A héjak erőjátékának meghatározása során mindig alapfeltevésként szerepel az, hogy a héjat megtámasztó peremtartó "merev", illetve "félmerev", és eltekintünk a peremtartóra háruló megoszló reakcióerők hatására bekövetkező alakváltozások vizsgálatától. Egyszerűen belátható azonban, hogy ez szigorúan véve nem helytálló, már a peremtartó véges keresztmetszeti méretei miatt sem. Ebből adódóan különböző lesz a héj peremének és a peremtartónak alakváltozása, amely pedig ellentmond a "merev", illetve "félmerev" megtámasztási feltevésnek. Ennek az alakváltozási inkompatibilitásnak a hatását kívánja vizsgálni az OTKA támogatással folyó kutatás.

A fenti feltételek mellett megoldott héj-feladat esetében fennálló alakváltozási inkompatibilitás (a héj és a peremtartó között) feloldható például oly módon, hogy a peremtartó és a héj pereme között olyan illesztési erőrendszert (illetve ennek megfelelő kompatibilis elmozdulás-rendszert) működtetünk (a peremtartón és a héjon ellenkező előjellel), amely ezt az inkompatibilitást megszünteti.

Ez az erőrendszer — mivel a héj maga ebben az esetben terheletlen és azon külső teher nem működik — önmagában egyensúlyban kell legyen.

Jelen tanulmányban a fentiekben ismertetett általánosabb kutatási feladat egy részfeladatát és az ehhez szükséges héjelméleti összefüggéseket tárgyaljuk.

¹DSc., c. egyetemi tanár, témavezető

²adjunktus, BME Vasbeton Szerk. tsz., dr. univ.

³statikus tervező, "e+h" Kft.

⁴doktorandusz, BME Vasbeton Szerk. tsz.

⁵főiskolai adjunktus, YMMF

Mivel kis alakváltozásokra korlátozzuk vizsgálatainkat és a héjelméletben szereplő operátorok lineárisak, így ez a kiegészítő megoldás szuperponálható és az alapmegoldással együtt adja a feladat alakváltozási szempontból is korrekt megoldását.

Jelen dolgozatban kidolgozott ilyen kiegészítő (a feladatnak megfelelő új egyenletek megoldásaként kapott) megoldás talán egy eszközt nyújthat a fő kutatási feladatok megoldásához.

2. AZ ÁLTALÁBAN ALKALMAZOTT JELÖLÉSEK, RÖVIDÍTÉSEK

x, y, z ($x_\alpha, \alpha = 1, 2$ és z) — derékszögű koordináták

$z(x, y)$ — a vizsgált héj középfelülete

$\left. \begin{array}{l} z_{,xx} = r \\ z_{,xy} = s \\ z_{,yy} = t \end{array} \right\}$ — a héjfelület másodrendű deriváltjai

E — a héj anyagának rugalmassági modulusa

v — a héj vastagsága

$\Delta f(x, y) = f_{,xx} + f_{,yy}$ — differenciál operátor (Laplace)

u, v, w , illetve $u = u_\alpha, \alpha = 1, 2$ és w az x, y , illetve z irányú elmozdulások

N_x, N_y, N_{xy} — a héjban ébredő membrán-metszeterők

$N_{\alpha\beta}$ — a metszeterők tenzora, $\alpha, \beta = 1, 2$, illetve

$D_{\alpha\beta}$ — az ehhez rendelt alakváltozás tenzor

i, j — az x , illetve y irányú egységvektorok

$\text{div}, \text{grad}, \text{rot}$ — koordináta invariáns operátorok

3. EGYSZERŰSÍTŐ FELTEVÉSEK

Vizsgálatainkat lapos héjakra korlátozzuk, ezért az erre alapozott szokásos közelítéseket alkalmazni fogjuk. Ezek közül a legfontosabbak a z irányú és a normálirányú elmozdulások azonossága, a héjfelület másodrendű deriváltjainak és görbületének azonossága stb. Az alakváltozásokat kis alakváltozásokra korlátozzuk és a vizsgált peremszakasz egyenes, illetve a lapos jellegre való tekintettel függőleges koordináta síkba eső görbe.

A héj terheletlen, ezért az inkompatibilitás megszüntetését szolgáló és a héj és a peremtartó között működtetett erőrendszer önmagában egyensúlyban kell legyen. Ez a megállapítás nem feltétlenül egy peremszakaszra, hanem az esetek többségében az egész héjra vonatkozik.

Jelen tanulmányban azonban csak egy peremszakasz vizsgálatára szorítkozunk.

Az r , s , t differenciálgeometriai jellemzőket állandóknak tekintjük.

4. A FELADAT ALAPEGYENLETEI ÉS JAVASOLT MEGOLDÁS MÓDSZERŰK

Írjuk fel egy általános felületi pontban az érintősík (illetve x - y koordináta sík) deformáció tenzorát, vagyis

$$D_{\alpha\beta} = \begin{bmatrix} \varepsilon_x & \frac{1}{2}\gamma_{xy} \\ \frac{1}{2}\gamma_{yx} & \varepsilon_y \end{bmatrix} = \frac{1}{2}(u_{\alpha,\beta} + u_{\beta,\alpha}) - G \cdot w \quad (1)$$

itt G a felület görbület-tenzora az alábbi értelmezésben:

$$G = \begin{bmatrix} z_{,xx} & z_{,xy} \\ z_{,yx} & z_{,yy} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r & s \\ s & t \end{bmatrix} \quad (2)$$

és w a normál, illetve z irányú elmozdulás mint skalár változó. Az összefüggés három skalár egyenletnek felel meg:

$$\begin{aligned} \varepsilon_x &= u_{,x} - r \cdot w & \text{a)} \\ \varepsilon_y &= v_{,y} - t \cdot w & \text{b)} \\ \gamma_{xy} = \gamma_{yx} &= u_{,y} + v_{,x} - 2s \cdot w & \text{c)} \end{aligned} \quad (3)$$

megegyezően az irodalomban ismert /1/ Csonka-féle összefüggésekkel.

A héj metszeterőinek tenzora az alábbi módon írható:

$$N_{\alpha\beta} = E \cdot v \cdot D_{\alpha\beta} \quad (4)$$

ami részletesen kiírva az alábbi alakot ölti:

$$\begin{aligned} N_x &= E \cdot v \cdot (u_{,x} - r \cdot w) & \text{a)} \\ N_y &= E \cdot v \cdot (v_{,y} - t \cdot w) & \text{b)} \\ N_{xy} = N_{yx} &= \frac{E \cdot v}{2} \cdot (u_{,y} + v_{,x} - 2s \cdot w) & \text{c)} \end{aligned} \quad (5)$$

egyezően /1/-gyel.

Éz utóbbi összefüggéseket az egyensúlyi egyenletbe behelyettesítjük.

Az érintősík (illetve a lapos héj közelítésnek megfelelően az x-y koordináta sík) egyensúlyi egyenletei:

$$N_{\alpha\beta, \alpha} = 0 \quad (6)$$

a behelyettesítés után ez skalár egyenletekbe kifejtve az alábbi alakot ölti:

x irányban:

$$u_{,xx} + \frac{1}{2} (u_{,yy} + v_{,xy}) - r \cdot w_{,x} - s \cdot w_{,y} = 0 \quad a)$$

y irányban:

$$v_{,yy} + \frac{1}{2} (v_{,xx} + u_{,xy}) - s \cdot w_{,x} - t \cdot w_{,y} = 0 \quad b)$$

illetve átalakítva ezeket az egyenleteket:

$$\frac{1}{2} \Delta u + \frac{1}{2} (u_{,xx} + v_{,xy}) - r \cdot w_{,x} - s \cdot w_{,y} = 0 \quad a) \quad (8)$$

$$\frac{1}{2} \Delta v + \frac{1}{2} (v_{,yy} + u_{,xy}) - s \cdot w_{,x} - t \cdot w_{,y} = 0 \quad b)$$

Ezek az egyenletek a lapos héjak analóg Lamé-féle egyenletei, abban az esetben, ha $r = s = t = 0$, akkor a síkbeli rugalmasságtan Lamé-féle alapegyenletét kapjuk.

A harmadik — z irányú — egyensúlyi egyenletet is felhasználva az alábbi összefüggésre jutunk:

$$r \cdot u_{,x} + s \cdot (u_{,y} + v_{,x}) + t \cdot v_{,y} - (r^2 + 2s^2 + t^2) \cdot w - \frac{v^2}{12} \Delta \Delta w = 0 \quad (9)$$

A három skalár ismeretlent (u, v, w) tartalmazó három egyenlet azonban láthatóan egy vektor ($u = i \cdot u + j \cdot v$) és egy skalár (w) ismeretlent tartalmaz és koordináta invariáns alakban az alábbi módon írható, figyelembe véve, hogy a w -től függő tagot $f(w)$ -vel, a skalár egyenletben jelentkező u -tól függő tagot $g(u)$ -val jelöltük:

$$\Delta u + \text{grad.div} u = 2f(r, s, t, w) \quad (10)$$

illetve

$$\Delta \Delta w + \frac{12}{v^2} (r^2 + 2s^2 + t^2) \cdot w = +g(r, s, t, u) \quad (11)$$

ahol

$$f(r, s, t, w) = i \cdot (r \cdot w_{,x} + s \cdot w_{,y}) + j \cdot (s \cdot w_{,x} + t \cdot w_{,y}) \quad (12)$$

illetve

$$g(r, s, t, u, v) = [r \cdot u_{,x} + s \cdot (u_{,y} + v_{,x}) + t \cdot v_{,y}] \frac{12}{v^2} \quad (13)$$

Láthatóan a két egyenlet — egy vektor, illetve egy skalár ismeretlen — a héj lapos jellegétől függően szétválik. Ha r , s , t egyaránt nullához tart (vagyis a héj olyan lapos, hogy síkká válik), akkor két független egyenletet kapunk: egy tárcsa (**Lamé**) és egy lemez (illetve peremzavar) egyenletet.

Felmerül a kérdés, hogy a vizsgált héjak lapos jellegére való tekintettel nem lehet-e ebből az egyszerűsítő feltevésből kiindulni.

A továbbiakban a lapos jellegre való tekintettel elhanyagolásokat végzünk. Nem hanyagoljuk el a (10) egyenlet "inhomogén" tagját, az \mathbf{f} vektort, de a (11) biharmonikus egyenlet inhomogenitást hordozó része kéttagú. A lapos jellegre való tekintettel a vízszintes elmozdulások (u , v) a függőleges $w(x,y)$ elmozdulásokra elhanyagolható hatással bírnak. Elfajuló esetben (sík tárcsa) el is tűnik, ezért azt figyelmen kívül hagyjuk.

Fentiek alapján a megoldandó egyenlet (11) helyett az alábbi:

$$\Delta \Delta w + \lambda w = 0 \quad (14)$$

ahol

$$\lambda = \frac{12}{v^2} (r^2 + 2s^2 + t^2) \quad (15)$$

A (10) egyenlet megoldásához alkalmazzuk a Helmholtz-feltevést, ezt használva az elmozdulás függvény az alábbi alakban írható fel:

$$\mathbf{u} = \text{grad} \phi + \text{rot} \psi \quad (16)$$

Itt tekintetbe kell venni azt, hogy a ψ vektornak csak \mathbf{k} irányú komponense van, és így az egy skalár ismeretlennek (ψ_3) is tekinthető:

$$\begin{aligned} u &= \phi_{,x} + \psi_{3,y} & \text{a)} \\ v &= \phi_{,y} - \psi_{3,x} & \text{b)} \end{aligned} \quad (17)$$

Itt az ismert megoldások /2, 3/ szerint a ϕ függvény biharmonikus, ψ_3 pedig harmonikus.

Azonban, ha a (16) feltevést a (10) egyenletbe helyettesítjük, akkor azt kapjuk, hogy:

$$\Delta \text{grad} \phi + \Delta \text{rot} \psi + \text{grad} \Delta \phi + 0 = 2\mathbf{f} \quad (18)$$

Vegyük a fenti egyenlet divergenciáját, akkor azt kapjuk, hogy:

$$\Delta \Delta \phi = \text{div} \mathbf{f} \quad (19)$$

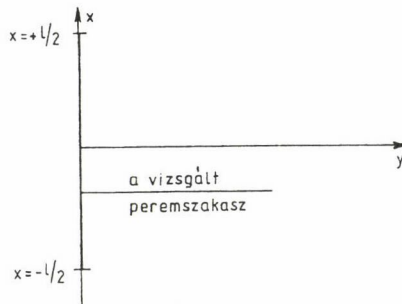
vagyis a különbség az ismert /2, 3/ megoldáshoz képest abban jelentkezik, hogy a ϕ függvény inhomogén biharmonikus függvény, ahol az inhomogén tag divf részletesen az alábbi alakban írható:

$$\text{divf} = r \cdot w_{,xx} + s \cdot w_{,xy} + t \cdot w_{,yy} \quad (20)$$

5. "QUASI" EGYENES-TENGELYŰ PEREMSZAKASZOK VIZSGÁLATA

5.1. A peremfeltételek megfogalmazása

Vizsgálatainkat olyan peremszakaszok vizsgálatára korlátozzuk, amelyek az x - y síkban fekvő egyenesek, illetve a lapos jellegre való tekintettel olyan görbe peremszakaszok, amelyek függőleges vetülete egyenes, ez utóbbit nevezzük "quasi" egyenes szakaszoknak. A koordináta-rendszert az 1. ábra szerint értelmezzük (lásd az 1. ábrát).



1. ábra

Az ilyen módon koordináta-rendszerbe helyezett egyenes peremszakasz peremfeltételeit az alábbi módon vesszük fel:

$$\text{az } x = \pm \frac{l}{2} \text{ végeken } w = 0$$

illetve

$$\text{az } x = -\frac{l}{2} \text{ és/vagy } +\frac{l}{2} \text{ esetben } u = v = 0 \quad (21)$$

Ez a peremszakasz végeinek teljes, illetve részleges rögzítését jelenti.

Feltételezzük továbbá, hogy a peremszakaszra kényszerített alakváltozás olyan, hogy az a szakaszon önmagában egyensúlyban lévő erőrendszernek felel meg.

5.2. A z irányú elmozdulások meghatározása

Közelítő feltevéseinknek megfelelően a $w(x,y)$ elmozdulás függvény a (14) egyenlet alapján függetlenül meghatározható. A (21) peremfeltételeknek megfelelően a w függvény alakját az alábbi alakban vehetjük fel:

$$w(x,y) = \sum_i A_i \cos(i\frac{\pi}{l}x) e^{-iy} (B_i \cos y + C_i \sin y) \quad (22)$$

Ez kielégíti a (14) egyenletet és a (21) alatti peremfeltételek w -re vonatkozó részét is.

Ezzel a megoldással a w -re peremelőírásokat tehetünk az $x = +l/2 - l/2$ tartományban.

Az összefüggésben az állandók

$$B_i = \lambda \left[\left(i\frac{\pi}{l} \right)^4 - 4 - 2 \left(i\frac{\pi}{l} \right)^2 \right] / Q \quad a)$$

illetve

$$C_i = -\lambda \left[\left(i\frac{\pi}{l} \right)^4 - 4 + 2 \left(i\frac{\pi}{l} \right)^2 \right] / Q \quad b) \quad (23)$$

ahol

$$Q = \left[\left(i\frac{\pi}{l} \right)^4 - 4 \right]^2 + \left[2 \left(i\frac{\pi}{l} \right)^2 \right]^2 \quad c)$$

A peremszakasz mentén w -re vagy annak y szerinti deriváltjára tehetünk előírást. Ezek az alábbiak szerint alakulnak:

$$w|_{y=0} = \sum_i A_i B_i \cos(i\frac{\pi}{l}x) \quad (25)$$

és

$$w_{,y}|_{y=0} = \sum_i A_i (C_i - B_i) \cos(i\frac{\pi}{l}x) \quad (26)$$

A bemutatott megoldás megfelel a (14) egyenletnek és a fenti két peremelőírás valamelyikét is ki tudjuk elégíteni.

5.3. A vízszintes elmozdulások meghatározása

Ehhez a (19) alatti egyenletet kell megoldanunk, amelynek jobb oldalát a fentiekben meghatározott $w(x,y)$ függvényből számíthatjuk a (20) összefüggés alapján:

$$\operatorname{div} f = \sum_i A_i \left[\cos(i\frac{\pi}{l}x) \cdot (D_i \cos y + E_i \sin y) + \sin(i\frac{\pi}{l}x) \cdot (F_i \cos y + G_i \sin y) \right] \cdot e^{-y} \quad (27)$$

ahol

$$\begin{aligned}D_i &= -r \cdot B_i \left(i \frac{\pi}{l}\right)^2 - 2 \cdot t \cdot C_i & \text{a)} \\E_i &= -r \cdot C_i \left(i \frac{\pi}{l}\right)^2 + 2 \cdot t \cdot B_i & \text{b)} \\F_i &= s \left(i \frac{\pi}{l}\right) \cdot (B_i + G_i) & \text{c)} \\G_i &= s \left(i \frac{\pi}{l}\right) \cdot (B_i - G_i) & \text{d)}\end{aligned} \quad (28)$$

A továbbiakban megoldandó a (19) alatti egyenlet:

$$\Delta \Delta \phi = \text{div} \mathbf{f} \quad (30)$$

Ehhez a $\phi(x, y)$ függvény alakját az alábbi alakban keressük:

$$\begin{aligned}\phi &= \sum_i A_i \cos i x [H_i \cos i y + J_i \sin i y] e^{-i y} + \\&+ \sum_j A_j \sin j x [K_j \cos j y + L_j \sin j y] e^{-j y}\end{aligned} \quad (30)$$

ahol

$$\begin{aligned}H &= \frac{4E + 3D/i^4}{25} & \text{a)} \\J &= \frac{4D - 3E/i^4}{25} & \text{b)} \\K &= \frac{4G + 3F/i^4}{25} & \text{c)} \\L &= \frac{4F - 3G/i^4}{25} & \text{d)}\end{aligned} \quad (31)$$

Az u, v vízszintes elmozdulások leírásához még a $\psi \equiv \psi_3$ függvényre is szükségünk van, amely harmonikus, ezért válasszuk az alábbi alakúra:

$$\psi = \sum_i M_i \cos i x \cdot e^{-i M_i y} + \sum_j N_j \sin j x \cdot e^{-j N_j y} \quad (32)$$

Ezt felhasználva a (17) összefüggések alapján a vízszintes elmozdulásokra peremelőírások tehetők, amelyek alapján az M_i és N_i állandók meghatározhatók.

Hangsúlyozzuk, hogy a fent ismertetett megoldás csak olyan esetekre érvényes, amikor egy egyenes (illetve kvázi-egyenes) peremszakaszon önmagában kompatibilis (egyensúlyban lévő peremerő rendszerhez tartozó) kényszer-alakváltozásról van szó.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A kutatás az Országos Tudományos Kutatási Alap támogatásával készül, célkitűzése a lapos héjak és peremtartóik közötti alakváltozási inkompatibilitás, illetve annak hatásvizsgálata. A kutatócsoport első lépésként a hajlított héjaknak a rugalmasságtan Lamé-féle egyenleteivel analóg módon az alakváltozás komponensekre redukált egyenleteit vezette le. Az egyenletek megoldására egyszerűsítő feltevéseket vezettek be, és ennek segítségével analitikus megoldást nyújtanak a peremükön kényszeralakváltozással terhelt lapos héjak alakváltozási állapotának leírására.

IRODALOM

- /1/ **P. Csonka:** Theory and Practice of Membrane Shells. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1987.
- /2/ **K. Marguerre:** Ansätze zur Lösung der Grundgleichungen der Elastizitätstheorie. ZAMM. 35/1965. kötet, 6/7. sz. 242—263. old.
- /3/ **Fűzy J.:** Az elméleti rugalmasságtan néhány módszerének áttekintése. Építéstudományi Intézet, Tudományos Közlemények, 1975.

EGYENLETESEN MEGOSZLÓ CSAVARÓNYOMATÉKKAL TERHELT ZÁRT KÖRÍV ALAPRAJZÚ TÖBBTÁMASZÚ TARTÓK IGÉNYBEVÉTELEI

1. BEVEZETÉS

A /Nagy K., 1996/a/ dolgozatban vonal menti egyenletes megoszló erővel terhelt zárt körív alaprajzú tartókat vizsgáltunk. A valóságban a teher támadáspontja ritkán helyezkedik el a súlypontban. A külpontosan lévő teher csavarja a keresztmetszetet, melynek hatására megoszló csavarónyomaték terheli a tartót. Ennek az esetnek a figyelembevételével foglalkozik a dolgozat.

Az alapfeltevések, illetve az alkalmazott jelölések megegyeznek a /Nagy K., 1996/a/-ban leírtakkal, tehát azokat most nem ismételjük meg.

2. AZ IRODALOMBAN TALÁLHATÓ MEGOLDÁSOK

Zárt körív tengelyű tartókra egyenletesen megoszló csavarónyomatéki teher hatására **Dąbrowski** /1968/ villás megtámasztást feltételezve, mind a csavarási merevséget, mind a torzulási (öblösödési) merevséget figyelembe véve határozta meg törzstartókra az erőmódszer adta terhelési és egységtenyezőket. Mivel hidakkal foglalkozott, ezért zárt körgyűrű tartóra nem számította ki az értékeket.

Befogott, alaprajzban íves tartókra adott táblázatos formában támaszponti hajlító- és csavarónyomatéki értékeket **Szerémi** /1991/, az EI_{ω} merevséget elhanyagolva. Ezt a közelítést a vasbetonban használatos tömör keresztmetszetek miatt alkalmazta.

A következőkben bemutatjuk a gömbcsuklós támaszokra kapható megoldást, majd meghatározzuk **Dąbrowski** /1968/ terhelési és egységtenyezői segítségével a villás megtámasztású körívtartó igénybevételeit először az $EI_{\omega} = 0$, majd a $GI_{CS} = 0$ esetre. Végül egy vékonyfalú nyitott szelvényű párkánytartó példá-

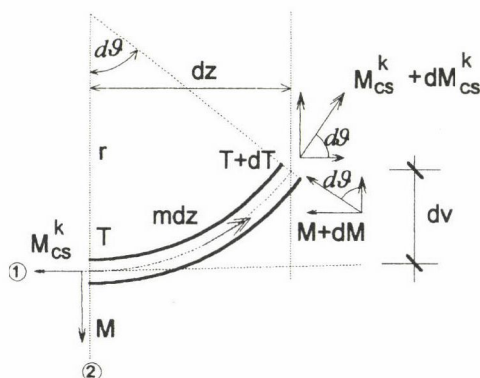
*okl. építőmérnök, doktorandusz, Magasépítési Tanszék, BME

ján mutatjuk be a számítást, ami a Nagy K. /1996/-ban bemutatott példa további vizsgálata úgy, hogy a megoszló teher nem a keresztmetszet súlypontjában hat.

A továbbiakban először felírjuk az egyensúlyi egyenleteket és megoldásukat, majd a kétféle megtámasztásmódnak megfelelő peremfeltételek segítségével meghatározzuk az integrálási állandókat.

3. AZ EGYENSÚLYI EGYENLETEK

Egy ívdarabra ható erők egyensúlyát az 1. ábra mutatja.



1. ábra

A ② tengelyre vett nyomatéki egyensúly:

$$M - (M + dM) \cos d\vartheta - (M_{cs}^k + dM_{cs}^k) \sin d\vartheta - mdz \sin \frac{d\vartheta}{2} = 0 \quad (1)$$

(m a tartóra ható megoszló csavarónyomaték).

Az ① tengelyre vett nyomatéki egyensúly:

$$M_{cs}^k - (M_{cs}^k + dM_{cs}^k) \cos d\vartheta + (M + dM) \sin d\vartheta - mdz \cos \frac{d\vartheta}{2} = 0. \quad (2)$$

Mivel $d\vartheta$ differenciális mennyiség, ezért

$$\cos d\vartheta = 1, \quad \sin d\vartheta = d\vartheta, \quad d\vartheta = \frac{dz}{r}.$$

A magasabb rendű tagokat elhanyagolva az egyensúlyi egyenletek így alakulnak:

$$\frac{dM}{d\vartheta} = -M_{cs}^k, \quad (3)$$

$$-\frac{dM_{cs}^k}{d\vartheta} + M = mr. \quad (4)$$

A (3)-at differenciálva:

$$\frac{d^2 M}{d\vartheta^2} = -\frac{dM_{cs}^k}{d\vartheta}. \quad (5)$$

Az (5)-öt átalakítva és (3)-at és (4)-et felhasználva:

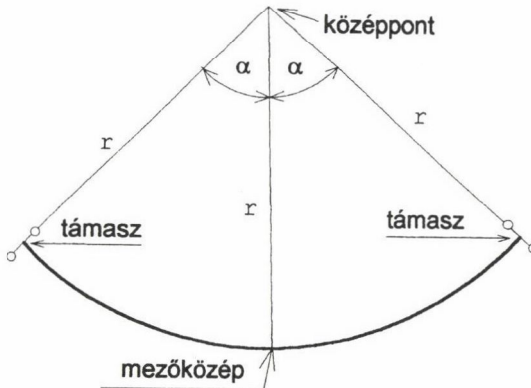
$$\frac{d^2 M}{d\vartheta^2} + M = mr. \quad (6)$$

Az egyensúlyi egyenletek megoldásait a következő alakban írhatjuk fel:

$$M(\vartheta) = A \sin \vartheta + B \cos \vartheta + mr, \quad (7)$$

$$M_{cs}^k(\vartheta) = -\frac{dM(\vartheta)}{d\vartheta} = -A \cos \vartheta + B \sin \vartheta. \quad (8)$$

Az A és a B konstansok értékét a peremfeltételek segítségével határozhatjuk meg (2. ábra).



2. ábra

4. GÖMBCSUKLÓS MEGTÁMASZTÁS

A szimmetriaviszányokat figyelembe véve a mezőközepen ($\vartheta = 0$ helyen) a nyomatékra érintője vízszintes:

$$\frac{dM}{d\vartheta}(\vartheta=0) = 0: \quad A \cos 0 - B \sin 0 = 0. \quad (9)$$

Ebből látszik, hogy az A értéke nulla.

Mivel gömbcsuklós megtámasztást tétéleztünk fel, ezért a támasznál a külső csavarónyomaték zérus:

$$M_{cs}^k(\vartheta = \pm\alpha) = 0: \quad B \sin \alpha = 0. \quad (10)$$

Tehát $B = 0$.

A jelen megtámasztás esetében tehát az ismeretlen konstansokat az egyensúlyi egyenletekből lehet meghatározni (statikailag határozott feladat).

Az igénybevételek az alábbiak:

$$M(\vartheta) = mr, \quad (11)$$

$$M_{cs}^k(\vartheta) = 0. \quad (12)$$

5. VILLÁS MEGTÁMASZTÁS

Az A konstans a gömbcsuklós megtámasztás alapján figyelembe vett, a szimetriaviszonyokat kihasználó (9) egyenlet alapján ugyanazt az értéket veszi fel.

A támasznál a külső csavarónyomaték egy egyelőre ismeretlen nagyságú $M_{cs,i}^k$ érték:

$$M_{cs}^k(\vartheta = \alpha) = M_{cs,i}^k: \quad B \sin \alpha = -M_{cs,i}^k,$$

(A negatív előjel azért szükséges, mert M_{cs}^k most jobbról ható nyomaték.)

$$B = \frac{-M_{cs,i}^k}{\sin \alpha}, \quad (13)$$

Az igénybevételeket így az alábbi alakban írhatjuk fel:

$$M(\vartheta) = \frac{-M_{cs,i}^k}{\sin \alpha} \cos \vartheta + mr, \quad (14)$$

-- mezőközépen:
$$M(\vartheta = 0) = \frac{-M_{cs,i}^k}{\sin \alpha} + mr,$$

-- támasznál:
$$M(\vartheta = \pm\alpha) = \frac{-M_{cs,i}^k}{\tan \alpha} + mr, \quad (15)$$

és:
$$M_{cs}^k(\vartheta) = \frac{-M_{cs,i}^k}{\sin \alpha} \sin \vartheta. \quad (16)$$

Az igénybevételeket az egyensúlyi egyenletekből már nem tudjuk egyértelműen meghatározni. A villás megtámasztás statikai határozatlanságot okoz, egyszeres határozatlanságról van szó. Az alakváltozás figyelembevételével egy értéket kell kiszámítani, a többit megkapjuk az egyensúlyi egyenletekből.

6. A TÁMASZPONTI IGÉNYBEVÉTELEK MEGHATÁROZÁSA

A Nagy K. /1996/a/-ban vizsgált n támaszú, zárt köralaprajzú tartóra felírt egy támaszponti keresztmetszet elfordulásának nullértékűségét írjuk fel most is:

$$M_{i-1}\delta_{i,i-1}^M + M_i\delta_{i,i}^M + M_{i+1}\delta_{i,i+1}^M + W_{i-1}\delta_{i,i-1}^W + W_i\delta_{i,i}^W + W_{i+1}\delta_{i,i+1}^W + \delta_{i0} = 0, \quad (17)$$

$$M_{i-1}\mu_{i,i-1}^M + M_i\mu_{i,i}^M + M_{i+1}\mu_{i,i+1}^M + W_{i-1}\mu_{i,i-1}^W + W_i\mu_{i,i}^W + W_{i+1}\mu_{i,i+1}^W + \mu_{i0} = 0. \quad (18)$$

A továbbiakban külön tárgyaljuk az $EI_\omega = 0$ és a $GI_{CS} = 0$ eseteket.

6.1. Tömör keresztmetszetű tartók ($EI_\omega = 0$)

Tömör keresztmetszetű tartók esetében az EI_ω merevség elhanyagolható.

Az egységtényezők megegyeznek az előző dolgozatban leírtakkal, a terhelési tényezők pedig Dąbrowski /1968/ alapján az alábbiak:

$$\mu_{i0} = 0,$$

$$\delta_{i,0} = 2 \frac{r^3}{EI_x} \left[-\frac{m}{r}(1+\kappa) \frac{2\alpha - \sin(2\alpha)}{2(1 + \cos(2\alpha))} \right].$$

$$\text{Itt } \kappa = \frac{EI_x}{GI_{cs}}.$$

Ezeket a tényezőket behelyettesítve a vizsgált egyenletbe, átalakítva, valamint a támaszponti hajlítónyomatékok kifejezve, a támaszponti hajlítónyomatéokra az alábbi összefüggést kapjuk meg:

$$M_i = rm \frac{(1+\kappa) \frac{2\alpha - \sin(2\alpha)}{2(1 + \cos(2\alpha))}}{(1+\kappa) \frac{1 - \frac{2\alpha}{\operatorname{tg}(2\alpha)} + \frac{2\alpha}{\sin(2\alpha)} - \cos(2\alpha)}{2\sin(2\alpha)} - \kappa \left(\frac{1}{\sin(2\alpha)} - \frac{1}{\operatorname{tg}(2\alpha)} \right)}. \quad (19)$$

A támaszponti csavarónyomaték értékét a (15) egyenlet alapján határozhatjuk meg:

$$M(\vartheta = \pm\alpha) = M_i.$$

Ebből:

$$M_{cs,i}^k = mr \left[-\operatorname{tg}\alpha \left(\frac{M_i}{mr} - 1 \right) \right]. \quad (20)$$

1. táblázat

 $EI_{\omega} = 0$ Támaszponti hajlítónyomatékok: $\frac{M_i}{r m}$

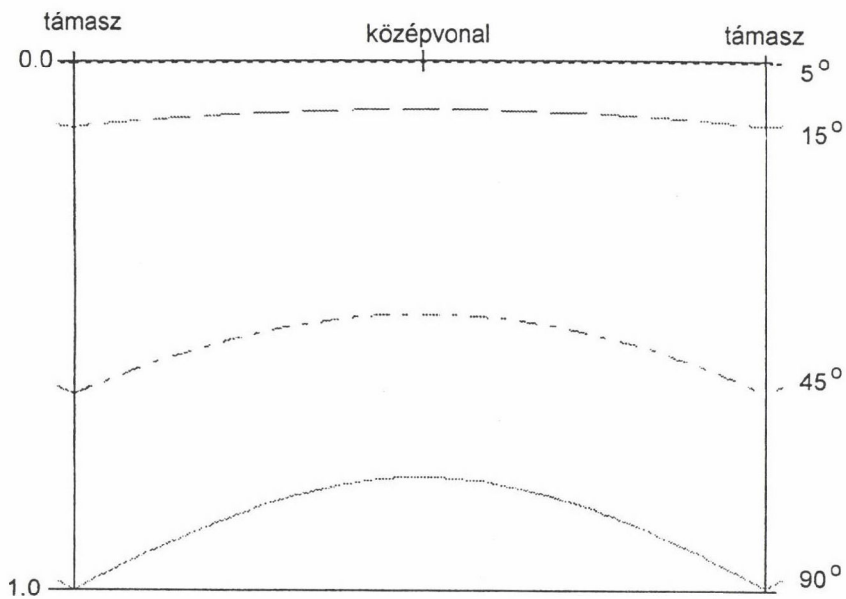
$\kappa = \frac{EI_x}{GI_{cs}}$	$2\alpha^\circ$						
	11.25	22.5	30	45	60	90	120
0.20	0,003857786	0,015460511	0,027538676	0,062294092	0,111521585	0,255108723	0,459763012
0.30	0,004177925	0,016727336	0,029765258	0,067136748	0,119702598	0,270614767	0,479697659
0.50	0,004817586	0,019251230	0,034187972	0,076673538	0,135620819	0,299767573	0,515456775
1.00	0,006413149	0,025504642	0,045070341	0,099683684	0,173006657	0,363380228	0,586503328
2.00	0,009588976	0,037775240	0,066115586	0,142426716	0,238848772	0,461263351	0,680265889
5.00	0,018995801	0,072800427	0,124030803	0,249340660	0,385597947	0,631321316	0,809712193
10.00	0,034282941	0,125833506	0,206088685	0,378482070	0,535012981	0,758417915	0,886379070
20.00	0,063471092	0,215567906	0,331360529	0,537586734	0,687167180	0,857007248	0,937079974
40.00	0,116855965	0,349182533	0,491753652	0,694168564	0,810913731	0,921268055	0,966752205

2. táblázat

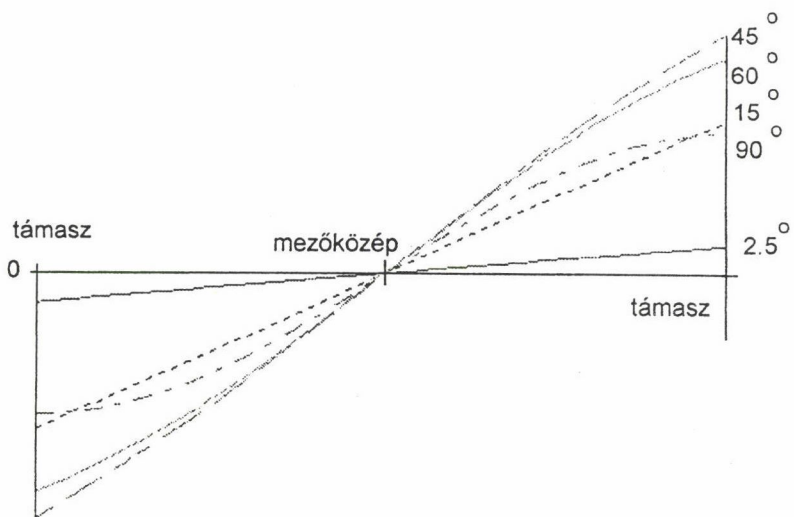
 $EI_{\omega} = 0$ Támaszponti csavarónyomatékok: $\frac{M_{cs,i}^k}{r m}$

$\kappa = \frac{EI_x}{GI_{cs}}$	$2\alpha^\circ$						
	11.25	22.5	30	45	60	90	120
0.20	9,81114E-02	1,95837E-01	2,60570E-01	3,88411E-01	5,12963E-01	7,44891E-01	9,35718E-01
0.30	9,80799E-02	1,95585E-01	2,59974E-01	3,86405E-01	5,08240E-01	7,29385E-01	9,01190E-01
0.50	9,80169E-02	1,95083E-01	2,58789E-01	3,82454E-01	4,99050E-01	7,00232E-01	8,39253E-01
1.00	9,78598E-02	1,93839E-01	2,55873E-01	3,72923E-01	4,77465E-01	6,36620E-01	7,16197E-01
2.00	9,75470E-02	1,91398E-01	2,50234E-01	3,55218E-01	4,39451E-01	5,38737E-01	5,53796E-01
5.00	9,66205E-02	1,84431E-01	2,34715E-01	3,10933E-01	3,54725E-01	3,68679E-01	3,29588E-01
10.00	9,51148E-02	1,73883E-01	2,12728E-01	2,57441E-01	2,68460E-01	2,41582E-01	1,96797E-01
20.00	9,22400E-02	1,56033E-01	1,79161E-01	1,91538E-01	1,80614E-01	1,42993E-01	1,08981E-01
40.00	8,69821E-02	1,29456E-01	1,36184E-01	1,26680E-01	1,09169E-01	7,87319E-02	5,75869E-02

A támaszponti hajlító- és csavarónyomatéki értékeket az 1., illetve 2. táblázat tartalmazzák, κ és 2α különböző értékeire. Ezeknek az értékeknek a segítségével a (14) és a (16) képletekből bármely pontban megkaphatjuk az igénybevételeket. A 3. és a 4. ábra egy adott $\kappa = \frac{EI_x}{GI_{cs}}$ konstans értékre, különböző középponti szögek esetére ad összehasonlítást, a hajlító- és csavarónyomatéki értékekre.



3. ábra



4. ábra

6.2. Vékony falú, nyitott szelvényű tartók ($GI_{CS} = 0$)

Vékony falú nyitott szelvények esetében a GI_{CS} merevség hanyagolható el. A (17) és a (18) egyenletekben lévő egységtényezők megegyeznek az előző dolgozatban leírtakkal, a terhelési tényezők pedig Dąbrowski /1968/ alapján az alábbi alakot öltik:

$$\delta_{i,0} = 2 \frac{r^3}{EI_x} \left[-\frac{m}{r}(1+\gamma) \frac{2\alpha - \sin(2\alpha)}{2(1+\cos(2\alpha))} + \gamma \frac{m}{r}(\operatorname{tg}\alpha - \alpha) \right],$$

$$\mu_{i,0} = 2 \frac{r^3}{EI_\omega} [m(\operatorname{tg}\alpha - \alpha)]$$

$$\left(\gamma = \frac{r^2 I_x}{I_\omega} \right).$$

Mindezeket felhasználva a támaszponti kettős- és hajlítónyomatékok a következők:

$$W_i = pr^3 \left\{ \frac{M_i}{mr} \frac{1}{\alpha} \left[\frac{1}{\sin(2\alpha)} - \alpha - \frac{1}{\operatorname{tg}(2\alpha)} \right] - \frac{1}{\alpha} [\operatorname{tg}\alpha - \alpha] \right\}. \quad (21)$$

$$M_i = -mr \left\{ \frac{-(1+\gamma) \frac{2\alpha - \sin(2\alpha)}{2(1+\cos(2\alpha))} + \gamma(\operatorname{tg}\alpha - \alpha) + \frac{\gamma}{\alpha} [\operatorname{tg}\alpha - \alpha] \left[\frac{1}{\sin(2\alpha)} - \alpha - \frac{1}{\operatorname{tg}(2\alpha)} \right]}{(1+\gamma) \frac{1 - \frac{2\alpha}{\operatorname{tg}(2\alpha)} + \frac{2\alpha}{\sin(2\alpha)} - \cos(2\alpha)}{2\sin(2\alpha)} - \gamma \left(\frac{2}{\sin(2\alpha)} - \alpha - \frac{2}{\operatorname{tg}(2\alpha)} \right) - \frac{\gamma}{\alpha} \left(\frac{1}{\sin(2\alpha)} - \alpha - \frac{1}{\operatorname{tg}(2\alpha)} \right)^2} \right\}. \quad (22)$$

A támaszponti csavarónyomaték értékét a (15) kifejezés segítségével a (18) képletből határozhatjuk meg. A támaszponti hajlítónyomaték, kettős és torzulási csavarónyomatéki értékeket rendre a 3., 4. és az 5. táblázatok tartalmazzák, γ és 2α különböző értékeire.

Ezeknek az értékeknek a segítségével a (14) és a (16) képletekből bármely pontban megkaphatjuk az igénybevételeket. Az 5. és a 6. ábra egy adott $\gamma = \frac{I_x}{I_\omega} r^2$ konstans értékre, különböző középponti szögek esetére ad összehasonlítást, a hajlítónyomaték és a torzulási csavarónyomatéki értékekre.

Hiányzik még a kettős nyomatékot leíró függvény.

3. táblázat

 $GI_{cs} = 0$ Támaszponti hajlítónyomatékok: $\frac{M_i}{r \cdot m}$

$\gamma = \frac{I_x}{I_{cs}} r^2$	$2\alpha^\circ$						
	11.25	22.5	30	45	60	90	120
100	3,42300E-03	1,61904E-02	3,32784E-02	1,01349E-01	2,30058E-01	6,00202E-01	8,61697E-01
1000	5,27414E-03	4,47024E-02	1,16492E-01	3,86335E-01	6,71765E-01	9,25617E-01	9,82432E-01
2000	7,32292E-03	7,45046E-02	1,93616E-01	5,46227E-01	7,99543E-01	9,60942E-01	9,91082E-01
3000	9,36327E-03	1,02504E-01	2,58356E-01	6,40021E-01	8,55712E-01	9,73518E-01	9,94024E-01
4000	1,13953E-02	1,28858E-01	3,13473E-01	7,01682E-01	8,87293E-01	9,79968E-01	9,95507E-01
5000	1,34189E-02	1,53709E-01	3,60965E-01	7,45309E-01	9,07532E-01	9,83891E-01	9,96400E-01
6000	1,54343E-02	1,77182E-01	4,02311E-01	7,77803E-01	9,21609E-01	9,86530E-01	9,96997E-01
7000	1,74415E-02	1,99387E-01	4,38633E-01	8,02944E-01	9,31966E-01	9,88425E-01	9,97424E-01
8000	1,94405E-02	2,20426E-01	4,70792E-01	8,22974E-01	9,39906E-01	9,89853E-01	9,97745E-01
9000	2,14314E-02	2,40387E-01	4,99467E-01	8,39308E-01	9,46186E-01	9,90968E-01	9,97994E-01
10000	2,34142E-02	2,59351E-01	5,25194E-01	8,52882E-01	9,51278E-01	9,91861E-01	9,98194E-01
20000	4,28093E-02	4,07319E-01	6,86387E-01	9,20250E-01	9,74965E-01	9,95909E-01	9,99096E-01
30000	6,14491E-02	5,06010E-01	7,65872E-01	9,45299E-01	9,83155E-01	9,97268E-01	9,99397E-01
50000	9,66323E-02	6,29423E-01	8,44629E-01	9,66403E-01	9,89817E-01	9,98359E-01	9,99638E-01

4. táblázat

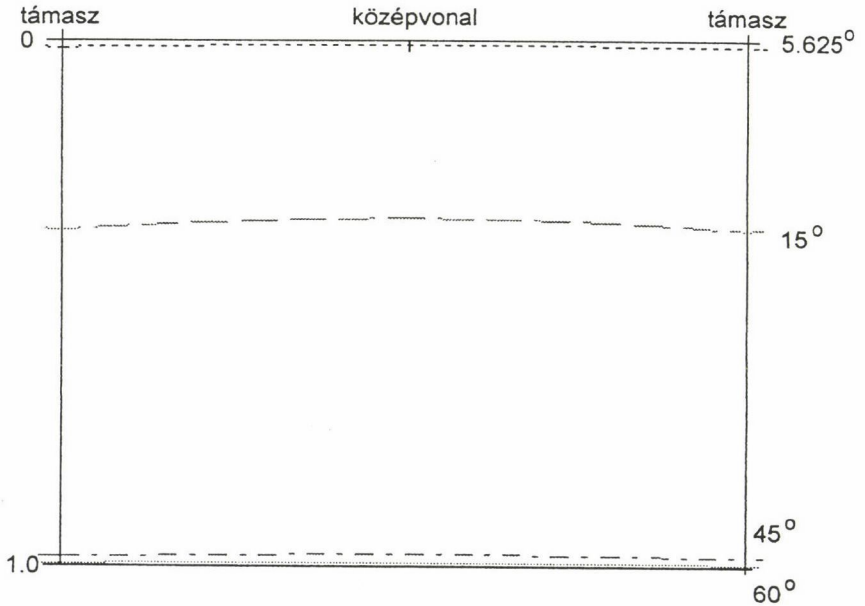
 $GI_{cs} = 0$ Támaszponti kettősnyomatékok: $\frac{W_i}{r^2 \cdot m}$

$\gamma = \frac{I_x}{I_{cs}} r^2$	$2\alpha^\circ$						
	11.25	22.5	30	45	60	90	120
100	-3,21416E-03	-1,28410E-02	-2,27088E-02	-4,92336E-02	-7,90405E-02	-1,09241E-01	-9,04485E-02
1000	-3,20819E-03	-1,24689E-02	-2,07541E-02	-3,36204E-02	-3,36959E-02	-2,03242E-02	-1,14892E-02
2000	-3,20158E-03	-1,20799E-02	-1,89424E-02	-2,48605E-02	-2,05785E-02	-1,06723E-02	-5,83214E-03
3000	-3,19500E-03	-1,17145E-02	-1,74216E-02	-1,97219E-02	-1,48123E-02	-7,23598E-03	-3,90795E-03
4000	-3,18844E-03	-1,13705E-02	-1,61269E-02	-1,63437E-02	-1,15702E-02	-5,47356E-03	-2,93846E-03
5000	-3,18192E-03	-1,10461E-02	-1,50113E-02	-1,39536E-02	-9,49253E-03	-4,40152E-03	-2,35439E-03
6000	-3,17542E-03	-1,07397E-02	-1,40400E-02	-1,21733E-02	-8,04744E-03	-3,68063E-03	-1,96400E-03
7000	-3,16894E-03	-1,04499E-02	-1,31868E-02	-1,07959E-02	-6,98420E-03	-3,16265E-03	-1,68467E-03
8000	-3,16250E-03	-1,01753E-02	-1,24314E-02	-9,69856E-03	-6,16912E-03	-2,77248E-03	-1,47490E-03
9000	-3,15608E-03	-9,91475E-03	-1,17578E-02	-8,80369E-03	-5,52441E-03	-2,46800E-03	-1,31158E-03
10000	-3,14968E-03	-9,66722E-03	-1,11535E-02	-8,06001E-03	-5,00170E-03	-2,22378E-03	-1,18083E-03
20000	-3,08713E-03	-7,73589E-03	-7,36693E-03	-4,36919E-03	-2,57001E-03	-1,11774E-03	-5,91326E-04
30000	-3,02701E-03	-6,44775E-03	-5,49979E-03	-2,99687E-03	-1,72928E-03	-7,46466E-04	-3,94420E-04
50000	-2,91354E-03	-4,83691E-03	-3,64974E-03	-1,84063E-03	-1,04535E-03	-4,48510E-04	-2,36750E-04

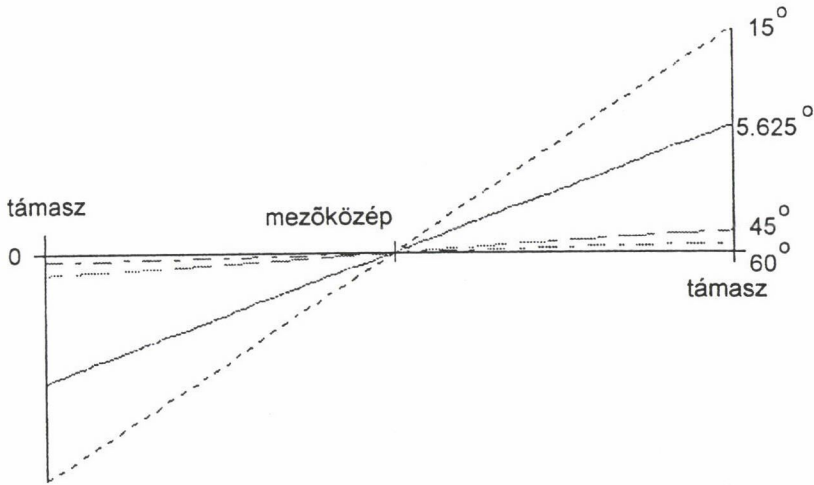
5. táblázat

$GI_{cs} = 0$ Támaszponti torzulási csavarónyomatékok: $\frac{M_{\alpha t}}{r m}$

$\gamma = \frac{I_x}{I_\omega} r^2$	$2\alpha^\circ$						
	11.25	22.5	30	45	60	90	120
100	9,81543E-02	1,95692E-01	2,59032E-01	3,72233E-01	4,44526E-01	3,99798E-01	2,39548E-01
1000	9,79719E-02	1,90021E-01	2,36735E-01	2,54189E-01	1,89507E-01	7,43825E-02	3,04284E-02
2000	9,77702E-02	1,84092E-01	2,16070E-01	1,87959E-01	1,15734E-01	3,90585E-02	1,54461E-02
3000	9,75692E-02	1,78523E-01	1,98723E-01	1,49108E-01	8,33046E-02	2,64822E-02	1,03500E-02
4000	9,73691E-02	1,73281E-01	1,83954E-01	1,23567E-01	6,50712E-02	2,00321E-02	7,78237E-03
5000	9,71698E-02	1,68338E-01	1,71229E-01	1,05497E-01	5,33863E-02	1,61086E-02	6,23548E-03
6000	9,69713E-02	1,63669E-01	1,60150E-01	9,20370E-02	4,52590E-02	1,34704E-02	5,20156E-03
7000	9,67736E-02	1,59252E-01	1,50418E-01	8,16232E-02	3,92793E-02	1,15746E-02	4,46176E-03
8000	9,65767E-02	1,55067E-01	1,41801E-01	7,33264E-02	3,46953E-02	1,01467E-02	3,90619E-03
9000	9,63806E-02	1,51096E-01	1,34117E-01	6,65608E-02	3,10694E-02	9,03237E-03	3,47365E-03
10000	9,61853E-02	1,47324E-01	1,27224E-01	6,09381E-02	2,81297E-02	8,13858E-03	3,12736E-03
20000	9,42751E-02	1,17892E-01	8,40323E-02	3,30335E-02	1,44538E-02	4,09069E-03	1,56610E-03
30000	9,24392E-02	9,82608E-02	6,27344E-02	2,26580E-02	9,72551E-03	2,73191E-03	1,04460E-03
50000	8,89740E-02	7,37124E-02	4,16315E-02	1,39161E-02	5,87906E-03	1,64145E-03	6,27020E-04



5. ábra



6. ábra

A jelen esetben $M_{cs}^k = M_{\omega}$, ahol Dąbrowski /1968/ alapján: $M_{\omega} = -\frac{dW}{dz}$,
 valamint $dz = r \times d\vartheta$.

Tehát:

$$W(\vartheta) = -r \int M_{\omega} d\vartheta = -r \int M_{cs}^k d\vartheta.$$

A (16) kifejezést felhasználva:

$$W(\vartheta) = -r \left(\frac{M_{cs,i}^k}{\sin \alpha} \cos \vartheta \right) + F. \quad (23)$$

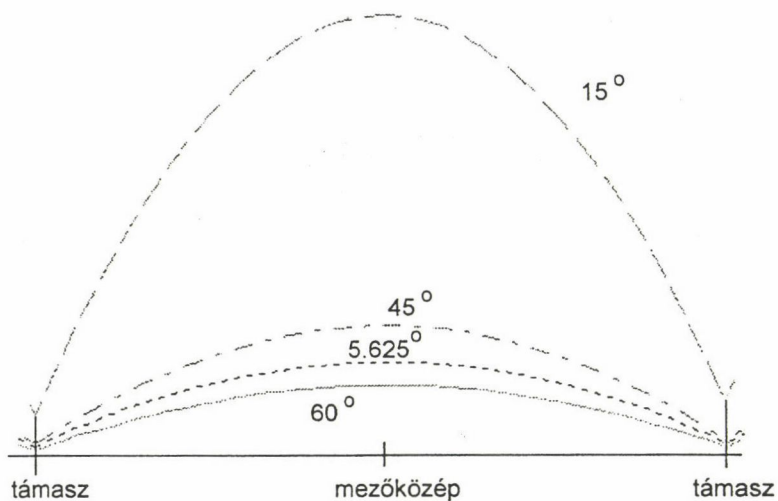
Az F integrálási konstans a peremfeltételből lehet meghatározni: $\vartheta = \pm \alpha$ -nál $W = W_i$, azaz:

$$F = W_i + r \frac{M_{cs,i}^k}{\operatorname{tg} \alpha}. \quad (24)$$

A kettős nyomaték függvénye tehát:

$$W(\vartheta) = r \frac{-M_{cs,i}^k}{\sin \alpha} \cos \vartheta + W_i + r \frac{M_{cs,i}^k}{\operatorname{tg} \alpha}. \quad (25)$$

A 7. ábra egy adott $\gamma = \frac{I_x}{I_{\omega}} r^2$ konstans értékre, különböző középponti szögek esetére ad összehasonlítást, a kettős csavarónyomatéki értékekre.



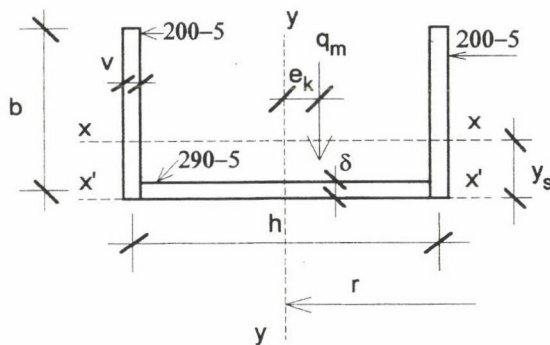
7. ábra

7. SZÁMPÉLDA

A /Nagy K., 1996/a/ dolgozatban lévő példa vizsgálata külpontos terhelésből adódó megoszló csavarónyomaték hatására.

7.1. Keresztmetszeti adatok

A keresztmetszeti adatok a 8. ábrán és /Nagy K., 1996/a/-ban találhatók.



8. ábra

7.2. A teher

Az egyenletesen megoszló vonalmenti teher legyen: $q_m = 0.88 \text{ kN/m}$. Kül-
pontossága pedig: $e_k = 0.1 \text{ m}$, így a megoszló csavarónyomaték: $m_m = 0.088 \text{ kNm/m}$.

7.3. Megoldás villás megtámasztás esetére

7.3.1. A támaszponti keresztmetszet vizsgálata

7.3.1.1. A támaszponti igénybevételek

$$\frac{M_i}{m \cdot r} = 0.8454836 \text{ a 3. táblázatból,}$$

$$M_i = 0.8454836 \cdot 0.088 \cdot 6.55 = 0.4872 \text{ kNm,}$$

$$\frac{W_i}{m \cdot r^2} = -0.015862 \text{ a 4. táblázatból,}$$

$$W_i = -0.015862 \cdot 0.088 \cdot 6.55^2 = -0.0598 \text{ kNm}^2,$$

$$\frac{M_\omega}{p \cdot r} = 0.0893 \text{ az 5. táblázatból,}$$

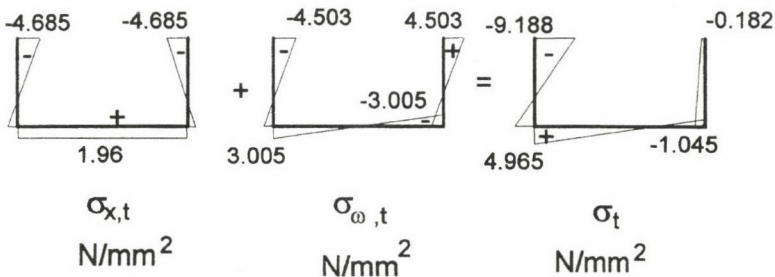
$$M_\omega = 0.0893 \cdot 0.088 \cdot 6.55 = 0.0515 \text{ kNm.}$$

7.3.1.2. Feszültségek

A feszültségek számításának részletezését mellőzve csak a végleges fe-
szültségábrát közöljük.

7.3.1.3. A feszültségek ábrázolása

A feszültségeket a 9. ábrán vázoltuk.



9. ábra

7.3.2. A mezőközép vizsgálata

7.3.2.1. A mezőközép igénybevételei

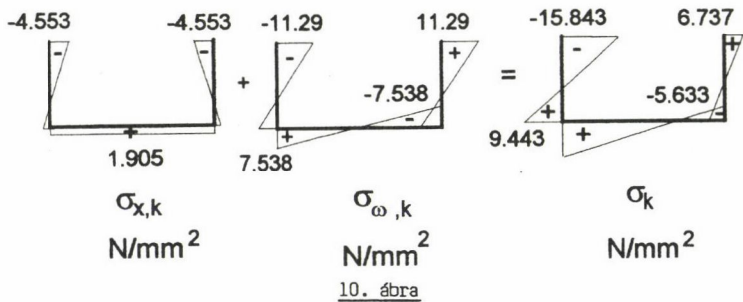
A (14) alapján: $M(\vartheta=0) = 0.4734 \text{ kNm}$.

A (23) alapján: $W(\vartheta=0) = -0.15 \text{ kNm}^2$.

$M_\omega(\vartheta=0) = 0$.

7.3.2.2. A feszültségek ábrázolása

A feszültségeket a 10. ábrán tüntettük fel.



7.4. Megoldás gömbcsuklós megtámasztás esetére

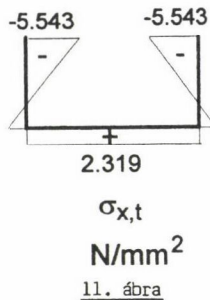
7.4.1. Az igénybevételek

(11) alapján: $M(\vartheta) = 0.5764 \text{ kNm}$,

(12) alapján: $W(\vartheta) = 0$.

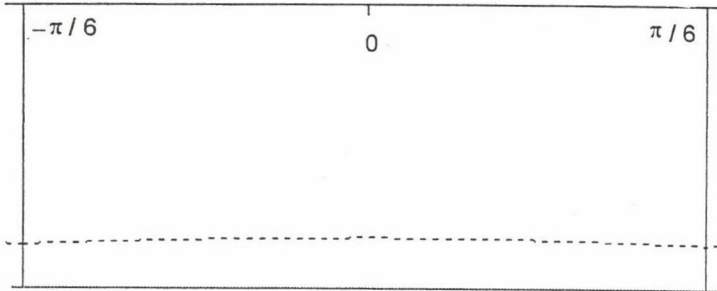
7.4.2. A feszültségek ábrázolása

A feszültségeket a 11. ábrán láthatjuk.

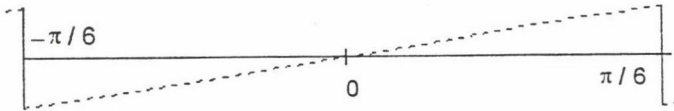


7.5. A kétféle megtámasztás igénybevételeinek összehasonlító ábrája

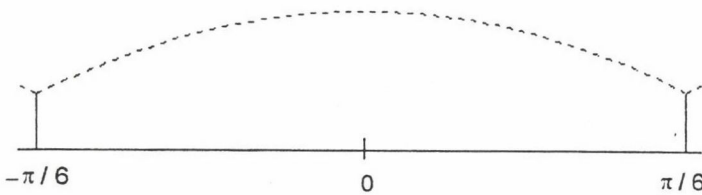
A 12., 13. és a 14. ábra mutatja be a kétféle megtámasztásból keletkező igénybevételeket.



12. ábra



13. ábra



14. ábra

8. ÖSSZEFOGLALÁS

Zárt körív alaprajzú, többtámaszú, egyenletesen megoszló csavarónyomatéki teherrel terhelt, egyenlő nyílásközű tartók igénybevételeit az irodalom nem tárgyalja. A dolgozat azt mutatja be, hogyan alakulnak az igénybevételek, ha a terhelés külpontosan hat a tartó keresztmetszetére gömbcsuklós és villás támaszponti megfogás esetén.

A megoldást két esetre dolgoztuk ki:

- a keresztmetszetnek csak csavarási merevsége van;
- a keresztmetszetnek csak torzulási merevsége van.

Táblázatos formában adtuk meg a támasz feletti keresztmetszetben keletkező igénybevételeket adott merevségi arány és támaszköz esetére. A táblázati értékek felhasználásával, az igénybevételi függvények segítségével bármely pontban megkaphatjuk az igénybevételeket.

A számpéldában hasonlítottuk össze a gömbcsuklós és a villás megtámasztás esetében keletkező igénybevételeket.

IRODALOM

- Dąbrowski, R.:** Gekrümmte dünnwandige Träger. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York, 1968.
- Szerémi L.:** Táblázatok körív alaprajzú tartók számításához. Tervezésfejlesztési és Technikai Építészeti Intézet, Budapest, 1991, IV. negyedév.
- Nagy K.:** Zárt körív alaprajzú többtámaszú tartók igénybevételei megoszló teherre. Budapest, 1996.

A BUDAPESTI EXPO DÉLI KAPUJÁNAK "BELÉPTETŐ" TERE

1. BEVEZETÉS

Az 1996-ra tervezett világkiállítás bejárati kapui statikai szempontból figyelemre méltók lettek volna. A munkálatok leállításakor az ún. Déli kapu beléptető terében tervezett szerkezet statikai számításaival haladtunk legtovább. Az eredményeket érdemesnek véljük az ismertetésre, hiszen az elképzelt konstrukció más terek lefedésére is alkalmas lehet. Ez a műtárgy már méretei miatt is különlegesnek tekinthető. A szerkezet kialakításának megértéséhez az ábrákon túl az építészeti koncepció rövid vázolója is szükséges.

A Déli kapu név két nagyméretű műtárgyat foglalt magába, melyeket a vasúti pálya és a Lágymányosi hídra vezető többsávú út egy alagúttal vág ketté. A Dombóvári út déli oldalára tervezett nagy parkolóból indultak volna a látogatók a kiállítás felé. Minderről így írt a terület építész tervezője, **Z. Halmágyi Judit** /1/:

"A kiállítás kapui jelzésértékűek.

Az embertömegek bevezetésén kívül messziről harsogniuk kell az ide érkezőknek, hogy a városszövedékben hol 'ütnek rést', hol helyezkednek el, és hogy rajtuk keresztül honnan hova lehet eljutni.

A kapuk nem önálló építmények, egymástól távol eső pontokat kötnek össze, határozottan megvezetve az embereket. A 'kommunikációt' mint az EXPO mottóját direkt módon leképezve: oly módon kommunikálnak környezetükkel, hogy a bejáratoknál megjelenő formák-térfalak, támfalak és szerkezetek térben túlvezetve eljutnak a főbb közlekedési tengelyekig, látványosságokig. Így a város több pontja került egymással összeköttetésbe...

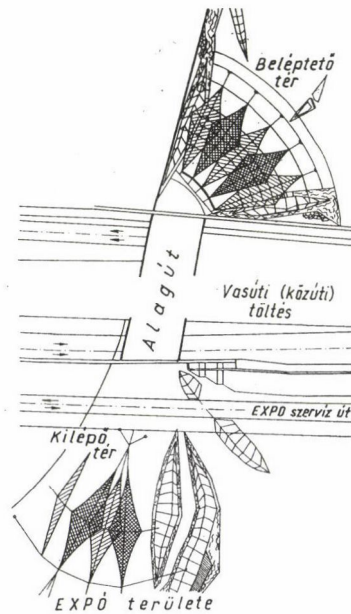
Az a javaslatunk, hogy az EXPO főbejáratai lenyűgöző látványt nyújtsanak. Képviseljék az építészet legmaibbnál is kissé előbbre mutató irányzatát...

E kapuzatok a terület (zömmel szerencsétlen) adottságai folytán hosszabb-rövidebb DROMOSZ-ok, melyeken való végigsétálásnak elő kellene idéznie a hétköznapi létből egy meseszerű speciális világba való átkerülés hangulati váltását.

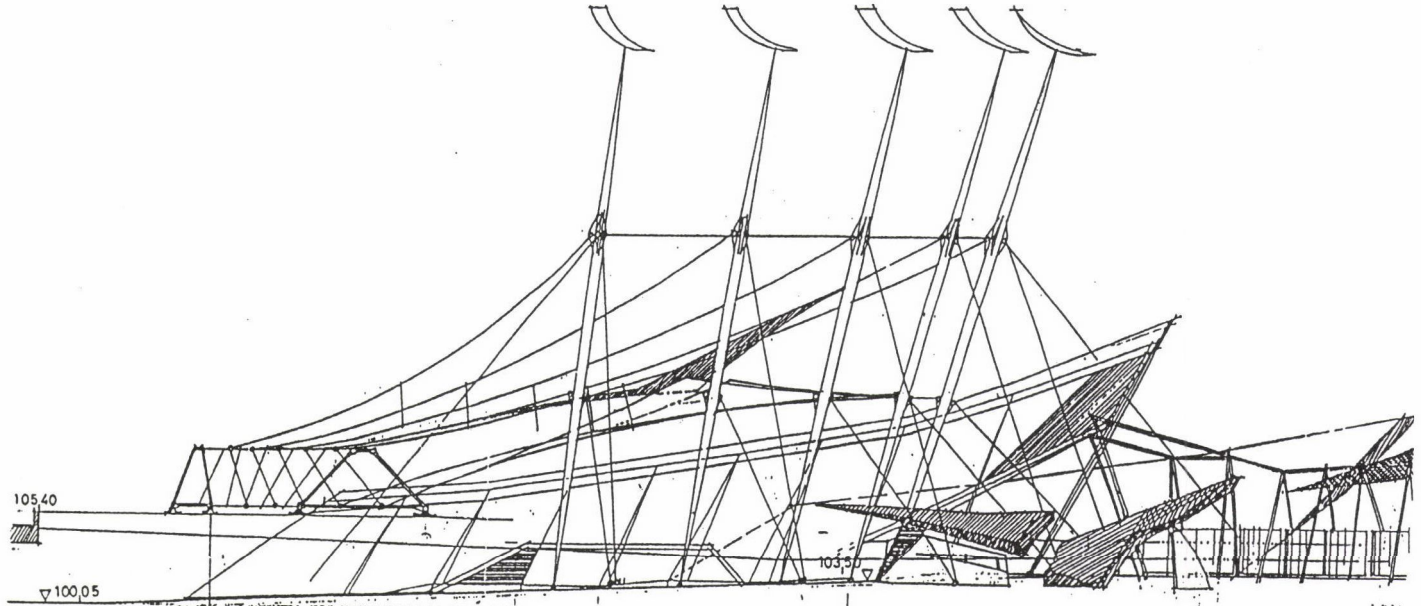
A különböző (sajnos szükséges) szorosok, alagutak e 'dromoszon' való oly időtartamú végighaladást, rövid sorban állást, informálódó nézelődést jelentenek, amely alatt a kívánt metamorfózis végbemeget."

A Déli kapu főleg a kiállítást autóval, taxival vagy különjáratú (turistákat szállító) autóbusszal érkezők bebocsátására szolgál. A vasúti töltéstől délre tervezett nagy parkolóból egy ún. "beléptető" kapu gyűjti (mintegy szívja be) a látogatókat a töltések alatti viszonylag szűk alagútba, amelyből egy másik kapurendszeren (információ, pavilonok stb.) keresztülhaladva tárul fel a kiállítás. A terület tervezett alaprajzát az 1., nézetét a 2. ábra mutatja.

A továbbiakban csak az első beléptető kapuszerkezettel foglalkozunk.



1. ábra



BELEPTETÉSI TÉR

2. ábra

2. A SZERKEZET LEÍRÁSA

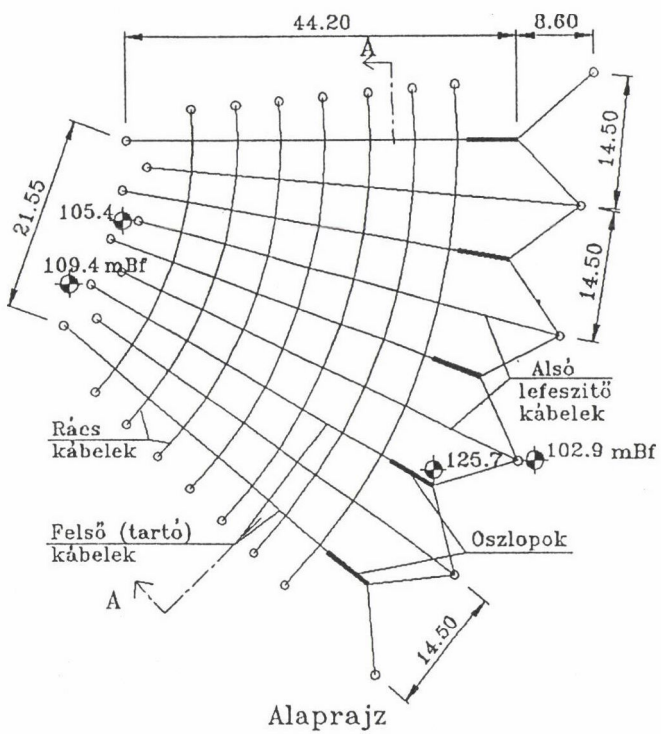
Mint az előbb leírt elképzelésekből látható, a tervezett kapuszerkezetnek elsősorban építészeti jelző funkciója van, a meteorológiai hatások elleni védelem csupán másodlagos szempont. A kapu kanyonszerű falakkal határolt pavilonok (üzletek, információ stb.) közt vezet be a látogatókat az alagútba. A szokatlanul magas, változatos alakú üzleteknek is fontos szerepet szántak az építészek. Ezek oldalát és tetejét különböző színű ponyvák alkották volna, amelyek a vasúti töltést, illetve a környéken levő ipari üzemek területét takarták volna el a látogatók elől.

A kapu alaprajzilag és metszetében egyaránt egy fél tölcser formáját mutatja, amely a bejárat alagúthoz vezet az embereket. Ez a mintegy 40 méter sugarú negyedkör alakú alapterület szolgál a látogatók összegyűjtésére. Ezen terület felett egységes térlefedést kívántak elhelyezni áttetsző (anyagában lyukacsos) ponyvából, aminek elsősorban esztétikai szerepe lett volna és csak másodsorban árnyékoló; az esőtől nem véd. A ponyva végső formájának és szerkezeti részleteinek kialakítása Majoros Gábor Ybl-díjas építész feladata volt.

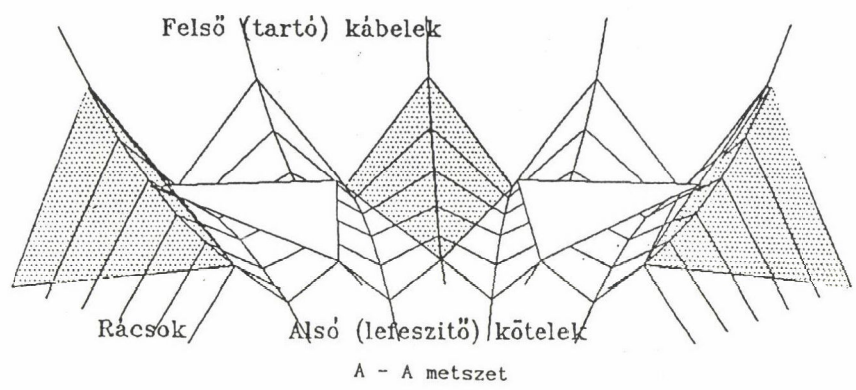
Ekkora méretű ponyva egyetlen elemként nem kezelhető és nem szerelhető, ezenkívül a szélhatásból eredő nagy erők miatt a szilárdsági követelményeknek sem felelne meg. Ezért kettős kötélrendszerű tartószerkezetben és több hasonló alakú kisebb ponyvában állapodtak meg az építészek és a statikusok. A kábelszerkezet számítását ismertetjük a továbbiakban.

A felső (feszítő) kábelek a tulajdonképpeni tartókötelek, az alsóknak csupán rögzítő, lefeszítő szerepük van. A felső kábelek a függőleges síkban alulról nézve domborúak, az alsók homorúak. Alaprajzban a kötelek sugarasan futnak szét a töltés alatti alagút bejáratától. A tartókábelek másik vége kb. 40 méter magas oszlopokra fut fel, a lefeszítők ezek közt középen (kb. 1,5--8 méterrel lejjebb) helyezkednek el. Mintegy 5 méterenként gyűrű irányban fel-le futó "kötélrácscok" kapcsolják össze a tartókábeleket. Mindezt a 3. ábra szemlélteti.

Az egyes ponyvarészek alakja leginkább egy pillangó szárnyához hasonlít, amint ezt az 1. ábrán pontozott részek érzékeltetik. A kábelek közt úgy feszül a ponyva, hogy a két szélső és a középső (világosabb pontozás az 1. ábrán) szimmetriasíkja a tartóköteleken fekszik fel és szélei a lefeszítő kötelekhez kapcsolódnak, a köztük levő két ponyvarész szimmetriasíkja pedig az alsó kábelsoron helyezkedik el és széleit a felső kábel húzza feszesre. Tehát az előbbi alakból három, az utóbbiból kettő készült volna. (Az A-A metszetet a 4. ábra mutatja.)



3. ábra



4. ábra

Az önsúly és a hasznos teher kis értékei mellett csak a szélteher jelentős. Az elképzelések szerint az EXPO kapuk csak márciustól novemberig álltak volna. Az építés és a lebontás azonban biztosan belenyúlt volna a téli időszakba, amikor már a hóteherrel is számolni kell. A nagyobb hó kockázata azonban rövid ideig áll fenn, ezért a szabvány szerinti hótehernek 25%-át vettük számításba. (A DIN utal erre a lehetőségre, amennyiben az esetleges hó letakarítását előírjuk.)

A számításhoz a szélteher nagyságát a szabvány alapján $0,80 \text{ kN/m}^2$ értékben kellett felvenni. Ideiglenes építményről lévén szó, a biztonsági tényező értéke az MSZ szerint lehet 1. Mivel a tervezett ponyváknak csak esztétikai funkciójuk volt és hálós (nem tömör) anyagból tervezték azokat, ezért a gyártó szerint a szélterhet további 2-15%-kal lehet csökkenteni. A dinamikus tényezőt is figyelembe véve $0,86 \text{ kN/m}^2$ szélnyomás intenzitásból indultunk ki. A terhek a ponyvát felkötő, illetve leszorító kábelek csomópontjaiban adódnak át, így ezen pontokban ható koncentrált erőkkel lehetett számolni. Ezek a csomópontok mintegy ötméterenként találhatóak a kábeleken.

3. A SZÁMÍTÁSI MÓDSZER ISMERTETÉSE

Először a szerelési (kiindulási) alakot kell meghatározni. Lévén a teljes modell egyszerre statikailag és kinematikailag határozatlan, ezért nagy elmozdulások várhatók. A számítást a BME Mechanika Tanszékén ilyen feladatokra kifejlesztett ALLAP programmal végeztük, amely harmadrendű elmélet alapján dolgozik [2]. Ez a program a másodrendű hatásokat (azaz a terhek hatására bekövetkező geometria-változását) figyelembe veszi, de a feladat erősen nemlineáris jellege miatt a terheket csak kis lépcsőkben helyezi a szerkezetre. Minden teherlépcsőhöz egy belső iteráció tartozik, amely az elsőrendű elmélet alapján számított csomóponti koordinátákat és kötélterőket teher- és kompatibilitási hibákból számított erőkkel addig módosítja, amíg a pontos egyensúlyi állapot nem alakul ki.

A számítás során kezdetben lineáris anyagmodellt feltételeztünk, amely húzásra és nyomásra azonos módon viselkedik. Természetesen kábelek esetében a valóságban nyomás nem léphet fel. A program mindezt nem tudván lehetséges, hogy negatív kötélterőt (nyomás) szolgáltat. (Első eredményeink közt ezért fordulnak még elő negatív számok.)

A kábel és a ponyva önsúlyát, ami az egyéb terheknél nagyságrendekkel kisebb, a számítás során elhanyagoltuk.

A számításnak két lényeges része volt:

- megfelelő kiindulási alak keresése,
- méretezés a várható terhekre.

3.1. A kiindulási alak meghatározása a szélteher hatásának figyelembevételével

Elsőként az állandó teherből, azaz a kezdeti feszítésből adódó kiindulási állapotot kellett megtalálni. Az építész által kívánt formához tartozó erőrendszert (kötélerőket) nem ismerjük. Tetszőlegesen felvett kiindulási feszítőerők adott alak esetén nyilván nincsenek egyensúlyban. Csak a statikai egyenleteket kielégítő helyzetből kiindulva szabad meghatározni a hasznos terhek által okozott elmozdulásait és feszültségeit a szerkezetnek.

Kiindulási alak kizárólag statikai egyenletek segítségével is meghatározható. Ekkor elegendő ismerni az egyes kötélerők arányát. Mi olyan kezdeti kötélerő intenzitásokat céloztunk meg, amelyek a szél hatására sem lazulnak ki.

A szerkezet vizsgálatakor (közelítő számítás alapján) a következő kezdeti feszítőerőket vettük fel:

- felső (feszítő) kábeleekben: 200 kN,
- alsó (lefedő) kábeleekben: 100 kN,
- összekötésekben (rácsokban): 25 kN.

Kézi számítások alapján kiindulási szelvényeket is választottunk, mert ezekre is szükség volt a gépi számításokhoz.

Hat terhelési esetet vizsgáltunk azzal a céllal, hogy olyan kiindulási alakot találjunk, amelynél egyik kábel sem lazul el a szél hatására.

- A ponyváról a szélnyomás csak a feszítőkábelekre jut. <Ny: 1, 3, 5> (szélsők, illetve a középső ponyva).
- A ponyváról a szélnyomás csak a lefedőkábelekre jut. <Ny: 2, 4> (közbenső két ponyva).
- Teljes szélnyomás. <Ny> (összes ponyva terhelt).
- A ponyváról szélszívás csak a feszítőkábelekre (páratlanok).
- A ponyváról szélszívás csak a lefedőkábelekre (párosak).
- Teljes szélszívás. <Sz> (összesre hat a teher).

Az első kettő, valamint negyedik és ötödik azt a különleges esetet jelenti, amikor a szél nem a teljes szerkezetre, hanem annak csak egy részére

(a páros, ill. páratlan) ponyvákra hat. Ez a szokatlan tehercsoportosítás előfordulhat építés közben, és úgy véltük, hogy a rácsokra mértékadó lehet. A következő táblázat foglalja össze a különféle kábelekből keletkező erők legnagyobb értékeit. Mindig az előfeszítés és a szélteher együttes hatása látható. A legnagyobb értékek mindig akkor adódtak, amikor a szél valamennyi kábelre hatott (a harmadik <Ny>, ill. hatodik <Sz> a fenti felsorolásban). Ezért a további számítások során már csak ezzel a két esettel foglalkoztunk.

Kábeltípus	<Sz>		<Ny>	
	minimum	maximum	minimum	maximum
felső	87,7	555,5	469,3	927,6
alsó	393,9	716,1	13,5	45,9
rács	-7,3	100,1	-21,6	76,6

A fenti eredmények azt sugallták, hogy a felső kábelek kezdeti előfeszítése csökkenthető, hiszen még a legkedvezőtlenebb esetben is jelentős a húzás. Az alsóké lényegében megfelelő, a rácsrudakban viszont növelni kell a kezdeti erőt, hiszen negatív érték (nyomás) kötélben nem lehetséges. Az eredmények alaposabb vizsgálatából azonban kiderült, hogy csak az utolsó rácsköteleken, a peremeknél adódtak a negatív értékek, vagyis a szerkezet nagy része megfelelt. Ezért csak a peremnél levő elemekben növeltük a kezdeti feszítést. (Mindössze három kötélvégpár volt problematikus.) A legkényesebb helyen azonban 400 kN-ra kellett növelni a kiindulási (25 kiloNewtonos) erőt. Ez a látszólag nagy érték bár a számítás szerint jelentős elmozdulásokat okozott, de a szélről távolodva gyorsan lecsökkent.

Ekkor a két mértékadó esetben a következő eredményeket kaptuk:

Kábeltípus	<Sz>		<Ny>	
	minimum	maximum	minimum	maximum
felső	84,9	596,5	508,5	996,6
alsó	358,2	763,0	26,6	59,3
rács	3,1	136,3	6,6	77,5

Amint láthatjuk, a kötélháló rúdjaiban már nem adódtak nyomások. A felső kábelekből levő minimális erő még mindig elég magas, de ezt az ernyedésre és a hőteherre való tekintettel már nem kívántuk csökkenteni. A fenti számításokhoz tartozó terheletlen (de előfeszített) szerkezet egyensúlyi alakját és a bennük keletkező kezdeti feszítőerőket tekintettük olyan kiindulási álla-

potnak, amely a további számítások alapját képezi. Ezen alak csomópontjainak koordinátái természetesen néhány centiméterrel eltérnek attól, amit kiinduláskor felvettünk, de az így meghatározott állapot az egyensúlyi és az anyagegyenleteket is kielégíti.

3.2. Méretezés a várható terhekre

Eddig csak a kezdeti feszítés és a szél hatását vizsgáltuk. A szélnyomás és hóteher együttes hatására a rúdelemek egy kis része már kilazulhat. Ezt azért tartottuk megengedhetőnek, mert a szerkezet ha télen áll is, nem "üzemel", azaz nincs forgalom alatta. Ekkor olyan anyagmodellt vettünk alapul, amely nem vesz fel nyomást. Ez csupán annyiban változtatja meg az algoritmust, hogy az E rugalmassági modulus nem állandó, hanem a feszültség függvénye. Amennyiben a vizsgált elemben nyomás keletkezne, akkor a rugalmassági modulus egy nagyon kis érték. (Ez a numerikus trükk lényegében kiiktatja a rudat.) A "nyomott" kötél így tehermentesül, és a környező részekben az erők úgy változnak meg, hogy az egyensúlyi és a kompatibilitási egyenletek teljesüljenek.

Az egyes tartórészekben keletkező legnagyobb igénybevételek:

Kábeltípus	Erő /kN/	Teherkombinációk
felső	1302,4	szélnyomás + hó
alsó	763,0	szélszívás
rács	136,3	szélszívás

Amint a táblázatból kitűnik, csak a felső tartókötelek esetében jelentett erőnövekedést a szél és a hó együttes hatása, mert az alsó lefeszítő- és rácskötelek (amint várható volt) tehermentesültek.

Figyelembe kell venni továbbá a hőmérséklet-változásból adódó hatást. 20 °C-os építési és szabályozási hőmérsékletet feltételezve +40 °C változást vettünk alapul. Ebből a téli hideg lenne a veszélyesebb, mert hó csak ekkor lehet, valamint a kötelek összehúzódását a peremek meggátolják, így a hőmérséklet csökkenése a kötélerők növekedését eredményezi. Mivel ideiglenes építményről van szó, amelyet tavasszal építenek és télen már elbontanak, ezért a -20 °C hideg hatását nem követtük nyomon.

A nyári meleg a kötelek kilazulásához vezet. Rúdszerkezetek gépi számításánál a hőmérséklet-változásnak mint kinematikai tehernek a figyelembevétel

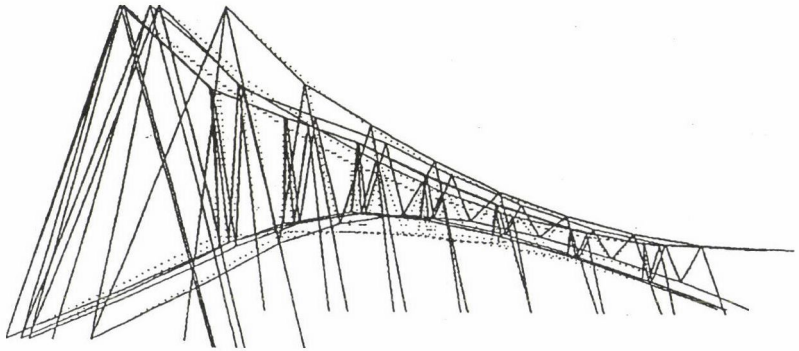
tele nem jelent elvi nehézséget. A felmelegedés a kezdeti feszítőerőben kevesebb, mint 10% csökkenést okozott, ezért ez az eset nem lett mértékadó.

Az előzetes (kézi) számításokhoz képest a kötélterők mintegy 10-50% értékkel megnöttek. Ezért a kezdeti szelvényeket tovább növeltük és ezekkel újra számoltuk a szerkezetet. A nagyobb szelvények merevebb "rudakat" jelentenek (nő az EA). A merevebb szerkezet kevésbé mozog, vagyis általában tovább nőnek az igénybevételek.

Így végeredményben a következő erőket és szelvényeket kaptuk az egyes kábeltípusokra.

Kábeltípus	Erő /kN/	Szelvény
felső	1398,5	16 db $\phi 20$
alsó	844,6	10 db $\phi 20$
rács	179,0	6 db $\phi 12$

Az 5. ábrán pontozott vonallal tüntettük fel az eredeti szerkezetet, folyamatos vonallal a szélszívás hatását. Látható, hogy a tartó középső részén meglehetősen nagy (csaknem kétméteres) elmozdulásokat kaptunk.



A szélszívás hatása

5. ábra

Cikkünk egy érdekes műszaki alkotás kialakítását és statikai számítását ismerteti. Bemutattuk, hogy a harmadrendű elmélet szerinti számításoknak nemcsak elméleti jelentősége van, hanem nagy szerkezetek esetében nélkülözhetetlen. A fenti számítási módszer alkalmazható más — állandó jellegű — kötés és/vagy ponyvaszerkezetek esetében is. Ez az ismertető nem tér ki számos érdekes kérdésre, melyek további kutatásokat igényelnének. Így a feszítő kábeleket alátámasztó nyomott oszlopok alakja (kellően karcsú, mégis stabil) vagy azok alapozási kérdései.

IRODALOM

1. Lakóterv: Tanulmányterv az Expo kapukról (1994).
2. Szabó J. — Kollár L.: Függőtetők számítása. Műszaki Könyvkiadó (1974).

VASBETONSZERKEZETEK IDŐBEN ELHÚZÓDÓ ALAKVÁLTOZÁSA

I. rész: Számítás a Dischinger-modell alapján

A vasbetonszerkezetek méretezésénél a beton lassú alakváltozásának figyelembevétele döntő jelentőségű. A lassú alakváltozásból keletkező lehajlás a rugalmas lehajlás többszöröse lehet, a repedések megjelenését általában a beton zsugorodása okozza, feszített szerkezeteinknél a feszültségvesztés jelentős része a kúszásból származik.

Ebben a cikkben össze kívánjuk foglalni a beton lassú alakváltozásának alapfogalmait, be szeretnénk mutatni a különböző kúszás-elméleteket és a gyakorlatban használt közelítő módszereket.

A cikkben részletesen foglalkozunk a közeljövőben bevezetésre kerülő EUROCODE kúszás modelljével és az EUROCODE-ban javasolt közelítő számításokkal is. A cikk elsődleges célja, hogy a különböző számítási modelleket és módszereket bemutassa és azokat számpéldákon keresztül is összehasonlítsa. A számpéldák azt mutatták, hogy a lassú alakváltozás számítására Trost közelítő módszere sokkal pontosabb eredményeket ad, mint a Dischinger-féle modell.

1. BEVEZETÉS

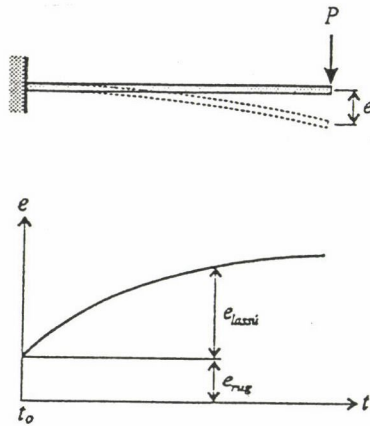
Ha egy vasbeton konzolgerendát t_0 időpontban megterhelünk és mérjük a végpontjának az elmozdulását, azt találjuk, hogy az idő előrehaladtával az eltolódás nő anélkül, hogy a terhet növeltük volna (1. ábra). Ezt a jelenséget lassú vagy időben elhúzódó alakváltozásnak nevezzük.

A lassú (időben lejátszódó) alakváltozáson belül meg szokták különböztetni a kúszást, a relaxációt és a zsugorodást.

Kúszáson a nyúlások növekedését értjük az idő előrehaladtával, állandó feszültség esetén.

Relaxáción (vagy ernyedésen) a feszültség csökkenését értjük az idő előrehaladtával, állandó nyúlás esetén.

*BME Építőmérnöki Kar, Vasbetonszerkezetek Tsz.



1. ábra. A lassú alakváltozás értelmezése

Zsugorodáson az idő előrehaladtával bekövetkező méretcsökkenést értjük, zérus feszültség esetén. (Pontosabban: a lassú alakváltozásoknak ez a része nem függ a feszültségtől.)

A lassú alakváltozás lejátszódása esetén általában sem a feszültség, sem a nyúlás nem állandó, ezért a kúszást a fenti (szűkebb) értelmezés helyett tágabban értelmezzük.

Tágabb értelemben kúszásnak nevezünk a lassú alakváltozásnak a feszültségtől függő részét, amely magában foglalja a szűkebb értelemben definiált kúszást és a relaxációt is. Ezt az értelmezést fogjuk mi is használni.

Így a beton teljes alakváltozása a következőképpen számítható:

$$\varepsilon(t) = \underbrace{\varepsilon_E(t) + \varepsilon_\varphi(t)}_{\varepsilon_\sigma(t)} + \underbrace{\varepsilon_{zs}(t) + \varepsilon_T(t)}_{\varepsilon^0(t)}, \quad (1)$$

ahol $\varepsilon_E(t)$ a beton rugalmas alakváltozása, amely a feszültség megszűnése esetén zérussá válik, $\varepsilon_\varphi(t)$ a beton kúszása, a kettő együtt a feszültségtől függő alakváltozás, $\varepsilon_{zs}(t)$ a beton zsugorodása, $\varepsilon_T(t)$ a beton hőmérséklet hatására bekövetkező deformációja. Ez utóbbi kettő ($\varepsilon^0(t) = \varepsilon_{zs}(t) + \varepsilon_T(t)$) a feszültségtől független deformáció.

Konstans feszültség esetén a kúszás végértéke (amely durván 30 év alatt következik be), a rugalmas deformáció két-, háromszorosa, a zsugorodás pedig 0,2-0,8%.

A továbbiakban csak az ún. lineáris kúszás elméletével foglalkozunk.* Ekkor a nyúlás és a feszültség közti összefüggés az

$$\epsilon_{\sigma}(t) = \sigma J(t, t_0) \quad (2)$$

formában adható meg, ahol $J(t, t_0)$ a kúszási függvény (amely a rugalmas és a lassú alakváltozásokat is tartalmazza), t a vizsgált időpont, t_0 pedig az időben konstans feszültség működésének kezdete. A (2)-vel értelmezett kúszástörvényt azért nevezzük lineárisnak, mert a feszültség növelése esetén a nyúlások a feszültséggel lineárisan változnak.

A továbbiakban, a lineáris kúszás elméletével összhangban, fel fogjuk tételezni, hogy a beton:

1. homogén és izotrop,
2. egytengelyű feszültségállapotban van,
3. lineárisan rugalmasan viselkedik, érvényes rá a Hooke-törvény.

Az általánosítás csorbítása nélkül megtehetjük, hogy a kúszási függvényt két részre bontjuk:

$$J(t, t_0) = \frac{1}{E(t_0)} (1 + \phi(t, t_0)) = \frac{1}{E(t_0)} + \frac{\phi(t, t_0)}{E(t_0)}, \quad (3)$$

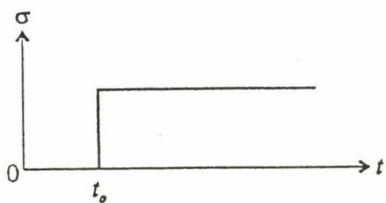
ahol az első tag a rugalmas, a második pedig az időben lejátszódó alakváltozást adja. A (3) egyenletben $E(t_0)$ a beton rugalmassági modulusa a feszültség működésének kezdetekor, $\phi(t, t_0)$ pedig a kúszási tényező, amelyre fennáll, hogy $\phi(t_0, t_0) = 0$. Így a konstans feszültség működtetése esetén az alakváltozás (2. ábra):

$$\epsilon_{\sigma}(t) = \epsilon_E(t_0) + \epsilon_{\phi}(t) = \frac{\sigma}{E(t_0)} + \sigma \frac{\phi(t, t_0)}{E(t_0)} = \epsilon_E(t_0) + \phi(t, t_0) \epsilon_E(t_0). \quad (4)$$

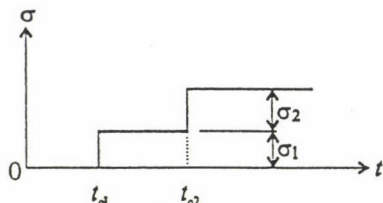
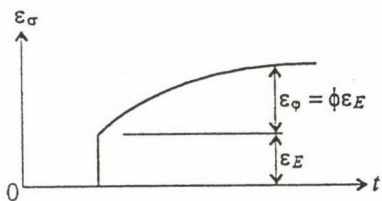
A továbbiakban érvényesnek fogadjuk el a szuperpozíció elvét, amelynek értelmében a különböző időpontokban kezdődő konstans feszültségek hatása összegezhető (3. ábra).

$$\epsilon_{\sigma}(t) = \frac{\sigma_1}{E(t_{01})} (1 + \phi(t, t_{01})) + \frac{\sigma_2}{E(t_{02})} (1 + \phi(t, t_{02})).$$

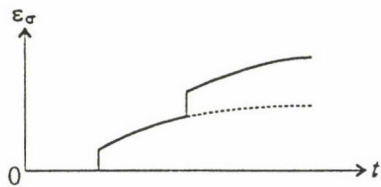
*A lineáris kúszás elmélete elegendően pontos, ha az anyag a törőszilárdságának mintegy a 60%-ára van kihasználva. Ez a feltétel, a használati állapotban, vasbeton szerkezetekre általában fennáll.



2. ábra. A beton alakváltozása konstans feszültség esetén



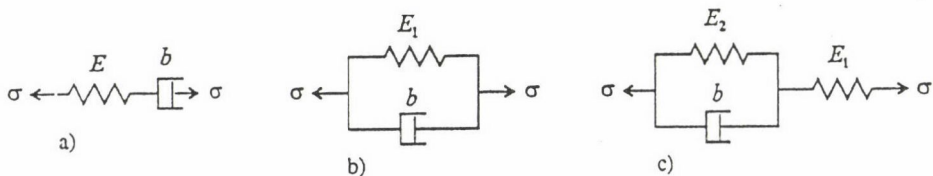
3. ábra. A lineáris kúszás-elméletben érvényes a "szuperpozíció" elve



2. VISZKOELASZTIKUS ANYAGMODELLEK

A Bevezetésben a (2) és (3) egyenletekkel értelmezett anyagmodelleket (lineáris) viszkoelasztikus modelleknek nevezzük /Rzsanyicin 1968, Flügge 1975, Roller 1980, Ijjas 1991, Jankó 1995/.

A gyakorlatban alkalmazott viszkoelasztikus modellek általában a Bevezetésben értelmezett modell aleteinek tekinthetők. Példaként a 4. ábrán a rugó(k)ból és dugattyúból álló Maxwell-folyadék, a Kelvin-test, illetve a háromparaméteres test rajzjelét /Flügge 1975, Ijjas 1991/ ábrázoltuk.



4. ábra. A Maxwell-folyadék (a), a Kelvin-test (b) és a háromparaméteres test (c) rajzjele

A három modell anyagtörvénye az alábbi /Ijjas 1991/:

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{1}{E} \frac{d\sigma}{dt} + \sigma \frac{1}{b} \quad (\text{Maxwell-folyadék}) \quad (5)$$

$$\sigma = E_1 \varepsilon + b \frac{d\varepsilon}{dt} \quad (\text{Kelvin-test}) \quad (6)$$

$$(E_1 + E_2) \sigma + b \sigma = E_1 E_2 \varepsilon + b E_1 \frac{d\varepsilon}{dt} \quad (\text{Háromparaméteres test}) \quad (7)$$

ahol b -vel jelöltük a dugattyú karakterisztikáját.

Mind a három törvény esetén fennáll, hogy a feszültség növelése az alakváltozások arányos növelését okozza, így a megoldás általános alakja konstans feszültségre $\epsilon = \sigma J(t, t_0)$ kell hogy legyen. A megoldás egyszerűen adható például a Maxwell-folyadék esetére. (5) integrálásával (az $\epsilon(t_0) = \frac{\sigma}{E}$ kezdeti feltételt figyelembe véve): $\epsilon = \frac{1}{E}\sigma + \sigma \frac{1}{b}(t - t_0) = \sigma \left(\frac{1}{E} + \frac{t - t_0}{b} \right)$ adódik. ("Folyadékok", vagyis az olyan anyagok, amelyeknek alakváltozása konstans terhelésre nem korlátos, általában nem alkalmazhatók építőanyag gyanánt.) Mind a három kúszáselméletre fennáll a szuperpozíció elve is, vagyis a különböző időpontokban ható feszültségekből keletkező nyúlások összegezzelők.

A modellek akkor is lineárisak, ha a rugók, illetve dugattyúk karakterisztikája az idő függvényében változik. (Így elvileg, elegendően sok rugó és dugattyú felvételével, bármely, a (2) egyenlettel megadott anyagtörvényhez tartozó viszkoelasztikus modell megkapható.)

Vasbetonszerkezetek számításánál kitüntetett szerepet játszik az ún. Dischinger-modell, amely egy olyan "Maxwell-folyadéknak" fogható fel, amelyben a dugattyú karakterisztikája, b , az idővel nemlineárisan változik, és így az idő előrehaladtával a deformációk véges értékhez tartanak.

A Dischinger-modellt, széles körű alkalmazása miatt, a következő fejezetben részletesen vizsgáljuk.

A viszkoelasztikus anyagmodelleket gyakran osztályozzák aszerint is, hogy az anyag "emlékező"-e vagy "nem emlékező", illetve hogy "öregedő" vagy "nem öregedő".

Egy anyagot "emlékezőnek" tekintünk, ha a t_1 időpont után lejátszódó deformációi függenek az anyagban a t_1 időpont előtt fellépő feszültségektől is. Ezek szerint, ha egy anyag "nem emlékező", és a t_1 időpont után a feszültség zérus, az anyag a t_1 időpont után nem deformálódik. Ez akkor és csak akkor áll fenn, ha a kúszási tényező (3. és 4. egyenletek) az alábbi alakban adható meg:

$$\phi(t, t_0) = \phi_1(t) + \phi_2(t_0),$$

ahol ϕ_1 és ϕ_2 tetszőleges egyváltozós függvények.

Egy anyagot "öregedő"-nek tekintünk, ha egy adott terheléstörténet esetén az anyag deformációja függ attól, hogy az anyag milyen korú volt a terhelés kezdetén. A (3) egyenlet alapján az öregedés következtében egyrészt a rugalmassági modulus, másrészt a kúszási tényező változik az idő (t_0) függvényében. Ha egy anyag a rugalmas deformáció szempontjából nem öregszik, akkor $E(t_0) = E_0$, ha pedig a kúszás szempontjából nem öregszik, akkor a kúszási tényező (3) második tagja $\frac{\phi(t, t_0)}{E(t_0)} = f(t - t_0)$ alakú, ahol f egy tetszőleges egyváltozós függvény.

A fentiek szerint az alábbi táblázatban feltüntettük, hogy az eddigiekben értelmezett modellek emlékezők-e, illetve öregedők-e.

Modell	Egyenlet	Öregedő		Emlékező
		Rugalmas rész	Viszkózus rész	
Általános	(3)	i	i	i
Maxwell-folyadék	(5)	n	n	n
Kelvin-test	(6)	-	n	i
Háromparaméteres test	(7)	n	n	i
Dischinger	(8)	n	i	n

(A Maxwell-folyadék, a Kelvin-test és a háromparaméteres test akkor válik "öregedővé", ha a rugó, illetve a dugattyú karakterisztikája változik az idővel.)

3. A KÚSZÁS DISCHINGER-FÉLE MODELLJE

A kúszás számítása nagymértékben egyszerűsödik, ha a Bevezetés három feltételét további kettővel egészítjük ki. Ezek:

4. a beton rugalmassági modulusa nem függ az időtől,
5. a kúszási tényező $\phi(t, t_0) = \varphi(t) - \varphi(t_0)$.

Ekkor (4)-ből:

$$\epsilon_{\sigma} = \frac{\sigma}{E} (1 + \varphi(t) - \varphi(t_0)) \quad (8)$$

adódik, amely mutatja, hogy a Dischinger-modell nem emlékező.

A $\varphi(t)$ függvényre az irodalomban leggyakrabban javasolt képlet

$$\varphi(t) = \varphi_m (1 - e^{-ct}) \quad (9)$$

alakú, ahol c -t és φ_m -et kísérletekből kell meghatározni; φ_m a kúszási tényező végértéke. $\varphi(t)$ lefutását a különböző szabványok tartalmazzák.)

3.1. A kúszás differenciálegyenlete

Ha σ nem konstans, hanem az időben változó folytonos függvény, akkor a szuperpozíció értelmében:

$$\epsilon_{\sigma}(t) = \int_0^t \frac{1}{E} (1 + \varphi(t) - \varphi(t')) d\sigma(t'), \quad (10)$$

ahol t' zérus és t között változik.

Hajtsuk végre a $d\sigma = \frac{d\sigma}{dt} dt'$ helyettesítést, majd az így kapott kifejezést integráljuk parciálisan.

$$\begin{aligned} \varepsilon_{\sigma}(t) &= \frac{1}{E} \left\{ (1+\varphi) \int_0^t \frac{d\sigma}{dt'} dt' - \int_0^t \varphi(t') \frac{d\sigma}{dt'} dt' \right\} = \\ &= \frac{1}{E} \left\{ (1+\varphi) \sigma - \sigma\varphi + \int_0^t \sigma \frac{d\varphi}{dt'} dt' \right\} = \frac{1}{E} \left\{ \sigma + \int_0^t \sigma \frac{d\varphi}{dt'} dt' \right\}. \end{aligned} \quad (11)$$

(A fenti átalakításban kihasználtuk, hogy $\sigma(0) = 0$.) Az integrálást t' helyett φ szerint is végrehajthatjuk, ekkor $\frac{d\varphi}{dt'} dt' = d\varphi$ helyettesítéssel

$$\varepsilon_{\sigma} = \frac{1}{E} \left(\sigma + \int_0^{\varphi} \sigma d\varphi \right) \quad (12)$$

adódik. Ezt φ szerint deriválva az alábbi differenciálegyenletet nyerjük:

$$\frac{d\varepsilon_{\sigma}}{d\varphi} = \frac{1}{E} \left(\sigma + \frac{d\sigma}{d\varphi} \right). \quad (13)$$

(13)-t a (Dischinger-féle) kúszás differenciálegyenletének, (11)-t és (12)-t pedig a kúszás integrálegyenletének nevezzük.

A továbbiakban csak a σ -tól függő ε -t fogjuk vizsgálni, de az egyszerűbb jelölés kedvéért a σ indexet elhagyjuk.

3.2. A kúszás differenciálegyenletének megoldása állandó σ vagy állandó ε esetére /Éliás 1965/

Hasson a $t = t_0$ időponttól kezdődően állandó σ vagy ε a betonra. Ekkor a kúszás differenciálegyenlete egyszerűen megoldható.

Ha σ az időben (és így φ függvényében is) állandó, (12)-ből

$$\varepsilon = \frac{1}{E} (\sigma + \varphi \sigma) = \sigma \frac{1+\varphi}{E} \quad (14)$$

adódik.

Ha ε állandó, akkor (13)-ből

$$\sigma + \frac{d\sigma}{d\varphi} = 0$$

adódik. Ez egy közönséges, elsőrendű, állandó együtthatójú, homogén differenciálegyenlet, amelynek megoldása

$$\sigma = E \epsilon e^{-\varphi(t)} \quad (15)$$

Ha a teher $t = t_0$ időpontban kezd el működni a szerkezetre, és $\varphi_0 = \varphi(t_0)$, akkor (14) és (15) helyett a következőket kapjuk:

$$\epsilon = \sigma \frac{1 + (\varphi - \varphi_0)}{E} \quad (\text{állandó } \sigma),$$

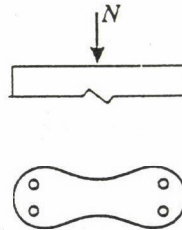
illetve

$$\sigma = E \epsilon e^{-(\varphi - \varphi_0)} \quad (\text{állandó } \epsilon).$$

Vasbetonszerkezetek esetén általában sem σ , sem ϵ nem vehető konstansnak. Állandó külső erők esetén a betonban lévő acél a beton lassú alakváltozása miatt egyre jobban deformálódik, így egyre nagyobb erő ébred benne, amely együtt jár azzal, hogy a beton tehermentesül. Így a kúszás állandóan változó σ mellett jön létre (lásd a 3.3. fejezetet).

3.3. Központosan nyomott vasbeton keresztmetszeti kúszása /Leonhardt 1973/

Tekintsünk egy középpontosan nyomott vasbeton keresztmetszetet (5. ábra). Egyszerűség kedvéért ne vegyük figyelembe se az acél relaxációját, se a beton zsugorodását, csak a beton kúszását.



5. ábra. Központosan nyomott vasbeton keresztmetszet

Így az anyagegyenletek:

$$\sigma_s = E_s \epsilon_s, \quad (16)$$

$$\frac{d\epsilon_b}{d\varphi} = \frac{1}{E_b} \left(\sigma_b + \frac{d\sigma_b}{d\varphi} \right). \quad (17)$$

A kompatibilitási egyenlet az acél és a beton együttműködését fejezi ki:

$$\varepsilon_s = \varepsilon_b. \quad (18)$$

Az egyensúlyi egyenlet:

$$N = A_s \sigma_s + A_b \sigma_b. \quad (19)$$

A fenti egyenletekben az s és b index az acélra és a betonra vonatkozik. (A feszültségeket és az erőt pozitívnak tekintjük, ha húzás, ε pozitív, ha nyúlás.)

A fenti négy egyenletben négy ismeretlen van: σ_s , σ_b , ε_s és ε_b . Ezeket határozzuk meg az alábbiakban.

A (19) egyensúlyi egyenletbe behelyettesítve a (16)-ot és (18)-at, az

$$N = A_s E_s \varepsilon_s + A_b \sigma_b = A_s E_s \varepsilon_b + A_b \sigma_b \quad (20)$$

egyenletet nyerjük. Ezt φ szerint deriválva, mivel N nem függ φ -től,

$$\frac{dN}{d\varphi} = A_s E_s \frac{d\varepsilon_b}{d\varphi} + A_b \frac{d\sigma_b}{d\varphi} = 0 \quad (21)$$

adódik.

Ebbe helyettesítjük be a beton anyagegyenletét (17), majd bevezetve az

$$n = \frac{E_s}{E_b}, \quad v = \frac{nA_s}{A_b + nA_s} = \frac{nA_s}{A_I}, \quad A_I = A_b + nA_s \quad (22)$$

jelöléseket, σ_b -re az alábbi közönséges, elsőrendű, állandó együtthatós differenciálegyenlet adódik:

$$\frac{d\sigma_b}{d\varphi} + v \sigma_b = 0, \quad (23)$$

amelynek megoldása:

$$\sigma_b = c_1 e^{-v\varphi}. \quad (24)$$

A c_1 paraméter a kezdeti feltételből határozható meg, $t = 0$ -ban (vagyis $\varphi = 0$ -nál) meg kell adnunk σ_b -t. A betonban ébredő rugalmas feszültség:

$$\sigma_b(0) = c_1 = \frac{N}{A_I}, \quad (25)$$

így:

$$\sigma_b = \frac{N}{A_I} e^{-v\varphi}. \quad (26)$$

Az acélban ébredő feszültség (19)-ből:

$$\sigma_s = \frac{N - A_b \sigma_b}{A_s} = \frac{N}{A_s} \left(1 - \frac{A_b}{A_l} e^{-\nu \varphi} \right). \quad (27)$$

A nyúlás pedig:

$$\varepsilon_s = \varepsilon_b = \frac{\sigma_s}{E_s} = \frac{N}{A_s E_s} \left(1 - \frac{A_b}{A_l} e^{-\nu \varphi} \right) = \frac{N}{E_b A_l} \left[1 + \frac{A_b}{n A_s} (1 - e^{-\nu \varphi}) \right]. \quad (28)$$

Amint láttuk, még az egyszerű központos nyomás esetén is meglehetősen komplikált a lassú alakváltozás számítása. Emiatt általában valamilyen közelítő módszert alkalmazunk.

3.4. Közelítő módszerek a kúszás számítására

A leggyakrabban alkalmazott közelítő módszer az ún. "helyettesítő rugalmassági modulus" alkalmazza, vagyis E_b -t E_{bt} -vel helyettesíti, ahol az utóbbi a kúszás hatását is tartalmazza. A Bevezetésben láttuk, hogy a lassú alakváltozás okozta ε_φ , konstans feszültség esetén:

$$\varepsilon_\varphi = \varepsilon_E \varphi = \frac{\sigma}{E_b} \varphi.$$

Az ε_φ számításához tekintsük σ -t konstansnak és egyenlőnek a betonban a kúszás lejátszódása után kialakuló feszültséggel. Ekkor a teljes nyúlás:

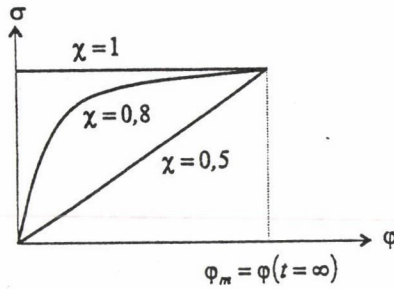
$$\varepsilon = \varepsilon_E + \varepsilon_\varphi = \frac{\sigma}{E_b} + \frac{\sigma}{E_b} \varphi = \frac{\sigma}{E_b} (1 + \varphi) = \frac{\sigma}{E_{bt}}. \quad (29)$$

A helyettesítő rugalmassági modulus

$$E_{bt} = \frac{E_b}{1 + \varphi} \quad (30)$$

alkalmazása a számításokat igen egyszerűvé teszi. A kúszás lejátszódása során a feszültségek csökkennek. Ez a közelítés a kúszást a betonra ható feszültség legkisebb értékével számítja, így a lassú alakváltozást a valóságosnál kisebbnek mutatja. Ezt javítandó Fritz öszvértartókra /Leonhardt 1973/, illetve Trost vasbetontartókra /Bazant 1989, Jankó 1982/ numerikus számítások alapján a következő módosítást javasolta:

$$E_{bt} = \frac{E_b}{1 + \chi \varphi}, \quad (31)$$



6. ábra. χ értéke monoton növekvő feszültség esetén

ahol χ (az öregedési tényező) a keresztmetszet adataitól és σ változásától függ. A (14)-es egyenlet mutatja, hogy konstans σ esetén χ -ra 1-et kell felvenni. ϕ -vel lineárisan változó σ esetén pedig $\chi = 1/2$ (lásd a 6. ábrát). Ha a σ változása monoton növekvő, alulról konvex görbe, akkor $0,5 \leq \chi < 1$; a 6. ábrán a $\chi = 0,8$ -hoz tartozó görbét tüntettük fel. (A gyakorlati esetekben a σ általában nem növekszik, hanem egy konstans értékről indul és az idővel monoton csökken. Ezt az esetet a Trost-féle közelítés kapcsán fogjuk vizsgálni.)

Egy másik közelítés, amelyet "kezdeti deformáció alapján számított" kúszásnak nevezünk, a terhelés működtetésének kezdetén kialakuló σ alapján határozza meg ϵ_ϕ -t.

Így a számításban először meghatározzuk a lassú alakváltozás figyelembevétele nélkül ϵ_E -t, majd ebből ϵ_ϕ -t:

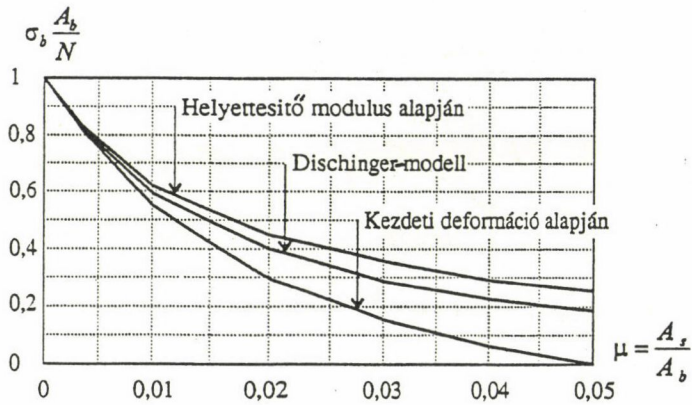
$$\epsilon_\phi = \phi \epsilon_E. \quad (32)$$

Ez a számítás a lassú alakváltozást a valóságosnál nagyobbak mutatja.

A két fajta közelítés általában meglehetősen eltérő eredményeket ad, csak akkor esnek közel egymáshoz, ha ϕ kicsi. Ezt az 1. Mintapéldában fogjuk megvizsgálni.

1. Mintapélda. Központosan nyomott keresztmetszet kúszása

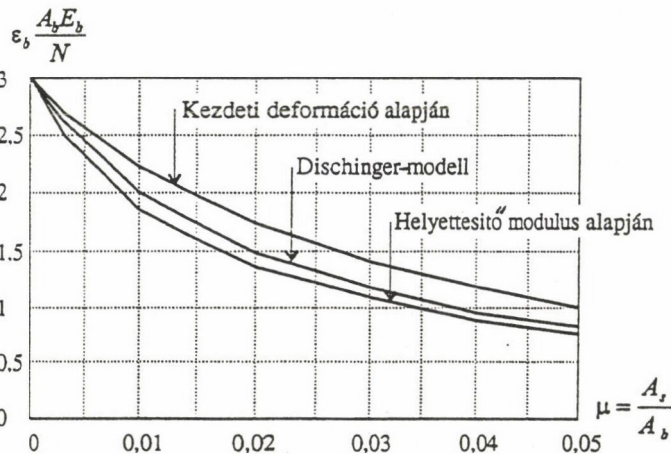
Határozzuk meg egy központosan nyomott vasbeton keresztmetszet deformációját és a betonban ébredő feszültséget a Dischinger-modell és a közelítő számítások alapján. Az acél és a beton rugalmassági modulusának hányadosa $n = 20$.



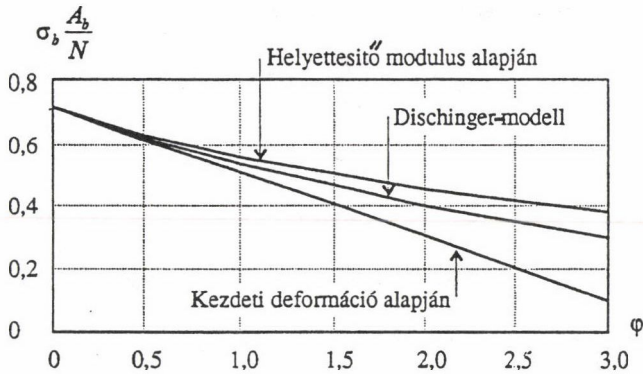
7. ábra. 1. Mintapélda. Központosan nyomott vasbeton hasáb feszültsége a vashányad függvényében. A kúszási tényező: $\varphi = 2$

- a) A kúszási tényező végértéke $\varphi = 2$, a vashányad $\mu = \frac{A_s}{A_b}$, 0,3 és 5% között változik.
- b) A vashányad $\mu = 2\%$, a kúszási tényező végértéke, φ , 0 és 3 között változik.

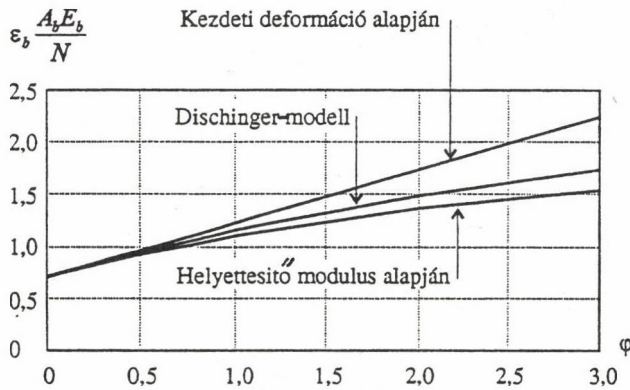
A példa részletszámításai a cikk függelékében megtalálhatók, itt csak a vég-eredményeket közöljük. A betonfeszültségeket és -nyúlásokat meghatároztuk a vashányad, illetve a kúszási tényező végértékének függvényében. Az eredményeket a 7., 8., ill. 9., 10. ábrák tartalmazzák.



8. ábra. 1. Mintapélda. Központosan nyomott vasbeton hasáb deformációja a vashányad függvényében. A kúszási tényező: $\varphi = 2$



9. ábra. 1. Mintapéllda. Központosan nyomott vasbeton hasáb feszültsége a kúszási tényező függvényében. A vashányad: $\mu = 0,02$



10. ábra. 1. Mintapéllda. Központosan nyomott vasbeton hasáb deformációja a kúszási tényező függvényében. A vashányad: $\mu = 0,02$

2. Mintapéllda. Üsszenyomott betonhasábbbban ébredő feszültség (ernyedés)

Nyomjunk össze egy betonhasábot, alakváltozását jelöljük ϵ_D -vel. Határozzuk meg a betonban keletkező feszültséget a φ függvényében a Dischinger-modell, illetve a két közelítő módszer alapján.

Megoldás:

A számszerű helyettesítést $\varphi = 2$ -re végezzük el.

Feszültség a Dischinger-modell alapján (15):

$$\sigma_b^D = \epsilon_b E_b e^{-\varphi} = \epsilon_b E_b e^{-2} = 0,1353 \epsilon_b E_b,$$

a helyettesítő rugalmassági modulus alapján:

$$\sigma_b^H = \varepsilon_b \frac{E_b}{1+\varphi} = 0,3333\varepsilon_b E_b.$$

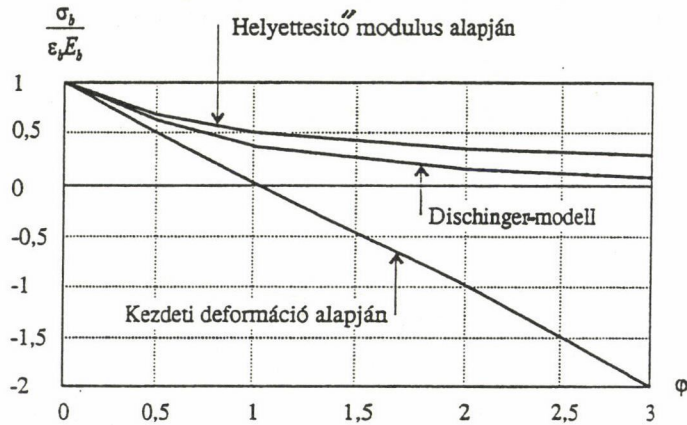
A kezdeti deformáció alapján számítva:

$$\varepsilon_\varphi = \varphi \varepsilon_b,$$

így:

$$\sigma_b^K = E_b (\varepsilon_b - \varepsilon_\varphi) = \varepsilon_b E_b (1-\varphi) = -\varepsilon_b E_b \varphi.$$

A számított eredményeket a 11. ábrán tüntettük fel:



11. ábra. Összenyomott vasbeton hasáb ernyedése a kúszási tényező függvényében

3.5. Növekményi módszer a kúszás számítására

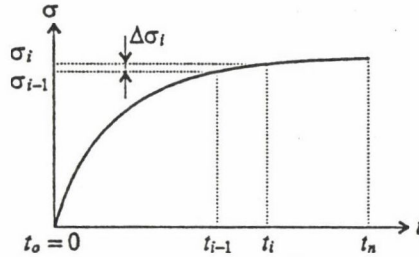
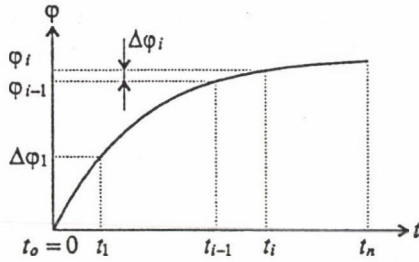
Kezdetiérték-feladatok megoldására gyakran alkalmazzák az ún. Runge—Kutta módszereket, amelyek legegyszerűbb változata az elsőrendű Runge—Kutta, más néven Euler-módszer /Szidarovszki 1974/.

A módszer alap gondolata az, hogy a differenciálegyenletben szereplő differenciálhányadosokat differenciahányadosokkal helyettesítjük. A kúszás differenciálegyenletének (13) differenciahányadosokkal felírt alakja:

$$\frac{\Delta \varepsilon}{\Delta \varphi} = \frac{1}{E} \left(\sigma + \frac{\Delta \sigma}{\Delta \varphi} \right), \quad (33)$$

átrendezve:

$$\Delta \sigma = E \left(\Delta \varepsilon - \frac{\sigma}{E} \Delta \varphi \right). \quad (34)$$



12. ábra. A növekményi módszer
i-edik lépcsője

Ezekben a kifejezésekben $\Delta\sigma$, $\Delta\varepsilon$, $\Delta\varphi$ a σ , ε , illetve φ növekménye, amely az egyes lépcsőkben különböző lehet.

Az $(i-1)$ -edik lépcsőben meghatározott σ_{i-1} , ε_{i-1} , φ_{i-1} -ből számíthatjuk az i -edik lépcső jellemzőit (12. ábra):

$$\sigma_i = \sigma_{i-1} + \Delta\sigma_i$$

$$\varepsilon_i = \varepsilon_{i-1} + \Delta\varepsilon_i \quad (35)$$

$$\varphi_i = \varphi_{i-1} + \Delta\varphi_i$$

A (34) egyenlet közvetlen (lineáris) összefüggést ad $\Delta\sigma_i$ és $\Delta\varepsilon_i$ között, ha a lassú alakváltozást tartalmazó utolsó tagot az $(i-1)$ lépésben meghatározott σ_{i-1} alapján számítjuk. Így a növekményi módszer alapegyenlete:

$$\Delta\sigma_i = E \left(\Delta\varepsilon_i - \frac{\sigma_{i-1}}{E} \Delta\varphi_i \right), \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (36)$$

*Megjegyezzük, hogy a kúszásnak a "kezdeti deformáció alapján számított" értéke úgy fogható fel, mint az egyetlen lépcsőben végrehajtott növekményi módszer eredménye.

A (36) egyenletben σ_{i-1} az utolsó teherlépcső alsó értékét jelenti (12. ábra). Tekintheszük az egyenletet úgy is, hogy az utolsó teherlépcső felső értékét, σ_i -t behelyettesítjük a fenti egyenletbe, ekkor

$$\Delta\sigma_i = E \left(\Delta\varepsilon_i - \frac{\sigma_i}{E} \Delta\varphi_i \right)$$

adódik.

Figyelembe véve (35) első egyenletét, átrendezés után

$$\Delta\sigma_i = \frac{E}{1 + \Delta\varphi_i} \left(\Delta\varepsilon_i - \frac{\sigma_{i-1}}{E} \Delta\varphi_i \right) \quad (37)$$

adódik. A "legjobb" közelítés a (36) és (37) egyenletekkel meghatározott összefüggések közt fekszik, vagyis

$$\Delta\sigma_i = \frac{E}{1 + \chi \Delta\varphi_i} \left(\Delta\varepsilon_i - \frac{\sigma_{i-1}}{E} \Delta\varphi_i \right), \quad (38)$$

amely $\chi = 0$ esetén (36)-tal, $\chi = 1$ esetén pedig (37)-tel egyezik meg.

3. Mintapélda. Növekményi módszer állandó alakváltozású beton feszültségének számítására (ernyedés)

Határozzuk meg a 2. Mintapélda beton keresztmetszetében a feszültséget a növekményi módszer segítségével.

Megoldás:

Osszuk a φ -t n egyenlő részre, így $\Delta\varphi_i = \Delta\varphi = \frac{\varphi}{n}$. Mivel az ε állandó, ezért $\Delta\varepsilon_i = 0$, így (36) egyszerűsödik:

$$\Delta\sigma_i = -\sigma_{i-1} \Delta\varphi, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

A $t = 0$ ($\varphi = 0$) időpontban: $\sigma = \sigma_0 = E_b \varepsilon$. Így a lépések:

$i = 1$:

$$\Delta\sigma_1 = -\sigma_0 \Delta\varphi,$$

$i = 2$:

$$\sigma_1 = \sigma_0 + \Delta\sigma_1 = \sigma_0 (1 - \Delta\varphi).$$

$$\Delta\sigma_2 = -\sigma_1 \Delta\varphi,$$

\vdots

$i = n$:

$$\sigma_2 = \sigma_1 + \Delta\sigma_2 = \sigma_1 (1 - \Delta\varphi) = \sigma_0 (1 - \Delta\varphi)^2.$$

$$\Delta\sigma_2 = -\sigma_{n-1} \Delta\varphi.$$

$$\sigma_n = \sigma_{n-1} + \Delta\sigma_n = \sigma_{n-1} (1 - \Delta\varphi) = \sigma_0 (1 - \Delta\varphi)^n.$$

Vagyis a végső állapotban a feszültség:

$$\sigma = \sigma_0 (1 - \Delta\varphi)^n = \varepsilon E_b \left(1 - \frac{\varphi}{n}\right)^n.$$

Ez a képlet $n = 1$ esetén egyezik σ^K -vel (a 2. Mintapéldában), $n \rightarrow \infty$ esetén pedig σ^D -vel:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \varepsilon E_b \left(1 - \frac{\varphi}{n}\right)^n = \varepsilon E_b e^{-\varphi}.$$

3.6. Feszített keresztmetszet lassú alakváltozása

A lassú alakváltozás a feszített tartók esetében igen fontos, mivel a beton kúszása és az acél relaxációja csökkenti a feszítési feszültséget, amely a repesztőnyomaték jelentős csökkenését vonhatja maga után. A lassú alakváltozás számítására bemutatott (pontos és közelítő) módszerek közvetlenül alkalmazhatók feszített tartókra is. Ezt mutatjuk be a központosan nyomott rúd példáján, amelyet feszítés alkalmazása nélkül a 3.3. fejezetben tárgyaltunk.

Központosan nyomott feszített keresztmetszet kúszása a Dischinger-modell alapján

Tekintsük tehát az 5. ábrán vázolt szimmetrikus vasalású vasbeton keresztmetszetet, amelyben az acélokat ε_f nyújtással megfeszítjük. Terhelje a keresztmetszetet N normálerő. Az anyagegyenletek és az egyensúlyi egyenlet egyezik (16), (17) és (19)-cel, a kompatibilitási egyenlet pedig

$$\varepsilon_s - \varepsilon_f = \varepsilon_b. \quad (39)$$

*Ha a (36) egyenlet helyett a (38)-at alkalmazzuk, végeredményül a $\sigma = \sigma_0 \left(1 - \frac{\varphi}{n \left(1 + \chi \frac{\varphi}{n}\right)}\right)^n$ összefüggést nyerjük. Ez $n = \infty$ esetén természetesen egyezik a fenti kifejezéssel, de annál sokkal gyorsabban konvergál. Ha pl. $\varphi = 2$, $e^{-\varphi} = 0,1326$. $n = 10$ esetén $\left(1 - \frac{\varphi}{n}\right)^n = 0,1074$ -et, a javított kifejezés viszont, $\chi = 0,5$ -tel, $\left(1 - \frac{\varphi}{n \left(1 + 0,5 \frac{\varphi}{n}\right)}\right)^n = 0,1344$ -et szolgáltat.

A vetületi egyenletből

$$N = A_s E_s (\varepsilon_b + \varepsilon_f) + A_b \sigma_b, \quad (40)$$

amelynek φ szerinti deriváltja (21)-gyel egyezik. Így visszkapjuk a (23) differenciálegyenletet, amelynek általános megoldása (24):

$$\sigma_b = c_1 e^{-\nu\varphi},$$

ahol ν -t (22) definiálta. c_1 -et a kezdeti feltételekből határozhatjuk meg.

A $t = 0$ időpontban:

$$\varphi = 0, \text{ így } \varepsilon_b = \sigma_b / E_b.$$

Ezt (40)-be behelyettesítve, a σ_b -t ki tudjuk fejezni:

$$\sigma_b(0) = c_1 = \frac{N}{A_s n + A_b} - \nu E_b \varepsilon_f = \frac{N}{A_s} - \nu E_b \varepsilon_f, \quad (41)$$

ahol A_s -t (22)-vel értelmezzük. Így:

$$\sigma_b = \left(\frac{N}{A_s} - \nu E_b \varepsilon_f \right) e^{-\nu\varphi}.$$

Az acélban ébredő feszültség az egyensúlyi egyenletből:

$$\sigma_s = \frac{N - A_b \sigma_b}{A_s} = \left(\frac{N}{A_s} n - \varepsilon_f \nu E_s \right) \left[1 + \frac{1}{n\nu} (1 - e^{-\nu\varphi}) \right] + \varepsilon_f E_s.$$

Az acél megnyúlása:

$$\varepsilon_s = \frac{\sigma_s}{E_s} = \left(\frac{N}{A_s E_b} - \nu \varepsilon_f \right) \left[1 + \frac{1}{n\mu} (1 - e^{-\nu\varphi}) \right] + \varepsilon_f, \quad (42)$$

a betoné pedig (39)-ből számítható.

A feszítési nyúlásvesztés a $\varphi = 0$ -nál és φ -nél létrejövő ε_s különbsége

$$\Delta\varepsilon_s = \varepsilon_s(0) - \varepsilon_s(\varphi) = \left(\nu \varepsilon_f - \frac{N}{A_s E_b} \right) \frac{1}{n\mu} (1 - e^{-\nu\varphi}). \quad (43)$$

Vizsgáljuk a továbbiakban a központosan nyomott feszített keresztmetszetet a 3.4. fejezetben bemutatott két közelítő módszerrel.

Központosan nyomott feszített keresztmetszet kúszása helyettesítő rugalmassági moduluson alapuló számítással

Az acélban ébredő nyúlás a kúszás figyelembevétele nélkül (42):

$$\varepsilon_s(0) = \frac{N}{A_s E_b} + (1 - \nu) \varepsilon_f = \frac{N}{A_b + n A_s} - \frac{n A_s}{A_b + n A_s} \varepsilon_f + \varepsilon_f. \quad (44)$$

A kúszás bekövetkezése utáni nyúlást úgy kapjuk, hogy ebben az egyenletbe E_b (illetve n) helyébe $\frac{E_b}{1 + \varphi}$ -t (illetve $m(1 + \varphi)$ -t) helyettesítünk.

$$\varepsilon_s(\varphi) = \frac{N}{A_b + n(1 + \varphi) A_s} - \frac{n(1 + \varphi) A_s}{A_b + n(1 + \varphi) A_s} \varepsilon_f + \varepsilon_f. \quad (45)$$

A feszítési nyúlás veszteség:

$$\Delta \varepsilon_s = \varepsilon_s(0) - \varepsilon_s(\varphi), \quad (46)$$

ahol $\varepsilon_s(0)$ -t és $\varepsilon_s(\varphi)$ -t (44) és (45) értelmezi.

Központosan nyomott feszített keresztmetszet lassú alakváltozása a "kezdeti deformáció alapján" számított kúszás figyelembevételével

Vizsgáljuk ismét a központosan nyomott keresztmetszetet, de vegyük figyelembe a beton zsugorodását (ε_{zs}) és az acél relaxációját is (ε_r). (A fajlagos hosszváltozást pozitívnak tekintjük, ha nyúlás. Így ε_{zs} várhatóan negatív, ε_r pedig pozitív.)

A betonban keletkező feszültség és nyúlás a lassú alakváltozás figyelembevétele nélkül (41):

$$\sigma_b(0) = \frac{N}{A_s} - \nu E_b \varepsilon_f, \quad \varepsilon_b(0) = \frac{\sigma_b(0)}{E_b}, \quad (47)$$

így a beton kúszási alakváltozása:

$$\varepsilon_\varphi = \varphi \varepsilon_b(0). \quad (48)$$

A kompatibilitási és anyagegyenletek zsugorodást, relaxációt, és kúszást és relaxációt figyelembe véve:-

$$\varepsilon_s - \varepsilon_f = \varepsilon_b, \quad (49)$$

$$\sigma_s = E_s (\varepsilon_s - \varepsilon_r), \quad (50)$$

$$\sigma_b = E_b (\varepsilon_b - \varepsilon_\varphi - \varepsilon_{zs}). \quad (51)$$

Helyettesítsük ezeket az egyensúlyi egyenletbe:

$$N = A_s \sigma_s + A_b \sigma_b = A_s E_s (\varepsilon_s - \varepsilon_r) + A_b E_b [(\varepsilon_s - \varepsilon_r) - \varepsilon_\varphi - \varepsilon_{zs}].$$

Ebből ε_s kifejezhető:

$$\varepsilon_s = \frac{N}{A_s E_s} + \frac{n A_s}{A_s E_s} \varepsilon_r + \frac{A_b}{A_s} (\varepsilon_r + \varepsilon_\varphi + \varepsilon_{zs}). \quad (52)$$

A $t = 0$ időpontban a relaxációból, a kúszásból és a zsugorodásból származó alakváltozás is zérus:

$$\varepsilon_s(0) = \frac{N}{A_s E_s} + \frac{A_b}{A_s} \varepsilon_r. \quad (53)$$

A feszítési nyúlás csökkenése:

$$\Delta \varepsilon_s = \varepsilon_s(0) - \varepsilon_s = - \frac{n A_s \varepsilon_r + A_b (\varepsilon_\varphi + \varepsilon_{zs})}{A_s} = - \frac{n A_s \varepsilon_r + A_b (\varphi \varepsilon_b(0) + \varepsilon_{zs})}{A_s}. \quad (54)$$

Ebből a feszítési feszültség csökkenése:

$$\begin{aligned} \Delta \sigma_s &= E_s \varepsilon_s(0) - E_s (\varepsilon_s - \varepsilon_r) = - \frac{n A_s E_s \varepsilon_r + A_b E_s (\varphi) \frac{\sigma_b(0)}{E_b} + \varepsilon_{zs}}{A_s} + \frac{E_s (A_b + n A_s) \varepsilon_r}{A_s} = \\ &= - \frac{-E_s A_b \varepsilon_r + A_b n \varphi \sigma_b(0) + A_b E_s \varepsilon_{zs}}{A_s} = \frac{\sigma_r - n \varphi \sigma_b(0) - E_s \varepsilon_{zs}}{1 + n \frac{A_s}{A_b}}, \end{aligned} \quad (55)$$

ahol $\sigma_r = E_s \varepsilon_r$ az acél relaxációjából keletkező feszültség, $\sigma_b(0)$ a betonban keletkező feszültség a $t = 0$ időpontban (a feszítésből nyomás, így negatív), ε_{zs} pedig a beton zsugorodási deformációja, ez is negatív.

4. Mintapélda. Központosan feszített rúd kúszási feszültségvesztesége

Határozzuk meg egy központosan feszített terheletlen rúd kúszásából származó feszítési feszültségveszteségeit a Dischinger- és a két közelítő módszer alapján. A beton és az acél rugalmassági modulusának hányadosa: $n = 20$.

- A kúszási tényező végértéke $\varphi = 2$, a vashányad, $\mu = \frac{A_s}{A_b}$ 0,3 és 5% között változik.
- A vashányad $\mu = 2\%$, a kúszási tényező, φ 0 és 3 között változik.

Megoldás:

A feszítési feszültségvesztés a

$$\Delta = \frac{\Delta\sigma_f}{\sigma_f} = \frac{\Delta\varepsilon_f}{\varepsilon_f(0)}$$

képletből számítható, ahol $\Delta\varepsilon_s$ a Dischinger-modell esetén (43)-ból, a két közelítő modell esetén (46)-ból és (54)-ből számítható. A képletekbe $N = 0$ -t, illetve (54)-be $\varepsilon_{zs} = \varepsilon_r = 0$ -t kell helyettesíteni.

A számszerű behelyettesítést $\varphi = 2$ és $\mu = 0,02$ -re végezzük el, a többi eredményt diagramokban közöljük. A (43) egyenlet alapján $\varepsilon_s(0) = \frac{N}{A_I E_b} + \varepsilon_f(1-\nu) = \varepsilon_f(1-\nu) = 0,714 \varepsilon_f$.

A Dischinger-modell esetén $\nu = 0,286$ (lásd az 1. Mintapéldát a Függelékben):

$$\Delta^D = \frac{\Delta\varepsilon_f}{\varepsilon_f(0)} = \frac{\nu}{(1-\nu)n\mu} (1 - e^{-\nu\varphi}) = \frac{0,286}{0,714 \cdot 20 \cdot 0,02} (1 - e^{-0,286 \cdot 2}) = 0,436.$$

A helyettesítő rugalmassági modulus alapján számítva (46):

$$\begin{aligned} \Delta^H &= \frac{\Delta\varepsilon_f}{\varepsilon_f(0)} = \left(-\frac{nA_f}{A_b + nA_f} + \frac{n(1+\varphi)A_f}{A_b + n(1+\varphi)A_f} \right) \frac{1}{1-\nu} = \\ &= \left(-\frac{n\mu}{1+n\mu} + \frac{n\mu(1+\varphi)}{1+n\mu(1+\varphi)} \right) \frac{1}{1-\nu} = \left(-\frac{0,4}{1+0,4} + \frac{0,4 \cdot (1+2)}{1+0,4 \cdot (1+2)} \right) \frac{1}{0,714} = 0,363. \end{aligned}$$

A kezdeti deformáció alapján számítva a kúszást, (47) és (48)-ból ($N = 0$):

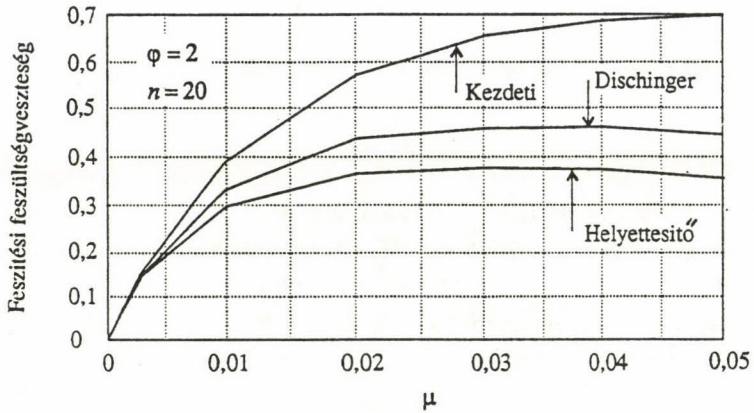
$$\varepsilon_b(0) = -\varepsilon_f \nu = -0,286\varepsilon_f,$$

A végső deformáció (52) alapján:

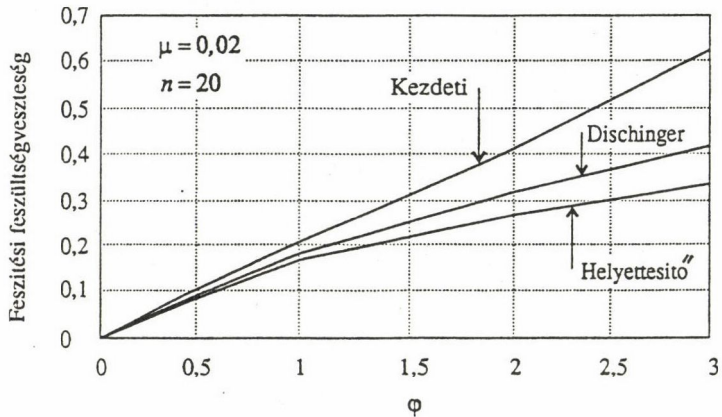
$$\varepsilon_s = \frac{A_b}{A_f} (\varepsilon_f + \varepsilon_\varphi) = \frac{1}{1+n\mu} (\varepsilon_f + \varepsilon_f) = 0,714(1-0,572)\varepsilon_f = 0,306\varepsilon_f,$$

$$\Delta^K = \frac{\Delta\varepsilon_f}{\varepsilon_f(0)} = \frac{0,714 - 0,306}{0,714} = 0,571.$$

A feszítési feszültségvesztés függését a vashányadtól és φ -tól a 13., illetve a 14. ábrákon adtuk meg.



13. ábra. 4. Mintapéllda. Feszítési feszültségvesztés a vashányad függvényében. A kúszási tényező: $\varphi = 2$

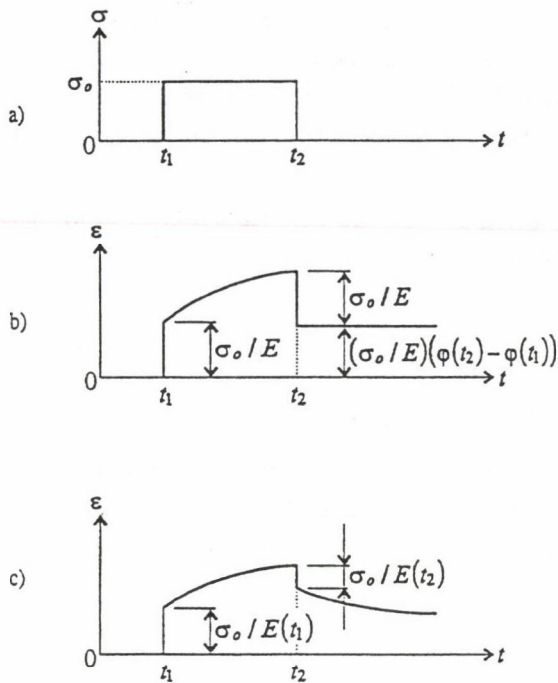


14. ábra. 4. Mintapéllda. Feszítési feszültségvesztés a kúszási tényező függvényében. A vashányad: $\mu = 0,02$

3.7. A Dischinger-modell kritikája

A Dischinger-modell igen egyszerű, de éppen egyszerűsége folytán, nem mindenben követi a beton viselkedését /Éliás 1965/. Így például:

- i) A beton az idő előrehaladtával merevedik, rugalmassági modulusa nő. A Dischinger-modell ezt nem mutatja.
- ii) Ha egy öreg betont megterhelünk, akkor a $\varphi(t, t_0) = \varphi(t) - \varphi(t_0)$ kúszási tényező nagyon kicsi, lassú alakváltozást ad, ami nem egyezik a valósággal.



15. ábra. A beton viselkedése konstans, véges ideig működő feszültség esetén a Dischinger-modell szerint (b) és a valóságban (c)

iii) Ha a betonról minden feszültséget eltávolítunk, a Dischinger-modell szerint nincs további (időben lejátszódó) alakváltozás. A valóságban viszont van, a beton "emlékezik".

A 15. ábrán lerajzoltunk egy konstans feszültséggel véges ideig terhelt betonelem deformációját a Dischinger-modell szerint, illetve a valóságban.

A fentiek miatt, igényes számításokban, a Dischinger-modell helyett pontosabb modelleket alkalmaznak, mégpedig azt, amit a Bevezetésben ismertettünk.

KÖVETKEZTETÉSEK

Az eddigiekben részletesen elemeztük a vasbeton keresztmetszetek lassú alakváltozásának Dischinger-féle modelljét és két közelítő számítást. A "helyettesítő rugalmassági modulust" alkalmazó módszert, amelyet gyakran alkalmazunk feszítetlen vasbeton szerkezetek méretezésére, illetve a "kezdeti deformáció alapján számított" kúszást, amit sokszor használnak feszített szerkezetek számítására. Azt találtuk, hogy külső erővel terhelt vasbeton szer-

kezetek esetén, ha a vashányad kisebb, mint 1-1,5%, mind a két közelítés viszonylag pontos eredményt szolgáltat.

Igényesebb számításokra a növekményi módszert javasoljuk, amelyben egyszerű figyelembe venni az EUROCODE-ban javasolt pontosításokat is.

Köszönetnyilvánítás: A munkát a T 016643 és az F 016980 számú OTKA pályázatok támogatták.

FÜGGELÉK

Az 1. Mintapélda részletes megoldása

Határozzuk meg egy központosan nyomott vasbeton keresztmetszet deformációját és a betonban ébredő feszültséget a Dischinger-modell és a közelítő számítások alapján. Az acél és a beton rugalmassági modulusának hányadosa $n = 20$.

- A kúszási tényező végértéke $\varphi = 2$, a vashányad, $\mu = \frac{A_s}{A_b}$ 0,3 és 5% között változik.
- A vashányad $\mu = 2\%$, a kúszási tényező végértéke, φ , 0 és 3 között változik.

A Dischinger-modell esetén (26):

$$\sigma_b^D = \frac{N}{A_I} e^{-v\varphi} = \frac{N}{A_b} \frac{1}{(1+n\mu)} e^{-v\varphi},$$

ahol

$$v = \frac{nA_s}{A_b + nA_s} = \frac{1}{1 + \frac{1}{n\mu}} = \frac{1}{1 + \frac{1}{20 \cdot 0,02}} = 0,286.$$

Így:

$$\sigma_b^D = \frac{N}{A_b} \frac{1}{(1+20 \cdot 0,02)} e^{-0,2862} = 0,4034 \frac{N}{A_b}.$$

ϵ_b (28) alapján:

$$\begin{aligned} \epsilon_b^D &= \frac{N}{E_b A_I} \frac{nA_s + A_b(1 - e^{-v\varphi})}{nA_s} = \frac{N}{E_b A_b} \frac{1}{(1+n\mu)} \left(1 + \frac{1}{n\mu} (1 - e^{-v\varphi}) \right) = \\ &= \frac{N}{E_b A_b} \frac{1}{1+20 \cdot 0,02} \left(1 + \frac{1}{20 \cdot 0,02} (1 - e^{-0,2862}) \right) = 1,4916 \frac{N}{E_b A_b}. \end{aligned}$$

A helyettesítő rugalmassági modulus alapján számítva:

$$\sigma_b^H = \frac{N}{A_b + \frac{E_s}{E_b}(1+\varphi)A_s} = \frac{N}{A_b} \frac{1}{1+n\mu(1+\varphi)} = \frac{1}{1+20 \cdot 0,02(1+2)} \frac{N}{A_b} = 0,4545 \frac{N}{A_b},$$

$$\varepsilon_b^H = \frac{\sigma_b^H}{E_b}(1+\varphi) = \frac{N}{A_b E_b} \frac{1+\varphi}{1+n\mu(1+\varphi)} = \frac{1+2}{1+20 \cdot 0,02(1+2)} \frac{N}{A_b E_b} = 1,3636 \frac{N}{A_b E_b}.$$

A kezdeti deformáció alapján számítva:

$$\varepsilon_\varphi = \frac{N}{A_s E_b} \varphi = \frac{N}{A_b E_b} \frac{\varphi}{(1+n\mu)} = \frac{N}{A_b E_b} \frac{2}{1+20 \cdot 0,02} = 1,429 \frac{N}{A_b E_b}.$$

A vetületi egyenlet:

$$N = \varepsilon_E E_b A_b + \varepsilon_s E_s A_s,$$

ebből:

$$\varepsilon_s = (\varepsilon_E + \varepsilon_\varphi)$$

helyettesítés után ε_E kifejezhető:

$$\begin{aligned} \varepsilon_E &= \frac{N - \varepsilon_\varphi E_s A_s}{E_b A_b + E_s A_s} = \frac{N}{A_b E_b} \frac{1}{1+n\mu} - \varepsilon_\varphi \frac{n\mu}{1+n\mu} = \\ &= \frac{N}{A_b E_b} \left(\frac{1}{1+20 \cdot 0,02} - 1,429 \frac{20 \cdot 0,02}{1+20 \cdot 0,02} \right) = 0,3061 \frac{N}{A_b E_b}. \end{aligned}$$

Innen:

$$\varepsilon_b^K = \varepsilon_E + \varepsilon_\varphi = \frac{N}{A_b E_b} (0,3061 + 1,429) = 1,735 \frac{N}{A_b E_b}$$

és az egyensúlyi egyenletből:

$$\sigma_b^K = \frac{N - A_s E_s \varepsilon_b^K}{A_b} = \frac{N}{A_b} (1 - 0,02 \cdot 20 \cdot 1,735) = 0,306 \frac{N}{A_b}.$$

- Bazant, Z. P.** (1988): *Mathematical Modelling of Creep and Shrinkage of Concrete*. Wiley, Chichester, etc.
- CEB-FIP Model Code** (1990): Comité Euro-International du Béton.
- Éliás E.** (1965): A gátolt kúszás számítása. *Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények* 1965, 2. sz., 251--264.
- EUROCODE 2** (1992): *Design of concrete structures*. European Committee for Standardization. Rue de Stassart 36, B-1050 Brussels.
- Ijjas Gy.** (1991): *Viszkoelasztikus anyagú szerkezetek stabilitásvesztése. A "Mérnöki Stabilitáselmélet Különleges Problémái" című könyv fejezete*. Szerk.: Kollár Lajos. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Jankó L.** (1982): A berepedt, feszített beton öszvértartók rugalmas teherbírása. *Mélyépítéstudományi Szemle* 1982, 3. sz., 106--112.
- Jankó L.** (1995): *Vasbeton hidak*. Egyetemi Jegyzet, BME (kézirat).
- Korn G. A. — Korn T. M.** (1975): *Matematikai Kézikönyv Műszakiaknak*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- Leonhardt, F.** (1973): *Spannbeton für die Praxis*. Ernst & Sohn, Berlin, etc.
- Szalai J.** (1972): *A beton kúszási elméletének ellentmondásai és javaslat azok kiküszöbölésére*. Doktori értekezés. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest.
- Roller B.** (1980): *Viszkoelasztikus anyagú rúdszerkezetek állapotváltozás vizsgálata*. Doktori értekezés. Budapest.
- Rzsanyicin, A. R.** (1968): *Teoriya polzucseszti*. Sztrojizdat, Moszkva.
- Szidarovszki F.** (1974): *Bevezetés a numerikus módszerekbe*. Közgazd. és Jogi Könyvkiadó, Budapest.

VASBETONSZERKEZETEK IDŐBEN ELHÚZÓDÓ ALAKVÁLTOZÁSA

II. rész: Számítás az EUROCODE kúszás modellje alapján

A cikk közvetlen előzményének tekinthető publikációban (Kollár László és Köpecsiri András: Vasbetonszerkezetek időben elhúzódó alakváltozása. I. rész: Számítás a Dischinger-modell alapján) részletesen elemeztük a kúszás számítását az ún. Dischinger-modell alapján. Jelen cikkben a vasbetonszerkezetek kúszását az EUROCODE modellje alapján kívánjuk vizsgálni, és az eredményeket össze fogjuk vetni a Dischinger-modell alapján számított eredményekkel. (Megjegyzés: jelen cikkben a fejezetek, képletek és ábrák számozása az előző publikáció számozásának folytatása.)

4. A KÚSZÁS MODELLJE AZ EUROCODE SZERINT

Az EUROCODE a kúszási függvényre (2) a

$$J(t, t_0) = \frac{1}{E_b(t_0)} + \frac{\phi(t, t_0)}{E_{28}} \quad (56)$$

összefüggést adja meg, ahol t = a vizsgált időpont, t_0 = a (konstans) teher működtetésének kezdete, E_{28} a 28 napos beton rugalmassági modulusa ($E_{28} = E_b(28 \text{ nap})$), és:

$$\phi(t, t_0) = \phi_0(t_0) \beta(t - t_0). \quad (57)$$

(56)-tal figyelembe tudjuk venni mindazt, amit a Dischinger-modell hiányosságaként felsoroltunk. Az (56), (57) egyenletekben szereplő függvényeket, E_b -t, ϕ_0 -t és β -t természetesen kísérletekből kell meghatározni; az EUROCODE képletei e cikk függelékében megtalálhatók.

Ha σ nem konstans, hanem az időben változik, akkor a nyúlás:

$$\varepsilon(t) = \int_0^t \left(\frac{1}{E_b(t')} + \frac{\phi(t, t')}{E_{28}} \right) d\sigma(t') = \int_0^t \left(\frac{1}{E_b(t')} + \frac{\phi(t, t')}{E_{28}} \right) \frac{d\sigma}{dt'} dt'. \quad (58)$$

Deriváljuk mindkét oldalt t szerint és vegyük figyelembe, hogy a láncszabály értelmében:

$$\frac{d}{dt} \int_0^t f(t, \tau) d\tau = f(t, t) + \int_0^t \frac{df(t, \tau)}{dt} d\tau,$$

valamint hogy $\phi(t, t) = 0$. Ekkor:

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{d\sigma}{dt} \frac{1}{E_b(t)} + \int_0^t \frac{d\sigma}{dt'} \frac{1}{E_{23}} \frac{d\phi(t, t')}{dt} dt'. \quad (59)$$

(58) vagy (59) a kúszás alapegyenlete.

4.1. A kúszás alapegyenletének megoldása konstans feszültség esetén

A kúszás differenciálegyenletét analitikusan meg lehet oldani konstans feszültség esetén. (59)-ből:

$$\varepsilon = \sigma \left(\frac{1}{E_b(t_0)} + \frac{\phi(t, t_0)}{E_{23}} \right) \quad (60)$$

ahol t_0 a konstans feszültség működésének kezdete.

Ha a feszültség az időben változik (pl. ha ε konstans), akkor a kúszás differenciálegyenlete általában nem oldható meg analitikusan.

4.2. Növekményi módszer a kúszás számítására

Helyettesítsük a differenciálhányadosokat az (59) egyenletben differenciáhányadosokkal és szorozzuk végig az egyenletet Δt -vel:

$$\Delta\varepsilon = \Delta\sigma \frac{1}{E_b(t)} + \int_0^t \frac{\Delta\sigma}{\Delta t'} \frac{1}{E_{23}} \Delta\phi(t, t') dt'$$

majd helyettesítsük az integrált szummával:

$$\Delta\varepsilon_i = \frac{\Delta\sigma_i}{E_i} + \frac{1}{E_{23}} \sigma_o \Delta\phi_{io} + \frac{1}{E_{23}} \sum_{j=1}^{i-1} \Delta\sigma_j \Delta\phi_{ij}. \quad (61)$$

ahol $\Delta\phi_{ij} = \phi(t_i, t_j) - \phi(t_{i-1}, t_j)$. (61)-ből $\Delta\sigma_i$ -t kifejezve:

$$\Delta\sigma_i = E_i \left(\Delta\varepsilon_i - \frac{1}{E_{23}} \sigma_o \Delta\phi_{io} - \frac{1}{E_{23}} \sum_{j=1}^{i-1} \Delta\sigma_j \Delta\phi_{ij} \right). \quad (62)$$

A 3.5. fejezetben, a Dischinger-modellnél ismertetett eljárást alkalmazhatjuk a fenti (62)-vel megadott egyenlet konvergenciájának gyorsítására. A részletek mellőzésével, a

$$\Delta\sigma_i = \frac{E_i}{1 - \chi\Delta\phi_{i,i-1}} \left(\Delta\varepsilon_i - \frac{1}{E_{28}} \sigma_o \Delta\phi_{io} - \frac{1}{E_{28}} \sum_{j=1}^{i-1} \Delta\sigma_j \Delta\phi_{ij} \right) \quad (63)$$

összefüggés adódik. σ a következő képletből számítható:

$$\sigma = \sigma_o + \sum_{i=1}^n \Delta\sigma_i,$$

ahol n az intervallumok száma.

Megjegyzés:

Ha $\phi(t_1, t_2) = \phi(t_1) - \phi(t_2)$ alakú, akkor $\Delta\phi_{ij} = \Delta\phi_i$, és (62)-ből az alábbi kifejezést nyerjük:

$$\Delta\sigma_i = E_i \left(\Delta\varepsilon_i - \frac{\Delta\phi_i}{E_{28}} \sigma_{i-1} \right).$$

4.3. Közelítő módszer a kúszás számítására

A leggyakrabban alkalmazott közelítő módszer a már korábban is tárgyalt "helyettesítő rugalmassági modulus"-on alapul. (60) átrendezésével

$$\varepsilon = \sigma \frac{1 + \frac{E_b(t_o)}{E_{28}} \phi(t, t_o)}{E_b(t_o)} \approx \sigma \frac{1 + \phi(t, t_o)}{E_b(t_o)}$$

adódik. A fenti képletben σ szorzója a helyettesítő rugalmassági modulus reciproka. A kifejezés akkor ad elfogadható eredményt, ha a betonban a feszültség csak kismértékben változik a lassú alakváltozás lejátszódása során. Változó σ esetén az irodalom az

$$E = \frac{E_b(t_o)}{1 + \chi\phi(t, t_o)} \quad (64)$$

helyettesítő rugalmassági moduluszt javasolja, ahol χ az öregedési tényező.

Feszített vasbetonszerkezetek számítására Trost (Szalai 1972, Jankó 1995) egy közelítő módszert javasolt, amelyet úgy lehet felfogni, mint a "kezdeti deformáción" alapuló számítást, de két lépcsőben végrehajtva.

Az első lépésben meg kell határozni a betonban ébredő feszültségeket és deformációkat a lassú alakváltozás figyelembevételével. Így a számítás első lépésében a beton anyagtvörvénye

$$\sigma_0 = \varepsilon_0 E_b(t_0).$$

A számítás második lépésében meghatározzuk a betonban keletkező további feszültségeket ($\Delta\sigma$), deformációkat ($\Delta\varepsilon$) és a maradó alakváltozást $\varepsilon_0\phi(t, t_0)$ a (64)-es képlettel megadott rugalmassági modulus alapján. Ebben a második lépésben a beton anyagtvörvénye:

$$\Delta\sigma = \left[\Delta\varepsilon - \varepsilon_0\phi(t, t_0) \right] \frac{E_b(t_0)}{1 + \chi\phi(t, t_0)}.$$

A betonban keletkező feszültség és alakváltozás:

$$\sigma = \sigma_0 + \Delta\sigma, \quad \varepsilon = \varepsilon_0 + \Delta\varepsilon.$$

χ javasolt értéke az irodalomban $\chi = 0,8$.* (Trost módszere konstans $\sigma = \sigma_0$ esetén, mivel $\Delta\sigma = 0$, $\varepsilon = \varepsilon_0 + \Delta\varepsilon = \varepsilon_0 + \varepsilon_0\phi$ -t szolgáltat. Relaxáció, vagyis $\varepsilon = \varepsilon_0$ esetén pedig, mivel $\Delta\varepsilon = 0$, $\sigma = \sigma_0 + \Delta\sigma = \varepsilon_0 E_b(t_0) - \varepsilon_0\phi \frac{E_b(t_0)}{1 + \chi\phi}$ -t ad.)

Az EUROCODE az előbbieken tárgyalt mindkét közelítő számítást tartalmazza.

4.4. Feszített keresztmetszet számítása

Feszített keresztmetszetek számítására használhatjuk a 4.2. fejezetben ismertetett "pontos" módszert, de az EUROCODE megengedi a Trost-féle közelítés használatát is. A Trost-féle közelítés értelmében először meg kell határoznunk a feszítésből és a tartós teherből a szerkezet betonjában ébredő feszültségeket és alakváltozásokat a kúszás figyelembevételével. Ezt követően a betonban ébredő alakváltozások ϕ -szeresét mint kinematikus terhet működtetjük a betonra a módosított (64) rugalmassági modulus figyelembe véve.

A 3.6. fejezetben tárgyalt központosan nyomott feszített hasábra bemutatott közelítő számítás (lassú alakváltozás a "kezdeti deformáció alapján" számított kúszás figyelembevételével) a fenti utat követi, csak a beton rugalmassági modulusának módosítását nem tartalmazza. Így a (47)–(55) képle-

*Megjegyezzük, hogy Trost módszere pontosan egyezik a 4.2. fejezetben ismertetett növekményi módszerrel, amelynek alapképlete (63), ha egy lépésben hajtjuk végre a számítást, $n=1$ és $\chi=0,8$.

tek a Trost-féle közelítő eljárást adják, ha az (51) képlettől kezdődően E_b helyett $\frac{E_b}{1 + \chi\phi}$ -t írunk. Így végső eredményül a

$$\Delta\sigma_s = \frac{\sigma_r - n\phi\sigma_b(0) - E_s\varepsilon_{zs}}{1 + n\frac{A_s}{A_b}(1 + \chi\phi)}$$

képletet nyerjük. Ez — központos feszítésre — megegyezik az EUROCODE2 (4.10) képletével:

$$\Delta\sigma_s = \frac{\sigma_r - n\phi\sigma_b(0) - E_s\varepsilon_{zs}}{1 + n\frac{A_s}{A_b}(1 + 0,8\phi)\left(1 + \frac{A_b}{I_b}z_{bs}^2\right)},$$

ahol A_b a beton keresztmetszeti területe, I_b a beton inercianyomatéka, z_{bs} pedig a beton és az acél súlypontja közti távolság, amely a 3.6. fejezetben zérus volt. (A fenti képletben σ_b és ε_{zs} előjeles mennyiségek, a gyakorlati esetekben negatívak.)

4.5. Számpéldák az EUROCODE alapján történő számításra

Az összehasonlítás kedvéért a 3. fejezetben tárgyalt számpéldákat az EUROCODE-ban közölt kúszásmodellel is kiszámítottuk.

A számpéldákban vizsgált kúszásmodell paraméterei: $RH = 80$, $h_0 = 200$, $n = \frac{E_s}{E_b(28)} = 20$. f_{cm} , a beton átlagos törőszilárdsága az egyes számításokban különböző. Ennek az az oka, hogy a példában ϕ -t adottnak vettük és f_{cm} -et "visszaszámoltuk". $\phi = 2$ esetén például $f_{cm} = 30,32$ -re adódott. A paraméterek értelmezése a cikk Függelékében megtalálható.

A számítást az 1. táblázatban található algoritmus alapján végezzük. Az algoritmus a növekményi módszerre (lásd a 4.2. fejezetet) van felépítve.

A módszer magja a $[\sigma_b, \varepsilon_b] = \text{SZERKEZETANALÍZIS}$ (Teher, Geometria, E_b , ε_k) program, amely rugalmas elmélet szerint meghatározza egy szerkezet (beton-jának) feszültségét és deformációját.

A program bemenő paraméterei a terhek, a geometria, az anyagjellemzők (amelyek közül itt csak az időben változó E_b -t tüntettük fel) és a beton kezdeti lassú alakváltozása, ε_k . Fel kell hívnunk a figyelmet arra, hogy a "SZERKEZETANALÍZIS" egy tetszőleges rugalmas elméleten alapuló (pl. véges

1. táblázat. Algoritmus a lassú alakváltozás "pontos" számítására

1	t_0, t_1, \dots, t_n időlépcsők meghatározása
2	$[\sigma_0, \varepsilon_0] = \text{SZERKEZETANALÍZIS (Teher, Geometria, } E_b = E_b(t_0), \varepsilon_k = 0)$
3	For $i = 1$ to n
4	$\Delta\phi_j = \phi(t_i, t_j) - \phi(t_{i-1}, t_j) \quad j = 0, 1, \dots, i-1.$
5	$\varepsilon_k = \frac{1}{E_{28}} \left\{ \sigma_0 \Delta\phi_0 + \sum_{j=1}^{i-1} \Delta\sigma_j \Delta\phi_j \right\}$
6	$[\Delta\sigma_i, \Delta\varepsilon_i] = \text{SZERKEZETANALÍZIS (Teher} = 0, \text{ Geometria, } E_b = \frac{E_b(t_i)}{1 + \chi\Delta\phi_{i-1}}, \varepsilon_k)$
7	end
8	$\sigma_b = \sigma_0 + \sum_{i=1}^n \Delta\sigma_i$
9	$\varepsilon_b = \varepsilon_0 + \sum_{i=1}^n \Delta\varepsilon_i$

elemes) program, amely a szóban forgó szerkezetet (pl. szakaszosan épített hidat) képes a lassú alakváltozás figyelembevétel nélkül számítani.*

A módszer alkalmazása az 1. táblázatban feltüntetett lépések szerint történik:

1. Az időlépcsők kijelölése.
2. A kezdeti időpontban, $t = t_0$ -ban, kiszámítjuk a betonban ébredő feszültséget és alakváltozást (σ_0, ε_0), a kúszás figyelembevétel nélkül. A számítást a SZERKEZETANALÍZIS program végzi.
3. Sorra, minden egyes időlépcsőre, a következőket hajtjuk végre:
 4. kiszámítjuk a $\phi(t_i, t_j)$ kúszási tényező növekményeit a Függelékben megadott képletek segítségével,
 5. meghatározzuk az ε_k alakváltozást az előző lépésben kiszámított $\Delta\phi_j$ segítségével,

*Jelen példánkban a "SZERKEZETANALÍZIS" egy egyszerű keresztmetszet vizsgálatát jelenti. Közvetlenül nyomott, feszített keresztmetszet esetén például (52) alapján $\varepsilon_s = \frac{N}{A_I E_b} + \frac{A_b}{A_I} (\varepsilon_f + \varepsilon_k)$ adódik, amelyből a beton deformációja és feszültsége: $\varepsilon_b = \varepsilon_s - \varepsilon_f$, $\sigma_b = E_b(\varepsilon_b - \varepsilon_k)$. Ebben az esetben a "Teher" az N külső erőt és az ε_f belső nyúláskülönbséget tartalmazza.

6. a $t_i - t_{i-1}$ időlépcsőben bekövetkező $\Delta\sigma_i$ feszültségváltozást a SZERKEZETANALÍZIS program újrafuttatásából kapjuk. Ez esetben a kúszás hatását az időben változó E_D -n keresztül vesszük figyelembe. (Ebben a számításban a szerkezetet terheletlennek tekintjük.)

Az összes teherlépcső figyelembevételét követően, a 8. és 9. lépésben, szummázással meghatározzuk a végső feszültséget és alakváltozást.

A példákban a "pontos" megoldáson és a Trost-féle közelítésen kívül fel-tüntetünk egy "módosított pontos" számítást is, amelyben a beton rugalmasági modulusának időbeli változását nem vettük figyelembe.

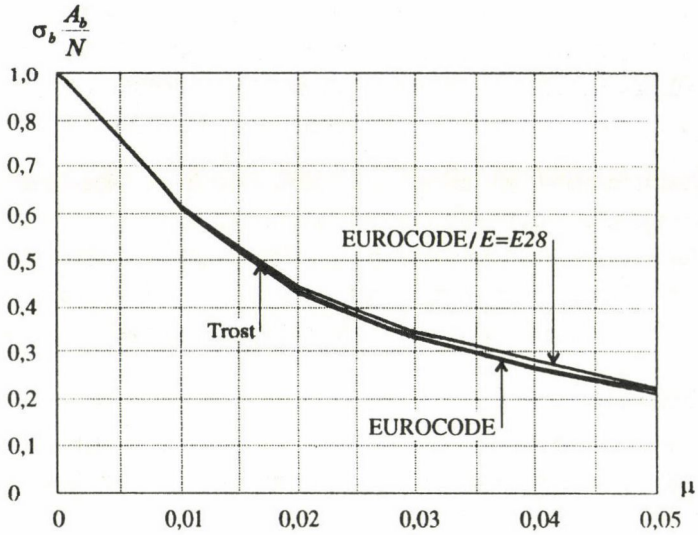
Megjegyzések:

1. Időben változó teher esetén, a 6. sorban Teher = 0 helyett Teher = $\Delta Teher_i$ írandó, ahol $\Delta Teher_i$ a teher változása az i -edik intervallumban.
2. Ha a beton zsugorodását is figyelembe vesszük, a 6. sorban ϵ_k helyett $\epsilon_k + \Delta\epsilon_{zsi}$ írandó, ahol $\Delta\epsilon_{zsi}$ a beton i -edik lépésben bekövetkező zsugorodása.

A "helyettesítő rugalmassági moduluson", illetve a "kezdeti deformáción" alapuló közelítések eredményei megegyeznek a Dischinger-modellnél tárgyaltakkal, így ezeket a példákban nem tüntettük fel.

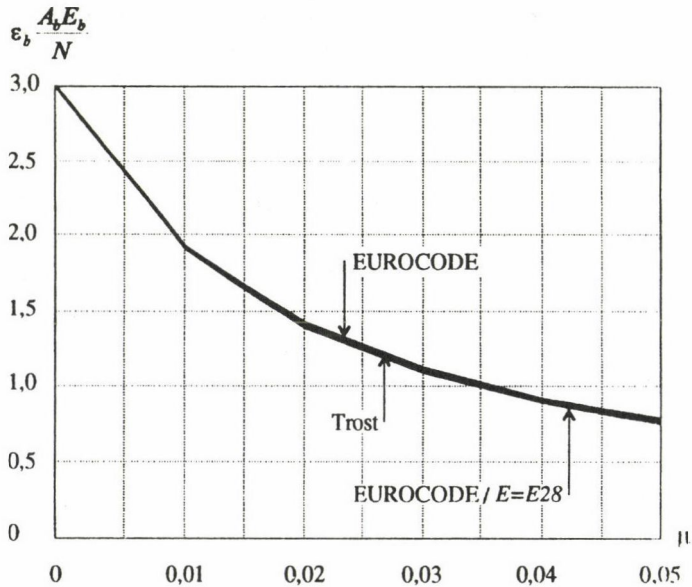
A 16–22. ábrákon feltüntettük a Dischinger-modellnél /Kollár és Köpecsiri 1995/ már tárgyalt példák megoldásait az EUROCODE, a Trost-féle közelítés, illetve az EUROCODE/E = E28 (EUROCODE szerint történi számítás azzal a közelítéssel élve, hogy a beton rugalmassági modulusa nem változik az időben) alapján.

Az 1. Mintapélda ("Központosan nyomott keresztmetszet kúszása") eredményeit a 16–19. ábrákon, a 2. Mintapélda ("Összenyomott betonhasáb ernyedése") eredményeit a 20. ábrán, a 4. Mintapélda ("Központosan feszített rúd kúszási feszültségvesztése") eredményeit a 21–22. ábrákon tüntettük fel.



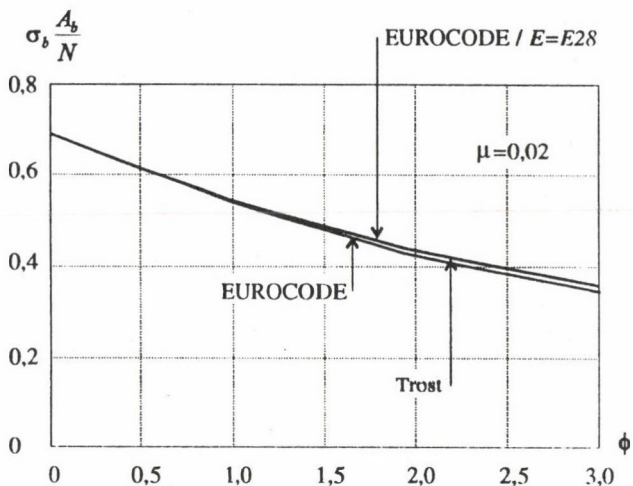
16. ábra. Az 1. Mintapélda megoldása az EUROCODE alapján (vö. 7. ábra).

A beton feszültsége, $\phi = 2$ és $\mu = 0,02$ esetén az EUROCODE alapján: $\sigma_b = 0,4315 \frac{N}{A_b}$,
 a Trost-modell alapján: $\sigma_b = 0,4342 \frac{N}{A_b}$, az EUROCODE/E = E28 alapján: $\sigma_b = 0,4421 \frac{N}{A_b}$

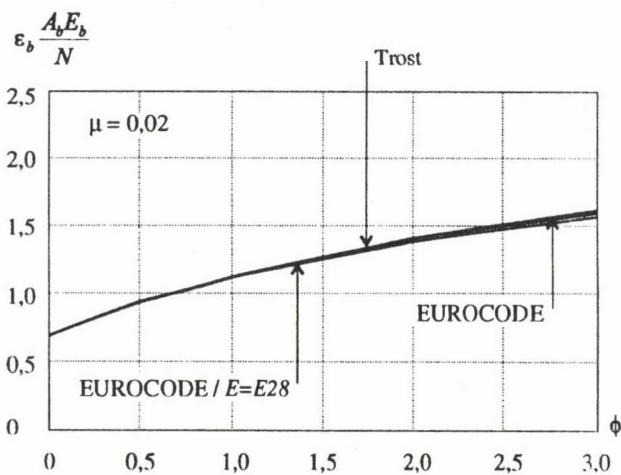


17. ábra. Az 1. Mintapélda megoldása az EUROCODE alapján (vö. 8. ábra).

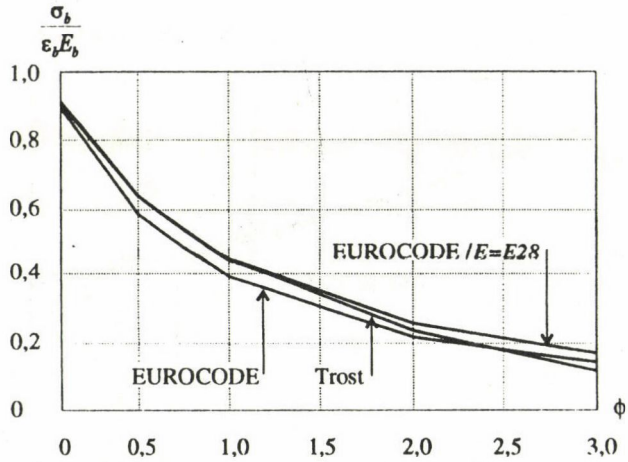
A beton deformációja, $\phi = 2$ és $\mu = 0,02$ esetén az EUROCODE alapján: $\epsilon_b = 1,4214 \frac{N}{A_b E_b}$,
 a Trost-modell alapján: $\epsilon_b = 1,4145 \frac{N}{A_b E_b}$, az EUROCODE/E = E28 alapján: $\epsilon_b = 1,3948 \frac{N}{A_b E_b}$



18. ábra. Az 1. Mintapéllda megoldása az EUROCODE alapján (vö. 9. ábra)



19. ábra. Az 1. Mintapéllda megoldása az EUROCODE alapján (vö. 10. ábra)



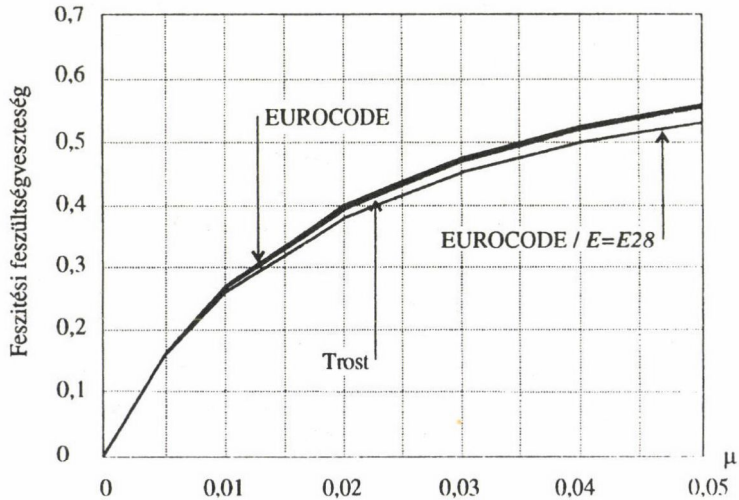
20. ábra. A 2. Mintapélda megoldása az EUROCODE szerint (vö. 11. ábra)

A beton feszültsége, $\phi = 2$ és $\mu = 0,02$ esetén az EUROCODE alapján:

$$\sigma_b = 0,2170 \epsilon_b E_b,$$

$$\text{a Trost-modell alapján: } \sigma_b = 0,2308 \epsilon_b E_b,$$

$$\text{az EUROCODE/E = E28 alapján: } \sigma_b = 0,2560 \epsilon_b E_b$$



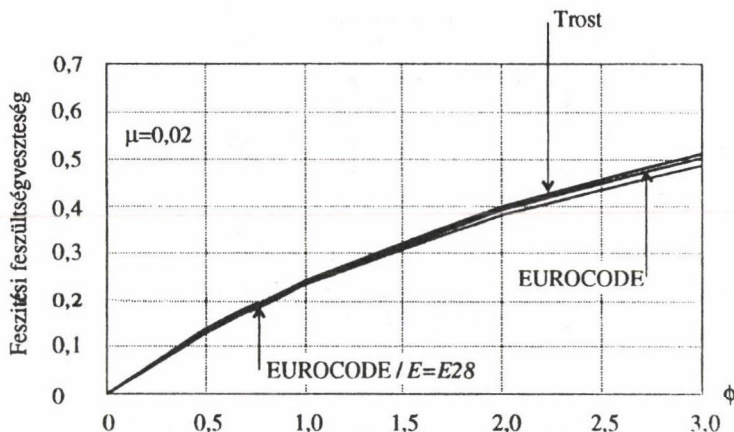
21. ábra. A 4. Mintapélda megoldása az EUROCODE szerint (vö. 13. ábra).

Feszítési feszültségvesztés a vashányad függvényében.

A kúszási tényező: $\phi = 2$.

A feszítési feszültségvesztés, $\phi = 2$ és $\mu = 0,02$ esetén az EUROCODE alapján: 0,396;

a Trost-modell alapján: 0,3921; az EUROCODE/E = E28 alapján: 0,3811



22. ábra. A 4. Mintapélda megoldása az EUROCODE szerint (vö. 14. ábra).
 Feszítési feszültségvesztés a kúszási tényező függvényében.
 A vashányad: $\mu = 0,02$

KÖVETKEZTETÉSEK

A számítások alapján az alábbi megállapításokat tehetjük:

A Dischinger-modell erősen túlbecsüli a lassú alakváltozást relaxáció esetén, gyakorlatilag jó értéket ad feszítetlen, állandó teherrel terhelt vasbetonszerkezetek esetére, és kismértékben túlbecsüli a feszített szerkezetekben a feszítési feszültség csökkenését.

A rugalmassági modulus időbeli változásának figyelembevétele nem ad jelentős eltérést az EUROCODE alapján meghatározott kúszás számításában.

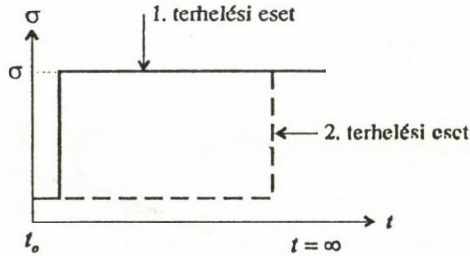
A Trost-féle közelítés minden fent vizsgált esetben jó egyezést mutat az EUROCODE alapján számított kúszással.

Meg kell jegyezzük azonban, hogy a Trost-féle közelítés csak akkor ad jó eredményt, ha a külső terhek az időben nem változnak.

Ezt kívánjuk illusztrálni a 23. ábrán vázolt két terheléstörténettel.

A két esetben a feszültség a kezdeti ($t = t_0$) és a végállapotban ($t = \infty$) megegyezik, ezeket σ_0 -al, ill. σ -val jelöltük. Legyen $\sigma_0 \ll \sigma$, ekkor a "pontos" számítás szerint az első, ill. a második esetben $\sigma = \epsilon \frac{E}{1 + \phi}$, ill. $\sigma = E\epsilon$ alapján számíthatók a feszültségek. A Trost-modell ezzel szemben mind a két esetre a $\sigma = \epsilon \frac{E}{1 + \chi\phi}$ összefüggést adja, amely igen durva közelítés.

Hidaknál, ahol az állandó teher dominál a hasznos teherhez képest, általában elegendően pontos eredményt ad a Trost-modell. Ez nem igaz abban az



23. ábra. Két terhelés-történet, amelyre a Trost-modell közvetlen alkalmazásával hibás eredményt kapunk

esetben, ha az önsúly jelentősen változik építés közben: pl. szakaszosan betonozott hidaknál.

Köszönetnyilvánítás: A munkát a T 016643 és az F 016980 számú OTKA és a PHARE program támogatta.

FÜGGELÉK

Az EUROCODE kúszás modellje

Az EUROCODE a kúszás függvényre az alábbi összefüggést javasolja:

$$J(t, t_0) = \frac{1}{E_b(t_0)} + \frac{\phi(t, t_0)}{E_b(28)}$$

A $\phi(t, t_0)$ kúszási tényezőt a

$$\phi(t, t_0) = \varphi_0 \beta_c (t - t_0)$$

egyenletből lehet meghatározni, ahol:

φ_0 = a kúszási tényező alapértéke, amit a (65) egyenletből számíthatunk,

β_c = figyelembe veszi a kúszás kialakulásában a teher működésének időtartamát (lásd a (66) egyenletet),

t = a beton kora napokban a vizsgált időpontban,

t_0 = a beton kora napokban a teher működtetésének kezdetekor.

A kúszási tényező alapértéke a

$$\varphi_0 = \varphi_{RH} \beta(f_{cm}) \beta(t_0) \quad (65)$$

egyenletből számítható, figyelembe véve, hogy:

$$\varphi_{RH} = 1 - \left(1 - \frac{RH}{100}\right) / \left(0,10 \cdot \sqrt[3]{h_0}\right),$$

$$\beta(f_{cm}) = 16,8 / \sqrt{f_{cm}},$$

$$\beta(t_0) = 1 / (0,1 + t_0^{0,20}) \text{ és } h_0 = 2A_b / u,$$

ahol:

f_{cm} = a beton átlagos törőszilárdsága N/mm²-ben megadva, 18 napos korban,

RH = a környezet relatív páratartalma %-ban,

h_0 = a szerkezet hatásos vastagsága mm-ben,

A_b = a beton keresztmetszeti területe mm²-ben,

u = a keresztmetszet párologni képes kerülete mm-ben,

φ_{RH} = a relatív páratartalom hatása a kúszási tényező alapértékére,

$\beta(f_{cm})$ = a beton törőszilárdságának hatása a kúszási tényező alapértékére,

$\beta(t_0)$ = a beton korának (a teher működtetésének kezdetekor) a hatása a kúszási tényező alapértékére.

β_c az alábbi egyenletből számítható:

$$\beta_c(t-t_0) = \left[(t-t_0) / (\beta_H + t-t_0) \right]^{0,3}, \quad (66)$$

ahol:

$t - t_0$ = a teher működésének időtartama napokban megadva,

β_H = a relatív páratartalomtól (RH%-ban) és a hatásos vastagságtól (h_0 mm-ben) függő tényező az alábbiak szerint:

$$\beta_H = 1,5 \left[1 + (0,012RH)^{1,8} \right] h_0 + 250 \leq 1500.$$

Az EUROCODE függelékéből, feltehetően szerkesztési hibából adódóan, hiányzik a beton rugalmassági modulusának időbeli változása. Ezért az alábbiakban a CEB-FIP Model Code ajánlását követjük és a beton rugalmassági modulusát az alábbiak szerint számítjuk:

$$E_b(t) = \left[\beta_c(t) \right]^{0,5} \frac{E_{28}}{\left[\beta_c(28) \right]^{0,5}}.$$

IRODALOM

- CEB-FIP Model Code** (1990): Comite Euro-International du Beton.
- EUROCODE 2** (1992): Design of concrete structures. European Committee for Standardization. Rue de Stassart 36, B-1050 Brussels.
- Jankó L.** (1982): A berepedt, feszített beton öszvértartók rugalmas teherbírása. Mélyépítéstudományi Szemle 1982, 3. sz., 106–112.
- Kollár L. — Köpecsiri A.** (1996) Vasbetonszerkezetek időben elhúzódo alakváltozása. I. rész: Számítás a Dischinger-modell alapján. Építés-Építéstudomány 1996–97, 1–2. sz., 91–116.
- Szalai J.** (1972): A beton kúszási elméletének ellentmondásai és javaslat azok kiküszöbölésére. Doktori értekezés. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, 1972.

GAVIT ÉS ZSAMATUN

(A középkori örmény szerzetestemplomok speciális térformái)

Krikorisz Manian bécsi örmény
főapát emlékére

A középkori örmény templomépítészet emlékei egy nagyjából jól meghatározott típus egyedeiként élnek bennünk, s élnek a szakemberek és érdeklődők tudatában is. Egy zárt tömegű, kereszt alaprajzú, középkupolás templomformáról van szó, esetenként külön kupolás előcsarnokkal. Ez az általánosítás valamelyest indokolható, hiszen a X—XIII. század között ténylegesen egy uniformizálódás zajlott le az örmény templomépítészetben, különösen a kolostori templomoknál. Ennek, az ezredfordulótól állandósuló szerzetesi templomtípusnak két — kevéssé ismert, ill. félreértett — térrészéről, a zsamatunról és a gavitról próbálunk az alábbiakban rövid összefoglalást adni.

Az örmény szakrális építészet kialakulásának, fejlődésének felvázolása meghaladja az adott (választott) témával foglalkozó tanulmány kereteit. A templomépítészetben megfigyelhető hagyományörzés és fejlődés kérdéseivel, egyes épületek szimbolikus értelmezésével már korábbi tanulmányaimban foglalkoztam.* Így most csak az örmény egyháztörténet és liturgiátörténet néhány főbb mozzanatára utalok.

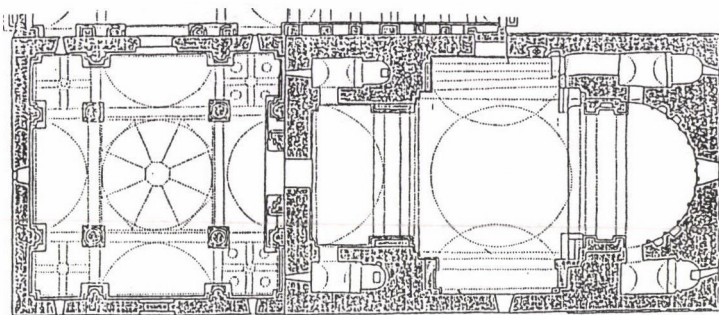
A III—IV. század fordulóján lezajlott nagy keresztényüldözést követően a világon először lett államvallás a kereszténység Örményországban (305). Így már a IV. századtól fejlett és reprezentatív templomépítészet jellemzi Örményországot. Mind egyházzogi, mind liturgiai értelemben a terület a keleti szír (kappadóki) egyházhoz (Edessza) kötődött. A hagyományosan apostoli térítésekhez kötődő első, nagyon egyszerű liturgiát fokozatosan a szír liturgia váltotta fel. Ezt fordították le örményre a IV—V. század fordulóján, s e szír liturgia képezi napjainkig is az örmény liturgia magját. Az Epheszoszi Zsinat (431) után fokozatosan megszakadt a kapcsolat a kappadóki anyaegházal, majd a Kalkhedoni Zsinat (451) után — félreértések-

*A felhasznált, ill. ajánlott fontosabb szakirodalmat, valamint a szerzőnek e témában írt publikációit a tanulmány végén soroljuk fel.

kel — az antiokhiai egyház (nyugati szír) monofizita irányzatát fogadták el. Röviddel ezután az I. Dvini Zsinat (506) kimondta az örmény egyház önállóságát. Ettől függetlenül az örmény papok és szerzetesek a X. századig zavartalanul éltek Bizánc területén, s ott számos bizánci liturgikus elemet tettek magukévá. Folyamatos volt a kapcsolat a nyugati szír terület és az alexandriai patriarchátus (szintén monofizita) egyházaival. Ezek a kapcsolatok az építészetben is — esetenként — kimutathatók. Az örmény szerzetesség föllendülése a X. századtól figyelhető meg; ebben jelentős szerepe volt annak, hogy a szír és örmény szerzeteseknek el kellett hagyniuk Bizánc területét. Ugyanakkor ez azt is jelenti, hogy az anyaországba hazatért szerzetesek egy, már kialakult, fejlett szerzetesi liturgia tapasztalatait vitték haza. Nem véletlen, hogy az örmény szerzetesi építészetben éppen ebben az időben jelentek meg új térformák: a zsamatun és a gavit. Mindkettő az alapfunkciót illetően visszavezethető az örmény liturgia bizánci kapcsolataira, de építészetiileg önálló térkonceptiót jelentenek.

Előljáróban, a konkrét fejlődés és példák vizsgálata előtt célszerű az alapfogalmakat, tehát magukat a térformákat ismertetni. Tesszük ezt azért is, mert a szakirodalomban sem egyértelmű a "zsamatun" és a "gavit" megjelölés. Ennek a fő oka, hogy mindkét tértípus a X—XIII. század között általános az örmény szerzetesi építészetben, gyakran azonos épületen együtt is szerepelnek. Másrészt mindkét térforma mára elveszítette eredeti funkcionális tartalmát, még a ma működő kolostorokban sem használják olyan formában, ahogyan azt a középkorban tették. Erre az anakronisztikus használatra és névhasználatra még 1992-ben hívta föl a figyelmemet Krikorisz Manian örmény főapát (1907—1994). Útbaigazításáért, információiért e tanulmánnyal is köszönetemet kívánom kifejezni.

A zsamatun (= előtemplom) lényegében a templom nyugati része, alaprajzilag, tömegileg is ahhoz tartozik. A kereszt alaprajzú, középkupolás templomnál a kereszt szár melletti keleti mezőben az apszis két melléktere, a protheszisz és a diakonikon helyezkedik el. Ugyanez a térkapcsolat ismétlődik meg a nyugati oldalon is, ahol a kereszt-szár két oldalán egy-egy kápolna helyezkedik el, a nyugati kereszt-szárba nyíló ajtókkal. Ez a nyugat-oldali hármas helyiségkapcsolat jelenti a zsamatunt, az előtemplomot. Funkciója többrétű: a kápolnák egyikében (többnyire az északi oldalon) halotti emléktár van. Itt liturgiát (értsd: mise) nem végeznek, de a halotti szertartás (hokihankiszd) tömjénezése és a hívek halottakért történő gyertyagyújtása itt folyik. De ugyanígy a zsamatunban kezdődik a keresztelési szertartás (M'gördutyun) is. A déli kápolna funkciója a templom védszentjével

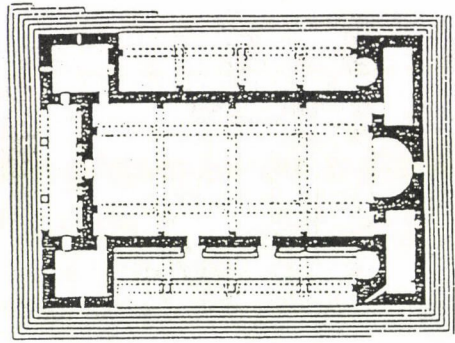


1. ábra. Jellegetes örmény szerzetestemplom alaprajza
zsamatunnal és gavittal

(Szanaajdin, Sz. Megváltó templom, 966; gavit 1185)

kapcsolatos (bár nem minden esetben). Ismeretes, hogy az örmény templomoknál is létezik tituláris szent (Sz. Gergely, Sz. János, Sz. Tádé stb.), de ettől függetlenül minden örmény templom oltárán a Sz. Isten-szülő képe van. Ilyenkor a névadó szent kultuszát is szolgálja ez a kápolna. Zarándok-funkcióval is rendelkező szerzetestemplomoknál ez a nyugati térsor különös jelentőséget kap: a zarándokok a magánájtatosságaitak itt végzik, s nem zavarják a központi térben folyó liturgiát. A fentiek alapján (keresztelés, halotti szertartás) várható lenne, hogy a zsamatunnak — a nyugati liturgiák Westwerk-jéhez hasonlóan — a húsvéti szertartással is kapcsolata van. Ilyenről viszont nem tudunk: Nagypénteken az örmény egyházban semmilyen liturgiát nem végeznek, s az elfüggönyözött oltár elé fölállított emlékkereszt (jepitaphion) is csak a XIII. századtól élő, nyugati hatás.

A zsamatunnal ellentétben a gavit (= előcsarnok) önálló alaprajzi egység, és tömegében is elkülönül a templomtól: sokszor annak alapterületét többszörösen meghaladja. Rendszerint a nyugati oldalhoz csatlakozó, 3 x 3 osztású kilencosztatú tér, középkupolával. Ez volt a szerzetesi zsolozsma (zsamerkutjun) színtere. Ebben rokon a bizánci "lité" funkciójával. Az újabb — de történeti alapot nélkülöző — hagyomány szerint ez afféle "férfiak temploma" volt, ahová a hosszú szertartások alatt kijártak beszélgetni, üzletelni. Eredetileg tehát a gavit is a liturgia szolgálatában állt, s — majd látjuk — a zsamatun és a gavit funkciója sokszor keveredett. A XIII. században, a világi kegyúri funkció előtérbe kerülésével a gavit szerepe némiképpen gazdagodott, amennyiben az alapító vagy kegyúri család tagjainak temetkezési helyévé is vált. Ilyenkor a zsamatunban végzendő halotti szertartások egy része értelemszerűen áttevődött a gavitba.



1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 15m

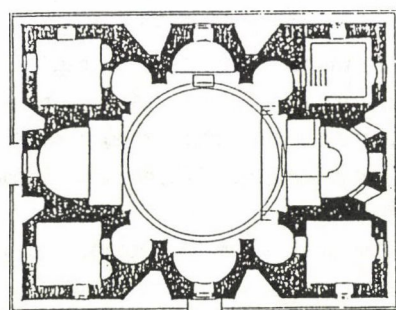
2. ábra. Ereruk, templom (V. század 2. fele), alaprajz

Az alapfogalmak kapcsán még egy megjegyzés ide kívánkozik. A további ismertetésekben gyakran hivatkozunk az apszis-megoldással kapcsolatban arra, hogy ez "szír" vagy "bizantikus" hatást mutat. Ilyenkor arra gondolunk, hogy az apszis közvetlenül kapcsolódik-e a mellékterekhez (protheszisz, diakonikon) vagy sem. Az örmény liturgiának a VI–VII. századig kikristályosodott formája alapvetően megőrizte annak "szír" jellegét. Ennek megfelelően az apszist övező mellékterek csak a hajó felé voltak nyitottak, az apszis felé közvetlen átközlekedésük nem volt. A X. századtól figyelhető meg (elsősorban kolostortemplomokon), hogy a szentélyfejen belül közvetlen átközlekedést is biztosítanak. Ilyen térkapcsolat a bizánci liturgiára jellemző, ill. ott elengedhetetlen. Ezért az ilyen apszismegoldásokat nevezük "bizantikus" hatásúnak. A megfelelő helyen majd utalunk rá, hogy történetileg is igazolható a X. században egy erős bizánci hatás feltételezése az örmény templomépítésben, elsősorban a kolostori templomoknál.

A zamatunnak mint részben szakrális funkcióval rendelkező előcsarnoknak bizonyos előzményei már a IV–VII. század közötti örmény építészetben is föllelhetők. Főleg a közvetlen szír hatást mutató templomok rendelkeznek külső, tornácszerű toldalékkal. Ez vagy egyoldali (Karnut, Tanajat, IV–V. század), vagy három oldalon körbefutó (Dvin II., Tekor, Ereruk, V–VI. század). Hasonló példák az egykorú közép-szíriai építészetből ismertek, akár "oldaltornácos" változatban (Nuriyeh, Rb'ah, Kfer — IV–V. század), akár három oldalról körülfutó tornác formájában (Kefr-Finseh, VI. század). Egy lényeges különbség megfigyelhető a két terület hasonlóan kifejlődött épülettípusaiban. Szíriában a külső tornác minden esetben csak peripterosz-jelleggel követi az épületmag kontúrját, ill. zárul a csatlakozó mellékte-

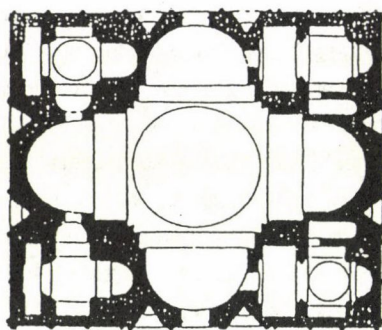
reknél. Az örmény külső tornácoknál gyakori, hogy a tornác a keleti csatlakozó felületen apszisban végződik (Garni, kápolna, Karnut, templom). Sőt a VII. századra kialakult olyan változat is, amikor a tényleges tornác már elmarad, csupán a külső apszis marad (Artik, Chevank, Thalín). A háromhajós, külső-tornácós templomoknál (Dvin II., Tekor, Ereruk) a tornác mindkét keleti vége apszisban végződik. Ez a forma az V—VI. század fordulójára jellemző, s minden esetben az épület egésze közvetlen szír hatású. Vizsgálatunk szempontjából Ereruk temploma (V. század 2. fele) külön figyelmet érdemel. Itt a külső tornác az északi és a déli oldalon fut, a keleti oldalon, a prothesisz és a diakonikon csatlakozásánál apszisban végződik. A templom nyugati, szintén tornácós főbejáratát két, toronyszerű melléktér fogja körre; ezek keleti végfalai zárják le az oldaltornácokat. A bejárat melletti "pavilonok" mind az előcsarnok, mind a templomhajó felé 1-1 ajtóval nyitottak. Ez már nagyjából megegyezik azzal a térkapcsolattal, ami a későbbiekben a zsamatunra jellemző: bejárat melletti két melléktér (kápolna) a hajó felé közvetlen megnyitással. A nyugati oldalnak ilyen kialakítása ebből a korból mind Szíriából (Gerasa, Qalb-Luzeh, Turmanin), mind a kopt építészetből (Sahaba, Abdallah-Nirqi, Farasz) ismert. Örményországban azonban ez az építészeti megoldás nem terjedt el, s a zsamatun-funkció ilyen korai megfogalmazásáról nem beszélhetünk. Úgy tűnik, hogy Ereruk, a maga közvetlen szír hatásával még egy ideig elszigetelt példa maradt.

Jogosan fölmerülhet az ún. "Hripszime-típus" VII. századi példáinak bekapcsolása ebbe a körbe (Vagharsapat, Avan, Garnagovit, Szisszavan, Targmancsazvank). Ezeknél valóban a középtérhez kapcsolódó nyugati koncha mellett megjelenik két melléktér mint a zsamatun jellegzetes formája. Lényeges különbség — és funkcionális kizáró ok — viszont, hogy az említett mellékterek sehol nem kapcsolódnak a templom nyugati középtéréhez: bejáratuk min-



2 0 2 4 6 8

3. ábra. Vagharsapat, Sz. Hripszime templom (614—618), alaprajz



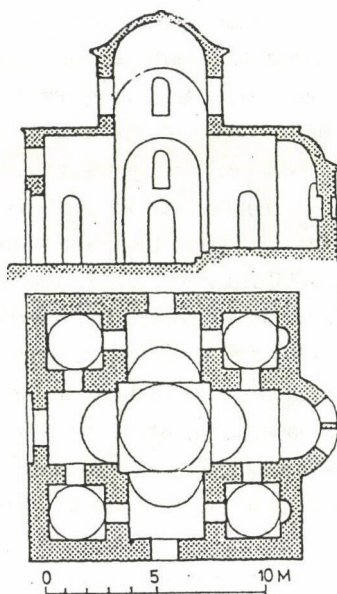
4. ábra. Ani, Apostolok temploma (1031), alaprajz

den esetben a templom kupolateréből van. Ugyanez vonatkozik az egykorú (VII. századi), belül négykaréjos körtemplomokra is (Garni, Bana, Marmasen).

Tényleges zsamatunról a IX–X. századtól beszélhetünk, kialakulása a szerzetes templomokhoz köthető. Ismereteink szerinti legkorábbi előfordulása Tathev kolostortemplomán látható (895–906). Ezt követi Szanajin két temploma, a sz. Istenanya templom (928–944) és a sz. Megváltó templom (966). Ettől kezdve a szerzetesi templomoknál tipikusnak tekinthető, így a további kronológiai részletezés fölösleges. Elszigetelt példaként nem-szerzetesi templomon is előfordul a XI. században: Ani, Apostolok temploma (1031). Itt a funkció bizonytalan, lehetséges, hogy csupán egyszerű formai alkalmazásról van szó. Tovább bonyolítja az értelmezést, hogy a templom nyugati konchájában nincs bejárat, tehát ez a térrész zárt apszisként is fölfogható. Ilyen nyugati "apszis" a korábbiakban előfordult az észak-afrikai liturgiák területén (Sabrata, Leptis Magna), de Núbiában és Etiópiában is (Abdallah-Nirqi, ill. Lalibela). Nyugaton, a gallikán liturgiák továbbfejlődési területén a Westwerk néhány formája (St. Gallen, Fulda) is ilyen megoldást mutat. E térben és időben távoli kapcsolatok vizsgálata messze túlmutatna a jelen tanulmány keretein, ezért részletezésétől eltekintünk.

Az előcsarnok, a narthex a keresztény templomoknak mindig is szerves részét képezte, s képezi napjainkig. Előzménye a zsinagógiai hagyományokban kereshető (koldusok, jövevények, prozeliták helye), de megfelelő vonatkozásai ("pogányok udvara") a jeruzsálemi templomnál is megtalálhatók. Az óke keresztény templomoknál gyakran kettős narthex épült. A külső (exonarthex) előcsarnok liturgikus szempontból érdektelen: gyülekezőhely, a bejárat előtti földött előtér volt. Később, a gallikán liturgiákban ide kerültek a templomon kívül végzendő szertartások (pl. tűzszentelés, templomszentelés első

része stb.). Az exonarthex a római hagyománnyal rendelkező területeken az átriumos udvar keleti szakaszát jelentette (pl. Róma, S. Pietro Vecchio). A belső előcsarnok (endonarthex) már a templom szerves részét képezte, s konkrét liturgikus funkciói is voltak. Itt helyezkedtek el a még nem megkereszteltek (katekumének) és a nyilvános vezeklők. A vezeklőket hamvazószerdán (Húsvét előtti 40. nap) ide vezette ki a püspök, itt öltötték föl a vezeklőruhát, itt szórták meg a fejüket hamuval. Nagycsütörtökön itt fogadták földre borulva a nyilvános fölloldozást, s innen vezette be őket a püspök újra a templomba. A katekumének a keresztelésre várva — többnyire a Húsvét előtti nagyböjti időben, de néha több éven keresztül — itt állva vehettek részt a liturgia első részén. Itt zajlott a "scrutinium" (vizsgáztatás) szertartása (Nagyböjt 4. vasárnapja utáni szerdán), majd a keresztelendők közvetlen előkészítése Nagycsütörtökön. Ahol a keresztelőhely (baptisterium) nem külön épület volt, ott gyakran csatlakozott az endonarthexhez (Nikopolisz, Szunion, Szalona, Torcello). A katekumének ókeresztény-kori helyzetére és a narthex szerepére utaló szavak a bizánci liturgiában napjainkig megmaradtak. A felajánlás előtt a diakonus ma már csak jelképesen szólítja föl távozásra a katekuméneket: "Az ajtókat! az ajtókat! Katekumének távozzatok! Senki a katekumének közül jelen ne legyen!" Megjegyzendő, hogy ez a szövegrész — kissé módosulva — az örmény liturgiában is előfordul, több helyen is. A felajánlás előtt a diakonus énekli: "A keresztelendők, a hitetlenek, a bűnbánók és a tisztátalanok közül senkinek nem szabad az isteni titkokhoz közeledni." Rövidebbel később, a békecsóknál szintén a diakonus énekli: "Köszöntsétek egymást szent csókkal, és mindannyian, akik nem vagytok rá méltók, hogy részesei legyetek ennek a szent titoknak, az ajtó előtt állva imádkozzatok." És végül a Kerub-ének bevezetőjeként a pap énekli: "Az ajtókat, az ajtókat! Bölcsességben figyeljetelek..." Az idézetek azt sugallják, hogy a narthex ilyen szerepe az örmény liturgiában is kezdettől meghatározó volt. De a fől sorolt idézetek mindegyike a liturgia szövegének az ún. bizantikus "rétegeből" származik, tehát a X. századnál korábban nem került be az örmény liturgikus szövegbe. Ugyanakkor viszont már Bizáncban is csak jelképes, hagyományörző szöveg volt, hiszen a katekumenátus ókeresztény formáját ekkor már ott sem használták. A korábbi örmény gyakorlatban viszont nem tudunk róla, hogy számottevő katekumenátus lett volna. Ez sokszor vallás-politikai okokból is nehezen képzelhető el. Így az örmény templomok nagyméretű előcsarnokai nem hozhatók közvetlen összefüggésbe a narthex eredeti rendeltetésével.

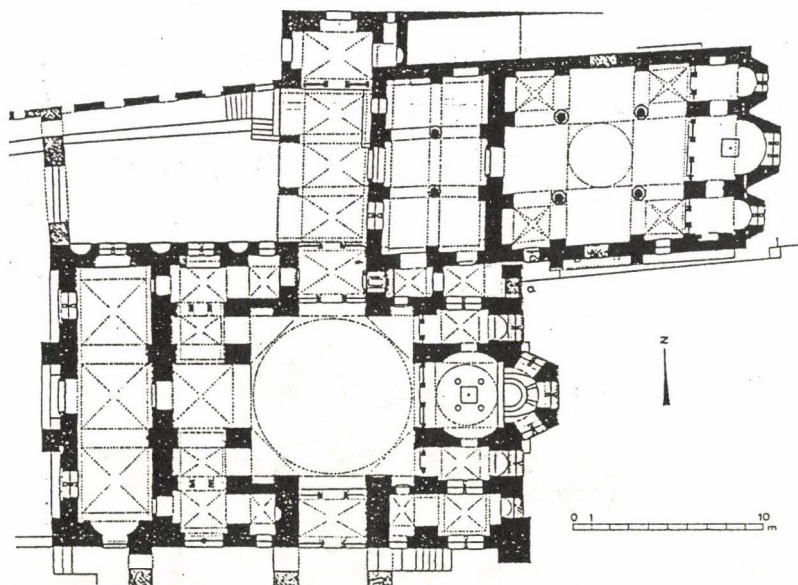


5. ábra. Thesszaloniké, a Hosziosz David katólikon
(V. század vége), alaprajz, metszet

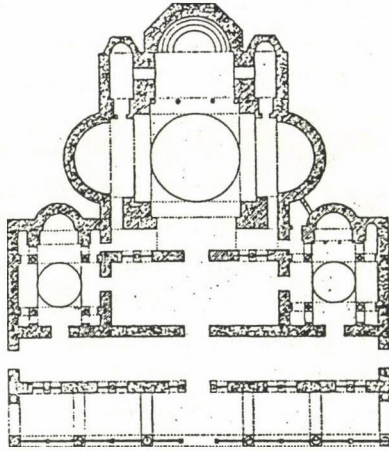
A bizánci liturgia hatásterületén az V—X. század között a narthex nagyjából az ókeresztény-kori formáját őrizte meg, de eredeti rendeltetését fokozatosan elveszítette. A korai szerzetesközpontok főtemplomainál csupán egyszerű exo-narthexet találunk (Konstantinápoly, Sztudion-bazilika, Thesszaloniké, H. Démetriosz, mindkettő 450 körül). Thesszaloniké Hosziosz David katólikonjában (V. század vége) a görögkereszt alaprajzú, kilencosztatú tér olyan megfogalmazásával találkozunk, mely a későbbi örmény középkupolás templomok zsamatun-terének előképe lehet: a nyugati kereszt-szár melletti két helyiség a főhajó felé is nyitott. Ez a — talán perzsa eredetű — térforma viszont bizánci területen sokáig hatás nélkül maradt. Változtatással (a saroktereknek a központi térhez kapcsolásával) a VIII—X. századra alakult ki a középkupolás kilencosztatú tér "klasszikus" formája (Konstantinápoly, Myrelaion; Sztirisz, Hosziosz Lukasz stb.). Utóbbi más szempontból is érdekes. A sztiriszi Sz. Istenszülő templom (946—955) nyugati oldalán az endonarthex már egy önálló, háromhajós, kéttraktusos tér. Ezzel közel egy időben az athoszi szerzetes templomokon az előcsarnok hasonló bővülése, gazdagodása figyelhető meg. Mind a Megiszté Lavra (961), mind a grúz Ivion ko-

lostortemplom nyugati oldalán már az endonarthex egy kéttraktusos, összetett tér, oldalkápolnákkal. Ezt a szakirodalomban "lité"-nek (liti) nevezik, s kifejezetten az athoszi szerzetesi liturgiával hozzák kapcsolatba. Kimutatható, hogy a bazilita szerzetesi közösségekben erre az időre véglegesedett a zsolozsma ünnepélyes rendje, mely ezt a külön reprezentatív teret igényelte. A "polyeleiszon" alatti nagy tömjénezéseknél a szerzetesek a lité-ben állnak, s csak a szertartást vezető pap lép be a templom terébe, ill. lép ki onnan. Ilyenkor a litének a templomhajóba vezető ajtaja úgy "működik", mint a Szent Liturgia (= mise) alatt az apszis király-kapuja. Ez a nagyméretű, összetett előcsarnok a XI. század folyamán a bizánci liturgia hatásterületén általánossá vált: Athén, Panagia Lykodemou (1044 e.); Kithairon, Meletiosz kolostor (XI. század közepe); Daphni, kolostortemplom (1080 körül); Thesszaloniké, Éliasz kolostor (XI. század); Khiosz, Nea Moni templom (1045) stb.

Örményországban a gavit, a szerzetesi templomok nagyméretű előcsarnoka szintén a X–XI. század fordulóján vált általánossá. Kézenfekvő tehát a bizánci "lité" és az örmény "gavit" közös eredeztetése a bizánci szerzetesi liturgiából. Két ide vonatkozó adat: az örmény liturgia a X. század folyamán gazdagodott egy jelentős bizánci "réteggel", különösen az ünnepi liturgia diakonus-szövegeiben. Ugyanakkor tudjuk, hogy Bizánc területéről VII. Konz-

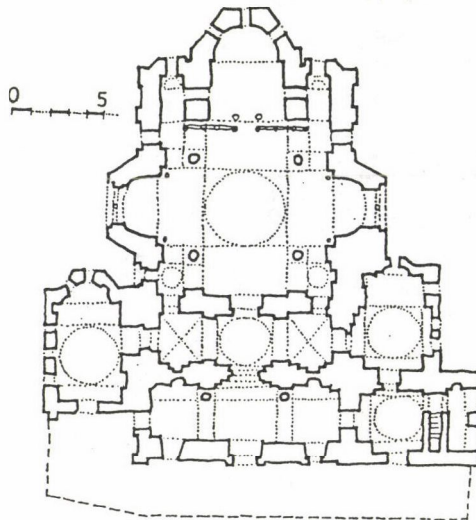


6. ábra. Sztirisz, Hosiosz Lukasz kolostor kettős temploma:
Sz. Istenanya templom lité-vel (946–955) és katólikon (XI. század közepe)
egyszerű előcsarnokkal



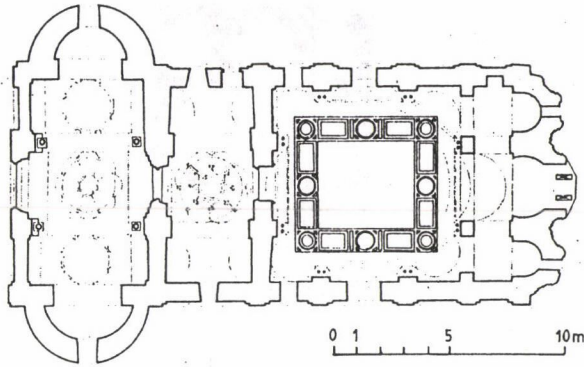
7. ábra. Athosz, Megiszté Lavra (961), alaprajz

tantinosz császár (912–952) 928-tól kiűzte a monofizita (szír és örmény) szerzeteseket. Ezek hazájukba visszatérve magukkal vitték bizánci liturgikus tanultságukat. E két adat szinte magától értetődően magyarázná a gavit elterjedését: a bizantizált örmény szerzetesi liturgia a bizáncihoz hasonló építészeti keretet igényelt. Itt csupán a szigorú időrendiséghez való ra-

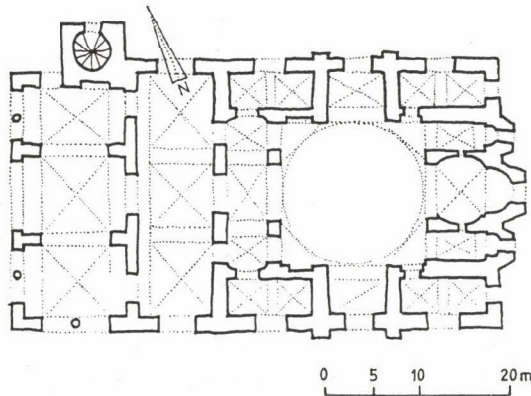


8. ábra. Athosz, Iviron grúz kolostor temploma (X. század 2. fele), alaprajz

a./

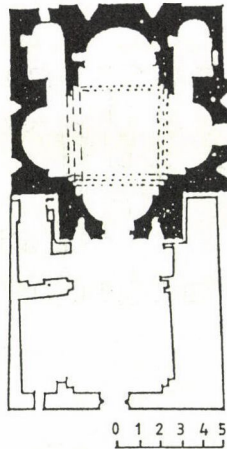


b./



9. ábra. Összetett előcsarnokok a XI. századi bizánci építészetben:
 a) Khiosz, Nea Moni (1045), alaprajz
 b) Daphni, kolostortemplom (1080 körül), alaprajz

gaszkodás jelent némi ellentmondást. Ugyanis a 928-ban hazatelepült szerzetesek az akkori állapot tapasztalatait vihették magukkal. Márpedig — láttuk — a bizánci lité a 950—960-as éveknél korábban nem mutatható ki. További megfontolást igényel, hogy az igen zárt athoszi szerzetesi közösség építészeti formáit (ún. "athonita templomtípus") szabad-e tágabb földrajzi környezetben hatás-kibocsátónak feltételezni? Grúz kolostor (Iviron) volt Athoszbán, de a lité mégsem terjedt el a grúz építészetben. Örmény kolostor pedig nem is volt Athoszbán! Az örmény terület gavitjai — az alábbiakban részletesen látni fogjuk — a X—XI. század fordulójától alakultak ki, tehát a bizánci "lité"-vel nagyjából egy időben. Ugyanakkor a gavit Örményországban sokkal elterjedtebb lett, mint a lité Bizáncban, s kialakítása is sokkal gazdagabb, változatosabb képet mutat. Az alábbiakban a gavit fontosabb előfordulásait tekintjük át időrendben és bizonyos tipológiai szempont szerint.

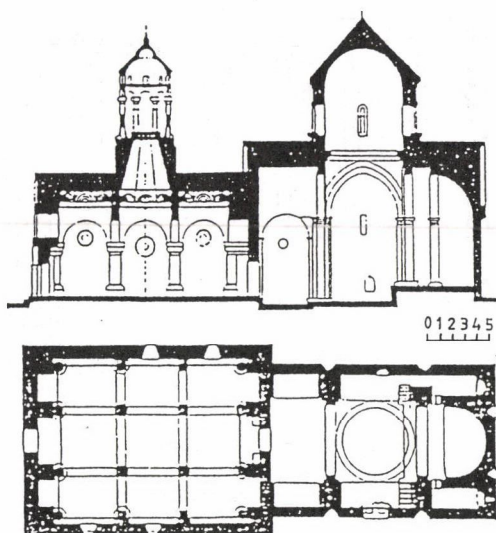


10. ábra. Gnadevank, kolostortemplom (IX—X. század)
és gavit (966), alaprajz

Ennek során kitérünk arra is, hogy a nyugati oldali előtemplom, a zsamatun és a gavit esetenként hogyan kapcsolódik össze, a két funkció hogyan ötvöződik.

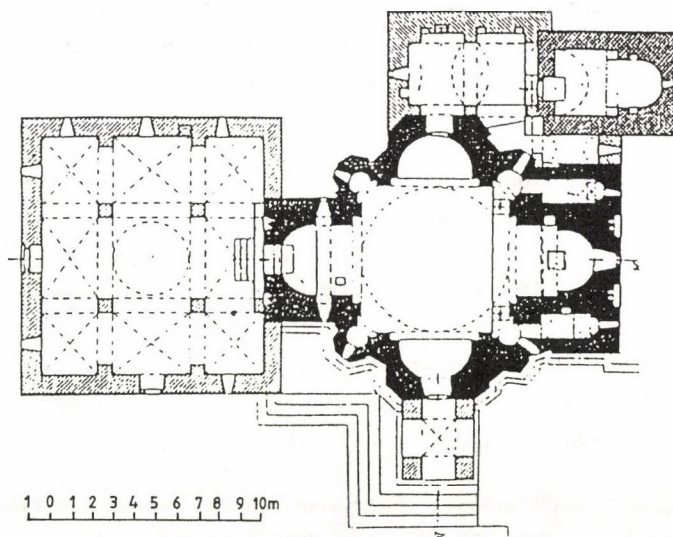
Gnadevank. A kolostor tetrakonchás temploma a IX—X. században épült, szentélye szerint a szír liturgikus gyakorlat szerint. Gavitja közel egykorú (996), ismereteink szerint a legkorábbi az örmény területen. A gavit ket-tős szerkezetű: belső része tulajdonképpen egy narthex a templom nyugati ka-puja előtt. Ennek északi részén egy önálló, kápolnaszerű tér (zsamatun) nyí-lik. Nyugat felől ezt követi a második rész, egyetlen, nagyméretű gavit-tér. Ennek főkapuja a nyugati oldalon van, a temploméval azonos tengelyben. Ro-mos, így fölmenő szerkezete nem ismert.

Horomosz, Sz. János kolostortemplom. Az egyhajós (álháromhajós) templom a X. században épült bizantikus liturgiára mutató apszissal. A szintviszo-nyok miatt bizonytalan ennek a térkapcsolatnak az eredetisége. A nyugatról tengelyesen csatlakozó gavit (1035) korai, de már az örmény gavitok kifej-lett formáját mutatja: 3 x 3 hajós, kilencosztatú tér, a középső négyzet fő-lött opeionnal (jerdik). Ezt a közepén 4 oszlopos formát a továbbiakban 1. típusnak tekintjük. A gavit keleti fele — a kapu melletti tér, kápolnaszerű térrel — a zsamatun csökevényére mutat.

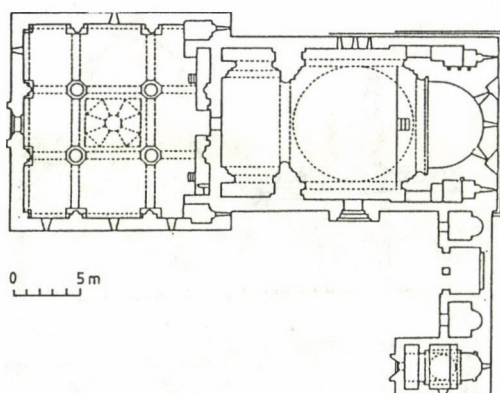


11. ábra. Horomosz, Sz. János kolostortemplom (X. sz.)
és gavit (1035); alaprajz, metszet

Aghtamar, Sz. Sion (Sz. Kereszt) templom. A Van-tavi püspökség templomát Gaghik király alapította, 915–921 között épült. A tetrakonchás templom lényegében a "Hripszime-típus" egyszerűsített változata, de a nyugati oldali



12. ábra. Aghtamar, Sz. Sion (Sz. Kereszt) templom (915–921)
és gavit (1113 után), alaprajz



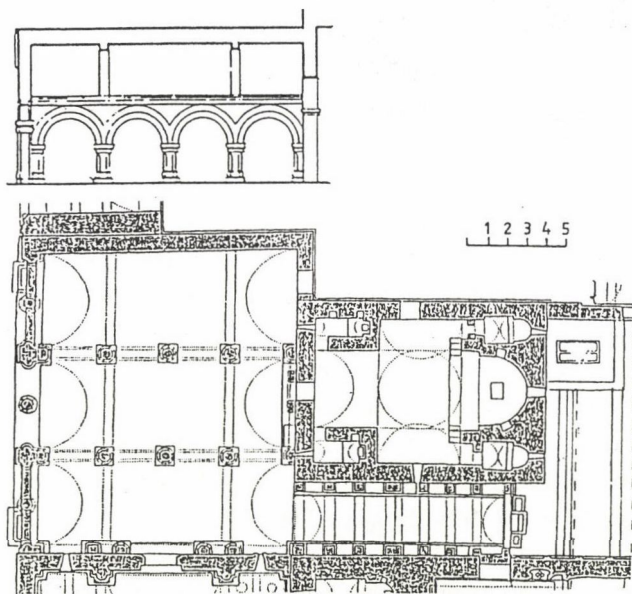
13. ábra. Gecsharisz, kolostor,
Sz. Gergely főtemplom (1003)
és gavit (XII. század), alaprajz

mellékterek nélkül. A források és a helyszíni maradványok, romok alapján a gavit építési ideje a XII. századra tehető, az előbb megismert 1. típus képviselője. Szokatlan és egyedülálló, hogy a gavit itt nem szerzetesi templom része: püspöki templom volt (egészen a XX. századig). Csak feltételezés, hogy ebben a Bizáncban általános "szerzetesi-püspökség" helyi kezdeményezését vélhetjük. Ismeretes, hogy a Van-tavi (aghtamari) püspökség 1113-tól (egészen 1917-ig) ún. autokephal egyházként működött, a kezdeti időben határozottan Bizánc-barát jelleggel. A bizánci szerzetesi alapú püspökségek mintájára talán ekkor terveztek itt is valamilyen szerzetesi-káptalani közösséget, s ennek céljaira — bizánci mintára — építették meg a gavitot. Az épületrész romos, az egykori használatra utaló maradványok nincsenek.

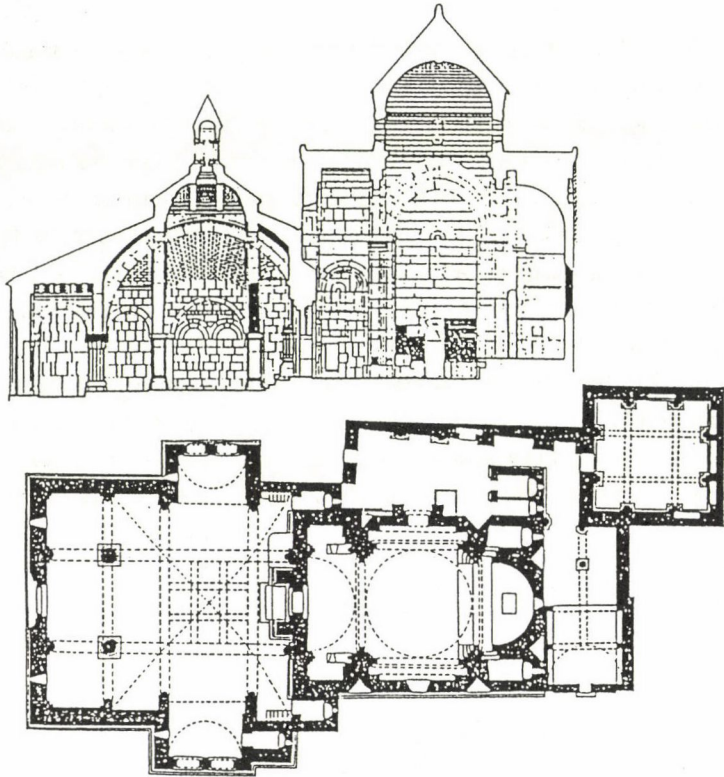
Gecsharisz, kolostor, Sz. Gergely főtemplom. Az 1003-ban épült templomot a XII. században gyökeresen átépítették, ekkor keletkezett a gavit is. Az átépítés a szír hatású szentélyfejet nem érintette. A choran (szentélypódium) jelenlegi középső följáró lépcsője későbbi, és az örmény liturgiától idegen. A templomhoz eredetileg zsamatun nem épült. A XII. századi gavit az immár hagyományos 3 x 3 hajós formában épült (1. típus). Érdekesség, hogy a gavit keleti oldalán, a templomhoz kapcsolódó sarkokban 1-1 kis kápolna keletkezett (zsamatun-funkció részbeni átkerülése a gavit terébe).

Szanajin, kolostoregyüttes. A korai alapítás dátuma bizonytalan. A mai együttes legkorábbi temploma a Sz. Istenanya templom, 928—944 között épült. Szentélye a szír hatású liturgia végzésére utal, a nyugati oldalon, a bejá-

rati tér mellett szabályos zsamatun van. A délről később (966) épített Sz. Megváltó templommal a "kolostorakadémia" folyosója kapcsolja össze. A Megváltó templom térformája azonos a Sz. Istenanya templomával. Lényeges különbség az apszis kialakítása: itt a szentélyfej helyiségei között közvetlen kapcsolat van, jelezve, hogy itt a bizantikus liturgia hatása érvényesült. A nyugati rész, a zsamatun elrendezése a két templomnál azonos. A Megváltó templom gavitja 1185-ben épült, szabályos kilencosztatú tér (1. típus). A templommal csak a tengelyben lévő főkapun keresztül van kapcsolata. Az együttes legkésőbbi tagja a Sz. Istenanya templom gavitja (1211). Ez afféle szükségmegoldásként keletkezett, a Megváltó templom és a Sz. Istenszülő templom nyugati homlokzatát "hozta" közös síkra. Maga a gavit eltér a hagyományos típustól. Egyértelműen háromhajós tér, 3-3 oszloppárral. A hossztengety menti 1 + 2 + 1 ritmus próbál egy centrális középteret kialakítani, nem túl szerencsésen. A gavit nyugati oldala lényegében a pilléreközökben nyitott. A Megváltó templom gavitját és a Sz. Istenanya templom gavitját tengelyesen elhelyezett díszes déli (északi) kapu köti össze. A templom felé nyíló keleti kapu nincs tengelyben (építési adottságok).



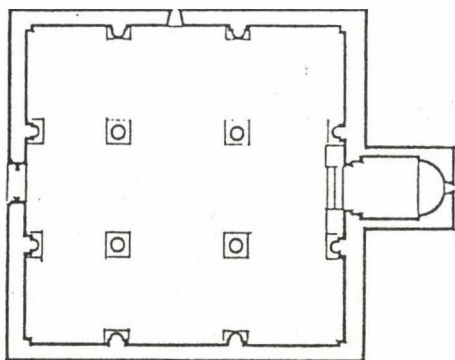
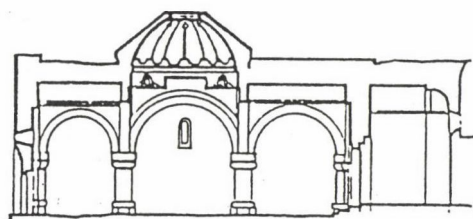
14. ábra. Szanajin, Sz. Istenanya templom (928 944) és gavit (1211); alaprajz, gavit metszet



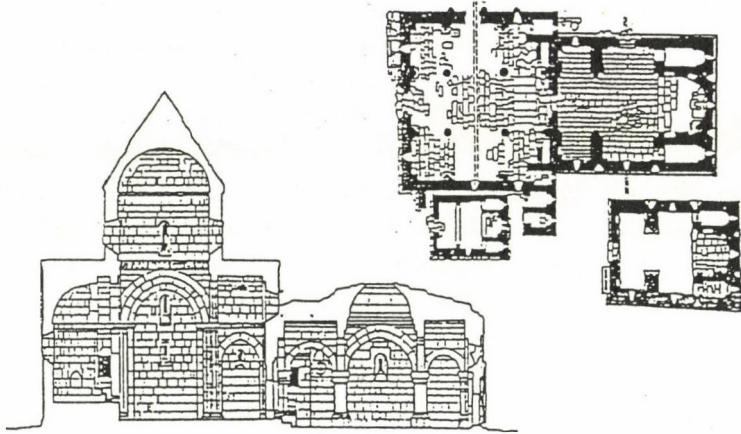
15. ábra. Haghat, kolostor, Szt. Kereszt főtemplom (972–991)
és gavit (1161–1210); alaprajz, metszet

Haghat, kolostor, Sz. Kereszt főtemplom. A 972–991 között épült, építészetiileg "tipikusnak" mondható főtemplom liturgikus szempontból több részletében is figyelmet érdemel. A prothesisz és a diakonikon az apszis terébe nyílik (már a choran magasságában), ugyanakkor a melléktereknek a hajó felé nincs kijáratuk. Ez a térkapcsolat sem az örmény, sem a bizantikus liturgia végzése szempontjából nem szerencsés (a ma használatos, egyszerűsített örmény liturgiában "ideális", de ezt a formát a középkorban nem végezték!). A nyugati oldalon a boltmező két oldaltere csak csökevényesen utal a zsamatun funkcióra. A gavit 1161-től épült, mai formája 1210-ből való. Ismereteim szerint egyedülálló az örmény gyakorlatban a középkupolához kapcsolódó keresztház kiemelése, megnagyobbítása. Legalább ilyen furcsa, de a későbbiekre típusalkotó megoldás a középtér (kupola, lámpás) kialakítása: Az eddigiekben kilencosztatú térként megfogalmazott gavit ilyen térosztása csak a boltozat rajzában érvényesül. 2-2 hevederpár jelöli ki a négyzetes középteret, mely

fölé a — hasonló szerkesztésű — kupola és bevilágító (jerdik) magasodik. A továbbiakban ezt nevezzük 2. típusnak. A gavit keleti oldala liturgikus szempontból is érdekes. A központi térhez az északi és a déli oldalon egy-egy kis kápolnatér kapcsolódik. Ez a motívum arra utal, hogy bizonyos vonatkozásban a gavit keleti része átvette a zsamatun funkcióját. A gavit és a templom padlószint-különbsége annyi, mint a templom és a choran közötti differencia. A templom egész (a gavitba nyíló) főhomlokzata — a mellékterekkel és a díszes főkapuval — emlékeztet a bizánci templomok ikonosztásisz-kialakítására. A kolostorban egykor végzett liturgia menetét nem ismerjük. De szinte önként adódik a feltételezés, hogy ünnepi alkalmakkor a "civil" hívek helye a gavit volt, s az egész templom quasi-szentélyként működött. Ez magyarázatul szolgál az apszis szokatlan térkapcsolatára is. Ünneplés alkalmakkor a gavit két mellékkápolnája töltötte be a protheszisz és a diakonikon szerepét, a hívek csak a gavitban helyezkedtek el, míg az egész templom a papság és a szerzetesek mozgástere volt. Hasonló liturgikus forma a kopt és az etióp rítusgyakorlatból is ismert, hogy ti. a hívek csak a templom előtt vagy annak előterében állnak, míg a teljes templomot a papság használja (lásd Lalibela — Etiópia — sziklatemplomainak liturgikus tere).



16. ábra. Haghat, kolostor,
ún. Amaszp-gavit (1257), alaprajz, metszet



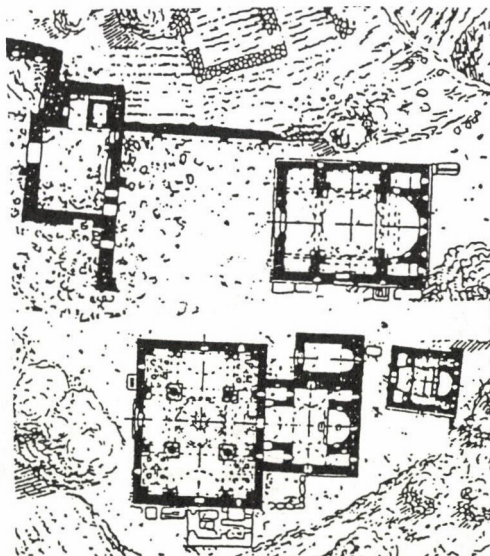
17. ábra. Gosavank, kolostor, Sz. Istenszülő templom (1191–1196) és gavit (1197–1203); alaprajz, metszet

Erre a szokásra, ill. gyakorlatra utal a haghbati kolostoregyüttesen belül egy másik épület is. A Sz. Istenanya templom lényegében egy szerény méretű, egyhajós kápolna. Keletkezése talán a VI–VII. századra nyúlik vissza. Ehhez építették 1257-ben az "Amazasp-gavitot", ami egy négyzetes, kilencosztatú, középkupolás tér (1. típus), a kápolnánál mintegy tízszer nagyobb alapterülettel! A két épületrész (kápolna, gavit) közötti szintkülönbség itt is jelentős, míg a kápolnán belül nincs megemelt choran. A kápolna zarándokfunkcióját figyelembe véve itt is az tűnik valószínűnek, hogy a gavit a "hívek temploma", a kápolna a szentély funkcióját töltötte be.

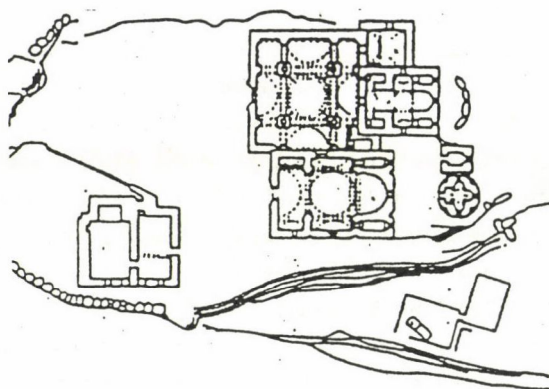
Gosavank (Nor Getik), kolostor, Sz. Istenszülő főtemplom. Haghbathoz hasonló funkcionális változások figyelhetők meg a gosavanki főtemplom gavitjánál is. A kolostort a XII. század 2. felében M'khitar Gos (1133–1213) alapította, sírhelyét is eredetileg a kolostor főtemplomában kívánták elhelyezni. Sírkápolnája csak a halála után épült föl a kolostor-kerületben. Ugyanitt más kegyúri alapítás is történt: 1237-ben Grigor Tegha herceg, Zakare Mekhargerdzeli hadvezér bizalmasa alapította Sz. Gergely kisebbik templomát. De ugyanitt lelt végső nyugalmat a jelentős chacskar-faragó, Poghosz mester is (1291). A korántsem teljes fölsorolás azt kívánja bizonyítani, hogy a XIII. század elejére a kolostorokban egyre nagyobb szerepet játszanak az alapítók, adományozók, kegyurak. Ennek az általunk tárgyalt gavit alakulására is hatása van. A Sz. Istenszülő főtemplom 1191–1196 között épült, a "hagyományörző" stílus képviselője. Szentélyében bizantikus hatás nem érvé-

nyesült. A nyugati rész egyterű előcsarnok, a zsamatun hiányzik. A gavit a templomot követően azonnal megépült (1197–1203), még az alapító életében. A templomnál nagyobb méretű, középkupolás tér, 1. típus. Díszes belső kapuja és két keleti melléktere Haghbatra emlékeztet. Egykorú források említik, hogy a gavitban két oltár (!) volt. Ez tehát újabb példa arra, hogy a zsamatun funkciója esetenként átkerül a gavit keleti részébe. Figyelembe véve a kegyúri funkció előtérbe kerülését, ez azt is jelenti, hogy a gavit-zsamatun egyben a világi kegyurak temetőhelye, a halotti szertartás (hokihankiszd) színhelye is lett. Ellenpéldaként említhető ugyanitt, hogy egyházi személy alapította templomnál ez a funkciócsoport meg sem jelenik: Sz. Gergely nagyobbik templomát 1241-ben Martirosz hajrapet, kolostorfőnök alapította, itt gavit nincs.

Haghardzin, kolostor, Sz. Gergely templom. Gosavankhoz közel, nagyjából azonos fejlődés eredményeként alakult Haghardzin gavitjának sorsa. A X. századi építésű Sz. Gergely templomhoz a Zakarida család a XII. század végén építtette a templom méretét jóval meghaladó középkupolás gavitot (1. típus). A templom keletkezésekor szabályos zsamatunt építettek, ekkor még a kegyúri funkció nem jelentkezett. A gavit aztán a szerzetesi funkciók mellett a



18. ábra. Haghardzin, kolostor,
Sz. Gergely templom (X. sz.) és gavit (XII. sz. vége);
Sz. Istenszülő templom (1071) és gavit-rom (1281); alaprajz

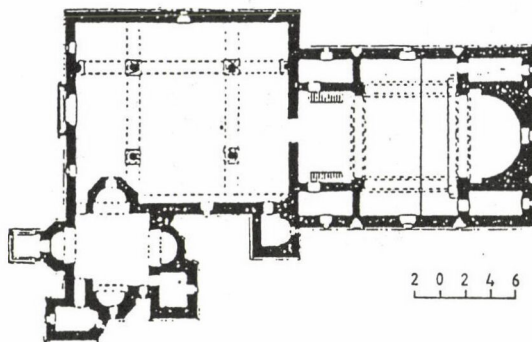


19. ábra. Makaravank, kolostor, helyszínrajz
(gavit 1204–1207-ből való)

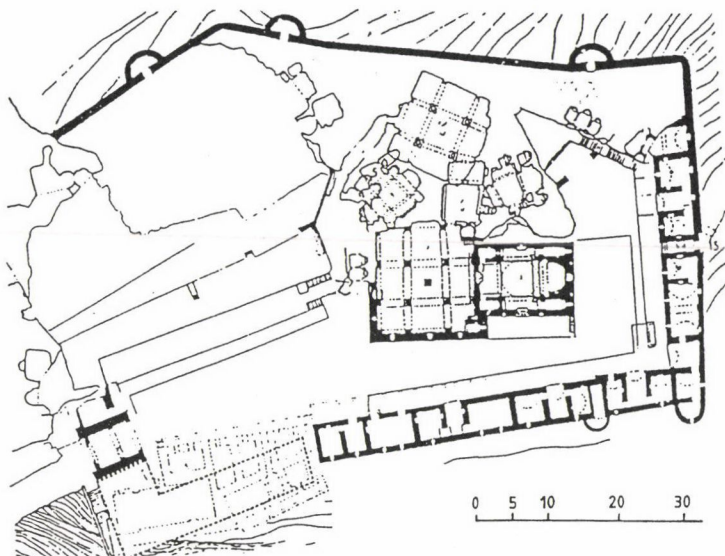
kegyúri család reprezentációs igényeit elégítette ki. A kolostor másik templomához (Sz. Istenszülő templom, 1071) épített hatalmas gavit (1281) annyira romos, hogy sem funkcionálisan, sem tipológiailag nem értékelhető.

Makaravank, kolostor, főtemplom. A főtemplom a X. században épült, "szír" szentélyfejjel és zsamatunnal. A főtemplomtól délre 1204–1207 között épült a Sz. Istenszülő templom, s ugyanekkor a főtemplom gavitja (1. típus). A két épület szerves kapcsolatát biztosítandó a gavit a főtemplom tengelyéhez képest aszimmetrikus.

Harics (Haridzsavank), Sz. Istenanya főtemplom. A kolostoregyüttes legkorábbi tagja a VII. században épült Sz. Gergely kápolna. A főtemplom 1201-



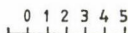
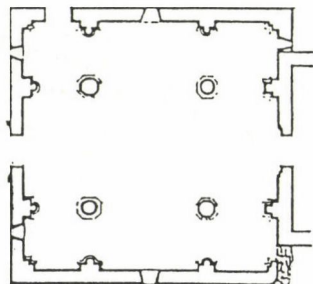
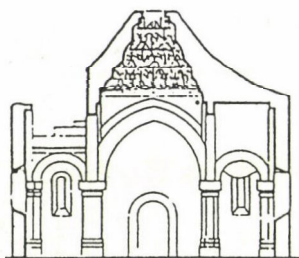
20. ábra. Harics, kolostor, Sz. Istenanya főtemplom (1201)
és gavit (1221), alaprajz



21. ábra. Geghard, kolostor, helyszínrajz
(a gavit 1225–1230 között épült)

ben épült, a gavit 1221-ből való. A szentélyfej szír liturgikus hagyományokra utal, a zsamatun tereihez kapcsolódóan emporium épült. Ez a szokatlan megoldás talán az ebben az időben létező latin kapcsolatokkal magyarázható (Westwerk, ill. nyugati karzat utánzása). A gavit építéskor már mindkét templomépület adottság volt, ezért a szabályos (1. típusú) gavit tengelye a templomhoz képest észak felé eltolódott. Még így is a gavit DNy-i sarkába "belelóg" a Sz. Gergely kápolna északi konchája.

Geghard (Ajrivank), kolostoregyüttes. A gavitnak a kegyúri funkcióval való összefonódása talán legjobban Geghard kolostoránál figyelhető meg. A Krisztus testét átszűrő lándzsáról (= geghard), ill. a részben sziklába vájt telepítésről (ajrivank = sziklakolostor) nevezett kolostor eredete a IV. századra nyúlik vissza. Mai főtemploma, a Sz. Istenanya templom 1180–1215 között épült, bizantikus rítusra mutató szentélyfejjel, szabályos zsamatunnal. A templomnál jóval nagyobb, kilencosztatú gavit (1. típus) 1225–1230 körül keletkezett. Északi felét már a sziklafalból alakították ki, s a két sziklatemplom is innen nyílik. A nyugati sziklatemplomot a kegyúri Kagh'bakjan család megbízásából készítette Galdzak építőmester 1283-ban. A legkésőbbi, a keleti sziklatemplom 1288–1290-ből való, ez már a Prosjan család kegyurasága alatt készült. Ennek önálló szikla-gavitja is van, mely a

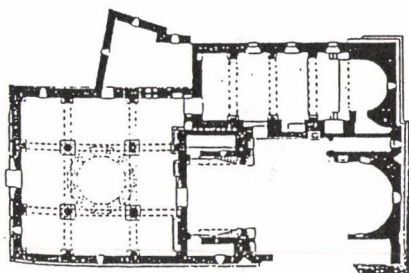


22. ábra. Asztvadz'nakan, kolostortemplom gavitja (1244),
alaprész, metszet

Prosjan család sírhelye is volt. Kétoldali sziklakápolnái a zamatun-funkcióra is utalnak. Az egész együttesről elmondható, hogy elemeinek nagy része (pl. a gavitok) már csak másodlagosan szolgáltak liturgikus funkciót, elsősorban egy-egy család saját kegyúri reprezentációját biztosították.

Asztvadz'nakan, kolostor, főtemplom. A XIII. század közepére kialakult, ill. állandósult a gavit formája, két alaptípusa, s funkciója sem változott. Asztvadz'nakan kolostortemploma 1224-ben, gavitja 1244-ben épült az 1. típus szerint. A kupola (jerdik) esetünkben sztalaktitdíszes álkupola, erős iszlám hatásra vall.

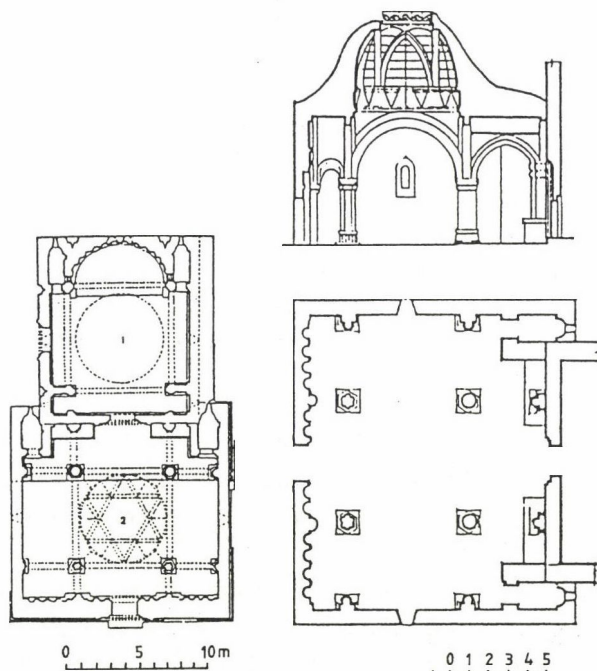
Hovhannavank, kolostor, főtemplom. Itt az első templom még a IV. században épült, ma csak nyugati falsarka áll. Ezt követte a VI. századi "bazilika", egyhajós, dongaboltozatos templom. A mai főtemplom 1216–1221 között keletkezett, a gavit 1250-ból való (1. típus). Aszimmetrikus elrendezését az indokolja, hogy a főtemplomtól északra lévő "bazilika" előcsarnokául is szolgál.



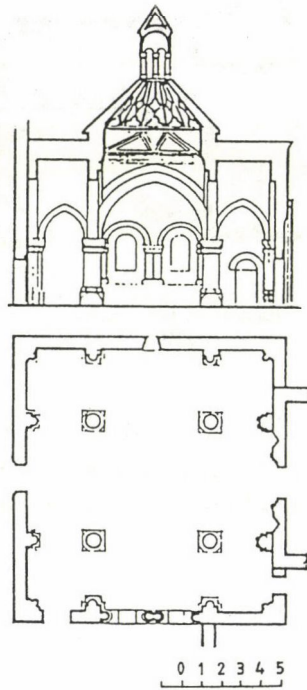
10 12345m

23. ábra. Hovhannavank, kolostortemplom alaprajza
(a gavit 1250-ból való)

Khoranasat, kolostor, főtemplom. A XIII. századi templommal egy időben (1251) épült meg a gavit is (1. típus). A csatlakozó két keleti kápolna a zsamatun-funkcióra utal, a templomnak külön zsamatunja nincs.



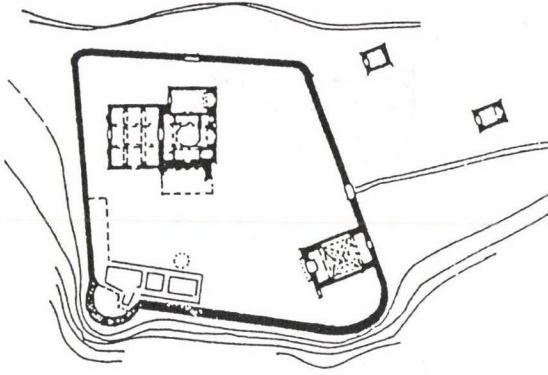
24. ábra. Khoranasat, kolostortemplom és gavit (1251)
a) templom alaprajza, b) a gavit alaprajza és metszete



25. ábra. Szaghmoszavank, kolostortemplom gavitja (XIII. század közepe);
alrajz, metszet

Szaghmoszavank, kolostor, főtemplom. Hasonlóan 1. típusú gavit épült a XIII. század közepén a szaghmoszavanki Sz. Sion főtemplomhoz (1215) is. A templom nyugati részén van szabályos zsamatun, így ez a funkció a gavitban nem jelentkezik. A déli fal reprezentatív áttörését az magyarázza, hogy innen nyílik a könyvtár előcsarnoka is.

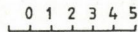
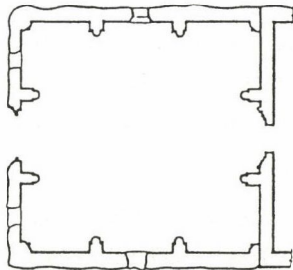
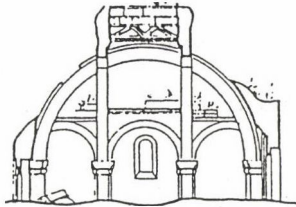
Noravank (Amagu), kolostor, Sz. János templom. Az 1. típusnak nevezett gavit-megoldásnak, de talán az egész gavit-építészetnek is a legkésőbbi emléke a noravanki Sz. János templom gavitja. 1261-ben kezdték építeni, mai formáját azonban csak 1330-ban nyerte el. A hosszan elhúzódó építkezés, ill. az eredeti tervhez képest sokkal gazdagabb befejezés itt is a kegyúri funkcióval magyarázható. Burtel Orbeljan sírhelye eredetileg a gavitban lett volna, s csak a gavit elkészülte után, 1330–1339 között építettek külön kétszintes sírtemplomot a kegyúrnak. Ezt követően nincs tudomásunk további gavitok építéséről. Az újkori szerzetesházak (anapat) templomaihoz már nem építettek ilyen térrészt (Tatev-Medz, Haranc, Alidzor, Sönher, Satin stb.), s az eredeti funkció is mindinkább feledésbe merült. A köztudatban egyre



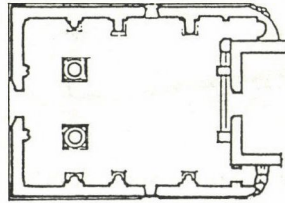
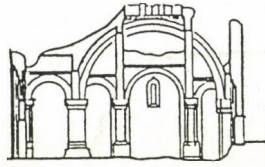
26. ábra. Noravank, kolostor, helyszínrajz
(a gavit 1261–1330 között épült)

inkább a gavit és a zsamatun — szinonimaként — egyszerű előcsarnokot jelentett.

Horakert, kolostor, főtemplom. A XIII. század közepén az eddig ismertett 1. típusú gavitforma mellett egy másik is létezett. Ez a 2. típus még



27. ábra. Horakert, kolostortemplom gavitja (1257),
alaprész, metszet



0 1 2 3 4 5

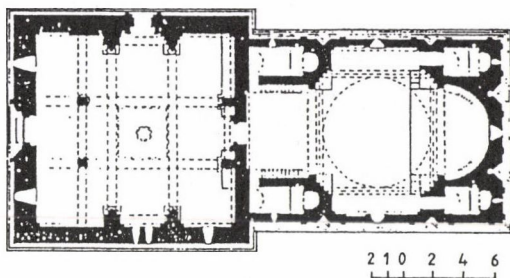
28. ábra. Möskevanik, kolostortemplom gavitja
(XIII. század 2. fele), alaprajz, metszet

Haghatnál jelent meg, de a XIII. század közepéig elszigetelt szerkezeti kísérlet maradt. Itt a gavit egyetlen négyzetes terét 2-2 hevederpár osztja 9 részre, s jelöli ki a középkupola helyét. Haghat gavitját követően ez a típus Horakertben jelent meg: a XII. századi templomhoz 1257-ben építették a gavitot. A szerkezet máig áll, a boltmezők romosak.

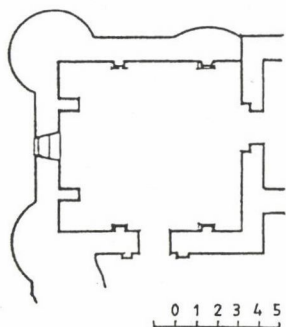
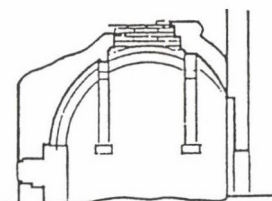
Möskevanik, kolostortemplom. A XIII. század 2. felében épült gavit szintén a 2. típus példája. A gavit az egyhajós templomnál szélesebb, a csatlakozó pontokon két kis kápolna van, jelezve, hogy a zamatun-funkció itt is a gavitba került. A haghati megoldásra hasonlít, hogy a gavithoz nyugatról még egy boltmezőnyi előcsarnok kapcsolódik.

Gandzaszar, kolostortemplom. A XII. századi templom szabályos középkupolás tér szír szentélyfejjel és zamatunnal. A gavit a XIII. század végén épült, a 2. típushoz tartozik. Eltérés, hogy a hevederpárok kiosztása nem egyenletes, így a nyugati oldalon egy oszloppárral leválasztott előcsarnok is helyet kapott.

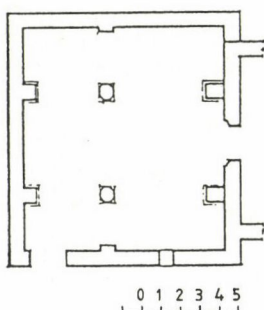
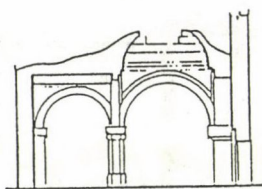
Idzsevan, kolostor, Apostolok temploma. A gavit a XIII. század végén készült, a 2. típus egyszerűsített változataként. Maga a gavit az egyhajós templom és a nyugati körítőfal közötti teret tölti ki, emiatt elrendezése aszimmetrikus, s bejárata is csak a déli oldalon nyílik. Eredeti funkcionális rendje nem értékelhető.



29. ábra. Ganzaszar, kolostortemplom (XII. század) és gavit (XIII. század vége), alaprajz



30. ábra. Idzsevan, kolostor, Apostolok temploma gavitja (XIII. század vége), alaprajz, metszet

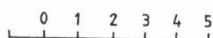
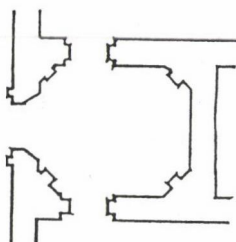
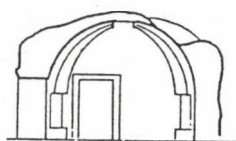


31. ábra. Sahmurad, kolostortemplom gavitja
(XIII. század vége), alaprajz, metszet

Sahmurad, kolostortemplom. Az ismertetett alaptípusoktól függetlenül a XIII. század végén a gavitnak több, egyszerűbb változata is keletkezett. Sahmurad kolostortemplomának gavitját a XIII. század végén Horanik mester építette. Lényegében az 1. típus redukciójaként fogható föl, amennyiben a gavitban csak egy oszloppár van, így az 9 helyett csak 6 boltmezős. A közép-kupola így közvetlenül a templombejárat előtti részre került.

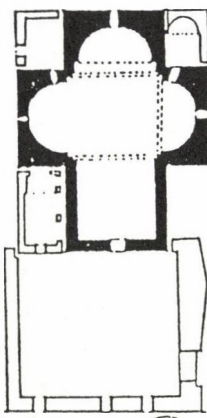
Oromajr, kolostortemplom. Utolsó példánk a gavit — típustól független — elcsökevényesedését, funkcióvesztését mutatják. Oromajr kolostortemplomának gavitja mindössze egy négyzet-alaprajzra szerkesztett hevederes kolostorboltozatos tér, a XIII. század végén készült. Az eredeti funkció teljes elfelejtését vagy meg nem értését mutatja, hogy a gavitnak nyugati, északi és déli bejárata van, de a keleti oldalon, a templom felé zárt. Azt nem kell bizonyítani, hogy ennek a térnek a liturgia végzéséhez már semmi köze sincs.

Ajrivank (Szevan), Apostolok temploma. A X. századi templomhoz a XIII–XIV. század fordulóján építettek előcsarnokot. A szakirodalomban néha ezt is gavitnak nevezik, bár ezt semmi nem indokolja. Elsősorban azért, mert az említett templom nem volt szerzetesi használatban, így a zsolozsmavégzés



32. ábra. Oromajr, kolostortemplom gavitja
(XIII. század vége), alaprajz, metszet

színhelyeként szolgáló gavit indokolatlan. De zsamatunnak sem tekinthető, mert a mellékterek és oltárok hiányoznak. A bejárat a déli oldalon nyílik aszimmetrikus elrendezésben, semmilyen reprezentatív igényt nem elégít ki. Sajnos a csak csekély romokban ismert építményről nem derül ki, hogy a felmenő szerkezete képviselt-e valamilyen reprezentatív értéket, vagy csupán egyszerű, szükségleti építmény szintű előcsarnok volt.



33. ábra. Ajrivank (Szevan),
Apostolok temploma (X. század) és
előcsarnok (XIII–XIV. század), alaprajz

A fenti fölsorolás korántsem teljes. A példákat viszont igyekeztünk úgy válogatni és csoportosítani, hogy abból a térforma fejlődésének egészére következtetni lehessen. Vizsgálatunk elsődleges szempontja a funkció volt, a kialakulást elősegítő feltételek, a használat változása, kapcsolata más templomi-szerzetesi funkciókkal. A szerkezeti-tipológiai különbségekre utaltunk, de azok mélyebb elemzése, a szerkezetben és formában megnyilvánuló hatások vizsgálata már egy következő tanulmány témája lehet. Különösen a 2. típusként jelölt szerkezeti megoldás érdemel külön figyelmet, mert itt az alapszerkesztésen túl a kapcsolódó kupolaszerkezet is számos iszlám elemet tartalmaz. Ilyen példák az iszlám építészet más hatásterületein (pl. Spanyolország, Balkán) is megfigyelhetők. Az örményországi elterjedés idején (XIII. század 2. fele) már politikailag is egyre érelődött a területen az iszlám térhódítás. Csak megjegyzendő, hogy a tárgyalt emlékeken — a gavit típusától függetlenül — a kapukon is egyre erősödő iszlám hatás figyelhető meg. Részletezés nélkül, csupán fölsorolás-jelleggel álljon itt néhány kiragadott példa: Geghard, kolostor déli kapuja (1215); Khoranasat, kolostor-templom északi kapuja (1211—1222); Tegervank, gavit nyugati kapuja (1232); Geghard, gavit nyugati kapuja (1225—1230 körül); Gosavank, Sz. Gergely kisebbik temploma, nyugati kapu (1237); Asztvadz'nakan, gavit nyugati kapu (1244); Szaghmoszavank, gavit nyugati kapu (XIII. század); Harics, főtemplom gavit nyugati kapu (1221 után); Noravank, gavit nyugati kapu (1300 körül) stb.

A zsamatunról és gavitról elmondottakat összefoglalva megállapíthatjuk, hogy mindkét tértípus az örmény szerzetestemplomok liturgikus funkcióival összefüggésben alakult ki a X. századtól kezdődően. A zsamatun mint "nyugati templom" a templomtér szerves részét alkotta, azon belül egy jellegzetes térkapcsolási formát jelöl. Funkciója a liturgiához (= mise) kapcsolódó, de attól független szertartások kiszolgálása volt, s szerepet játszott a zarándoklatoknál is. Előképei elsősorban Szíriában és a kopt liturgia területén lelhetők föl, építészeti megoldása csak áttételesen kapcsolható Bizánchoz. Ezzel szemben a gavit mint önálló nyugati előcsarnok a szerzetesi zsolozsmavégzés helyigényével függ össze. A funkció közös gyökerei a IX—X. századi bizánci szerzetesi liturgiában gyökereznek. Ennek nyomán, de a két területen egymástól függetlenül fejlődött az építészeti megfogalmazás. Bizáncrian az "athonita" liturgia és tértípus hozta létre a "lité"-t, mely azonban csak jóval később került át az általános templomépítési gyakorlatba. A Bizáncriból hazatelepült örmény szerzetesek a saját (bizánci tanultságú) liturgikus hagyományaik kiszolgálására fejlesztették ki a gavitot. Bizonyos esetekben a

két funkció (zsamatun, gavit) együttesen a gavitban kapott helyet, különösen akkor, ha ezt a templom kegyúri funkciója megkövetelte. A templomnál sokszor lényegesen nagyobb gavitok őrzik az örmény építészet II. fénykorának ("ezüst-kor") immár összefonódottan egyházi és világi-kegyúri reprezentációs igényeit.

ÖSSZEFOGLALÁS

A X—XIII. század között az örmény templomépítészet, ezen belül a szerzetesi építészet nagyjából egységes templomtípust teremtett. Ezen belül két térforma, a zsamatun és a gavit egy speciális örmény fejlődés eredményének fogható föl. A zsamatun mint "nyugati templom" a templomtér szerves részét alkotta, azon belül egy jellegzetes térkapcsolási formát jelentett: a nyugati térrészbe nyíló két oldalkápolnát. Funkciója a liturgiához (= mise) kapcsolódó, de attól független szertartások kiszolgálása volt, s szerepet játszott a zarándoklatoknál is. Előképei elsősorban a szír és a kopt liturgia területén lelhetőek föl, építészeti megoldása csak áttételesen kapcsolható Bizánchoz. Ezzel szemben a gavit mint önálló nyugati előcsarnok a szerzetesi zsolozsma-végzés helyigényével függ össze. A funkció gyökerei a IX—X. századi bizánci szerzetesi liturgiában erednek. Ennek nyomán, de a két területen egymástól függetlenül fejlődött az építészeti megfogalmazás. A bizánci terület "lité" terei jóval egyszerűbbek és sokkal kevésbé terjedtek el, mint Örményországban a gavit. A felsorolt példák szerint a gavit szerkezeti kialakításának két alaptípusa alakult ki. Ugyanakkor megfigyelhető, hogy a két funkció (zsamatun, gavit) gyakran keveredett, ill. mindkettő a gavitban kapott helyet. Ebben nagy szerepe volt a XIII. században a kolostorok kegyúri alapításának, jogállásának is.

IRODALOM

- Arakeljan, B. N.: Garni, I—III. Jerevan, 1951, 1957, 1962.
- Azatjan, S. R.: Portali v monumetalnoj arhitekture Armenii, IV—XIV. vv. Moszkva, 1987.
- Berky F. (szerk.): Az ortodox kereszténység. Budapest, 1975.
- Badstübner, E.: Kirchen der Mönche. Union Verlag, Berlin, 1980.
- Brentjes, B.: Drei Jahrtausende Armenien. Leipzig, 1973.
- Brentjes, B.—Mhazakanjan, S.—Stepanjan, N.: Kunst des Mittelalters in Armenien. Berlin, 1981.

- Cramer, M.: Das christlich-koptische Ägypten einst und heute. Wiesbaden, 1959.
- Effenberger, A.: Frühchristliche Kunst und Kultur. Leipzig, 1986.
- Gartkiewicz, P. M.: New Outline of the History of Nubian Church Architecture. Bulletin Antike Beschaving, 55—1980. 1. 137—160. pp.
- Guide-Book of Geghard Monastery, Szurp Édzsmiadzin, 1987.
- Gink K.—Gombos K.: Örményország. Budapest, 1972.
- Guzsik T.: Szakrális építészeti terek funkcióelemzése, I. Keleti liturgiák és építészetük. Budapest, 1988.
- Guzsik T.: Középkori építészettörténeti ábraanyag, I. Róma és a keresztény Kelet szakrális építésze. Budapest, 1994.
- Guzsik T.: Középkori örmény szakrális építészet. Budapest, 1991.
- Guzsik T.: Szimbólumok a középkori örmény építészetben (Zvartnoc, Ani). Építés-Építészettudomány, 1990, XXI, 129—163. pp.
- Guzsik T.: Hagyományörzés és fejlődés az örmény szakrális építészetben. Építés-Építészettudomány, 1992—93, XXIII, 321—349. pp.
- Guzsik T.: Tradíció és fejlődés az örmény szakrális építészetben. Építés-Építészettudomány, 1992, XXIV, 285—291. pp.
- Guzsik, T.: Traditions and development in armenian sacral architecture. Periodica Polytechnica, 1992, 36, 169—174. pp.
- Guzsik T.: Örmény—magyar Miskolcnyv és Énektár. Budapest, 1992.
- Harutjunjan, V. M.: Kamennaja letopisz armjanszkovo naroda. Jerevan, 1985.
- Harutjunjan, V. M.—Szafarjan, Sz. A.: Pamatniki armjanszkovo zodcsesztva. Moszkva, 1951.
- Izmajlova, T.—Ajvazjan, M.: Iszkusztvo Armenii. Moszkva, 1962.
- Jakobszon, A. L.: Ocserk isztorii zodcsesztva Armenii V—XVII. vv. Moszkva—Leningrád, 1950.
- Khalpakchian, O. Kh.: Architectural ensembles of Armenia. Moszkva, 1980.
- Khalpakcsjan, O. H.: Arhitektura Armenii. Vszeobszcsaja isztorija arhitekturi. Moszkva, 1958.
- Khalpakcsjan, O. H.: Szanahin. Moszkva, 1973.
- Khandjian, G.: Sz. Édzsmiadzin. Édzsmiadzin, 1981.
- Koutcharian, G.: Der Siedlungsraum der Armenier unter dem Einfluss der Historisch-Politischen Ereignisse seit dem Berliner Kongress, 1878. Abhandlungen des Geographischen Instituts Anthropogeographie, 43. Berlin, 1989.
- Kunst und Geschichte Nubiens in Christlicher Zeit. Recklinghausen, 1970. (Herausgegeben von E. Dinkler)
- Lippay L.: A keleti egyházak. Budapest, 1934.
- Lindahl, B.: Architectural history of Ethiopia in pictures. Addis-Abeba, 1970.
- Mango, C.: Byzantine architecture. New York, 1974.
- Mnazakanjan, S.—Stepanjan, N.: Architectural monuments in the Soviet Republic of Armenia. Leningrád, 1971.

- Nersessian, S. D.:** The Later Byzantine Empire. Larousse Encyclopaedia of Byzantine and Medieval Art. London, 1981, 137—157. pp.
- Obsesztvo ohrani pamjatnikov isztorii i kulturi Armjanszkoj Sz.Sz.R. sorozat, Jereván, 1987.
- Strzygowsky, J.:** Die Baukunst der Armenier und Europa. Wien, 1918.
- Syriany, Fr. S. al-Habib, B.:** Guide to Ancient Coptic Churches and Monasteries in Upper Egypt. Suhag, 1990.
- Szahinian, A.:** Sz. Hripszime. Sz. Édzsmiadzin, 1978.
- Szhinian, A.:** Garni i Geghard. Moszkva, 1958.
- Tokarszkij, N. M.:** Arhitektura Armenii IV—XIV. vv. Jerevan, 1961.
- Tompos E.:** Az építészet története, középkor. A bizánci és az iszlám építészet. Budapest, 1984.
- Töbrutyán (Gark töbrutyán szörpó Badaraki). Vienna, 1932.
- Utudjian, E.:** Leş Monuments Arméniens du IV^e siecle an XVII^e siecle. Paris, 1967.
- Vogüé, M.—Waddington, W. H.:** La Syrie Centrale. Paris, 1865.

Dr. Krähling János, a műszaki tudomány kandidátusa

A HAZAI EVANGÉLIKUS TEMPLOMÉPÍTÉSZET KUTATÁSÁNAK FELADATAIRÓL

Az evangélikus templomépítészet mint önálló kutatási téma hazánkban egészen újkeletű, e század harmincas éveiben jelentkezik.¹ A téma említése a "protestáns templomépítészet" keretei között sokkal jellemzőbb és gyakoribb.² A kutatás fő feladatait a Dél-Dunántúl evangélikus templomépítészetéről írt dolgozat tapasztalatai alapján próbálom meghatározni.³ A teljességre való törekvés igénye — a témának a társ- és segédtudományok egyéb, máig földolgozatlan vagy csak részlegesen kidolgozott területeibe való beágyazódása miatt is — eleve kizárt. Az evangélikus templomépítészetet önálló témaként kezelve a művészettörténeti, egyháztörténeti és néprajzi vonatkozások mellett a teológiai és liturgiai megközelítés is különösen fontossá válik.

Az evangélikus, illetve tágabban értelmezve a protestáns templomépítészetre vonatkozó elméleti megállapítások kezdete már Luther föllépésének idejére tehető.⁴ Az első önálló protestáns templomépítészetről szóló írást Josef Furtttenbach ulmi városi építőmester adta ki "Kirchengebäu" címmel.⁵ Furtttenbach a harmincéves háború pusztításai után újra fölépítendő templomokhoz ad olcsó, célszerű és jól funkcionáló mintát. A XVIII. század kiemelkedő fontosságú teoretikusa Leonhard Christoph Sturm.⁶ 1711-ben szakvéleményt kértek tőle a félbeszakadt schwerini Szt. Miklós-templom építkezésének befejezéséről.⁷ Sturm szakvéleményében a már meglévő alapfalakból indul ki. Mielőtt saját megoldását bemutatná, hét elvi — a megkezdett épület körvonalait figyelmen kívül hagyó — megoldást közöl, melyek közel ugyanannyi téglából fölépíthetők, mint az eredetileg tervezett épület. Új alaprajzi javaslatának, a háromszög-, négyszög- és köralaprajznak kritikai összehasonlításakor megfogalmazza a protestáns templombelső kialakításának legfőbb kritériumát, a szószék jó elhelyezését. Nicolaus Goldmann "Zivil-Baukunst" című műve Sturm átdolgozásában, 23 kötetben jelent meg. Ennek templomépítészetről szóló nyolcadik kötete 1718-ban látott napvilágot, amelyben — a szakirodalomban első ízben — a katolikus és protestáns templomépítészet összevetése is megtörténik.⁸ Sturm műveinek hatása Európa számos országában,

sőt hazánkban is — pl. Pecz Samu vagy Szeghalmy Bálint templomain — felismerhető. Ő az a szerző, akire a XIX. század folyamán lassan kibontakozó teoretizáló protestáns templomépítészeti szakirodalom állandóan hivatkozik.

Témánk szempontjából fontos a német terület mint a lutheri teológia kialakulásának központja és közvetítője, ahol a múlt század közepétől evangélikus templomok mintatervegűjteményei is elterjedtek. A német tartományi evangélikus egyházak egységének erősítésére 1848 óta évenként összehívott zsinatok állandóan foglalkoztak a templomépítészettel, sőt ezzel párhuzamosan a templomépítészet aktuális kérdéseit és jövőjét tárgyaló konferenciákat is tartottak, és tartanak ma is. E rövid tanulmány keretei nem teszik lehetővé Európa protestáns, illetve evangélikus templomépítészeti szakirodalmának áttekintését, csupán kiemelném, hogy az első világháború után számos regionális jellegű, a témát monografikus és építészettörténeti szempontok szerint feldolgozó tanulmány született.

A hazai protestáns egyháztörténet átfogó kutatása is viszonylag későn indult. A millennium idején, majd azt követően a reformáció 400 éves évfordulójára számos gyülekezet adta ki nyomtatásban történetét. Ezeknek első összefoglalása az 1920-as évektől elsősorban Zoványi Jenő és Payr Sándor munkáiban jelentkezik.⁹ Karácsonyi János 1929-ben megjelent egyháztörténetét elfogultsága ellenére protestáns körökben is érdeklődve és részleges elismeréssel fogadták, hiszen katolikus szerző ilyen alapossággal és adatgazdagsággal még sosem tárgyalta a magyar kálvinista és lutheránus egyházak történetét.¹⁰

Az építészettörténet területén még nagyobb lemaradás tapasztalható. Itt kivételt csupán a középkori eredetű emlékek élveznek, de ezek nem tartoznak szervesen a témához, csupán az evangélikus liturgiai szempontok szerint átalakított belső tér vonatkozásában. Az első és a mai napig egyedülálló evangélikus templomépítészeti összegzésre a Kemény Lajos és dr. Gyimesy Károly által szerkesztett, 1944-ben megjelent "Evangélikus templomok" című kézikönyv vállalkozott. Az ebben közreadott adatok az utóbbi ötven esztendő evangélikus templomépítészeti kutatásainak alapjául szolgáltak. A mű utolsó, topográfiai fejezetének szöveges része a háború miatt nem készülhetett el, ezért hiányos felsorolásban csak az egyes emlékek fotóját és építésének idejét adták közre, így a mű befejezetlen maradt. A hiányosságok az ezt forrásként kezelő későbbi művekben, például Genthon István topográfiaiban vagy evangélikus templomokat is tárgyaló művészettörténeti munkákban, sőt a műemlékjegyzékben is ugyanúgy jelentkeznek.

A Kemény—Gyimesy-féle kötetben jelent meg dr. Friedrich Loránd tanulmánya, amelyben a hazai evangélikus templomépítészet újkori fejlődését vizsgálja tértípusok szerint. Tipológiai csoportosításban olasz kiindulású, azaz Il Gesù-t követő, német kiindulású, vagyis Sturm hatását közvetítő, a charrentoni hugenotta imaházat követő bazilika mintájú, valamint centrális (a kör és az ellipszis, valamint ezek bővített változatait tartalmazó) rendszereket határoz meg. Az egyes osztályokat nem köti tájegységekhez, csupán egyedi emlékekhez, de az említett példák eloszlásában tulajdonképpen egy területi tipológia csírái jelentkeznek. Friedrich idő hiányában csak a templomok alaprajzát és felépítményét vizsgálja, de — mint írja — a jövőben feltétlenül szükség lesz arra, "hogy az alaprajzokban, felépítményekben vagy homlokzatokban megnyilvánuló rokon vonások eredetét történelmi alapon alátámaszszuk".¹¹

E történelmi szempontok szerint végzendő, alapvető kérdéseket tisztázó tipológiai vizsgálódások Bibó István¹² és Winkler Gábor¹³ nevéhez fűződnek. A kortárs szlovák kutatók közül Katarína Biathová, Alexander Fricky és Silvia Paulusová tanulmányai sorolhatók ide.¹⁴

A népi építészet kutatói is foglalkoztak protestáns enteriőrökkel, azonban a feldolgozásokból — mint pl. R. Tombor Ilonának a festett famennyezetekről és rokon emlékekről szóló művéből is — az evangélikus templomok néhány kivételétől eltekintve jórészt kimaradtak.¹⁵ A téma néprajzzal határos területe, az ellenreformáció korlátozó intézkedéseinek hatására kialakuló XVIII. századi fa- és sövénytemplom-építészet csaknem teljesen feldolgozatlan, itt mindössze egy alapvető munkát említhetünk: Körmendy Józsefnek a veszprémi római katolikus egyházmegyéjét feldolgozó, 1971-ben megjelent kistopográfiaját.¹⁶ Körmendy József munkája fontos adalékokkal bővítette Balogh Ilona és Domanovszky György faépítészetéről szóló tanulmányait, eddig ismeretlen adatokat szolgáltat a XVIII. század szinte efemerként jellemezhető imaházépítészetéről, külső kialakítás és belső elrendezés terén egyaránt.

Bibó István 1967-ben megjelent tanulmányában az Alföld protestáns templomépítészetének történelmi gyökereit tisztázza.¹⁷ Arra a kérdésre keresi a választ, hogy a XVIII. század végén fellendülő téglalapépítészetben miért olyan erős a hosszhajós típushoz való ragaszkodás, amikor a liturgikus tér középpontja leggyakrabban a hosszhajó oldalfalának közepére esik.¹⁸ Magyarázatot keres arra, hogy a téglalap alaprajzú, két keskenyebb végén karzatokkal beépített templomtér toronnyal átellenes vége miért lekerekített, jöllehet ez a lekerekítés sokszor csak elenyészően kicsi, csupán fél arasznyi. Bibó ebben a középkorban gyakori, tornyos—hosszhajós—szentélyes templomforma tí-

pusának továbbélését mutatja ki, melyet a XVI—XVIII. századi fa- és sövénytemplomok közvetítették a Türelmi Rendelet utáni téglá- és kőépítészethez. Winkler Gábor a Nyugat-Dunántúl torony nélkül épített, magtárforma megjelenésű, belül karzatokkal háromhajóssá alakított jelentősebb templomainak építészettörténetét dolgozta föl.

Mindezek alapján a magyarországi protestáns templomépítészet tipológiai csoportosítását Bibó István vázolta föl 1984—85-ben közölt alapvető tanulmányában.¹⁹ Két fő alaprajzi típust különböztet meg: a Felvidékre jellemző centrálisat és a többi területre jellemző hosszanti négyszög (oblongum) típust. Ez utóbbi típuson belül az egyik csoport a nyugat-magyarországi torony nélküli teremtemplomok csoportja, a másik az Alföldre jellemző tornyos—hosszházás—szentélyes forma. A tornyos—hosszházás—szentélyes variánson belül az enteriőr kialakításában, az úrasztala, ill. oltár és a szószek elhelyezésében különbözik a református és az evangélikus megoldás. Ezt a tipológiai fölosztást követi Winkler Gábor 1992-ben megjelent tanulmánya az "Evangélikus templomok Magyarországon" c. kötetben.²⁰ A kutatók hangsúlyozzák, hogy e tipológiai fölosztásban az adott területtől távol elhelyezkedő kivételek is akadnak, és e távoli párhuzamoknak rendszerint a történeti gyökere is megtalálható.

E számvetés alapjául szolgáló dolgozatomban²¹ az eddigi fölosztást egy új csoporttal bővíttem. A Dél-Dunántúl evangélikus templomai külső kialakításukban az alföldi típussal rokonok, amelyet a "torony—hosszház—diadalív nélküli szentély" képlet jellemez. A nyugat-magyarországi emlékektől eltérnek a torony következetes, szervesen az épületbe komponált használatában, valamint a szögletes vagy íves szentélyzáródásban. Belső terükben a hosszanti, U alaprajzú karzatok és a közöttük levő szabad légtér a háromhajós templombelsőket idézi, a tér centrális jellegű térvolumenként kezelt szentélytérrel zárul. Ez a kialakítás mind az alföldi "szélirányos",²² mind pedig a nyugat-magyarországi háromhajós, az egyenes szentélyfalig húzódó és a középteret csaknem teljesen körbefogó karzatokkal beépített csarnoktértől eltér.

Ennek a formai jellegű megfigyelésnek történeti magyarázata van. A Dél-Dunántúl evangélikus templomainak külső megjelenése, a homlokzatok kialakítása a néhány évvel korábban fölépült, a kamarai típusstervek hatását tükröző dél-dunántúli falusi katolikus templomokéval rokon. Az enteriőrök vizsgálatánál megállapítható viszont, hogy a terület XVIII. századi oratóriumépítészetét is ugyanilyen belső elrendezés jellemezte.²³ Az oratórium-tér karzatokkal történő beépítése funkcionálisan is, valamint a helyszűke miatt is indokolttá vált, de hozzátehetjük ehhez, hogy a kizárólag külföldön tanuló

lelkészek és a német telepesek is magukkal hozhatták a nyugati és északi országokban kialakult, karzatokkal változatosan tagolt protestáns enteriőrök mintáit és hagyományait. Itt azonban egy hosszanti elrendezésű, oblongum alaprajzú térben kellett a karzatokat elhelyezni, amelyből lehetőségként a szentély, valamint a benne álló szószékoltár teológiai-liturgiai fontosságának megfelelő kihangsúlyozása adódott. Ez a dél-dunántúli emlékcsoportnak sajátos, az eddigi tipológiai csoportosításban új helyet biztosít.

Az eddigiek figyelembevételével összefoglalhatók azok a szempontok, amelyekre a jövőben több figyelmet kell fordítani. Először az alaprajzi, illetve térszervezésbeli sajátosságokat tekintsük át. Nyilvánvaló, hogy a Türelmi Rendelet után föllendülő protestáns templomépítézet tértípusai már a XVII–XVIII. századi imaházépítézetben kialakultak, ezért a fa- és sövényfalú imaházak kutatása a téma szempontjából kulcsfontosságú. Ennek legfőbb, sőt kizárólagos forrásai a parochiák historia domusai és anyakönyvei, az Evangélikus Országos Levéltár canonica visitatioi és az Országos Levéltár helytartótanácsi levéltára, továbbá a XVIII. század előtti anyag vonatkozásában az egyes római katolikus egyházmegyék levéltárai.

A karzatokkal beépített belső tér mintáit, előképeit a nyugati protestáns országokban, elsősorban Németország keleti tartományaiban kereshetjük. A hazai evangélikus templomépítézet e nemzetközi vonatkozásait a szakirodalom nem tárgyalja egységesen és átfogó jelleggel. Míg a legfőbb forrást, Luther művészetre és templomépítézetre utaló megnyilatkozásait általában kellő súllyal említik, addig az ezen elvek alapján megvalósuló, a helyi, illetve tartományi tradíciókból is táplálkozó külföldi és hazai protestáns templomépítézet átfogó, elemző összevetését mindmáig nem végezték el. Kutatásaimban elenyészően kevés erre vonatkozó új adat került elő, ami közvetve így is a hazai falusi-mezővárosi helyi fejlődés meghatározó jellegét látszik bizonyítani.

Az egyik kérdés az, hogy a reformáció kezdete óta fölépült nyugati (főként német, holland és svájci) protestáns, és ezen belül evangélikus templomépítézet típusai, amelyeket Leonhard Christoph Sturm művei foglaltak össze elemző jelleggel elsőként, és gazdagítottak újabb javaslatokkal, milyen csatornákon jutottak el Magyarországra. Az egyik út a kizárólag nyugati egyetemeken képzésben részesülő lelkészek közvetítésével, élményeik alapján képzelhető el. Erre konkrét adatot találni az ilyen jellegű források és kutatások hiánya miatt igen nehéz.²⁴ Például a lehetséges források között szóba kerülhet az ún. "Hallei Magyar Könyvtár", amelynek eddigi földolgozásai azonban kevés használható adattal szolgáltak.²⁵ A lelkészek mellett a főúri,

nemesi mecénások, templomépítők műveltsége révén is számottevő építészetre vonatkozó ismeret juthatott el evangélikus gyülekezetekbe. Királyfalvi Róth Tamásnak, akinek a XVIII. század közepéről származó polgári és katonai építészetéről írt jegyzetét ismerjük, a sziráki templomépítő, nagy műveltségű Róth Johanna volt a lánya.²⁶ Bibó István említi még Szeneczey Bárány Kristóf hadmérnököt, akinek nagy műgonddal és gyönyörű ábrákkal ellátott 1789-es kézírata feltehetően a külföldi egyetemeken megtanult összefoglalását jelentette saját, leendő könyvtára számára.²⁷ E szerző személyéről keveset tudunk, csak azt vehetjük szinte biztosra, hogy evangélikus kismemesi családból származott. Talán leszármazottja lehetett a tolnai evangélikus esperesség megszervezőjének, Szeniczei Bárány György esperesnek. Ezeket az adatokat további kutatásokkal szükséges bővíteni, és az összefüggéseket tisztázni. Egy további lehetőség, ha Sturm mintakönyveinek magyarországi, ezen belül a helyi mesterek körében föllelhető példányaikat kutatjuk. Erről is igen kevés konkrét adat ismert. Cs. Dobrovits Dorottya és Bibó István föltárt adatai alapján nem zárható ki, hogy a vidéki kismesterek ismerhették ezeket, de az ezt bizonyító tények, pl. hagyatéki leltárak mindmáig nem ismertek.

E részletkérdéseken túlmenően elgondolkodtató, hogy Sturm 1712-ben Hamburgban kiadott "Architektonisches Bedencken von Protestantischer Kleinen Kirchen Figur und Einrichtung" című műve — Bibó Istvánnak 1978-ban írt, a magyar építészeti szakirodalom kezdeteit tárgyaló alapvető tanulmánya szerint is — Magyarország könyvtáraiban nem ismert. Ezzel szemben viszont a Kemény—Gyimesy-féle evangélikus és Kováts J. István-féle református kézikönyvben szerepelnek ennek a füzetnek az ábrái is, más külföldi művekből átvéve.²⁸ E monográfiák pontatlan adatai, valamint a félreérthető ábraalíráások sok későbbi, Sturmra utaló téves megállapításnak váltak forrásaivá. Sturm említett 1712-es művében 9 protestáns templomalaprajz, pontosan ugyanannyi szerepel, mint az 1718-ban kiadott, sokkal bővebb "Vollständige Anweisung alle Arten von Kirchen wohl Anzugeben" c. traktátusában. Ez utóbbi jóval ismertebb volt ugyan, de éppen Kemény—Gyimesy és az e kézikönyvet forrásul használó cikkek nem említik. Ez a véletlen ábraszám-egybeesés, valamint a kritika nélkül átvett ábrák szintén sok hibát szültek. Tehát Sturm szerepének tisztázása a jövő egyik fontos feladata. Ezzel párhuzamosan fontos a hugenotta imaház-típus elterjedésének, illetve a sziléziai centrális evangélikus templomok magyarországi hatásának vizsgálata.

A XVII—XVIII. században kialakult, karzatokkal variált hazai protestáns enteriőr-típusok a XIX. század végéig lényegében meghatározók és változatlanok maradtak. Az eklektizáló historizmus tért vissza az egységes teremtér

gondolatához, de itt már önálló típusokról nem beszélhetünk, a stíluskör vagy stílusigazodás mértéke sokkal fontosabbá válik az egyes emlékek kutatása kapcsán. A XX. század hazai evangélikus templomainak kutatása kapcsán néhány építész — elsősorban Sándy Gyula és Szeghalmy Bálint esetében — az életmű-monográfia központi része lesz a protestáns, ill. evangélikus templomépítészettel foglalkozó fejezet.

A témához kapcsolódó művészettörténeti kutatásokat nem kívánom részletesen áttekinteni és értékelni, csupán néhány megjegyzés erejéig említeném. Az Evangélikus Országos Múzeum igazgatója, dr. Fabiny Tibor vezetésével már régóta folyik az egyházközségek tulajdonában lévő úrvacsorai edények, korpuszok és egyéb iparművészeti emlékek összeírása. Mindezek mellett fontos lenne az oltárképek összeírása is, hiszen ennek az állománynak csak töredékét ismerjük, így értékével sem lehetünk tisztában. A korabeli oltárokat és berendezéseket, a festők, szobrászok, iparművészek, vándorfestők és festőasztalosok munkásságát tárgyaló, témánk szempontjából fontos résztanulmányokat — elsősorban Baranyai Béláné, G. Györfly Katalin, R. Tombor Ilona és Zsuzsanna kutatásait — új adatokkal és szempontokkal gazdagíthatnánk.

Vázlatos áttekintéssel nem szeretném azt sugallni, hogy a hazai lutheránus templomok építészettörténetét önállóan kellene megírni. Mondandómból azt hiszem kitűnt, hogy ennek az épülettípusnak a története csak az adott korszak, valamint a keresztény templomépítészet átfogó egészében tárgyalható, így ragadhatók meg azok a jellegzetességek és művészettörténeti áramlatok, amelyek e csoport helyét Magyarország építészettörténetében kijelölik.

JEGYZETEK

¹Lásd pl. Györy Aranka: Evangélikus templomművészet Budapesten. Kiadják a budapesti evangélikus egyházak, 1935.

²Galavics Géza: "Barokk" és "A felvilágosodás kora (1780—1800)". In: A művészet története Magyarországon. Gondolat, Bp. 1983, pp. 215—329.; továbbá Dercsényi Dezső—Zádor Anna: Kis magyar művészettörténet. Képzőművészeti Alap, Bp. 1980, pp. 264—265.

³Krähling János. Evangélikus templomépítészet a Dél-Dunántúlon — egy hagyományos templomforma kialakulása a XVIII. század végén. Kandidátusi értekezés (kézirat), 1994.

⁴Langmaack: Evangelischer Kirchenbau im 19. und 20. Jahrhundert. Johannes Stauda Verlag, Kassel, é.n. (1971), p. 180.; Kemény Lajos—Dr. Gyimesy Károly (szerk.): Evangélikus templomok. Athenaeum, Bp. 1944, p. 259.

⁵Josef Furttenbach: Kirchengebäw. Der Erste Theil. In was Form und gestalt nach gerecht: erforderender Mensur, der Länge, Braitte und Höhe ein Mittel grosses wolgeproportionirtes und beständiges Kirchengebäwlin Beneben seinen sonderbaren Hochnutzlichen Commoditeten: Item wo und an welchen Orthen der Tauffstein und Altar Sowohlen die Capellen, Sacristia, Cantzel, Bibliotheca, Orgel und Gloggen-thurm neben dem bequemen Gestüel u. Ihren gebührenden Stand

haben sollen. Gleichfalls wie dieselbige Kirchen Ornament, mit geringen Unkosten aufzubauen dass hernach grosse Nutzbarkeiten hiervon zugewarten wären ... Durch Joseph Furttentach den Jüngern. Augspurg, 1649.

⁶Született 1669. november 11-én Altdorf bei Nürnbergben, meghalt 1719. június 6-án Blanckenburgban (Harz), vö. Thieme-Becker: Künstlerlexikon vol. XXXII. Leipzig, 1938, p. 254. 1711. március 27-én mecklenburgi hercegi kamarai tanácsos és "Bau Director" lett — Langmaack, i. m. p. 291.

⁷1710-ben meghal Jakob Reutz mérnökszázados (Ingenieur-Kapitän), a schwerini Nikolai-kerche építészé (vö. Langmaack, i. m. p. 181.). A szakvélemény "Architectonisches Bedencken von Protestantischer Kleinen Kirchen Figur und Einrichtung" címmel jelent meg Hamburgban, 1712-ben.

⁸Leonhard Christoph Sturm: "Vollständige Anweisung alle Arten von Kirchen wohl anzugeben", Augspurg, 1718.

⁹Zoványi Jenő: Magyarországi protestáns egyháztörténeti lexikon. Szerk. dr. Ladányi Sándor. 3. kiadás, Budapest, 1977. Zoványi Jenő: A reformáció Magyarországon 1565-ig. Génus kiadás, é. n. (1921). Payr Sándor: Egyháztörténeti emlékek. I. kötet. Sopron, 1910.; ill. uő: A durántúli evangélikus egyházkerület története. I. kötet. Sopron, 1924. A későbbi összefoglalások közül: Bíró Sándor—Bucsay Mihály—Tóth Endre—Varga Zoltán: A magyar református egyház története. Budapest, 1949.

¹⁰Karácsonyi János: Magyarország egyháztörténete. Veszprém, 1929.

¹¹Kemény—Gyimesy, i. m. p. 175.

¹²Bibó István: "Az Alföld későbarokk és klasszicista építészetének néhány kérdése". Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények 1967/3—4, pp. 525—567. Uő: "Egy sajátos későbarokk építészeti emlékcsoport az Alföldön". Építés- Építészettudomány V (1974), 3—4, pp. 509—515. Uő: "Der protestantische Kirchenbau in Ungarn um 1800. I—II". Mitteilungen der Gesellschaft für Vergleichende Kunstforschung in Wien, 36. évf. 3. sz. (1984. szept.) és 37. évf. 1—2. sz. (1985. febr.).

¹³Winkler Gábor: "A soproni evangélikus templom helye Sopron építészetében". In: Zádor Anna—Szabolcsi Hedvig (szerk.): Művészet és felvilágosodás. Akadémiai Kiadó, Bp. 1978, pp. 161—207. Uő: "Korai nagytemplomaink természete". Diakónia 1986/2, pp. 52—60.; uő: "Építészettörténeti áttekintés". In: Evangélikus templomok Magyarországon. Hegyi & Társa Kiadó, Bp. 1992, pp. XXV—XLV.

¹⁴Biathová, Katarína: Dreveny panteon. Tatran, Bratislava 1976.; Fricky, Alexander: "Drevené artikulárne kostoly na Slovensku". Vlastivedny Casopis XXVII/2 (1978), pp. 89—93.; Paulusová, Silvia: "Artikulárne kostoly". Pamiatky a múzea 1995/4, pp. 50—55.

¹⁵R. Tombor Ilona: Magyarországi festett famennyezetek és rokonemlékek a XV—XIX. századból. Akadémiai Kiadó, Bp. 1968.

¹⁶Körmeny József: "Fa- és sövénytemplomok a Veszprémi Egyházmegye területén a XVIII. században". A Veszprém Megyei Múzeumok Közleményei 10 (1971), pp. 53—84.

¹⁷Lásd a 12. sz. jegyzetben idézett 1967-es tanulmányt.

¹⁸Bibó István, i. m. pp. 527—528.

¹⁹Lásd Bibó István 1984—85-ben közölt tanulmányát a 12. sz. jegyzetben.

²⁰Winkler Gábor tanulmányát (1992) lásd a 13. sz. jegyzetben.

²¹Lásd a 3. sz. jegyzetet.

²²A "szélirányos" belső elrendezés a torony—hosszhajó—szentélyből összeálló templomtípusnál fordul elő, ahol az enteriőrt a torony alatt megközelítve a szószekoltár a templomhajó oldalfalán, a látótér "széle irányában" tárul föl. A kifejezést főként evangélikus templomokról szóló munkákban használják, pl. Kemény—Gyimesy, i. m. p. 266., de használja Kotsis Iván (Egyházi épületek és műtérnyak gondozása. Bp. 1971, p. 127. — itt "széles templom" szerepel), illetve Foltin Brunó is (Evangélikus templomok Magyarországon. Hegyi & Társa Kiadó, Bp. 1992, p. XIX).

²³Az oratórium jelentése (imaház, imaterem) e téma vonatkozásában egyedi. Az oratórium, ill. templom közötti megkülönböztetés itt nem pusztán építészeti, épületszerkezeti (falazat anyaga) vagy csupán egyházi megkülönböztetést takar. Az oratórium általában szerény, igénytelen, inkább lakóháza vagy magtárra emlékeztető istentiszteleti helyet jelent, amely az 1630-as évektől az 1790-es évek elejéig a protestáns templomok hivatalos elnevezése volt. Vö. a 3. sz. jegyzetben i. m., pp. 22–25.

²⁴Vö. pl. Szeniczey Bárány Pál ev. esperesről közölt adatokat Bucsay Mihály: "Szemian Mihály tanulmányútja 1770–74-ben Halléban, Jénában és más német egyetemen, úti emlékkönyve alapján". Bp. 1942, pp. 15., 43.

²⁵Vö. pl. Pálfi Miklós: "Jelentés a Hallei Egyetemi Magyar és Délkelet-európai Egyházi Kutatóállomás működésének második szakaszáról..." Bp. 1943.; illetve Bucsay Mihály: "Régi magyar könyvek a hallei magyar könyvtárban". Bp. 1941.

²⁶Bibó István. "A magyar építészeti szakirodalom kezdetei (Építészeti szakkönyvek Magyarországon a XVIII. században)". In: Zádor Anna—Szabolcsi Hedvig, i. m. pp. 106., 107.

²⁷Bibó István, i. m. pp. 56–60., 121.

²⁸Kemény—Gyimesy, i. m. p. 287.; Kováts J. István (szerk.): Magyar református templomok (I–II. kötet), Bp. 1942, pp. 62–63. Források: Fritsch: Kirchenbau des Protestantismus (Berlin, 1938), ill. Distel: Protestantischer Kirchenbau seit 1900 (Zürich, 1932) c. kötetek.

A tanulmány az Országos Tudományos Kutatási Alap támogatásával készült.

Dr. Brenner János, a műszaki tudomány doktora*

BUDAPEST ÉS A VÁROSFELÚJÍTÁS

1. TÁRSADALMI ÉS MŰSZAKI TÉNYEZŐK A FŐVÁROS ÉPÍTMÉNY-ÁLLOMÁNYÁNAK ÁLLAPOTVÁLTOZÁSÁBAN

A főváros építményei (épületek és műtárgyak), valamint azok együtteseinek saját adottságaiknál és a társadalom nem-konstans igényeinél fogva változási folyamatoknak vannak alávetve: rossz állapotú, gazdasági eredményt már nem hozó, más célra esetleg jól hasznosítható telkű építmények megszűnnek (különösen, ha a felújításuk költségesebb lenne, mint a pótlásuk új épülettel); megtartható állapotú építmények átalakításra és korszerűsítésre kerülnek; jó állapotú építmények folyamatos fenntartásban és szakaszos felújításban részesülnek; az állomány ezen túlmenően pótlódik és bővül új építményekkel. Ezek a műveletek képezik a létesítmények (építmények és művi zöldterületek), az emberkéz alkotta települési környezet újratermelését Budapesten is, amely magában foglalja az építési tevékenység egészét: a bontást, a fenntartást és felújítást, az átalakítást és korszerűsítést, a bővítést, valamint új állományelemek létesítését. Az építési műveletek összessége képezi települési kereten belül a városépítés gyakorlati tevékenységét.

Az építmények a legtartósabb javaink közé tartoznak, fennállásuk általában jelentős időtartamot, korszakokat fog át, létesítésük és megszűnésük között számottevő társadalmi-gazdasági és műszaki változás zajlik le. Minden építmény létrejötté idejének társadalmi, gazdasági és műszaki feltételeit tükrözi. Mivel az építmény a dolog természeténél fogva csak kismértékben flexibilis és variábilis, ezért csupán adott keretei között képes a változó igényeket kielégíteni fennállása során a kapacitás, a felszerelés, az elrendezés, a használat, az üzemeltetés stb. vonalán. Így minden építmény szükségszerűen elavul, korszerűtlenné válik a múlt időben műszaki állapotától

*A szerző Ybl-díjas és Hild-éremes építészmérnök, egyetemi tanár, a Német Városépítési Akadémia levelező tagja.

függetlenül is. (Kivételt képeznek a műemléki építmények, melyekkel szemben az igények konstansak: a műemléki értékek változatlanul tartása, a használat alkalmazkodása az építmény igényeihez és nem az építmény applikálása a használat igényeihez.) Ez képezi az avulás (korszerűtlenedés) folyamatát. Emellett az építményeknél is fellép a használati javakra általánosan jellemző fizikai elhasználódás jelensége is. Bármely műszaki létesítmény mindenkori állapotát és ezzel használati értékét (többnyire piaci értékét is) a kiindulási állapot és a két "kopás" mértéke határozza meg.

Az egyes épület, illetve műtárgy, egy adott korszak építmény-állománya szükségszerűen negatív irányban változik: létrejöttétől kezdve avul és elhasználódik, veszít értékéből. Az értékcsökkenés az építmény felújítását és korszerűsítését, szélső esetben a megszüntetését vonja maga után normális feltételek mellett. (Ilyenekről még csak beszélni sem lehet fővárosunk esetében.)

A használhatóság relatív fogalom, ezért Budapest művi állományának elavulása és elhasználódása is viszonylagos állapotot jelent. A használhatóság a mindenkori társadalmi-gazdasági feltételek szoros függvénye és csupán kivételes esetben értelmezhető tisztán műszaki kérdésként (gyakorlatilag csupán a beomlás-veszélyes építmények esetében).

Az avulás (korszerűtlenedés) tekintetében a társadalmi-gazdasági feltételek meghatározó szerepe nyilvánvaló, ami gyakorlatilag a folyamat feltartóztatására vagy az állomány korszerűsítésére irányuló anyagi cselekvésben fejeződik ki.

A korszerűség fogalma relatív, mert eltérő lehet a mindenkori társadalom gazdasági lehetőségei, az eltérő történelmi helyzetek, a műszaki fejlődés szintje, nem utolsósorban az egyes társadalmi csoportok anyagi helyzete, életmódja és tudata szerint. (A korszerűség kérdése mögött egy mind súlyosabbá váló társadalmi probléma is megmutatkozik, mivel a lakásállomány korszerű és elavult elemei közötti "olló" egyre csak nyílik, és még csak remény sincsen, hogy a bottalcsinált új lakástulajdonosok belátható évtizedeken belül valaha is képesek lesznek épületüket felújítani és korszerűsíteni.)

Az elhasználódás (a fizikai leromlás) tekintetében a társadalmi-gazdasági feltételek meghatározó szerepe a mindenkori állapotban és annak megítélésében nem ennyire nyilvánvaló a szakmai köztudatban, mert az hajlik arra a feltételezésre, miszerint az építmények avulása társadalmi, ezzel szemben a fizikai elhasználódása műszaki kategóriát képezne. A kérdés tisztázásához meg kell állapítani, hogy az elhasználódás folyamatában az építmény elemei eltérő tulajdonságokat mutatnak fel az élettartam és a fenntartási igény szerint.

Léteznek gyakorlatilag meghatározatlan élettartamú és/vagy fenntartást nem vagy alig igénylő szerkezetek (pl. alapozások), de ugyanígy vannak rövidebb élettartamú és/vagy gyakoribb fenntartást, valamint felújítást igénylő elemek (pl. burkolatok, ajtók és ablakok, festések és mázolások, épületgépeszeti berendezések) is. Az építmény egészének elhasználódása ezért differenciált összefüggésben áll az egyes elemeinek az elhasználódásával. Minden építmény elvben meghatározatlan ideig fenntartható lenne műszaki eszközökkel az elhasználódott szerkezetek és elemek felújítása vagy kicserélése révén. Hogy erre sor kerül-e indokolt időpontban és mértékben, az a társadalmi feltételek és a gazdasági lehetőségek szerint dől el; végeredményben az építmények fizikai elhasználódásának folyamatát is elsősorban társadalmi és gazdasági, nem pedig műszaki tényezők határozzák meg.

Az avulás és az elhasználódás nem tekinthető párhuzamosan lezajló folyamatnak az építményeknél, mert a két "kopás" általános társadalmi, valamint az egymáshoz viszonyított jelentősége nagymértékben eltérhet. Amíg például nem megoldottak a lakásellátás mennyiségi vonatkozásai, a lakáshoz jutás normális, "európai" feltételei megfizethető magánbérletek vagy önkormányzati szociális lakásépítés hiányában, addig a meglévő lakásállomány értékelését a fizikai elhasználódás és nem a korszerűtlenedése határozza meg. Ha viszont numerikus lakáshiány nem áll fenn (amelynél a lakások száma nem alacsonyabb a családjegységeknél), illetőleg nincsen strukturális lakáshiány (vagyis hogy a kereslet és a kínálat helyileg találkozik), akkor az állomány minőségi jellemzői lépnek előtérbe és válnak az értékelés meghatározó tényezőjévé. Hozzá kell azonban tenni, hogy ez az állapot, ahol az építmények a megfelelő időpontban cserélődnek, nem élük túl önmagukat, sőt a kritikusknál rövidebb élettartam után lebontásra kerülnek korszerűtlenségük miatt, csak igen ritkán és kevés országban következett be eddig, az ún. gazdag társadalmakban és akkor is inkább a luxuskategóriában. Előbbieket igazolják budapesti tapasztalatok: az államosított bérlakásállomány elhasználódása az évtizedek során elmaradt fenntartási munkák miatt kiesett minden normálisnak mondható elhasználódási és megújulási folyamatból. Egy nagyjában kiegyensúlyozott állapot helyett zuhanásszerű romlások álltak elő, melynek következményei -- tetézve az infrastruktúra elmaradásaival és pénzeszközök hiányával -- minden műszaki szükségszerűségre alapozott beavatkozást illuzórikussá tettek és tesznek még a belátható jövőben.

Az építmények helyzetét tehát alapvetően meghatározza a kiindulási állapot, valamint az avulás és az elhasználódás előrehaladásának mértéke. A település egészére ez az összefüggés csupán bizonyos korlátozásokkal érvényes.

Egyrészt a település is — mint a munka bármely anyagi, térbeni, "praktikus" terméke — elhasználódik, korszerűtlenné válik, másrészt különbség áll fenn az építmény és a település állapotváltozási folyamatában. Az egyes építmény állapotváltozása egyértelműen negatív, ezzel szemben a településé nem azonos értelmű, mert egyes részeinek állapotváltozása eltérő és ellentmondó lehet. Ezenkívül a településnek nincs értelmezhető "új", "kiindulási állapota", illetve "élettartama". Az épület számos, eltérő élettartamú és elhasználódási eleméből tevődik össze zárt műszaki rendszerré. A város is számos különféle eleméből (épületek, utak, hidak, vasútvonalak, közművek, parkok stb.) ötvöződik össze komplex műszaki szervezetté, de ezen belül a részek viszonya egymáshoz nem olyan szoros, mint az épületnél és a műtárgynál. Az elemek cseréje itt bizonyos feltételek mellett korlátolatlanul lehetséges. A döntő minőségi különbség az állapotváltozásuk folyamatában abból adódik, hogy a település "fejlődőképes" — azaz létezhét pozitív változási állapota a lazább összefüggésű rendszerbe belépő új, magasabb minőséggel induló elemek révén.

A város egészének állapotát tehát az avulás és az elhasználódás mértéke csak bizonyos határokon belül határozza meg. Más azonban a helyzet a település részeinél, ahol az azonosságig menő analógia áll fenn az építmények csoportjaival. Egy városrész (tömb, negyed-városszerkezeti egység) elrendezése, beépítése, telekosztása, úthálózata, területfelhasználása, közintézményellátása, épülethasznosítása, "álló" és "mozgó" forgalma stb. ugyanis ugyanúgy elavulhat, korszerűtlenné válhat, függetlenül építményeinek műszaki állapotától, akárcsak az építmény elrendezése, felszereltsége és használhatósága. A többnyire meghatározható időszakban létrejött városszerkezeti egységeknél jelentkezik emellett a kivételek mellett is nagyjában általánosítható műszaki-anyagi elhasználódás is, mely — az egyes építményekkel megegyezően — mindig az elemekben zajlik le, és azok állapotából összegezódik. A település elemeinek (épületek, műtárgyak) kommutatív jellege, cserélhetősége — mely a kifejtettek szerint a településnek mint műszaki szervezetnek lényeges jegy — meghatározó a városépítés jellegében is. Ha ugyanis a városszerkezeti egység korszerűtlen vagy elhasználódott elemeinek felújítása és modernizálása (esetleg felszámolása és helyükön új építmények létesítése) egy normális, irányítást nem igénylő folyamat keretében megtörténik és új minőséget eredményez, akkor egy felhasználható településszerkezet megtartásáról és továbbfejlesztéséről van szó. Ezek a mechanizmusok azonban már sok évtizede nem működnek Budapest belső, valamint átmeneti zónájában; itt öngerjesztett, önszabályozó és saját rendszert erősítő fejlődésről alig lehet szó.

Ha ez a művelet nem eredményez új minőséget vagy egyáltalán nem is következik be, tehát ha a probléma kilép a felcserélhetőség kereteiből (például mert a korszerűsített, illetve az új épület ugyanolyan kedvezőtlen bekapozási, megközelítési, közművesítési, parkolási, zöldterület-ellátási stb. viszonyok közé kerülne, mint a megelőző helyzetben) és nagyobb összefüggésekben oldható meg csupán, jelentkezik az átfogó beavatkozás szükségessége. Ennek több fajtája és különböző módszere van, melynek jellege szélső esetben rendszert bontó is lehet (pl. az építményállomány radikális bontásánál).

A korszerűtlenedés és az elhasználódás a város meghatározható keletkezési idejű részeinél ugyanolyan törvényszerű jelenség, akárcsak az építményeknél. A két folyamatot elsősorban társadalmi tényezők és nem műszaki szükségességek határozzák meg. A település még nem teljesen elavult és tönkrement, még nem bontásra érett részeinél is fennáll annak műszaki lehetősége, hogy az elavult és elhasználódott építmények kicserélésével a műszakilag és gazdaságilag még értelmesen fenntartható építmények felújításával és korszerűsítésével az állomány valahol az optimum közelében stabilizálódjék. Ennek bekövetkeztét vagy elmaradását a mindenkori társadalmi-gazdasági feltételek határozzák meg, hasonlóan az építmények eseteihez. Budapest városépítése az 1940-es évek elejétől eltelt időszakban a fenti pályától fényévnyi távolságra került.

2. A VÁROSFELÚJÍTÁS ÉS ANNAK ESETEI

Az ENSZ Európai Gazdasági Bizottsága lakásügyi, építésügyi és területi tervezési szakbizottsága (Genf) 1979 májusában állást foglalt és nemzetközi ajánlást adott ki meglévő városrészek felújítása, korszerűsítése és átépítése városépítési műveleteinek terminológiai kérdésében. Ennek az átfogó műszaki, gazdasági (és részben szociális) tevékenységnek lényegét a következő fogalmi rendbe foglalta össze: meglévő városrészek — az épületekhez hasonlóan — időszakonként javításra, felújításra és korszerűsítésre szorulnak. Ennek a komplex fenntartási műveletnek a terjedelme tömböt vagy tömbnél nagyobb városszerkezeti egységet foghat át; a tartalma pedig egy meglévő, főbb vonásaiban általában megtartandó, de minőségében javítandó területfelhasználási, beépítési, közlekedési, közművesítési, szabadterületi stb. rendszer, valamint a művi környezet pozitív állapotváltozását jelenti. E fogalmat városfelújítás elnevezéssel jelöli meg az ajánlás. A terminológiai kérdés ezzel megnyugtatóan elintéztetnek tekinthető, mert a fogalom tartalma, terjedelme és megjelölése teljes összhangban van egymással, továbbá mivel érte-

lemszerű analógiát alkot az épületfelújítás fogalmával, nem utolsósorban pedig, mivel a hazai szakma elméleti és gyakorlati művelésére leginkább ható nyugat-európai várostervezési kultúrák nyelvein a fogalom és megnevezése egyértelműen "városfelújításként" honosodott meg (mint Stadterneuerung, urban renewal, renovation urbaine).

Budapest belső és átmeneti zónájának lakóépület-állománya ma -- a volt Belváros, a Várnegyed és néhány szigetszerűen jelentkező jó állapotú épület vagy épületcsoport (esetleg tömb) kivételével -- kedvezőtlen, helyenként kritikus állapotban van.

A magánosításkor főként a bentlakók által megvett lakások és az azelőtt is magántulajdonban levő lakások aránya eléri a 90%-ot ezekben a zónákban. A természetes személyek tulajdonában volt vagy abba került lakások állaga általában sem korszerűnek, sem jó állapotúnak nem mondható, ezért számolni kell a közeljövőben jelentkező erőteljes felújítási igényükkel, aminek finanszírozására és szervezésére a tulajdonosi közösségek nem lesznek képesek. Ugyanakkor számolni kell azzal is, hogy a leromlott városrészekben nemcsak a lakóépületek fenntartása és felújítása, hanem az egész építményállomány (középületek, utak, közművek stb.) és a városszerkezet korszerűsítése és megújítása is szükséges, vagyis tipikus városfelújítás esete jelentkezik.

A budapesti városfelújítás a jelenlegi nyomasztó gazdasági helyzetben két markáns okból nem lehet kizárólag a (magán és közületi) ingatlantulajdon ügye: egyrészt mivel annak pénzügyi lehetőségei elégtelenek, szervezeti feltételei pedig kialakulatlanok (a SEM IX társulás ebben nem tekinthető példaeértékűnek, mivel létrejöttekor a középső Ferencváros lakásállományának zöme még önkormányzati tulajdonban volt), másrészt mivel itt anyagi közjavakról is szó van (közterületekről, vagyis utakról, terekről és parkokról), köztárgyakról (vagyis köztéri alkotásokról, utcabútorokról, közvilágítási eszközökről stb.), továbbá életminőségi javakról (vagyis a tiszta és egészséges környezetről).

A közjavak használatából és élvezetéből a társadalom egyetlen tagját vagy csoportját sem szabad kizárni alkotmányossági okokból (néhány kivételt, mint például bírói ítéletet leszámítva). A közjavak előállításának, kezelésének, megtartásának, fenntartásának, felújításának és (szükség esetén) helyettesítésének költségeit nem lehet közvetlenül az ingatlantulajdonra terhelni, azért valamilyen piacon kívüli erőre is szükség van a városfelújításban, és ezt csak az állam vagy az önkormányzat biztosíthatja. A piaci erők nehezen lennének képesek vagy képesek annyi közjóságot előállítani és fenntartani, amennyi egy város rendeltetésszerű működéséhez (üzemeltetéséhez)

elengedhetetlenül szükséges. A rendszerváltás óta gyakran felmerülnek olyan eszmék, miszerint a piacgazdaság mechanizmusai alkalmasak leginkább a gazdasági, társadalmi és politikai ellentmondások feloldására, ezért elleneznek minden külső beavatkozást az állam vagy a kommunák részéről.

Ha ez valóban így lenne, akkor a városfelújítás szükségessége fel sem merülhetne, hiszen az utóbbi feltételezés szerint a piaci erők automatikusan megoldanák az épületállomány problémáit és szükségtelenné tennének mindenfajta városfelújítási operációt. Hogy ez nyilvánvalóan nem így van, bizonyítják a "nyugati világ" háború által nem sújtott és a szocializmus totalitárius hatalomgyakorlatától mentes nagyvárosai, melyeknek egyik legsúlyosabb gondja önmaguk megújítása és alkalmazkodtatása a megváltozott világhoz.

A városfelújítás egy városrészszel (településszerkezeti egységgel) mint komplex műszaki létesítménnyel egyetemlegesen foglalkozik abban az értelemben, hogy a meglévő állomány fenntartásának, felújításának, korszerűsítésének és átstrukturálásának, valamint csökkentésének vagy bővítésének a gazdasági, műszaki, funkcionális, szociális, esztétikai stb. összefüggéseit feltárja, a teendőket meghatározza és azokat anyagi cselekvésben megvalósítja.

A városfelújítás fogalmán belül különböző változatok jelölhetők meg aszerint, hogy ezen átfogó városépítési műveletnek melyik speciális esetéről van szó. A megkülönböztetés alapját a tárgyak és azok intenzitási viszonyai, továbbá az avulás és az elhasználódás következményeit felszámoló tevékenység természete és mértéke határozza meg. Amennyiben a meglévő térbeli (esetenként funkcionális) helyzet lehető változatlan megőrzésére, további fenntartására és bemutatására irányul a településszerkezeti egység városfelújítása, konzerváló-restauratív jellegű a beavatkozás. (Ez többnyire műemléki és történeti városrészeknél fordul elő, de jelentkezhet védelmet nem élvező, egységes és jellegzetes kialakítású, korszerű városépítési együtteseknél is.) Ha viszont a városrész kettős "kopásának" megállítására, illetve a korszerűsítésre vonatkozik a városfelújítási művelet, rehabilitációról lehet beszélni, amely a meglévő állomány és városszerkezet lényeges elemeinek megtartása, megjavítása, korszerűsítése és gazdagítása révén kívánja a városrész használati értékének helyreállítását, forgalmi értékének növelését és mindkettő harmonikus fokozását elérni. A revitalizáció a városrész funkcióinak "felélesztését" jelenti és általában ott jelentkezik, ahol az épületállomány leromlása vagy fejlesztési potenciáláthelyeződése miatt a városi funkciók elsorvadtak, elszegényedtek, ezért a régiek visszahozása, a megmaradtak megerősítése és újak behozatala képezi a feladatot, amely inkább szervezési, mint építési feladat. A szakmai szóhasználatban szereplő rekonstrukció a vá-

rosrész átépítését jelenti lényeges műszaki beavatkozásként, amikor a két kopás folyamata közeledik a végső stádiumához; ez a művelet a meglévő állomány és szerkezet lényeges megváltoztatását célozza jórészt új városszerkezet kialakításával és zömmel új építmények létesítésével. A városfelújítói rekonstrukció kifejezés voltaképpen egy homonímia, mert két fogalmat egyaránt jelölhet: tartalmazza a "visszaállítás", az eredeti állapot helyreállításának fogalmát, mint például egy sérült műalkotás esetében, de ugyanígy jelentheti a re-konstrukció, az újrabeépítés fogalmát is (konstrukció = építmény).

Ennek a fogalomnak van egy szabatos magyar megjelölése — "egy városrész átépítése" névvel. Nem annyira a leromlott, inkább a lezüllött műszaki és szociális helyzetű, főként lakóépületek rendbetételét, emberhez méltó lakókörülmények megteremtését, nyomortelepekké vagy szociális elemek gyűjtődencéjévé vált "beteg" városrészek egészségessé tevését szanálás névvel jelöli a nemzetközi gyakorlat, ami pont az ellenkezőjét jelenti, mint a téves hazai szóhasználatban, ahol nevetséges fontoskodással a magyar "bontás" közérthető fogalmát ködösítik el ezzel a hibásan használt latin szóval. (Aki nem tud arabusul...) A szanálás diszciplínánkban is pont az ellenkező értelmű műveletet jelenti helyesen: azt a felújítási esetet, amikor a teljes bontás még nem indokolt. A szanálás egyébként általános értelemben is gyógyítást, feljavítást, teljesítőképessé tételt, "megegészségesítést" jelent (nem pedig a beteg agyonütését). A városfelújítás szélső esete a teljes bontás, a tabula rasa helyzete, amikor a "letarolt" állomány és szerkezet helyén teljesen új képződmény épül. (Az ilyen típusú városfelújítást mindinkább helyteleníti a nemzetközi szakmai közvélemény és brutális alkalmazása esetén a bulldózerrel jellemzi.)

3. A REHABILITÁCIÓ MINT A VÁROSFELÚJÍTÁS EGYIK ESETE

A rehabilitáció mint városépítési fogalom a városfelújítás egyik esetét képezi. A szakmai szóhasználatban azonban itt is jelentkezik egy mindinkább tért hódító torzulás, amely a rehabilitáció fogalmát addig tágítja, mígnem egybeesik a városfelújítás fogalmával, sőt a városépítés egészével (amely köztudomásúlag meglévő városok továbbépítésével és nem új városok létrehozásával foglalkozik), feledve, hogy a rehabilitáció körülhatárolt terjedelmű, meghatározott tartalmú és önkényesen nem kezelhető fogalmat képez. Rehabilitáció alatt általánosságban minden olyan nyelven, amely a görög-latin kultúra fogalomrendszerének folytatója, a következőt értik: betegek, illetve

sérültek munkaképességének helyreállítását gyógyászati eszközökkel; ezen személyek beillesztését a társadalomba szociális eszközökkel; a személyes becsület és jóhír mentését a nyilvánosság eszközével és régebbi jogokba visszahelyezést igazságtalan vagy téves elítélés korrekciójaként jogi eszközökkel. Mindebből nyilvánvaló, hogy a rehabilitáció inkább egy már rossz helyzet visszaállítására irányuló tervi cselekményt, döntést jelent, mint egy új helyzet létrehozását, másrészt hogy általános értelmében mindig személyekre és sohasem tárgyakra vonatkozik. Ez okból nem volt különösebben szerencsés, amikor az 1970-es években a BUVATI ezzel a divatszóval kezdte az elavult, intenzív beépítésű belső városrészek felújítását megjelölni, majd mindinkább a városfelújítás szinonimájává tenni. A "rehabilitáció" elnevezés a városfelújítás említett esetére egyébként egyáltalán nem általános a szakma nemzetközi terminológiájában, és nem szerepelt a hazai szaknyelvben sem az 1970-es években megindult fogalomzavarig (lásd "Megjegyzés").

Ahhoz, hogy a rehabilitáció helyét szabatosan lehessen definiálni a városfelújítás keretében, az alábbi terminológia alkalmazása látszik szükségesnek:

- elavult és elhasználódott különböző területfelhasználású és használati intenzitású településszerkezeti egységek építményeinek (épületek, műtárgyak és közművek) tervszerű és szervezett felújítása, korszerűsítése, átépítése, szükség esetén bontása és esetenként pótlása városépítési műveleteinek összesítő, átfogó fogalma a "városfelújítás". A városfelújításnak több részese van a feladat tárgyától, jellegétől és a beavatkozás mikéntjétől függően;
- konzerváló-restauráló típusú városfelújítás (az állomány és a városszerkezet maximális megőrzése, illetve helyreállítása), elsősorban értékvédett együtteseknél (pl. a Várnegyed);
- rehabilitációs típusú városfelújítás (az állomány és a városszerkezet "kíméletes" átépítése), elsősorban a belső és átmeneti zónákban (pl. a Klauzál tér körüli tömbök);
- rekonstrukciós típusú városfelújítás (az állomány és a városszerkezet radikális átépítése) elsősorban a belső és az átmeneti zónákban (pl. Újpest városközpontja);
- szanálási típusú városfelújítás (az állomány és a városszerkezet messzemenő megtartásával a lakóérték feljavítása), bármely zóna lakóterületein (pl. lakótelepek humanizálása);
- tabula rasa típusú városfelújítás ("bulldózeres" városfelújítás teljes bontással), bármely zóna, bármely terület felhasználásában (Óbuda Duna-parti beépítése).

A városszerkezeti egység meghatározó területfelhasználása és elhelyezkedése, a városfelújítás típusa közötti összefüggés az 1. táblázattal mutatható be (mely egyúttal tartalmazza a rehabilitáció lehetséges eseteit).

A rehabilitáció eszerint lakóterületek, vegyes lakó- és ipari területek, valamint közintézményterületek városfelújításánál jelentkezhethet Budapest belső, átmeneti és hegyvidéki zónáiban. Nyilvánvaló okokból nem beszélhetünk ipari és zöldterületek rehabilitációjáról: ipari területek felújítását elsősorban technológiai és nem várostervezési tényezők határozzák meg (ez okból általánosítható szabályai az OFSZ-en kívül aligha vannak), vagy a funkcióváltás egyedi körülményei döntenek el (feltételeit ilyenkor piaci erők szabályozzák). Ugyanígy nem lehet szó rehabilitációról az elővárosi és a Dunamenti zónában, mert előbbinek alacsony intenzitású hasznosítása és leginkább szabadon álló beépítése mellett az állomány automatikusan újul meg és működik külső beavatkozás igénye nélkül; utóbbit pedig vagy a világörökség területe képezi (amelynek felújítása sajátos, egyedi feladatot jelent), vagy olyan terület, amelyet nem a saját minőségében kívánatos továbbfejleszteni. (Általában funkcióváltozásról van itt szó a zöldterületi felhasználás irányában.)

A városfelújítás egyik esetét képező rehabilitáció tehát az elavult és elhasználdott lakóterületi, továbbá vegyesen lakó- és ipari területi, valamint közintézmény területi felhasználású, a belső az átmeneti és a hegyvidéki zónában elhelyezkedő városszerkezeti egységek építményeinek (épületek, utak, közművek stb.) tervszerű és szervezett felújítását, korszerűsítését, átépítését, szükség esetén bontását és esetenként pótlását jelenti "kíméletes" városépítési művelet keretében.

4. A REHABILITÁCIÓ FELTÉTELEI

A rehabilitáció céljainak, feladatainak, eszközeinek és módszereinek tárgyalásához át kell tekinteni a városfelújítás, azon belül a rehabilitáció általános helyzetét az adott társadalmi, gazdasági, pénzügyi és igazgatási feltételek között. Az előbbieken kifejtettek szerint a városfelújítás csupán piaci erők működtetésével nem oldható meg: részben mivel az anyagi természetű közjavak (utak, közművek, közparkok) csak a közületek részvételével és anyagi vállalásával illeszthetők be a városfelújítás (rehabilitáció stb.) komplex műszaki és pénzügyi műveletébe, részben pedig mivel az ilyen műveletek szervezési és szervezettségi igénye magas, aminek csak a fővárosi vagy a kerületi önkormányzat tud eleget tenni az akció megvalósítása érdekében.

1. táblázat

A városszerkezeti egység jellemző területfelhasználása	A városfelújítás típusa				
	konzerváló- restauráló	rehabilitációs	rekonstrukciós	szanálósos	tabula rasa esetű
Lakóterületi	+	+	+	+	+
Vegyes lakó- és ipari területi	-	+	+	+	+
Közintézményi	+	+	+	-	+
Ipari és raktározási területi	+	-	+	-	+
Zöldterületi	+	-	+	-	+

A városszerkezeti egység elhelyezkedése zónák szerint	A városfelújítás típusa				
	konzerváló- restauráló	rehabilitációs	rekonstrukciós	szanálósos	tabula rasa esetű
Belső zóna	+	+	+	+	-
Átmeneti zóna	+	+	+	+	+
Elővárosi zóna	+	-	+	-	+
Hegyvidéki zóna	+	+	+	-	-
Duna-menti zóna	+	-	+	-	+

Ez az a külső erő, ami elengedhetetlen bármely városfelújítási művelet előfeltételeként, és amely nélkül illúzió lenne városfelújításról beszélni. Van azonban egy másik esete is a "külső erőnek", melynek értékeléséről jelentősen eltérnek a szakmai és a nem szakmai vélemények: ez pedig a spekulációs jellegű megközelítése a problémának, amikor egy tőkeerős vállalkozás tömböket vagy nagyobb városszerkezeti egységeket szerez meg vagy von ellenőrzése alá abból a célból, hogy ott rendszerint funkció- és területfelhasználási változtatást, a saját érdekeinek megfelelő átalakítást, átépítést stb. hajtson végre, illetve új objektumokat létesítsen. Ez a törekvés általánosságban nem minősíthető negatívumnak (mint például a IX. kerületben a borjúvágóhíd tömbjének átépítése bevásárlóközponttá, lakó- és irodaházakká), ha bizonyos korlátok között marad az illetén átépítés. Ezek közé tartozik a meglévő városszerkezet, a térszerkezet megőrzése, legalábbis beleérző kezelése (temérdek rossz példát lehetne itt említeni a nyugat-európai városok történelmi városrészeinek tönkretételéről áruházak, bank- és biztosítóiintézeti székházak, irodák stb. által).

Tudomásul kell vennünk azt a tényt is, hogy a vállalkozási szféra mint kötött erő semmiféle érdeket nem találhat elavult és elhasználdott városrészek egységes értéknövelő felújítására mindaddig, amíg a fővárosban a belső zónában, tehát a "legérdekesebb" helyen az állomány jelentős részeinek leromlása olyan mérvű, hogy a felújítási és korszerűsítési költsége lakás céljaira jórészt meghaladja egy azonos paraméterű új előállítású lakás költségeit, továbbá amíg a piaci lakásbérek a csillagászati magasságú kamatlábak miatt egy normál kereső számára megfizethetetlenek. Ezért egyszerűen nem várható, hogy a tőke a luxuslakásokon kívül bármiféle érdeklődést mutasson a középfekvésű lakásállomány bővítésére, illetve felújítására. Ha a vállalkozói szféra mégis belép a városrészeknek a felújításába, akkor azt a terület-használat módosításával, funkcióváltással teszi (pl. a lakóépületek helyén szállodák, irodaházak, üzlethelyiségek kialakításával).

A külső erő, a spekulációs tőke bekapcsolódása bármely városépítési vagy városfelújítási tevékenységbe — végső esetben — komoly gondokat okozhat, ha az illegális pénzek legalizálását célozza meg (aminek egyébként ez az egyik legjárhatóbb útja nemzetközi tapasztalatok szerint). Itt ugyanis a fő cél a legalizálás, nem pedig a profit, ezért olyan építési-felújítási műveletek is létrejöhetnek ezen az úton, melyek vagy félben maradnak, vagy értékesíthetetlené válnak (egy üresen tátongó irodaház például egyik városnak sem válik előnyére), vagy pedig megzavarhatják az ingatlanpiacot lokális vételi, később irreálisan alacsony értékesítési (eladási, bérbeadási) árai-

kal. Ezeket az ügyleteket leleplezni és bizonyíthatóvá téve megakadályozni még a legfejlettebb pénzügyi és rendészeti eszközökkel bíró országokban is alig sikerülhet. Kevésbé kriminális, de ugyanennyire kártékony lehet az a "külső erő", amelyik kizárólag spekulációs célokból szerzi meg nagyobb területek tulajdonát azzal a soha be nem vallott céllal, hogy csupán a telekérték növekedésében kívánja érdekelttségét érvényesíteni, a telkeken álló építményeket leírva és ezzel könyveléstechnikailag nulla értékűnek kalkulálva, melyre legfeljebb annyit fordít, amennyi nettó bevétele származik az objektumokból. Ennél még rosszabb lehet az az eset, amikor a nullára leírt építményeknek szintén nem a felújításában, hanem a változatlan, ráfordítás nélküli megtartásában érdekelt a tulajdonos, tehát fenntartás, ráfordítás vagy adminisztrációs leírás nélkül jut minden ellenszolgáltatás nélküli profithoz (nulla saját tőkebefektetés mellett). Az ilyen spekulációs ingatlantulajdon általában nem érdekelt vagy ellenérdekelt a városfelújításban.

A városfelújítás, azon belül a rehabilitáció végeredményben három feltétel együttes teljesülése esetén valósulhat meg: az építménytulajdon tehervállalásán, külső erők közreműködésén, vagyis a közjavak tulajdonosainak vagy kezelőinek anyagi részvállalásán, valamint egy arra alkalmas (felkészült) önkormányzati vagy más közvetett társulási szervezet bekapcsolódásán, amely a szervezést és a lebonyolítást intézi, koordinálja és pénzügyileg kezeli. Ezeknél a feltételeknél rögtön szembetűnik, hogy általában nem biztosítottak. A legsúlyosabb kérdés az építménytulajdonosok részvételének, anyagi hozzájárulásának a megoldása. A rehabilitáció tárgyalt esetein kívül kétségtelenül a legproblematisabbak a belső zóna lakóterületi rehabilitációi (az átmeneti zóna egyes lakó- és ipari területei könnyebben "mozdulnak meg", mivel a még üres telkek és az iparterület fejlesztése vagy funkcióváltása eleve kezdeti energiát ad egy átfogóbb akciónak, a belső és az átmeneti zóna közintézményi területei pedig magántulajdoni érdekelttség nélkül közpénzekből újulnak meg — ha ilyenek adódnak egyáltalán). A belső zóna lakóterületei — a műemlékileg és városképileg védett történelmi városrészek (pl. a vár és a Várnegyed) és néhány korszerű (pl. Lágymányos) vagy felújított-korszerűsített (pl. Víziváros) városrészen kívül lényegében múlt századi vagy századfordulós keletkezésű, többszintes, többlakásos, általában romló állapotú lakóépületekből állnak, melyek együttese jelentős városépítészeti és történelmi értékek, valamint érdekességek hordozói is, és amelyek összességükben, térszerkezetükben jelentős meghatározói Budapest városképének, egyáltalán a főváros identitásának. (Ma Európában nincsen a budapestihez hasonlítható olyan nagyváros, amelyik — akár a háború rombolásai miatt, akár

a "fejlődés" pusztításai után — olyan nagy kiterjedésű, zárt, egységes, eklektikus "Gründerzeit-") épületállománnyal, valamint terekkel és utcákkal rendelkezne.) A magánosítás folytán a belső zónában a lakások túlnyomó többsége főleg az addigi bérlők tulajdonába jutott, akik az esetek nem kis hányadában még a folyó kiadásokat (lakásrezsi, közös költségek) is csak nehézséggel képesek előteremteni, nemhogy tartalékokat képezni az épület későbbi felújítására. Ennek a folyamatnak egyébként óriási társadalmi következményei vannak. Egyelőre sem az állam, sem az önkormányzatok nem hajlandók vagy nem képesek szembenézni a tényekkel:

- a budapesti belső fekvésű nagyvárosi épületállomány jelentős részének állapota szakadatlanul romlik, ami az értékcsökkenés miatt komoly veszteséget okoz mind a tulajdonosoknak, mind a nemzeti vagyonnak;
- a romlási folyamatot fékezni, megállítani, netán megfordítani csak szervezett beavatkozással és jelentős változtatásokkal lehet, amit az esetek nagy részében a tulajdonosok nem képesek egyedül vállalni;
- a leromlott vagy leromlóban lévő településszerkezeti egységek objektumai "sorsközösségben" vannak egymással, vagyis mélyrehatóan és kölcsönösen meghatározzák egymás helyzetét, ezért problémájuk általában nem intézhető el egyes objektumaiknak felújításával és korszerűsítésével, hanem csak nagyobb összefüggésben oldható meg (utalni kell itt a beépítés kérdésére, a közművek felújítására, a forgalom problémáira, a parkolás gondjaira, a zöldterületek mindenütt fellépő hiányára és ezek együttes kezelésének szükségességére);
- a tulajdoni oldal anyagi nehézségei, az épülettulajdontól független közjavak elválaszthatatlansága miatt az egyénileg (lakásonként vagy házközösségenként) szervezhetetlen tömb- vagy nagyobb városszerkezeti egység rehabilitációjának előfeltétele az önkormányzat(ok) belépése a városfelújítási akcióba;
- ez a posztulátum azt is jelenti, hogy elsősorban a belső városrészekben, de az átmeneti zónában is csak akkor hajthatók végre rehabilitációs műveletek, ha azokat az önkormányzat szervezi és részben finanszírozza is (saját létesítményeit teljesen, a magántulajdonban lévőket szubvenciókkal, kedvező feltételű kölcsönök biztosításával, adókedvezménnyel stb.);
- a rehabilitáció és benne az önkormányzati részvétel csak akkor érheti el szociális célját, ha annak keretében valami történik szociális lakások előállítására is (pl. foghíjak beépítésével). Mivel az önkor-

mányzatoknak jelenleg és a belátható jövőben sem állnak e feladat megoldásához szükséges anyagi eszközök rendelkezésre (sem a költségvetésből, sem apportként az építési ingatlantulajdonok többségének elidegenítése miatt), akciószerű városfelújítás, ön- és közerős városfelújítás aligha fog történni fővárosunkban. Számolni egyedül a vállalkozói szféra akcióival lehet, de az semmi esetre sem fogja bővíteni, annál inkább csökkenteni azt a lakásalapot, amely a luxuskategória alatt van és a rászorulóknak döntő többségének lakásellátását hivatott szolgálni.

5. A REHABILITÁCIÓ KAPCSOLATA A VÁROSSZERKEZET ALAKÍTÁSÁVAL, A LAKÁSPOLITIKÁVAL ÉS A TELEPÜLÉSI ÉRTÉKVÉDELEMMEL

A városfelújítás Budapesten sikeresen vált irreális programmá, annál inkább viszont reális problémává. A tervgazdaság kezdeti időszakában — érthető és elnézhető okokból — szó sem lehetett városfelújításról, minőség-növelő városépítési műveletekről, amikor a főváros a mindenütt — így a lakásellátásban is — fellépő hiányok mennyiségi nyomása alatt állt. Amikor végre létrejöttek bizonyos feltételek egyes tényleg erősen leromlott városrészek kezelésbe vételére, a városfelújítást követő irány helyett egy rosszul megválasztott, majd rosszul értelmezett technológia kényszerei irányába fordultak a dolgok. Ezek a városfelújításnak voltaképpen csak a szélsőséges esetét, a tabula rasa helyzetet ismerték, mert csak így tudták a zöldmezős lakótelepi beépítésekre kialakított technológiájukat, felkészültségüket és szemléletüket érvényesíteni.

Szerencsétlen módon a korszerűnek mondott házgyári technológiával kívánták a városfelújítást megoldani, amelynek kétségtelenül voltak eredményei a tömeges "zöldmezős" lakásépítésben, de amelyik teljesen alkalmatlan volt, különösen az akkori lesarkított és lemerevített formájában belső, kialakult szerkezetű és beépítésű városrészek átépítésére. A házgyári technológiát jó szerint csak beépítetlen területeken lehetett eredményesen kibontakoztatni, ezért a városfelújítás "tabula rasa" esetét követték, katasztrofális következményekkel.

Ennek szellemében jöttek létre a majdnem ceausescui dimenziójú átépítések, mint pl. Óbuda kisvárosi beépítéseinek megsemmisítése és egy lakótelepi jellegű új beépítés létesítése; a középső Józsefváros befejezetlenül maradt, a helytől és jellegtől tökéletesen elrugaszkodott átépítése; vagy akár Békásmegyér-falu egy részének megsemmisítése.

Az egyszer hibásan koncipiált folyamat ezután csak hibától hibáig vezetett. A bontási lázba esett városfejlesztési politika, a hatalmasra duzzadt házgári ipar termékelhelyezési igénye, a szűk látókörű felsőbb döntések, nem utolsósorban az építési, azon belül a várostervezési szakma súlyos önhibája miatt végül is oda juttatták ezt a folyamatot, hogy városfelújításra még nem szoruló vagy jellegüknél fogva azt sohasem igénylő, elfogadható állapotú és jól feljavítható kisvárosias-családirházas beépítéseket semmisített meg 10 emeletes házgári monstrumok elhelyezhetősége érdekében (Kispest, Pestszentlőrinc, Csepel). Amikor erre rájöttek az illetékesek is, többé már nem a feladatot igyekeztek a technológiához igazítani, hanem a házgári technikát a feladathoz applikálni — mint pl. Kőbánya központ esetében —, már késő volt. A házgári koncepció és velük a szociális lakásépítés összeomlott, a városfelújítás jórészt leállt.

Valódi városfelújítás alig folyt, számon tartott kísérleti esete a Klauzál tér melletti tömbök felújítása volt, amely ugyan példás városépítési elrendezést eredményezett, de költségei elfogadhatatlanul magasak lettek. Ezzel gyakorlatilag be is fejeződtek a rehabilitációs típusú önkormányzati városfelújítási kísérletek a fővárosban a Madách sétányon kívül, ha a Középső Ferencváros felújítását nem ide soroljuk, amelyik jelentős bontási aránya miatt valahol a határán van a rehabilitációs és a rekonstrukciós típusú városfelújításoknak, és amelyik még nem privatizált épületállományt érintett.

Az eddigi városfelújítások, bármilyen radikális módszerrel párosultak is, végeredményben nem hoztak jelentős változást a városszerkezetben. A rehabilitációs típusú városfelújítási műveletek színhelyei elsősorban a belső és az átmeneti zóna lakó-, közintézményi, ipari és vegyes lakó-ipari területei lehetnek.

Az erre potenciálisan számba jövő itteni városszerkezeti egységek áttekintése azt eredményezi, hogy a rehabilitációjuktól nem várható jelentősebb változás a város makroszerkezetében, legfeljebb a lokális szintű mikrostruktúrában. Nem valószínű, hogy a rehabilitációt össze lehetne kapcsolni a városszerkezet fejlesztésével, vagyis kettős célt megvalósítani egy akcióval. (Erre az egyik utolsó lehetőség a Madách sétány továbbfejlesztése volt.) A rehabilitáció és a városszerkezet makro- és mezoszintű fejlesztésénél illúzió lenne feltételezni, hogy bennük fejlesztési tartalékok rejtőzködnének. (Így például a főváros makroszerkezete továbbfejlesztésének legsürgetőbb teendőjét, a Könyves Kálmán körút Kőbányai úti szűkületének eltávolítását semelyik városfelújítási programmal nem lehet összekapcsolni.)

A rehabilitáció és a lakáspolitikai összekapcsolása elsősorban a rehabilitáció pénzügyi támogatásában, valamint a szociális lakásépítés terén lehetséges. Sajnos, már előre látható, hogy ezen vonatkozások egyikén sem várható jelentősebb haladás eszközök hiányában. Mégis: a rehabilitáció során az esetek egy részében — főként ha ez a művelet üres telkeket is érint — lehetőség adódik szociális lakások létesítésére is. Ezt esetenként össze lehet kapcsolni más megoldásokkal, mint például emeletráépítéssel vagy tetőtér-beépítéssel szociális lakások céljaira (ez esetben az önkormányzati pénzügyi támogatást függővé lehet tenni a lakosok/tulajdonosok beleegyezésétől). De fordított irányban is működtethető lenne a rehabilitáció és a szociális lakásépítés összefüggése: ehhez az lenne szükséges, hogy a szociális lakásépítés előirányzott területeit úgy válassza ki az önkormányzat, hogy azok kapcsolódhassanak egy rehabilitációt igénylő területhez. Erre jó esélyek vannak az átmeneti zónában, elsősorban a vegyes lakó- és ipari területeken, ahol az önkormányzatok még rendelkeznek telekvagyonnal (mert visszavásárolni üres telkeket ebben az évezredben már nem fognak tudni), és ahol vegyes fejlesztési társaságok (önkormányzat, magántulajdonos kisközösségek, vállalkozók) szervezhetnék és vezethetnék le az akciót. Ehhez azonban, mint Montecuccoli szerint a háborúhoz, az önkormányzatnak három dologra van szüksége: pénzre, pénzre és pénzre.

A települési értékvédelem kapcsolható viszonylag a legegyszerűbben össze a rehabilitációval, amennyiben utóbbi bekövetkezte esetén a feladatot nyilvánvalóan az értékvédelemmel összehangoltan kell megoldani, ami végeredményben ismét csak anyagi kérdés. A műemléki védelmet az arra illetékes országos hatáskörű szerv biztosítja és kedvező esetben finanszírozza is. A helyi védelmeket az arra illetékes önkormányzatoknak kell vállalnia, úgyszintén a városképi érdekek érvényesítését. A táj és a természetvédelem ügye a feltételezhető rehabilitációs esetekben előreláthatóan csak egyedi esetekben fog jelentkezni. Az igazi problémát a környezetvédelem feladatai fogják jelenteni a rehabilitációnál, elsősorban a zajártalom és a levegőszennyezés elhárítása terén, de ugyanígy a zöldterületi igények kielégítése vonatkozásában is.

Bizonyos környezeti ártalmak passzív módon viszonylag egyszerű eszközökkel csökkenthetők (pl. a zajártalom megfelelő hangszigeteléssel, üvegezéssel, alaprajzi átszervezéssel stb.), mások azonban csak igen költséges módon oldhatók meg (pl. a parkolás szint alatti elhelyezése). Ugyanígy igen költségessé válik a kialakult telekárak mellett tömbön belüli vagy közhasználatú

újabb zöldterületeket létesíteni, különösen ha azok érdekében épületeket vagy épületszárnyakat kell megszüntetni.

Végeredményben a rehabilitáció ügye nem áll kedvezően Budapesten az anyagi eszközök elégtelensége és az önkormányzatok koncepciótlan épület- és telekértékesítési tevékenysége miatt. Utóbbival eljátszották szinte minden lehetőségüket és eszközüket a város tervszerű fejlesztésére, a szociális lakásépítésre és a városfelújításra. Ha az ingatlanértékesítésből befolyt összegek egy részéből szociális lakásépítési és városfelújítási kötött alapok jöttek volna létre, lehetőség teremtődött volna a kettős, kapcsolt tevékenység koncepciójának kialakítására és megvalósítására. Így azonban végeredményben csak az várható, hogy egyes helyeken spontán megindul a városfelújítás, mely azonban ez esetben kizárólag a tulajdon feladatait fogja megvalósítani és annak érdekeit szolgálni. Arra semmiféle biztosíték nincs, hogy ez a közösség érdekeit is figyelembe veszi-e majd, sőt hogy nem keletkeztet-e egyoldalúan újabb terheket az önkormányzatok amúgy is vészes vérszegénységben szenvedő (tisztelet a kivételnek, mint például az V. kerület) költségvetéseiben.

Megjegyzés: Mindaddig, amíg a BUVÁTI egyik részlege nem kezdte a városrehabilitáció megjelölést terjesztetni és általa valami újszerűt sejtetni, a szakmai fogalmi rendben és annak terminológiájában nem szerepelt a "rehabilitáció" kifejezés városrészek feljavításának, tatarozásának, korszerűsítésének és átépítésének kifejezésére. (Vö. Heim Ernő: Elavult városrészek újjáépítésének módozatai. Mérnöki Továbbképző Intézet, Budapest 1954; Faragó Kálmán—Heim Ernő—Keresztély György: Elavult városrészek szanálásának irányelvei. Településtudományi Közlemények, 1956; Brenner János—Meggyesi Tamás: Megközelítésszerű módszer szanálási feladatok értékeléséhez. Településtudományi Közlemények, 1966; Brenner János: Budapesti lakókerületek szanálási feladatai. Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények, 1965, I. rész; Brenner János: A városépítési szanálás néhány értékelési problémája. Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények, 1967, I. rész.)

CONTENTS

Dr. Sándor Kaliszky: Plasticity and Mathematical Programming	3
Dr. Antal Lovas: Mechanical Model of the Human Skull	31
Dr. Jenő Füzy—István Bódi—Zoltán Klopka—Kálmán Kóris—István Sajtos: Bending Theory for Shells Loaded by Deformational Forces on the Edges	53
Katalin Nagy: Stresses in Continuous Beams of Closed Circular Arch Ground Plan under Uniform Torque Loads	63
Dr. Gyula Galaskó—Dr. Iván Ivits: "Entry Place" of the S Gate of the EXPO of Budapest	79
Dr. László Kollár—András Köpecsiri: Timely Protracting Deformation of Reinforced Concrete Structures	91
Dr. Tamás Guzsik: Gavite and Jamatoun (Special Space Forms of Mediaeval Armenian Monastic Churches)	131
Dr. János Krähling: On Research Tasks Concerning Hungarian Lutheran Church Architecture	165
Dr. János Brenner: Budapest and the City Renewal	175

INHALTSVERZEICHNIS

Dr. Sándor Kaliszky:	Plastizitätslehre und mathematische Programmierung	3
Dr. Antal Lovas:	Mechanisches Modell des menschlichen Schädels	31
Dr. Jenő Füzy—István Bódi—Zoltán Klopka—Kálmán Kóris—István Sajtos:	Biegungstheorie der am Rand durch Zwangsverformung belasteten Schalen	53
Katalin Nagy:	Beanspruchungen an Durchlaufträgern von geschlossenem Kreisbogen- grundriss unter gleichverteilter Drehmomentbelastung	63
Dr. Gyula Galaskó—Dr. Iván Ivits:	"Eintrittsplatz" des Südtores der Budapester EXPO	79
Dr. László Kollár—András Köpecsiri:	Zeitlich verzögernde Verformung von Stahlbetonwerken	91
Dr. Tamás Guzsik:	Gawit und Dschamatun (besondere Raumformen von mittelalterlichen armenischen Ordenskirchen)	131
Dr. János Krähling:	Über Forschungsaufgaben hinsichtlich der einheimischen Luthेरischen Kirchenarchitektur	165
Dr. János Brenner:	Budapest und die Stadterneuerung	175

A kiadásért felelős az Akadémiai Kiadó Rt. vezérigazgatója
A nyomdai munkálatokat az Akadémiai Nyomda készítette
Felelős vezető: Freier László
Martonvásár, 1996—1997. — Nyomdai táskaszám: 583
Felelős szerkesztő: Szabó János
Műszaki szerkesztő: Nyárádi Tamásné
Megjelent: 17,5 (A/5) ív terjedelemben
HU ISSN 0013-9661

Ára: 656,- Ft áfával

316.582

G

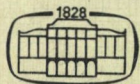
**ÉPÍTÉS-
ÉPÍTÉSZET-
TUDOMÁNY**

22

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK KÖZLEMÉNYEI

SZERKESZTI: SZABÓ JÁNOS

XXVI. KÖTET
3-4. SZÁM



AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST 1996-1997

ÉPÍTÉS- ÉPÍTÉSZETTUDOMÁNY

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG:

DR. KALISZKY SÁNDOR, DR. PERÉNYI IMRE, DR. SZABÓ JÁNOS,
DR. VÁMOSSY FERENC

TECHNIKAI SZERKESZTŐK:

HORVÁTHNÉ DR. SIPOS EDIT ÉS DR. VÁMOSSY FERENC

1521 BUDAPEST, MŰEGYETEM RAKPART 3. BUDAPESTI MŰSZAKI EGYETEM
K. II. 60. (ÉPÍTÉSZETTÖRTÉNETI ÉS MŰEMLÉKI TANSZÉK)

A kiadvány példányonként megvásárolható

az Akadémiai Kiadó Magiszter
(1052 Budapest, Városház utca 1., tel.: 138-2440)
könyvesboltjában

Külföldön terjeszti az

Akadémiai Kiadó

H-1519 Budapest
P.O. BOX. 245.

ÉPÍTÉS- ÉPÍTÉSZET- TUDOMÁNY

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK KÖZLEMÉNYEI

SZERKESZTI: SZABÓ JÁNOS

XXVI. KÖTET
3-4. SZÁM

AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST 1996-1997

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

TARTALOM

Hajnóczy Gyula	199
DR. HAJNÓCZI GYULA	
Az építészetelmélet története	207
Bevezetés (1990), (1996)	207
Az ókor építészetelmélete	216
A középkor építészetelmélete	238
Az újkor építészetelmélete	264
DR. SIMON MARIANN	
Az építészeti formáról. Hajnóczy Gyula két írása a hatvanas évek tükrében	279
MARTOSNÉ DULÁCSKA CSILLA	
Épített terek vizuális észlelési kérdései	289
IFJ. BRENNER JÁNOS	
Fritz Schumacher	301
PEREHÁZY KÁROLY	
Törekvések a mai magyar művészi vasművességben	319
SZEMLE	
Opponensi vélemény Mezősné Szilágyi Kinga Települések zöldfelületi rendszerének vizsgálati és értékelési módszerei c. kandidátusi értekezéséről (Dr. Hajnóczy Gyula) — Válasz az opponensi véleményre (M. Szilágyi Kinga)	339
A Magyar Tudományos Akadémia épülete tervpályázati tervei. Kiállítás az MTA Esterházy gyűjteményi termeiben (Dr. Komárik Dénes)	347



Hajnóczi Gyula
1920–1996

*a Műszaki Egyetem tanára, professor emeritus, építész, régész,
az MTA levelező tagja, Kossuth- és Ybl Miklós-díjas*

Életútja kezdetét a többirányú személyes érdeklődés és hazánk viharos sorsa határozta meg. A bajai reálgimnázium érettségije után 1938-ban iratkozott be az Erzsébet Tudományegyetem Evangélikus Hittudományi Karára, Sopronban. Három szemeszter után átiratkozott a Pécsen működő Bölcsészeti Karra, olasz–magyar–művészettörténet szakokra. Az egyetemi átszervezés juttatta két szemeszter erejéig Kolozsvárra, a háború pedig öt év katonáskodáshoz és hadifogságba. 1946–50 között túlkorosan végezte el építészeti tanulmányait. Utolsó évesként demonstrátor volt Rados Jenő építészettörténeti tanszékén, diplomázás után tanársegéd lett. Az építészettörténet tárgyán belül az ókorra történő szakosodás törekvése vitte később vissza a bölcsészettudományokhoz és az egyetemi padokba, az ELTE-re. Élete felén járt már, amikor megkapta régész diplomáját, majd megvédte doktorátusát.

Ettől kezdve életét az építészoktatás, az építészettudomány és a műemlékvédelem között osztotta meg, vargabetűk nélkül, az egyetlen szeretett szakma, az építészet bővületében. Ebben a szakmában volt polihisztor és specialista, tanár,

tudós és gyakorlati műemlékvédő. Mindig mindhárom területen tökéletesre törekedett. Bejárta az ókori kultúrák valamennyi helyszínét. Egyiptom, Irak, Görögország, Itália és Franciaország nem egyszerűen tanulmányúti program volt számára, hanem az építészeti kultúra forrásvidékének felkutatása, a hely szellemének átélése és megfogalmazása. Valamennyi útja egyetemi tananyag, építészeti tanulság, műemlékvédelmi példatár lett könyvekben, tanulmányokban, cikkekben.

Egyetemi pályafutása során 1955–1967-ig adjunktus. Ezalatt számos magyar római kori műemlék helyreállítását tervezi Aquincumtól a szombathelyi Isis-szentélyig. Részt vett az első magyar régészeti expedícióban Egyiptomban. Térleméleti kutatásaival megvédte kandidátusi címét.

1967–1978 között docens. Ez az első tankönyv, az első jelentős szakmai elismerések és kitüntetések időszaka; a Kar kiemelkedő előadója, számos oktatásmódszertani és oktatástechnikai újítás kezdeményezője és bevezetője. Műemlékhelyreállítások, elsősorban az óbudai Aquincum helyreállításának lebonyolítója. Szakcikket publikál a magyar, német, olasz és angol nyelvű szakajtóban. Térleméletének összefoglaló vázlatára alapján elnyeri a műszaki tudományok doktora címet.

1978-tól egyetemi tanár, oktatási dékánhelyettes, az Építészettörténeti Osztály vezetője, intézeti igazgatóhelyettes. Új módszereket vezet be az építészettörténet-oktatás, műemlékfelmérés, a graduális és posztgraduális képzés fejlesztésére. Részt vesz az építészettörténeti, művészettörténeti, építészeti, műemlékvédelmi szakmai szervezetekben. Hazai, osztrák és német kapcsolatai mellett műemlékhelyreállítási tervek készítését Ausztriában. Kétkötetes ókori építészettörténetét német kiadó jelenteti meg.

1990-ben 70 éves korában nyugdíjba vonul, de kapcsolata munkahelyével, a Karral és az Egyetemmel egy percre sem szakad meg. Munkabírását, szellemi frissességét fiatal kollégák is csodálták. Műemlék-helyreállítás, műemlékvédelmi elvek, elmélettörténeti kollokvium, műemléki itinerarium az újabb cikkek, könyvek, előadások témái. Elkezdte megírni visszaemlékezéseit is, de befejezni már nem tudta.

A Kossuth-díj, a Rómer Flóris- és Rados Jenő-émlékérem a szakma osztatlan megbecsülését fejezte ki, miközben az oktatás, a tudományfejlesztés, a műemlékvédelem új lehetőségei foglalkoztatták megváltozott világunkban. A Magyar Tudományos Akadémia levelező tagsága az életmű koronája, amit csak rövid ideig tudott viselni.

Az Akadémia nevében Prohászka János akadémikus, osztályelnök, az Egyetem nevében Ginsztler János rektorhelyettes mondott búcsúbeszédet. A Magyar Építészek Szövetsége, az Építésszervezői Kar és az Építészettörténeti és Műemléki Tanszék nevében Istvánfi Gyula tanszékvezető az alábbi szavakkal búcsúztatta az óbudai temetőben, 1996. augusztus 28-án.

„Utolsó főhajtásra állok eléd, s a Magyar Tudományos Akadémia és a Budapesti Műszaki Egyetem tiszteletadása után kelengyédül hozom a Magyar Építészek

Szövetsége, az Építésmérnöki Kar és az Építészettörténeti Tanszék megbecsülését, tiszteletét és szeretetét. Ebben a percben úgy érezzük, hogy távozásod kimondhatatlan veszteség nekünk, hogy lényünk egy darabját viszed magaddal, hiszen családi, baráti, szakmai és munkahelyi közösségben Veled együtt voltunk egészek. De mint az építkező emberiség aeneasi kalandjának kutatója és ismerője, jól tudod, és persze tudjuk mi is, fordítva áll a dolog. A hajósok bármilyen messzire jutnak az ismeretlen vizeken, lényük egy darabkája, életük, munkájuk hozadéka otthon, az övéiknél marad. Életműved elsorolása és méltatása mellé fogadalmat teszünk szellemi örökséged ápolására és fenntartására. Amint megfogalmaztad, az építészet tudománya nem az egyszeri alkotásban van, hanem a továbbépítésben. Mi is igyekszünk az építkezők generációs láncolatában tovább építkezni szakmánk szellemi és valóságos építményeit, jórészt annak alapján, amit elkezdted, de félbe soha nem hagytál.

Köszönjük Neked a Karhoz való rendületlen ragaszkodást, az építészek képzésének szóló teljes odaadásodat, a munkatársakhoz és hallgatókhoz való tolakodás nélküli közvetlenségedet, amit görög-latinos huncutsággal arisztokratikus demokratizmusnak nevezted. Köszönjük Néked a Tanszékhez való hűségedet, jó hírünk terjesztését itthon és külföldön, hiszen sikereidből rész jutott alkotóműhelyeinknek is. Köszönjük, hogy a munkahely olykor feszült légkörében soha indulatossá nem váltál, köszönjük, hogy minden kolléga dolgában támogatást nyújtottál, hogy támogattad azokat is, akik Téged nem támogattak.

Búcsúzóom én is, az egykori tanítvány, asszisztens, munkatárs, végül társad a tanárságban. Köszönöm a példamutató és baráti negyven évet. Nagy Gyula Tanár Úr, Isten veled!”

DR. HAJNÓCZI GYULA ÉLETRAJZI ADATAI

(Önéletírása alapján)

Születés: Ritter Gyula ifj. 1920. április 5.

Születési anyakönyvi kivonat másolat. Azonosságai szám: 3081.20.0162 Baja, 1952. március 27.

Elemi iskola: 1926–30 Elemi népiskolai Értesítő könyvecske: Baja

Névváltoztatás: Hajnóczi

Belügyminisztériumi eng. 1934. január 26. I. 67.918/1933. III.

Gimnázium: Bajai III. Béla Reál-gimnázium 1930-1938.

Tanulmányi értesítő, Reál-gimnáziumi Érettségi Bizonyítvány 14.-290/1938

Teológia: Erzsébet Tudományegyetem Evangélikus Hittudományi Kara, Sopron 1938/39. L.

1939/40. I. (három félév)

Olasz–magyar–művészettörténet:

Erzsébet Tudományegyetem Bölcsészeti Kara, Pécs

1939/40. (egy félév)

Kolozsvári Tudományegyetem Bölcsészeti Kara

1940/41. I. II. (két félév)

Katonaság I.: 1941. szeptember – 1944. szeptember, utász zászlós

Katonaság II.: 1944. október – 1946. február hazatérés USA fogságból

Építészeti: József nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Beiratkozás 1944. szeptember 15. (egy csonka félév)

1946–1950. tényleges elvégzés (nyolc félév)

Építészmérnöki Kari index száma T-105 XI-X 29

Építészmérnöki oklevél, 1950. július 11. sz.: 680

ÉKME *műszaki doktor* 1966. november 30. sz.: 71

Régészet: Eötvös Lóránd Tudományegyetem Történettudományi Kara

1954–58. (az első két félévet elengedték, 6 félév)

Általános régészeti oklevél 1958. dec. 15. sz.: 720/1958

ELTE *bölcsészdoktor* 1961. dec. 19. történelem (ókori régészet és művészet-történet, Térformák és térkapcsolatok az antik római építészetben)

Tudományos fokozatok:

A műszaki tudományok kandidátusa 1966. július 8. sz.: 3409. (A térszemlélet fejlődése az ókor építészetében)

A műszaki tudomány doktora 1978. december 11. sz.: 1553 (Prolegomena az építészeti alkotás objektív értékeléséhez; Az építészeti tér analitikus elmélete)

Kitüntetések:

Ybl Miklós-díj II. fokozata 1968. április 2. (Az építészet története, Ókor c. könyv és műemlékhelyreállítási tevékenységért)

Munka Érdemrend Ezüst fokozata 1972. április 10. sz.: 11.28/4/72.761

Kiváló Munkáért MTA 1982. november 10. sz.: 1085

Budapesti Műszaki Egyetem Emlékérem 1985. május 13.

Magyar Műemlékvédelemért Emlékérem 1985. augusztus 27.. sz.: 81

Kossuth-díj 1990. március 15. VI.-3/9/90 sz.: 5

Rómer Flóris Emlékérem 1994. január 27.

Rados Jenő Emlékérem 1996. április 18.

Műegyetemi beosztás:

1949–1950 demonstrátor

1950–1955 tanársegéd

1955–1967 adjunktus

1967–1978 docens

1978–1990 egyetemi tanár
1978–1981 oktatási dékánhelyettes
1973–1986 Építészettörténeti Osztály vezetője
1975–1986 intézeti igazgatóhelyettes
1986–1990 beosztott egyetemi tanár
1990. szeptember nyugdíjazták

Társadalmi egyesületi tagságok:

MTA Építészettörténeti és Elméleti Bizottság
Magyar Régészek és Művészettörténészek Társasága
Magyar Építőművészek Szövetsége
ICOMOS Magyar Nemzeti Bizottság alelnök

GYAKORLATI TERVEZŐI TEVÉKENYSÉG

Műemlékfelmerések:

1951–1956 között Rados Jenő vezetésével, tanársegéd társaival együtt a magyar klasszicista építészet részletformáit mérték fel, majd Nagycenk, Fertőd, Lovasberény kastélyait, székesfehérvári és váci lakóházakat, amelyek helyreállítási terveit is elkészítették. A *Műemlékfelmérés* című kézikönyv ugyancsak e kollektívának a műve. Sopron és Budapest műemléki topográfiája számára is készített felméréseket.

Budapest vasrácsai c. felméréssorozatát és tanulmányát pénzjutalomban részesítette az MTA 1952ben.

Az UNESCO núbiai mentővállalkozásában a magyar misszió tagjaként felmérte a 7. századi kopt városka, *Abdallah Nirqi* feltárásait 1964-ben.

Mint oktatási dékánhelyettes nyári *műemlékfelmérési és rajzi gyakorlatot* vezetett be, amikor is 1980–1994 között 20 városunk történeti városmagjának felmérése készült el.

Ausztriában, a római kori Felsőpannonia székhelyének, Carnuntum polgárvárosának a felmérését vezette 1987–1988-ban.

Megvalósult műemlék-helyreállítási tervek:

1963-ban a *szombathelyi Isis szentély* helyreállítását tervezte (anastylosis, védőtető, kis helytörténeti múzeum), később a romkert modern belépő-fogadó épületét is. A hatvanas évek elejétől, a BME Építészettörténeti Tanszékének ókori részlege, Istvánfi Gyula közreműködésével a következő helyreállításokat fogantatosította: *Aquincum polgárváros* revitalizációja, nemzetközi egyetemista ásató és műemléki tábor az INTERSTUDEX szervezésében. Az itt elvégzett munka (romhelyreállítás, védőépületek, részleges rekonstrukciók) példamutatóak lettek.

Aquincum katonai tábor keleti kapujának részleges rekonstrukciója.
Tác-Gorsium romterületének helyreállítása az Aquincumban kiérlelődött elvek szerint.

Fenekpuszta-Valcum városkapujának, -falának rekonstrukciója.

Százhalombatta-Matrixa római fürdőjének védőtetője.

Budapest Március 15. téri római hídfőállás maradványainak bemutatása, kiállítás tervezése.

Balácapuszta villagazdaság peristylumos épületének részleges rekonstrukciója, villamúzeummal alakítása; a II. és X. jelű épületek maradványainak konzerválása.

Kővágószőlős római villájának helyreállítása és az ókeresztény mauzóleum fölé védőépület tervezése.

Nem realizálódott, illetve nem kivitelezett tervek:

Pelikán József és Györgyfi Gábor statika professzorokkal együtt javaslat az *Abu Szimbel*-i sziklatemplomok áthelyezésére.

Az *Aquincumi Régészeti Park* környezetének a rendezése, műemlékvédelmi javaslat a római kori településkép egységes bemutatására (munkatárs Kaszab Ákos, Mezős Tamás és Póczy Klára).

Aquincum Hajógyári szigeten feltárt helytartói palota elvi rekonstrukciója és műemléki bemutatásának programterve (munkatárs Mezős Tamás).

Balácapuszta 30 m átmérőjű halomsírjának a rekonstrukciója, a halomba rejtett faszerkezetű kupolával fedett kiállítási tér létrehozásával (munkatárs Mezős Tamás).

Szombathelyen a Fő téren tervezett üzletközpont alagsorában, Savaria városrészletét bemutató helyreállítás engedélyezési tervei (munkatárs Mezős Tamás, az üzletközpont tervezője Horváth László UVATERV).

Tác-Gorsium Régészeti Parkjának fejlesztése – kiegészítő épületek: tavernák, vendéglők stb. – az 1996-ra tervezett EXPO előkészületeinek a keretében.

Tanulmányterv *Baja város főterének* rendezésére.

SZAKIRODALMI TEVÉKENYSÉG (1992–1996)

Kiegészítés Hajnóczi Gyula tudományos tevékenységének bibliográfiájához.
Építés–Építészettudomány XXII. kötet 3–4. szám. 326–330. pp.

Hagyomány és intuíció. *Építés–Építészettudomány* XXIV. kötet 3–4. szám. 1992. 189–196. pp.

Memorizmus. Tanulmányok Horler Miklós hetvenedik születésnapjára. *Művészet-történet – Műemlékvédelem* IV. kötet 1993. 501–506. pp.

Appendix – a 283. számú 1988–1991 OTKA kutatás zárójelentéséhez. BME Építészettörténeti és Elméleti Intézet, Budapest, 1992. 170 oldal sokszorosított kézirat.

Az építészeti tér genezise I–IV. *Iskolakultúra* – Az Országos Közoktatási Intézet Folyóirata, I. 1992/2. 2. p.; II. 1992/3–4. 10–21. pp.; III. 1993/1. 20–33. pp.; IV. 1993/5. 35–43. pp.

Business és műemlékvédelem. Tanulmányok Gerő László nyolcvanadik születésnapjára. *Művészettörténet – Műemlékvédelem* VI. 1994. 77–82. pp.

Rados Jenő legendája. *Rados Jenő legendája* (szerk. Hajnóczi Gyula). BME Építész mérnöki Kar. Archaeolingua Alapítvány Budapest, 1996. 45–48. pp.

A hitelesség és az identitás problémája a régészeti műemlékvédelem tükrében. *Építés–Építészettudomány* XXV. kötet 1–2. szám 1995. 37–63. pp.

Társszerzős művek:

Pannonia Hungarica Antiqua. Itinerarium Hungaricum I. (szerk.: Hajnóczi Gyula, Mezős Tamás, Nagy Mihály, Visy Zsolt; sorozatszerkesztő: Hajnóczi Gyula, Mezős Tamás)

Archaeolingua Alapítvány. Budapest, magyar nyelven 1995., olaszul 1996.

Hajnóczi Gyula – Mezős Tamás: A balácai halomsír elvi rekonstrukciója és bemutatójának programja. *Balácai Közlemények* IV. 1996. A balácai likasdomb. A római villa halomsíros temetkezése. Veszprém Megyei Múzeumok. 1996. 247–260. pp.

AZ ÉPÍTÉSZETELMÉLET TÖRTÉNETE¹

DR. HAJNÓCZI J. GYULA
az MTA levelező tagja

BEVEZETÉS (1990)

Az építészetelmélet fogalma

Az építészetelmélet a megvalósult épületek, épületegyüttesek és települések létrehozására, illetve értelmezésére, valamint a kivitelezésre nem került „ideális” építészeti tervekre és elképzelésekre vonatkozó ismeretanyag összességét jelenti. Az architektúra teóriája az építészet immateriális velejárója, így közlésformája elsősorban írásos. Ennek ellenére a témakörbe tartoznak az írásban nem rögzített, az egyes korszakok törekvéseit, szellemiségét meghatározó – történetileg sokszor csak nehezen felidézhető – eszmei tendenciák éppúgy, mint „anyagiasabb” kifejezési módok: rajzok, tervek, mintakönyvek, sőt épületmodellek, makettek is.

Az építészetelmélet problémaköre

Az építészetelmélet történetének összefoglalását csak néhány könyv kísérelte meg. Ennek oka abban rejlik, hogy nehezen lehet az építészetre vonatkozó ismeretanyagot rendszerbe foglalni. Az emberi szellem kognitív – gondolati – tartományának ui. a legkülönbözőbb helyein bukkannak föl az építészetet érintő megnyilatkozások. Ezek pusztá felsorolása elegendő annak érzékeltetésére, hogy a forrásanyag mennyire heterogén.

¹ Hajnóczi Gyula az építészetelmélet történetével foglalkozó, eddig kiadatlan kézirata 1990-ből származik. Jó évtizede folyó elmélettörténeti előadásait ekkor öntötte gépírással formába, hogy hallgatói számára összefoglalja az elmondottakat. Jegyzeteit, előkészítő anyagait azonban több évtizede, bölcsészeti tanulmányai kezdetétől gyűjtötte azzal a szándékkal, hogy elméleti tevékenysége összegzéseként az építészetelmélet történetéről – az építészeti gondolkodás fejlődéséről – teljességre törő művet adhasson közre. Bár az 1985-ben megjelent *Kruft*-kötet szándékában rövid ideig meg-ingatta, előadásaihoz kutatásait folytatta és fiatal kutatókat is a munkába bevonva, az anyag egyetemi jegyzetként való kiadását tervezte. Az utóbbi években emellett több igen jelentős, történeti rálátásának továbbbérését bizonyító, elméleti összegző munkája jelent meg, amelynek eredményeként nemcsak a munka befejezésére, hanem tovább művelésére, érlelésére, új meglátá-

Az építészet értelmezésére szánt gondolatok találhatóak az általános művészet-történetben és művészetelméletben, az esztetikában, a filozófiában, a társadalomtudományokban stb., sőt még a szépirodalomban is. Alig hanyagolható el a régészeti „felfedezéseknek” és az építészettörténeti újraértékeléseknek a hatása. Hiszen ismeretes, hogy az új archeológiai és a megújult történelmi ismeretek egész építészeti korszakok arculatát meghatározták vagy legalábbis befolyásolták: reneszánsz – római régészet; klasszicizmus – görög régészet, egyiptológia; romantika – középkori régészet, asszirológia; szecesszió – krétai-mükénei archeológia stb.

Szorosan ide kapcsolódik a szerzők eszmei-szakmai hovatartozásának a kérdése is. Az alkotó építész, aki a ceruza mellett tollat is ragad a kezébe, egészen másként ír az építészeiről, mint a szintén brancsbeli építészettörténész, míg a műtörténész, a filozófus, a szociológus stb. ismét egészen más aspektusokból „műveli” a teóriát.

Az elméleti hajlandóság egyenlensége is bonyolítja a kérdéskört. Az elmélet tárgya, az építészet, járja a maga útját, szinte folyamatosan. A teoretizálás, az elméletieskedés azonban nem képez ilyen összefüggő láncolatot. Vannak korszakok, amelyekben se szeri, se száma az elméleti traktátusoknak, s vannak olyanok, amelyeknek szinte csak az épületeit ismerjük, a hozzájuk fűzött írásos reflexiókat nem. Vagy azért, mert ilyenek nem maradtak fenn, vagy azért, mert ilyenek – látszólag ténylegesen – nem is léteztek, vagy csak igen kevés belőlük. Hozzáteve azt, hogy az elméleti megnyilatkozások sűrűsége-ritkasága, továbbá bizonyos témák hangsúlyos kiművelése, mások elhallgatása vagy semmibevevése önmagában árulkodó és korszakjellemző lehet. Itt kell felemlítenünk azt a jelenséget is, hogy egy-egy elméleti mű születési idejét messze túlélve hat a kortárs építészetre, a másik hatástalan marad, a harmadik meg már keletkezésekor anakronisztikus.

Alig vitatható, hogy mindaz a tapasztalati és tudásanyag, amely az építészetben tárgyiasul, ugyancsak az elmélet egy fajtája. Eddig az építészetelméletet közkeletűen értelmeztük, de az építőanyagokkal, épületszerkezetekkel, szilárdságtannal, kivitelezéssel kapcsolatos ismeretek alapján lesz a ház házzá, az épület épületté. Ennek a praktikus ismeretanyagnak önmagában megvan a maga – sokszor tudományá ért – teóriája, de egy-egy szerkezeti újítás vagy a műszaki

sainak megfelelő rendszerbe fejtésére is törekedett. A „memorizmus” átfogó kategóriája már az elmélettörténet eredeti szövegében is megjelenik; ennek kidolgozott fogalma adta volna az alapgondolatot a cím- és szempontrendszer átfogalmazására, az egyes részek, így a bevezető újragondolására is. A Bevezetés újrafogalmazása elkészült, bár ez is már csak kézírásban; rendelkezésünkre áll egy új címjegyzék is, amely a végleges koncepciókifejtés szándékáról eligazít. (A tervezett jegyzet címe is itt jelenik meg: *Cogitationes et imaginationes architectonicae* – Az építészet eszme- és képzeletvilága). Ezért az új Bevezetés és a Címjegyzék közlését – a szöveg-gondozás nehézségeit és esetleges hibáit is vállalva – szükségesnek láttuk és az 1990-es első változat után beiktattuk. Meggyőződésünk, hogy az eddig nem publikált szöveg hiányt pótol az elmélettörténet hazai művelésében, méltó zárkó Hajnóczi Gyula életművében. (Szerk.)

készség általános fellendülése a másik fajta – az előbbieken elemzett, szokásos értelmű – elmélet területére is átszap és kihat rá; elegendő csak ilyeneket említenünk, hogy technicizmus, konstruktívizmus, materialista esztétika stb. vagy: anyagszerű, szerkezetszerű, tektonikus, atektonikus stb. A problémakör az elmélet és a gyakorlat szokványos fogalompárját kibővítve rajzolódik ki a maga teljességében: az elméletnek is megvan a maga teóriája és a gyakorlatnak is megvan a maga „teóriája”.

E tétel elfogadhatóságát támasztja alá az elmélet és a gyakorlat közötti időbeli viszony: az elmélet ui. meg is előzheti a gyakorlatot, meg követheti is. Nos, a gyakorlat „teóriája” mindig megelőzi az alkotás létrejöttét – különben hogyan építenék föl a házat? –, tehát ez az elmélet kizárólagosan normatív, előírászerű. Az elmélet „teóriája” azonban így is, úgy is születhet. Lehet megelőző, programot adó, normatív (ez általában a ritkább) és lehet a már megvalósult építészetet követő és értelmező, azaz kontemplatív (ez a gyakoribb).

Az építészetelméletek „fajtái”

Alig szorul magyarázatra, hogy az építészetelmélet fogalmát szabatosan és tudományosan eleddig nem sikerült definiálni. Nemcsak a teóriák nagy száma, tartalmuk kevertsége miatt, hanem megjelenési formájuk különfélesége következtében sem.

Vannak ui. elméletek, amelyek egy-egy kiragadott jelenséggel foglalkoznak:

- a) építészeti képletekkel, formákkal (oszloprendek, épületornamentika stb.),
- b) elvont szerkesztési elvekkel (arány, szimmetria, téralakítás stb.),
- c) konkrét építészeti irányzatokkal (funkcionalizmus, organizmus, regionalizmus stb.).

Ezeknek a tipologikus jellegű összefoglalásoknak a jellemzője az, hogy a történeti összefüggéseket nem érzékeltetik kellőképp, még azokban az esetekben sem, amikor a kiszemelt témát nem csupán önmagukban elemzik.

Felállítottak olyan elméleti rendszereket is, amelyek az építészet „lényegét” kutatják. *H. Wölfflin* művészetelméleti kategóriáihoz hasonló elveket határoztak meg, és ezek alapján mondták ki az építészet „törvényszerűségeit”. Az effajta teóriák értéke kettős: magában a rendszerben rejlik, de még inkább abban, hogy miként értelmezték akkor az architektúrát, amikor a szerző elgondolásait papírra vetette.

Végül születtek enciklopédikus jellegű traktátusok is. Ezek az építészetet meghatározó tényezők vélt teljességét felsorakoztatván adtak összefoglalást. Az e módszert követő művek iskolapéldája az első, írásban fennmaradt építészetelmélet, *Vitruvius Pollio Tíz Könyve*.

Az építészetelmélet-történet tárgyalási módszere

Az építészetelméleti ismeretek történeti összefoglalására vonatkozóan eleddig nem kristályosodott ki egységes módszer. A feladat bonyolultságából adódott, hogy kevesen vállalkoztak történelmi összefoglalásra. Példaként két könyvet említünk csupán.

M. Borissavlievitch 1926-ban kiadott könyve szintetizáló módon megszólaltatja a szépirodalom művelőit, a filozófusokat és esztétákat, az építészeket, valamint a vonatkozatható tudományágak képviselőit egyaránt. Műve tehát bizonyos mértékig eklektikus, amelyben az irodalom-, az esztétika-, a kultúra-, a társadalom-, a tudomány- és a technikatörténet elemei fellelhetők iránymutatásként.

H.-W. Kruff 1985-ben publikált elmélet-története spontán és nyílt módszert követ. Nem törekszik rendszerezésre. Történelmi folyamatosságban tárgyalja az egyes meghatározó terület egységek és országok váltakozó, visszatérő szerepe szerint a lényegesnek tartott elméleti állásfoglalásokat.

A jelenlegi helyzet tehát az, hogy az architektúra teóriájának ilyen-olyan módszere létezik, metodológiája azonban nincs. Effajta komplex tudományágak pedig ilyenre van szüksége, mert enélkül a végeredmény bizonytalan és hiányos. Anélkül, hogy a kérdés végérvényes megoldásával kecsegtető javaslatot tennénk, mint lehetőségből, az építészet mibenlétéből kell kiindulni. Ha igaz az építészet ab ovo interdiszciplináris volta – mint ahogyan igaz –, akkor a művészetiműszaki dualizmusa lehet a metodológia alapja. Egyszerűen: a két „elmélet-tartomány” párhuzamos áttekintése, egymásra vonatkoztatva. Ami azzal az előnnyel is jár, hogy olyan korszakok is értelmezhetőek, amelyekről eddig úgy tartották, hogy nincs elméletük és bevonhatóak olyan építészeti korszakok is, amelyekre vonatkozólag ismereteink nagyon töredékesek.

Ezen ideális célkitűzés betöltése nyilván várat még magára. Szándéka azonban körvonalazható. Együttesen annak érzékeltetésével, hogy az egyes korszakok elmélete milyen viszonyban volt a gyakorlattal, a megvalósult architektúrával.

BEVEZETÉS (1996)

Az építészetelmélet épületek, épületgyüttesek és települések létrehozására – illetve a létrehozás szándékára – vonatkozó ismeretanyag összességét jelenti. Az architektúra teóriája az építészet „immateriális” velejárója, amelynek közlés- és megjelenésformája „papírra vetett”. Ámde nemcsak a megvalósult alkotásokról való írásos eszmefuttatások összessége, mert figyelembe veszi azokat a terveket is, amelyek az adott kor igényeit kielégítették, törekvéseit kifejezték, de nem valósulhattak meg, sőt még azokat is értelmezi, amelyek mint ideális elképzelések kerültek rajzpapírra, tollhegyre. Az elmélet forrásai az építés egyéb „segédeszközei”

is, mint építési előírások, céhszabályok, mintakönyvek stb. Végezetül – mint a tervek térbeli megjelenítései – az épületekről, együttesekről, városokról készített „plasztikák”, a modellek, a makettek is beletartoznak az építészetelmélet vizsgálati körébe; függetlenül attól, hogy mi, mennyi és milyen változtatásokkal realizálódtak, ha egyáltalán testet öltöttek.

Nincs egyetlen tudományág sem, amely csak a szorosan értelmezett szakismereteivel tudna létezni és boldogulni. De nincs szinte egy sem, amelynek az ismeretanyagköre annyira tágas, és az „alapteste” annyira heterogén összetételű lenne, mint az architektúráé. A szakismeretek általában egy sor alap- és „segédtudomány” eredményeinek eredőjeként kristályosodnak ki, az építészetről való tudás viszont lényegileg és „műfajilag” *interdiszciplináris*, mert a természettudományokra is és – az egészen tágan értelmezett – szellemtudományokra is támaszkodik, ugyanakkor, amikor a létrejött mű a gyakorlati célok betöltésén túl művészeti kifejezőerővel is büszkélkedik. Amióta házat épít az ember, az kettősen is *Janus-arcú* lesz, ez a „szakma” különleges *génusza*, és ilyen különleges a *génusza*.

Éppen ez az oka annak, hogy az építészetben a szkizofrénia kórjának a csírája is benne lappang. Nem is lappang, hiszen évezredek építészettörténete tanúsítja azt, hogy az alkotó építész szakmai és társadalmi hovatartozandóságának megítélése is és művének az emberi teljesítmények közé való besorolása is szinte állandóan vitatott. Ami oda vezetett, hogy az építészet egyik-másik tényezőjének abszolutizálása kizárta a többi, azokat megkérdőjelezte, sőt semmisnek minősítette, „egyarcú” álarcot hamisítva rá egy bonyolultan karakteres arculatra.

Az egzakt tudományok mindenkori szintjén kiérlelődött építészeti szakismeretek tárgyiasulnak az alkotásban, hiszen az építőanyagról, az épületszerkezetről, a szilárdságtanról, az építésszervezésről való diszciplinák alapján valósul meg az épület, a fizikai környezet meghatározta feltételek között. Alig vitatható, hogy ez az ismeretkör az empiriából fejlődött ki, s lett tudománnyá, s mint ilyen: elmélet. De az sem kétséges, hogy az építészeti feladatokat kijelölő és igénylő közösség vagy egyén szándékainak a felfedése, valamint a korszak szellemiségét meghatározó eszmei és művészeti tendenciákról való ismeretanyag is az. Ez a polarizáció kívánja meg azt, hogy megkíséreljük az építészetelmélet tárgyalásmódjának az „ideális” meghatározását. Abból a célból, hogy a különböző szempontok ne egymástól függetlenül kerüljenek érvényesítésre, hanem szoros kölcsönhatásban, egymásra utaltan.

Az építészet lényegileg, műfajilag interdiszciplináris, tehát értelmezésében nem elégedhetünk meg a különböző tudományágak módszereinek egymástól elszigetelt alkalmazásával. A különböző metódusok szintézisére, az alkalmazott eljárások összességét számba vevő módszertanra, azaz *metodológiára* van szükség ahhoz, hogy megérthessük az architektúra földbe gyökerezett, égbetörő katedrálisának minden titkát.

E módszertan – amely érvényesíthető az építészettörténetre éppúgy, mint elméletének történetére – azon kérdésekre adott válaszok summáján alapul, amelyek egy-egy tényezőjében valójában a többi is bennefoglaltatik, mert mindegyikből kifejezhető az egész. Magyarán: a tagoltság ellenére zárt rendszert alkot. Ezen metodológiának a vezérfonala, illetve kérdéssorozata a következő:

- *know what*: mi épült, mit szándékoztak megépíteni; az alkotások sereg-szemléje; a téma alapanyaga; a szükséglet és a használat igényeinek realizálódása: *történet-, gazdaság-, társadalomtudományokból* származó ismeretek,
- *know from*: miből és mi szerint jött létre az alkotás; a fizikai környezet és adottságok számbavétele; a műszaki lehetőségek és korlátok; a technikai felkészültség szintje és eszköztára: *természet- és műszaki tudományok*,
- *know how*: hogyan öltött formát az alkotás; milyen vezérlőelvek szerint, milyen művészeti törekvések alapján kapta a mű az alakját, nyerte el az alkatát: *szellem-, lélektan-, művészettudományok* ismeretei és
- *know why*: miért lett az alkotás jellege olyan, amilyen; *oknyomozás, hermeneutika*.

Könnyen belátható, hogy ilyen ideális célkitűzésű metodológia követése optimális eredménnyel kecsegtet, teljes és következetes alkalmazása azonban még várat magára. Annak ellenére, hogy az építészetelmélet diszciplínája (minden korban) hasonló – az akkor elképzelt – teljesség igényével született meg.

Az első európai írott – helyesebben: írásban megmaradt – építészetelméleti mű a római civilizáció gyümölcse. Azé a klasszikus civilizációé, amely a maga gyakorlatias igényeit kielégítendő – a hellenizmus nyomdokaiba lépve – összegyűjtötte az élet legkülönbözőbb területeire vonatkozó ismeretanyagot. Ilyen gyűjtemények, enciklopédiák sora született ekkor, és ebbe illeszkedett bele az építészetre vonatkozó is: *Vitruvius Tíz Könyve*.

Az *enciklopédia* szó eredeti jelentése: a gyermekeknek – tanulóknak – szolgáló gyűjtemény. Szándéka tehát a „szakmai előírások” közközre bocsátása a felhasználás céljából. *Normatív elmélet volt tehát, s mint ilyen, időbelileg megelőzte az alkotás létrejöttét.* Éspedig az akkori „teljesség” hiedelmében, mint az ideálisnak feltételezett metodológiánk előhírnöke. És nem véletlen, hogy amikor a művésznevelés, s így az építészképzés megindult, akkor vált újra tudatossá az építészetelmélet: a reneszánsz idején, mint ahogyan ezt *J. Burckhardt* megállapította. Ami azt jelenti, hogy a teória újbóli útjára ugyancsak az egyetemesség igényével és normatív jelleggel indult el, hogy a későbbiekben oszoljék több ágazatra és a részletkérdések kiművelésére is.

Az építészetelmélet felvázolt metodológiájának a hitelét erősíti az a tény, hogy az építészetet – közvetve-közvetlenül – meghatározó ismeretanyag tágas tartományából azokat is számba veszi, amelyek az építészetelmélet közhasznú értel-

mezése szerint nem azok, mint többek között az adott kor műszaki felkészültsége vagy formaigénye. Ezek mint adottságok – a normatív elméletekhez hasonlóan – időben megelőzik az alkotások születését. Ez a felismerés teszi lehetővé, hogy áttekintésünkben ne kövessük a megszokott skémát, miszerint az építészetelmélet *Vitruviusszal* kezdődött és *Albertivel* folytatódott, hanem az európai építészeti kultúra kialakulásának közvetlen előzményeitől – az ókori Közel-Kelet építészetétől – kezdve az elmélet kifejlődését is felvázolhassuk, és ne mellőzzünk jelentős korszakokat – mint pl. a középkort –, amelyeknek, úgymond, nem volt kimondott elméletük.

Mert az elméleti hajlandóság egyenetlensége is bonyolítja a kérdéskört. Az elmélet tárgya – az építészet – járja a maga útját folyamatosan. A teoretizálás, az „elméletieskedés” azonban nem képez ilyen összefüggő láncolatot. Vannak korszakok ui., amelyekben se szeri, se száma az elméleti traktatusoknak, s vannak olyanok, amelyeknek szinte csak az épületeit ismerjük, a hozzájuk fűzött írásos reflexiókat nem. Vagy azért, mert ilyenek nem maradtak fenn, vagy azért, mert ilyenek nem is léteztek, vagy csak igen kevés volt belőlük. Hozzáteve azt, hogy az elméleti megnyilatkozások sűrűsége-ritkasága, továbbá bizonyos témák hangsúlyos kiművelése, mások elhallgatása vagy semmibevevése önmagában árulkodó és korszakjellemző lehet. Itt kell felemlítenünk azt a jelenséget is, hogy egy-egy elméleti mű születési idejét messze túlélve hat a kortárs építészetre, a másik hatástalan marad, a harmadik meg már keletkezésekor anakronisztikus.

Az elméletek másik jellege lehet elmélkedő, *kontemplatív*, ezek természetesen *utólagos megnyilatkozások*. Az alkotó építészek szemlélete érvényesült az épületeket leíró és ismertető írásokban. Az antik görög szellemiség jellegéből adódóan az építész a kézművesek sorába tartozott, és ebből kilépni akarván, akkor lehetett a magasabb rendűnek ítélt „szellemi foglalkozásúvá”, ha művét intellektuális síkon reprodukálta, azaz művét leírta, ismertette. Ezekből a magyarázó, értelmező írásokból azután egyfajta *explikatív elmélet sarjadt ki, amely az alkalmazott formák, a követett arányok stb. szorosan értelmezett építőművészeti kérdéskörét alakította ki*. Mint ilyen, megjelent az építészetelmélet történetének szinte minden korszakában, mindmáig. Az effajta írások közé tartoznak a nem építészek által írt, épületekről, irányzatokról, korszakokról való méltatások is. Ezek a színfoltok a korszakjellemet, a közízlést tükrözik, ami nemritkán költők és írók érzelmi világán keresztül válik érzékelhetővé.

Nagyon sok tudományág, szakterület képviselője időnként indíttatást érez arra, hogy az építészetről véleményt mondjon saját invenciója szerint; ezek is időben utólagosak, azaz a megvalósult alkotásokra vonatkoznak. *Az inventatív elméletek köre igen tágas és értelemszerűen a szerzők szakmai hovatartozása szerint igen változatos*. Írásaik tudományos rendszerük részét képezik és annak szempontjait érvényesítik, általában az architektúra lényegét kutatóknak, meghatározván. Ily módon foglalkozik az építészetel a filozófia, az esztétika, a lélektan, a kultúr-, a

művészet- és a képzőművészettörténet, a társadalomtudományok közül főleg a szociológia stb. Születtek önálló, csak az építészettel foglalkozó elméletek, amelyek ugyancsak eltérő jellegűek egymástól, aszerint, hogy „kívülálló”, vagy brancsbeli írta-e azokat. De még az utóbbiak sorában is különbségek adódnak az építészettel csak elméletileg foglalkozó és az alkotó architektusok teóriái között. Jellegzetes tünet, hogy azok az építészek – és ez a művészet világára általában jellemző –, akik mint alkotók nem értek el jelentős sikereket, oly módon maradnak mégis hűek hivatásukhoz, hogy az elmélet és a kritika területén mintegy rekompenzálják magukat. Ez a vélt vagy valós „hiányérzet” azzal az előnnyel jár, hogy bizonyos távlatból, az összefüggéseket jobban áttekintve nyilatkoznak saját szakmájukról, szemben az alkotó építész elméletével, amelyet egy saját *ars poeticájának* szemszögéből ír meg, s így elfogulttá, anakronisztikussá válhat, sőt a fantasztikumba tévedhet.

Az utóbbiak sorába tartoznak az *utópisztikus elképzelések felbukkanása az elméletben és a kimondott utópiák*. Nem egészen ilyenek azok a reprodukciós rajzok, amelyeket az elmúlt korok csak hírből ismert, mégis hírneves alkotásairól készítettek s elegendő tárgyi adat hiányában egészen elképesztő képet alakítottak ki, ahhoz viszonyítva, amit utólag reálisabban el lehetett képzelni. Ezek mégsem érdektelen fantazmagóriák, mivel nagyon is jellemzőek arra a korra, amelyben „kigondolták” ezeket. A valóság talajáról való elrugaszkodásnak tűnnek az épületekről készített, a maguk korában műszakilag kivitelezhetetlen tervek is, amelyekről azonban a későbbiekben kiderült, hogy fejlődési tendenciákat érzékeltettek, „futurologizáltak”. Az ideális államformáról alkotott elméletek ihlették az ideális városról készített terveket, ezek valódi *utópiák*. Ámde ezek is a keletkezési kor képzeletvilágának megnyilatkozásai és nemegyszer tartalmaznak a későbbiekben valósággá lett elemeket.

Nyilvánvaló, hogy az elméletek másképpen is osztályozhatók, illetve ezzel azzal kiegészíthető csoportosításuk. Ehhez a rendszerhez annyit kell még hozzatenni, hogy bizonyos áthatások érzékelhetőek a különböző jellegűekben, és ez a szándékot érinti elsősorban. A leíró-értelmező és az önállóan „talált” elmélet lehet pusztán *kontemplatív*, de tartalmazhat *normatív* elemeket is.

Azt mondhatná valaki, hogy fölösleges volt ennyire körülményesen és hosszadalmasan bevezetni ennek a munkának a tartalmát, amikor annak változásaival foglalkozik, amit „közönségesen” építészetelméletnek nevezünk. Mert amikor a mondandónk kereteit és korlátait rögzítjük, akkor azokon belül a hogyan, a milyen és a miért kérdéseire adott válaszokat sommázzuk. *Cogitationes et imaginationes architectonicae* lehetne a hangzatos címe e traktátusnak, mert az építészetet ihlető gondolat-, eszme- és képzeletvilágba szándékozik bepillantani. Az építészet földhözragadt matéria ugyan, de az emberek hasznára és gyönyörűségére szolgáló, az emberek által formált anyag s így „humánus” keresztül szeretnénk szemlélni *alakját és alkotását*, úgy, ahogyan a mindenkori ember így-úgy módosította. *Forma*

dat esse rei, azaz a forma teszi a lényegét, értelemszerűen azonban – híven önmagunkhoz – a kialakító tényezőket is figyelembe vesszük a megérthetőség szükségének engedve.

Végezetül a tárgyalás vezérlőelvét kell ismertetnünk, amely az európai építészeti kultúra azon tulajdonságából fakad, hogy múltját ismételten újraéli, pelikán módjára önnön véréből táplálkozáva. A világépítészeti egyik ága sem értelmezi úgy a hagyományt, mint ahogyan az európai kezdte és folytatta, amelyben rendre ismétlődnek meg elfelejtettnek hitt építészeti képletek és eljárások, ha újrafogalmazottan is. Így a régészeti felfedezések, a műtörténet és egyáltalán az emberi művelődés múltjának folyamatosan tisztuló és gazdagodó eredményei markánsan meghatározzák az építészetről vallott felfogást, amelyet korábbi építészeti irányzatok felelevenítései is színeznék. A látszat az, hogy ez a visszaemlékezés – *memorizmus* – a reneszánszban történtek kiterjesztése, sőt ráerőltetése évszázadok alkotóművészetének az értelmezésére. De éppen az építészetelmélet története igazolja – sokkal árnyaltabban, mint maga a megvalósult építészet –, hogy az európai építészetet nemcsak az újkor kezdetétől, hanem megszületésétől kezdve hullámzóan, de folyamatosan ez a *rotáció* jellemzi, így ez a jelenség az elmélettörténet számára megbízható vezérfonalat szolgáltat.

A tárgyalandó elméletek két nagy összefüggő fejezetben kerülnek bemutatásra. Először az építészetelméletek történelmi folyamata, a feltételezett hagyományok érvényesítése szerint, másodsor az elméletek témaköreinek osztályozása a mai közvetlen érdeklődés szempontjából. Ez a tagoltság látszik célszerűnek az építésztechnológiai oktatás számára, különösen a posztgraduális és a doktorandusz képzésre jelentkezők számára.

I. A múltra tekintő elméletek

- 1. A memorizmus gyökere és lapangása*
az ókori Elő-Ázsia, Egyiptom, a hellén és a római kor, a keleti és nyugati kora középkor, a romanika és a gotika kora;
- 2. A memorizmus tudatosulása*
a reneszánsz és a barokk kora;
- 3. A memorizmus kiterjedése és meg-bomlása*
a klasszicizmus, a romanika és az eklektika kora;
- 4. A memorizmus tagadása*
a szecesszió, a modernizmus kezdetének kora;

II. A jelen elméleti témák

- 1. Az építészeti tér*
céljának felismerése, különböző értelmezései;
- 2. A műemlékvédelem*
nemzetközi charták, nemzeti szabályzatok;
- 3. A természetes építés*
a történelem előtti, a természeti és népi építőtevékenység jellege;
- 4. Az ellentmondásos, kontrarius építésviszonylatok*
a modernizmus tagadása, a memorizmus furcsasága, a technicizmus újraművelése;

5. *A memorizmus diktatórikus felelevenítése*
a fasiszta, a nemzeti szocialista és a szovjet szocialista realista korok.
5. *A hazai építészetelmélet*
a jelentős teoretikusok ismertetése.

Se non e vero, e ben trovato – idézzük *Giordano Bruno* kedvelt mondását, azzal a szerénytelennek tűnő hozzátoldással, hogy ez az összefoglalásnak szánt írás az építészetelmélet bonyolult jelenségköréről vall s így maga is egy a teóriák sorában.²

AZ ÓKOR ÉPÍTÉSZETELMÉLETE

Csonka lenne összefoglalásunk, ha az elmélet történetét *Vitruviusszal* kezdenénk és azután – ahogyan általában szokásos – a középkort néhány adattal elintézzvén, rögvest *Albertivel* folytatnánk. Alig képzelhető el, hogy az európai építészeti kultúrát megalapozó nagy korszakok legalább háromezer esztendőös építőtevékenysége valamiféle vezérlő ideák nélkül bonyolódott volna, *deus ex machina*ként. Számos olyan hiteles adatunk van, amely az elvont ismeretek bőségéről tanúskodik és közöttük rengeteg az építészethez kapcsolható. Nem pusztán a teljesség kieroöltetése okán van szükség ezen korai időszak áttekintésére, hanem azért is, mert ezekben gyökerezik a „valódi” teória kibontakozása.

AZ ÓKORI KELETI KULTÚRÁK

Elő-Ázsia (Kr.e. 4. évezred – Kr.e. 1. évezred)

Az ókori Kelet építészetének nincs építészetelmélete, mint ahogyan nincs – a klasszikus megfogalmazás szerinti – tudománya sem. A tudomány a tapasztalati tudás rendszerbe foglalását jelenti, de olyan módon, hogy abban a törvényszerűségeket sikerüljön kimutatni. E vívmány Hellas érdeme lesz, így előttük csak az empiria „pretudományos” kelléktárából meríthetünk adatokat az építészet értelmezésére, valamint az általános világkép körvonalaiából.

Nem is kell a panbabilonizmus hívének lennünk ahhoz, hogy belássuk mennyi kezdeményezés indult el útjára, mindmáig kihatóan. A naptár és az időbeosztás; a csillagjósáslásból, az asztrológiából kifejlődött tudomány, az asztronómia; a kör

² A továbbiakban a tanulmány eredeti, az 1990-es szöveg kéziratát közöljük. (Szerk.)

360°-ra osztása a csillagászati megfigyelések alapján; *Püthagorász* tételének ismerete; a szabálytalan felületek háromszögekre bontása, ezáltal kezdetleges trigonometria kiművelése stb. mindmegannyi értéke a „káldeus-tudománynak”.

Ezen ismeretek birtokában jó földmérők voltak, szabatosan tudták az épület-alaprajzokat kitűzni akár az égtájak, akár a széljárás irányába. Léptékhelyes – „bekótázott” – épület- és városalaprajzokat készítettek, az épületméretezés „moduljaként” a téglá adatait vették alapul. Még valamiféle empirikus statika is érvényesült nehézkes épületeik emelésekor, amely az épületmagasságok limitálásában, a faltestek lépcsőzetes, falisávós-falfülkés tagolásában jutott kifejezésre. Építkezési szabályokat és tilalmakat rögzített *Hammurapi* törvénykódexe.

A mítoszok, a vallásos irodalom ilyen hiedelmeket őriztek meg: a téglát az Istenek teremtették meg az emberrel együtt; a templomok terveit az égből hullatták alá a jóságos földöntúli hatalmasságok és erők. Olyan hiedelem ez, amely a távoli jövőben évszázadok múlva is kísért. A szakrális épületeket tartósabbra kell építeni, mint a profánokat és alulról vastag alapfalak közé rétegelt, finom és megtisztított homokrétegekkel kell „elszigetelni” a föld alatti, rontó démonok világától. *Enuma elis* ... kezdődik az egyik himnusz: ami fenn van, az lenn is úgy van. Szavakba foglalták, leírták – egy világtérképen még ábrázolták is – a kozmikus és az e világi élet párhuzamosságának a hiedelmét. *Le retour éternel* – az örökös visszatérés – gondolata ugyancsak egy zárt világkép meglétéről vall. Nem csoda hát, hogy az építészet önmagát valójában állandóan ismételve, azonos szerkesztési és formai szkémák szerint alakult.

Kis túlzással azt állíthatjuk, hogy a régészet e korszak vívmánya volt. *Nabu Naid*, az utolsó újbabilóni király a Kr. e. 6. században valóságos múzeumot rendezett be palotájában a régi épületekben talált szobrokból, domborművekből és ékírásos táblákból. Az európai kultúra 14–15. században kialakult archeológiai érdeklődésének indítékai természetesen mások voltak, az emberi szellem struktúrájára vonatkozóan mégis jellemző a hagyománymentés szándékának ilyen korai felbukkanása.

Építésznevet nem őrzött meg a történelem Mezopotámiából. Névtelenek maradtak, a templomok, paloták, városok alkotói az uralkodók voltak, kisajátítva az eszmei kezdeményezést is. Így a rejtetten érvényesülő építészetelméleti elveket teokratikus vagy kozmikus jellegűeknek határozhatjuk meg.

Egyiptom (Kr.e. 3. évezred – Kr.e. 1. évezred)

Jellemző, hogy a szokványos társadalomtudomány ugyanabba az osztályba sorolja a másik folyam menti kultúrát, a Nílus-völgyit, mint a Folyóközit, architektúrájuk külsőleg-belsőleg mégis nagyon eltért egymástól.

Szemléletmódjukat analitikus jellegűre formálta ki a környezet. A számtani-mértani ismeretek jellege is ezt igazolja. „Feltalálták” például a koordináta-rendszer lényegét, a szögeket a trigonometria \cotg -éhez hasonló módon határozták meg. A kör kerületének és területének kiszámításánál a π értékét nagy megközelítéssel kiagyalták. Négyzethálós módszert alkalmaztak síkbeli és térbeli formák rögzítésére, nagyítására-kicsinyítésére. Nem voltak híján az égbolt jelenségeiről való tudásnak: a Sirius megjelenésének és a Nílus áradása megindulásának egyidejűségéből alakították ki azt a naptárrendszerüket, amely a történelmi események időbeli rekonstrukciójának fontos eszköze lett.

Mindezen ismeretek hatását leljük fel abban, hogy a boltozatok ívét előre ki tudták jelölni, a piramisoldalak dőlésszögét ki tudták számítani – mint ahogyan ezt a kis „ködös agyú” nebulóknak szánt sok mértani feladat igazolja. Az épületkítűzés középtengelyes módját követték. Az épületalaprajz axisát nemcsak a szakszerűen megrajzolt építészeti tervekbe jelölték be, de az építési helyszínen is, a tömör kőfundamentumra rákarcolták és nemegyszer módosították is. Nemcsak alaprajzok és homlokzatok rajzai maradtak fenn, hanem a metszethez hasonlítható ábrázolások is.

A vallásos világnézetet a konkretizálás, a képiesség határozta meg, ugyanúgy, mint kulturális megnyilatkozásai egészét. Az egyik teremtésmítosz szerint a világ tojásból és virágból lett. A nap egyszer sólyomszárnyakon repült, máskor skarabeusz görgette azt. Napkultuszuk a *natura pantheista* értelmezésével keveredett, s ha egy szemvillanásra, *Ehnaton* idején, a *monoteizmus* is felbukkant, az Isten ebben a hitvilágban is a nap maradt. A lét folyamatosságának a hite a halálon túl eredményezte azt, hogy életük szinte vallásos felvonuláshoz hasonlított, mint ahogyan ilyeneket minduntalan rendeztek is. A megmaradást vélték biztosítani az állatok-emberek *mumifikálásával*, és valami ilyet tettek, amikor a templomokat, a sírokat az elpusztíthatatlannak tartott „örök kő”-ből emelték. Ezek a képzetek és hiedelmek a képzőművészeti kifejezésformákra éppúgy hatottak, mint az építészeti komponálásmódra.

Ha Mezopotámiában a világmindenségről alkotott elképzelések vetültek rá az architektúrára, Egyiptomban inkább a naturáról való képek és képzetek tükröződtek vissza abban. Bizonyos vegetatív elv érvényesülését sorra kimutatták az egyiptológusok. Az épületek alaprajza mint fatörzsből kisarjadó ágak váza terült szét, előrefelé mind terjengősebben és bonyolultabban. Még a piramisok szerkezetét is így magyarázzák: az oldalirányban egymásra rétegzett kősorok mint a virág szirmai borulnak egymásra. Az épületek felépítménye pedig minden kétséget kizárva igazolja a természetutánezést. A pálma, a papirusz, a liliom és a lótusz formájú oszlopallékkal tagolt épületek a natura egy-egy részletének másolatai voltak. Stílszerűen azt állíthatjuk hát, hogy a Nílus-völgy építészetét irányító gondolatok mint egy „naturalisztikus” teória elemei váltak hatékonyá.

A formai konkretizálásnak ebből a szinte buja táptalajából antropocentrikus – preklasszikus – jelenségek is kinőttek. Megállapították, hogy az emberi test arányainak kanonikus mértékrendje a kései dinasztiák idején már kialakult, alkalmazták is az ábrázolóművészetben. Felmerült a görög művészetre tett hatása is. Hasonló jelenség az is, hogy az optikai korrekció kísérletei mutathatók ki III. Ramszesz korának építészetében és képzőművészetében. Hiteles történeti adat az is, hogy nem egy görög templom építésénél az egyiptomi rőföt használták mértékegységül.

Se szeri, se száma a név szerint ismert egyiptomi építészeknek. Ennek oka az, hogy a társadalom kiemelten megbecsült egyéniségei voltak. Nemesyszer az ország második emberei: vezírek, királyok, királynők kegyencei. Soha nem volt olyan nagy úr az építész, mint az egyiptomi fáraók korában! Egész építészgenerációk művelték tudományukat, titkon őrzött, átöröklött „céhszabályok” alapján. Menynyivel gazdagabb lenne az építészettudomány, ha ezekbe a szabályokba bepilanthatnánk!

A KLASSZIKUS KULTÚRÁK

Hellas, Ionia, Magna Graecia (Kr.e. 7. század – Kr.e. 1. század)

A görög kultúra érlelte ki a művészetelmélet diszciplínáját és vele együtt, azon belül az architektúra teóriáját is. (Mindjárt hozzá kell tennünk: a leendő európaiét.) Igaz ez a megállapításunk még akkor is, ha az ide vonatkozatható gondolatok nem alkottak ilyen néven rendszert, hanem a görög szellemi élet különféle oldaláról származtak. A filozófusok bölcselkedéseit közvetlenül tanulmányozhatjuk, az építészírok elméleti írásait csak közvetve, főleg *Vitruviuson* keresztül.

A közel-keleti építészet értelmezésének a vázlatába szinte kényszerűségből vontuk be a magyarázó indokokat, főleg a számtan és a mértan empirikus eredetű kelléktárából. A megszületett tudomány világról, a hellénről beszélve azonban ilyenekre nincs szükségünk. Elegendő pusztán azoknak a diszciplínáknak a neveit felsorolnunk, amelyek szellemi életük horizontját átfogták. A természeti és a „természeten túli” – a fizikai és a metafizikai – tudományágak sorának „megalkotói” lettek. Ezek megnevezéseit mindmáig használjuk. A rendezett, „törvényesített” ismeretanyag tartalma is a legtöbb esetben az volt, mint ma. Matematika, geometria, fizika, mechanika, asztronómia, optika, geográfia és geológia, medicina stb. egyfelől és filozófia – az irányzatok polarizált teljességével –, etika, politika, grammatika, esztétika stb. másfelől érzékeltették azt, hogy az elvont gondolkodás olyan szintjére ért el az ember, mint soha annak előtte. E diszciplínák művelőinek a nevét és műveiket is ismerjük, felsorolásuk szinte közhelyként hatna. Csak

Arisztarkhosz nevét emeljük ki ezúttal, aki a geocentrikus világgép helyett a heliocentrikus lehetőségét is felvetette.

A mezopotámiai és az egyiptomi kultúra befelé fordult, introvertált építészetet hozott létre. A görög építészetben sorsdöntő fordulat következett be: az architektúra a környezet felé kitérülködő, azaz extrovertálttá lett. Ez a változás szorosan összefüggött azzal, hogy a görög volt az, aki a teret „felfedezte”, definiálta és megnevezte. A hellén elvont gondolkodás jellegének érzékeltetésére szólunk előljáróban erről, annál is inkább, mivel a 19–20. század fordulója óta a téralakítást határozták meg az építészet megkülönböztető sajátosságának.

A tér fogalma a *püthagoreista* számmissztikában vetődött fel először. A számjegyek közötti „ürességből” indultak ki, és ezt az elválasztó elemet *κενον*-nak (*kenón*-nak), *απειρον*-nak (*apeiron*-nak), *πνευμα*-nak (*pneumán*-nak, azaz léleknek) nevezték el. *Arkhütasz* (Kr. e. 4. század) már plasztikusabban fogalmazott, mondván, hogy kezdetben volt a rendszertelen, egynemű és alakatlan konglomerátum, a *χάος* (*kháosz*), amelyből azután szétvált a test, a *σωμα* (*szóma*) – ahogyan ma mondjuk: a tömeg – és a hely, a *τοπος* (*toposz*) – ahogyan ma mondjuk: a tér. A hely más – mondja *Arkhütasz* – mint a helyet kitöltő test, és a kettő függetlenül létezik egymástól, azaz minden testnek helyre van szüksége, mert anélkül nem jöhetne létre. A görög építészet szinte közhellyé lett egyoldalú meghatározása – miszerint az nem más, mint merő plasztika – ezen gondolatok ismerete alapján nyilván re-vízióra szorul.

A görög gondolkodás differenciált kiformalódásához nagyban hozzájárult – ha nem ez volt a lényegi, eredendő oka – emberközpontú szellemi magatartásuk. A mindennek mértéke az ember, a *homo mensura* elve hatotta át egész életüket s tette lehetővé az e világ dolgainak reális magyarázatát. Intellektuális eufóriájuktól megrészegevedve azonban egyoldalúságba estek. A görög szemében ui. a teória értékesebb volt a praxisnál és így emberideáljuk a *homo sapiens* és nem a *homo faber* volt (a rómaiaknál majd fordítva lesz). Aminek következményeként az építészeket a festőkkel és szobrászokkal együtt kétkezi munkásoknak tartották. Ebből eredt a tervezés és a kivitelezés különválása, meg az is, hogy az alkotó építészek leírták elképzeléseiket és tervezési elveiket, mivel ezzel a szellemi szféra közelébe kerülhettek. (Ami közvetett igazolása a hellén építészetelmélet meglétének.) Ennek ellenére ebben a korban jelent meg az öntudatos művész- és építészegyenység. A közfelfogás azonban a művészeket és a művészetüket is rangsorolta: a görög vázára pl. a fazekas is ráírta a nevét (*εποιεσε* – *epoiésze*: ez és ez csinálta) és a festő is (*εγραψε* – *egrapsze*: ez és ez festette), mégis volt árnyalati különbség a piktör javára, mint ahogyan az architektón is megelőzte az utóbbit.

A művészet- és építészetelméleti gondolatok az esztétika új tudományágának a keretei között bukkantak fel. Az esztétika szó az *αισθανομαι* – *aiszthanomai* igéből származik, ami a közvetlen érzéki észrebevést jelentette. A görögök így is értelmelték – nem úgy, mint a későbbiekben – és az intellektuális megismerés mögé

helyezték, ami ki is jelölte a művészetek helyzetét a művelődésükben, az előzőekben már érzékeltetett módon. Az esztétikát ennek ellenére a filozófusok, szellemi életük ezen arisztokratái spekulálták ki, az építész-írók részjelenségekkel foglalkoztak csupán. Ezek sorában a *szimmetria* vitte a vezető szerepet. A *szimmetria* is mást jelentett akkor, mint manapság, mivel az egyes részeknek az egymáshoz és az egészhez való arányosítását értették alatta. Az építészek írtak a dór, a korinthuszi oszloprendek, a templomok stb. *szimmetriájáról*, közel egy tucat építész híre fennmaradt, akik „tankönyveket” írtak ugyanerről a témáról.

A klasszikus görög építészetelmélet vezérlő gondolatait a filozófusok és az építészek írásaiból rekonstruálhatjuk. Kiemelve természetesen a művészeteket és az építészet irányító-értelmező eszme-futtatások legjelesebb képviselőit, innen is, onnan is.

Platón (Kr. e. 429–347)

Az idealista filozófia vezéralakja tekinthető az esztétika „megalapítójának”. *Politika* című művében sort kerít az építészet műfaji hovatartozásának a meghatározására is.

Az építészet – mondja –, mint a többi kétkezi művészet, gyakorlati ténykedés eredménye. Az építészeti alkotás olyan mű, amely önmagáért van. Nem a dolog jelensége, ideája, hanem a dolog maga. Mivel a művészet lényege az utánzás, az *imitáció* – olyan gondolat, amely évezredes karriert fog befutni –, az építészet a művészetek egyik legszegényebbike. A festészet ábrázolja a házat, az építészet valódi házat csinál. A muzsikánál mégis előbbre való, mivel vannak szabatosan megfogható mozzanatai, míg a zene bizonytalan, szétfolyó érzelmeket kelt és közvetít.

Az építészetnek két oldala van – folytatja –, van gyakorlati és elméleti architektúra is, következképp a szellemi szférával mégis kapcsolatban áll. Azután visszautal az érzékekre és a hasznosságra, amikor azt állítja, hogy az építészet a látás művészete és didaktikai-pedagógiai küldetést is betölt.

Nem lenne *Platón Platón*, ha nem a geometriai formák szépségét dicsérné. „Mikor a formák szépségéről szólok – olvashatjuk egyik dialógusából –, nem azt értem alatta, amit a nagy tömeg képzel: az élő testet vagy némely festmények szépségét, hanem beszélek az egyenesről és a körről s a belőlük keletkező síkokról és tömör testekről, amelyet vagy körzővel vagy vonalzó s szögmérő segítségével állítanak elő ... ezekről ... azt állítom, hogy már magukban véve természetüknél fogva szépek ...”

A „tisza”, az „absztrakt” ábrázoló művészet körvonalai sejlenek itt fel. A görög művészeti szemléletmód egyik nézőpontja, az idealista táruul itt fel előttünk, aminek építészeti vonzata is lett. Az egyiptomi templomépítészetről azt állapították meg, hogy nincs két egyforma a szentélyek között. A görög templom azonban – ha különböző oszloprendekből emelték is, ha területi különbségek létre is jöttek –

ugyanaz maradt évszázadokon át. Mit sem változott, azért, mert a templom „ideája” lényege szerint azonos maradt.

Arisztotelész (Kr. e. 384–322)

A nagy „realista” gondolkozó is elmélkedik az építészetről és közvetíti a hellén városépítészetről kialakult nézeteket – amelyről külön, részletesen a későbbiekben esik majd szó. Kiindulása ugyanaz, mint *Platóné*: a művészet imitál, s mivel az építészet nem utánoz, az építészet nem művészet. Annyit ő is elismer, hogy az architektúrában valamiféle igazság valósul meg.

Nála is, más görög bölcsekedőknél is, felbukkan az esztétika és az etika kölcsönhatásának a gondolata. A *καλοκαγαθία* – *kalokagathia*; a szépség és az erkölcsösség szoros összefüggését valló eszmény jut kifejezésre a képzőművészetek nevelő értékének a felismerésében. *Arisztotelész*től tudjuk meg azt is, hogy négyféle „tanulmányokat” folytattak idejében a nebulók: a betűvetést, a testgyakorlást, a zenét és a rajzot. *Platón* az építészetnek tulajdonított pedagógiai küldetést, *Arisztotelész* úgy látta, hogy a művészetek összességének van erkölcsnevelő hatása.

Gondolatrendszerének azok a további részletei érdekeseek különlegesen, amelyekkel később is jelentkező művészetelméleti fogalmakat közelít meg. *Poétikájában* ezt írja: „... A tragédia alapeleme és mintegy a lelke tehát a mese, s csak a második hely illeti meg a jellemeket. Hasonlóan van ez a festészetben is. Ha ugyanis valaki a legszebb festékeket keni is fel, de csak találomra, nem gyönyörködtet annyira, mintha alakot rajzol, akár csak fehéren is.” Nem erőltetett a következtetésünk, ha ebből a részletből a tartalom és a forma megkülönböztetését olvassuk ki. Meg azt is, hogy *Platón*nal ellentétben, neki a „mese” – a tartalom, a tárgy, a subject, a story, a happening – volt az elsődleges és nem a „jellemek”, akiknek ilyen-olyan viselkedésmódjában tükröződik az esemény. Olyan probléma ez, amellyel a jövődő sokat fog bajlódni.

Hasonló fogalomtisztázó törekvések rejlenek *Metafizikájának* egyik passzusában is. „Akik a ház fogalmát úgy határozzák meg, hogy az kőből, téglából és fából összetákolt valami, azok a háznak csak az eszközeiről beszélnek. Azok, akik úgy írják le, mint az ember és a tárgyak befogadját, azok az eredményről szólnak. Ezután azok, akik ezt a két meghatározást összefonják, a ház lényegét, szubsztanciáját ismerik fel, amelyet az eszköz és a forma együttesen ad meg.”

*Arisztotelész*nél a görög művészetszemlélet egy másik aspektusa jelent meg: a reális, ha úgy tetszik, a funkcionális. Talán túlzás a funkció és a forma modern értelmezésű összefüggésének a felismerését ugyancsak neki tulajdonítanunk, alig vitatható azonban a gondolatkifejtés rokonsága. A görög építészet maga pedig egyértelműen funkcionalizmusról vall, hiszen a keleti egyoldalú és szűkös építészeti feladatkörrel szemben ekkor indult meg, bővült ki az épületek rendeltetés szerinti differenciálódása.

Magukat a görög építészeket sajnos nem szólaltathatjuk meg, a már ismert okokból kifolyólag. Sem történeti, sem módszertani szempontból nem követünk el azonban hibát, ha kiemeljük azokat a karakteres építészegyenéseket, akikről hírből tudjuk, hogy „írtak”, és személyükhöz társítjuk a működési idejükre jellemző legfontosabb elméleti eredményeket. Ilyen értelemben szólunk *Iktinosz* és az optikai korrekciók, az ifjabb *Polükleitosz* és a *szkénográfia*, *Hippodamosz* és az *urbanisztika*, *Hermogenész* és az arányok, valamint *Pütheosz* és az építész műveltségének a problémáiról.

Iktinosz (Kr. e. 5. század)

Az athéni *Parthenon*, az eleusziszi *Telesterion* és a phigaleai *Apollo*-templom tervezője. Mind a három feladatában a megszokottól eltérő, belső téralakítási problémákat oldott meg. Méltán sorolta az antik hagyomány az ókor leghíresebb hét építésze közé.

Az aradi születésű *Hoffer* építőmester korábban, az angol *Pennethorne* pedig 1838-ban, egymástól függetlenül fedezték fel a *Parthenon* *kephidomájának* domború kiképzését és a templom egyéb részeinek görbületeit, a *curvatura* jelenségét. Az eszközölt mérések a későbbiekben kiegészültek hasonló eredményű megfigyelésekkel, amelyek összessége az épületen végrehajtott optikai korrekciók lehetőségét vetette fel, sok vitát váltva ki. Végül kiderült, hogy a *Parthenonon* egyetlen egyenes vonal sincs. Így kívánta a látvány kellemessége, a megjelenés *eurüthmiája*. Optikai módosításokat hajtottak végre szobrokon, domborműveken is, a mű elhelyezkedésének megfelelően változtatva meg a formák objektív adottságait.

Nyitott kérdés marad, hogy ennek az invenciózus építésznek mennyi köze volt a *curvaturához*, hiszen *Pheidiasz* volt a legfőbb művészeti irányító. Úgy tűnik, nem *Iktinosz* sajátja, mivel a phigaleai templomnál eddig nem akadtak nyomaira.

Ifjabb Polükleitosz (Kr. e. 4. század)

A már saját korában legszebbnek tartott epidauroszi színház és az ugyanitteni *tholosz* építészete nem azonos névrokonával, a kánont teremtő szobrással. Mint színházépítőhöz kapcsoljuk a színjáték illúziókat keltő légkörének illuzionisztikus, képies kíséretét, azokat a kulisszákat, amelyeket a *szkénográfia* módján rajzoltak meg, pingáltak ki, azaz perspektivikusan. Valójában *Agatarkhosz* volt az első, aki Athénben *Aiszkhülosz* egy tragédiájának előadásához készített ilyeneket és feljegyzéseket is hagyott hátra leleményéről. A térbeli dolgok és helyzetek két dimenzióban való ábrázolása a tériség érzékeltetésével változatos problémakörre tágtul.

A *szkénográfia* az írásos hagyományanyagban az optikai korrekciókkal együtt jelenik meg, és felkelti a filozófusok, pl. *Démokritosz* és *Anaxagorasz* érdeklődését is, akik a valóság és a látszat viszonyát elemzik általa. A látszattan azután tudományos megfigyelésekre alapítva válik „komollyá” *Eukleidész* geometriájában.

A tartalom és a forma egységének „bűbájos” példáját szolgáltatja, mivel a perspektivikus ábrázolásmód még akkor is színpadi témát jelenített meg, amikor nem kulisszának, hanem önálló táblaképnek szánták és csak lassan lett önálló kifejezésformává. Végül a távlati kép a római időkben az építészeti „tervdokumentáció” elengedhetetlen része lett. A görögöknél, úgy látszik, még nem, mivel paradigmákat – modelleket – készítettek az építendő házról.

Hippodamosz (Kr. e. 5. század)

A milétoszi származású, különként öltözködő urbanista életfelfogásáról, városépítő és teoretikus tevékenységéről *Arisztotelész* számol be *Politikájában*.

Úgy tűnik, hogy az építészet egyes szakterületeinek kialakulásakor körvonalazódnak már azok a gondolatok, amelyek a gyakorlatot és az elméletet mindmáig elkísérik. *Hippodamosz*, urbanistához illően, nagyvonalúan közelíti meg és realizálja választott hivatásának dolgait. A világegyetemről elmélkedik, a Magna Graecia-i püthagoreisták híve, és szükségesnek tartja, hogy államszervezési, alkotmányi és társadalmi ismeretekhez jusson. *Platón* ideális állameszméjét követve, maga is felvázolja azt a „közeget”, amelynek épített kereteit meg akarja vonni. Társadalmi rétegeket különböztet meg, a termőföldek birtoklási hovatartozandóságát jelöli ki, a törvénykezés demokratizmusát igényli, a kiváló, a közösségre hasznos polgárokat „premierálja” és szociális gondoskodást tart szükségesnek az elesetteknek és a rászorulóknak. Összesítve: szinte egy szociológiai ihletésű igénykörből indul ki.

Nem kevésbé értékes életművének gyakorlati oldala. Athén kikötővárosának, Piraeusnak és az itáliai Thurioinak terveit készíti el és építteti fel. Figyelembe veszi a terepadottságokat, a településre szánt terület tájolását és széljárását, az egészséges és kellemes lakhatóság, valamint a védhetőség, a biztonság feltételeit. Gondja van arra is, hogy a város lakóit társadalmi helyzetüknek megfelelően helyezze el, továbbá arra is, hogy a középületeket, a lakóházakat és városi tereket racionálisan telepítse a jó megközelítés, a közlekedés gördülékenységének a biztosításával. Mindebből kerekedik ki az ideális görög város térstruktúrája, a belső részek szabályos, raszteres utcahálózattal való felosztása és a városkerület organikus vonalú illeszkedése a környezetéhez. Mint ahogyan azt két városában meg is valósította.

Hermogenész (Kr. e. 3–2. század)

Priénéi származású építőművész. A görög építészek és építész-teoretikusok közül az ő személye áll legközelebb hozzánk, alakja a legrealisabb a róla való tudásunk tükrében. A magnéziai *Artemisz Leukophrüné* pszeudodipteroszának és a theoszi *Dionüszosz* szentélynek a tervezője és egyben kivitelezője is, amire büszkén hivatkozik is. (Rajta kívül csak *Aszklepiosz*ról tudunk hasonlót.)

Kánont teremtő architektón, akinek a személyéhez még az építészeti kritika megjelenését is hozzáfűzhetjük. *Artemisz* templomának ismertetésében írja le a

tervezési eljárását, az alaprajz logikus és szerkezetszerű elrendezésétől kezdve, a felépítmény „korszerű” kialakításmódjáig.

Ismeretes, hogy a görög templom naosza és pteromái sok esetben nem illeszkedtek szervesen egybe. A belső és a külső támaszsorok kiosztásrendje eltért egymástól, a cellafalak iránya-végződése az intercolumnium-rendszert nem vette figyelembe stb. *Hermogenész* kiküszöböli ezeket a „hibákat” és tiszta, áttekinthető alaprajzot szerkeszt, betöltvén még azt az igényt is, hogy a belső és a külső szerkezet- és térrend harmonikus egységgé olvadjon. A felépítmény megválasztásában pedig elveti a dór rendszert, mert abban következetlen szám-, méret- és formaösszefüggések vannak – vö. triglyph-konfliktus –, amelyek megnehezítik a kivitelezést. Kritizálja a dorica férfias darabosságát is. Éppen ezért a ion oszloprendet választja azért, mert az hajlékonyabban elégíti ki a követelményeket, meg szebb is.

Hermogenész traktátusaiban az épületarányokkal is foglalkozik. Valószínűleg ő rögzíti le elsőként írásban a korábban is nyilván követett módszert és gyakorlatot: az épület egy részletének méretegységként való alapulvételét. Ez az ún. embatész minden épületnél más és más. Az épület az emberi test szerves struktúrájához hasonlítható, következképp: ha *Polükleitosz*, a szobrász kialakíthatta az emberalak művészeti ábrázolásában követendő kánonját, akkor ilyen eljárás az épület arányainak meghatározására is alkalmazható. A lábat, a talpat alapul véve, így jelenik meg a dór oszloprend, mint az ereje teljében lévő férfi, a ion a sudár asszony és a korinthuszi rend mint a serdülő hajadon fiziognómiája. Ezzel a görög építészeti formakincs humanizálása kétszeresen is végrehajtott: belülről, objektíve: a formákba „belopott” antropomorf arányok által és kívülről, szubjektíve, a kívülállóra vonatkoztatva: az optikai korrekciók révén.

A klasszikus architektúrában érvényesített embatész – latin nevén a modulus: az oszloptörzs alsó átmérője, illetve annak a fele – következetes és „iskolás szám-bavétele” csak a római architektúrában mutatható ki. Az azonban alig vitatható, hogy az indítások a hellén építészetből származtak s minden valószínűséggel annak kései, teoretizáló korszakából, a hellenizmusból.

Pytheos (Kr. e. 3–2. század)

A priénei *Athéné*-templom építője és *Szatürosszal* együtt részt vesz a halikarnasszosi Mauszoleion építésében is.

Pütheosz az építésznevelésről szólván, maximális igényeket támaszt az architektónnal szemben. Nemcsak az ismert tudományágak összességét kívánja meg tőle, hanem azt is, hogy többet tudjon minden szakterületről azoknál, akik azt egyedileg művelik. *Vitruvius* majd polemizál vele és „alább adja”, mégis ez a megnyilatkozás nagyon fontos a teória fejlődésvonalának felvázolása szempontjából, mivel kiviláglik belőle a hellenisztikus nagy „tudományszintetizáló” központok: Alexandria, Pergamon stb., valamint az ezekből táplálkozó római szellemi világ közvetlen kapcsolata.

A klasszikus görög építészetelmélet lényegének a meghatározásakor egyértelműen definiálhatunk: művészeti és építészeti teóriájuk esztétikus elmélet volt, a szó eredeti értelmében, ami annyit tesz, hogy antropocentrikus, ha tetszik: antropometrikus, ha tetszik: humánus. Talán ez volt az oka annak is, hogy az elmélet és a gyakorlat kapcsolata nagyon szoros volt normatíve is, kontemplatíve is.

Róma (Kr. e. 3. század – Kr. u. 5. század)

A leendő Európa művelődésének másik – közvetlen – alapvetője a latin népek életre hívta római civilizáció volt. Ennek létrejöttét az a belátás határozta meg, hogy a végül elfogadott, majd megcsodált görög kultúra eredményeit nem érhetik el és alig titkolt alsóbbrendűségi érzésüket pragmatizmusukkal oszlatták el. Sikerral, mert a parvenü mohóságával láttak neki az addig felhalmozódott ismeretanyag el-sajátításának, amit a hellenisztikus világ tudományos szintézise kínált fel nekik, és szerzett tudásukat gyakorlatiasan hasznosították is.

Ez a törekvés életük szinte egész területére kiterjedt, így az építő gyakorlatra is. A korábbi idők építőkézségéről csak közvetett híreink vannak. Az alkotásokból magukból kell következtetnünk a műszaki pallérozottságra, sokszor hiába, mert számos esetben alig tudjuk megmagyarázni, hogyan is tudták létrehozni a még ma is megcsodált alkotásokat. A római építéstechnikát azonban jól ismerjük, amelybe kétségtelenül beleszövődtek a múlt tapasztalatai, mégis olyanná fejlesztették saját eredményeikkel, amelyek a római élet megszűnte után is, hosszú évszázadokon át gyümölcsözőek maradtak.

A gyakorlat „elméletéből” olyan vívmányok születtek, mint az opus caementitium – a római csömöszölt beton –; közel félszáz méteres feszávolságú kupola létesítése; 25 m-t is meghaladó amplitúdójú függesztőműves fedélszékek; az „étage-fűtés” őse, a hüpokauszium; a síküveg alkalmazása az épületekben; „aquafil” hajlandóságuknak megfelelően, több tíz kilométeres vízvezetékek létesítése a föld felszíne fölött és alatt a jó és az egészséges víz helyhez szállítása érdekében; gyógyfürdők létesítése; városi csatornahálózatok építése; interkontinentális úthálózat megvonása stb. És mindez máig csodálható „műszer- és géppark” segítségével, „katonás” építésszervezéssel kivitelezve. Elegendő felemlítenünk azt, hogy egy utász- vagy árkásztiszt műszaki pallérozottsága olyan alapos volt, hogy a provinciáknak nemcsak a katonai, hanem a polgári építkezéseit is meghatározta. Igaz, hogy rengeteg görög építőmester tevékenykedett Itáliában, ha név szerint keveset is ismerünk, mint ahogyan törőlmetszetten rómaid is alig – és ez jellemző, mert fontosabb volt a mű, mint az ember –, mégis, összességében a római technikai diszciplináltság még mai szemmel is lenyűgöző. Értékelése, elismerése nem véletlenül lett olyan elméleti tévedések forrásává, miszerint az „igazi” építészeti enteriőr Rómában született meg és összefüggött a boltozatok széles körű alkalmazásával.

Az európai kultúra egyik visszatérő jelensége az enciklopédizmus. A tudásanyag tudatos összegyűjtése, rendszerezése nagy korszakfordulókra, világnézeti változások idejére jellemző, az átértékelés céljából. Közismerten enciklopédisták voltak a 18. századi felvilágosodás harcosai, akik természettudományos alapokra akarták helyezni az ember és a világ dolgait, előkészítvén a francia polgári forradalmat. Hasonló bonyolódott le a Szovjetunió osztályok nélküli társadalom – a materializmus – ateizmus jegyeivel elindított – utópiájában. Nos, a klasszikus Róma szellemiségében bukkant föl először ilyen törekvés, a szinte készen kapott hellenisztikus tudományokat elsajátítva és alkalmazva, az első enciklopédisták voltak Európa történetében. És ők aszerint értelmezték az enciklopédiát, ahogyan azt a szó eredetileg jelentette: az ifjúság, a gyerekek nevelésére szánt ismeretanyag. Tehát tanító és hasznosítandó céllal.

Fuficius volt az első római, aki az építészetéről könyvet írt, *Terentius Varro* a kilenc tudományról írt könyveinek egyikét szánta az építészetnek, *P. Septimus* pedig két könyvet írt az architektúráról. Mindössze ezt a három közvetlen szakmai elődjét említi meg *Vitruvius*, a seregnyi görög architectus-auctor mellett. Még egy építész azonban hozzáfűzhetünk a sorhoz.

Kürosz (Kr. e. 1. század)

Átmeneti figura, de talán tipikus a későbbiekre is ez az alsó-itáliai gyarmatokról származó építész. *Cicerónak* és bátyjának, *Quintusnak* az építésze, aki *Cicero* palatinusi házának felújítását végezte. Kapcsolatba hozták a Forum Iulium tervezésével is, tehát egy „elrómaiásodott” görög volt.

Elveiben platonista, mert azt állítja, hogy a művésznél a megkonstruált elképzelés a mérvadó a közvetlen érzéki benyomásokkal szemben. A keskeny ablak – okoskodik tudálékosan és kódösen – jobb, mint a széles ablak, mivel nem a nyílásban érvényesülő külső látvány az érdekes, hanem a szemből kiinduló látósugarak, amelyek kellemesen áramlanak ki. Ugyanakkor nagyon fontosnak tartja a villa és a park kapcsolatának kedvező meghatározását. Felbukkan tehát a kertművészet témája – ennek máshol is nyomát találjuk a rómaiaknál –, amihez azután a messzi jövőben különböző elméleteket fognak fűzni.

Marcus Vitruvius Pollio (Kr. e. 84 – Kr. e. 14 után)

Az ókor egyetlen írásban fennmaradt építészetelméleti műve szerzőjének származását is, kilétét is homály fedi. Állítólag Formiaiban született. Fiatalon vesz részt *Caesar* galliai hadjáratában, tüzérségi fegyvereket és ostromgépeket tervez. *Caesar* halála után *Augustus* szolgálatába lépett. Egy lovagrendű *Mamurra* nevezetű praefectus fabrorum ugyanezt a pályát futotta be – *Vitruviust* vele azonosították, de mindmáig tisztázatlan: miért változtatott volna nevet?

Annyi bizonyosabb, hogy Róma városa vízügyeinek, vízvezetékeinek felügyelője és alkotó építész is, ha csak egyetlen épületéről van is hírünk, a fanumi bazilikáról.

Nyugalomba vonulván, *Augustus* nővérétől, *Agrippa* feleségétől életjáradékot kapott. *De Architectura Libri Decem*, a Tíz Könyv az Építészetről című művét, minden valószínűség szerint Kr. e. 33. – Kr. e. 14. között írta.

Az építészet dolgaival foglalkozó traktátusa két, szinte önálló fejezetcsoporthoz áll, a tulajdonképpeni könyvekből és az ezek elé írt előszavakból, amelyek inkább az előző fejezetek utószavai.

Az előszók három gondolatcsoportra oszlanak:

- a) *Vitruvius* saját személyére vonatkozó megjegyzések;
- b) a traktátus rendeltetése és célja;
- c) az építészet problémakörét általában érintő gondolatok.

Ezekből a következők kiemelése látszik fontosnak:

a) *Augustus*nak ajánlja könyvét – mint utána majd százak és százak valaki hatalmasságnak, akik tartottak valamit írásukról és önmagukról. Elutasítja *Deinokratész* magakelletését *Nagy Sándor* előtt, hogy építési megbízáshoz jusson. *Vitruvius* e művével akar hírnévre szert tenni.

b) Az írása arra való, hogy ne csak *Augustus* – aki, úgymond, már rengeteget épített és fog még építeni –, hanem minden megrendelő meg tudja ítélni a készet és útmutatást kapjon az elkészítendőre. Ez az elmélet kontemplatív és normatív oldalának a megfogalmazása.

c) Az építészetéről való írás nem szépirodalom. Bonyolult terminológiája van, amit csak a szakmabeliek értenek. Szabatos definíciókra törekszik. Tiltakozik a plágium ellen, mert sok elődjére hivatkozik ugyan, de ő az első, aki rendszerbe szedte a szerteágazó anyagot. A részletkérdések közül szól a helyes költségvetés elkészítéséről. Egy epheszoszi törvényt idéz követendő példának: ha az építés annyiért építette föl az épületet, amennyiért ígérte – dicséretben részesül, ha a költségtöbblet az egész 1/4-ét nem haladja meg – közösségi pénzből kifizetik –, ha meghaladja – az építész „ráfizet” a vállalkozásra, saját pénzét áldozván föl. Ír a legfontosabb elemről, a vízről és arról, hogy e meghatározás egyiptomi eredetű ... stb.

Magukat a „könyveket” célszerű saját rendjük szerint tárgyalni, bemutatni és értelmezni, mert nemcsak a mű tartalma, hanem struktúrája is jellemző. Ezek szerint:

I. könyv: 1. Az építés tanulmányai. 2. Az építészet alapfogalmai. 3. Az építészet részei. 4. Az egészséges helyek kiválasztása. 5. A falak és tornyok elrendezése. 6. Az utcák iránya a szelekre való tekintettel. 7. A középületek helyének kiválasztása.

Az első könyv tartalma két részre oszlik. Az első három fejezet tartalmazza az egész traktátus legelvontabb gondolatainak a kifejtését, amelyet *Vitruvius* esz-

tétikájának nevezhetünk, találébban olyan építészetelméletnek, ahogyan azt közhasznúan ma értelmezzük. A többi fejezet a városépítészettel foglalkozik.

Az elméleti szakasz az építészet már ismert meghatározásával kezdődik. Eszerint az architektúra gyakorlati részre (*fabrica*) és elméleti részre (*ratio*) oszlik. Majd szükségesnek tartja megismételni tételét, szinte szemiotikai „modernséggel”: az építészet a tudományokhoz hasonlóan két dolgot foglal magába: a meglévőt (*quo significatur*), azt az ismeretkört, amely a tudományág műveléséhez szükséges és a létesítendő (*quod significat*), a szakmai ismeretanyag realizálását a kitűzött cél betöltése érdekében.

Lényeges dolognak látszik, hogy e definíciók után tüstént a pedagógiára, az építés szakmai nevelésének a kérdéseire tér rá, meghatározván a szakmája műveléséhez szükséges követelményeket. Az építész tudjon írni, azaz jól fogalmazni, hogy megörökíthesse alkotásának hírnevét. Alig szorul magyarázatra e feltétel görögös ihletettsége, ami azután elterjed a Mediterráneum korai arab világában is, ahol egy szólásmondás úgy tartja: hogyha neved fennmaradását akarod, akkor írd meg a könyvet vagy építs házat ... Rajzolásra, geometriára azért van szükség, hogy az építész tudjon szakszerű „tervdokumentációt” készíteni és értsen a perspektíva-szerkesztéshez. Az optika ismerete a fényvezetés, a helyes megvilágítás biztosításának a készségét adja. Az aritmetikai tudás két szempontból is fontos: az architektus tudjon jó költségvetést készíteni (praktikum *H. Gy.*) és értsen a helyes arányok kiszámításához (esztétikum *H. Gy.*). A történelmi események ismerete arra való, hogy az építész indokolni tudja, miért éppen azt a formát alkalmazta és honnan vette. A filozófusok példaképekül szolgálhatnak az építész emberi magatartásának, mentalitásának a kialakításához. A zenei érzék fejlesztése, illetve a hangok keletkezésének tudományos értelmezése hozzásegít a hadigépek feszítő húrjainak kívánt mértékű beállításához, valamint a színházak helyes akusztikájának a megtervezéséhez. A medicinában való jártasság a klimatikus viszonyoknak megfelelő „egészséges” építkezést teszi lehetővé. A diszciplínák sorát az építési jog és az asztronómia zárják le.

Ez tehát tökéletes, az enciklopédián alapuló nevelési program, ami nem saját megállapításunk, hanem *Vitruviusé*, aki ezt a szót is használja és helyesen értelmezi. Természetesen, elutasítja *Pütheosz* maximalizmusát, reálisan és józanul elgondolnak tartja, hogy az építész mindezekhez közepes szinten értsen, de mindegyikhez.

Az első könyv második fejezete tartalmazza *Vitruvius* teóriájának a lényegét, ezért a legérdekesebb. Hat követelmény betöltését kívánja meg az építészeti alkotás létrehozása során. Ezek: taxis, diathézis, eurythmia, symmetria, thematismos, oikonomia. A görög elnevezéseknek megtalálja a latin megfelelőit is, kettő kivételével.

1. Taxis (τάξις – ordinatio)

Kvantitatív követelmény: a mű megfelelő méretegységének fellelése és ennek alapján az alkotás dimenzióinak meghatározása. Méretezőmód és ennek következetes alkalmazása.

2. Diathézis (διαθεσις – dispositio)

Qualitatív és egyben komplex kívánalom. Az épülettervezés folyamatának, eszközeinek és eredményének: a teljes értékű kompozíciónak a létrehozása. Az alkotó az elmélkedés (cogitatio, meditatio) és a helyes megoldás fellelése (inventio) után alaprajzban (ikonographia), homlokzati rajzokon (orthographia) és távlati képekben (skénographia) rögzíti elképzeléseit. Ez tehát a végeredmény, amelyben már benne foglaltatik a következő négy feltétel kielégítése.

3. Eurythmia (ευρυθμία – latin megnevezés nincs)

A mű harmónikus megjelenésének a biztosítása, látványának kellemessége. Az építész szuggesztív kifejezőerejének a próbája, a szubjektumra gyakorolt érzelmi ráhatás készsége.

4. Symmetria (συμμεθρία – latin név nincs)

Az egyes részeknek az egészhez és egymáshoz való objektív viszonya. Az emberi test arányrendszeréhez hasonlóan az épületet szerves organizmussá kell tenni a formák és egyéb részletek analóg megisméltései által.

A legnagyobb karriert befutó meghatározás, amely jelentésváltozások során át jutott el végül az elvulgarizálódott mai szóhasználatához (egy mai építőmunkás is él vele, amikor azt mondja, hogy azért és azért csinálta ezt így, mert így van szimmetriája). Ebben az értelmi töltésű kívánalomban benne rejlik az aranymetszés, az aurea sectio lényege éppúgy, mint a közönséges egytengelyes visszatükröztetés. A meghatározás „eláltalánosodásához” maga *Vitruvius* hozzájárult már, aki az arányosságot általában érti alatta és emellett e konkrét értelemben is használja.

5. Thematismos (θεματισμοζ – decor)

Az építészeti formálásnak ki kell fejeznie az épület rendeltetését. A köznapi épületek egyszerűséget kívánnak, a középületek megkülönböztető díszességet. Az istenek házait jellegükhöz illő oszloprendi köntösbe kell öltöztetni. És fordítva: egy bizonyos táj „természetes díszéhez” kell idomítani az odahelyezendő épületet.

A téma és díszítmény görög és latin fogalomegyeztetésében a funkció és a forma kapcsolatának gondolata rejlik. Még akkor is, ha a római a díszítettség mértékével akarja kifejezni a tartalmat, a rendeltetést, nem úgy, mint ahogyan azt a későbbiek absztrahálva értelmezték.

6. Oikonomia (οικονομία – distributio)

A gazdaságosság elvének követése nemcsak az anyagi feltételekhez, hanem általában az adottságokhoz való célszerű alkalmazkodást jelenti. Az építésznek figyelembe kell vennie az építőanyagok helyi beszerezhetőségének, a feladat jellegének és a megrendelő, az építető egyéni kívánalmainak korlátozó tényezőit, mert így tudja csak „distribuílni” – jó gazdaasszony módján „beosztani” – mindazt, ami ténylegesen rendelkezésére áll.

Megkísérelték ezeknek a *vitruviusi* tételeknek eszmei eredetét kinyomozni. Ezek szerint a helyes mérték elve a püthagoreista filozófiában gyökerezik, a symmetria a görög művészet „nagy” évszázadának, az ötödiknek a művészetelméletében. Az eurythmia a hellének negyedik évszázadában érzékelhető hedonista felfogásának, tükröződésnek, míg a thematismos és az oikonomia az adottságok elfogadását, az azokba való beletörődést hirdető sztoikus bölcselkedés visszfénye.

Akár így, akár úgy, magából a leírtakból az állapítható meg, hogy e tételek főleg a raticinatio részletes kifejtését jelentik, de a fabrica is bennük van, beleértve a tervek elkészítésének a munkáját is.

A traktátus elméleti részének befejezése egyrészt átkötés a fejezet következő gondolatcsoportjához, másrészt az építészet hármasság „aranyszabályát” tartalmazza.

Az építészet épületek, napórák és gépezetek létrehozását jelenti. Az épületek készítése kettőt foglal magába: a városok, települések létesítését és maguknak a köz- és magánépületeknek az emelését.

Ezután az *aranyszabály*: az építkezéseket úgy kell végezni, hogy gond fordítassék a tartósságra (firmitas, soliditas), a célszerűsége (utilitas) és a szépségre (venustas, elegantia) is. Nos, e hármasság előzményeit hiába keressük, mivel ilyen összetételű megfogalmazás *Vitruvius* előtt nem létezett. Ez már törőlmetszetten római „civil-kulturális” megnyilatkozás, amely szerint: a szomszjasnak akármilyen pohár jó, de a művelt számára szépnek is kell lennie egyúttal.

A számunkra legtöbb szót érdemlő *első könyv* második részét nem taglaljuk ilyen részletesen, mint ahogyan a többi könyvet sem. Csupán tartalomjegyzéküket adjuk meg, s ahol érdemes, megjegyzésekkel egészítjük ki a bemutatást.

Itt azt kell kiemelnünk, hogy *Vitruvius* a teoretizálás után a nagy egészből indul ki, a városépítészetből. A helykiválasztásnak hármasság követelménye van: a kiszemelt terület „egészségessége”, a megélhetésre való alkalmassága és kedvező megközelíthetősége. Amit kiegészít a helyi széljárás ismeretének, figyelembevételének a szükségességével. Ezáltal szabályos ökológiai tájékozódást kíván meg.

II. könyv: 1. Az építészet kezdetei. 2. A filozófusok az elemekről. 3. A téglák. 4. A homok. 5. A mész. 6. A puteóli föld. 7. A kőbányák. 8. A falszerkezetek fajtái. 9. Az épületfa. 10. A kétféle fenyőfa.

Az építészet kezdetben a természetet utánozta, majd fokozatosan önállósodott. A görög művészetelmélet a mimézist, az imitációt az építészettől „megtagadta”, mondván, hogy ezért nem is művészet. *Vitruvius* e feltételezésével, a keletkezés

időrendjét véve alapul, végül is azt állítja, hogy első a művészetek sorában. Az építészet mint az ábrázolóművészetek „szülője-anya” gondolata a hegeli filozófiáig ér majd el.

Auktorunk az építőanyagok tárgyalását a téglával kezdi. Szokatlan ez a görög tradíciókat közvetítő szerzőnél, hiszen a hellén par excellence kőarchitektúra volt. Jellemző az is, hogy a lydiai tégláról azt mondja, hogy az használatos Itáliában és csak ezután adja meg a görög téglaméreteket. Tudjuk azt, hogy a későbbiekben kibontakozó római téglaeépítészetet több kutató a keleti, az ázsiai építőgyakorlattal hozta kapcsolatba, így pusztán ezt a tárgyalási sorrendiséget is értékelnünk kell. Ezután következik az opus caementitium tárgyalása és csak ezután a kőé, végül a fáié.

III. könyv: 1. A templomok arányai. 2. Az öt templomtípus. 3. Az öt templomfajta. 4. A templomok alapozása. 5. Az ion oszloprend.

A templomok elemzése előtt ismerkedhetünk meg a *vitruviusi* arányelmélettel. Ennek alapját a már ismert görög antropometrikus rendszer adja. *Vitruvius*nál azonban kapcsolat teremődik eközött és a geometria között. A relatív és az abszolút szintetizálódik az ember a körben és a négyzetben, a „*Vitruvius-i figura*” ideogrammjában, amely számos későbbi spekuláció tárgya lesz.

Számhasználata is összetett. Az egyik tökéletes szám a 10 (antropomorf szám: a két kéz ujjainak a száma). Emellé a 6-ot társítja, a kettő összege a 16, a másik tökéletes szám. A modulus későbbi részekre osztását valószínűleg befolyásolták ezek a számok. A felosztás lehet $6/2 \times 10 = 30$, másképpen pedig $6 \times 2 = 12$ partes, azaz modulus-részecske (M).

A templomok külső rendszere alapján ad tipológiát: in antis, prostylos, amphiprostylos, peripteros, pseudodipteros, dipteros és hypaetros. A későbbiekben módosítják ezt a rendezést – hiányzik az amphiantis, a hypaetros pedig megvilágításmódot érzékeltető megjelölés, nem oszlop-elhelyezkedést –, mégis meghatározóvá vált, hozzájárulva a görög építészet egyoldalú szemléletének kialakulásához, a külterjességének az abszolutizálásához.

Az intercolumniumok – nem tengelytávolságok, hanem szó szerint: oszlopközök – méretezése már bizonyos térproblémákat rejt magában: pyknostylos (zsúfolt, 3M), systylos (sűrű, 4M), diastylos (tágas, 6M), araiostylos (légiés, 6M fölött) és végezetül eustylos (jó, megfelelő, 4,5M). Az ideálisnak tartott eustylos bevezetését *Hermogénész*hez köti. Így alig csodálható, hogy az ion oszloprendet tárgyalja elsőként.

Az viszont meglepő, hogy az optikai korrekciókat, a curvaturát is itt említi, holott ilyesmi – jelen tudásunk szerint – a fénykori doricát jellemezte első sorban.

IV: könyv: 1. A három oszloprend keletkezése, a korinthuszi fejezetek. 2. Az oszloprendek díszítései. 3. A dór oszloprend. 4. A cella és a pronaos. 5. A templomok fekvése. 6. A templomkapuk és kereteik. 7. A toszkán templom. 8. Körtemplomok. 9. Az oltárok.

Vitruvius az oszloprendek részletes tárgyalásának folytatása előtt az általunk szokott sorrendben beszél a dór rendszer férfias, az ion „asszonyos” és a korinthoszi „hajadonos” arányairól – átvéve a hellén antropometriát. Ezután fog a korinthoszi rend részletezésébe és utoljára taglalja a doricát, a hellenisztikus szemléletnek megfelelően.

A templomenteriórt szűkszavúan tárgyalja. A részletezésnél pedig a kőfelületek római kezelésmódját: a rusztikázottságot dicséri.

Meglepő az, amit auktorunk a templomok tájolásáról mond. Azt írja elő, hogy főhomlokzatuk és a cellában elhelyezett agalma nyugatra nézzen. Szinte az összes görög templom a Kr. e. 3. századig, de később is keletelt volt, azaz szó szerint: orientált. Megemlíti azt is, hogy a környezeti adottságok, a jó városkép kialakításának a kívánalmái is befolyásolják a templomok elhelyezését. Ez már a hellenisztikus városépítészet sajátja s ezen elvet a római is így érvényesíti.

Felbukkannak helyi, itáliai hagyományok is, az etruszk templom, a toszkán oszloprend tárgyalásában. A körtemplomok elemzése során elég nagy hangsúlyt kap a pseudo-oszloprend, amely a későbbi római idők meghatározó faltagolás módja lett.

V. könyv: 1. A fórumok és a bazilikák. 2. Kincstár, börtön, tanácsház. 3. A színház helyének kiválasztása. 4. Harmóniátan. 5. A színház hangvedrei. 6. A színház helyének kiválasztása akusztikai szempontból. 7. A színház építése. 8. A görög színház. 9. A színház mögötti oszlopcsarnokok. 10. A fürdők. 11. A palaestrák. 12. A kikötők.

A középületek sorában a színház rangos helyet kap. A római színházról közölt adatait, szerkesztésmódját stb. az archeológia szinte mindenben igazolta. A görög színházról írtak a hellenisztikus állapotokat tükrözik. Jelentős megállapításokat tartalmaz a fürdőkkel foglalkozó fejezet.

VI. könyv: 1. Az éghajlati viszonyok szerepe a magánházak tervezésénél. 2. A magánépületek szimmetriái. 3. Az udvarok és a körülöttük lévő helyiségek. 4. Az épület tájolása. 5. Építkezés különböző társadalmi helyzetűeknek. 6. A falusi házak elrendezése. 7. A görög lakóház elrendezése. 8. Az épületek szilárdsága.

Az etruszk-latin lakószokások tükröződnek vissza a lakóházakról szóló könyv legtöbb fejezetében. Az *atrium*-tipológiáját használta fel *Maiuri* (1928) a római ebédlők, az *oecusok* rendszerező bemutatására. A falusi házak, majorságok, az új épülettípus jelentő villák után ad csak tájékoztatást a görög lakóházról.

VII. könyv: 1. A padlók. 2. Stukkómunkák. 3. Boltozatok. 4. Stukkózás nedves helyen. 5. A falfestészetről. 6. A márvány. 7. A természetes festékek. 8. A cinóber és az arany. 9. A cinóber készítése, a hegyi zöld, az arméniai kék és az indigó. 10. Mesterséges festékek. Fekete. 11. Világoskék és sárga. 12. Ólomfehér, rézgálic és szandaraka. 13. A bíbor. 14. Mesterséges festékpótlékok.

A boltozatok szerény keretek között történt ismertetése után az egész könyv a falfestészettel, a festékekkel foglalkozik. Jellemző a szkénographia „elfajzásáról”,

az abszurd formák pingálásáról írt kritikája. *Maiuri (1908)* a pompeii falfestészeti „stílusok”-at az itt közöltekben kiindulva határozta meg.

VIII. könyv: 1. A víz keresése. 2. Az esővíz. 3. Hőforrások. 4. A víz megvizsgálása. 5. A szintezés módja. 6. A vízvezetékek építése.

A *vitruviusi* traktatus legegységesebb fejezete. A római civilizáció „aquafil” jellegének jegyében fejti ki témáját a forrásfoglalásoktól kezdve az aquaeductusok építéséig.

IX. könyv: 1. A világmindenség és a bolygók. 2. A Hold. 3. A Nap pályája és a csillagképek. 4. Az északi csillagképek. 5. A déli csillagképek. 6. Az asztrológiáról. 7. Az analemma szerkesztése. 8. Az órák fajtái és feltalálói.

A könyv egyik roppant nagyvonalú analógiája emberfeletti szférába emeli az architektust. Szerzőnk úgy véli, hogy a világmindenségnek architektonikus szerkezete és struktúrája van. Ebből a gondolatból származik az, hogy Isten a világ építész: *Deus architectus mundi*. És megfordítva: az építész a második Isten: *architectus secundus Deus* ...

X. könyv: 1. A gépek és szerszámok. 2. Az emelőgépek. 3. Az egyenes és forgó mozgás. 4. A vízemelő gépek. 5. A vízimalom. 6. A vízemelő csavar. 7. *Kteszi-biosz* vízemelő szerkezete. 8. Víziorgona. 9. Az út mérése. 10. Katapulták és skorpiók. 11. A ballisták. 12. A katapulták és ballisták megfeszítése. 13. Ostromgépek. 14. Teknősbéka az árkok betöltésére. 15. Más teknősbékák és *Hegetor* teknősbékája. 16. A várvédelem.

A *Tíz Könyv* elvont gondolatokkal kezdődik, a *vitruviusi* esztétikával. A fizikai és mechanikai konkrétumok felsorakoztatásával zárul a mű, ezen legerjedelmesebb fejezetével.

A *De Architectura Libri Decem* – a jelek szerint – rajzokkal illusztrált mű volt. *Vitruvius* 10 rajzról tesz említést, talán könyvenként adott egyet-egyed? Többek között az entházis, az optikai korrekciók, az ion volutaszerkesztés, a vízemelő gép, a szintezőműszer (chorobatesz) és a zenei harmóniák ábrája szerepelt a szövegrész gazdagítására. Ezekből azonban semmi sem maradt ránk örökségül.

Vitruvius megítélése az utókor szemszögéből

Az európai építészet élete úgy hozta magával, hogy a *vitruviusi* könyvekkel még nagyon sokat foglalkozunk a teóriatörténet során. Ezt megelőzve azonban szükségesnek látszik már itt sommáznunk az utókor legjellegzetesebb észrevételeit annak érdekében, hogy befejezésül „megvédhessük” illusztris szerzőnket. Vagyis, hogy alkotását a később hozzáragadt reflexiók nélkül, önmagában értékelhessük.

Vitruvius értékelése szélsőséges. Egyrészt úgy állították be, mint jó szándékú, de félművelt pallért, aki kissé naivan áll elő félig megemésztett „tudományával”. Kevesebben *uomo universalé*t láttak benne és széles látókörű polihisztornak tartották. Valószínűleg a harmadik csoport képviselőinek van igazuk, akik nyilvánvaló

és tagadhatatlan érdemeit elismerik, azzal a fenntartással, hogy ezt meg azt nem csinálta szabatosan.

Difficile est satiram non scribere (emberi tulajdonságunk, hogy előbb látjuk meg a furcsát meg a rosszat, mint a jót), ezért a kritikák élesebb tételeit idézzük. Ezek: *Vitruvius* műve ügyetlen kompiláció – terminológiája zavaros – meghatározásainak pontatlansága abból származik, hogy tud ugyan görögül, de nem elég jól – az átvett hellén hagyományanyagot nemcsak vulgarizálja, hanem félreérti és ezzel „becsapja” a jövőndőt, amely a hibákat átveszi – konkrét épületekre nem vonatkoztatja rendszerét – agyontárgyalja a szkénográphiát, a perspektívaszerkesztéshez mégsem ért – az oszloprendeket összevissza tárgyalja – az oszloprendek rendezett modulszisztémáját, kánonját nem adja meg – arányrendszere nem esztétikai jellegű, hanem egyszerű méretösszefüggések szkémája – esztétikája nem alkot önálló rendszert – sem saját korára, sem a közvetlen római jövőndőre nincs hatással – az építészideál, akit lefest, soha nem volt és a későbbi római építészetből is hiányzik stb.

A tüzetes történeti nyomozás mindezen pejoratív reflexiók eredetét fel tudja fedni. Összefoglalóan úgy lehet okát adni ennek a kritikaszorozatnak, hogy a műnek quattrocento kori felelevenítésekor, magának a reneszánsz elejének teljesen zavaros elképzelései voltak az antikvitásról. Így alig tudta az újkor eleje történelmi hitelességgel megítélni *Vitruvius* ugyancsak bizonytalan közvetítését egy közel félezer éves hagyományanyagról. Majd később a philhellén *Winckelmann* nézetei okoztak hosszan tartó szemlélettorzulást. A 19. századi pozitívizmus pedig divattette a korabeli forrásanyagok, tudósítások minuciózus vizsgálatát, hitelük elvetését, amire azután az autodidakta *Schliemann* cáfolt rá látványosan. Végül a filológiai, művészetelméleti tudálékosság olyan ismeretek hiányát vetette szemére *Vitruvius*nak, amivel ő ab ovo nem rendelkezhetett. Mindezek helyett szükség van *Vitruvius* olyan megértésére, amely a mű keletkezési korának viszonylatában magát őt és magát a művet kísérli megérteni és reálisan „helyére tenni”.

Vitruvius értelmezése önmagában

A traktátus formális struktúráját felvázolva úgy tűnik, hogy nem véletlenül 10 a könyveinek száma, hiszen ez az egyik tökéletes szám. Az egyes könyvek fejezetei nem azonos terjedelműek. A legrövidebb öt, a leghosszabb – a *X. könyv* – tizenhat fejezetből áll. A tárgy határozta meg tehát a terjedelmet.

A tartalom tárgyalási sorrendje az építészet felosztását követi. Az építészet épületek, napórák és gépek készítését jelenti. Az épületek címszó kettőt fed: a várost és magukat az épületeket.

A tárgyalás menete eszerint halad összességében. A városépítészetnek fél könyvet szán, az épületekre hét könyvet. Közbeiktatja a vízzel foglalkozó könyvet, majd az órák és effélék, valamint a gépek tárgyalására egy-egy könyv jut.

Az értekezés közlésmódszerét tekintve, legtöbb könyve egységként hat. Kivételt képez a templomokkal és az oszloprendekkel foglalkozó gondolatcsoport, ez két-kötetnyi terjedelmű. A könyvek általában elvi, a konkrét témához tartozó, azt befolyásoló eszme-futtatással kezdődnek. Így lesz az egész mű előzéke a teória, a városépítészet az ökológia, a templomépítészet és az oszloprendeké az aránykérdés, a lakóházépítészet, a klíma, az órák bevezetője az égboltról való ismertetés. A téma részletes kifejtése azután néhol rapszodikus kanyargó, máshol egyenes merben folyik.

Lényeges a traktátus görög és római *Janus*-arcúságának lehetőség szerinti pontos értelmezése. A tartalom jelentős része hellén eredetű, kezdve az aránykérdéstől az ostromgépek mechanizmusáig. E körön belül a hellenisztikus tudomány és szellemiség hat közvetlenül, amire – sok más mellett – az oszloprendek tárgyalási sorrendje is utal. A mű keletkezésének az idejében Latiumban is, máshol is Itáliában poszthellenisztikus építészet virágzott, az autochton sajátosságok szinte csak csíráiban érzékelhetőek. Mindezekhez járul az *Augustus*-kor klasszicizáló törekvése is.

Ennek ellenére számos utalás történik olyan eredményekre, amelyek a későbbi római építészet jellegét, nagyságát sejtetik. A toszkán hagyományok beépülnek a templomépítészettel, az oszloprendekkel foglalkozó könyvekbe, a lakóházépítészettel foglalkozó passzusokba. Ugyanígy a villákról, a színházról, a bazilikáról, a falfestészetről írtak a római építészet szerves részei már. Igaz, hogy a boltzatokról keveset ír, de ennek monumentális alkalmazása csak *Nero* korától kezdődik. Nagyon sok részletkérdés – *emplekton*, *suspensura*, *pseudo*-oszloprend, *rustica* stb. – ugyancsak ezt az autochton oldalt képviseli. Végül a *firmitas* – *utilitas* – *venustas* megfogalmazás is, nemkülönben az egész mű szellemisége, enciklopédikus volta egyértelmű bizonyítéka az *opus* szándékolt és összességében elért eredetiségének.

Mindezekből az következik, hogy merő abszurdítás az az állítás, hogy a kibontakozó nagy jövőndő perspektívájából nézvést *Vitruviust* akár nem létező figurának tekinthetjük. Elképzelhetetlen, hogy a művében felhalmozott ismeretanyag nem hatott volna, hiszen olyan normatívákat adott, ami rendre megvalósult a római építészetben. A *vitruviusi* építészideál fiktívnek minősítése is hamis, elég *Apollo-dorost* említenünk, meg a légiók műszaki törzsgárdájának pallérozottságát és diszciplináltságát. Az Európa-szerte keresett itáliai hadmérnök-architektusok típusát a *rinascimento* csak újratemtette, mert ilyenek alkották meg magát a római architektúrát.

S. Julius Frontinus (Kr. u. 35 –?)

Vitruviushoz hasonló tisztet töltött be: Róma vízvezetékeinek felügyelője volt. *De aquaeductus urbis Romae* c. műve a „kedvenc” római műszaki feladat írásba foglalása.

Apollodoros Damascensis (Kr. u. 1. század közepe – 2. század eleje)

A római építészet legnagyobb – ismert nevű – egyénisége. *Traianus* hivatalos építész, aki széles körű gyakorlati tevékenysége mellett traktátusokat is írt. Kr. u. 104–105 között, a császár dáciai hadjárata alkalmával építi meg az al-dunai hidat, Rómában stadiont, gimnáziumot és thermát, odeont tervez és kivitelez. Főműve a Fórum Traiani, és kapcsolatba hozták a Pantheon építésével is. Ostia kikötőjét is minden valószínűség szerint *Apollodoros* tervezte.

Elméleti művei: a Pontes Traiani ismertetése és egy könyv az ostromgépekről, amelyet már nem *Traianus*nak, hanem utódjának, *Hadrianus*nak ajánl.

Az „utazó-császár”-ral azonban meggyűlt a baja. *Hadrianus*, aki maga is építési babérokra vágyott – és aki tiburi villájában valóságos építészeti enciklopédiát kreált magának az általa meglátogatott híres épületek és helyek másolataiból –, és aki a *Roma és Venus* templom tervezőjének vallotta magát –, nem bírván elviselni *Apollodoros* kritikáját utóbbi alkotásáról, száműzte köréből és a fáma szerint ki is végeztette.

M. Cetius Faventinus (Kr. u. 3. század)

De Diversis Fabricis Architectonicae címen kivonatot készített *Vitruvius* művéből. Úgy tűnik tehát, hogy könyveire a gyakorlati építészetnek szüksége volt, hiszen afféle káté készült belőlük. Nem egyedül ez az egy, mert

Ae. Palladius

De Re Rustica elnevezéssel hasonlót szerkesztett. Tudomásunk van építészeti szakiskolák létéről – a *Severus*ok korában biztosan működött egy –, amelyek „tantevben” *Vitruvius* könyvei – vagy ezek a lerövidített káték – bizton szerepeltek segédletként, betöltvén az eredendő pedagógiai szándékot.

Plotinos (Kr. u. 203–270)

A római elméletörténet végét mégsem az ilyen gyakorlati kézikönyvek használata tette jellegzetessé. Az új vallásos világkép kialakulásával párhuzamosan a pogány filozófiában is az idealista nézetek lettek uralkodóvá.

Plotinos, az újplatonizmus „megalapítója”, ilyen szellemben tárgyalja az architektúrát. Azt mondja, hogy az épület szépségét nem az anyag, de még nem is a megformált matéria adja, hanem belső formája. A belső forma a mű ideája, az esztétikum ebben rejlik, nem a valóságos megjelenésben.

A művészeteknek tehát túl kell lépniük az utánzáson. Nem az érzéki észrevétel, hanem a kontempláció – a fantázia – készsége fedi fel a világ misztériumát. A naturában nincs fantázia szülte elem, így nem lehet teremtőerő forrásává. Az anyagtól elszakadva a léleknek misztikus elmélyültséggel, intuitio által kell eljutnia a szépséghez, a jóshoz, az istenséghez. Ez az elmélyülés végül a mindent megvilágosító extázisba torkollik.

Plotinos tehát a klasszikus filozófiából kiindulva olyan gondolatrendszerrel épített föl, amely egyik talpköve lett a középkor esztétikájának.

Összefoglalóan azt állapíthatjuk meg, hogy a római építészet, amely teljes kifejtésében a múltat felszívó és a jövőt előkészítő architektonikus enciklopédia volt, korán kiérlelte hasonló szellemű teóriáját, amelyből táplálkozott. *Vitruvius* könyveinek normatív ereje eleven volt élete korában éppúgy, mint a római építészet virágzása idején.

Az építészet civilizált és kulturált egysége teremtdött meg az antik Rómában, ami az építészeti feladatkör addig nem létező gazdagságában jutott kifejezésre a legszemléletesebben. Nem véletlen, hogy ez a teljesség az építészeti külső és belső egyensúly teremtésének a folyamatát indította meg, a citrovertáltságot, amely az elkövetkezendő európai építészetben teljesedett ki.

Amint a római építőgyakorlatban implicite a jövőendő századok alkotásainak csírái rejlettek, ugyanúgy a korszak végének a szellemisége is nagy távlatok felé intett. Elegendő arra a párhuzamosságra hivatkoznunk, hogy a pápák elsejének, *Szent Péternek* a kultusza számára emelt bazilika, a *S. Pietro Vecchio* egy időben épült a pogány *Maxentius*-bazilikával, mindkettő a 4. század elején.

A KÖZÉPKOR ÉPÍTÉSZETELMÉLETE

Az európai történelemnek a római birodalom bukása és a „barbár gót” világtól elforduló Itália új szellemiségű históriájának megindulása közötti közel ezeresztendő időszakát középkor néven illették. A reneszánsz idejéből származik a *medioevo* – a klasszikus kultúra és annak újjászületése közötti idő – megjelölése, ami intermezzóvá degradált ragyogó építészeti korszakokat és előrevetítette a történelmi és stíluskorszakok elnevezéseinek sokszor abszurd eredetét, valamint azt a még nagyobb furcsaságot, hogy nemcsak a köznyelv, hanem a tudomány is szentesítette az effajta neveket. Pusztán ezeknek a neveknek az említése, felsorolása és értelmezése elméletileg is igen tanulságos, így mindig vissza is térünk ehhez a szemantikai problémakörhöz.

A középkornak – az antik göröghöz hasonlóan – rendszerezett építészetelmélete nem volt. Már csak azért sem lehetett, mert az architektúrának, az esztétikának építész szószólója alig akadt, csupán filozófusok, bölcs papi emberek és szerzetesek, történétírók és költők megnyilatkozásaira hagyatkozhatunk és magukra az építészeti „tényekre”, magukra az épületekre mint hírmondókra.

Ezek azt tanúsítják, hogy a római építőkézség hagyományai nem mentek veszendőbe. Sőt, a császárkor nagyvonalú alkotásait létrehozó műszaki pallérozottság, ha lehet, tovább „finomodott” a boltozási technika legkülönfélébb alkalmazásaiban. A lényeges változás az építészeti feladatkör kijelölésében következett be. A

tematika a korábbi sokoldalúságát elveszítette és jelentősen beszűkült az új igényeknek engedve.

A szemléletváltozást a tudomány és a vallás dolgainak új értelmezése idézte elő. Az antik római a praktikus tudást becsülte, most a pragmatizmust a szellemi tevékenységek mögé sorolták. A tudományágakat és a művészeteket is az ars szóval illették, de lényeges különbségek adódtak a „szabad művészetek” és a „mechanikus művészetek” körébe utalt diszciplínák között. A Septem Artes Liberales első három tagja – a trivium: grammatika, retorika, dialektika (logika) volt a leg-rangosabb, mivel „tisztá” szellemi tevékenységek voltak, míg a másik négy tudomány – a quadrivium: zene, aritmetika, geometria, asztronómia „reálisabbak” lévén, már a szabad „hétség”-en belül is csak másodlagosnak számítottak. Az Artes Mechanicae foglalta magába a tulajdonképpeni – a tárgyias – művészeteket: a festészetet, a szobrászatot, az iparművészetet és az építészetet mint az ember materiális szükségleteinek kielégítőit. Tehát szinte az a modell elevenedett föl, amit az antik görögök alakítottak ki a tudomány és a művészet hierarchiájáról.

Az építészeti alkotásokat tervező és kivitelező szakemberek feladatköre, szerepe és megítélése is eszerint alakult. A Kr. u. 4–6. századból származó adatok szerint az épületek tervezője a mechanikus volt, a geometros a tervező műszaki szaknácádója és az architektón csak a harmadik, mint a kivitelezés irányítója, a hozzá hasonló kézművesek főnöke töltötte be hivatását. A kora középkor végétől kezdve azután az építkezések személyi feltételei megváltoztak az egyházi és a világi céhek kereteiben.

Mindezek gyökere a sztereotip magyarázat szerint a gazdaság átalakulásában leledzett, a feudalizmusban (amelynek indításait különben ugyancsak a régi Róma adta a colonus-rendszer kiépítésében). A középkor értelmezésében azonban a tudati tényezők, jelesen a vallásos eszmék olyan túlsúlyba kerültek a lét földhözragadtságával szemben, mint soha annak előtte vagy utána. Így a vallásos világnépfűzetesebb felvázolása nélkül még témánk tárgyalásában se jutnánk sehova.

Az antik Róma szinkretisztikus jellegű „valláspolitikája” összefűgűdű, a helyi kultuszokat türelmesen beolvasztó-átalakító politeista istenvilágot kívánt. A kései idűkben eluralkodó császárkultusz – az uralkodó istenítése –, keveredve a beáramló keleti misztériumvallások motívumaival: a kisázsiai eredetű *Sol Invectus*, a legyűzhetetlen nap mítoszával, az iráni *Mithrasz*-kultusznak a fény és a sötét, a jó és a gonosz küzdelmérűl vallott tanaival, az egyiptomi *Isis-Osiris* legendának az örök megűjűlást hirdető igéivel és Izrael és Judea *Messűást* váró hiedelmével – egy monoteisztikus vallás körvonalaít rajzolták ki. A történelem szinte kifűrkészhetetlen fintora, hogy *Constantinus* végűl is azt a vallást legalizálta, amelyet *Titus* megsemmisűteni vélte – a tűbbit a rómaiak jűszerivel nem űldűzték, a christianizmust. Természetesen ehhez az kellett, hogy a zsidűsűg megtagadja legűjűbb prófétáját és fűleg az, hogy *Péter apostol* kezdeményszerűsét *Pál* – az írűstudű farizeus, ez a szinte hellenisztikus műveltsűgű egyénisűg – olyan tartalmi elemekkel egűszűtse

ki a Bibliát, hogy az elfogadható legyen a zsidónak éppúgy, mint a görögnek, a rómainak. A christianizmus-paulinizmus azután az egész nyugati földteke vallásos-szellemi életének meghatározójává vált mind a mai napig.

Szorosan ide tartozó jelenség, hogy a középkor hajnalát ugyanolyan enciklopédikus törekvések hatották át, mint a római antikvitást. Csakhogy annak idején a múlt tapasztalatainak összegyűjtése többé-kevésbé rendezett formát öltött, beleértve *Vitruvius* rendszerét is. Mostantól kezdve a múlt szellemi öröksége feneketlen tónak bizonyult és szinte megszűnt mindenféle kontroll az új ideológiát támogatni vélt gondolatok felidézésében. Szimbolikus és általánosítható jelentése van *Paulos Silentiarios* panegirikus költeményének, amit a Hagia Sophia beszentelése alkalmára írt. Nemcsak szerkezetileg utánozta *Homeros* eposzait, hanem olyan szavakat használt, amit 1300 év óta soha le nem írtak időközben, nem használtak.

Szinte természetes, hogy az új világ szépségeszménye és az ezzel kapcsolatos gondolatok spirituális jellegűek lettek. Már a fejlődés elején kibontakoztak a későbbieket is meghatározó elképzelések.

A fény központi helyet kezdett elfoglalni az esztétikai megnyilatkozásokban. Ezen immateriális „elem” mellett magát a matériát is „pneumatizálták”, meglelkesítették. Az atavisztikus hülozoizmus elevenedett meg ekkor, az ősi hiedelem, amely az anyagnak valamiféle érzéklési-gondolkodási képességet tulajdonított. A márvány és az elefántcsont nemessége, a porfír bíbora, az arany időtlen és idő fölötti ragyogása, a mozaikszemcsék – akár kőből, akár üvegből való – csillogása, mind-mind szerves és jelentéssel bíró elemei voltak a művészeti kifejezésnek.

A valóság önmagában érthetetlen, ezért megértéséhez a metafora, a szimbólum mankójára van szükség. Krisztus, a jó pásztor, az áldozati bárány és az ideogram-mája szerint mint hal jelképeiben lett realitássá. A bazilikák *crux commissa* és *crux immissa* keresztje a szenvedésen keresztüli megváltás és üdvözülés hitét öntötte formába. *Andronikos* athéni óraházának, a Szelek tornyának oktagonjában még a fizikai világ távlati egyesültek a szelek irányai által, a ravennai *San Vitale*-ben, az aacheni palotakápolnában már a szellemi univerzum testesült meg a nyolcszögben. Igaz, hogy már a Róma városi Minden Istenek Temploma, a *Pantheon* is kozmoszutánc volt, de a kör a *Hagia Sophiában* sem pusztán mértani figurát jelentett.

Végezetül a tökéletesség eszményének a bővölete is rányomta bélyegét a középkor szélsőséges eszmevilágára. A szépség ellenpárja, a rútság a maga módján ugyancsak tökéletes lehet, ezért nem rekeszhető ki a művészeti ábrázolásból. Már csak azért sem, mivel általa lesz érthetővé a szép szépsége.

Az új művészetszemlélet a kései római neoplatonizmus talajából sarjadt ki. A fejlődés további menete két ösvényen haladt tovább: egyrészt keletre, Bizánc felé, másrészt nyugatra, Aachen irányába.

Aurelius Augustinus (354–430)

Szent Ágoston élete és gondolatai előrevetítik szinte az egész középkor szellemiségét. Kezdetben manicheista, majd szkeptikus, majd neoplatonista filozófus, végül 387-ben megkeresztelkedvén: christiánus, az afrikai Hippo püspöke.

A szépségről elmélkedvén, belátja annak viszonylagosságát. Mégis, a spontán érzelmi ítélet helyett a művészeti élvezet elvont formáját tartja igaznak, azt, amelyhez az Isten által adott törvények felismerése vezet „... a természettől semmi sem rossz, és ez a szó nem jelenti a jótól való megfosztottságot. De a földiektől egészen az égiekig és a láthatóktól a láthatatlanokig, egyes jók jobbak, mint a mások, és annyira különbözőek, amennyire csak lehetnek. Isten azonban akképpen nagy alkotó a nagy dolgokban, hogy nem kisebb a kicsinyekben sem.” Már *Augustinus* nál felbukkan a jelképeknek, az allegóriáknak a valóságnál többet kifejező erejük.

Augustinus értékrendjében a zene és az építészet előbbrevaló, mint a festészet és a szobrászat. Az építészet – az utánzás szempontjából tekintve – a legabsztraktabb művészet, így egyik első azok között. Azt kívánja, hogy az építészeti alkotásban az egyes részek feleljenek meg egymásnak, az arányok élvezetesek legyenek – amivel nem szakad még le a klasszikus esztétikától. Akkor azonban, amikor arról elmélkedik, hogy az épület lényegét nem a térhatárok, a falak és az oszlopok kiképzése adja, hanem az ablakok, a térközök harmonikus kiosztásrendje és maga a tér, akkor az építészetet a legelvontabb aspektusában ragadja meg. Az ablakok dicséretében természetesen benne van a fény dicséréte is. Ez pedig korabeli, írásos bizonyítéka annak, hogy az épületek citrovertált ezen kori jellege nem pusztán feltételezés.

A későbbiekre nagy hatást gyakorló, nagy formátumú gondolkodó a transzcendenst, az intelligibilist – az érzékek feletti – megragadását kereste. Ez a törekvése jutott kifejezésre a zeneelméletében is, amelynek tiszta matematikai rendszerét vázolta fel. A zene és az építészet kiemelése s egymás mellé helyezése meghatározóvá vált a középkori építésziideál kifomálódása számára. Az építészt több esetben is muzikális műveltségét társította építőtudományához.

Dionysios Areopagita (5–6. század)

Szíriai újplatonista elveket valló szerzetes. *Mennyei hierarchia* címen írt traktátust (Neve álnév, ezért idézik Pszeudo melléknévvel).

A természetfeletti szépség mindennek kezdete, oka és célja. A szépség azonban a rütságon keresztül mint antitézis értelmezhető. Gondolatrendszerét *János* evan-

géliumának logosz tanítása és apokaliptikus hangulata egyaránt befolyásolta. A kora bizánci művészetelméletre éppúgy hatott, mint *Scottus Eriugenán* keresztül a *Karoling*-reneszánusra és a romanika „fényűző” periódusára, oldalára.

Kelet-európai (bizánci) kereszténység

A népvándorlás hullámaiban megfulladt Róma közvetlen örököse Bizánc lett, *Nagy Constantinus* városa, Konstantinápoly. Itt valójában szervesen folytatódott mindaz, ami ott abbamaradt: a város arculata alig különbözött eleinte egy kései „eredeti” római alapítású metropolizétól. Hiszen a császári építési programban ekkor még túlsúlyban voltak a „pogány” alkotások.

Két tényező – többek között – azonban hamarosan átformálta a latin örökséget, mindkettő a geopolitikai helyzetből adódott. A kora kereszténységnek ez a legnagyobb szabású központja görög területen alakult ki – majdnem Trójában, mert az is szóba került az új főváros jó helyét latolgatván –, ahol azt a nyelvet beszélték, amellyel az Újtestamentumot is írták, az elvulgarizálódott hellént: a koinét. És a nyelvvel együtt, azon keresztül természetesen az egész hellén és hellenisztikus szellemi gyaték is közvetlenül hatott.

És nemcsak a régi görög világ, hanem az egész Közel-Kelet ott tárulkozott ki a Boszporusznál, még régebbi hagyományaival. És a legújabbakkal is, hiszen az egész kereszténység bölcsője a Mediterráneum keleti felében ringott, s amelynek korai történetébe Szíria éppúgy belejátszott, mint Egyiptom és Alsó-Núbia s még Mezopotámia északi része is. Kelet közvetlen hatása két lényeges mozzanattal színezte tovább a vallásos világkép alakulását. Egyrészt az egy isten képies ábrázolásától való idegenkedés, amely Izrael-Júdeának a bálványimádás elleni küzdelméből fakadt. Amiről maga *Pál apostol* is beszélt, amikor Athénben hirdette az igét: „... Mert mikor bejárom és szemlélém a ti szentélyeiteket, találkozám egy oltárral is, melyre ez vala írva: Ismeretlen Istennek. Akit azért ti nem ismerve tiszteltek, azt hirdetem én nektek.” (*Apostolok cselekedetei* 17.23.) Ebből fakadt a keleti kora keresztény képprombolás (726–843) éppúgy, mint az arab muzulmánok hasonló magatartása, képiesség-ellenessége.

Ehhez járult a keleti időszemlélet érvényesülése, amely lassúbb ritmusú volt, mint a klasszikus görögé és rómaié s mint amilyen lesz az elkövetkezendő Nyugat-Európa történelméé. Általános művelődéstörténeti – és ezzel együtt művészet-történeti és építészettörténeti – szempontból hasznosítható feltételezés, hogy a kereszténység keleti arculatában a christianizmus, elvonatkoztatott monoteisztikus jellegét inkább megőrizvén és az Oriens lassúbb ütemű életszemléletével társulván idézte elő azt, hogy Bizánc példája évezredet messze meghaladva irányt mutató maradt a vallásos építészetben, messzi kelet-európai távlatokat elérve. Egészen leegyszerűsítve e jelenséget és kissé előretekintve azt állíthatjuk, hogy Kelet-

Európa és Nyugat-Európa határa ott rajzolódott ki, ahol gótikát már nem építettek és ahol megszűnt a kizárólag hagymakupolás templomok építése.

Visszatérve a kiinduláshoz: az egyetemes építészettörténet egyik – önmagában is, hatásában is – legnagyobb épülete, a konstantinápolyi *Hagia Sophia* köré fonódó, korabeli megnyilatkozások felidézése e kultúrkör jellemzéséhez.

A rómvárosi *Pantheon* és a császárthermák szerkezeti értékeit továbbfejlesztő épületnek már a neve is „meglelkesített = pneumatikus”, hiszen nem Krisztusnak dedikálták, hanem a Szent Bölcsességnek, az isteni Igének, a Logosznak. De meglelkesített volt nemcsak az anyagisége, hanem az egész struktúrája is. Az építő- és díszítőanyagok nemessége, ragyogása és színessége, az oldalsó térhatárok áttörtése, a kupola lebegése stb. mind-mind valamiféle „metamaterializmusról” vallottak. Az egész együtt pedig szimbólumok halmazáról: „... a kupola a mennyek menyje, ahol az Isten uralkodik, négy árkádja a világ négy tája, támaszai a világ hegyei, az épület a menny és a föld szimbóluma”, mint ahogyan egy szíriai költemény zengi.

Ekphrasis azoknak az irodalmi nyelvezetű épületleírásoknak a neve, amelyek hellenisztikus és római források (*Flavius Josephus, Statius, Plinius Secundus, Lukianos* stb.) felhasználásával keletkeztek *Justinianus* korában. Ezek sorából kiemelkedik *Prokopios* egyik műve.

Prokopios (500–560)

A palesztinai Caesareából származó jogtudós, császári titkár és történetíró a περι κτισματος (*Az épületekről*) c. könyvét *Justinianus* építkezéseinek dicsőítésére szánta. A könyv első fejezetében méltatja a *Hagia Sophiát*.

Prokopios mintaszerű építéstörténeti, szerkezeti, funkcionális és esztétikai ismertetést ad a nevezetes épületről. Az építészek, *Anthémios* és *Izidoros* bemutatása után transzcendens jellegű leírások következnek a technikai kérdésekről, a vas- és kapcsok, hevederek stb. szerepéről. Rávilágít a beosztás és a liturgiai előírások kapcsolatára. Kihangsúlyozza az alaprajz és a felépítmény kiegyensúlyozott arányait (armonia tou netron), amelyből semmi sem hiányzik és semmi sem eltúlzott. Tisztán látja a tudatos fényvezetés szépségét, a kupola lebegését érzékletesen írja le. Alig lehet a templomban egy helyben maradni – fejtegeti tovább –, mert az újabb és újabb felfedezett szépségek szinte sodorják, mozgásra kényszerítik a szemlélőt.

Az építő isteni császár, *Justinianus* pedig az építés kritikus időszakaiban isteni útmutatások szerint rendeli el a munka továbbfolytatását, ajánlja a helyes megoldást. Ebben a magatartásban felsejlik az ókori keleti despotáknak, az „égből aláhullott tervek” végrehajtóinak emberfeletti magabiztossága. Ez az atavizmus cseng vissza a császár dicsekvéséből: „*Salamon*, én túlszárnyaltalak Téged ...”

Tény, hogy a *Hagia Sophia* fő arányait *Salamon* jeruzsálemi templomának az ótestamentumi leírása alapján határozták meg: hosszúsága: 60 sing, szélessége:

20 sing, magassága: 30 sing, ami 3:1:1,5 méretösszefüggést jelent. Nos, a templom korábbi, elliptikus ívű kupolájának zenitjét eszerint jelölték ki. Az „eszmei analógia” azonban nem bizonyult időtállóknak, mert a lapos kupola az első földrengés alkalmával beomlott.

Prokopios öt építész nevét örököltette meg a templom építésével kapcsolatban, közülük azonban kettő vitte a vezető szerepet.

Anthémios (6. század) Trallesben született és minden valószínűség szerint ő volt a *Hagia Sophia* „vezető tervezője”, azaz *mechanicos*. Teoretikus tevékenységéről is tudunk: *Gyűjtőtükör* c. értekezésében a konikus metszetek törvényszerűségeivel foglalkozik. A *Figyelemre méltó mechanikus eszközök* c. traktátusa többek között arról is szól, hogy két fókuszra feszített zsinór segítségével miként lehet ellipszist szerkeszteni.

Isidoros (6. század) milétoszi eredetűnek mondja mellékeve, s talán ő lehetett a geometros, a műszaki szaktanácsadó. Bátran lehetett, hiszen *Eukleidés* 13. könyvéhez írt kommentárt. Főleg a mértani testek áthatásának a problémája érdekelte. Emellett olyan körzőt szerkesztett, amellyel parabolaívket lehetett megrajzolni.

Az épület eszmeiségét így egészen komoly geometriai, sőt „ábrázoló geometriai” tudású szakemberek öntötték formába. A kör idomához kapcsolt kozmoszképzetek már a Róma városi *Pantheon*ban érvényesültek, a csegély, a pendintif, a szférikus háromszögek „ideológiájáról” azonban keveset tudunk. Az biztos, hogy a *Sedia del Diavolo*ban (a népies elnevezésű Ördög székében), egy Róma környéki pogány kétszintes sírkápolna felső kultuszterében ezt a nagyszerű szerkezetet már alkalmazták. *Vitruvius* keleti irányú hatásáról úgyszólván semmit sem tudunk, de ismervén az ő figuráját a két „tökéletesen kiegyensúlyozott” idomában, a körben meg a négyzetben, méltán vetődik fel a pendintif értelmezésének olyan lehetősége, mint valami átmenet közöttük. „Bizánciasan” fogalmazva: a szférikus háromszögek teremtettek kapcsolatot a földi realitás és az égi elvontság között. Akár így, akár úgy, a *Hagia Sophiában* az isteni bölcsesség párosult az emberi bölcsességgel, egyik nélkül sem lett volna azzá, mint amivé lett.

Befejezésül még egy lényeges dolgot kell az elmondottakhoz hozzáfűznünk. *Prokopios* ezt írja: „A templom olyan csodálatosan szép látvánnyá lett, hogy elkápráztatja azokat, akik látják. Égi magasságba emelkedik, s mint egy lehorgonyzott hajó int a többi ház felé, magasabb helyen lévén, mint a város többi része, bár ahhoz tartozik és annak ékessége. Büszke rá, hogy onnan a várost körös-körül át lehet tekinteni.”

A jellemzés a templom külső megjelenésére vonatkozik és a szentélynek az urbanus környezetben való helyzetét és szerepét méltatja. Ismeretes azonban, hogy már a kései római időktől kezdve az épületek belsejét mívesebben képezték ki, mint a külsejét. Az enteriőr „megelevenedését”, a környezethez való kapcsolódását az ablakokkal biztosították, de az exteriőr környezetformáló, -befolyásoló hatására tudatossággal nem törekedtek. Nos, a *Hagia Sophia* külseje tekintélyes méreteivel

nyilván attraktív látványt nyújtott, de lapos, kagylószerű kupolájának külső nézete mit sem érzékeltetett a belső nagyszerűségéből, az óriáspillérek pedig – amelyekkel a belső deszomatizált hatását elérték – holt tömegrészletekként érvényesültek csupán. Így kapcsolódik térművészetileg a bizánci – és a nyugati kora keresztény építészet is – közvetlenül a kései rómaihoz: a citrovertaltság ugyan létrejött a belső megvilágíthatósága által, de nem teljes értékűen, hanem transzvertáltan, azaz a külső spontán alakulásával.

Nyugat-európai kereszténység

Itáliában és közvetlen balkáni környezetében valamint a nyugati provinciákban: Hispániában, Galliában, Britanniában, Germániában, Raetiában, Noricumban és Pannóniában a keresztény építészet szerényebb formát öltött, mint Keleten. Mintha *Krisztus* igénytelenségét itt jobban megértették volna, mert a sorra épülő bazilikák belsejét ugyan – követve a kései római hagyományokat – igényesen képezték ki, külsejük azonban szinte észrevétlenül olvadt bele a még sokáig fennmaradt urbanus környezetükbe. A népvándorlás ui. a városokat nem zilálta teljesen szét, és csak az évezred utolsó harmadában „atomizálódott” a művi és a „szellemi” környezet s lett a kulturális élet vezérlője a klastromok világa.

Két fontos jelenség tette jellegzetessé – és az Oriensből eltérővé – ezt a lassan kirajzolódó új vallásos művelődési kört. A II. niceai zsinat (787) végső megnyugvást hozott a képrombolás keleties dühe ellenében. Az istenábrázolást itt nem tekintették bálványimádásnak, a szobrok, a festmények egy pietista didaktika eszközeivé váltak, amellyel az írástudatlan jámbor laikus is átélhette a megváltás misztériumát. Ehhez kapcsolódott szorosan a másik mozzanat: a kereszténység politeista jellegű elemekkel való átszövődése. A latin szinkretizmus nem múlhatott el nyomtalanul, így nagyobb és apróbb szentek sokaságával népesült be hamarosan az új, a nyugati hitvilág. Nem beszélve az őszanya, a *Magna Mater* keresztény megfelelőjéről, az Istenfiút szűzen életre hozó *Máriáról*. Ezek nélkül sem a vallásos, sem a művészeti élet alig lenne értelmezhető a nyugati részeken. A vallásos világkép ilyen alakulásába, a hagyományokon kívül, természetesen a barbár népek hiedelmei is beletársoltak.

I. Szent Gergely (540–604)

A római szenátori családból származó neves egyházi személyiség Róma praetora, majd pápája. *Serenushoz*, Massilia (Marseille) püspökéhez írt levelében ímígyen értelmezi a nyugati kereszténység szemszögéből a vallás vizuális úton is hatékony jellegét: „Ami az olvasni tudóknak az írás, a tanulatlan szemlélőnek ugyanaz a festészet, hogy azok, akik a betűket nem ismerik, legalább a falakon szemlélődve olvassák azt, amit a kódexekben nem tudnak elolvasni.”

A korszak építészet szemléletének megértésére törekedvén, vezérfonalnak kínálkozik *Vitruvius* továbbélésének a nyomon követése. *Sidonius Apollinaris* (430–486) és *Cassiodorus Senator* (490–583) megemlíti nevét, műve tehát valamilyen formában ismert maradt.

Sevillai Isidorus (560–636)

A tekintélyes római családból származó tudós Cartagénában született. Sevilla püspökének *Etimológiák* címen az egész középkorban használatos enciklopédiát szerkesztett.

E mű 19. könyve művészeti kérdésekkel is foglalkozik. A festészetről azt írja, hogy „A festmény pedig képmás, amely valamely dolgok alakját fejezi ki, s midőn látjuk, emlékezésre készíti az elmét ... A festészetet pedig az egyiptomiak találták ki úgy, hogy először vonalakkal körülrajzolták az ember árnyékát ...”

Részletesen foglalkozik az építészettel is. Úgy tűnik, hogy *Isidorus* fő forrása *Marcus Terentius Varro Antiquitates* című enciklopédiája volt, de amikor azt írja, hogy „*Aedificiorum partes sunt tres: dispositio, constructio, venustas*” (az építészeti három részre tagolódik: tervszerű elrendezés – szerkezet – szépség), akkor nyilvánvaló a *vitruviusi* firmitas – utilitas – venustas arany szabályának a hatása és esztétikai kategóriáinak ismerete. Jellemző új mozzanat azonban a szerkezet szerepének kihangsúlyozása, mint ahogyan az is, hogy öt oszloprendet sorol föl, dór, ion, toszkán, korinthoszi és attikai.

Annak érzékeltetésére, hogy ennek a korszaknak a szellemi irányítói – és az érett középkoréi is – milyen távlatokban látták a múltat, *Isidorus Etimológiáinak* egyik kitétele szemléletesen rávilágít: „... A görögök azt állítják, hogy a falakból és tetőből álló épületek feltalálója *Daedalus* volt. Ő pedig *Minervától* kapta a tudományát ...”

Nagy Károly (768–814) időlegesen egységet teremtett Nyugat-Európában. A széles látókörű, koncepciózus uralkodó korát klasszicizálónak éppúgy nevezhetjük, mint valamiféle korai protoreneszánsznak, mivel a király a kései római művészet iránti csodálatának engedve, olyan tudósokat gyűjtött az udvarába, akik Róma szellemiségét felidézhetőnek vélték: *Alcuin* Britanniából, *Petrus*, *Baulus* és *Paulinus* Itáliából, *Theodulf*ot Hispániából és a frank *Einhardus* Germániából. Ehhez járult a még *Theoderik*től származó törekvés felelevenítése, hogy a római birodalom nyugati része újraegyesüljön. Ezért fordul *Nagy Károly* Bizánc felé, ahol a császári birodalom eszméje töretlenül megmaradt. Ennek az orientálódásnak az építészeti visszhangja az aacheni palotakápolna, amelyben a kettős kórusú bazilika központos alakban jelent meg.

Klasszicizálás jellemezte a frankoknak a keleti képrombolással szembeni ellenkezését is. Az ábrázolások nem idolek – úgymond –, hanem műtárgyak, amelyek a múltra emlékeztetnek: *memoria rerum gestarum*. A képek azonban legyenek realisztikusak és ne legyenek fantazmagóriák. E valóságkeresés majd a

későbbi középkori szépség-rútság eszme, a „bizarrerie” eluralkodása idejéből visszatekintve válik érthetővé.

Hrabanus Maurus (780 – 856) *De universo Libri XXII.* című művében újra felbukkan a *dispositio – constructio – venustas* hármas szabálya, nyilván *Isidorus*tól származván. Ezzel visszatérünk *Vitruviushoz*, akinek műve a *Karoling*-korszakban kezd történetileg hitelesen megfoghatóvá válni.

Einhardus (8–9. század)

Einhard mester a fuldai kolostorból került a *Karoling*-udvarba. A feltevések szerint Steinbach és Seligenstadt bazilikáinak építésénél *Vitruviust* felhasználta. Annyi bizonyos, hogy tanítványának, *Vussinnak* írt levelében *Vitruviusról* szó esik, stílusának homályosságáról, többek között a szkenográfia helyes értelmezéséről.

E meglehetősen bonyolult kérdéskörben, a tudomány mai álláspontja szerint, az illusztrált *Vitruvius* őstípusa *Nagy Károly* udvarában született meg, és lehetséges, hogy e megelevenítés magának *Einhardusnak* az érdeme. A 9. századi *Selestat kódex*ről annyit tudunk, hogy közölte az ion és a dór oszloprend ábráját és a gyakorlati tanácsok mellett kitért *Vitruvius* antropometrikus aránytanának ismertetésére is. A *selestati* kézirat ábrái felbukkannak a montecassinoi *Petrus diaconus Vitruvius*-kivonatában is, az antropometriával együtt. E kor klasszicizmusának szemléletes tárgyi maradványa *Lorsch Szent Nazarius* apátsági templomának kerengőjében felállított háromnyílású, pszeudogalériával kiképzett kapuépítménye, amelynek háromnegyed oszlopaikat kompozit-fejezetek ékítették. Olyanok, hogy látványuk azt az érzést kelti bennünk, mintha eredeti antik kapiteleket falaztak volna be másodlagos felhasználásként.

Összefoglalóan: megállapítást nyert, hogy a korabeli kolostorok: Reichenau, St. Gallen, Fulda, Murbach, Konstanz, *Lorsch* könyvtáraiban *Vitruvius* kéziratai megvoltak. Ebből a körből származik a *Harleianus* nevű kódex (London, British Museum, Harley 2767), amely a kölni Szent Pantaleon prépostjának, *Goderammusnak* volt a tulajdona. E teljes szövegű *Vitruvius*-másolat közli a szél-diagramm ábráját a városi útvezetés skémájával együtt. A *Harleianus* mintegy 10 későbbi *Vitruvius*-másolatnak volt a forrása.

A *vitruviusi* tanok az *Ottó*-kori építészet idején is tovább éltek. *Bernard* hildesheimi püspök a *Szent Mihály*-templom építésénél bizonyíthatóan felhasználta a *Goderammus*-féle másolatot.

Johannes Scottus Eirigena (810–877)

Az Írországból származó tudós *Kopasz Károly* udvarában tevékenykedett. *Dionysios Areopágita* „*Mennyei hierarchiá*”-ját latinra fordítja és kommentálja: „Az Atya, Fiú és Szentlélek egy isten, egy jóság, egy fény, szétszórva mindenki- ben, melyek léteznek, hogy lényegükben létezzenek; ragyog mindene, ami létezik, hogy mindenk az ő szépségének szeretetére és gondolatára térjenek” – írja.

Szépség, jóság, fényesség szintetizálódik e „ragyogó” teológiában, amely a világvégvárás szorongásától megszabadult középkor kivirágzó-eljövendő időszakának egyik vezérlő sugara lett.

A ROMANIKAI ÉPÍTÉSZETELMÉLETE (1000–1200)

A „román” korszakmegjelölés 19. századi. *Charles de Gerville* francia régész 1818 körül használja először e „stílus”-nevet, joggal teremtve bizonyos időrendi megkülönböztetést a második évezred első felének művészettörténeti kronológiájában. Eleddig ezt az egész időszakot barbárnak, gótnak, germánnak, proto-népvándorláskorinak hívták és értelmezték – nyilvánvaló itálikus szellemben. Tipológiai és formális jegyek egyaránt közrejátszottak e névújítás bevezetéséhez – a boltosított bazilikák, a félköríves ablakzáródások, a korinthuszi jellegű oszlopfők alkalmazásának stb. előszeretete. Emellett az is, hogy nagyjában és egészében ez az építésmód a latin származékú „román” nyelvterületeken dívott – Itáliában, Galliában és Hispániában –, vélte *Gerville*, amikor is Britanniát meg Ger-mániát kirekesztette leleményével. Az effajta elnevezések „megközelítő” értékét-igazságát ismervén, még azt is hozzátehetjük, hogy a szakirodalmi idézés is nehézségekbe ütközik, mivel magának az antik római megjelölése mind a külhoni, mind a magyar nyelven körülményessé vált.

Nyugat-Európát ez idő tájt gazdaságilag, politikailag és eszmeileg is a felaprózottság jellemezte. Önálló birtokegységek, lazán összefüggő tartományok, az urbanus környezettől messzi vallási-szellemi-művészeti központok a kolostorokban, mind-mind helyi sajátosságokat érleltek ki és az azokhoz való ragaszkodást eredményezték. A természetes földrajzi útvonalak, mint a folyómedrek, valamint a zarándokutak hálózata azonban összefogta mégis ezt az atomizált világot, aminek ismerete valójában megkönnyítette az utókor számára azoknak az irányoknak a rekonstruálását, amelyeken át az egyes kultúrközpontok, az irányt szabó, iskolát teremtő műhelyek egymásra hatást gyakoroltak.

A normann és a magyar kalandozások megszűntével, a rettegett, az Antikrisztus megjelenését ígérő ezredforduló elmúltával virágba szökkent az egyházi építkezés, a középkori építészeti tematika e legfontosabbika.

Raoul Glaber burgundiai szerzetes, 1002–1003 körül írt *A történelem öt könyve* című művében így tudósít: „Az említett ezredik éven túl, mintegy a harmadik év beálltával, szerte az egész földkerekségen, főleg azonban Itáliában és Galliában, hozzákezdtek az egyházak építéséhez. Mindegyik keresztény nép abban versengett, hogy szebbel rendelkezzen, mint mások. Úgy látszott, mintha a világ maga ragyogó ruhájába öltözködnék. Ekkor tehát majdnem valamennyi püspöki székhely templomait és a különböző szentek többi monostorát, a kisebb falvak templomait a hívek jobbal cserélték fel.”

Ugyanekkor felvetődik azonban ennek az építési buzgalomnak a korholása is egy ismeretlen nevű herriedeni szerzetes krónikájában, aki *Heribert püspök* (1022–1042) újításait így ítéli el: „Ez a püspök azonban, meg valamennyi utódja vagy új templomokat, vagy új palotákat, sőt még várakat is épített, és ezeket csinálván, a nekik szolgáló népet a legnagyobb szegénységbe döntötték. Mert miközben a trágyázás, szántás és az egész földművelés csaknem minden idejét állandóan kőművesmunkára fordítják, viszont a kötelező szolgálatot mégis a legnagyobb szigorral behajtják, az előbbi bőség szegénységgé ... bánattá változott ... A templomot magát ugyanis részben át akarta helyezni úgy, hogy a templomnak az a része, amely most a keleti, nyugati legyen s így a templom a városnak magasabb helyén álljon. Ennek az új építkezésnek falait tíz lábnyival láttuk magasabbnak ... *Woffo* ... kamarás bontotta le *Szűz Máriának* ama régi és szent kápolnáját, s a mait csinálta, amely méretre nagyobb ugyan, de szentség tekintetében távolról sem ér fel vele ...”

E korszak tehát rombolt is, hogy újat alkothasson. Az idézett tudósításoknak emellett van egy számunkra lényeges „mellézköngéje”: a templom külső megjelenésének, exteriőrjének akart és szándékolt hatáskeltése. Ez nemcsak a méretek felfokozásában, de a tömegalakítás változatosságában is kifejezésre jutott, a megépült egyházak százainak tanúsága szerint. És itt egy ekkor szelvében-hosszában megépített templomrészre, a toronyra kell néhány megjegyzést szánunk.

A keresztény templomtorony eszmei értelmezése a korabeli irodalomból alig hámozható ki. Az emlékanyag ismeretében azonban szinte bizonyos, hogy Szíria kora keresztény építészetében bukkant fel először, az elő-ázsiai bít hilani homlokzat hagyományaként. Az is történeti tény, hogy ezek a tornyok szolgáltak előképkül a muzulmán minaretek számára, amelyek a toronytemplomnak, a zikkuratunak is származékai voltak.

„A torony általánosan használt építészeti elemmé a román korban válik” – írja e témakör egyik legújabbkori feldolgozója a középkori tornyokkal foglalkozó önálló munkájában. „A román templom céljához tartozik, hogy ellentétben az ókeresztény templommal (amely a nagyváros háztömegei közé szorult és külsejében teljesen igénytelen maradt), messziről látható hívójelként mutatkozzék a hívőknek és szimbolizálja az istentisztelet magasztos aktusát ... a tornyok magasba törő függőleges irányjelzése az emelkedettség hangulatát és azt a felfokozott életörömet jelezte, amely az ezredik év katasztrófa nélküli elmúlása után az egész keresztény világon eláradt, a tornyok mérete és száma minden elképzelhető szükséglet messze felülmúlva főleg esztétikai célokat szolgált.” További idézetek ugyanebből a műből: „a templomok már a 7. században használtak harangokat – ezek a harangok még évszázadokig nem voltak olyan méretűek, hogy elhelyezésükre külön tornyot kellett volna építeni. ... a tornyok egyik-másik megokolása védelmi szempontokra utal ... A felső részek megközelítésére feltétlenül lépcsőzetet kellett építeni és mivel ezeket nem lehetett mindig a falak vastagságában elhelyezni,

csigalépcsők gyanánt külön tornyokba kerültek ... az egyházfők a világi urakkal vetekedve (azok donjon-jának megfelelőleg) hatalmuk és tekintélyük kifelé való szimbolizálására ugyancsak a toronyépítkezés hatásos eszközét választották ...”

Az európai építészeti termőművészet alakulása szempontjából tehát a romanikában lényeges fordulat következett be: az épület olyan külső kiképzése, hogy az az extenzív környezet téri világát markánsan meghatározza. Az európai építészett ekkor kezdett konvertálttá lenni, meghatározva az elkövetkezendő évszázadok szemléletét. E tétel még úgy is igaz, ha tudjuk a kiindulás konkrét körülményeit: a romanikának mind a vallásos (templomépítészett), mind a világi (városépítészett) építőtevékenységének szoros kapcsolatát a natúrával, amelyet akár így, akár úgy, az architektúra uralni akart.

A romanika szellemi arculatának dialektikáját híven tükrözik a szerzetesrendek teológiai-művészeti reformtörekvéseinek különbözőségei. Célkitűzésünknek megfelelően nem vétünk nagy hibát, amikor ezekből két irányzatot emelünk ki, s amelyeket így jelezhetünk: Cluny contra Citeaux. A ragyogás a puritanizmussal szemben.

A romanika „ragyogó” oldalát a bencések törekvései teremtették meg. A bencés rend anyakolostorát a névadó *Nursiai Benedek* (480–543) építette az itáliai Montecassinóban. A korai épületegyüttest a 6. században a longobárdok, a 9. században az arabok pusztítják el. *Desiderius* (1058–1087), a későbbi *III. Viktor pápa* építi újjá a kolostort.

Ostiai Leo (?–1075)

Leo Marsicanus előkelő dél-itáliai családból származó tudós papi ember – Ostia későbbi püspöke – tudósít a montecassinói kolostorról írt krónikájában *Desiderius* építkezéseiről:

„Látta tehát, hogy az egész monostor épületei a közlekedés számára is szűkösek, formájuk is rút, és részint régiségük, részint elhanyagoltságuk miatt annyira romosak is ... *Lelke* arra ösztönözte tehát, hogy renoválásokba fogjon ... És mivel a hegy legcsúcsán épült ... elhatározta, hogy a hegy sziklataraját tűzzel-vassal vágják le és egyengessenek ki akkora területet, amennyi elég lehet a bazilika alapozására ... hirtelen rábukkant *Szent Benedek* sírjára ... (ezt) drágakövekkel borította és fölé pároszi márványból ... igen szép művű szarkofágot állított ... Ezenközben követeket küldött Konstantinápolyba, hogy a mozaikművészetben meg a kőburkolásban jártas mestereket hozzanak ... Mivel pedig e művészetek készségét a latin világ már több mint ötszáz éve elvesztette, s ő Isten sugallatára ... méltónak bizonyult, hogy ... visszaszerezze azokat. A kórus homlokfalát is ... négy márványtáblával zárta el ... egyik porfir, másik zöld, a fennmaradó kettő fehér ... csinált négy ércből öntött korlátot ... bronzgerendát ... a pulpitust ... különféle festéssel és aranylemezekkel szebbé tette ... Készített egy csillárt ... kö-

rülbelül 100 libra ezüstből ... 36 lámpa függött le róla ... hét aranyozott pofával díszített ... erős vasláncon függött ...”

A dél-burgundiai Clunyben 909 körül jelennek meg a benedekrendiek. A bencések szellemi életét, s így művészeti törekvéseiket is *Scottus Eriugena* közvetítette és *Dionisios Areopagita* újplatonizmusa határozta meg.

Jotsaldus (11. század)

A később szentté avatott *Odilo* apát tanítványa, clunyi szerzetes az apátság új-jáépítését méltatván ezt írja: „Ezzel, mivel nyájas természetű volt, úgy szokott dicsekedni, hogy fából valót talált és márványból építettet hagyott hátra. *Octavianus* császár példájára, akiről a történelem azt írja, hogy agyagból épült Rómát talált és márványból valót hagyott hátra ...”

A leírtak az utolsó nagy clunyi apát, *Petrus Venerabilis* (1122–1156) építkezéseiben teljesedtek ki, amelyekben a templom harmadszori átépítésével nyert alakja, a középkor fényűző törekvéseinek legszemléletesebb megtestesítője lett. Alaprajza – emellett – *vitruviusi* hatásokat mutat.

Montecassino volt a kezdet, Cluny a beteljesülés és a legnagyobb hatást gyakorló központ, hiszen a 11. században nem kevesebb, mint 1450 kolostor tartozott a fennhatósága alá. A harmadik jelentős bencés-klostrom Hirsauban töltötte be irányító szerepét. Egy 12. századi forrás arról tudósít, hogy: „Az apostoli atya ... az említett grófot arra szólította fel, hogy adja vissza, amit jogtalanul birtokolt ... Megrettenvén ... lebontván a régi templomot, amely ugyan tágas volt, de a régi templomok módjára támasztóoszlopok nélkül épült, új monostort építetett ...”

Így formálódott hát ki a romanika pompaszeretete. Némileg beigazolódik *Gerville* kormegjelölése, a román, hiszen a latin hagyományok felelevenítését emlegetik, meg *Augustus* császár építkezéseit. De azon az áron, hogy számos olyan épületet ítélték pusztulásra, amely az antik hagyományokat ténylegesen megőrizték. Itt elsősorban azokra a kései római aulákra gondolunk, amelyek csarnokszerűek voltak s amelyek keresztény templomokká lettek, de az új ízlésnek nem felelvén meg, lebontattak, nem beszélve arról, hogy a régiek megelevenítése érdekében Bizánchoz fordultak.

A romanika puritán oldala – a korszak „lelkiismeretének” feléledéseként – a ciszterciták felfogása és tevékenysége eredményeképp alakult ki. Rigorózus elvek már eddig is felbukkantak, elegendő *Donatus de Besançon*ra emlékeztetnünk, aki küzdött a luxus, a templomok pompája ellen. A képeket eltúrta, de csak feketén rajzolva: *nigrae tantum* ... *Clairvaux-i Bernát* azután a clunyiiek által követett *eriu-genai* tanokkal szemben *Augustínushoz* tér vissza, megjegygezvén azt, hogy az újplatonizmus meglehetősen szélsőségesen hatott, mivel éppúgy forrása volt a pompaszeretetnek, mint az igénytelenségnek.

Clairvaux-i Bernát (1090–1153)

Burgundiai lovagi családból származott. Világi tanulmányai után lép Citeaux kolostorába, majd huszonöt évesen Clairvaux apátja lesz. Barátjához írt levele híven tükrözi teológiai konzervativizmusát és törekvéseit a tisztaság, egyszerűség visszaállítása érdekében a „különködésekkel” szemben.

„Nem említem a templomok mértéktelen magasságát, szertelen szélességét, fölösleges hosszúságát, költséges csiszolásait, különleges festményeit, amelyek, miközben az imádkozók tekintetét magukra kényszerítik, gátolják áhítatukat. De még a szentek képeit se tisztelik, melyektől zsúfolva van a padozat, melyet lábbal tipornak. Gyakran köpnek egy angyal arcába, gyakran zúzzák össze a járókelők csizmái valamelyik szent ábrázatát ... A négy lábún itt kígyófarok látható, amott a halon a négy lábú feje. Amott egy hátulról félig kecskeformájú vadállat lovat ábrázol, emitt egy szarvas állat hátul lótestet visel ...”

Párbeszédbe elegyedek egy clunyi és egy citeaux-i szerzetes, az utóbbi – sok más mellett – így dohog: „Sok különféle hangú és annyira különböző súlyú hangot, hogy túl nagy súlya miatt némelyiket két szerzetes is alig képes megszólaltatni, nem a gyakorlati szükség, hanem a fülek különcsége kíván ...” Egy citeaux-i főnökrendi atya így rendelkezik: „Városokban, várakban, falvakban nem építhetők a mi rendházaink, hanem csak az emberektől elzárt helyeken ...” *Clairvaux-i Bernát* életrajzírója írja róla: „... nem tudta, van-e annak a háznak boltozata ... járt a templomban ki és be, és úgy tudta, hogy a szentélyben, ahol három volt, csak egy ablak van ... Kiölvén magából ugyanis a kíváncsiság érzékét, semmi ilyenfélét nem vett észre ...” *Petrus Venerabilis*, a bencések szószólója pedig kénytelen engedni ennek a hajlíthatatlan szigornak, és (*horribile dictu!*) annyit elrendel – miközben művészeti elveit nem adja fel, „... hogy amidőn a beteg testvéreket szentelt olajjal, az egyház szokása szerint megkenik, ne arany- vagy ezüstkeresztet nyújtsanak nekik imádásra, hanem fából valót ...”

Gazdag, bőséges és változatos korabeli forrásanyag vall tehát a romanika szellemiségéről általában és a művészethez való viszonyáról is. Alig titkolható azonban a választott példaképek idézésének ellentmondásossága. A ciszterciák eszménye, *Augustinus* egészen távol állt ettől a beszűkített szemlélettől, hiszen tanítása szerint Isten a kicsinységben – a kicsinyességben meg a rútságban – is tökéletes, így *Bernát* olyan dolgokat ítél el, amik a középkor megkülönböztető jegyei. Így az újplatonizmus értelmező újkori idézésével – ismételjük meg – csínjában kell bánni, mint ahogyan majd azt a reneszánsz tárgyalásánál is így kell megtennünk. Annyi viszont történeti tény, hogy a ciszterciák hatással voltak a premonstreiekre, a kartauziakra nem is beszélve, módosították, mint ahogyan ők, a koldulórendek architektúráját.

E korszak eszmei „légkörének” felidézése után az építészet dolgait a már érintett „stílusjegyek” köré csoportosítva kíséreljük meg konkrétan összefoglalni.

A fény nemcsak az ablakok viszonylatában és nemcsak az anyagok „emanációs” képességének feltételezésében jutott szerephez, hanem a templomok tájolásában is. „És a templomot kelet felé kell építeni, a napéjegyenlőségi napkeltével, nem pedig a nyári vagy téli napfordulataival szemben” – olvashatjuk a 12. század végi *Az egyház tükre* című műben.

A keresztény templomnak 180°-os megfordulása az antik göröghöz viszonyítva feltehetően a keleti napkultuszok hatására következett be (Vö. *II. Ramses* Abu Szimbel-i naptemplom speosát). Ez annyit jelentett, hogy a szentélynek kellett kelet felé néznie, mert az áldozópap a híveknek hátat fordítván, keletről fogadta az isteni fényt. Emellett a templom déli oldala volt rangban a második jó, a nyugati, a bejárati homlokzat a profán világ felé fordult, az északi pedig valamiféle „roszszat” sejtetett, ide sokszor ablakokat se nyitottak.

Az általánosan követett elhelyezésmódtól azután számos árnyalati eltérést kívánt meg a népes istenvilág. Megállapították ui., hogy az apostolok, mártírok, szentek és boldoggá avatott lelkek kalendáriumi napjának megfelelő nappálya jelölte ki a nekik dedikált templom főtengelyét. Ebben *Vitruvius* thematizmos-decor tétele elevenedett fel tulajdonképpen, csakhogy ő különböző oszloprendeket rendelt egy-egy isten mellé, jellegüknek és méltóságuknak megfelelően, itt ezt a „tartalmi” követelményt elvontabban elégtették ki.

Román templomot kivétel nélkül csak kőből építettek. A sokszor emlegetett maradandó fundamentumok felépítményének is időtállóknak kellett lennie. A romanika kezdeti „vaskossága”, anyagszerűsége azután fokozatosan oldódni kezdett. A deszomatizálás a „ragyogó” romanikában indult meg és majd a gótikában fog kiteljesedni.

A kor építészetének belső összetartó erőit kölcsönzött a színes és gazdag képzetvilág. Az analógiák, metaforák és szimbólumok kohéziója fonta egybe a változatosságot és biztosította a „stílus” ma is megcsodált bájos naivitását. Nemcsak ősi szent épületek – elsősorban a jeruzsálemi *Szent Sír* temploma – szolgáltak követendő példaképül, de nagy hírre szert tett korabeli templomok is hatottak egymásra; a részleteket: kapuzatokat, falkiképzésmódokat és a kegytárgyak formáit is utánozták vagy átvették. Megtetézi mindent magának a templomnak az értelmezése: „A templomok pedig azért fordulnak kelet felé, mert ... úgy mondják, hogy keleten volt a Paradicsom, a mi hazánk is ... Ezt a házat kőre alapozták, az egyház is *Krisztus*ra mint erős kősziklára alapul. Négy fallal szökik a magasba, az Egyház is a négy evangélium által nő az erények magasába ... A köveket habarcs tartja össze, a hívőket is a szeretet köteléke fűzi egybe ... Az átlátszó ablakok ... az egyházatyák, akik az egyházba árasztják a tanítás világosságát ... Az oszlopok ... a püspökök, akik az egyház épületét igaz életükkel magasba emelik. A házat összefogó gerendák a világ fejedelmei, összetartván az egyházat ... A tető cserepei ... a harcosok, akik védik az egyházat ...” olvashatjuk *Honorius Augustodunensis A lélek ékköve* című, 1130 körül írt művében.

Teljesen hasonló magyarázatot adott a templom értelmezésére *Sicardus* cremonai püspök (?–1215) a *Mitræ sive de Officiis Ecclesiasticis Summa* című művében. A keresztény templom példaképe Mózes sátra, Salamon temploma, és fundamentuma *Krisztus*, az apostolok és a próféták. A kaputól a tetőcserepekig minden egyes templomrész liturgikus-funkcionális értelmezést nyer, a korábbi példához hasonlóan.

A *tökéletesség* pedig nemcsak a szép és a rút isteni eredetű teljességének elfogadásában jutott kifejezésre *Szent Ágoston* tanainak megfelelően, mivel az augustinusi hagyomány eleven maradt és hatékonyan érvényesült a számmisztikában is. *De Musica* című írásából tudjuk, hogy: *formas habent, quia numeros habent*, azaz a forma lényege a szám. Így a chartres-i teológusok egyik képviselője, *Thierry* a szentháromság misztériumát az egyenlő oldalú háromszög formájában látta megtestesülni, az Atya és a Fiú kapcsolatát és viszonyát a négyzetben. Számukra a kozmosz építészeti mű és az Isten: *mundi elegans architectus*, azaz a világ választékos és finom építész, a gótikus katedrális pedig a középkori univerzum modellje.

A GÓTIKA ÉPÍTÉSZETELMÉLETE (1150–1500?)

Gúnynévvel illették s nevezzük még ma is annak a korszaknak az építészetét, amelyről az újkori művészettörténetírás egyrészt úgy vélekedett, hogy a középkori architektúra franciák által „kiprovokált” epizódja volt csupán, másrészt úgy, hogy annak glorifikálandó csúcsteljesítménye. Történeti tény, hogy valóban soha nem tapasztalt „izoláltságból” – Ile-de-France tartományából – indult diadalútjára, hogy szélteben-hosszában elterjedvén, még a reneszánsz időkben is virágozván, a középkori Nyugat-Európa kultúrájának szimbólumává váljék és hogy hatása olyan furcsaságokat eredményezzen, mint a „barokk”-gótika meg a sine nobilitate USA gótika-nimbusza. Egy korszak méltatása sem dicsekedhet olyan bőséggel, mint ez, és az is jellemző, hogy a modernisták egyedül a gótikát nem vetették az eklektika historizáló formakincséből a szemétdombra, mivel a konstruktivizmus apológiáját látták benne. *Sciocca maniera* – buta modorosság, mondták már az itáliaiak, az *opus francigenum* nevet kapta már saját korában és *styl ogival* – csúcsíves stílus – hívja így a pozitivista szakszerűség.

A második évezred első felének nyugat-európai világképe összességében egységet jelentett a religio értelmezését véve alapul. Amikor elfogadjuk és alkalmazzuk a romanika és a gótika megkülönböztetést, ugyanakkor azt is be kell látnunk, hogy a medioevo szellemisége alapszövedékében azonos textúrájú volt. Ebbe fonódtak bele azok a szálak, amelyek a különféle mintákat kirajzolták. Magyarán: vannak olyan értelmező módon felhasználható korabeli idézetek, amelyek érvényesek a kezdeti idők művészetének és építészetének értelmezésére épp-

úgy, mint a késeiekre. S vannak persze természetesen olyanok, amelyek a változást érzékeltetik. Az eredendően dialektikus hagyományanyagból így válik ki a kiteljesülést – a véget és a jövő ígérését – jelentő gótika arculata.

Szinte művészettörténeti közhely, hogy a román építészeti a természetes környezettel együtt érthető meg; a gótikát pedig urbánus építészeti kell értelmezni. Igaz az, hogy ezúttal nem a kolostorok világa, hanem a város lesz a művészeti tevékenység közege és irányítója. A polgárság kommuna-mozgalma segíti a világi hatalom, a királyság megerősödését. A városi céhek és a világi művészársulások, az építőpáholyok valósítják meg az építkezési programot. A korszak építészeti „key-monument”-je, a stílust megtestesítő „kulcs-alkotás” is a gótikus katedrális, a királyi hatalom jelképévé vált.

Ez a váltás az építészeti alkotások külső megjelenésében is kifejezésre jutott. Alig van építészet Európában, amelynek exteriőrje annyira tagolt lenne, mint a gótikáé. Megmutatja a külsőben azokat az erőfeszítéseket, amelyekkel a belső tér magasba törését el lehetett érni a bonyolult támpillér- és támívrendszerrel, emellett az amúgy is felszaggatott felületek textúráját tovább szálkásítja, számos alkalmat kínálva föl a sík külső térrel való kapcsolatba kerülésének. És ezzel nincs vége, mert a szerkezeti kis tömegelemek és a felületek mértánias jellegű osztozottságát szinte buja levélsorok fonják és keretezik be a töréseleken és koronázzák keresztvirágok a csúcokat, vibráló sziluettet kölcsönözve az épület megjelenésének.

Az organikus, természetes formák tehát mégis belopakodtak ebbe a szinte szigorú konstruktivizmusba, ebbe az urbánus építészetbe. Ad absurdum víve ennek az alig hangoztatott jellegzetességnek a magyarázatát, ismeretes, hogy vannak tudósok, akik a stílus bizonyos megnyilvánulásait „Ast Gotik”-nak, ágas-bogasnak nevezik, ami kétségtelenül a lemeztelenedett natúrúra utal, de mégis a természetre. És ha hozzávesszük, hogy mások meg úgy vélik, hogy a viking-normann hajóácsok tudásának hagyományai is belejátszottak a styl ogival, a bordás stílus kialakulásába, meg azt is, hogy a franciák már ekkor óhatatlan szellemi kapcsolatba kerültek déli szomszédaikkal, jelesül a spanyolországi „mórok” építőgyakorlatával, akkor ki is jelöltük azokat a pólusokat, amelyek kisugárzásaként ez a stílus – stíluskritikai szempontból nézvést – létrejöhetett. Ugyanakkor mindez azt is érzékelteti, hogy milyen sok oldalról közelíthető meg ez a téma és miért olyan terjedelmes a vele való foglalkozás mértéke.

Az előzőekhez való átkötésként a két vezető koldulórend, a dominikánusok és a franciskánusok írásaiból idézzük az alábbiakat.

A prédikáló testvérek rendjének, a dominikánusoknak – akiket a rosszmájú népi etimológia az Úr kutyácskájának nevezett – 1228-ból származó statútuma így rendelkezik: „Testvéreinknek középszerű és alacsony házaik legyenek, úgy, hogy a házak fala, az emeletet nem számítva, ne haladja meg magasságban a 12 láb mértéket, s az emelettel együtt a 20-at, a templom a 30-at és ne legyen kővel boltozva, hacsak esetleg a szentély és a sekrestye fölött nem ... Továbbá megtiltjuk,

hogy konventjeikben festményekben vagy faragványokban vagy bármely más effélében figyelemre méltó különlegességek keletkezzenek ...”

A ferencesek narbonne-i generális káptalanjának rendelkezései (1260) pedig így hangzanak: „Mivel pedig a különtség és a tékozlás homlokegyenest ellenkezik a szegénységgel, elrendeljük, hogy az épületek festményekben, faragványokban, ablakokban, oszlopokban és effélékben megnyilvánuló különtségét avagy a feles legességét hosszúságban, szélességben és magasságban a hely viszonyai szerint szigorúan kerüljék ... A templomok pedig semmiképp se legyenek boltozva, kivéve a főkápolnát. Az egyház haranglábú torony módjára ezután se készüljön, ugyanígy ne legyenek ... festett ablakok sem.”

E példák arra szolgáltak, hogy a gótika vezérlő alkotásainak „fényűzése” mi-nél határozottabban kidomborodjék, igazolva azt is, hogy az építészetnek ez az oldala valóban elvilágiasodott. De nagy változás következett be a vallásos szellemi életben is, hiszen a kolduló rendnek induló dominikánusok nagy formátumú egyé-niségei a szellemi élet elitjét adták, kidolgozván a skolasztika „filozófiai ka-tedrálisát”.

Albertus Magnus (1206–1280)

Gróf *Bollstaed Albert* svájci származású sváb dominikánus Kölnben alapítja meg iskoláját 1248-ban, de tanít Freiburgban, Strassburgban meg Párizsban is. *Me-taphysicorum* című művében lefektetett bölcsellete az új szemlélet alapját képezte.

Eleddig így hirdették: *credo quia absurdum*: hiszek, mivel lehetetlen, most pedig emígyen: *credo ut intelligam*: hiszek, hogy megértsem a hit dolgait. Ami korábban eretnekség volt, most termékeny felismeréssé „intellektualizálódott” a *veritas duplex*, a kettős igazság kimondásával, a tudomány és a teológia szét-választásával, amelyek egységét Isten biztosítja. A tudomány önálló létének el- ismerése együttjárt a jelenségek induktív úton-módon való értelmezésével. Így központba került a dolgok kiformalódásának a menete: „A szép értelme – mondja *Albertus* – a formának az anyag arányos részein avagy különböző hatásain vagy tevékenységein való visszatükröződésében áll.” Továbbá: „A művészetek közül a bölcsességhez azok állnak közelebb, amelyek magasztos és érzékfeletti célokat szolgálnak, mint ahogyan az építészet közelebb áll a bölcsességhez, mint a többi művészet ...” Mindezekben *Arisztotelész* filozófiája tükröződik vissza.

Aquinói Tamás (1206–1280)

Olasz grófi család sarjaként Roccaseccában született. Dél-Itáliában tanul, majd dominikánus és *Albertus Magnus* tanítványa lesz. A rend itáliai és franciaországi iskoláiban tanít.

Aquinói Tamás Arisztotelész műveihez ír kommentárokat, majd a *Summa Theologiae* című hatalmas, rendszerező művében teszi „egyházképevé” a görög filozófia realista zsenijének nézeteit.

Elfogadja az anyag és a forma viszonyának arisztotelészi meghatározását. A formát azonban részekre bontja, osztályozza, mondván, hogy van önmagában létező és van járulékos forma. Isten létezésének bizonyítékai és a dolgok keletkezésének, létének ontológiai „okságai” jelentik a skolasztika „öt pillérét”: 1. a létrehozó ok – causa efficiens, 2. az anyagi ok – causa materialis, 3. a formáló ok – causa formalis, 4. a célok – causa finalis, és 5. a példaként ható ok – causa exemplaris.

„... a szép és a jó valamely alanyban azonos, mert ugyanazon a dolgon, tudniillik a formán alapulnak ... És mivel a megismerés hasonulás útján történik, a hasonlóság pedig a formára vonatkozik, a szépség sajátosan a formális ok fogalmára vonatkozik ... A forma, vagyis a szép, hasonlít a Fiú sajátosságaira, mivel a szépséghez három szükséges. Először a teljesség ... a meghatározott arány, vagyis összhang, továbbá a világosság ..., hogy valamely képmást akkor mondunk szépnek, ha tökéletesen ábrázol egy dolgot, mégha rútt is az ...” *Aquinói Tamás* rendszerében tehát a szép a causa formalison nyugszik, a jó pedig a causa finalison. Számára végül is a szép fogalma – bizonyos „klasszikus hűvösséget” idézve – tisztaságot, kiegyensúlyozottságot és a rendet jelenti.

A gótika filozófiai hátterét azonban a skolasztika önmagában nem adja meg. Szükséges ui. valamiféle „gótikus platonizmusról” is szólnunk, mivel enélkül alig boldogulnánk el a megértés útján. A fénynek és a deszomatizálásnak a szerepe nem skolasztikus eredetű, ha bele is olvadtak a rendszerébe. Az építészetben az anyagot súlyától és átláthatatlanságától meg kell fosztani – úgymond –, és vibráló fénynyé kell változtatni. A romanika miszticizmusa itt egyesül a skolasztika intellektualizmusával és teszi olyanná a kor építészetét, mi lényege. Az anyagok fényemanációjának a helyére ui. a gótikában az egész épület átható fény téri víziója lépett.

Az eszmei háttér idézeteiből az építészetre konkrétan az alábbiak vonatkozathatóak:

A kettős igazság, a veritas duplex adja meg a gótikus építészetnek is a lényegét: az emberfeletti, az isteni megközelítése az ember legmagasabb rendű képessége az intellektus által, más szavakkal: a metafizika és a technika áthatása. A gótikus katedrális látványa mind belül, mind kívül logikusan összefüggő rendszer hatását kelti, lényegének megfelelően. Az is világosan kifejezésre jut, hogy e rendszer lépésről lépésre, az elemek megsokszorozott ismétlődéseinek változatosságára épülve lesz egésszé, azaz induktív módon. És a forma – az egésznek és a részleteknek minuciózus „megformálása” – minden egyes mozzanatot széppé tesz, hiszen a kettő: a forma és a szép egyet jelent. De mégis szétbontva, mivel a pillérkötegek, a bordák, a támpillérek, a támívek jelentik az önmagában létező formát, a metrikus-mérműves és organikus-naturális ornamentika a másodlagos formát. A teljességet és az összhangot pedig átsugározza az a világosság, amely az épület exteriőrjét más stílusoknál nem tapasztalható fény-árnyék kontraszt köntössel borította, exteriőrjét meg, emellett, ragyogó színésséggel szőtte át.

A korabeli épületleírások – ekphrasisek – sorából kiemelkedik mindjárt az első, *Suger apát Saint Denis* templomáról való ismertetése. Ritka eset az az építészettörténetben, hogy egy stíluskorszak elejének jelentős épületét egykorú forrás mutatja be írásban.

Suger apát (1081–1151)

Suger fiatalon kerül a Saint Denis-i apátságba, amelynek – tehetsége folytán – apátja lesz. Politikus alkat, aki jelentős támogatást tud adni VI. és VII. *Lajos* központosító hatalmi törekvéseinek. A *Capetingek* ősi klostromának templomát építi át, az érett romanika szellemét követve, hatalmas normann Westwerk létesítésével, kápolnakoszorús szentéllyel.

Könyve a kormányzása alatt történt dolgokról, a templom átépítésének történetét mondja el, kevés szakmai-építészeti utalással. Az a fényűzés és pompaszeretet viszont, amely *Petrus Venarabilis* tevékenységét jellemezte, az itt visszhangra talált és formát öltött. Aranyozott bronzkapukról esik szó meg a márványoszlopok beszerzésének nehézségeiről. Ezek helyett azután, isteni csoda folytán, a közeli Pontoise kőbányájából tudtak szerezni a templomhoz méltó minőségű kőanyagot. Jellemző az az epizód, hogy olyan drágaköveket – jászpist, zefírt, rubint, smaragdot, topázt – vásárolnak meg drága pénzen, négyszáz libra ezüstért a ciszterciáktól, akik azokat „alamizsnaként” kapták, és rendjük szelleméhez híven megvetették. Mint ahogyan a másik részlet is tanulságos: egy építés közbeni szélvihart ír le, amikor a boltozatoknak csak a bordarendszere készült el, süvegei még nem, s az egész szerkezetet az összedőlés fenyegette, ha nem menti meg *Szent Simeon* áldásra felemelt keze. Ebből kiérződik a gótika „törékenysége” és ennek az építésmódnak szinte állandó veszélyeztetettsége, ami nemegyszer katasztrófához is vezetett. Jelképesen szólva, ez szinte a gótika pregnáns jellemzése lehetne: az anyag végletesen racionális megformálása mindig az irracionális határán mozgott.

Gervasius (1141–1210)

Kent grófságában született és lépett huszonnégy évesen a canterburyi kolostor szerzetesei közé. A canterburyi templom leégéséről és helyreállításáról írt krónikája (1185–) a gótika építészettörténetének értő megközelítése és jellemzése.

A leégett templom újjáépítése érdekében az angol mesterek segítségére franciákat is meghívunk. (Az ilyen „internacionális” szakmai konzultáció a gótika építészetének jellegzetes velejárója lesz hosszú évszázadokon át.) A franciák közül Sens-i *Vilmos* nevű „módfellett serény, a fa és a kő finom mestere” érdemli ki a canterburyiek bizalmát, aki a tíz éven át húzódó építkezéseket a félidőig irányítja. Azért nem végig, mert: „Miután pedig mindkétfelől megcsinálta a triforiumokat és a felső ablakokat, midőn az ötödik év kezdetén állványokat készített elő a nagy boltozat boltozásához, lábai alatt hirtelen eltörtek a gerendák, s a vele együtt eső kövek és fák között földre zuhant a felső boltozat fejezeteinek magasságából,

vagyis 50 lábnyiról ...” Egy ideig még betegágyából irányítja *Vilmos* a munkálatokat, de azután kénytelen hazatérni Franciaországba.

Gervasius krónikájából megtudjuk azt is, hogy *Vilmos mester* „A hajók megakadására és kirakására, a habarcs és a kövek szállítására igen ötletesen csigákat készített. A kövek alakítására szolgáló formákat is átadta ...” Tehát építésszervezési kérdésekről és munkaközi rajzok, sablonok alkalmazásáról is tudomást szerezhetünk írásából. Továbbá arról is, hogy az előző kor épületeit, a románokat, „rómaiak módjára” építettnek nevezi. A leégett és az újjáteremtett templom különbségeit végül így foglalja össze: „Most pedig el kell mondanunk, miben különbözik a két épület. A pilléreknek, a régieknek éppúgy, mint az újaknak, ugyanolyan a formája, azonos a vastagsága is, de a hosszúságuk különböző. Az új pilléreket ugyanis csaknem tizenkét lábbal meghosszabbították. A régi fejezeteken lapos volt a megmunkálás, az újakon finom a faragás. Amott a szentély körül tizenkét pillér volt, itt tizennyolc. Ott az ívek és minden laposak voltak, minthogy bárdal és nem véssővel faragták, itt mindenféle, szinte a szoborhoz hasonlóak. Ott egyetlen oszlop sem volt márványból, itt számtalan. Ott a szentélyen kívül, a körüljáróban lapos boltozatok készültek, itt bordákkal és zárókővel építettek vannak. Amott a pillérek felett egyenesen húzott fal választotta el a kereszthajót a kórustól, míg itt, úgy tűnik, hogy mindenféle megszakítás nélkül egyesülnek a kórustól elválasztott kereszthajók egy zárókőben, mely annak a nagy boltozatnak a közepén áll, amely a négy főpillérré támaszkodik ...”

A gótikus építészet szépsége meghihlette a költészetet is. *Albrecht von Scharf-fenberg* 1272 körül így zengi az ifjabb *Titur*nek *Grál* lovag számára építtetett temploma nagyszerűségét: „Támívekre hajolnak boltozatok; támívek oszlopokon nyugodnak, az oszlopokat levéldíszek ölelik körül, kifaragva lágyan ... És a pillérek felül mind vésvé voltak, s öntve, tetejükön angyalsereg ült, mintha égből szálltak volna a földre ... így átszótték bordák a boltozatokat, mind párosával hajoltak felfelé a bordák s rendre keresztezték fenn egymást ... Bordákon szerte szálltak az angyalok seregben, útjukat gyenge ágak s levelek, mint a mennyben, csengettyűzve jelezték, mintha élne mind az ezernyi angyal és zengne édes nevéte ... Az ablaküvegek mind különös, dús indákkal telve, tudom, ilyesmit emberfia aligha láthat... Mert az üveg helyébe berill került s kristályok, a nap gyönyörű fénye rajta úgy sziporkázott, hogy ki az ablak mesterei indáit sokáig nézte, könnyen elveszthette a szeme világát is ...”

Az építkezések végrehajtásának gyakorlati feltételei megváltoztak a korábbiakhoz képest. A romanikában a kezdeményezés és a végrehajtás a kolostorok világában fogant és zajlott le, az egyházi hierarchia szerint. Az épület jellegét ikonográfiájával együtt a püspökök, apátok határozták meg, a kivitelezés érdemi munkáját (kőfaragás, szobrászat, festés stb.) a papság végezte a világi kézművesek segítségével. Az „építőipari segéd munkások” java pedig a laikus testvérek sorából került ki meg a jobbágyságból.

A gótika idején ez a munkaszervezés úgy módosult, hogy a közvetlen helyhez – a városhoz – kötött keretekben a céhek valósították meg az építőprogramot, emellett azonban egy-egy meghatározott feladat végrehajtására építőpáholyok szerveződtek. Mindkettőben azonos volt a szakmákra vonatkozó szabályok lefektetése, szigorú betartása és „belterjes” – szinte titokként való – gyakorlása. A hierarchiát itt és ekkor az jelentette, hogy egy alulról való fokozatos nevelés – inas, legény, pallér, mester – eredményeképp rajzolódott ki az a szakmai tudás és az a szakmai öntudat, amely, minden későbbi változás ellenére, az európai építőgyakorlatot hosszú évszázadokra meghatározta. Természetesen, a kőfaragás vitte a vezető szerepet: „Egy mesterember sem, sem mester, sem pallér, sem legény, bárki is legyen, senki sem taníthat semmiféle tananyagból az alapból való kiindulásra olyat, aki nincs szövetségünkben és napjait a kőfaragásban ki nem szolgálta ...” – olvashatjuk egy kései (1459) strassburgi páholyszabályzatból. Mindez nem zárta ki az egy-egy konkrét feladat megoldási lehetőségeit megvitató „tápasztalatcseréket” és egészen tág körzeteket átfogó szakmai „egyeztetéseket”.

Az elmélet számára érdekes gondolatok ezekből a megvalósítási viszonylatokból hámozhatók ki. Az épületek – templomok – alaprajzi kitűzése szinte szertartásszámba ment kezdettől fogva, kötelekkel, karókkal és cövekekkel, egyszerű mértani szabályok betartásával a megkívánt jelentésbeli igényeknek szolgálatára. Az épületek méreteinek meghatározása azután kétféleképpen történt: közvetlen és közvetett módon. Se szeri, se száma a korabeli leírásoknak, amelyek az embermágasság, a láb meg az öl mértékegységéről értesítenek. Az antropometrikus méretezés mellett kialakult a közvetett módszer is, amely mértani idomokat alkalmazott, feleslegessé téve a konkrét számadatokat. Az előbbieken több kutató a *vitruviusi* hagyományok elevenen maradását sejtí, a másokban meg azt, hogy ebben nyilvánult meg *par excellence* a középkori szemlélet. Tény és való, hogy az utóbbi eljárásnak is megvannak a történetileg hiteles megnyilvánulásai. Ami azután oda vezetett, hogy ami a középkorban „működött”, az a későbbi korok alkotásaira alkalmazva öncélú és megalapozatlan összefüggések kimutatásának lett az eszköze. Az építészeti formációkba berajzolt mértani idomok eljárásának közös tulajdonsága ui. az, hogy szinte számtalan idom és idomkombináció vetíthető rá ugyanarra a formára, meg az, hogy a vélt viszonylatok nem az architektúra, hanem magának a geometriának a sajátjai.

A középkorban két mértani idom alkalmazása segítette a „kótázás nélküli” belterjes szerkesztésmódot. A négyzet és a háromszög – és tegyük mindjárt hozzá: az egyenlő oldalú háromszög. A quadraturát is, a triangulációt is négyféle módon eszközölték: *a. az idomok önmagukban mint a befoglaló forma meghatározója, b. lineárisan, azaz sorozatot alkotva, c. raszteresen, azaz hálózatot képezve és d. szuperponálva, azaz egymásba rajzolva* (pl. az oldalán álló négyzetbe rajzolt csúcsán álló négyzet, majd ezt folytatva, Dávid-csillag és így folytatva). Az idomok egymásba szövődtetésének egyik esete a quadratúra és a trianguláció egyesítését je-

lentette: a négyzetbe rajzolt háromszög esete, amikor is azonban a háromszög csak egyenlő szárú lehetett. A további „kifinomultabb” eljárások (pl. a négyzet át-lőjából kifejlesztett újabb négyzetek sorozata) alkalmazása jószerivel már utólagos feltételezések.

A belterjes szerkesztőmódszer modulust igényelt. Előfordult, hogy a templom főhajójának a szélessége, a főhajót a mellékhajótól elválasztó támasz sor inter-columnnuma szolgált mértékegységül. A gótikában pedig szilárdságtani tapasztalatokra alapozva, az épület külső falvastagsága adta a kiindulást. E szellemnek megfelelően a méretösszefüggések számos „előírását” tartották be, pl. ilyet: a külső pilléreknek háromszor olyan vastagnak kell lenniük, mint a belső támaszok. Empirikus tudásanyag induktív alkalmazása.

Villard de Honnecourt

A franciaországi St. Quentin építőpárholyának mestere életútjáról annyit tudunk, hogy szakmai tevékenysége 1225–1250 közé esett. 1235-ben Magyarországon járt, ennek alapján a magyar kutatás személyét kapcsolatba hozta a franciás törekvések akkortájt megindult honi gyakorlatával.

Ami rajzban és írásban megmaradt tőle, az egy építőpárholyi mester- vagy mintakönyv részlete. *Vitruvius* ismerete megállapítható megnyilatkozásaiból, a gótika *Vitruvius*ának azonban mégsem lehet nevezni. Az időben hosszan elhúzódó gótikus építkezések óhatatlanul szükségessé tették, hogy az írásos-rajzos céhkönyvek ne csak az aktuális feladatok megoldására nyújtsanak „recepteket”, hanem tanító-oktató célzatúak is legyenek. *Honnecourt mester* műve is ilyen, mert művéből egy szinte *vitruviusi* igényű pedagógiai szándék érződik ki. Szükségesnek tartja, hogy az építész értsen a kőfaragáshoz, a szerkezetekhez (gépekhez), az ácsmesterséghez, a rajzolásához és a mértanhoz.

Igen becses és tanulságos hagyatéka 64 rajzos-írással táblából áll. Az egyszerű statisztikai áttekintés három csoportba rendezi művének lapjait: alakrajzokat, gépeket és építészeti rajzokat megőrkítő táblák.

Mintegy 36 tábla tartalmaz alakrajzokat. Rajzmodoruk vonalas grafika, sokszor briliáns kompozíciós tömörséggel fogalmazva (altestét nyalogató macskaféle, az Olajfák-hegyén alvó apostolok stb.). Az emberalakok felöltözött, a ruházat redőzetét kedvtelven bemutató ábrázolásai mellett szkematikus, skiccszerű formájú emberek mozgástanulmányai is szerepelnek. A fauna és a flóra teremtményeinek bemutatása egészíti ki az organikus világról alkotott képzeletvilágának kereteit. Ember- és állatalakokba, testrészekbe és egyéb szerves alakzatba mértani idomokat rajzol be, a négyzetet, a kört, három- és ötszögeket. Építészeti részletre csak egy helyen csinál ilyet.

A gépeknek 5 táblás összeállítást szánt. A valóban építőalkalmatosságnak szolgáló fűrészfogas, csigás, *Archimédész*-csavaros emelők mellett perpetuum mobile szerkentyűje is szerepel.

Az építészeti vonatkozású lapok száma 23. Ezek témaköre változatos: az érdekes mester skiccsorozatot szán a kitűzést, a kivitelezést segítő egyszerű eljárásokról, „fogásokról”, a kápolnakoszorús szentélymegoldás több változatát is rögzíti, meglévő alkotásokról ad rajzos beszámolókat: a laoni templomtornyot – szerinte a legszebbet – és néhány campanilét izometrikus rajzban közli, a reimsi székesegyház főhajójának külső és belső travéit, valamint támív- és támpillérrendszerét ortogonális módon ábrázolja. A részletképzésre is figyelemmel van, mérműves ablakok, rózsablakok, növényi ornamentikával díszített stallum-oldalak stb. mellett egy „magyaros” padlómintát is megörökít. A mű jellegét tekintve tehát normatív is, kontemplatív is, de az utóbbi is példa értékűnek mutatkozik.

Az elemzés viszonylagos részletezettsége *Villard de Honnecourt* művét azért illeti meg, mert az egyetlen eredeti – nagyobb lélegzetű – gótikus építész-megnyilvánulás. Az elkövetkező korszakban, amikor a teóriák sora burjánzik, ennél még kiműveltebb és részletesebb formában efféle részletezésre alig nyílik mód, mivel a nagy áttekintésre törekvő szándék ezt nem engedi meg.

A gótika „hattyúdalát” ott szólaltatjuk meg, ahol „kínna-keservvel” jócskán elkésve, a nyugatiakhoz hasonló módon kísérelték megvalósítani: Lombardiában, Milánóban. Az olasz gótika latin gótika volt, terjengős belsőket alkotott és a szilárdsági biztonságot nem külső támrendszerrel adták meg, hanem inkább belső vonóvasakkal. Az Itáliában szinte unikum számba menő milánói dóm építése kapcsán ezután két világ szemlélete csap össze.

Jellemző a dóm építéskezdetének az időpontja: 1386, szinte a trecento vége. A milánóiak már két év múlva szakértőket hívnak meg annak eldöntésére, hogy a templom keresztmetszete négyzetbe vagy háromszögbe legyen-e „beírható”, végül is a háromszögnél döntenek, mert a záradékvonal így alacsonyabbra kerül és biztonságosabb is lesz az épület. A gmündi *Parler mester*, majd egy ulmi mester után a párizsi *Jean Mignot* ad véleményt 1400-ban az elkészültekről. Kifogásolja a támpillérek méreteit, a pillérfejezetek elhelyezését, a tornyok alapozását, számát, vita kerekedik a csúcsíves boltozat oldalyomásáról is. Végül leszögezi: „Ami pedig még rosszabb, azt válaszolták, hogy a geometria tudományának nem kell hogy helye legyen ezekben, mivel a tudomány egy valami és a művészet egy másik. Az említett *János mester* azt mondja, hogy a művészet tudomány nélkül semmi sem ...”, és azután *Arisztotelészre* hivatkozik *Jean Mignot*, annak mozgáselméletére, de mindhiába, mert meghallgatták ugyan, mégis újtára bocsátották és a milánóiak maguk folytatták az építkezést – olvashatjuk az *Annali della fabbrica del Duomo di Milano* című traktátusban. Ha *Leonardo da Vinci*re gondolunk itt előljáróban, akkor mindenesetre igen érdekesnek tűnik ez a vita a reneszánsz hajnalán.

A további írásos-rajzos hagyományanyagból *Matthäus Roriczer* műve emelendő ki, a „*Büchlein von der Fialen Gerechtigkeit*” (Könyvecske a fiatornyocskák helyes szerkesztéséről), amely 1486-ban Regensburgban jelent meg nyomtatásban.

A prágai *Parler*-hagyományokat követő német építődinasztia tagjának e műve egyrészt a gótikus exteriőrök aprólékos kiművelésébe enged betekintést, másrészt a stílus hosszan tartó továbbélését is jelzi az északi területeken. *Lorenz Lacher Intelmei fiához, Moritzhoz* (1516) című munkájában hasznos tanácsokkal látja el utód csemetéjét a sokféle épületek helyes mértékeiről, alapjukról, a kőfaragó munkához szükséges szerkesztésekről, a sablonokról, a védelmi és a templom-építészetéről, azután a szentély falvastagságát kiindulásul véve meghatározza a „vékony-osztó” és a „vastag-osztó” mértékegységeit, amelyeket végig használni kell az építkezés során.

Számottevő korabeli írás hiányában nyitott kérdés és megoldatlan probléma marad az északi téglagótika csarnoktemplomainak az „ideológiája”. Az általános elvilágiasodás szolgálhat magyarázatul és helyenként materiális okok is. A kőben szegény területeken a téglá alkalmazossága viszonylag gyorsabb építésmódot tett lehetővé a sokszor évtizedekig elhúzódó kőépületek kivitelezésével szemben. Ehhez járult az, hogy téglából nem lehetett a részletformákat olyan bőséggel kiművelni, mint kőből. Az effajta templomokat jobbra a prédikálóredek építették, a téregység megteremtésében így valamiféle proto-protestáns szellem bontogatta szárnyait.

Befejezésül a gótika világi épületeiről is kell szót ejtenünk, mivel erre vonatkozóan bőséges az írott forrásanyag. Az uralkodó-fejedelmek palotáinak reprezentatív kialakítása, berendezése az elsődleges témájuk, emellett azonban természetesen a városépítészetéről is számos adattal gazdagíthatjuk tárgyi ismereteinket. A megközelíthetetlenység, a védhetőség ravaszdi eljárásainak kiművelése mellett tudomást szerezhetünk arról is, hogy a várak és az erődök megjelenésének formálisan is elrettentőnek kellett hatnia. Csupán egy szemelvényt idézünk *pars pro toto*: *Brunetto Latini*, firenzei enciklopedista „*A kincsek könyve*” című 1260 körül írt művéből. A Párizst is megjárta tudós prior, *Dante* egyik „tanítómestere” imígyen nyilatkozik: „Az olaszok, akik gyakran hadakoznak egymással, abban lelik örömeiket, hogy magas tornyokat és kőházakat csinálnak és ha ezek a városon kívül vannak, árkokat és sövényeket, falakat, tornyokat és hidakat meg csapóajtókat csinálnak és hajítógépekkel és mindenféle a háborúhoz szükséges dolgokkal rakják meg őket. A franciák azonban nagy és síkon fekvő házakat csinálnak, kifestve és tágas szobákkal, hogy örömeikre és gyönyörűségükre szolgáljon, minden viszály és háború nélkül. Ezért aztán minden népnél inkább értenek ahhoz, hogy lakóhelyük körül kerteket, ligeteket és gyümölcsösöket telepítsenek.”

A középkor „nem létező” építészetelméletéről tehát összefoglalóan azt állapíthatjuk meg, hogy volt ilyenje ennek a roppant változatos architektúrájának. Még akkor is, ha csak fáradtságos munkával lehet a szerteszt futó szálatat kötegbe szedni. Az írásos hagyományanyag éppoly színes volt, mint az építészet egésze maga. Az elmélet – ismételjük meg – normatív is volt, kontemplatív is.

A teória és a praxis ezen „eredetisége” keltette az építészberkek egyes „bokraiban” azt a mindmáig eleven fenntartást, hogy Európa építészettörténetének

teremtő ereje a gótikával valójában ki is merült. Ami utána következett, az – úgy mond – az emlékezés, a memorizmus olyan eluralkodását hozta a 20. századig, amivel az alkotó architektus mentalitása nem tud mit kezdeni. Ez a hozzáállás kétségtelenül ahistorikus, mégis jellemző arra vonatkozólag, hogy egy szakma tudatvilága milyen tág és milyen különféleképpen értelmezi saját mesterségének történiáját.

Ehelyett tisztáznunk kell azt, hogy a gótika nélkül az elkövetkezendő „újjászületés” korszaka nem lett volna olyaná, mint amilyenné lett. Nem azért, mert ez, mint annak tagadása tetemén szökken virágba, hanem azért is, mert a múlt szemléletmódja szinte a kezdettől fogva befolyásolta az újat, hogy *Guarino Guarini* azután kimondja kerekén: a gótikus mesterek zseniális építészek voltak.

Történeti folyamatosságban szemlélve az eseményeket, az történt, hogy az itáliaiak régen lappangó – talán soha meg nem szűnt – helyi hagyománytisztelete a festészet területén ébredt látványosan öntudatra, a görög (értsd alatta: a bizánci) piktúra modorának elutasításával. A festészeti bizantinofóbiájuk mellé építészeti gótikofóbiájuk társult, talán még annál is hevesebb megnyilatkozásokat váltva ki. Amikor az ellenkezés ennyire vehemens, amikor unos-untalan tagadnak valamit, az mindig gyanút keltő, hiszen jelentéktelen dogokra nem fecsérli szavát az ember.

A tudomány és a művészet különállásának „italikus” hangoztatása a gótika végéig, majd pedig hamarosan a kettő egységének, egymás kiegészítőjének elfogadása, sőt hirdetése az újjászületés hajnalától kezdve, egy eleddig alig hangoztatott dialektikus tényezője és értelmezője az elkövetkezendő kor építészetének. A gótika nemzeti „stílusként” indult útjára, a „*Nostra Italia*” rinascimentója úgyszintén. Valamiféle történelmi tudatalatti működött akkor, amikor e törőlmetszetten olasz kezdeményezés végül is francia nevet kapott, és ezen emlegeti mindenki szerteszt a világban, mindmáig.

AZ ÚJKOR ÉPÍTÉSZETELMÉLETE

A második évezred második harmada elejétől kezdve Európa életében évszázadokra kiható változások történtek. Az ember makrokozmoszban is, mikrokozmoszban is kataklizmák során keresztül jutott új öntudatra. A heliocentrikus világmép kialakulása, a földi környezet mind tágabb megismerése, a natúra eleddig titokzatos jelenségeinek felfedése, magának az emberi szervezetnek – szó szerint – az anatómiájáig hatoló ízekre szedése régi hiedelmek halálát okozta és egy reális, természettudományos életszemlélet alapjait vetette meg.

A szellemi élet is szükségszerűen átfomálódott. A vallásra három törekvés is hatást gyakorolt. Komoly kísérletek történtek az egyház keleti és nyugati világának egyesítésére, a jó szándékú kezdeményezés azonban megrekedt a törökök térhódításával. A katolicizmus korrumpálódása népi-nemzeti reformmozgalmakat

váltott ki. Majd reakcióként a szegény, szerény *Jézus* nevét zászlajukra tűző, de az inkvizíció hagyományait átöröklő jezsuiták azt vallották, hogy az egyház megújítását belterjesen kell végrehajtani, a cél szentesíti az eszközt ideológiájukkal. Európa életében ekkor bontakozott ki a zsidóság meghatározó szerepe is. Következetes monoteizmusuk, szorgalmas és invenciózus mentalitásuk, valamint – a „választott nép” ideológiájához híven – a mindenkori szellemi és hatalmi réteg elitjéhez hasonulni tudásuk, ugyanakkor identitásukat megőrző életvitelük az újkor elejétől kezdve mindmáig elválaszthatatlan nemcsak Európa, hanem Észak-Amerika intellektuális életétől is.

A felvázolt képet lényegileg egészíti ki *Gutenberg*: a könyvnyomtatás feltalálása, amely az évtizedeken át rajzolt kódexek helyett az írásos „kommunikáció” szinte határtalan kitágulását eredményezte. Mindezek mögött a társadalmi tényezők szinte eltörpülni látszanak, így az abszolutisztikus törekvések és a mind nagyobb szerepet vivő polgárság kapcsolata stb. Politikailag egy külső tényező befolyásolta sokáig Európa újkori sorsát: a Mediterráneum kettészakadása. Az európai kultúra kialakulásának „beltengere” megszűnt, amikor 1453-ban Bizáncból Isztambul lett. A Földközi-tenger keleti felének körzeteit ez időtől fogva csak körülményesen lehetett megközelíteni, éppen attól a kortól kezdve, amikor az európai művelődés saját múltját tüzetesebben akarta megismerni.

Az építészeti téralakítás és térszervezés történeti változásainak feltételezett általánosító osztályozása szerint az újkor alkotásai kovertáltak voltak. A belső tér kiművelésével együtt az épületeket tudatosan úgy alakították ki, hogy a külsejük is árnyalt téri világot hívnak életre. Ez a térszemlélet az érett középkortól kezdve általánosodott és érvényesült az újkor végét is meghaladva.

Az európai újkor építészetét egy másik, hosszan tartó magatartásforma is jellegzetessé tette. Az, ami az építészeti hagyományt az alkotói munka forrásának, ihletőjének tekintette. Az újkor bevezető „stílusa”, a reneszánsz, az antik római építészethez fordult, és benne találta meg azokat a példaképeket, amelyeket saját művészeti kifejezésének érdekében felhasználhatott. Ezzel olyan folyamatot indított meg, amely messze meghaladta keletkezésének a korát és az európai művészeti kultúra hosszú évszázadait meghatározta, hogy végül is a műemlékvédelem elméletében szublimálódjék. Előidézve az újkor stílusáramlatainak egymástól eltérő értelmezését, érvényességük időhatárainak bizonytalanságát, a korszakmegjelölések többértelműségét, az irányzatok neveinek pontatlanságát.

Mindezek helyett arra kényszerülünk – a tények, a törekvések és a jelenségek így sugallják –, hogy az európai építészeti újkort és a legújabb kor modernizmusig terjedő szakaszát gyűjtőnévvel illessük mint memorizmust. Ami távolról sem pejoratív megjelölés akar lenni, hiszen – eltérően a korábban emlegetett eredetiségcentrikus architektusoktól – a történelmet kritizálni egyénileg lehet, de tudományosan azonban értelmezni kell. Az építészetelméletek bemutatása során természetesen szinte óhatatlan, hogy ne a megszokott stílusneveket használjuk.

Éppen a teória fogja igazolni azt, hogy egy hosszan tartó, változatos, de lényege szerint változatlan kifejezési hajlam elevenen maradásáról van szó, az „emlékezés” szinte irracionálisnak tűnő továbbgyűrűzéséről.

A memorizmus megszületésének azonban jól körvonalazható, tényleges okai voltak. És most nem is az a fontos, hogy az itáliaiak kezdték, hanem inkább az, hogy mihez is nyúltak vissza. Olyan építészeti kultúrához, amely lehetőségeit tekintve befejezetlenül maradt. Abból a szinte kimeríthetetlen építészeti enciklopédiából merítettek, amely nemcsak nagyvonalú szerkezeteket hozott létre, amely nemcsak változatos építészeti formakultúrával rendelkezett, hanem ami olyan szerteágazó feladatkört tudott kielégíteni, amelyet Európa csak a 18–19. században múlt fölül. Az igazi reneszánszot az új életigényekhez illő – újból felfedezett – tematikakör hozta, ami az antik épületek maradványaiból is kibontakoztatható volt, még inkább azonban az írásos hagyományanyagból. Ennek mind tüzetesebb megismerése a művészetelméleti traktátusok sorát hívta életre. A humanista írók és költők indításaira maguk az alkotók – a festők, a szobrászok, az építészek – írtak ilyeneket, nem titkolt normatív szándékkal.

A memorizmus fogalma nem újkeletű. Nagyon hasonlít az angol építészettörténeti szemlélet szerinti korszakbeosztásra, amely a reneszánszot, a barokkot, a klasszicizmust, a romantikát meg az eklektikát is jószerivel „egy kalap alá” vonja. Ez annál érdekesebb, mivel az angol nagyon érzékeny a környezetére, s így az épített környezetére is és roppant büszke hazájának – városának, falujának – architektúrájára, ugyanakkor, amikor annak rideg kritikusa is tud lenni. Lehet, hogy éppen inzuláris helyzetéből adódott olyan távlat, amely ezt a globális szemléletet kialakította.

Amikor az efféle általánosítást igaznak és követendőnek fogadjuk el, szinte kötelezővé válik indoklása. Ez az ismert és használt korszakmegjelölések jelentésének vizsgálatát jelenti.

A rinascito stílusmegjelölést *Giorgio Vasari* (1511–1574) használta először a lavoro tedesco (a német eljárás) ellenében, amely maledizione di fabbrichét (szégyelleni való műveket) hozott létre. A rinascitóból származó rinascimento azután *Jules Michelet* (1798–1874) francia történétíró szóhasználatában renaissance-ra változott. Így jelölte a világ és az ember „felfedezésének” itálikus eredetű mozgalmát mint újjászületést. E korszak eleje és közepe kevésbé, de folytatása bizonytalan időtagolást kapott. A trecento a humanista előjátékot jelenti, a quattrocento az „igazi” újjászületést, a cinquecento a beteljesülést. Az utóbbival azonban baj van, mivel egy sor „ellentmondásos” művészezésiség oeuvre-re adja e periódus sava-borsát. *H. Wölfflin* – e problémakör kiváló ismerője, a századforduló körül tevékenykedő, invenciózus svájci teoretikus – a következő korszak, a barokk indításait már 1520-ban „felfedezi”, majd megállapodik 1580-ban mint annak kezdetében. A hazai elméleti irodalmunkban is a századunk húszas éveiben *Serlio*, *Palladio*, *Scamozzi* már barokk mestereknek számítottak.

Szükségessé vált a manierizmus „epizódjának”, átmentének a beiktatása a reneszánsz és a barokk közé. A festészetben felbukkanni vélt modorosság, „manír” analógiájára a cinquecento építészetének „eltéréseit” a „tisztá” reneszánsztól ugyanezzel a névvel illették. Ámde aligha sikerült e megjelölés szabatos értelmezése. Mert egyesek a szabad, kötetlen és egyéni formálást értik alatta, mások éppen az antikvitáshoz való merev ragaszkodást, vagy éppen a kettőt egyszerre. *Vignolában* pl. szinte szkizofrén módon testesült meg a manierizmus – úgymond –, mert megalkotja az *Il Gesuban* a barokk templom évszázadokra érvényes prototípusát – a par excellence antik római bővített teret, *Alberti* „ráérzése” folytatásaként, amelyet a quattrocento nagy mestere „etruszknak” épített meg – és párhuzamosan megalkotja a még hosszabb évszázadokra érvényesnek bizonyult oszloprendi sztereotípiáit. Mindez azt jelenti – és még egy sor, a cinquecento második fele előtti jelenség –, hogy a manierizmus „felismerése” a bonyolult folyamatban való eligazítás gyengén sikerült kísérlete.

Az ókori római építészetről való mai tudásunk tükröződésében a seicento, az ún. barokk értelmezése is kiegészítésre szorul. Az iskolás magyarázat a következőképpen szól: a verucca latin szó, fogyatkozást, kis hibát jelent. A spanyolban a berrueco, a portugálban a barocco a nem szabályos, hanem deformálódott igazgyöngy neve. Általában tehát a nevetséges, a különös megjelölése. Ismét egy pejoratív melléközöngéjű korszakmegjelölés és ismét itálikus kezdeményezésre. *Jakob Burckhardt*, a neves svájci kultúrfilozófus – *Wölfflin* mestere – azután arra a felismerésre jut, hogy a barokk nem egyszeri, a reneszánsz utáni jelenség, hanem általában, a stíluskorszakok hanyatlásának, felbomlásának a jele. A neves tudós beleesett a természettudományos „egzaktság” csapdájába, kimondván ezzel a későbbiekben közhellyé lett és elterjedt tételét, hogy a stíluskorszakok evolúcióját biológiailag kell értelmezni. Ezek szerint minden művészeti korszaknak van éretlen (archaikus), érett (klasszikus) és túlérett (barokkos) szakasza, amivel valójában *Vasarinak* a reneszánszra értett fejlődésmentét abszolutizálta. Az igazság az, hogy efféle változás általánosságban valóban létezik, de jószerivel csak az első két lépcsőzetre érvényesen, de nem a harmadikra.

A barokk fogalmának általánosodása vezetett oda, hogy az antik római építészet „barokkos” sajátosságairól kezdtek elmélkedni – retrospektíve. Úgy illett volna hát, hogy a barokkos jelenségek itt is a fejlődés végén, a 3–4. században jelentkeztek volna a császárkori architektúrában. Ezeket az időket azonban a leegyszerűsödés, a formai ismétlés, a kifejezésbeli elszegényesedés jellemezte. Az, ami „barokkos” volt az antik Itáliában – az architettura curvilinea romana (az íves vonalú építésmód), a dekoratív szerkezet és a szerkezetszerű dekoráció, az egymás feletti szinteket át-fogó monumentális oszloprend, az illuzionisztikus felület- és téreffektusok, az architektonikus részletekben a formahalmazás, az alternáló ritmusú fülkék és keretezések, a tagozatmegszakítások, az enfilade stb. – *Néró* korának bizarrerijében kezdődött, folytatódott a *Flavius*-kor „festőiségében” és *Hadrianus* idején

tetőződött be, hogy mint lehetőség, végig megmaradjon az általános lehiggadás egészében. Az antik római „barokk” nem végjelenség, hanem többek között a fénykori architektúra megkülönböztető sajátossága. Így a *Burckhardt*-féle elbarokkosodás e korra nem érvényes, de magára az olyan reneszánszra sem, hogy az végül is esztelen dekadenciába fúlt. Azt inkább lehetne mondani, hogy a reneszánsz mozgalma kezdetben „naivan”, majd végül „hyper-római” lett. De ez a szó: római, szinte használhatatlanná vált mint jelző vagy értelmező, mert egyaránt jelent korszakot, a birodalom polgárait, magát az Urbs-ot is (vö. Róma városi) meg el is lopták a nevet a romanikában. A hagyomány egyenetlen megismeréséről, a múlt fokozatosan tisztuló látásáról van itt szó és a végén olyan lehetőségek kiaknázásáról, amelyre korábban nem ügyeltek vagy még nem ismertek.

Mindehhez járul a római és a görög építészeti tradíciók megkülönböztetése körüli bizonytalanság s a későbbiekben a kettő egy kalap alá vonása a „klasszikus” megjelöléssel. A reneszánsz szellemi életében, elsősorban az irodalomban és a filozófiában a hellén hagyomány megismerése – a görög szövegek tömeges lefordítása latinra és olaszra – szinte revelációként hatott, a latin auctorok írásait régóta ismerték, csak körük bővült ki ekkor. Az építészetelméleti irodalomban azonban ehhez mérten eleinte „sejtszerű” és csak később lett konkrétabbá s nem hibássá. Így a klasszikus, klasszicizáló megnevezés árnyalt értelmezésre alkalmatlan – nem is beszélve arról, hogy a szónak hányféle értelme van még: az Idegen Szavak Szótárában szinte egy egész félhasábot kitölt magyarázata. Úgy tűnik hát, hogy a „latinos”–„hellénes” különbségtétel alkalmazása célravezetőbb, még akkor is, ha ebből a szópárból az utóbbit jobban és többször tudjuk értelemszerűen használni, mint az elsőt. A szavak e feleslegesnek tűnő jelentésnyomozása lényeges dolgokat szeretne ui. felfedni. Az elmondottak alapján az ilyen kifejezés pl., mint a „klasszicizáló barokk”, a bennfentesek számára érthető, eligazító, azonban valójában kettősen is „pongyola”.

A RENESZÁNSZ ÉPÍTÉSZETELMÉLETE (1400–1600)

A memorizmus első szakasza

„A 15. század beköszöntése az európai kultúrának a történetébe – írja a nagy magyar művészetfilozófus a humanizmusról szóló egyetemi jegyzetében – nemcsak új évszázad, hanem új korszak kezdetét is jelenti. E kor ma is folytatódó szerveződés és egysége annyira nyilvánvaló és olyan erősen él az európai népek tudatában, hogy mint újkor helyezkedik szembe a más célokra törekvő, más eredményeket elért középkorral ... Kezdeté, nevezetesen a szellemi tudományok és az irodalom terén, inkább forradalomhoz hasonlít, melynek első hivatása a rombolás és a még csak sejtett épület előkészítése, vége a szellemi tudományok terén az újkori vi-

lágnezet körvonalainak nagyjában való megrajzolása a természettudományi felfogás diadalra segítésén ... Az átalakulás a kultúra nem minden terén ment egyforma eredménnyel, az új szellemnek különféle erejű intézményekkel és különféleképp meggyökeresedett hagyományokkal kellett megküzdenie ... Az újkort előkészítő mozzanatok visszanyúlnak a középkorba. A szakadás azonban a 15. században válik kifejezetté és rendszeresen végrehajtottá úgy, hogy ami előzőleg a középkori szellem szándéktalan és kiegyenlítődsre törekvő belső ellentmondása volt, az most az újkori szellem tudatos szembehelyezkedése a középkorral. E kritikai állásfoglalásban s az újvilág előkészítésében van a renaissance világtörténeti jelentősége ... Ekkor az ... elszakadás és átalakulás folyamatába olyan körülmény szült bele, amely az egész szellemi életet forradalmi jelleggel ruházta fel. Ez a körülmény az antik világnak, gondolkodásnak, irodalomnak, művészetnek felfedezése, helyesebb és közvetlenebb megismerése volt.”

Annak érzékeltetésére, hogy miből kellett elindulni az antik világ helyesebb megértése felé, a *Mirabilia Romae* (Róma városának csodái) néhány passzusának idézéséig kell visszamennünk. Az „útikalauz”, amelyet valószínűleg *Benedictus*, a *S. Pietro* kanonokja írt 1140 körül, a pápai székhelyet meglátogató zarándokoknak szolgált eligazításul.

Octavianus (azaz *Augustus* császár) a tiburi *Sibilla* tanácsát kérte ki – szól az egyik magyarázat a *Mirabiliából* – vajon megteheti-e azt, hogy őt mint istent tiszteljék. *Augustus* capitoliumi házában látomást látott jóslatként: király szállt le az égből, majd glória övezte szűz, kisdettel a karján. E hely Isten fiának oltára lett, innen van a *Sancta Maria Aracoeli* templomának neve.

A középkor metaforikus gondolkodása imígyen értelmezte az antik műveket, a lovakat terelő *Dioscurok* és *Hygieia* szobrát: a felszerszámozatlan lovak e világ fejedelmei – tudhatjuk meg egy másik „felvilágosításból” –, de eljön majd a hatalmas király, aki felül rájuk. Az emberalakok azért mezítelenek, mert minden világi tudomány nyitva áll az emberek számára. A maga előtt kagylót tartó kígyós nőalak az egyházat jelenti s a prédikátorokat, és az emberek csak úgy közelíthetnek ezekhez, ha a kagylóban megmosakodván megtisztították magukat.

Az Örök Város csodálata a katolicizmus központjának és *Krisztus* földi helytartójának, valójában a pápának szólt a középkorban. Azonban az *Urbs* önmagáért való szépségének felismerése érződik ki *Gergely mester* 13. századi angol jogtudós írásából. Rómában tett látogatásáról így számol be: „Sokáig csodálván felmérhetetlen ékességét, magamban hálát adtam Istennek, aki bár az egész földön nagy, itt az emberi műveket felbecsülhetetlen szépséggel tette csodálatossá. Mert habár Róma romokban is hever, semmilyen ép dolog sem mérhető hozzá ...”

A nagy fordulatot sejtető jelek már a trecento művészeti életében felbukkantak. És ami lényeges: a festészettel kapcsolatban jelentek meg, nem az építészet terén, és a pikktúra a reneszánsz végéig megőrizte primátusát a művészetek hierarchijában. Ez szinte általánosítható jelenség, mivel az architektúra műfaji adottságai miatt

mindig nehezkesebb volt a társművészeteknél. A modernizmus építészetét is jószerezivel hasonló előjáték vezette be.

Ezzel együtt járt a művésze gyérsége megbecsülésének kibontakozása. Egy nagy géniusz, *Giotto* életművében válik határozottan érzékelhetővé az új idők szele, a művészeti látás megváltozása, visszatérése a kifejezés antik értelmezéséhez. *Giovanni Boccaccio* híres-neves *Dekameronja* (1348–1353), amely telis-tele van az emberi természet természetes hajlamait jogaiba visszaállító huncut – ma így mondhatjuk „szexis” – históriákkal, igazolva a mondást, hogy *naturam expellas furca, tamen usque recurret*, így kezdi az egyik novellát: „A másikban pedig, kinek neve volt *Giotto*, oly fenséges szellem lakozott, hogy mindama dolgok között, melyeket a mennybolt szüntelen forgása közben mindeneknek anyja és végrehajtója, a Természet alkot, semmi sem volt, mit ő rajzójával, tollával vagy ecsetjével nem ábrázolt volna olyan hűséges hasonlatossággal, hogy már nem is a tárgyak képének, hanem magának a tárgynak látszottak.” Mintha csak *Pliniust* hallanánk, aki *Parrhasiosz* és *Zeuxisz* hellén festők vetélkedését leírva tudósít arról, hogy az egyik olyan szőlőfürtöket festett, hogy a madarak rászálltak csipegetésükre, a másik meg olyan függönnyt pingált, hogy a néző arra ösztökélte a festőt, hogy húzza már félre a leplet, mert szeretné látni, mi van alatta ... A metaforák világának vége ez, a dolgok élethű ábrázolása lett ismét a cél.

Giovanni Dondi (1330–1389)

Giovanni dell’Orologio pádovai orvos, *Petrarca* barátja volt. Humanista rajongással imígyen ír Rómáról: „A nemes régiek művészetéről, bár kevés maradt fenn, ha mégis néhol megvannak, vágyva keresik, látják és nagyra értékelik őket azok, akik értenek ehhez. És ha ezekkel összeveted a maiakat, nyilvánvaló lesz, hogy amazok alkotói természettől erősebb tehetségűek, és a művészet tanaiban képzetebbek voltak. A régi épületekről meg a szobrokról, faragványokról és más effélékről beszélek, melyek némelyike csodálattal tölti el korunk mestereit, ha ezeket gondosan megfigyelik.”

Cennino Cennini (1370–1440?)

Festő, akinek műveit alig ismerjük, a *Könyv a művészetéről* való írását azonban igen. Ebben szó esik a *chiaroscuro*, a *sfumato* (fényárnyék) leheletfinom tónusátmeneteinek szükségéről a domborulatok és homorulatok élethű ábrázolása érdekében. Emellett a tökéletes felépítésű emberi test arányait is taglalja.

Lorenzo Ghiberti (1378–1455)

Firenzei szobrász, ötvös, festő, építész, többek között a firenzei *Battistero Porta del Paradiso* mestere. *Commentarii* című műve az első reneszánsz művészetelméleti munkák sorába tartozik. A festészetéről így nyilatkozik: „Meggzűnt az a művészet, ami volt, a templomok mintegy hatszáz évig fehéren álltak. A

görögök (bizánciak) kezdték el a festőművészetet, igen gyengén és sok durvasággal művelték, s amennyire tapasztaltak voltak a régiek, ebben a korban ugyanolyan durvák és bárdolatlanok voltak ... Létrejött az új művészet, felhagyott a görögök bárdolatlanságával, kiválóan felemelkedett Etruriában ... *Giotto* belátta a művészetben azt, amit mások nem értek el, létrehozta a természethű művészetet és vele együtt a nemességet ... Azon az épületen, amelyet ő épített, a *Santa Reparata* (*Santa Maria del Fiore*) harangtoronyán, az első jeleneteket saját kezűleg rajzolta és faragta ... Egyik műfajban ugyanolyan jártas volt, mint a másokban ...”

Természetesen *Ghiberti* maga sem szégyenkezhetett, hiszen uomo universale volt ő maga is. Írásában emellett az is figyelemre méltó, hogy nem általánosságban a római örökségről beszél, hanem az etruszkokat emlegeti. És ez a „toscanai öntudat” – amit komoly tárgyi adatok annak idején alig táplálhattak – *Michelangelóban* is élt még, talán éppen e kultúra rejtélyessége miatt.

A quattrocento beköszöntével bontakozik ki az új építészet, a maga bizarr elentmondásosságaival együtt. *Brunelleschi* és *Donatello* meglátogatják Rómát, felméri a szerteszét heverő detaillokat, a még álló épületmaradványokat, sőt az alaprajzok tisztázása érdekében, még „archeológiai” feltárásokat is végeznek. *Brunelleschi* nyitja meg a Rómába, az Örök Városba zarándokoló építészek sorát, amely ekkor kezd ismét Európa egyik kulturális központja lenni. Ez azonban együtt járt az antik Róma második elpusztításával, amely hatásában túltett a legvadabb germán romboláson is.

E tényt általában csak érintőlegesen jegyzik meg a reneszánsz építészetelméletek tárgyalása során. Mélyebben átgondolva e tényt azonban méltán vetődik fel a kérdés: hogy volt lehetséges az, hogy az a kor, amely az antikvitást választotta ideáljának, tárgyi emlékeinek javát elemésztette. Mivel a reneszánsz megértésének kulcskérdése az antik hagyományhoz való viszony, álljon itt „mementóként” az, hogy kik és miket pusztítottak el. Ez a szemle ui. rávilágít azokra a már többször emlegetett egyenetlenségekre, amelyek a múlt felidézését részben előidéztek.

A pápák visszatérően az avignoni száműzetésből Rómában, a régi keresztény emlékek nagyvonalú restaurálásába és új objektumok emeltetésébe kezdtek. Ennek érdekében *IV. Jenő pápa* (1431–1447) a *S. Giovanni in Laterano* apszisának kijavítására a *Colosseum* köveit használtatta fel. A pápai palota felújítására a *Curia* és a *Forum Iulium* márványait építtette be. *V. Miklós* (1447–1455) alatt esik áldozatul a *Circus Maximus* jelentős része. *Róma és Vénusz* templomának porfiroszlopait elviteti, *Gratianus*, *Valentinianus* és *Theodosius* diadalíveit lebontatja, hogy a *Piazza di Porta S. Angeló*t megnagyobbíttathassa. Egyedül a *Colosseumból* 2500 szekérnyi travertint hordatott el. Ellentmondásos a nagy humanista *Piccolomini Aenea Silvio*, a későbbi *II. Pius* (1458–1464) magatartása: a *Szent Péter-bazilika* áldást osztó loggiájába a *Juppiter Capitolinus*, a *Forum Iulium*, a *Porticus Octavian* maradványait engedni beépíttetni, de a *Caracalla therma*, *Ostia* kövei, a *Pons Milvius* és a *Via Flaminia* síremlékei is az ő idejében

csonkították meg. Ugyanakkor azonban rendeletet bocsát ki, hogy szigorú büntetés vár azokra, akik az antik romokhoz nyúlnak. *II. Pál* (1464–1471) a *Pallazzo di Venezia*hoz *Claudius* templomának és a *Via Flaminia* síremlékeinek kőanyagát használtatja fel. *IV. Sixtus* (1471–1484) pápa nevéhez fűződik a *Forum Boarium*on megmaradt *Hercules Invictus* rotundájának a lebontása. A Vatikáni Könyvtár építésekor rendeletet bocsát ki, hogy bárhonnán kitermelhető építőanyag a régi műemlékekből. *VIII. Innocent* (1484–1492) pápasága alatt esik áldozatul az *Arcus Novus*, a *Meta Romuli* sírpiramisa, *VI. Borgia* (1492–1503) pontifikátussága alatt meg a *Dioeletianus* thermájának, *Nerva* fórumának jelentős része. Ennyi emlék pusztult el csak a quattrocentóban.

A rinascita tehát totális volt, mert nemcsak a régiek szelleme szabadult ki az évszázadokra elzárt „varázspalackból”, de a régiek művei, anyagiságukban is újjászülettek, átformálódva ugyan, de a régi formák felelevenítésének illúziójával, soha nem volt kontinuitást biztosítva a változásnak spiritualice is, materialice is. A pápaság, amely eleddig is a római császárok attitűdjében tetszelgett, most hozzalátott, hogy méltóságát mint szertelen „Bauherr”, illő építészeti köntösbe foglalja, a társadalom, amelyben a középosztály felemelkedvén, megteremtette a városok függetlenségét és hatalmát, decentralizált köztársaságokat hívott életre, kellő alapot biztosítva az új törekvések kibontakozására. Végül az a szellemi elit, amely elkezdte és kiteljesítette a filozófia, az irodalom és a képzőművészetek terén a változást – mindezek együtt voltak azok a legfontosabb tényezők, amelyek a reneszánsz élet- és világszemlélet kiforrásához diadalra vitték.

Nikolaus Cusanus (1401–1464)

Jellemző módon a tudomány egy német eredetű humanista bölcseletét tekinti annak, amelyben e kor vezérlő eszméi rendszerbe foglaltattak. Személye és szerepe érzékelteti az újjászületés európai távlatait, a reneszánsz és a reformáció kapcsolatát.

Az egyszerű származású tehetséges fiú egy gróf támogatásával Pádovában egyházjogot, matematikát és fizikát tanulhatott, később Mainzban ügyvédeskedett, majd ágostonrendi szerzetessé lett. Életútjának fontosabb további állomásai: a bázeli zsinaton való szereplése és az, hogy a pápa konstantinápolyi követe volt. Filozófiai főműve: a *Docta Ignorantia* (Tudós tudatlanság). Szinte mindmáig érvényesnek tekinthető, fogalomtisztázó bölcselet.

Ismeretelmélete szerint a megismerésnek négy fokozata van: 1. az érzékszervek és a képzelőerő csak határozatlan képeket szállítanak; 2. az értelem (ratio) ezeket a képeket csupán megkülönbözteti és elnevezi; 3. az ész (intellektus) az elkülönített képeket általános fogalmak mezébe öltözteti, de a fogalmi megismerés is csak hozzávetőleges, mert a viszonya az igazsághoz olyan, mint a sokszögének a körhöz; 4. a megismerés legmagasabb foka a docta ignorantia, a fogalmakon túli, belső szemlélet által felismert igazság. A lét négy módja tehát az érzék (test), az értelem

(lélek), az ész (szellem) és Isten, aki nem egyéb, mint az ellentétek egysége: coincidentia oppositorum.

Nikolaus Cusanus filozófiája „az újkori ember tudományos állásfoglalása és annak legpregnansabb kifejezése a világegyetemmel szemben. A teológiai spekuláció és a tudományos kutatás saját területeikre utalódnak, ahol mindegyik autonóm, egyik a másik rovására lehet csak” – írja a már idézett neves művészet-filozófusunk.

A quattrocento építészetelmélete ezeken a szellemi pilléreken alapszik. S olyan egyéniség veti meg a fundamentumát, aki korának legegységesebb zsenije, az építész, tudós, költő, prózaíró: *Leon Battista Alberti*.

Leon Battista Alberti (1404–1472)

Genovában született, *Lorenzo Benedetto degli Alberti* és *Biancha Fieschi* házasságon kívüli gyermekeként. A pádovai *Gasparino da Barzizza*, a nagy tudású pedagógus nevelte a sokat ígérő, testiekben és szellemiekben egyaránt rendkívüli képességekkel megáldott ifjút. Született zenetehetség, aki jogot, fizikát, matematikát tanul tanítómestere cicerói erkölcsnevelő szellemiségű hatása alatt. Felcseperedvén kardinális titkárként beutazta Franciaországot, Németországot, Belgiumot. Az általános törekvéseknek megfelelően az antik Róma emlékeit tanulmányozta, és az Örök Városról olyan tanulmányt írt, amelyben a Capitoliumot jelölve ki egy koordináta-rendszer középpontjának, először adott topográfiai helyes tájékoztatást az épületmaradványok elhelyezkedéséről. *Vitruviust* tanulmányozta, de távolról sem lett epigonja, mivel átértékelte, „korszerűsítette” a sok részletében homályosnak, következetlennek tartott forrását azon a filozófiai bázison, amelyet *Arisztotelész*, a neoplatonizmus és *Nikolaus Cusanus* bölcséletéből vetett meg magában. *H. Wölfflin* szerint *Alberti* teljesen független *Vitruviustól*, ez azonban téves túlzás, mivel építészetelmélete szinte kifejezte azt, ami a reneszánsz lényege: a múlt felidézésén keresztül korának törekvéseit szolgálta. Teljesen az antikvitás szellemisége hatotta át, de érdekes módon nem a középkor, a gótika negációján keresztül – ezek az előzmények szinte nem léteztek számára.

A humanista körökben általánosan elismert univerzális műveltségű tudós, akinek irodalmi tevékenysége ezt szemléletesen érzékelteti is. Művei: *Della Famiglia* (1434), *De Pictura* (1435), *Intercenales* (matematikai traktátus, 1439), *Descriptio Urbis Romae*, *De Statua*, *Ludi Rerum Mathematicarum* (1443–1500 között). Építészetelméleti műve a *De re aedificatoria libri decem* 1452-ben már készen volt, nyomtatásban azonban csak posztumusz műként, 1585-ben jelent meg Firenzében.

Leon Battista Alberti töprengő, kísérletező, önmagát sokszor felülbíráló, invenciózus tervező építész volt. Új mezbe öltöztetett gótikus emlékeket és olyan új alkotásokkal ajándékozta meg a kora reneszánszot, amelyek hatása messze meghaladta korát. Rimini: *Tempio Malatestiano* (1450), Firenze: *Palazzo Rucellai*

(1451), Firenze: *St. Maria Novella* (1456), Mantova: *San Sebastiano* (1460), Mantova: *San Andrea* (1470) a részben-egészben megvalósított alkotásai.

Alberti építészeti elméletének ismertetése legalább annyi helyet igényelne a teóriák ezen vázlatos áttekintésében is, mint *Vitruviusé*, gondolatgazdagsága, sokrétűsége miatt. Ez alig valószínű meg itt, mivel az ő elmélete csak egy az ez időtől rendre sorjázó, szinte elburjánzó „tollal-rajzzal kiművelt architektúrák” sorában, így részletes tárgyalása aránytalanságokat szülne. A teoretizálás általában válságjelenség az építészetben: az építészek akkor kezdenek szakmájukról sokat beszélni, amikor a tettekkel, az alkotásokkal valami baj van. A reneszánszban fordított a helyzet, lényegéhez tartozik normarendszerek kiagyaltása, szinte öncélúan. Az elmélet és a gyakorlat ui. nagyjában és egészében fedi egymást, a részletes elemzés számos divergenciát mutat.

A kor törekvéseinek és magatartásának szellemében szinte óhatatlan az, hogy a reneszánsz elejének e nagy géniusát – kimondva-lappangva – ne vessük *Vitruviusszal* egybe, a két mű struktúráját és mondandóját egyaránt párhuzamba vonva.

Alberti is tíz könyvet írt az építészetről, akár *Vitruvius*. Egymás mellé téve a két opus vázát, menten kiviláglanak a különbségek:

<i>Vitruvius</i>	<i>Alberti</i>
I. Az építész. Elmélet. Város	I. A tervezés módszere. Környezet
II. Építőanyagok	II. Építőanyagok
III. Templomfajták, oszloprendek	III. A felépítmény
IV. Templombeosztás, oszloprendek	IV. A város és közművesítése
V. Középületek	V. Épülettipológia
VI. Lakóházak	VI. A díszítés módjai
VII. Festészet	VII. Az egyházi épületek díszítése
VIII. A vízszerezés módja, mérnöki ismeretek	VIII. A világi épületek díszítése
IX. Cosmológia	IX. A magánépületek. Elmélet
X. Építő- és hadigépek	X. Épületek felújítása. Vízépítéstan.

Az egybevetés eredményei: *Vitruvius* enciklopédiát ad, *Alberti* kizárólag az építészetre összpontosított, kerek rendszert. Ennek megfelelően *Albertinél* elmaradt az oszloprendek – szerinte – túlméretezett taglalása, mivel a tektonikáról neki más a véleménye, hiányzik a festészet – hiszen erről önálló traktátust írt, amelyben bizonyítja a centrális perspektíva-szerkesztésben való jártasságát, a piktúrát a művészetek elejére helyezvén nem esik szó *Albertinál* a csillagok és a mennybolt világáról, a hadigépekről, a vízzel kapcsolatos teendők a függelékbe kerülnek. Elméleti gondolatait nem műve elején, hanem jobbra a végén fejt ki.

Alberti a Vitruvius által használt szakkifejezések javát újakkal cseréli fel. Az „aranszabályt” azonban változtatás nélkül átveszi, sőt művének tartalmát erre fűzi föl:

firmitas II., III. könyv

utilitas IV., V. könyv

venustas VI., VII., VIII., IX. könyv

A traktátus legfontosabb gondolatainak szemléljét – bátran mondhatjuk – tervezéelméletével kezdjük, mint ahogyan ő is írását. Az építőművészet – írja – a tervrajzból és annak megvalósításából jön létre. A tervrajz kigondolása önálló művelet, nincs a természet adta anyagokhoz kötve. Célja az épület megjelenésének, formájának előre való elképzelése, a megfelelő helyre, a megfelelő elrendezéssel és a helyes mértékkel. Ugyanakkor ugyanaz a tervrajz nemcsak egy épületnek, hanem többnek is kiindulása lehet. Meghatározása így hangzik: „Mindebből következik, hogy a terv olyan meghatározott rajz, amelyet az értelem hoz létre, vonalak és szögek közvetítésével, szívében és lelkében képzett ember alkotásaként.”

A meghatározás az építészet létrejöttének, az építész szerepének egzisztenciális kérdésében foglal állást: a korábbi, kézművesi gyakorlattal egybefonódó műveletet szétszakítja, a tervezést autochton intellektuális-szellemi síkra emeli. Felidéződik tehát az antik hellén idealizmus, az ősi dilemma a praxis és a teória értéksorrendiségéről. De *Alberti* nem *Hermogenész*, aki azzal büszkélkedett, hogy nemcsak tervezte, hanem kivitelezte is épületeit, megfogalmazva a reneszánsz architektus szerepkörét, megállapítva rangját és helyzetét a művésztsadalomban. És ha ehhez hozzávesszük a későbbiekben említett etikai színezetű további kijelentését, hogy „L'uomo necque per esser utile all'uomo” azaz, hogy az ember arra született, hogy embertársának hasznára legyen – teljesedik ki felfogásának méltósága.

Az építészetnek hat eleme van: a környezet (regio), az építési terület (area), a beosztás (alaprész: partitio), a falak (paries), a lefedés (tectum) és a nyílások (apertio) – *Vitruvius*on túlmutató részletezettséggel. A további ide vonatkoztatható tételein érződik ugyan az ókori auctor ihletése, de tovább árnyalja a feltételeket: szükséges, hogy az épület kielégítse a szükségletet (utilitas), gyönyörködtessen (voluptas), méltóságos legyen (dignitas). Még tovább halmozza a kívánalmakat, még tovább részletezi azokat: az alkotás legyen szilárd (stabilitas), méltóságos (dignitas), ékes (decor), mivel ezek által lesz a mű kellemes (amoenitas), hangulatos (festivitas) és egészséges (salubritas). Ezekben a definíciókban szinte már túlbuzjándzik *Alberti* humanisztikus pallérozottsága.

Figyelemre méltó a felépítményről – a tektonikáról – vallott nézete is. Az antik latin építőmódszer intuitív módon való ráérése sugallja talán neki azt, hogy az oszlopsor nem más, mint felszabdalt faltest. Magáról az oszloprendről ennek kö-

vetkeztében szűkszavúan emlékezik meg. Négyet említ: a teherhordó dórt, a kecses korinthoszit és ami a kettő között van: az iont. (Nyilván nem tudott mit kezdeni az ionnal, *Vitruviust* következetlennek tartotta, hogy e témát ennek az oszloprendnek a tárgyalásával kezdte ...) A kompozit oszloprendet *genus italicum*-nak nevezi, a toszkánt, úgy látszik, nem tekintette önállóknak. *Albertinél* az oszlop elsősorban dekoratív és nem tektonikus elem (*primarium ornamentum*), mert pl. a sarokoszlopoknál szükségessé váló optikai korrekciókat említi. Azt vallja, hogy a pillérekhez a boltív (archivolt), az oszlopokhoz a gerenda (architráv) a megfelelően illeszkedő kiváltásmód – amivel egy hosszan tartó, közhellyé lett szemlélet elindítójává vált. Jellemző az is, hogy az archivoltot is, az oszlopot is festészeti jellegű elemeknek tartja.

Alberti rendszerében már feltűnik a város ideális kialakításának a gondolata. Azonban nem önmagában, hanem mindig a környezetében illeszkedően, azzal harmonizálva. A város fekvése esztétikailag is fontos, legszebb a lankán épített, amelynek háttérét hegyek-dombok alkotják. Mély és szűk völgybe ne építkezzünk soha – írja elő. A település belső struktúrája legyen tervszerű, célszerű és szép. A városban építhetünk íves vonalvezetésű utcákat, ezek ui. nagyobbak látszanak. A város ékessége a loggiákkal övezett köztér. (*Alberti* számára a palotáknak is a loggiás udvar a legértékesebb spáciuma.) Felsorolja a szükséges középületek sorát – feleleveníti tehát az antik tematikakört. A lakóépület legyen egyszerű, az egyházi épület fenséges, a középület komoly. Szól az ugyancsak latin eredetű villa helyes kiképzésmódjáról is. Szélesen, lakályosan terüljön szét, kerek és szegletes szobák váltakozzanak benne. A kert elrendezésére tett javaslatában a majdani francia parkok geometrizmusa sejlik fel: kör és szabályos idomú felületek tegyék dekoratívvá.

A dekorációról kialakított képzelete nem azonos *Vitruviuséval*. Számára az ékítmény (*ornamentum*) nem kapcsolódik olyan határozottsággal az épület rendeltetéséhez, mint ókori elődjénél, valami olyasmi, amit manapság értünk alatta, azaz járulékos. Hasonló ehhez a szépről alkotott fogalma is, amely az esztétika újkori értelmezésének a csíráját rejt magában. „Hogy a szépről ítélni tudsz – állapítja meg merőben új leleményét –, azt nem a valószínűség (*opinio*) hozza létre, hanem egy bizonyos belső belátás (*quaedam ratio*).” A szépség nem az ízlés felismerése, nem szubjektív, hanem objektív, nem az egyéni véleménytől függ, mivel van benne egy állandó, nem önkényes mozzanat ...

Végezetül *Alberti* esztétikai tézisekben szintetizálja az építészet lényegét: „A szépség (*pulchritudo*) az összetevő részek megegyezése és összecsengése egésszé, amely meghatározott szám (*numerus*), meghatározott kapcsolat (*finitio*) és elrendezés (*collocatio*) által jön létre, mint ahogyan azt az arányosság (*concinntas*), azaz a legtökéletesebb és legelső természeti törvény azt megköveteli.”

Összevetve téziseit *Vitruvius*éval, kiviláglik a két rendszer közötti különbség:

<i>Vitruvius</i>	<i>Alberti</i>
1. taxis–ordinatio	1. Numerus, kvantitív tényező, szükséges, hogy az épületekben a páros számok domináljanak.
2. diathezis–dispositio	2. Finitio, a zenében a harmónia, az építészetben a finitio, a vonalak megegyezése természeti törvényeken alapszik.
3. eurythmia	3. Collocatio, az egyes részek helyes elhelyezkedése, a helytelen természetellenes, önmagát árulja el.
4. symmetria	4. Concinnitas, az egyes részek törvényszerű megfelelése, teljesség, amihez sem hozzáadni, sem elvenni nem lehet semmit.
5. thematismos–decor	5. Itt nincs, máshol másként került tárgyalásra, és részben a környezetelméletben került kifejtésre.
6. oikonomia–distributio	6. Egyáltalán nincs.

Az összehasonlítás itt *Vitruvius* javára billenti a mérleget. *Alberti* tézisei a természeti törvényekhez való, szinte mimézisszerű illeszkedés szükségének többszöri megisméltése. Az egész lényege az az érinthetetlen tökéletesség ideája, ami a későbbiekben az igazi műalkotás ismérveként emlegetett „evidenciaélménynek” felel meg.

Számos jel utal arra, hogy ez az elvont humanisztikus építészetbölcselet *Alberti* alkotásaiban testet öltött néhány mozzanatában. A pillér és az archivolt kapcsolatának markáns érzékeltetése, a homlokzatokon – a középaxis szükségszerű kiemelésén túl – a páros számú elemek „zenei” ritmizálása, a felületképzésben a visszatartott síkszerűség – egy helyütt írja, hogy a legszebb dekoráció az inkrustált –, a latin téralakítás értése a longitudinális és a centrális egységbe vonásával stb. mind ezt igazolják. Nem rontja le mindezeket az a többször idézett „tévedése” sem, hogy a mantovai San Andreát *Vitruvius*nak az etruszk templomról való leírása alapján tervezte meg „*Questa forma di tempio se nomina apud veteres Etruscum sanctorum*” –, mivel bővített latin teret alkotott, nem oszlopokkal felsabdalt osztottat.

Alberti közvetlen hatása mégis mérsékelt maradt. Elméletét gyakorlatilag nem hasznosította az elburjánzó építőkedv. Igaz, hogy praktikus tanácsokat alig adott, de hiszen ő eleve az alkotás „szellemi normáit” foglalta rendszerbe. És e nemben nem múlta fölül őt senki a reneszánsz folyamán.³

³ Az 1990-ben *Hajnóczi Gyula* által gépelt kézirat (1–64. oldal) itt megszakad. Az előadásokhoz készített kézzel írott jegyzetanyaga a 19. századig (*Ruskin* és *Morris* munkásságáig) tárgyalja az elmélettörténetet. Ennek a feldolgozása immár egy új elmélettörténeti feladat.

AZ ÉPÍTÉSZETI FORMÁRÓL. HÁJNÓCZI GYULA KÉT ÍRÁSA A HATVANAS ÉVEK TÜKRÉBEN

DR. SIMON MARIANN
a műszaki tudomány kandidátusa

A hatvanas évek a szellemi kultúrában fogalomként vált időszak, olyan karakteres vonásokkal, amelyekkel – bár mindegyik különbözik a többitől – nem akármelyik évtized büszkélkedhet. A „hatvanas évek” kifejezés mást jelent persze Észak-Amerika és Nyugat-Európa vonatkozásában, mint Magyarországon. Míg a fejlett világban az évtized kezdetétől a jóléti társadalom kritikája érlelődött a művészetben, a társadalomtudományban és a diákokban, addig a hazai szellemi életben a hatvanas évek első fele a sztálinista diktatúrától való megszabadulás, a lassú megnyugvás, s egy viszonylagos virágzás időszaka. Ami közös keleten és nyugaton, az a modern építészet beérése, teljes körű elfogadása és egyeduralkodóvá válása a gyakorlatban.

Észak-Amerikában és Nyugat-Európában a második világháború utáni építkezésekkel felfutó modern építészet az ötvenes-hatvanas évek fordulójára ért el csúcspontjára. A gyakorlatot teljesen uralta a modern racionalizmus, s a kezdeti idők manifesztumai után a negyvenes évektől sorra születtek meg azok az immár teoretikusok által írt elméletek, amelyek a modern építészethez kulcsot adva rögzítették az alapelveket és az alapfogalmakat. A modern építészet klasszifikálódott.

A modern építészet nem stílus, hanem elv, módszer, ezért nem a formák és az arányok kötött, éppen aktuális rendjének a betartása, hanem az elvekhez való hűség a mércéje – értettek egyet az elméletírók. Az alapelv a ráció, az ésszerűség, amelyből minden további fakadt: a 19. századból eredő funkcionalitás, amely utóbb rendeltetéssé finomodott, valamint a szerkezetek és építőanyagok folytonos, önkiteljesítő fejlődésének az eszméje, amely mögött az ugyancsak múlt századi evolúcióelmélet állt. A funkció, a szerkezetek és az anyagok nyers és őszinte megmutatása erkölcsi kötelességgé nemesedett, szükségszerűen devalválva a formát, amely így a funkcionális, szerkezeti és materiális törvényeknek alárendelve elvesztette önálló életét. A modern építészet – első közelítésben – az alkalmazott technika által fejezi ki korát: „Mára az emberek számára nyilvánvalóvá vált, hogy a modern élet keltette érzések kifejezésére a modern technika kínálja az egyetlen

eszközt.”¹ Mivel azonban az „őszinte ésszerűség” elve önmagában a modern racionalizmus iránt amúgy elkötelezett teoretikusok számára is kevésnek bizonyult ahhoz, hogy Építészet szülessen, felfedezték (újra felfedezték) a teret mint a modern építészet specifikumát. A tér a modern kor technikán túli – de attól nem teljesen független – jellemzőinek: a mozgásnak, a fejlődésnek, a különbözősnek és a szabadságnak lett az építészeti-művészi kifejezőeszköze. A Sigfried Giedionnal induló elméleti vonal, a szerkezeti és a térszemléleti evolúció összekapcsolása, – a szerzőt érő egyre keményebb kritika ellenére² – a hatvanas évek elejére a térben-szerkezetben mérhető-értékelhető építészet szinte egyeduralkodó gondolatára vezetett. „A modern belső tér ennél fogva újra feleleveníti a térbeli folyamatosság és szerkezeti tisztaság gótikus igényét ... Felhasználja a barokk kísérletezéseket a hullámzó falakkal és tömegbeli mozgással, de itt nem önmagukért való esztétikai elképzelések szolgálatában, hanem funkcionális feltételek következményeképpen ...” – írja Bruno Zevi.³ Peter Blake az áramló térben megnyilvánuló folyamatosságot, s az ebből következő szerkezeti plaszticitást emeli ki F. L. Wright építészetének sajátosságaként,⁴ Peter Collins pedig az egységet kéri számon a modern építészetben, „... amely a huszadik században is a legpontosabban John Summerson szavaival definiálható: ‚a programnak való megfelelés’ (vagy ahogy többnyire mondjuk – funkcionalizmus), de amelyik véleményem szerint úgy is meghatározható, mint az alkalmazott szerkezeti eszközök becsületes kifejezése.”⁵ Tér, szerkezet és funkció, tér és szerkezet, funkció és szerkezet. A tér–szerkezet–funkció hármashoz Reyner Banham a negyedikként a formát is hozzárendeli, s a funkció–forma–szerkezet–tér sor elemeit a modern építészet egyenrangú alapfogalmaiként határozza meg. Az építészeti forma rehabilitálása azonban csak látszólagos. „A régi jelszavak, mint ‚a forma követi a funkciót’, vagy az ‚anyag-szerűség’ ma már nem használhatóak, s a figyelem az új funkciókról egyre inkább az új szerkezeti módszerek felé, az új formákról egyre inkább az új térkoncepciók

¹ Sigfried Giedion: *Space, Time and Architecture – The growth of a new tradition*. Cambridge, Harvard University Press, 1956 (harmadik bővített kiadás), p. 331.

² Reyner Banham Giedionnak a XIX. századból a XX. századba vezető egyenesvonalú szerkezeti evolúciót feltételező gondolatait, valamint az einsteini relativitáselmélet közvetlen művészeti hatását kérdőjelezi meg (Reyner Banham: *Theory and Design in the First Machine Age*. London, Architectural Press, 1960), míg Peter Collins a térszemlélet fejlődésének a dimenziók sokasodásában való megnyilvánulását nem tudja elfogadni (Peter Collins: *Changing Ideals in Modern Architecture*. London, Faber & Faber, 1965).

³ Bruno Zevi: *Az építészet megismerése*. Budapest, 1964, p. 98.

⁴ Peter Blake: *Frank Lloyd Wright. Architecture and Space*. Penguin Books, 1963

⁵ Peter Collins: *Changing Ideals in Modern Architecture*. London, Faber & Faber, 1965, p. 298.

felé fordul.”⁶ Vagyis a funkció a szerkezetiség irányába mutat, a forma pedig a térbeliség felé, s így a funkció–forma összefüggésnél fontosabbá válik a szerkezet–tér összefüggés. Ez utóbbi párosból is a tér az, ami a modern építészetet a legteljesebben leírja: a modern építészet formái és szerkezetei változnak, de sajátos viszonya a térhez, tudatos térformálása, mellyel végtelen, rendezett, de mozgásban levő tereket hoz létre – változatlan marad. A modern építészet nemzetközi elméletében a hatvanas évek elejére az építészeti forma kérdése érdektelenné vált.

Nem úgy a hazai építészetelméletben. A „tartalmában szocialista, formájában nemzeti” szocialista-realista építészet ötvenes évekbeli intermezzójának feldolgozásához időre volt szükség. A gyakorló építészek számára az építészeti modernizmushoz való visszatérés egyszerre jelentette az anyagban–szerkezetben–funkcióban való elmélyülés lehetőségét, a racionalizmus látszólagos ideológiamentességét – és a művészi-formaalkotó oldal elvesztését, de legalábbis bizonytalanná válását. Az elméletben ugyanakkor – rendszerváltás híján – a „szocialista tartalomtól” továbbra sem lehetett eltekinteni, már csak azért sem, mert az immáron modern épületek külső megjelenésükben kínosan hasonlítottak a nyugati modern épületekhez. Márpedig „ha az építészet valóban művészet – azaz, legalábbis reprezentatív alkotásaiban, kifejezi társadalmát – a kapitalista és a szocialista építészet formálása között is jelentős különbségnek kell lennie. Ez így is – *lesz*, csak éppen addig még nem kis utat kell befutnia az építészet fejlődésének.”⁷ Vagyis a teória egyik központi kérdése továbbra is a tartalom és forma viszonya maradt. A „tartalom” fogalmának fontossá válását nemcsak a már említett ideológiai töltete, a „szocialista tartalom”, magyarázza, hanem az is, hogy az építészet művészi rangjának elnyeréséhez szükség volt valamilyen, a pusztán célszerűségeken túli többletre, a tartalomra. „A közönséges építés termékei valamely meghatározott, viszonylag korlátozott tartalmú használati cél érdekében létesülnek, formájukkal célszerűségüket juttatják kifejezésre, de ezen túlmenően 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 életről vallanak, az ember emberhez, az ember természethez fűződő viszonyát ábrázolják, a kor uralkodó szemléletét, alapérzését, alapstruktúráját teszik szemléletessé.”⁸ Mindebből következik, hogy tartalom és forma egységének hangsúlyozása mellett a kettő közül mégis a tartalom az elsődleges: az építészeti forma megjeleníti az építészeti

⁶ Reyner Banham: *Guide to Modern Architecture*. London, The Architectural Press, 1962, p. 20.

⁷ Major Máté: A szocialista képzőművészet aktuális problémái. *Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények*, 1959/3–4. p. 293.

⁸ Bonta János: Az építészet hovatarozása. *Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények*, 1961/1–2. p. 83.

tartalmat. Az ötvenes-hatvanas évek fordulójának hazai építészetelméleti irodalmában szerepet kap ugyan a forma fogalma, de csak mint az alkotó ember, az építész tárgyasulása, amely a tartalmat összefoglalja és reprezentálja,⁹ vagyis mint a tartalom manifesztációja, megfosztva az önálló értelmezés lehetőségétől.

A fent vázolt szellemi környezetben született Hajnóczy Gyula két írása az építészeti formáról. Mindkettő a hazai elfogadott tartalom-forma felfogással ellentétes koncepciót vázol fel; mindkettő nemzetközi építészet-elméleti viszonylatban is újat mond; s mindkettő feledésbe merült.

Az első írás 1960-ban jelent meg, s „Az építészeti forma jelentéséről” címet viseli.¹⁰ Hajnóczy kiindulópontja, hogy tartalom és forma viszonyának irodalmi és képzőművészeti alkotások példájából levezetett értelmezése nem alkalmazható az építészetre, hiszen az nemcsak műalkotás, hanem használati tárgy is. Az építészeti tartalmat reprezentáló forma felfogása, s az ebből következő „a forma tartalma” kifejezés a tartalom passzivitását tételezi fel, „olyan érzésünk támad, mint ha valami előre elkészített formába beletömködtek volna valamit, amitől az az lett, ami.” A „forma tartalma” kifejezés helyett a „forma jelentése” kifejezést ajánlja Hajnóczy – míg előbbi egy kor, társadalom és gazdaság technikai-szellemi adottságainak, az építészalkotó gondolatának, szándékának átvitelét, közvetítését tételezi fel, addig utóbbi a forma értelmezésének időben tágabb és szükségyszerűen változó lehetőségét nyújtja. A forma jelentése ugyanis „kronológiailag ‚átöleli’ a formát, időben megelőzi, de megvalósulása, megformálódása után követi azt”, miközben a mindenkori jelentés maga is különböző elemekből, rétegekből áll össze. A forma jelentése felbontható egzisztenciális, esztétikai, funkcionális és történeti-ideológiai komponensekre, amelyek az általánostól a konkrét felé haladva épülnek egymásra. „Az építészeti alkotás egzisztenciális jelentésén az objektum épület-mivoltának konstatálását értjük. ... nem mond sem többet, sem kevesebbet, mint azt, hogy ez: épület és nem hegy, és nem híd.” Az egzisztenciális jelentés – ellentétben az építészetelméletben később elterjedt értelmezéssel – itt a *forma* létezését, a formák rendjébe való beilleszkedését, ennek felismerését mutatja. Az építészeti forma jelentésének következő eleme az esztétikai jelentés. „Ebbe a jelentéselembe sorolhatók az ember értelmi-érzelmi úton kialakított formaérzékelési készségének kategóriái, melyeket végső fokon maga a természet és benne az ember fiziológiai és pszichikai adottságai hoztak létre.” Vagyis a tárgy felismerése

⁹ „Mai építészetünk ‚szépsége’ tehát ... keresendő végül a formában – abban, mely minden előbbi tartalmat összefoglal és reprezentál – az elvileg egyedüliben, melyre csak a tehetség tud ‚ráhibázni’, melynek révén az alkotó ember – az építész – a műben mint ‚nagy méretű használati tárgyban’, az adott társadalmi, történelmi viszonyoknak megfelelő viszonylag legmagasabb fokon ‚tárgyasul’.” Major Máté: A „szép” és a „művészi” mai építészetünkben. *Magyar Tudomány*, 1961/10. p. 616.

¹⁰ Hajnóczy Gyula: Az építészeti forma jelentéséről. *Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények*, 1960/1–2.

utáni következő lépés a forma érzékelése, az egyensúly, a ritmus, az arányok, a harmónia tapasztalása és értékelése – az ember fiziológiai és pszichikai adottságaira épülő formaérezéskészisége segítségével. Az esztétikai jelentés így megmarad az analitikus formában szintjén, kizárva minden történeti hatást és befolyást. Nem véletlenül – kell elismernünk, ha folytatjuk a jelentésrétegek felfejtését. A forma funkcionális jelentése „az építészeti alkotás rendeltetése, műfaja, témája, ezen belül pedig az epizód szerepek egész sora, melyet a különböző rendeltetésű épületrészek, elemek vállaltak és mondanak el.” Bár az építészet kezdettől törekedett arra, hogy rendeltetését művészi szinten fejezze ki, „sohasem volt képes azonban olyan értelemben megoldani a feladatot, hogy mindenkor, mindenki számára elárulja, ‚kinyilatkoztassa’ funkcióját, első szóra elmondja, hogy több vagyok pusztán építménynél, templom vagyok vagy irodaház.” A funkcionális jelentés – ellentétben az előző két jelentésréteggel – már korhoz, társadalomhoz, népcsoporthoz kötött. Bár a konvenció vagy a rendeltetés általános vonásai miatt számos épület, épületrész funkcionális jelentése egyértelműnek tűnik, korokban és kultúrákban mozogva az egykori, a helyi funkcionális jelentés megfejtése egyre nehezebb. A félreértések sorát történeti példák bizonyítják. A forma negyedik, legkonkrétabb jelentése a történeti-ideológiai jelentés: az objektum eszméje, eszmei funkciója, vagyis „*a társadalomnak a világgal, önmagával és a művészettel szembeni magatartása.*” Ahogy neve is mutatja, a történeti-ideológiai jelentés végképp történelmi kötődésű, „az épület a fejlődésnek mégis csak egy pillanatát képviseli – hiába szintetizálódott benne múltja és jövője –, mert effektíve csak jelene van ‚jelen’, amit megközelíthetünk.” Az egykor volt kort, társadalmat és alkotói szándékot maradéktalanul sohasem érthetjük meg.

A tanulmányban – holott az írás célja épp annak bizonyítása, hogy a „forma tartalma” kifejezésnél többet mond a lényegről a „forma jelentése” megközelítés – többször visszatér a tartalom fogalma, leginkább a jelentés szinonimájaként. A fogalmak különbözőségénél természetesen fontosabb a szemléletmód különbözősége, s e téren Hajnóczy Gyula valóban valami újjal áll elő. A „forma tartalma” felfogás, a mű által üzenő kor és alkotó a műközpontú művészetértelmezés sajátja, míg a „forma jelentése” kifejezésre felépített koncepció a kérdést a befogadó oldaláról közelíti meg. A tartalom rétegeinek vizsgálata annak passzivitását, *eleve adott*, beépített voltát tételezi fel – a forma, a mű jelentésmomentumainak felfejtése az üzenet felfogó, s azt társadalmi és egyéni létezésének különböző síkjain – mint a dolgok elrendeződését, mint fiziológiai-pszichikai tapasztalást, mint társadalmi használatot, mint szellemi magatartást – a jelenben értelmező használó-befogadó számára adott jelenséget értelmezi.

A másik írás 1962-ből való, címe „Építészet és imitáció”, s akárcsak az előbbi, ez is a korszak elterjedt tételeivel vitázik.¹¹ Az építészet „egyrészt tükrözi a

¹¹ Hajnóczy Gyula: Építészet és imitáció. *Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények*, 1962/1.

valóságot, másrészt maga a valóság” – írja Major Máté a hatvanas évekre kötelező olvasmánnyá váló 1955-ös építészetelméleti írásában.¹² A valóság tükrözése Majornál persze nem annak mechanikus leképezését, formáinak átvételét jelenti, hanem a tükrözés irodalomelméletből vett értelmében a valóság kifejezését: vagyis egy társadalom, egy nép, egy osztály gondolatainak, mondanivalóinak a közvetítését. A valóság kifejezése így az építészet tartalmi oldalához tartozik, míg a forma „a kifejezés művészi rendjét” teremti meg – az építészet tehát nem ábrázol, hanem kifejez, s ehhez legfeljebb segítségül hívja a valóban ábrázoló művészeteket, a festészetet, a szobrászatot. A Hajnóczyt polémiára serkentő tétel ismét az építészeti forma leértékelése, kritikájának célpontja azonban érthetően nem a majori hivatalos szocialista építészetelmélet, hanem „a technicizmus lassan-lassan dogmává és akademizmussá váló álláspontja”.

Az építészet igenis ábrázol – állítja Hajnóczy –, az ábrázolás forrása és a megvalósítás módja persze koronként, kultúrákként különböző. Az imitáció lehet külső: az építészettől függetlenül is létező formációk átvétele; s lehet belső: az architektónikus képletek átszarmazása egyik épületről a másikra. A külső imitáció legismertebb forrása a természet. A természet mint az embert körülölelő világ ábrázolása-utánzása elsősorban a prehisztórikum és az ókori építészet jellemzője, „a kozmosz, az ég, a nap, a barlang és a hegy, továbbá a kert képviseli tehát az architektúra kezdeti, naturalisztikus előképeit.” A történeti építészetet végigkísérő növény- és állatábrázolások többnyire formai átvételt jelentettek, hol ornamentális, hol szimbolikus célzattal – de a növényi és állati formák, rendszerek szerkezeti-tektonikus alkalmazására is van példa: akár az antik görög építészet koronázás-tartás-támasztás elveit, akár a 20. század hatvanas éveinek méhkas- és sejtszerű alaprajzait, szerkezeteit vesszük. A külső imitáció második, hasonlóan ismert forrása az ember. A lehetőségek az emberi alakok épületeken való megjelenésétől (atlaszok és kariatidák) az épületek közvetett antropomorfizmusán át („Az épület megalapozottságának, felfelé kibontakozásának és befejezettségének vertikális sorrendisége az emberi test organizmusának vetülete.”) az emberi test arányainak az épületek méreteire való rávetítéséig terjed. A külső imitáció harmadik példáját szolgáltatják azok a szimbolikus jelek, amelyek az épületeken, leggyakrabban azok alaprajzi formájában megjelenve ilyen módon is hangsúlyozzák az épületek különböző eszmékhez való kötődését. „A legáltalánosabban elfogadott összefüggések a következők: az egyiptomi örök élet jelének és a halotti templomok alaprajzának formaegyezése, a kereszt különböző alakzatai, – a latin és a görög kereszt – visszacsengése a keresztény templom-építészetben, a háromszög alakú térforma, mint a szentháromság kifejezője, a hexagonális terek feltételezett kap-

¹² Major Máté: Az építészet dialektikája. *A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei*, XVII. kötet 1–2. szám, Budapest, 1955.

csolata a zsidóság szimbólumaival, a moszkvai Vöröshadsereg-színház ötágú csillaghoz hasonló alaprajza stb.” Végül az építészet külső átvételének számítanak az ipar és a technika világából átvett formák is, amelyek nem az építészet technikai fejlődéséből következtek, hanem más területről érkeztek, mint például „a bronzművesség sok sajátosága a prehellén és iráni építészetben, az egyiptomi, majd a görög épületplasztika iparművészeti eredetű kötőtagozatai, a tojásléc, gyöngysor stb.”, de ide tartozik a modern építészet is, amely a kortárs ipari formákból merít. „Az átvételek között az első helyet foglalják el (a flóra és az emberi alak analogiájaként kialakult „statikus” felépítettség ellenlábasaként a járművek: Az autó, a vonat, a hajó és a repülőgép egy-egy részletének átfogalmazásai. A statika helyére tehát sok esetben a dinamika – az áramvonal – lépett. A Pulmann kocsik fekvő formátumú, a hajókajütők kör alakú ablakai, hajókéményt utánzó épületkémények, a rámpa, a pillangótető stb. nem csupán spontán utánzatai a technikai fejlődésünk lendületét szimbolizáló air-line-nek, hanem irodalmilag – tehát elvileg is – alátámasztott architektonikus törekvések kifejezői.”

Az építészet belső imitációja – az építészet saját világának újraélése – sokkal általánosabb, jelentősebb és ismertebb, mint a külső forrásokból való merítés. Hajnóczy ezért a belső imitációt nem is tárgyalja olyan részletességgel, mint a külsőt, fontos differenciációként megkülönbözteti azonban a belső építészeti átvételek két fajtáját. Az építőanyagok és építőszerkezetek változását követő, a korábbi anyagokhoz és szerkezetekhez kötődő formák továbbélését az építészet belső, autochton törvényszerűségének tekinti, amelyek az építészet sajátos fejlődésének tünetei. Az építészeti részletek, formák, alaprajzok újbóli felhasználása, olykor teljes épületek tudatos megismétlése ugyanakkor társadalmi, politikai, kulturális okokkal magyarázható, s így az adott kor rávetülése az építészetre. A belső imitáció ez utóbbi típusának mintapéldája az eklektika, épp az az irányzat, amelylyel szemben a modern építészet részben meghatározta önmagát. A modern építészet egyértelműen elveti az imitációt, s helyébe egy „letisztult, autochton architektonikus törvényrendszert” kíván állítani, amelyben a belsőből, a szerkezetből, a funkcióból törvényszerűen következik a külső, a forma. Hogy a modern építészet is él a külső imitáció eszközével, azt Hajnóczy annak minden egyes eleme bemutatásánál igazolja: a természet szerkezetét utánozza a méhsejt formájú modern épület, az emberi testméretekre építi fel Le Corbusier is arányrendszerét, a moszkvai Vöröshadsereg-színház alaprajza az ötágú vörös csillagot jelképezi, az áramvonalas épületekben az ipari formák köszönnek vissza. A modern építészetben fellelhető belső imitációra Hajnóczy nem hoz példát – de éppen ez a példaértékű: „A szélsőséges és egyoldalú konstruktivisták és technicisták előtt áll az az objektív tény, hogy a múlt eredményeit történetietlenül elítélő és semmibevevő magatartásuk valójában a 20. századi művészeti látásmód eredménye és függvénye, s pontosan olyan történelmi jelenség és kategória – tehát változó – mint az, amit ma a múltban megtörténtek közül abszurdnak és értelmetlennek könyvelnek el, mert

a modern architektúra számtalan jelensége csak a régi törvényszerűségek új formában való felvetődése.”

A modern építészet elszánt törekvése a múlttal való szakításra korhoz kötött, s ennyiben menthetetlenül történeti jelenség, ami egyúttal azt is megkérdőjelezi, hogy a modern építészet egy történeti fejlődési folyamat betetőzése lenne; másrészt a modern építészet éppúgy lehet „formalista”, mint elődei, formái nem egyszerűen a tartalom hordozói, hanem összetett jelentésük van, s ezeknek a jelentésrétegeknek némelyike szorosan korhoz és kultúrához kötődik – ez Hajnóczy Gyula két írásának az üzenete. Nem éppen kedvező és kellemes következtetések a hazai újraéledt modernizmusnak, amely az elmélettől nem a modern kritikáját, hanem éppen annak igazolását várta. A gondolatok továbbvitelére nem is került sor, a két cikk megmaradt elfelejtett kitérőnek a szerző gazdag életművében.

A modern építészet bárminemű kritikája a hatvanas évek elején nemzetközi viszonylatban is ritkaság számba ment. Peter Collins 1965-ben a modern építészet – kétszáz év bizonytalanságot követő – klasszikus korszakának a beköszöntét üdvözli, amelyben már nincs és nem lesz szükség biológiai, mechanikus és nyelvi analógiákra, hogy ráleljünk a helyes megoldásokra, azokat a modern építészet kialakult és általánosan elfogadott saját elvei kínálják.¹³ A helyzet nem volt persze ennyire egyértelmű, s ha elvétele is, de akadt egy-egy írás, amelyik eltért az elmélet elfogadott főáramától. 1960-ban jelent meg Reyner Banham könyve a modern építészet két háború közötti időszakáról. A modern építészet klasszikusként tisztelt úttörőiről és épületeikről Banham nem kevesebbet állít, mint hogy azok születésében, formai kialakításában nagyobb szerepe volt a futurista gép- és technikatizsületnek, mint a sokat emlegetett funkcionalizmusnak. „A húszas évek jelentős alakjai között egyetlen tiszta funkcionalistát sem fogunk találni, olyan építész, aki mindennemű esztétikai szándék nélkül tervez, s ha megfogalmazódott a szándék (mint ahogy azt számos példa mutatja), akkor annak az illúziókeltés jár a nyomában: a súlytalanság, a szerkezeti homogenitás képzetének a felidézése.”¹⁴ A modern létrejöttében nagyobb szerepe volt az érzelemnek mint az értelemnek, így a funkcionalitás önmagában sosem ad magyarázatot e kor épületeinek a formai megjelenésére, azok korukat szimbolizálják az általuk megvalósított gépesztétikával. „A nemzetközi stílus megalkotói egy húszárvágással létrehozták a szimbolikus formák ad hoc nyelvét, amely azonban csak a húszas évek sajátos környezetében tudott kommunikálni, amikor az autók és a Parthenon között látványos összehasonlítást lehetett tenni, amikor a repülőgép szerkezete tényleg ugyanolyan volt, mint az elementaristák térkabinjai, amikor a hajók külső megjelenésében valóban felfedezhetőek voltak a Beaux-Arts szimmetria szabályai,

¹³ Peter Collins: *Changing Ideals in Modern Architecture*. London, Faber & Faber, 1965.

¹⁴ Reyner Banham: *Theory and Design in the First Machine Age*. London, Architectural Press, 1960, p. 162.

és a géptechnológia számos ágazatában követett additív tervezési módszer meglepő módon hasonlított Guadet elementarista kompozícióihoz.”¹⁵ Reyner Banham kritikája az Első Géporkszak Építészetének szól a „második gépkorszakból”, amelyben – Banham szerint – a modern építészet levetette ifjúkori uniformisát, s immár felnőve rátalált formától független és formalizmustól mentes valójára. Hajnóczy Gyula kísértetiesen hasonló megállapításait az ipari formákat utánzó-imitáló építészeti formákról a modern építészet jelenére is érvényesnek tartja, s ennyiben továbblép a banhami gondolaton – anélkül, hogy azt valaha is támaszként használta volna.¹⁶

Az ábrázoló-imitáló, vagy jelentést hordozó építészeti forma gondolata néhány év múlva a nemzetközi építészetelméleti irodalomban is megjelent. Udo Kultermann 1963-ban – tagadhatatlanul a kibontakozó utópista építészet hatása alatt – már nem veti el az imitáló-ábrázoló építészet lehetőségét, éppen csak a létező jelen, a létező természet helyett a jövő képeinek ábrázolását és egyben megvalósítását tekinti az építészet nagy lehetőségének. „A jelen építőművészei már maguk mögött hagyták a technikai forradalmat. Új alapot keresnek az emberi együttélés új formáihoz. Egy olyan világ vízióját teremtik meg, amely csak a formából feltáruló tapasztalat által tud kibontakozni. Nem a világ jelenlegi állapotát, hanem az ideáljai szerint megváltozott világot interpretálják.”¹⁷ Christian Norberg-Schulz – maradva a jelennél – a modern építészet formanyelvét hiányolja, s az építészet célját egy rendezett fizikai, de ugyanakkor jelentéssel teli szimbolikus környezet létrehozásában látja.¹⁸ Az építészet feladatának négy egymásra épülő rétege így a fizikai kontroll, a funkcionális keret, a szociális milió és a kulturális szimbolizáció megteremtése. A jövőt a jelenbe hozva ábrázoló építészet gondolata, bár el teljesen sosem tűnt, hamarosan vesztett erejéből, a formáiban jelentést hordozó építészet elméletének lassú kibontakozását azonban mára ismert viharos térhódítás követte.

Ha valamelyik nyugat-európai folyóiratban, angolul vagy németül jelentek volna meg Hajnóczy Gyula írásai az építészeti formáról, a teoretikusok ma talán korábban datálnák a modern építészet bomlásának kezdetét. Az építészeti forma jelentéséről és az Építészet és imitáció gondolatai a hazai építészeti, építészetelméleti és politikai közegbe teljesen idegenül csöppentek bele, miközben szinte mindenkit megelőzve ráéreztek egy nemzetközi viszonylatban is alig érelődő szemlélet-

¹⁵ *Ibid.*, p. 328.

¹⁶ Bár az írások időbeli sorrendje ezt lehetővé tette volna (Reyner Banham könyve 1960-ban jelent meg, Hajnóczy Gyula pedig 1961 szeptemberében adta le az Építészet és imitáció kéziratát), a szerzőnek tett szóbeli közlése szerint Hajnóczy nem ismerte Banham könyvét.

¹⁷ Udo Kultermann: *Der Schlüssel zur Architektur von Heute*. Wien–Düsseldorf, Econ-Verlag GmbH, 1963, p. 10.

¹⁸ Christian Norberg-Schulz: *Intentions in Architecture*. Universitetsforlaget, 1963.

váltásra. A magyarázat az építészettörténész szükségszerűen történeti látásmódjában rejlik: a történelem kontextusában nézve a jelen nem a múlt evolutív időszakának a betetőzése, s egy új, a korábbiaktól különböző és különb kor, hanem a múlt folytatása, annak része, s egyben a majdani jövő múltja is. Következésképpen a modern építészet sem mérhető más mércével mint elődei. Ma, 1996-ban mindez természetesnek tűnik, de 1961-ben leírni azt, hogy a modern építészet nem minden tekintetben nóvum – ez valóban nóvum volt.

ÉPÍTETT TEREK VIZUÁLIS ÉSZLELÉSI KÉRDÉSEI

MARTOSNÉ DULÁCSKA CSILLA¹

Az építészet Venturit, az amerikai építészét idézve „összetett és ellentmondásos” művészet.² Egyszerre kell kielégítenie funkcionális és esztétikai igényeket, egyszerre matéria és ideák szimbóluma, szolgál közösséget és ad intim teret az egyénnek, egyszerre szól mának és jövőnek. Sokunkat és közletről érint, fontos tehát jobban megértenünk az építészeti környezetet: hogyan is észleljük és hogyan reagálunk rá. Tudnunk kell, mi számunkra a jó környezet, mely egyszerre funkcionális és szép is.

Érdeemes másként, nem építészszemmel, hanem egy perceptuális rendszer szempontjai szerint is vizsgálni ezeket a kérdéseket – mondja K. Hooper, amerikai környezetpszichológus.³ Hiszen más a két megközelítés: a pszichológia inkább az észlelő ember oldaláról vizsgálja a kérdést, míg az építészeti megközelítés a mű, az építész szempontjából. A pszichológus azzal az építészettel foglalkozik, mely az észlelő ember tudatában alakul ki, míg az építész a konkrét materiális valóság és saját ideái felől közelít. A kétféle nézőpont összevetésével gazdagabb értelmezéshez juthatunk, hiszen a formák a percepciókból születnek, a percepciók pedig a formákból. Az építészet e két elem – a befogadói és alkotói oldal – viszonyában létezik; mindkettőt ismernünk és értenünk kell.

¹ Építészmérnökként a födémek alakváltozásának vizuális hatásával foglalkozik doktori kutatásában.

² Robert Venturi: *Összetettség és ellentmondás az építészetben*. Budapest, Corvina Kiadó, 1986, p. 11.

³ Kristina Hooper: *Perceptual Aspects of Architecture*. In: Carterette, E. C. – Friedman, M. P. (eds): *Handbook of Perception*. Vol. 10. New York, Academic Press, 1978.

Az építészet az észlelésről

Az észlelés az építészet központi kérdése. Az építészek kezdettől fogva formákkal, formák közötti viszonyokkal, a formák és az emberek közötti viszonyal foglalkoznak, miközben a vizuális illúzió mestereivé váltak.

Ismert példa erre a görög építészet:

„A klasszikus kor templomaiban, az érett alkotásokon szinte egyetlen pontos függőlegest, vízszintes síkot vagy egyenes vonalú élt nem találunk. A krepidoma felső síkja kissé domborodik, a párkány vonala a szélek felé hasonlóan ível, a perisztatisz oszlopai befelé dőlnek és így tovább. Az eltérés a szabályostól csupán minimális, méterenként alig néhány milliméter. (...) Megfigyelték, hogy az emberi szem, a látás fiziológiailag adott korlátai miatt a valójában egyenes vonalat (vagy síkot) torzítva érzékeli. (...) A szabályostól csak annyira tértek el, hogy ezt a minimális torzulást optikailag korrigálják. De ugyanúgy megfigyelték azt is, hogy két azonos méretű oszlop közül az, amelynek tömör háttere van, pl. egy fal, a szabadon állónál vastagabbnak látszik. A perisztatisz sarokoszlopának keresztmetszetét tehát megnövelték annyira, hogy a többivel egyenlőnek tűnjön. Mindezt szabad szemmel nem lehet észrevenni, s ez természetes is, hiszen a méretváltoztatás, a szabályostól való eltérés célja éppen az, hogy az észlelés önkéntelen torzításait az észrevétlenségig eltüntesse”.⁴

Az építészetelméleti írások bizonyítják, hogy minden korszak fontosnak tartotta a technikai ismeretek mellett a „szép” és „arányos” tudásának áthagyományozását is: „Így tégy, hogy szépet hozz létre”. Már Vitruvius az építészetrel szemben támasztott alapvető követelmények közé helyezi az eurythmiát, azaz a harmonikus megjelenést, a szemlélőre gyakorolt jó hatást.⁵ A formák, arányok, szerkesztésmódok, geometriai megoldások azóta is mind-mind ennek az eurythmiának az eszközei.

Az észlelésszichológia az építészetről

Az észlelésszichológia kritikusan közelíti meg az építészetet. Keretet teremt, amelyben a formák és a percepció viszonyát vizsgálhatjuk. Ellentétben az alapvetőbb perceptuális megközelítésekkel, amelyek az emberi válaszok és a fizikai elemek kapcsolatát vonalak és szögek szintjén vizsgálják fix viszonyítási rend-

⁴ Szentkirályi Zoltán: *Az építészet világtörténete*. Budapest, Képzőművészeti Alap Kiadóvállalata, 1980. I. kötet, pp. 151–152.

⁵ Marcus Vitruvius Pollio: *Tíz könyv az építészetről*. Budapest, Képzőművészeti Alap Kiadóvállalata, 1988. I. könyv, 2. fejezet.

szerben, itt magasabb szintű elemekről van szó, melyek észlelési rendszere a megfigyelőhöz kötött.

Amikor építészeti formákról beszélünk, többről van szó, mint materiális részletekről. A szerkezeti elemek, anyagok, méretek csak a kivitelező számára definiálják az épületet. A perceptuális élményt terek és felületek adják, nem térfogatok és területek; a megfigyelő mozgása, nem pedig egy fix euklideszi rendszer az, amelyben értelmezhetjük. Ráadásul az építészeti élményhez az is hozzájárul, hogyan elégti ki az épület a funkcionális elvárásokat.

Építészet mint tér

Az építészek leginkább terekről beszélnek, amikor terveikről esik szó. Terekről, amelyek egymásba folynak, magukba zárnak, hívogatnak, különböző tevékenységeknek adnak helyet. Egy épület háromdimenziós objektum, amely térben áll, teret zár magába és amely maga is terek csatlakozásából jön létre – „tér szervezése a térben”, mondta Saarinen.⁶

Különböznek egymástól tárgyi megjelenésének dimenziói is. Feladatukban (födémek, mennyezetek, falak stb.), de arányukban is: a gravitáció megakadályozza, hogy a magasságot ugyanúgy érzékeljük, mint a felszíni kiterjedést, a szélességet és a hosszúságot. Ez indokolja, miért törekednek a téralkotók a harmadik dimenziót is érzékeltetni karzatok, galériák, térben álló liftek stb. segítségével. Jó példa erre a F. L. Wright tervezte Guggenheim Múzeum New Yorkban, amely teljes magasságában mint belső tér köré tekeredő spirál, enyhe lejtésű rámpaként biztosítja a lefelé haladást, és egyben maga a kiállítási tér is. A mellvédek fölött kitekintve az ember állandóan áttekintheti a tér minden irányát, fényviszonyát, az egész belső magasságot.

Az építészeti tér mint feladat és probléma végigkíséri az építészet történetét. Közismert, hogy a görög építészet nem elsősorban „térművészet” volt, mégis itt fogalmazódott meg először, hogy a tömeg mellett fontos a tömegek közötti űr is, az építészet a két minőség: a vallum és az intervallum viszonyában jön létre.⁷ A római építészet már tágas, sokterű rendszerekben gondolkodott, monumentális térigénnyel lépett fel. A gótika dinamikusan áramló terekre, nagy belső magasságokra és lebegő hatásra törekedett, térigénye reprezentatív. A reneszánsz

⁶ Eliel Saarinen: *Search for Form*. New York, Reinhold Publishing Corporation, 1948. p. 254. (Idézi Robert Venturi: *i.m.*, p. 91.)

⁷ L. Hajnóczy Gyula: *Vallum és intervallum: Az építészeti tér analitikus elmélete*. Budapest, Akadémiai Kiadó, 1992.

térszemléletében a tiszta geometria foglalt el központi helyet, térkompozíciójában zárt, statikus egységet kívánt megteremteni. A barokk építészetben az időben kibontakozó bonyolult térszerkezet, a terek egymással való kapcsolata és belső, intim világa került a középpontba. Ehhez képest már csak a modern építészet tudott újat hozni, amikor a korszerű technika bázisán többféle értelmezésben is megteremtette az áramló, le nem határolt teret.

Amikor a térről beszélünk, nem szabad megfeledkeznünk arról, milyen fontos az észlelő szerepe. A tágasság, zártság érzése a megfigyelő helyzetétől függ, nem abszolút értelmű: egy hosszú folyosó rövidnek tűnik, ha a vége közelében állunk. Pogány Frigyes műveiben, előadásaiiban részletesen foglalkozott a térérzet optikai feltételeivel,⁸ de pszichológusok is végeztek kísérleteket ezen a téren. Garling⁹ kísérletei alapján úgy vélte: az, hogy mennyire nyitott, ill. zárt teret érzékelünk, a tér dimenzióinak relatív nagyságától függ. Ezzel szemben Hayward és Franklin¹⁰ kimutatta, hogy ez sokkal inkább a befoglaló magasság és a nézőtávolság viszonyának függvénye.

Építészet mint felület

Az épített teret a formák: a felületek és a felületek illúziója teremti meg. A homlokzati elemek, térfalak, felületek viszonya, egyensúlya, ritmusa erősen befolyásolja a látványt; hasonlóképpen a különböző anyagok és színek alkalmazása.

A homlokzat mint építészeti elem perceptuális szempontból fontos kettősséggel bír. Egy épületet ugyanis sok megfigyelő csak messziről, gyakorlatilag kétdimenziósan lát, a közletről szemlélőnek viszont módja van mind a három dimenzió észlelésére (esetleg nemcsak látási, hanem egyéb – mozgási, tapintási – észlelés által is). Az előbbi esetben az élmény inkább a festészettel rokon, a másodikban a plasztikával.

Jó példa erre a Gerrit Rietveld által tervezett Schröder-ház Utrechtben: távolról, főként diffúz fényben nem érvényesül a felületi elemek játéka (szokták Mondrian festményeihez is hasonlítani), míg közletről kiderül: nagyon is mozgalmas.

Ez a dimenzionális kettősség végletes értelmezésekre adott lehetőséget. Az eklektikus építészetben a homlokzatok szinte teljesen függetlenné váltak a belső térrel, sőt meg is határozták azt, a modern építészet egyik alaptétele viszont éppen

⁸ Pogány Frigyes: *Belső terek művészete*. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1955.

⁹ T. Garling: II. Judgement of open and closed space by category rating and magnitude estimation. *Scandinavian Journal of Psychology*, 1969/10.

¹⁰ S. Hayward – S. Franklin: Perceived openness-enclosure of architectural space. *Environment and Behaviour*, 1971/6, p. 37. (Idézi K. Hooper: *i.m.*, p. 161.)

az volt, hogy a homlokzat a belső viszonyok kivételése. „A külső megjelenés idomul a belső folyamatokhoz” – vallotta például Sullivan.¹¹ Az igazság a kettő között van, mondja Venturi: „Mivel a belső és a külső különböznek egymástól, a fal – a váltás helye – építészeti eseménnyé válik.”¹²

Építészet mint mozgásélmény

A befogadó mozog az építészeti térben, a különböző nézőpontokból más és más látvány tárul fel. A megfigyelő feladata, hogy ezekből a percepciókból összefüggő egészet alkosson. Így áll össze az, amit a pszichológusok sémának, prototípusnak neveznek: az építészeti objektum fogalmi reprezentációja, amely különböző érzékeinkkel észlelt impressziókból épül fel.

Zseniális és közismert példa erre a barokk térszervezés mestere, Bernini által tervezett Szt. Péter tér Rómában. Ezt a térrendszert Bernini a mozgás folyamatára szervezte. Gondosan számolt a perceptuális feltételekkel és illuzionisztikus eszközökkel módosította az észlelést. A feltáruló képek összegződnek a tudatban, így a mozgás folyamatában végső soron maga a néző építi fel azt a végső tudati képet, amelyben összefonódik a valóság és az illúzió.¹³

Építészet mint funkció

Az építészeti formáknak nemcsak vizuális követelményeknek kell megfelelniük: az építésznek megfelelő keretet kell biztosítania az emberi élet számára – a mindenkor funkcionális követelmények kielégítése elsődleges követelmény. A forma és funkció helyes viszonyának meghatározására számos kísérlet született, elég legyen itt csupán századunk néhány építészének megfogalmazására utalni: Sullivan és nyomán a modern mozgalom szerint a forma követi a funkciót – ebből születik a funkcionalizmus mint építészeti irányzat; F. L. Wright viszont vallja, hogy a forma és a funkció egy – ez az organikus megközelítés.

Pszichológiai szempontból az emberi észlelés, amely által a fizikai, épített valósággal kapcsolatba lépünk, a valóságnak a formáira irányul. Ebben a megközelítésben csak ezeknek az észleleteknek az összegződéseként értelmezhetjük a funkciót mint az épület működésével szemben támasztott elvont köve-

¹¹ Louis H. Sullivan: *Kindergarten Chats*. New York, Wittenborn, Schultz Inc., 1947. p. 140. (Idézi Robert Venturi: *i.m.*, p. 111.)

¹² Robert Venturi: *i.m.*, p. 117.

¹³ Részletesen I. Szentkirályi Zoltán: *i.m.*

telményrendszert, illetve mint egy adott épület működéséről szerzett konkrét tapasztalatot.

Ilyen értelemben a formák és percepciójuk nemcsak vizuálisak lehetnek: egyéb jellemzők (hangok, hőszugárzás, szagok, tapintás, kinesztetika, egyensúlyérzék) is belejátszanak abba, hogyan észleljük az építészetet. Az építészeti alkotás során a nem vizuális perceptuális kritériumokat is ki kell elégíteni, hiszen ezek is hozzájárulnak a térérzethez és az építészeti élményhez. Bár ezekről a kritériumokról általában kevesebb szó esik, mint a látvánnyal kapcsolatos elvárásokról, mégis sokszor jelentősen befolyásolják magukat a tereket is. A koncerttermek belső kialakításakor például kikerülhetetlen az akusztikai törvényszerűségek figyelembevétele, ami egyben a lehetséges térformákat is behatárolja. Mozgássérültek részére való tervezéskor módosult kinesztetikai feltételekkel kell számolni, és még egy egyszerű családi ház esetében is fontos lehet az áthallásokat vagy például a konyhai szagok terjedését építészeti eszközökkel korlátozni.

Az építészeti formák percepciója

Az építész célja, hogy szép és jól működő épület szülessen, igen sokértelműen teljesülhet, és a fogalmak is, hogy szép, jól működő, változnak. Különbözők a lakók, használók igényei, értékei, elvárásai is, akik az épületeket használják vagy használni fogják. Éppen ezért fontos, milyenek az építészetre adott emberi válaszok, csak az a kérdés, hogyan lehet felmérni és hasznosítani ezeket.

A K. Hooper által összefoglalt leíró és értelmező rendszer¹⁴ alkalmas keretet ad a válaszok elemzéséhez. Háromféle választ különböztethetünk meg, amelyek az információk különböző szintjén alapulnak és amelyeket az emberek különbözőképpen fejeznek ki: kognitív, affektív és szimbolikus választ.

A *kognitív válaszok* a kognitív folyamatok: az észlelés, emlékezés és információfeldolgozás mentális folyamatainak eredményei. Perceptuális információk alapulnak és perceptuális jellemzőket írnak le: a vonalak, szögek, textúra, színek alapján megítéljük a nagyságot, térbeli helyzetet stb. Az *affektív válaszok* érzelmi töltést hordoznak. A kognitív válaszok kombinációjából születnek, a megfigyelő állapotát jellemzik, de általában az építészeti formát is értékelik. A *szimbolikus* válaszok pedig az építészeti jelenlétet, üzenetet tükrözik: hogyan sikerült az építésznek egy fogalmat, jelentést a fizikai formán át kifejezni. Míg a kognitív és affektív válaszok a formák jellemzőihez kötődnek, információs jellegűek, a szimbolikus válaszok inkább az egyén előttörténetére és kulturális miliőjére jellemzőek.

¹⁴ L. Kristina Hooper: *i.m.*

Információs válaszok

1. Kognitív olvashatóság

Az építészeti környezet fontos jellemzője az összefüggés, hogy értelmezhető legyen az egyének számára. Ehhez megfelelő „kulcsokkal” kell rendelkeznie.

Kevin Lynch ezzel az értelmezhetőséggel foglalkozott a várostervezés szintjén, és azt hangsúlyozza, milyen fontos a megérthető városszerkezet. Öt kulcselemre mutatott rá, amelyek döntő jelentőségűek a környezet értelmezésében, az „imaginálhatósághoz”. Ezek a következők:

1. Utak (ezeken zajlik az emberek mozgása)
2. Kerületek (kisebb városrészek, amelyeket az emberek önálló egységeknek érzékelnek)
3. Határok (a kerületek közti határvonal)
4. Csomópontok (olyan központok, pl. terek, vasútállomás, ahol fontos tevékenység zajlik)
5. Útjelzők (olyan referenciapontok, amelyeket a tájékozódáshoz használnak, pl. kiemelkedő épületek, templom, táblák stb.).

Amerikai nagyvárosokat (Los Angeles, Boston, Jersey City) elemzett interjúk, térképvázlatok rajzoltatása, tereptanulmányok segítségével és kimutatta a különbséget, milyen kép, szerkezet él városukról a lakosok tudatában.

Ezt a szubjektív tipológiát Magana¹⁵ empirikusan is alátámasztotta, amikor a város fizikai jellemzőinek szabad verbális felsorolásával végzett matematikai statisztikai elemzést.

Lynch munkája nagy lökést adott a kognitív térkép kutatásának. Különböző városokat hasonlítottak össze; új kulcselemeket definiáltak; vizsgálták, mitől ismertek bizonyos épületek, mások nem, hogyan alakul ki az elsődleges egyetemisták kognitív térképe környezetükről stb. Sokszor azonban nem arra irányult a kutatás, hogyan észlelik környezetüket, hogyan szervezik a percepciókat rendszerré, inkább arra, hogyan rajzolnak környezetükről térképet az emberek.

A térképek erősen fogalmi reprezentációk: kimaradnak az építészeti környezet jellemző perceptuális vonásai, csak az épületek helye, alaprajza, egymáshoz viszonyított távolsága jelenik meg. Ezért K. Hooper & D. Cuff¹⁶ vizsgálatukban a környezet jellemző, az orientációban használt jegyeire helyezték a hangsúlyt.

¹⁵ J. R. Magana: An Empirical and Interdisciplinary Test of a Theory of Urban Perception. *Dissertation Abstract International*, 39, 1460B. (Idézi Séra László: A pszichológia és a környezet. *Pszichológia*, 1990/10.)

¹⁶ L. Kristina Hooper: *i.m.*

Egyetemi hallgatók ítélték meg a Campus épületeit az „ismerős – felismerhető – jellegzetes” kategóriák szerint. Az eredmények alapján olyan épületrajzok készültek, amelyek az egyes területekre jellemző különböző épületek legjellegzetesebb vonásait sűrítették magukba. Az elsőévesek ezután olyan térképeket kaptak, amelyeken ezek a „kulcsrajzok” jelezték az egyes részeket. A bizonyítékok alapján úgy tűnik, hogy ezek a sűrített „kulcsrajzok” erősen elősegítik a tájékozódást.

Lynch munkája nagyban előmozdította, hogy a várostervezésnél figyelembe vegyék a perceptuális jellemzőket. A városfejlesztés során fontos kritérium lett a város vizuális formája, legalább annyira, mint az építési szabályzatok, anyagi eszközök és a politikai szempontok.

2. Affektív reakciók

Az affektív válaszok a megfigyelőkre jellemzőek és egyben értékelőek is. Ezek vizsgálatával sok kutatás foglalkozott, sokváltozós statisztikai eljárások és ellentétes melléknevekből álló, kétpólusú skálaértékelést kívánó „szemantikus differenciál” módszerek alkalmazásával.

A legtöbb affektív válasz összefoglalható az értéktáborban, amelyet eredetileg Osgood és munkatársai dolgoztak ki az ötvenes évek végén. Az emberek ugyanis alapvetően a jó–rossz és a szép–csúnya dimenziókkal „méri” az építészetet, minden egyéb értékelés ezután következik.

Az utóbbi évtizedekben sok kutatás irányult erre: többféle faktort állapítottak meg, kimutatták az affektív és kognitív kategóriák közötti különbséget, fény derült a kutatás elméleti és módszertani nehézségeire.¹⁷

Több kérdés is felmerül az affektív válaszokkal kapcsolatban: van-e ettől az értéktáborától független affektív válasz, vagy pedig mindegyik az értéktábor sztereotípiáitól függ, melyek korábban rögződtek az egyénben. – Kik végezzék az értékelést: kellenek ugyanis az első benyomások, de az ott élők is;¹⁸ ez utóbbiakat azonban befolyásolják az emberi viszonyok is. – Az affektív válaszok a kontextusra, nem az egyes formákra vonatkoznak. Az átlagos megfigyelő azonban nem tudja megmondani, milyen vonások okozzák az affektív reakciót; a tapasztalt megfigyelőknél viszont már jelentős szerepet játszanak a szociális, személyi és politikai változók.

Úgy tűnik, nagyon sok tudatos és nem tudatos elem határozza meg az affektív választ. Amíg azonban ezeket az elemeket nem tudjuk meghatározni, nem általánosíthatjuk az építészeti formákról, környezetekről alkotott affektív ítéleteket.

¹⁷ Séra László: *i.m.*

¹⁸ E témában l. Budai Aurél: Az esztétikum és régiség kérdései a műemlékvédelemben. Műszaki doktori értekezés, 1979.

3. A kognitív és affektív válaszok közti viszony

Milyen fizikai jellemzők határozzák meg a formákra adott emberi választ? Ez régóta jelentős kérdés az építészetben, esztétikaelméletben. A kérdés azon a feltételezésen alapul, hogy *van* ilyen meghatározható formai szerkezet. Az épület szépségét keresték a háromszögben, a körökben, az ötszögű csillagban, az arany-metszésben, az emberi test arányrendszerében stb. E megközelítések tulajdonképpen pszichofizikai szempontból közelítik meg az építészeti formákat – de mint a korábbiakból kitűnik, az építészeti élmény nem közvetlenül a fizikai jellemzőktől függ, hanem ezek percepciójától. Így inkább az építészet észleléspirológiájának folyamatát kell elemezni.

Az alapvető perceptuális dimenzióknak a kognitív jellemzőket tekinthetjük (szögletesség,¹⁹ ritmus, textúra, színek²⁰ stb.). A pszichológiai válaszokat az affektív jellemzők adják (vizuális érdekesség, szépség, barátságosság stb.) E két kategóriát összehasonlíthatjuk személyeken belül vagy között, így információt nyerhetünk a kettő közötti kapcsolatról. Ez természetesen nem írja le egyértelműen az építészeti forma – emberi válasz viszonyt, mégis, ily módon belekerülhet a tervezési folyamatba az átlagos megfigyelő véleménye.

A komplexitás egy olyan kognitív kategória, amelynek az affektív válaszokhoz való viszonyát már vizsgálták. Kaplan és munkatársai²¹ pl. kimutatták, hogy a környezeti preferencia egyenesen arányos a környezet komplexitásával. Mások is hasonló eredményekre jutottak és ez összhangban van Berlyne esztétikaelméletével és a mai építészetelméleti irányzatokkal is.

Az építészet szimbolikája

Az emberi értékelés nem vezethető le csak az építészet fizikai formáiból, hiszen az emberek az építész „üzenetére” is reagálnak. Az építészet fontos jellemzője a szimbolikus jelentés és ezért fontos ennek értelmezése is. A tervezőnek az a célja, hogy mások megérthessék, „elolvashassák”, mit sugall az épület: hatalmat, tradíciót, nyugalmat, elkülönülést, befogadást, természettel való egységet. Valószínűleg ez az elsődleges álláspont, melynek alapján ítéletet mondanak az emberek. Egy templom akkor szép, ha emelkedettséget, bensőségességet sugall, egy lakóház

¹⁹ Ide kapcsolhatjuk Hajnóczy Gyula térelméletét, l. Hajnóczy Gyula: *i.m.*

²⁰ Itt kell említenünk Nemcsics Antal munkásságát a szindinamika területén, l. Nemcsics Antal: *Colour Dynamics: Environmental Colour Design*. Budapest, Akadémiai Kiadó, 1993.

²¹ S. Kaplan, R. Kaplan, J. S. Wendt: Rated performance and complexity for natural and urban visual material. *Perception and Psychophysics*, 1972, 12, pp. 354–356. (Összefoglalja K. Hooper: *i.m.*, p. 175.)

akkor, ha otthonosságot. Ez azonban korántsem egyszerű feladat az építész számára; hiszen a különböző emberek, különböző időben, különböző vizuális előtörténettel, különbözőképpen értelmezik az építészetet és az épületnek e sokféle értelmezésből kialakuló társadalmi igénynek, elvárásnak kell megfelelnie.

Összefoglalás

Tudjuk, hogy az építészet: művészet, de egyben mindennapi realitás. Tér, mely helyet ad az emberi tevékenységnek, mozgásnak, felületeivel elválasztja egymástól a külsőt és a belsőt, és otthont nyújt az emberi létezésnek. Mindez a befogadó, az észlelő emberrel való viszonyában létezik, ezért kell megismernünk, milyen is ez a viszony, mind kognitív, mind affektív, mind szimbolikus vonatkozásaiban.

Ebben segít minket az észleléspszichológia támogatásával a környezetpszichológia, mely alig 20–25 éve kialakult interdiszciplináris ága a pszichológiának. Célja, hogy rendszeresen tanulmányozza és elemezze az ember és környezete kapcsolatát: Milyen hatása van a mindennapi környezetnek az emberre? Hogyan fogják fel a környezetüket az emberek? Mit tesznek az emberek a környezetükért?

Mint láttuk, alapvető eszköze ennek az objektív igényű megközelítést szolgáló elemzésnek a környezet értékelése. Bár ezek a mérési eljárások számos elméleti és módszertani nehézséget is felvetnek, nagyon sok hasznos információt nyújtanak. Segítségükkel a sokszor személytelen tervezési folyamatba belekerülhet a felhasználó véleménye is.

IRODALOM

- Budai Aurél*: Az esztétikum és régiség kérdései a műemlékvédelemben. Műszaki doktori értekezés, 1979.
- Garling, T.*: II. Judgement of open and closed space by category rating and magnitude estimation. *Scandinavian Journal of Psychology*, 1969/10.
- Hajnóczy Gyula*: *Vallum és intervallum: Az építészeti tér analitikus elmélete*. Budapest, Akadémiai Kiadó, 1992.
- Hall, E. T.*: *Rejtett dimenziók*. Budapest, Gondolat, 1975.
- Hooper, K.*: Perceptual Aspects of Architecture. In: Carterette, E. C. & Friedman, M. P. (eds): *Handbook of Perception*. Vol. 10. New York, Academic Press, 1978.
- Mérő L.*: A többdimenziós skálázás alapelvei. *Pszichológia*, 1986/3.
- Neisser, U.*: *Megismerés és valóság*. Budapest, Gondolat, 1984.
- Nemcsics Antal*: *Colour Dynamics: Environmental Colour Design*. Budapest, Akadémiai Kiadó, 1993.
- Pogány F.*: *Belső terek művészete*. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1955.
- Saarinen, E.*: *Search for Form*. New York, Reinhold Publishing Corporation, 1984.

- Séra L.: A pszichológia és a környezet. *Pszichológia*, 1990/10.
- Szentkirályi Z.: *Az építészet világtörténete*. Budapest, Képzőművészeti Alap Kiadóvállalata, 1980.
- Venturi, R.: *Összetettség és ellentmondás az építészetben*. Budapest, Corvina, 1986.
- Marcus Vitruvius Pollio: *Tíz könyv az építészetről*. Budapest, Képzőművészeti Kiadó, 1988. I. könyv, 2. fejezet

FRITZ SCHUMACHER ÉLETE

IFJ. BRENNER JÁNOS

Emlékirataiban maga Fritz Schumacher említi (1), hogy élete a postakocsi korától a vasúti korszakon át az autó koráig terjedt: mikor 1909-ben, hamburgi építészeti igazgatóvá történt kinevezése után első útja szeretett öreg dajkájához vezette, autóval érkezett az idős hölgyhöz –, aki arra emlékeztette, hogy védencét pályás korában még postakocsin vitte rokonlátogatóba. A történet Fritz Schumacher emberi kedvességén kívül még valamire jellemző, az akkori Hamburg modernségére: 1909-ben autóval közlekedni még olyan embereknek sem volt magától értetődő, akiknek megvolt rá az anyagi lehetőségük.

Fritz (hivatalosan: Friedrich Wilhelm) Schumacher 1869. november 4-én született Brémában (Bremen). Elődei szülővárosa tekintélyes polgári családjaihoz tartoztak. Apja, Dr. Hermann Albert Schumacher (1839–90), diplomataként 1872–83 közt Bogotában, Limában, majd New Yorkban képviselte Németországot. Fritz Schumacher ezen az úton nőtt bele a Hansa-városi polgári családokat jellemző szellemi alkatba, amelynek másik szokásos módja a nemzetközi kereskedelem és hajózás világába növés volt: az erős helyi és társadalmi miliőköttéssel párosuló nyitottságba, nagyvonalúságba és modernségbe.

1899-ben Brémában érettségizett, majd Münchenben kezdte egyetemi tanulmányait. Sokoldalú érdeklődése révén eleinte ingadozott, melyik pályát válassza: kezdetben párhuzamosan hallgatott matematikát az egyetemen a műegyetemi építészeti tanulmányokkal, a müncheni művészeti élet hatása alatt döntött végleg az építészet mellett. Rövid berlini intermezzo után Münchenben fejezte be a műegyetemet, ahol közvetlenül a diploma után Gabriel von Seidl, a müncheni historizmus neves építészének irodájában dolgozott, részt vett többek között a Bajor Nemzeti Múzeum tervezésében. Párhuzamosan az egyetemmel és első szakmai szárnypróbálgatásával kezdődött kiterjedt publicisztikai tevékenysége, amely művészeti, építészeti témákon át az évek során az irodalom felé vezetett, tetőpontját az 1934-ben megjelent, „Stufen des Lebens” („Az élet lépcsőfokai” című), eleven és színes memoárjaiban elérve.

Első önálló tervezési munkája, a dél-tiroli Prösels várának átépítése után 1895–99 között Lipcsében (Leipzig), Hugo Licht városi építési tanácsnok munkatársaként dolgozott. Részt vett a lipcsei új Városháza tervezésében, önálló megbízásként pedig a Kereskedelmi Főiskola épületét tervezte. A historizmustól való eltávolodását és önálló útkeresését mutatják építészeti fantáziaábrázolásai – Nietzsche- és Wagner-emlékmű-variációk, üzletházak ideális tervei – sokoldalúságára jellemző részvétele színdarab rendezésekben és díszlettervekben, valamint két 1899-ben megjelent könyve, „Leon Battista Alberti und seine Bauten” és „Im Kampf um die Kunst”.

Már harmincéves korában a drezdai műegyetem építészkarán egyetemi tanár lett. Oktatói munkája mellett ismét új feladatkört talált: a szakmai szervező-kezdeményszerző munkát: 1906-ban Drezdában szervezte a III. Német Iparművészeti Kiállítást, majd 1907-ben – olyan hasonló szellemű személyiségekkel együtt, mint Hermann Muthesius, Friedrich Naumann, Hans Poelzig és Theodor Fischer – részt vett a Deutscher Werkbund megalapításában. Már a kiállítás is az ipari tömegtermelés által felvetett esztétikai problémák megoldását célozta, amit azután a Werkbund felkarolt és kitágított szinte az egész művi környezetre. 1909-ben épült Fritz Schumacher egyik markáns alkotása, a drezda-tolkewitzi krematórium.

Schumacher oktató tevékenységének érdekes mozzanata, hogy hallgatói közé tartozott Erich Heckel, Ernst Ludwig Kirchner és Franz Bleyl, akik később a német expresszionizmust megalapozó festőcsoport, a „Brücke”, tagjai lettek.

Schumacher még egy jellegzetes drezdai kezdeményezésben vett részt, a hellerai kertváros kialakításában, amely a Werkbund előkészítői közé tartozó, reformorientált „Deutsche Werkstätten für Handwerkskunst” üzemi telepként indult, de hamarosan Ebenezer Howard kertváros-ideálja hatása alatt ezen túlőve, átfogó életforma-kísérletté vált. Hellerau része volt a Heinrich Tessenow által épített „Festspielhaus”, amely a modern táncpedagógia egyik kiindulópontja és Paul Claudel korai színművei bemutatójának helye lett. Schumacher, ismét Muthesiusszal és Fischerrel együtt, az egyes építészeti terveket elbíráló művészeti szakbizottság tagja volt – jellemző módon a terv egyébként elismert minősége ellenére még Henry van de Velde egyik tervét is visszautasították, mint nem a kertváros koncepciójába illőt. (2)

Ezt a sokoldalú és szerteágazó szellemi életet Schumacher nem könnyen hagyta el, amikor élete 1909-ben döntő fordulatot vett: Hamburgba hívták, először a városi magasépítési hivatal igazgatójának, majd építésügyi főigazgatójának. Hamburg ez időben éppen maga mögött hagyta nagyvárosi fejlődésének első szakaszát – 1900 körül megépült a szabad kikötő nagyszabású klinkerarchitektúrát mutató raktárépület együttese, elkezdődött a történelmi belváros átalakulása iroda- és üzletháznegyedde – és új, megoldásra váró kérdéseket tett fel a városi politikusoknak és városépítőknél. Elsősorban az egészségtelen lakásviszonyok, a túlzásúfoltság

enyhítése állt napirenden – még nem is olyan régen 1892-ben kolerajárvány pusztított a városban –, valamint a hirtelen megnőtt és kikötőjével, kereskedelmével nemzetközi szerepkörű nagyváros köztisztviselőinek építészeti megfogalmazása. Nem túlzás azt mondani, hogy 1933-ig tartó munkája – amikor a nácik „jóvoltából” kényszernyugdíjazták – új arcot adott a városnak. Nagyszámú középülete sorából kiemelkedik a Hamburgi Történeti Múzeum, a Képzőművészeti Főiskola, a Trópusi Betegségek Intézete, a Kézműipari Kamara (Handwerkskammer), a Pénzügyi Hatóság, a Johanneum-gimnázium, az ohlsdorfi krematórium és sorolhatnánk tovább. Városépítési szempontból kiemelkedik a Mönchebergstraße áttörése (budapesti hasonlattal élve, ez Hamburg „Rákóczi útja”), az irodanegyed (Kontorhausviertel) kialakítása, megteremtve ezzel Fritz Höger zseniális épületének, a Chilehaus-nak városépítési előfeltételeit, a Városi Park (Stadtpark) koncepciója és nem utolsósorban, a nagyszabású szociális lakásépítés városépítési irányítása. Ez utóbbi az első világháború utáni éhínség és lakáshiány együttes leküzdését célzó langenhorni önellátó kertvárossal kezdődött, majd a húszas években némiképp javuló körülmények közötti Dulsberg és Jarrestadt városrészekkel folytatódott, mindaddig, míg Hamburg és (ottani kollégája, Gustav Oelsner jóvoltából) a szomszédos Altona körül új lakónegyedek „évgyűrűje” nőtt. Noha a két város gyakorlatilag egybe volt építve, mégis közigazgatásilag élesen elhatárolódtak (Altona az 1937-ben végrehajtott Nagy-Hamburg-törvényig Poroszországhoz tartozott) – Hamburg fejlesztésének a közigazgatási határon túlmenő kérdései késztették Schumachert intenzív foglalkozásra a regionális tervezéssel. Többek között ez a kérdéskör adott alkalmat elméleti tevékenységre kényszernyugdíjazása után is – részt vett a Deutsche Akademie für Städtebau und Landesplanung munkájában, publikált ezen és a szűkebben vett építészeti témákban („Strömungen in deutscher Baukunst 1800”, 1935, és „Der Geist der Baukunst”, 1938).

Fritz Schumacher építészeti és városépítési összteljesítményét talán egy 1931-ben megjelent könyv címe foglalja össze legjobban: „Von Großstadt, hansischem Geist, Grüngürtel, Schule und guten Wohnungen in Hamburg” („Nagyvárosról, Hanza-szellemről, zöldövezetről, iskoláról és jó lakásokról Hamburgban”) – szerzője egyébként Hans Leip hamburgi író, aki a magyar közönség előtt név szerint messzemenően ismeretlen, de bizonyára annál ismertebb egy műve: a „Lili Marlen” szövege.

Az időrendben visszaugorva, meg kell említeni még Schumacher életének 1920–23. közötti intermezzóját, amikor – Hamburgból átmenetileg kikérve – Köln város műszaki tanácsnokaként irányította a volt erődöveget beépítését. Köln főpolgármestere akkor nem más volt, mint Konrad Adenauer, akinek már ekkor is jó „szimata” volt munkatársai kiválasztására.

Fritz Schumacher életének utolsó éveire komor árnyat vetett a háború: lakása, értékes könyv- és műgyűjteményével egyetemben, bombatámadás áldozata lett, ő

maga súlyosan megbetegedett. Ennek ellenére a háború után azonnal nekilátott az újjáépítés szellemi előkészítésének, melynek 1945. októberi, „Zum Wiederaufbau Hamburgs” című beszédével irányt adott. Legyengült szervezete azonban nem tudta leküzdeni a háború utáni nélkülözést – 1947. november 5-én hunyt el.

FRITZ SCHUMACHER ÉLETMŰVE

Építészet

Schumacher életművének építészeti részét elsősorban középületek jellemzik. Szakmai életének nagy részét közszolgálatban töltötte, de már előtte magánépítésként is elsősorban közmegebízásokon dolgozott. Pályafutását mégis néhány magánmegebízással kezdte, a dél-tiroli Prösels várának átépítésével egy gazdag magánzó számára és néhány, a századfordulón épült villával.

Első jelentősebb középülete a lipcsei Kereskedelmi Főiskola (Handelshochschule) 1910-ben befejezett vasbetonvázás épülete, mely a szerkezetet a kazettás födémek alulnézetében láttatja. A nagy légteret igénylő előadótermeget Schumacher a tetőtérbe ugróan oldja meg, a főpárkány kívülről vízszintesen felezi a termeket a harmadik emeletet lezáróan – Schumacher így oldotta meg a beilleszkedést a zárt sorú beépítésbe. A bejárati ajtó félköríves beugrása a homlokzat síkja mögé szinte szívóhatást kelt és jellegzetes schumacheri motívum, megjelenik szabad architektúra fantáziáiban is, ott több szintet is átfogóan. Ennek fordított, mondhatni pozitív változata, a homlokzat síkja elé emelkedő vagy kivágásban megjelenő síkban záródó szegmensíves alaprajzú homlokzati elem szinte vezérmotívumként követhető Schumacher építészetében. A homlokzat hangsúlyos elemei porfírból készültek, a vakolatkezelés finom textúrája már Schumacher későbbi klinkerarchitektúrájára utal.

Fritz Schumacher drezdai éveinek eredménye a drezda-tolkewitzi krematórium monumentális épülete. A bejárati oldal előtti vízmedencében tükröződve az épület mintegy megkettőződik, az Elba felé néző homlokzat – amelyen az említett vezérmotívum megjelenik – tornyokkal és a főtömeg elé állított árka dos udvarral kap hangsúlyt, mindezzel kiegészítve az Elba-menti kultúrtáj építészeti hangsúlyainak ritmusát.

Schumacher hamburgi középületeinek szembeszökő programmatikus vonása a klinker homlokzati alkalmazása, amivel kettős sikert aratott: a századforduló építészeti reformmozgalmaiba, amelyek szembefordultak az eddig uralkodó, historizáló, eklektikus irányzatokkal, jól beillett a finom textúrájú, gazdag variációs lehetőségeket nyújtó klinkerfelületek anyagszerű hatása, ugyanakkor megfelelt a tradicionális ízlésű, az északnémet téglagótika hagyományain nevelkedett közönség

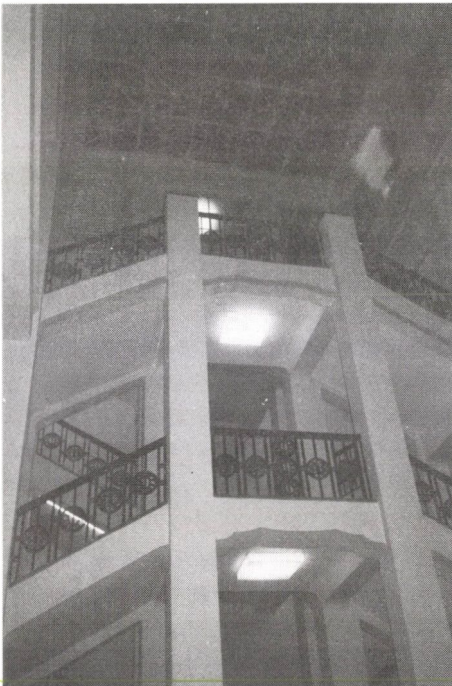
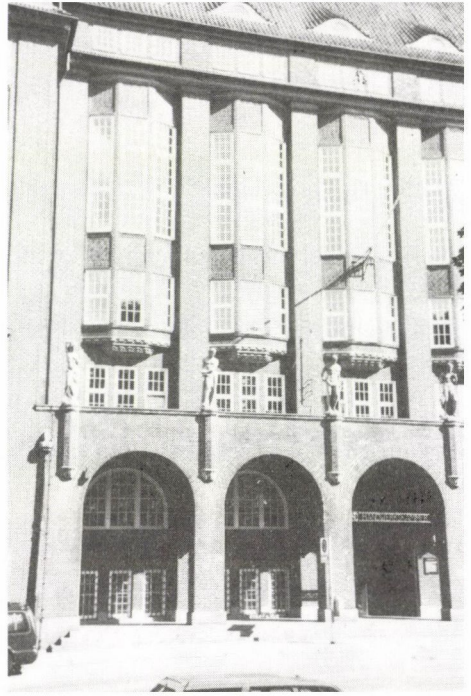
elvárásainak. Schumacher épületei az első világháború után formailag egyszerűsödnek, a Neues Bauen formavilágához közelednek, de ez az alapvonás mindvégig megmarad és a kortárs hamburgi építészeknél általánosan elfogadottá válik – gondoljunk csak Fritz Höger munkásságára a nagy irodaházaknál vagy a lakásépítési program szinte kivétel nélkül klinkerhomlokzatokkal realizált lakónegyedeire. Hamburg így érte el Schumacher, Höger és kollégáik munkája eredményeként azt, ami kevés modern nagyvárosnak sikerült: legszélesebb formai sokszínűség mellett, amely tradicionalista „Heimatstil” ízű épületeken, a reformarchitektúrán és expresszionizmuson át később a „Neues Bauen”-ig minden aktuális építészeti tendenciát magába foglalt, nagyfokú egyöntetűséget mutatott és lakóinak azonosulási lehetőséget nyújtott, más szóval egyszerre volt tradicionális és modern.

Schumacher építészeti életművén végigvonul egy másik vonás is, a társ-művészetek, különösen a szobrászat integrálása. Állandó partnere, épületei kerámiadíszeknek és szobrainak fő alkotója Richard Kuöhl.

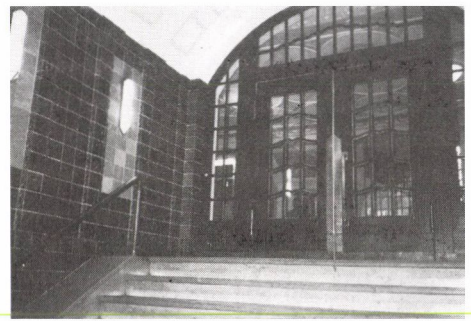
1909-ben kezdte tervezni, majd 1910–14 között építette a *Trópusi Betegségek Intézetét* (mai teljes nevén Bernhard-Nocht-Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten). Az intézet nem véletlenül volt Hamburgban, hiszen a világ minden részéről befutó hajók legénysége és utasai gyakran hurcoltak be maláriát és hasonló trópusi betegségeket. Az épületnek városképileg is szimbolikus jelentőségű elhelyezést talált Schumacher, az Elba feletti magaslaton az aszimmetrikus tömeg főhomlokzata a kikötő felé fordul. A második világháborúban megsérült épület a helyreállítás során vesztett karakteréből, megmaradt az L alakú középtractus nyugati tornyával; ahonnan a nagyvonalú, a klinkerfelületet kváderlizenákkal tagoló főhomlokzat kelet felé kifejlődik.

A lebombázás és egyszerűsített újjáépítés sorsára jutott az 1911–13 közt épült, Schumacher első hamburgi fázisának programmatikus elemeit jól mutató *Képzőművészeti Főiskola* (Hochschule für Bildende Künste, eredetileg Kunstgewerbeschule). A magas tetőidomok, a kerámiai és plasztikai részletek nagyrészt elvesztek, megmaradt a sötétvörös klinker-épülettömeg háromszintes főtractusa a központi, kétszintes csarnokkal, amelyből a főlépcső vasbetonvázaz szerkezete, mintegy előlegezve a húszas éveket, nyílik.

Schumacher két további középülete a Wallringen, a történelmi városrerődítés helyén létesült körúton helyezkedik el: a *Kézműipari Kamara* (Handwerkskammer, eredeti nevén Gewerbehause; 1912–15) zárt sorú beépítésében a belső oldalon és a *Hamburgi Történelmi Múzeum* (Museum für Hamburgische Geschichte, 1914–23) a külső oldalon, szabadon állóan egy hajdani bástya területén. A Kézműipari Kamara hétszintes épületének főhomlokzatát a középső rész visszahúzása révén két oromfalas rizalit határolja, a homlokzatot a végigfutó földszint fogja egybe (1. és 2. fénykép). Nagyszabású térhatást nyújt az összes szinten átmenő lépcsőház csarnoka (3. és 4. fénykép). A Hamburgi Történelmi Múzeumot Schumacher maga egyik főművének tekintette és annak idején tárgyilagos prezentációjával mu-



1. Kézműipari Kamara (Handwerkskammer), homlokzat
2. Kézműipari Kamara, a homlokzat középső része
3. Kézműipari Kamara, lépcsőház
4. Kézműipari Kamara, bejárat szelfogó



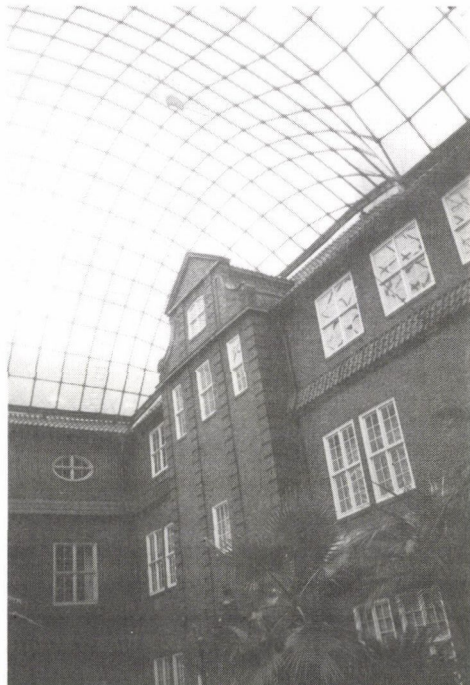
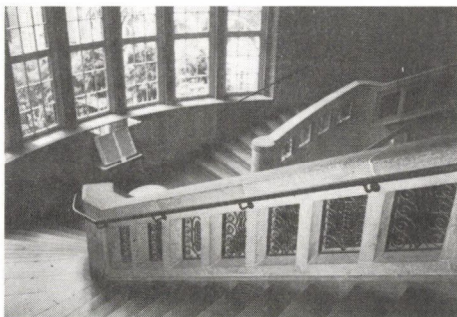


5. Hamburgi Történeli Múzeum (Museum für Hamburgische Geschichte), bejárati cour d'honneur

6. Hamburgi Történeli Múzeum, bejárati csarnok a lépcsőház indításával

7. Hamburgi Történeli Múzeum, lépcsőház

8. Hamburgi Történeli Múzeum, az udvar üveg-fedése



zeológiailag is előremutató volt. A volt bástya alakját követő és ily módon nem a körüt szabályozási vonalához igazodóan elhelyezett klinkerépület kívülről kétszintes benyomást kelt, valójában négyszintes. A bejárati cour d'honneur (Hermann Hipp hamburgi műtörténész szerint) csaknem szakrális hatású lépcsőcsarnok felé vezet (5.–7. fénykép). (3) Az épületszárnyak belső udvar körül csoportosulnak, amelyet műemlékvédelmi szempontból is sikeres beavatkozással 1989-ben hálószerkezetes üvegtetővel láttak el (8. fénykép). Schumacher az épület rendeltetéséhez illően, az 1842-es tűzvészben elpusztult hamburgi épületekből megmentett spóliákat ügyesen beillesztette a külső falakba.

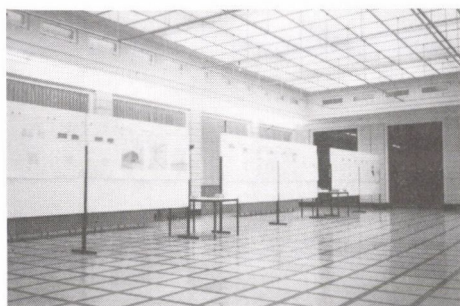
Schumacher számos iskolája közül itt csak néhányat ragadunk ki. 1912–14 között tervezte a *Johanneum* épületét, amelyre a nagy hagyományú, 1529-ben a protestantizmus bevezetése után szekularizált Szent János-kolostor épületében alapított elit gimnáziumnak a belvárosból szükségessé vált kihelyezése adott okot. Schumacher itt a háromszárnyas cour d'honneur-t alkotó, azt az utcai oldalon árkádsorral lezáró régi Johanneum elrendezését élesztette újjá. A középső épületszárnyat hatalmas, kontyolt tető fedi, az oldalszárnyakat alacsonyabb manzárdtetők. A főszárny előtt elliptikus alaprajzú középizalit-formájában ismét megjelenik az ismert schumacheri motívum, amely mögött a lépcsőház és az aula helyezkedik el. Az ívben a tartózkodóan faragott kővel keretezett öt bejárati ajtó fölött karcsú arányú, finom hálózatos osztású ablakok emelkednek, a klinkerburkolat fűgahálózatát mintegy folytatva.

A húszas évek pedagógiai reformtörekvéseinek építészeti megfogalmazására jó példa a *Walddörferschule* (Volksdorf városrészben, Im Allhorn 45, 1929–31). A tanári kar a szabad természet és a vidéki kultúra („ländliche Kultur”) közelségéből kívánt a neveléshez hasznot húzni, így az iskolát a lakott terület szegélyén, szép táji fekvésben helyezték el. Noha az épületszárnyak szimmetrikus elrendezésű, mégis Schumacher talán itt van legközelebb a Bauhaus formavilágához: a két főtraktus (eredetileg elemi és középiskola, ma az egész együttesben gimnázium van elhelyezve) lapos tetős, mindössze kétszintes, közöttük a bejárati oldalon a közös aula helyezkedik el, vele szemben a sportpálya és a tornatermi szárny – az egyes épületszárnyakat mindössze egyszintes nyaktagok vagy oldalt nyitott átjárók fogják egybe, eleget téve a táj felé nyitottság követelményének. Ez utóbbit szolgálták a gondosan kiképzett teraszok is. A belső udvarba 1979–81-ben a szüneti tartózkodásra szolgáló csarnokot építettek, de az együttes összképét sikerült megőrizni. A Bauhausnál szokásos vakolatfelületekkel ellentétben Schumacher itt is klinkerrel dolgozott, nagy súlyt helyezve a részletekre és a szobrászati díszekre is.

Köztisztviselő léte Schumacher viszonylag ritkábban szembesült építészeti feladatként az irodaház műfajával, tekintve, hogy korábban a legtöbb ilyen a magángazdaságnak épült (a közigazgatás erős felduzzadása Hamburgban is csak a második világháború után indult meg), de itt is produkált egy városképet meghatározó épületet. A *Pénzügyi Hatóság* (Finanzbehörde, 1918–26) nyolcszintes,



9. Pénzügyi Hatóság (Finanzbehörde), városképi szituáció



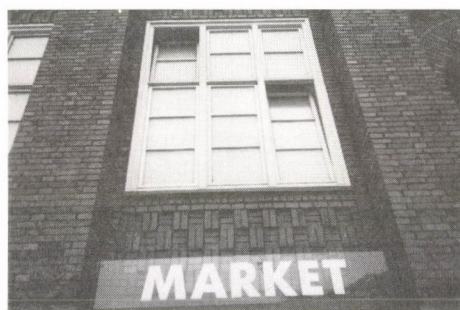
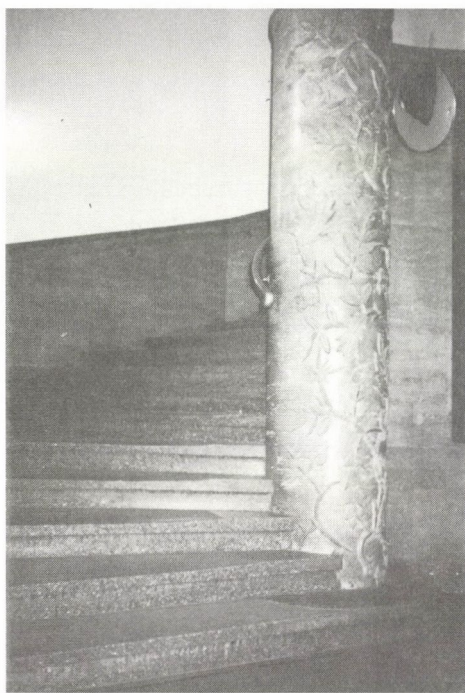
11. Pénzügyi Hatóság, volt pénztárcsarnok, jelenleg kiállítóterem



10. Pénzügyi Hatóság, a térre néző homlokzat

klinkerrel burkolt vasbeton-szerkezetes épülete négy szárnyal udvart zár körül. Az épület a belváros egyik eleven, urbánus atmoszférájú terének (Gänsemarkt) egyik sarkát alkotja, a városképileg fontos épületsarkot Schumacher hengeres alakú toronnyal hangsúlyozza, amelyen szinte zsanérként fordul a homlokzat a sarkon át (9. fénykép). A lépcsőzetesen hátraugratott két felső szint – a húszas évek hamburgi irodaházainak jellegzetes felső záródása – lehetőséget ad Schumachernek a saroktorony szabadon álló kiképzésére (10. fénykép). A volt pénztári csarnok, jelenleg díszterem, banképületre emlékeztet (11. fénykép). Az épület földszintjén a hamburgi merkantil szellem a középkorok jobb hasznosítására irányuló törekvések keretében a nyolcvanas években üzletek beépítéséhez vezetett, de műemléki szempontból kifogástalanul igényes megoldással – sőt, mondhatni, Schumacher szellemében, hiszen a lipcsei Kereskedelmi Főiskola épületének földszintjére ő maga tervezett boltokat (12.–14. fénykép).

Schumacher pályája ívének elején első nagyszabású épülete a drezda-tolkewitzi krematórium volt, az ív végén azonos rendeltetésű épület áll, a *hamburg-ohlsdorfi köztemető krematóriuma* (1930–32). A szimmetrikus épületcsoport alagsora felett, amely a műszaki berendezéseket rejtí és a bejárati oldalon lépcsős terasszá szé-



- 12. Pénzügyi Hatóság, főbejárat
- 13. Pénzügyi Hatóság, lépcsőrészlet
- 14. Pénzügyi Hatóság, homlokzati részlet

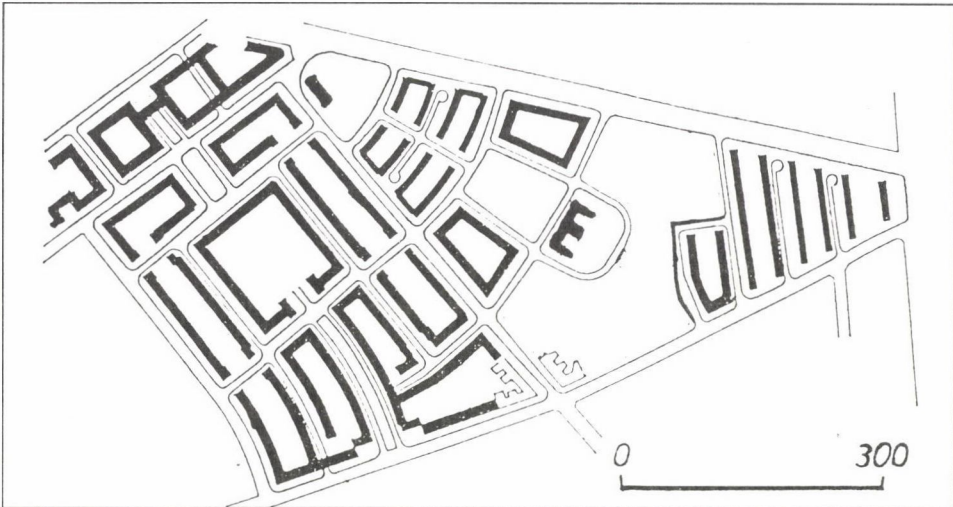
lesedik, emelkedik a ferde oldalfalakkal kiképzett központi ravatalozó, melyet két oldalról alacsonyabb ravatalozók és összekötő folyosók kereteznek. Mint Hermann Hipp műtörténész mondja, a „tűzön átment” homlokzati anyagok (klinker, kerámia és bronz) szinte önmaguktól adnak méltóságot a külsőnek. (4) Az utcai főhomlokzaton még egyszer felcseng a schumacheri motívum, ezúttal a nyolcszög három oldalával záródó erkélyszerű kiugrás formájában, amely a kéményeket takarja, felette óra jelképezi a mulandóságot. A központi ravatalozó szerkezeti megoldása rendkívül modern és egyúttal kifejező, parabolikus vasbeton ívek sora alkotja a nyújtott teret. A szakrális hatáshoz színes üveglakok és mozaikok járulnak hozzá. Maga Schumacher utolsó művét egyúttal a legérettebbnek is tekintette.

Városépítés

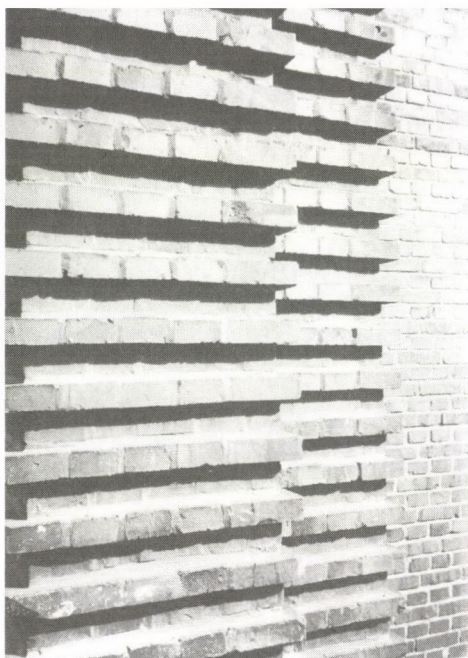
Schumacher hamburgi városépítési tevékenysége elején olyan terv áll, amely átmenetet képez a kert- és tájtervezés felé: a *Városi Park* (Stadtpark, 1910–24), Schumacher, valamint Sperber és Linne kerttervezők tervei alapján. Schumacher szemében a park „szabadtéri népház” („Freilicht-Volkshaus”) volt, a nagyváros lakóinak rekreációs igényeit kielégíteni hivatott. A 180 hektáros park, szigorúan geometrikus fasorokkal és sövényekkel operáló térképzése a romantikus, „angolos” tájparkokkal szemben nívumot jelentett. A park főtengelyének egyik végén monumentális víztorony épült, ahonnan a nagyvonalú, fa- és bokorcsoportokkal szegélyezett rét („Festwiese”) fokozatosan lejtett az ovális, részben strandfürdőként szolgáló tóig. A tengely másik végében eredetileg egy Schumacher által tervezett városi rendezvényi központ (Stadthalle) állt, amely a második világháborúban bombatámadás áldozata lett.

Az első világháború után Schumacher előtt nehéz feladat állt. A háború alatt gyakorlatilag megszűnt a lakásépítés, sok menekült is érkezett Hamburgba – hirtelen felszökött a kereslet megfizethető lakások után, ugyanakkor a város anyagilag is válságos helyzetben volt. A hamburgi parlament a kiutat a háztulajdonosokra kivetett rendkívüli, de csak célhoz kötötten, új lakások építésének támogatására felhasználható adóval oldotta meg.

Schumacher már az első világháború alatt – mint írja, a múlt századi konvencionális utcavezetést előnyben részesítő mérnök kollégáival történt enyhe össze-



Jarrestadt, helyszínrajz. Forrás: Dehio (5),
helyesbítve a hamburgi alaptérkép nyomán



15. Jarrestadt, szalagházak összefogása földszintes traktussal
 16. Jarrestadt, az előbbi épület részlete, példa a klinker virtuóz kezelésére
 17. Jarrestadt, az egyik kísérleti épület

veszés után – kialakította Dulsberg városrész rendezési tervét, majd sűrű egymásutánban következett Hamm, Horn, Jarrestadt, Barmbek-Nord, Veddel rendezési terve. Mint Schumacher fogalmazta, az új városrészek övet képeztek Hamburg régi városteste körül. A beépítés jellege többszintes, többnyire keretes, több városrészben Schumacher azonban szalagházakkal is operált. Schumacher számára, a telekárak, az építés gazdaságossága és a tömegközlekedési feltárás figyelembevételével világossá vált, hogy a lakáskérdést kertvárosi modellekkel nem tudta volna megoldani, a háborús ínség nyomása alatt létesített langenhorni kertváros egyedi eset maradt. Ha figyelembe vesszük, hogy ezek a városrészek az infláció leküzdése és a gazdasági világválság kitörése között épültek (1924–29), a körülbelül

65 ezer lakás mennyiségileg is figyelemre méltó teljesítmény. A lakónegyedeket zöldsávok, zöldövezetek hálózák át és kísérik egészen a „Luft, Licht und Sonne” szellemében. *Dulsberg* esetében egy ilyen zöldsáv északi oldalán a beépítés szimmetrikusan tükrözött-U-alakos mintát követ, mintegy átmenetet képezve a keretes és szalagos beépítés között. Schumacher egyébként itt kísérletezett egy egész tömb ellátását szolgáló, közösségi konyhával, de az efféle kommuna jellegű kordivatnak a baloldali szimpátiákat magánéleti konzervatívizmussal sajátosan vegyítő, főként szociáldemokrata érzelmű hamburgi munkásság körében nem volt igazi táptalaja. A kísérletezéssel felhagytak, a már megépült háztömböt pedig – erre a célra tökéletesen megfelelően – egyetemi kollégiumnak használták.

A városépítési térképezés szempontjából Schumacher legjelentősebb alkotása a *Jarrestadt*. A szabálytalan négyyszög alakú terület nyugati felének középpontját négyzet alakú, egyik oldalának közepén nyitott, keretes beépítésű tömb alkotja. A tömb megnyitását kétoldalt kiemelt épületszárny hangsúlyozza, melyekre ívelt, utcát követő beépítés vezet rá (helyszínrajz). A *Jarrestadt* több helyen sajátos átmenetet mutat a keretes és a sávós beépítés között: a magas szalagházak fejezt alacsony traktusok kötik össze, többnyire itt helyezték el a terület ellátásához szükséges üzleteket, közintézményeket (15. és 16. fénykép). A terület keleti részén elhelyezett szalagházaknak kísérleti lakótelep jellege volt: a „Reichsforschungsstelle für die Wirtschaftlichkeit im Bauwesen” („Birodalmi Építésgazdaságossági Kutató Intézet”) támogatásával összehasonlítás céljából hagyományosan falazott, vasbetonvázas, sőt acélszerkezetű négy szintes házak épültek (17. fénykép). Kívülről első pillantásra ez nem ismerhető fel, mert valamennyi homlokzat klinkerburkolatot kapott. A *Jarrestadt* beruházói részben magánszemélyek, részben lakásszövetkezetek, részben pedig szakszervezeti lakásépítő vállalatok voltak (18. és 19. fénykép), az egyes épületeket az akkori hamburgi építész-elit tervezte: Karl Schneider (központi tömb), Block & Hochfeld, Friedrich R. Ostermeyer, Paul A. R. Frank és mások. A lakóterület iskoláját itt is maga Schumacher tervezte (20. és 21. fénykép).

Óhatatlanul is a *Jarrestadt* összehasonlításra készítet a húszas évek más, a magyar közönség előtt ismertebb lakótelepeivel: hiányzik belőle például a bécsi Karl-Marx-Hof monumentalitása, de annak ideologizált jellege is; hiányzik a Berlin-britzi „Hufeisensiedlung” szembeszökő egyedi formája, de annak modorossága is. Megvan azonban Hamburg sajátossága, a modern nagyvonalúsággal párosuló tartózkodó komolyság. Legfőbb ideje, hogy ezt a teljesítményt legalább annyira értékeljék, mint az említett közismert párhuzamokat. Schumacher teljesítménye egyben jó példa arra, hogy súlyos hiba volna a Bauhaus-t, a CIAM-ot és a velük rokon irányokat a modern építészet egyedül üdvözítő irányzatának tekinteni. Schumacher és Hamburg példája világosan mutatja: lehetett időtállóan *szociális* teljesítményt produkálni olyan korszerű építészeti eszközökkel, amelyek provinciális „regionalizmus” nélkül a hely szelleméből nőttek ki és otthon nyújtottak



18. Jarrestadt, homlokzati részlet
19. Jarrestadt előkertés beépítés, kapubejárati részlet
20. Jarrestadt, iskola
21. Jarrestadt, iskola lépcsőházi és bejárati részlete



lakóiknak, pont olyan nemzetközi nyitottságú kikötő- és kereskedővárosban, mint Hamburg – elkerülve mind a „nemzetközi stílusból” kinőtt, mind a fasiszta, náci és bolsevista hatalmi demonstrációs építészetre jellemző banalításokat és perverziókat.

Schumacher városépítési törekvéseinek egy, a közigazgatási viszonyok által előidézett Achilles-sarka volt: mint már említettük, noha a szomszédos Altona, valamint Wandsbek és Harburg-Wilhelmsburg városokkal gyakorlatilag már ekkor szorosan egybeépült, mégsem lehetett az agglomerációt egységesen igazgatni, mivel ezek a városok Poroszországhoz tartoztak, míg Hamburg ősi Hanza-városi önállósággal rendelkezett. Mindkét oldal szakemberei – Hamburgban Schumacher, a porosz városok közül elsősorban Altona építésügyi tanácsnoka, Gustav Oelsner – arra törekedtek, hogy a napi feladatok megoldása során amúgy is gyakorolt szoros együttműködésüket intézményes alapokra helyezték. Hosszas tárgyalások eredményeként 1928-ban sikerült létrehozni a területi tervezési bizottságot (Landesplanungsausschuß), amely nyolc hamburgi és nyolc porosz tagból állt, a szintén paritásos összetételű hattagú műszaki albizottságát Schumacher vezette. A két érdekelt tartományi kormány egyezménye alapján az érintett városok és községek önkormányzati szervei kötelesek voltak településfejlesztési és tervezési ügyekben meghallgatni a bizottság véleményét, ezzel annak intézményes hatásköre azonban ki is merült, amit a részt vevő szakemberek vitathatatlan szakmai súlya komoly érdekellentétek esetén csak részben tudott kompenzálni. A bizottság 1930-ig egy, a hamburgi városházától számított 30 km-es sugarú körre összefüggő területrendezési tervet állított fel, mely két fő tervlapból állt, a szabad területek és a beépítésre szánt területek tervéből. A szabad területi terv elsősorban a beépítési szándékok által fenyegetett, tájilag és rekreációs szempontból fontos zöldterületek védelmére és városszerkezeti beillesztésére szolgált (többek között a példátlan szépségű, az Elba altonai magaspartját szegélyező parksorozat védelmére és fejlesztésére, amelyet Stendhal Nápoly, Drezda és a Genfi-tó fekvésével hasonlított össze). A beépítésre szánt területek terve a munka- és lakóterületek tagolásával, funkcionális zavarok kiküszöbölésével foglalkozott. A terv, noha jogilag nem volt kötelező, igen hatásos volt tanácsadási alapként és olyan, váratlanul felbukkant problémák megoldásánál is hasznosnak bizonyult, mint a gazdasági világválság során aránytalanul felszökött kereslet a kertészeti önellátó kistermelésre alkalmas, szükség-lakásokkal beépített telkek után. Mindez persze egységes koncepciót tételezett fel. Schumacher így fejlesztette ki híressé vált legyezőmodelljét, amely a City-ből kiindulva az Elbával párhuzamosan és a közlekedési fővonalak mentén kifelé keskenyedő sávokban, a városközpont felé mutató zöld „ékekkel” tűzte ki az agglomeráció fejlesztési irányait.

Schumacher városépítési tevékenysége azonban nemcsak a lakáskérdés városfejlesztési problémákba torkolló megoldásában merült ki. Behatóan foglalkozott a belvárossal is: már az első világháború előtt részt vett a Mönckebergstraße áttö-

résének kialakításában, majd 1921-től a belváros délkeleti részében lebontott túlsúfolt, egészségtelen lakónegyedek (lakóik részben a Jarrestadtba kerültek) helyén létesített irodaháznegyed (Kontorhausviertel) városépítési tervezését irányította. Itt épült a német klinkerexpresszionizmus főműve, a Chilehaus (Fritz Höger; 1922–24) és egész sor, jellegzetesen visszaugratott felső szinteket mutató irodaépület, a Meßberghof, Sprinkenhof, Mohlenhof és így tovább. Hamburg ebből a szempontból talán egész Európa legmodernebb városa lett, a tercier szektor hasonló összpontosulásával ez idő tájt talán csak a tengerentúli New York rendelkezett. Az irodaházak klinkerburkolata modern koncepciót takart: a vasbeton-szerkezetű épületek közlekedési és „vizes” magjai körül az irodák tetszés szerint oszthatók, nagytérből kis szobákig, ma is problémamentesen megfelelnek a követelményeknek.

Schumacher hatása a kortársakra és az utókorra

Schumacher kiterjedt németországi szellemi befolyását a Werkbund kapcsán már érintettük, úgyszintén hatását hamburgi építész kortásaira. Kevésbé ismert hatása az angolszász világra. Németország reformkultúrája az első világháború előtti két évtizedben ugyanúgy példamutatónak számított, mint a weimari köztársaság szociális és művészeti törekvései – Schumacher mindkét korszakban az építészet és városépítés terén vezető szerepet vitt. 1904-ben szerepelt a St. Louis-i viláγκiállításon, majd a Werner Hegemann által szervezett és ily módon Amerikában is nagy hatású 1910. évi berlini városépítési kiállításon. Lewis Mumford 1938-ban megjelent „The Culture of Cities” c. nagy hatású művében a reformerek első sorában említi, hasonló jelentőségű Mumford szerint többek között Angliában Mackintosh, Lutyens és Unwin, Ausztriában Wagner, Hoffmann és Loos, Hollandiában Berlage, Németországban Behrens és Poelzig. Ezen nagyrabecsülés feledésbe menéséhez maga Mumford járult hozzá, amikor a második világháború után, többek között fia harctéri eleste miatt érzett érthető fájdalmából, átmenetileg elfordult a német kultúrától. (6)

A második világháborúban Hamburgot többször is súlyos bombatámadás érte, 1945-ig mintegy háromszázezer lakás, számtalan középület semmisült meg vagy szenvedett komoly károkat. Schumacher középületeinek károsodását már említettük. Legtöbbjüket helyenként egyszerűsítve helyreállították. Bombatámadások érték Schumacher lakóterületeit is. Mivel a városi politikusok és hatóságok azonban hamarosan rájöttek arra, hogy koncepcionálisan továbbra is megfelelnek a követelményeknek, gyakorlatilag változatlanul újjáépítették őket – ebben az is segített, hogy a háborút részben túlélő eredeti építészek szolgálatait, esetenként azok magántervgyűjteményét is igénybe lehetett venni. Némi túlzással azt állíthatjuk, hogy Schumacher életműve harminc év leforgása alatt kétszer épült meg.

Tovább hat máig Schumacher szelleméből a tradicionálissá vált hamburgi irodaházkultúra, amely pont-magasházakat csak városképileg indokolt esetekben alkalmazó, a tömörszerű beépítést tiszteletben tartó módon a kikötő egyes részeire kezd kiterjeszkedni – a „Kehrwiederspitze” illetően beépítésében e sorok szerzője építési hatósági szakértőként szerény részt vállalt. Mind az iroda-, mind a lakóházépítés nagyrészt követi a „klinkerkonszenzust”, az irodaházak esetében új építési (különösen hőszigetelési) technika lehetőségei alapján nagyszabású üveg-felületekkel kombinálva.

Módosított formában tovább hat Schumacher agglomerációs fejlesztési koncepciója is, a legyezőt a tengelyek végén elhelyezkedő fejlesztési „ellensúlypontok” elképzelése váltotta fel. Tovább él – és ez szinte még fontosabb – a hamburgi építésszek, városépítők legjobbjában Schumacher felelősségtudattal párosuló szellemi nyíltsága.

E sorok szerzője nem tud arról, hogy Schumachernek lett volna közvetlen magyarországi hatása. Ismeretes azonban, hogy Heim Ernő, a magyar városépítés jelentős alakja, a húszas években rövid ideig Fritz Höger hamburgi irodájában dolgozott, tehát mindenképpen szembesülnie kellett Schumacher munkásságával. A kortárs magyar építésszek között Hamburgnak egy alapos magyar ismerője volt: Borsos József (1875–1952), 1923–35 között Debrecen műszaki ügyosztályának vezetője, akinek debreceni ravatalozója a hamburgi krematóriummal pontosan egy időben, hasonló koncepció szerint épült. Borsos Debrecenben gyakran alkalmazta a klinkert homlokzati anyagként, sőt egyenesen propagálta, Fritz Högerre hivatkozva. Nem biztos, hogy 1930-as észak-németországi és skandináviai tanulmányútja során találkozott-e Schumacherrel, de hagyatéka átnézése talán tisztázhatná ezt a kérdést. (7) Ha ez az áttekintés egy magyar építésszt vagy művészettörténésszt erre inspirálna, akkor célját már ezzel is elérte.

IRODALOM, KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Az alábbi művek külön megjelölt helyeiken kívül is értékes információkat nyújtanak Schumacherről és kortársairól.

- (1) Schumacher, Fritz: *Stufen des Lebens – Erinnerungen eines Baumeisters*. Stuttgart, Deutsche Verlags-Anstalt, 3. kiad., 1949. 21. p.
- (2) De Michelis, Marco: *Heinrich Tessenow 1876–1950. Das architektonische Gesamtwerk*. Stuttgart, Deutsche Verlags-Anstalt, 1991. 13–67. pp.
- (3) Hipp, Hermann: *Freie und Hansastadt Hamburg – Geschichte, Kultur und Stadtbaukunst an Elbe und Alster*. Köln, Du Mont Buchverlag, 2. kiad., 1990. 214. p.
- (4) Hipp, *i.m.*, 450. p.
- (5) *Dehio – Handbuch der Deutschen Kunstdenkmäler; Hamburg/Schleswig-Holstein*. Szerk. Johannes Habich. München, Deutscher Kunstverlag, 1971. 84. p.

- (6) Fritz-Schumacher-Kolloquium e.V. (szerk.): *Architektur als Kunst – Die Entwurfs- und Planungskonzepte Fritz Schumachers und seiner Zeitgenossen*. Hamburg, Sautter + Lackmann, 1995. 12–14. pp.
- (7) Rácz Zoltán: *Borsos József és Debrecen modern építészete*. Debrecen, Csokonai Kiadóvállalat, 1990. 57., 71–72., 146. pp.

E helyen mondok köszönetet Dr.-Ing. *Klaus Dieter Ebert* hamburgi nyugalmazott első építési igazgatónak, aki a hamburgi városépítési hivatalok, majd a magasépítési hivatal vezetője és ebben a minőségében Schumacher utóda volt. A Fritz-Schumacher-Kolloquium egyesület elnökeként e tanulmány létrejöttét is támogatta.

Köszönetet mondok továbbá *Michael Wernecke* barátomnak és volt kollégámnak a hamburgi építésügyi hatóságnál fényképek rendelkezésre bocsátásáért.

Végül, de nem utolsósorban köszönetet mondok *Dr. Brenner János* és *Brenner Gabriella* építészeknek értékes közreműködésükért.

TÖREKVÉSEK A MAI MAGYAR MŰVÉSZI VASMŰVESSÉGBEN

PEREHÁZY KÁROLY

Az iparművészet számos ágából a kovácsoltvas-művesség kötődött legszorosabban az építészethez, elválaszthatatlan kapcsolatban állt vele, hiszen évszázadokon át mindig is elmaradhatatlan kiegészítője-kiteljesítője volt az architektúrának, funkcionális feladatokban is osztoztak, és ezt a rendeltetését ma is betölti. Ám a művesség nem csupán építészeti célt szolgált, hanem a használati és felszerelési tárgyak révén az otthonokban is szerepet kapott, hírverő feladat is jutott számára cégek alakjában, sőt a középkor alkonyától e plasztika formálását ugyancsak művelési körébe vonta.

Jelen írásunkhoz előmunkálatok alig álltak rendelkezésre, mert Koczogh Ákos „Mai magyar iparművészet. Fémművesség” c. művében (1977) szentel ugyan egy rövid fejezetet a művészi vaskovácsozásnak is, ám hézagosságánál fogva korántsem foglalkozott szélesebb körben e művességet művelőkkel, illetve korunkra jellemző formavilágra való korszerű törekvésük beható fejtegetésével. Lényegében Pölöskei József, Lehoczky János és Nausch Géza munkásságának addigi eredményeit inkább csak az említés szintjén taglalja és természetesen elemzi a művészi vasművesség újjászületésének kezdetét. Ám az elmúlt két évtizedben keletkezett műtárgyak hangosan tanúskodnak arról az útról, amelyet művelőik eközben bejártak, amely értelemszerűen nem kerülhetett az egyébként kurtasága ellenére is úttörő jelentőségűnek tekinthető művébe. A rendszeres anyaggyűjtés eredményeként csak most tudjuk igazán értékelni, hogy milyen nagy és fontos haladást jelent a Koczogh könyve óta eltelt idő. A megszorodott művek nyomán ma már más konstellációból vizsgálhatjuk művészi vasművességünk új törekvéseit. Értelemszerűen nem analizáljuk a kézművesipar peremén álló, az egyszerű mesterség színvonalán működő kovácsok tevékenységét, nem elemezzük munkáikat, csak a jellegzetes és a tendenciák bemutatásához elengedhetetlenül szükséges alkotások és azok mestereinek számbavételét tűztük ki célul. Tehát korántsem művészpályák vizsgálata vagy művészmonográfia összeállítása lebegett szemünk előtt – noha mesterenként tanulmányozzuk e korszak alkotásait –, helyüket sem kívánjuk a magyar művészi kovácsozásban kijelölni. Célunk áttekinteni a ma kovácsoltvas-

művességének az utóbbi évtizedekben megtett útját és elért eredményeit. A művek válogatásánál a mesterségbeli műfajok változataira is figyeltünk, bemutatva az iparművészet e sajátos ágának felsorolhatatlanul gazdag tevékenységéből is kiemelkedő sokarcúságát.

A magyarországi művészi kovácsolás utolsó nagy virágzását, a szecessziót követően hanyatlásnak indult, majd a két világháború között, alkalmasint e művesség eredendően konzervatív voltának hangsúlyozása okán is tévútra került, és eltekintve néhány, az eklektikától elszakadni látszó alkotástól, a stílusok versengésében a régóta értelmüket veszített formák és ornamentelek folytonos ismételtetésével a historizmus többféle irányzata éledt fel újra, mígnem századunk 50-es éveiben e művesség pangását látva zsákutcába jutását deklarálták.

E meddő esztendőket követően az 1960-as években egy akkor feltörekvő, nyitott és kíváncsi szellemű, ambíciószerű szűk vasműves gárda már nem kopírozta a néhai zsenik munkáját, hanem eldobva a letűnt korok banálissá silányult, művészileg „kompromittáltak” tartott formanyelvét, kiutat keresve szálltak síkra korunk eszmevilágát kifejező formakultúráért, és a múlt művességét átmentve új koncepciókkal és módszerekkel korunk szellemi törekvéseinek formavilágából eredő – a kor igényeinek megfelelő – kifejezésre törekedtek. Az új formákat elsőnek kereső kicsiny pionír csapat a szűkebb szakmán belül fényessé vált nevű mestereiktől (Bieber Károly Munkácsy-díjas, Sima Sándor aranykoszorús műlakatos stb.) az alapos technikai ismereteket elsajátították, az anyag tiszteletét és az abban való gondolkodást megtanulták, ám a letűnt korok eszmevilágán nevelkedett mestereiktől a művészi vasművesség mai kifejezési módjára iránymutatást nem kaphattak, ezért csupán önerejükből, a ma gondolatvilágán formálódott szemléletükre és művészi látásmódjukra hagyatkozva kísérelték meg a kor igényeinek megfelelő, a ma emberéhez szóló műveiket alakítani. Ám nemcsak közvetíteni akarták a más művészeti ágakból ellesett új stílust, hanem azt a hazai vasművesség formarendszerében megteremteni is. Elevenen reagáltak a kor művészeti áramlatára, ennek nyomán a konvenciók elhagyásával a kovácsoltvas-művesség művészi nyelvújítását tűzték ki céljukul, és az új iránti akarat manifesztálódik munkáikban. Fantáziájuk csapongásának szabad utat engedve a százféle köntöst öltött alkotásaikon a vízszintes és függőleges összetevőkkel, valamint az azokból adódó geometrikus elemekkel, továbbá arányvariánsaival szerkesztett vonalrajzok metszően tiszta logikus világossággal és ötletes alakzatba rendezéssel rendkívül változatos összképben jelentkeznek, miáltal alkotóik a tiszta forma abszolút eszményeit érvényesítik, és munkásságuk egy új korszakot nyitó szintézis erejével lángol fel. Az így alakított pontosan áttekinthető szerkezetek az egyenes, mereven sorakozó vasak ellenére sem ridegek, mert a feszes vonalakból kibomló síkok, hajlatok, nemkevésbé a tűzikovácsolásból adódó esetlegességek azt feloldják és játékos formává teremtik. Lelkes erőfeszítéseik nyomán a sok variáció erőteljesen színesíti és teszi polifónikussá mai kovácsoltvas-művességünket.

Félrevezető volna azonban e törekvések általános eluralkodását bizonygatni, netán unisono egyformán lelkesedve követik azt az irányt, ugyanis némelyek – akikben még élnek a múlt formái, vagy a már sorozatban régen kiadott mintalapok stílusretardációjából nyertek invenciót, illetve kaptak ösztönző „ihletést” –, napjaink formai variációinak csak nagy tartózkodással, tétovázva tesznek engedményeket, nehezen törnek ki a kísérletezés köréből és – retorikai különbözőségekkel – a múlt hagyományait megújítva-átigazítva, kisszerű mentalitású korszerűbb átírással, új értékke érlelés próbálkozásával követik a tradicionális stílusokat, ám e felemás modernkedés a tájékozódási pontok tévesztésével a továbbfejlődést fékezi, ami végső soron a fiáskó veszélyével jár. E kísérletezések jobbára már a jelenlegi művészi vasművességünk fő áramlatán kívül zajlanak le, és még szekunder módon sem motiválják a valóban új formák iránti törekvéseket.

Korunk kifejezésére törekvő mesterek tudatosan azonban csak a formában-tartalomban keresték mai mondanivalójukat, technikájukban mindenekelőtt a régtől ismert hagyományos tűzikoácsolással alakítják tárgyaikat, noha az évszázadok mélyében gyökerező technika, a tűzben izzított vas megmunkálása már az új formát is jelentheti, hiszen a meglágyult vasat a kovács tárgyának-funkciójának célja szerint kedvére alakíthatja. A tradicionális munkaeszközök tára azonban kitágult. A kovácsolás nehéz munkájában szerepet kap már a gép, – a légalapács. Az egykor csupán az elemek összeerősítését könnyítő lánghegesztésnek új feladat jutott, a formaalakítás eszközévé lépett elő, hiszen szűrőlángjával a vaskos kazánlemezről figurális vagy ornamentális motívum könnyűszerrel mintázható. Az új látásmód újfajta technikát is hozott létre. A hegesztőtechnika olykor a felületek alakításának is eszközévé vált, miként a kémiai eljárások úgyszólván végtelen sora vagy a különböző fémek egymásra hegesztésével létrehozott változatos textúra.

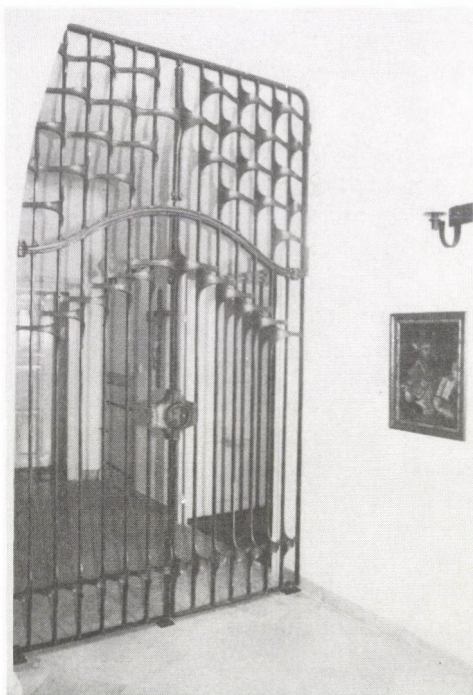
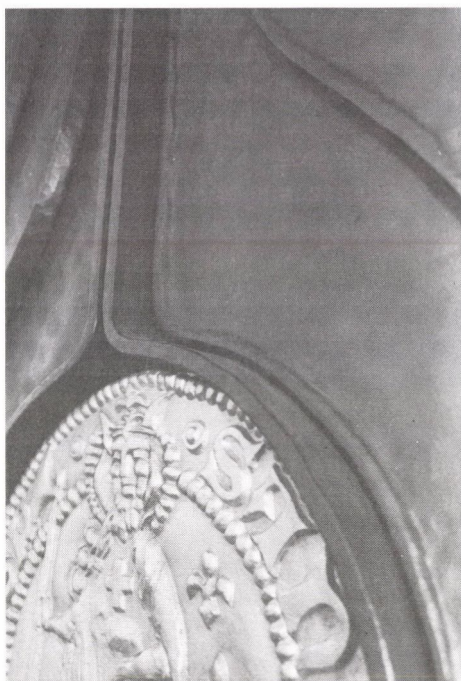
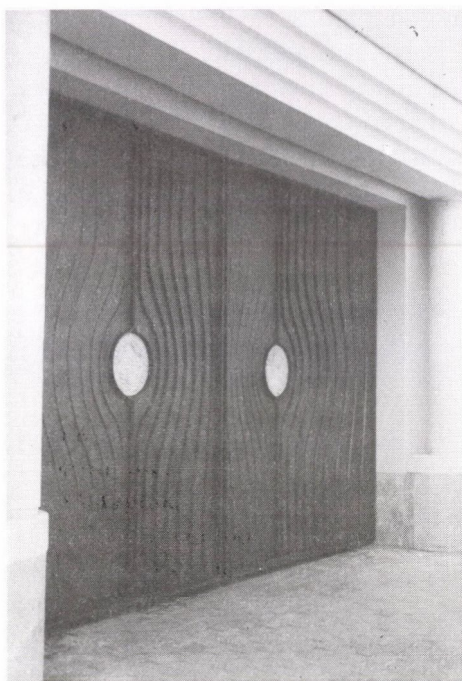
Az új látásmód és korszerű technikai variációk szükségességének felismerésével új utakra terelődött, igazi lendületet kapott a honi kovácsoltvas-művesség, és stílárisan igen változatos, de elsősorban a szerkezet primátusán alapuló új formanyelv meghonosításán fáradoznak művelők, és ez különféle kifejezési módot is jelent az azonos eszmeáramlatból merítő vasművesek között. Jelenti ez azt, hogy korunk formavilágának alkotóelemeit csaknem lehetetlen rögzíteni, morfológiai határok közé szorítani, hiszen a görbék, az ellengörbék, a spirál, az egyenes és az ezekből alkotott szögek sora, a félgömb, a kör, az ovális, a hajlatok és a domború alakzatok egyaránt megjelennek, és ezek minden különbözőségük ellenére ugyanazon princípiumon nyugszanak.

A változások élén az építészet járt, mesterségüknek-művészetüknek ez szabott elsősorban irányt, ezt követték, ám az architektúra funkcióját kiegészítő, megjelenését gazdagító rácsok mellett a betérésre csábító ötletes cégérek, az élet kerekeit megszépíteni hivatott iparművészeti tárgyak sora, de még az olyan csekélynek tűnő munkák tekintetében is, mint például a betűtípusok mintaláncolatának ugyancsak új formát teremtett az új kifejezés iránti igény, jelezve a mesterek sok-

felé tekintő érdeklődését, de túllépve a kovácsoltvas-művesség szűken vett határait, a plasztika műfaját is tevékenységük körébe vonták. Az artisztikus vasművesség e széles skáláján munkálkodók révén lépett az egészséges fejlődés útjára és nyert szilárd alapot a korszerű hazai művészi kovácsolás. Ám hogy vasműveseink mennyire változatos módon adnak kifejezést az új törekvéseknek, a korszerű irányvonalnak, azt egyes mesterek oeuvre-jén keresztül vizsgáljuk és kaphatunk hiteles keresztmetszetet kovácsoltvas-művességünk jelenlegi helyzetéről.

Az új forma keresésének és sikeres megvalósításának félreérthetetlen jeleit mutatják a modern magyar művészi vasművesség alakulását jelentősen befolyásoló és meghatározó személyiségévé nőtt *Lehoczky János* nagyívű, erős árasztó, az architektus érzékével „felépített”, az építészettel egybeolvadó, annak fontos tényezőjét adó rácsai, vaskapui. Kétségbevonhatatlan sajátossága révén különösen kiemelkedik az újértelmű rácsszerkesztés vonulatába illeszkedő budavári Hilton-szálló északi homlokzatát záró rács, amely ugyan csupán egy formaképző elemet ismétel, azonban más-más nézetből folyton változó kép tárul szemlélője elé és teszi igazán élményszerűvé a látványt. Ilyen véletlen, hogy e művének képei végigjárták a szaksajtót itthon, de még a külföldi periodikákban is méltó helyet kapott. Az inventori leleményességet tükröző szuverén jegyekkel komponált Külkereskedelmi Bank pécsi székházának a lemez duzzasztásával formált, ornamentesteremtő erővonalakkal tagolt és Nagy Lajos király középkorban Pécssett vert aranyforintjának felnagyított aranyozott bronz másával díszített tömör vaskapuja (1., 2. kép), a Párizsi Magyar Intézet INSTITUT HONGROIS feliratot hordozó, szilárd struktúrát árasztó portálja, a Dunaújvárosi Vasmű masszív benyomást keltő hatalmas kapuja, a Győri Egyházmegyei Kincstár folyosót lezáró finom tagolású rácsa (3. kép) stb. jeles műveiként tartható számon. Friss gondolatot tükröznek a veszprémi Vámosi úti temető kapuszármnyait behálózó, erőtlől feszülő laposvas elemek lendületes összefogó vonalvezetése, napjaink építészeti technológiájának szigorú rendszerét idézve. E nagyméretű (6000×2000 mm-es) kétszárnyú kapu mozgatása – mivel görgőt nem igénylő, vagyis önhordó – különösebb erőfeszítést nem kíván. E formailag és szerkezetileg kifogástalan alkotásával új szint vitt a rácsrendszerek formavilágába és talán a legkorszerűbb oeuvre-jének ebben a műfajában.

Ahol a műemlékvédelmi igényeknek is eleget kell tenni, nem riad vissza a régi múlt eredményeinek eszmevilágából meríteni, megértő tiszteletet érezve a régi mesterek alkotása iránt, és a múlt hagyományainak vállán igyekszik megoldani feladatát úgy, hogy az esztétikai követelményeknek megfelelően, sajátos korjellege formájában is érzékelhető legyen, környezetében ne keltsen idegen akcentust, és ami döntő, ne másolja, csak – mai eszközökkel, napjaink törekvéseivel formált – gondolatkörét közvetítse. Ennek az igyekezetének jól sikerült produkciója a szentendrei Ferenczy Károly Múzeum klasszicizáló késő barokk lépcsőházához szervesen igazodó, antikos tisztaságra törekvő kapuja, mellyel a környezetre való



1. Lehoczky János: A Külkereskedelmi Bank pécsi székházának vaskapuja
2. Lehoczky János: A Külkereskedelmi Bank pécsi székháza vaskapujának részlete
3. Lehoczky János: A Győri Egyházmegyei Kincstár belső ajtaja

ráhangolódás képességét bizonyítja csakúgy, miként az egykori budai Vigadó Corvin téri épületének előcsarnokában elhelyezett, a vaskos oszlopokkal versenyre kelő súlyos tömegű kandelábereivel, és igen frappáns példája a tihanyi apátsági templom rusztikus megmunkálású, a klasszicizáció és modernizáció szintézisét megvalósító, öblössé kovácsolt páros laposvasak téglány alakú pántokkal összekapcsolt szerkezetű kétszárnyú rácsajtaja. Íves záródását közepén kereszt díszíti, kétoldatról U alakra formált pálcák sorával közrefogottan. Az ajtószárnyak mozgását a szerkezet felezővonalában a zársekre nyre rögzített fogókarika segíti.

Lehoczky a korszerű kifejezés irányába fejlesztette és megjelenítő készségével klasszikus megfogalmazását nyújtotta annak a szerkezeti motívumnak, amelynek eredete a középkorba nyúlik vissza. Az élet és vagyonbiztonságot nélkülöző középkorban a rácsok védelmet, a hozzáférhetőség meggátolását voltak hivatva biztosítani, ezért átmászhatóságának megakadályozására már a gótika hajnalán lándzsavégződésű rudakkal koronázták, ez a késő gótikában szövevényes dísszé alakult és ebből eredt – a közbiztonság javulásával és a pompakifejtés előtérbejutásával – a barokk rácsok felbontott formagazdagságú koronázórésze. Ezt a korábbi stílusok tradícióiban gyökerező szerkesztő elvet korunk megváltozott formanyelvével örökítette át és teremtett kontinuitást napjainkra, érzékeltetve művészettörténeti előzményét. Legszebb példáját a móri Lamberg-kastély falazott pillérek között feszülő tervezett kétszárnyú rácskapujának dús szövedékű koronázórésze nyújtja. A szimmetria és elegancia tökéletes harmóniájába komponáltan e tervével olyan, a művészi vasművesség egészen végigkísérhető morfológiai sajátosságára adott meggyőző erejű példát, amely a történeti fejlődéssel, de a környezet lényeges karakterisztikumával is összhangban áll és igazolja azt a szabályt, ami korábban törvénnyé fogalmazódott: a művész csak a jelenre hallgasson, a múltat ne kövesse, csak tanuljon belőle. De tanulja el, hogyan tudott különböző korok vasművészete harmonikusan illeszkedni az architektúrától kapott környezetéhez. Erre nyújt tanulságos és követendő (ám sajnos csak programszinten megvalósult) mintát Lehoczky, amidőn a kapuszárnyak az építészeti szimmetria törvényei szerint rendeződő és annak eszmevilágában fogant motívumrendszerének sűrítésével a koronázórésznek hangsúlyt ad és ezzel a korábbi művészeti korszakok struktúrájának, de főleg a barokk effektusnak mai eszközökkel való bemutatását példamutató eredménnyel éri el.

Monumentálisában magasan kiemelkedik a budavári Szent György téren a volt Kolduskapu mellett a palotaegyüttes lezárhatóságára felállított, Vadász György tervezte és Lehoczky János értő kivitelezésében készült rácskapu. Nemcsak méretében impozáns (7700×6500 mm-es, 52 q súlyú), nem csupán formájában újszerű, de szimbolikájával a hely szellemének is kifejezőjévé válik. Budapest területének térképes ábrázolásában az utak pókhálószerű ágas-bogas szövedékesen bonyolult ornamentikájának ellentétes domborításaival szinte „lélegezni” látszik, könnyedévé e tömegében kolosszusnak ható alkotást. A kuszán vezetett pálcák a secesz-

szíóra emlékeztetően rendeződnek, ám a kapu egészében mégis mai fogalmazású, a főváros területi fejlődésének kontinuitását jól követi és fejezi ki a környezet lényegét. A kapuzárnyakat a Duna ívelt vonala választja ketté, a zárpajzsok a középkori Pest és Buda városmagjára utalnak, a kaput koronázó, csőrében gyűrűt tartó holló a Mátyás uralkodása alatti Buda várának fénykorára emlékeztet, a kiterjedt utcahálózat a város napjainkig is tartó növekedését jelzi, a zárpajzsokra helyezett építész és kovács alakjának plasztikája (Kő Pál munkája) pedig korunkat szolgáló alkotóit személyesíti meg.

A sokfelé elvetődött használati tárgyai is szellemesen igényesek, és a vas, valamint más művészetek (tűzománc, üveg stb.) együttes alkalmazásával alkotott cégerei elsőnek mutattak új utat e mesterség hazai művelőinek. Művészete a múlt elkopott formáival szemben határozottan türelmetlen, tudatosan a díszkontinuitás mellett tör lándzsát, munkáiban vasművességünk lényegére, minőségeire ismerünk.

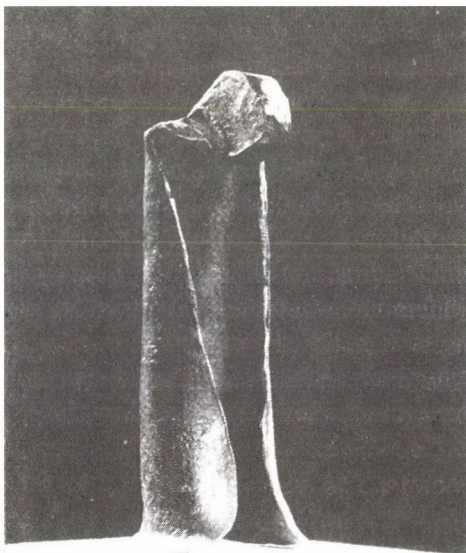
Seregi György a régi nagy mesterek példáján műveli a művészi kovácslást. Szinte sóvárogja a nehéz megoldásokat, művészetével-mesterségével igazi rangjára emeli a vasat, és miközben formálja az anyagot, az alakításnál mindig hozzáad valami újat, finom hangsúlyt vagy talán csak akcentust, amitől klasszikus színezetet kap műve. Szakmai elhivatottságát bizonyítandó a vas anyagszerűségének, erejének kiemelésére törekszik, témájának formakincsében pedig a művészi kifejezés új lehetőségét keresve a jó értelemben vett extrémítás és az allegorikus frazeológia egyaránt felbukkan. Munkássága tele van változatosságokkal. Pazar és praktikus ötlettel mintázott tárgyai közül különösen figyelemre méltó – és nem csak ritka témája okán – az anatómiai aspektus primátusát, a plaszticitást hangsúlyozó, az izomrendszer emfatikus bemutatásával vasból kovácsolt végletesen természetű emberi koponyája, amelynek ihlető forrása talán Barcsay mester nagy sikert aratott Művészeti anatómiája volt. E művének láttán valamiféle szent borzadály vesz erőt nézőjén, hatása alól nehéz szabadulni.

Két másik, jelképes tartalmat hordozó, magasztos eszmét kifejező jelentős, de sajnos hamvába holt háborús emlékműve makettként maradt fenn, és csak remélhetjük, hogy a jószerecse megvalósulását és a kiszemelt helyére történő felállítását elősegíti. A Nagymarosra tervezetté egy természeti erőktől megtépázott, villámcsapástól kettéhasadt, repeszdaraboktól feltépett törzsű, lombozatától megfosztott, kiszáradt fa, mélyre kúsó gyökerekkel görcsösen kapaszkodik a sziklák közeiben megbúvó, életet jelentő talajba. A véres események emlékét idézve a natúra, a környező valóság egyszerű reprodukálásával állít szimbolikus alkotást a háborúban elesettek és a hajlékok pusztulásának mementójaként.

A rokon gondolatból fakadt, Szegedre szánt hasonló célú művén a képzelet látzólag még tágabb határt kapott. A forma és lényeg problémáinak mélyrehatóbb analizálásával látott ez újabb munkájához. Itt sem a konvencionális megoldások felé tekintett, nem akrobatikus próbálkozás vezette kalapácsát, hanem kitépve magát az elsőkélyesedett rutin kényszerű béklyóiból, üde közvetlenséggel formált

öt szál kovácsolt szirmot állított vázába. E stilizált növényi ornamensek szökkenő száraikkal mint égneк meredező kezek magasodnak ki, és a szervesen köréje illesztett hét faragott fehérmárvány lap (a nevek felsorolására) a kemény fekete vassal testvéresítve dekoratív hatást kelt. A véres események emlékezetére szánt művei alkotásakor nem állt meg a jelenségek szemléleténél, elmélyültségre, töprengésre ösztönöznek, sikeresen keltik fel a megilletődés érzetét. Olyan alkotások, mint ez, a képzeletnek szabad utat nyitó két allegorikus emlékplasztika, talán némi időre van szükség, hogy megtalálják igazi közönségüket.

Minden szabályosságnak és megszokottságnak ellentmondó, „inaséveiben” született szinte lenyűgözően személytelen műve a szimbolikus érintettséggű, test nélküli, csupán egy csuklyás köpenyre redukált, időtlen, harmóniát és egyszerűséget sugárzó „Töprengő” kisplasztikája. A konvencionális mintázásnak, a hagyományos ábrázolásnak hátat fordítva csupán jelzésszerűen mutatja a formát, titokzatos figuráját mégis megvesztegető hűséggel kelti életre. Az anyag iránti tisztelettel, valamint a régi mesterektől inspirált munkamódszer prioritásával alkotott művéhez nem a kereskedelembe beszerezhető bádogszerű vaslemezről mintázta, hanem – miként a középkorban a kalapáló malmok használata előtt – a gyötrelmesebb megoldást választva az ősi megdolgozási művelet újrafelfedezésének élményével, 20×25 mm-es vasból nyújtotta a munkájához szükséges félkész terméket, a lemezt (ahogyan azt a bucavasból a romanika–koragótika vasművese tette), és a ka-



4. Seregi György: „Töprengő” kisplasztika
5. Seregi György: Kovácsoltvas ládika

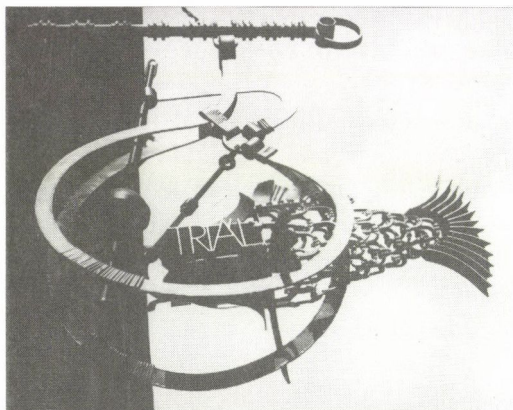
lapácsütésektől kapta műve nemes veretű artisztikus felületét és szilárdult esztétikai értéké (4. kép) Az új művészi vasművesség felé vezető törekvések követendő példáját nyújtja a 17. században az iratok, értékek őrzésére elterjedt kincsesláda mai formáinkhoz igazításával. Igazi, vérbeli vasművesi gondolkodását bizonyítandó függetlenítette magát a régi korok formai emlékeitől. A tradicionális alakítás szabályait áttörve, szerkezetét széles, szorosan egymáshoz simuló 40×80 mm-es (!) vashevederekből – különös gonddal a monumentális rendre – kapcsolta egybe, ügyelve a síkok és sarkok formálására, ezáltal bárhonnan nézve is harmonikus benyomást kelt, és ami elengedhetetlen, a magasrendű vasműves erényein túl a változó méreteken kovácsolt ládikái erőit és biztonságot sugároznak (5. kép). Ám az architektúrához szorosan kapcsolódó, sok jelleg-összetartozást mutató művek sem hiányoznak oeuvre-jéből. A puritán egyszerűsége törekvő, kifinomult forma-és arányérzékkel, kiegyensúlyozott ritmikát tanúsító modernizált rácsainak (Gellért-fürdő teraszrácsa, a Péterhegy úti bencés tanulmányi ház templomának szentélyrácsa stb.) a szerkezeti elemekből szövődő változatosan megnyilvánuló textúrájával, kimért eleganciájú, áttekinthető rendszerével szellemes megoldásokat produkál. Alkotói buzgalomból a „kisművesség” sem szorult ki. Gyertyatartói, csillárai, cégei sok eredetiségről vallanak, ám lakásbejárója kovácsolt absztrahált minuszkulás névfeliratának a geometria szabályai szerint ihletett betűi az archaizmus iránti érzékenységét is bizonyítják.

Seregi György szuverén szellemű, magas igénnyel megvalósított műveinek minden részletéről a tűzikovácsolás sok évszázadra visszatekintő hagyománya és az anyag feletti korlátlan uralma olvasható le.

A kovácsoltvas-művesség teljes listájának viszonylag szolid szeletét képezi a cégér. Nem így a magyar művészi vasművesség megújításának nagyszabású mozgalmában is jelentős szerepet játszó *Pölöskei Józsefnél*, aki számos e műfajba tartozó munkával népesítette be az utcaképet és tette ismertté nevét. Budapesten a budavári Aranysas patika, a Vadászbolt (6. kép), a Hentesbolt, a Váci utcai virágbolt és a Triál üzlet (7. kép), a Semmelweis utcai Bajkál teázó stb. fűződik nevéhez, bár ezek színvonalbeli különbségei szembetűnőek. A beidegződött, a hagyományostól eltérő megmunkálási és komponálási móddal korszerű kifejezésre törekedve lemezdarabkákból „összefűzött”, sajátos szerkezetű technikával formált, már kissé bizarz plasztikával (madár) is kísérletezett új távlatokat nyitni. Ám ez az egyszerűségben is rafinált eredetiséget mutató műve ez ideig mélyebb nyomokat nem hagyott, de mint az útkeresés egy módozatának-változatának lehetősége vagy annak továbbfejlesztése nem zárható ki, termékenyítő hatására, létjogosultságára, ideájának életrevalóságára a végleges választ a jövő adja majd meg. Több nagyszabású műve közül a mohácsi csatatér emlékhelynek megismételt geometrikus formarendszerrel alkotott monumentális rácskapuja az új törekvések forrásává válhat, és jelzi is egyben, hogy a világos szerkezeti törvények hangsúlyozása számára elsődleges igényé lépett elő.



6. Pölöskei József: A budavári Vadászbolt cégére



7. Pölöskei József: Budapest, a Triál-bolt cégére

Munkássága delelőjére jutott, de ereje teljében elhunyt, a sajátos adottságokkal rendelkező autodidakta *Kovács József* életművének jelentős alkotása egy igazán kiemelkedő helyszínen található, a római S. Pietro grottáiban létesített Magyarok Nagyasszonya kápolnijában (8. kép). Nagy ígéretet jelentett számára a megbízás, és formateremtő készségének kibontakozását igazolja az itt elhelyezett két geometrikus felépítésű bejárati rácsajtaja, és talán egy grádussal magasabbra is lépett az egybefonódó mértani komponensekkel alakított marcali város temetőjének keretek között feszülő csipkeszerű kapuzatával. Kalapácsa alá kínálkoztak az utca nyilvánosságának kitett imponáló cégerei (különösen az éles megfigyelésre valló, anekdotázó-szatirizáló kedvvel alakított cégjelzései, így többek között a tihanyi Kolostor sörözője vagy műhelyének öniróniától sem mentes „sild”-je), valamint e művesség más műfajába tartozó tárgyak sora is, kiemelve közülük a monumentalitásra törekvő, csaknem másfél méter magasságú, robusztus húsvéti gyertyatartóját, melynek 80 mm-es vasból kovácsolt támasztékát végsőkéig leegyszerűsített, csak kontúrjaiban asszociálható emberi alakot formáló, szoborrá tömegesült elemként (jelképesen égő gyertyát markoló figuraként) mintázta.

A tihanyi Kolostor-söröző kovácsoltvas kerítése a ma hangján szól hozzánk, ám a kandeláberek súlyos tömege, állványainak ötletelen, másodkézből vett stíluslemeinek „cifrázatával” olyan formákat juttatott szóhoz, amelyeket korábbi művészeti korszakok inspiráltak és amely idegen korunk nyelvezetétől.

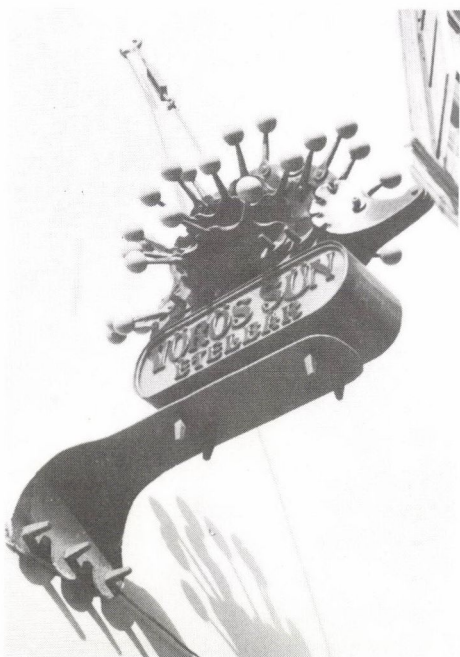
Egész oeuvre-jét tekintve sajátos az a napóra, amely csak oldalra való kitérésnek tűnik, és ami munkásságának haladó vonalán – akár témáját, akár formavilágát illetően – meghúzható. A messzi múltban csupán az idő múlásának jelzésére szolgáló napóra újjászületését nem lehet praktikus okokra visszavezetni. Elhelyezése



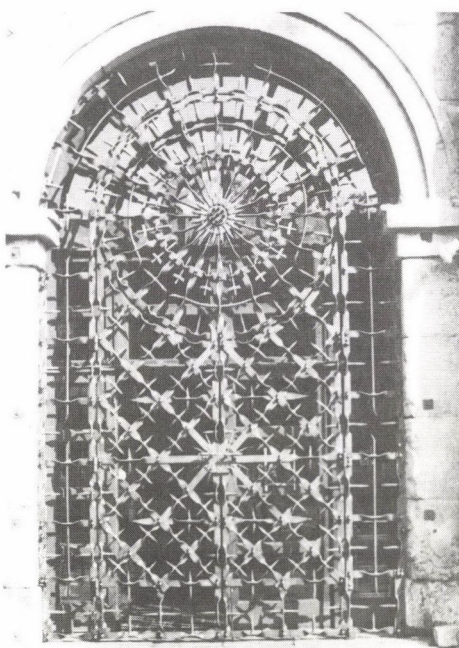
8. Kovács József: Róma, a Magyarok Nagyaszonnya kápolna rácsajtaja



9. Kovács József: Budapest, a Vasarely Múzeum udvarán csillagászati napóra



10. Horváth György: Esztergom, a Prímás Pince kapuja



11. Bíró Tamás: A budavári Vörös Sün ételbár cégére

is szakított a falra szerelés hagyományának gyakorlatával, és a tradícióhoz vonzódó nosztalgia nyomán már az új célnak, az új tartalomnak megfelelően átértékelődve térplasztikává nemesül. Régi feladatának valóság-hű visszaidézésével – megtartva az időmutatóra utaló skálabeosztást – lényegében már díszítő funkcióra korlátozódott a *Kovács József* kovácsolta és az óbudai Zichy-kastélyban elhelyezett Vasarely Múzeum udvarán felállított csillagászati napóra, amely természeti és építészeti környezetével harmóniába kerülve fokozza a milió látványát (9. kép).

Nausch Géza a művészi kovácsolás hivatott művelőjeként könnyű szívvel tagadta meg a régtől bevett szabályokat, amikor ledöntve a régi eszményeket jutott el a formák tisztaságáig. Nehéz veretű rusztikus hamuzóiban és gyertyatartóiban az archaikus művészet idoljai kelnek életre és funkcionális szerepükön túllépve plasztikává avanszálnak. A Váci utcai Taverna-udvar átjárójába került virágtartóját a konstruktív szerkesztés, a puritán formafegyelem jellemzi, ám egyaránt eleget tesz a díszítő, a környezetbe illeszkedő és funkcionális feladatának. A Hilton-szállóba egy falazott sokszögű kandalló füstelvezetését szolgáló ernyő és csatlakozó csonkjának az igényes belső kvalitásához figyelmet érdemlő módon kellett megoldania, *Nausch* a lemezek egymáshoz illesztésekor a kandallókürtő merevítő végét takarólécként a sokszögek és lemezméreteket követelményeihez igazodva geometrikus formákat képezve helyezte el, és a rögzítő szegecsek ritmikus sorával fokozta a látványt. A füstelvezető csonk irányába keskenyedő lemezek és a takaróléc, de egyben merevítő kovácsoltvas pántok egymáshoz közelítő csíkjával hangsúlyt kap a szerkezet. A szerény eszközökkel, de korszerű kifejezéssel komponált műve szerves egységet képez az architekturális térformával, kiteljesítve a belső építészeti megjelenését.

Mesterségének rajongó szeretete jellemzi *Horváth György* művészetét, amire nemcsak vasműves munkássága, de a kovács közéletben végzett tevékenysége is bizonyítékul szolgál. A nemzetközi kovácsfesztiválok termékenyítő hatását felismerve kezdeményezte és szervezte itthon az internacionális kovácsalálkozót, módot teremtve e művesség művelői közötti szellemi kapcsolat kiépítéséhez. E működésével lendületet indukált kovácsoltvas-művességünknek, egyben a külföldi mesterek megismerhették a hazai művészi kovácsolás törekvéseit, helyzetét, mi több, ennek révén kaptak e műfajban munkálkodó honi mestereink alkotásaikkal bemutatkozási lehetőséget a fémművesek ismert külföldi periodikájának, a *Hephaistos*-nak lapjain, ami talán előbb-utóbb igazolhatja, hogy a vas művészetét nem csupán befogadó, de szétsugárzó faktor is vagyunk. Pályájának nevezetes állomása az esztergomi Prímás Pincére kovácsolt geometrikus struktúrájú, a vízszintesekkel, függőlegesekkel és átlós laposvas elemekkel formatisztán tagolt rácskapuja (10. kép). Évszázadok üzenete húzódik e kapun, művében az európai vasművesség teljes múltja él, hiszen a korábbi stílusokban elért eredmények, csaknem minden vívmányát magán hordozza, ám mégsem a régtől ismert minták hiú utánzását ismétli, hanem azokat átfogalmazva modern látáskultúrával mai

formavilágunkat jeleníti meg. Alkotásán a fény- és árnyékhatás elegyedik a klaszszikus tisztaságú geometriai alapformákkal. A szerkezetet hangsúlyozó komponensekben mestere jószerével nem ismeri a lazítást, a határozott, kemény vonalak mértéktartásával a szimmetria üli diadalát.

Másik jeles, képzeletgazdag művéről, a dorogi második világháborús emlékmű elektromos mécstartójáról is archaikus törekvés olvasható le, ám a régi stílusra való utalás ellenére is alkot valami harmonikus és újat, ugyanis a firenzei Strozzi-palota lámpásain alkalmazott szurokcsóvatartó szarv alakú nyúlványaira emlékeztető elemek itt már más értelmet kapnak, a mécs foglalatának építményrészeként funkcionálnak, egyben ezzel a formavariációval az emlékezés csóváját villantja fel és indukál hosszú gondolatsort. Az emlékoszlop alján tetszetős egységbe szervezett, térbeliséget hangsúlyozó, plasztikus hatásra törekvő sommázott figurális vagy nonfiguratív (ki mit vél benne felismerni) motívuma úgyszólván statikáját nyújtja az oszlopot koronázó mécsesként funkcionáló szerkezetnek. Céhbeli pedantériával kovácsolt iparművészeti tárgyai a manuális felkészültség jeles mesterévé avatják.

A Kereskedelmi és Hitelbank kiskunhalasi fiókjának *Félegyházi Károly* alkotta konstruktív rácsa és falikarjai, valamint az Iparbank nyíregyházi székházának terelőrácsai ugyan nem tradicionális kovácsmunkák, de műves pontossággal formált műveinek vonalritmusa, korszerűen ötletes kapcsolásai példamutatóak lehetnek napjaink vasművességében. A budapesti Kondor-étterem kitárt szárnyú, támadásra lendülő keselyű figyelemfelhívó cégéralakja domborításban elért jártaságát tanúsítja.

Bíró Tamás teremtő tehetségét a különböző művészeti műfajok együttes alkalmazásának összhangba hozásával juttatta kifejezésre. Jól prezentálják ezt a korszellemmel szoros szimbiózisban álló budavári Judit népművészeti bolt és a Vörös Sün ételbár (11. kép) cégérei, melyek nem csupán új színfolttal gazdagítják az utcaképet, de a művészi vasművesség követendő irányaihoz is példával szolgálnak.

Vénusz Ervinnek a kivitelezés feladatára szorított, a kőbányai Szent László r. k. plébániatemplom belső architektúrájához alkalmazkodó, a szecesszió utánérzését sugalló térlezáró rácsa (Szlezák Gusztáv és Lipták Irén terve) a fin de siècle formáival megtalálta az architektúrához valódi kapcsolatát, és a műemléki régihez a hozzászervező új sajátos korjellege formájában is érzékelhető, azzal magas művészi egységben forr össze. A művészi kovácsolás nagy korszakát idéző, műgonddal formált műve mai vasművességünk jó eredményeihez tartozik.

Kovács Károly a székesfehérvári utcaképből felbukkanó több kovácsolással vagy domborítással (Duett Ruhabolt, Bástya söröző, tervező Ecsedi Mária) nagy szakmai gyakorlatról, mesterségbeli korrektségről tanúskodó cégér, valamint a püspöki palota klasszicizáló késő barokk hiányzó ablakrácsai pótlásának kivitelezésével szolgált rá az elismerésre. Saját tervezésű munkáinál a hagyomány

gúzsba kötötte képzeletét, és többé-kevésbé úgy dolgozik, mintha nem múlt volna el a régi minták elleni lázongás mintegy 2–3 évtizede. A múlt formáinak olykor meddő utánzásával kényelmes sablonba esett, miáltal a stiláris vegyesség kitüntetett szerepet kap nála, és csak apránként jut el egy bizonyos modernség óvatosan alkalmazott fokáig (Bodajk ref., Sőréd r. k. templom csillár).

Fülöp Tibor a maga kereste útját járja, amikor is törekvése legszebb gyümölcseit a plasztika műfajában érleli meg. Nagy fogékonyságot, erős inspirációt érez a vallási szimbólumok, a bibliai témájú művek iránt. Formateremtő invenciójából fakadó törekeny szépségű, de már-már konvencionálissá váló alkotásai intim közelséget közvetítenek. Nagy figyelmet szentel a megmunkálás módozataira, az alakítás sajátosságaira, ami mégis csak elválaszthatatlan eleme minden művészi alkotásnak. A forma megjelenítése esetenként nem az aprólékos formaábrázolás erőszakosságát jelenti nála, az 5–6 mm-es laposvasból körvonalakban mintázott alaknak puritán szűkszavúsággal a struktúráját érzékelteti, a felülről és visszajáról végzett domborításokkal, azok átmeneteivel puhaságot, légyságot varázsol és teszi mozgalmassá plasztikáit, némelyiknél pedig a szövet redőzetének megjelenítésével a fény játékanak enged teret. Szakrális-mitikus sugallatú, az ikonográfiai előírásokat betartó munkái „Krisztus a kereszttel”, „Krisztus a keresztfán” vagy megvesztegető kedvességgel, csupa bájjal ötvözött, 20×20 mm-es négyzetvasból formált „Assisi Szent Ferenc” (12. kép) plasztikai konzervatív ihletésűek, de más művei is, mint pl. a tányér alakot követő laposvasba erőteljes kontúrokkal vésett győri Szent László-herma feje gótizáló motívumra applikált falidíszre még annak ellenére is figyelmet érdemel, ha a részletekbe menő precizitásban, de főleg színvonalában korántsem mérhető a mintaként szolgált műhöz. Ezek az alkotásai a vas faragásában szerzett specifikus technikai gyakorlatának sokat mondó bizonyítékai.

A több szálból szövődő, tökéletes egyensúlyt és kiérlelt harmóniát sugárzó ún. Valentin-díszrácsa (13. kép), valamint iparművészeti használati- és felszerelési tárgyai értékes jeleit hordozzák annak a kitapinthatóan nagy változásnak, fejlődésnek, amely mintegy 2–3 évtized alatt vasművességünk formavilágában bekövetkezett. Fülöp Tibor sajátos arculatú művészete egyaránt tartozhat az anyagyszerűséget hangsúlyozó rusztikus kovácsolás, az ötvösség és a formák egyszerűsítésére figyelő kisplasztika körébe.

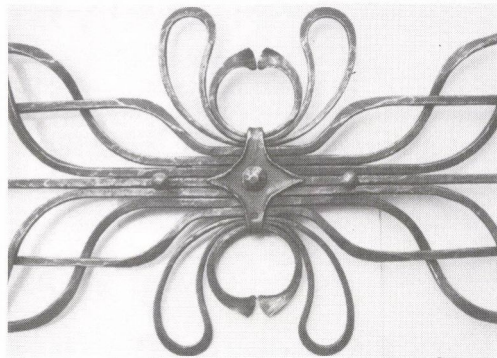
Molnár József a művészi kovácsolás konzervatív voltának hitében a már dekadenciába torkolló historizálásnak ugyan elsőbbséget ad, az újból divatba jött szecesszióknak is hódol (14. kép), de szívós szállal főleg a barokk stílushoz kötődik. Miközben halványul benne a korábbi stílusokra való emlékezés, művei formavilágának egyszerűsítésével, sommázó előadásmóddal a letisztultabb formák felé vezető útra lépett, bár munkáin még ott találjuk a megoldással való küzdelem nyomait. Műveiben sokféle hatás tükröződik sikerült kivitel kíséretében, de a formálás ~~kvalitásánál mintaszerűbb a technikája. Testes vasrudak kovácsolásából~~



12. Fülöp Tibor: Assisi Szent Ferenc kisplasztika



14. Molnár József: Háromágú gyertyatartó

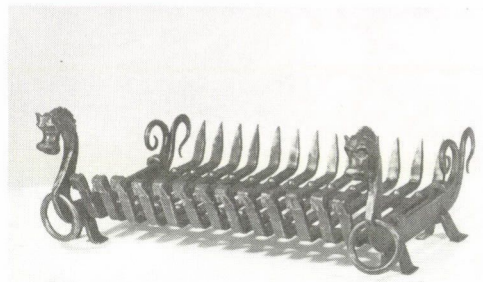
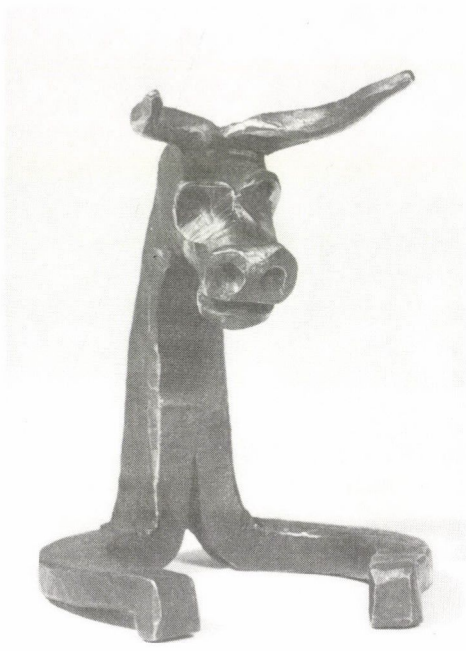


13. Fülöp Tibor: „Valentin-díszrács”

eredő kalapácsütések göröngyei művein evidenciaként vannak jelen (15., 16. kép).

Egy elhanyagolt művészeti ág újbóli virágzásához járul hozzá, amikor a fegyverkovácslással tágítja oeuvre-jének határát. Racionális kimértséggel alakított damaszkolt acélpengéjű néhány díszkardja már több a szűken vett vasművességnél, már az ötvösség mezsgyéjét ostromolja.

A lelkes törekvésű *ifj. Papp Pál* a családi eredet nyomán a vas igézetében nőtt fel (apja is kovács), és művészi arcéle az idő múlásával mind markánsabb



16. Molnár József: Tűzikutya

15. Molnár József: Levélnehezék

kifejezést ölt. Ötleteinek, sokat ígérő próbálkozásainak több évszázadra visszamenőek az előzményei, a hagyományokban gyökerezettség sejlik fel munkáiban. Saját artisztikus vágyainak mesteri kifejezését a régi vasművesek alkotásaiban leli meg, de az új hatásokra is igen fogékony. A korszellemben való elmélyedése eredményeként utat engedett más irányból érkező áramlatnak és napjaink felfogásához közelebb álló művekkel jelentkezik. Mesterségbeli erényekre valló, dekoratív effektusokra törekvő, kutyafejben végződő némileg modoros kopogtatója, az egyedi vonással dúsított, szakmai bravúrról tanúskodó egy szál 70×8 mm-es laposvasból hasítással spirálba hajtott gyertyatartója (17. kép), továbbá a beavatottak igényességével formált, változatos megoldású, bár ingadozó minőségű iparművészeti tárgyai már kinőttek a kísérletezés köréből és mesterségét jó színvonalon művelő alkotóként állítják elének.

Farkas Sándor sok művén az öröknek hitt történelmi stílusok elkoptatott formáinak némiképp egyszerűsített változatai uralkodnak, de kivált elmarasztalható midőn a kovácsolás technikai műfaji törvényeivel szembehelyezkedve a felületi kalapálást nem szervesen bontakoztatja ki a formáláshoz elengedhetetlen ütésektől, hanem az artisztikusabbnak vélt felület elérésének reményében értelmetlenül pikelyesre kalapált felületekkel erőszakot vesz alkotásának anyagán, és a meg-



D-4/1/96

17. ifj. Papp Pál: Gyertyatartó



18. Farkas Sándor: Mátyásföld, az r. k. templom feszületének részlete

munkálásnak ezt a szükségképpen keletkező ellentmondását képtelen harmonikusan áthidalni. E munkái külön méltatást nem érdemelnek. A történelmi stílusok folytathatatlan útját felismerve újabb munkáin korunk formavilágához közelít. Miközben sok egyházi megbízást teljesít (a salgótarjáni ferences templom domborított stációképei, a mátyásföldi r. k. hittan terem térbeli vörösréz relieffe), az igazabb és őszintébb művészi kifejezés irányába tett döntő lépéséről a mátyásföldi r. k. templom részére két fém kombinációjával készített függő feszülete tanúskodik. E művéről már minden korábbi stílushagyomány lehullott. Vörösréz lemezre 20×10 mm-es alumíniumszalagokat hegesztve mintázta a korpusz alakját. Különösen érzékletes a töviskoszorúval koronázott fej szívszorítóan szomorú látványa. A vörösréz és az ezüstösen csillogó rusztikussá kalapált alumínium ellentéte vibrálóvá varázsolja ezt a leleményes újszerűséggel formált társtalán művét.

Takáts Zoltán nobilis egyszerűséggel alakított célszerű kovácsoltvas bútoraival jelentkezett sikerrel. Minden korábbi stílusemléktől függetlenül, a népművészet alkotó erejétől is ösztönzött használati tárgyai ingadozó kvalitásuk ellenére a kovácsoltvas-művességben való alkalmazásának biztató példáit mutatják.

Korunk stilisztikai konvenciói körébe sorolható a merész ívek ritmikus könnyedségével egy solymári villához komponált kapuja. Benne van az egység és kohe-

rencia, minden ami merszből és tehetségből táplálkozik. Az építész és vasműves nyújtott kezét egymásnak, tűnődésre mindössze az ad okot, hogy a kovácsolás technikájában járatos *Takáts* miért nyúlt a hegesztőpisztolyhoz, hiszen e műve szinte sóvárogja a tűzikovácsolással végzendő kivitelezést. Kényelemből vagy a megrendelői igény költségkímélési szempontjaihoz szabott az „ihletgyilkos apparátus”-sal végzett megvalósítás? És valami hasonló merengés vesz erőt az újlipótvárosi Visegrádi u. 17. szecessziós társasház kapujának láttán, amely műve nyugodt és lehiggadt mozgásritmusa szellemének ellenére hangulatában illeszkedik az architektúrához, megtalálta a ma ihlette ornamentekkel az épület homlokzatához alkalmazkodó formát, ám a szerkezet kivitelezésének elvárható minősége nem éri el invenciója színvonalát. Csak sajnálni lehet, hogy a több variációban készült tervezeteiből nem a különös szerencsés kézzel felvázolt, némileg életfára emlékeztető, de mai vonalú kompozícióval elképzelt verziója valósulhatott meg.

Szombathy Gábornak a Váci utcai bisztró szövevényes florealis szerkesztésű lépcsőrácsa szecessziós vonásokat hordoz, ám a szó közkeletű értelmében mégsem jellegzetesen a 19–20. század fordulójának formavilágában fogant, nem kortévesztésről van itt szó, hiszen magán viseli a modern formák ígéretét, és ami lényeges, a praktikumon túl a sokfelé ágazó, egymást metsző indái és a lépcsőfokhoz erősített markáns kivitelű merevítői a tűzikovácsolás jellegzetes nyomait viselik. A Váci utcai dohánybolt (Váci u. 13. – Régi posta u. 15) elegáns ívelésű konzolra függesztett aranyozott feliratú, vas és réz kombinációjával kovácsolt és domborított, egyetemes jelrendszerrel közérthetővé tett cégérével, valamint a mindennapok használatára szánt lakásfelszerelési tárgyaival (19. kép) is számottevő eredményt ért el.

A szigligeti Árpád-kori Avasi templomrom az ún. Csonkatorony bejárati nyílásainak elzárására tervezett kovácsoltvas kapuja hangulatában jól illeszkedik a fennmaradt 13. századi toronyhoz, ami nem csupán technikai megoldásában sikeres, de a környezethez alkalmazkodási képességének is beszédes tanújelét nyújtja. A pontosan szerkesztett, logikus világossággal érvényesülő csigák ellenére nem erőlködik a rácskapu régiségének elhitetésére, és hogy alkotásának a román művészeti korszak vasművességére emlékeztető stílusjellegét tompítsa, a kapu – a behatolás útját álló, de legalábbis nehezítő – tüskés koronázórészének némi szecessziós érintettséget adott.

A formai önállósághoz bátorítást igénylő *Szekeres Antal* is a használati tárgyak készítésében jeleskedett, különösen 1995-ben a „Kiállítás 1996-ért” tárlaton bemutatott, a vasműves periodikából kapott ihletinfúzióval komponált asztalával aratott elismerést és nyerte el a vándordíjat, ám több igyekezettel, mint tehetséggel komponált rácsain nem érződik az idők szellemének változása, miként szólnak hozzánk az új eszmények, és formálásukkor nehezen enged a konstruktív egyszerűségnek. Megbízható mesterségbeli tudásánál inventori leleménye mélyen



19. Szombathy Gábor: Ruhafogas



20. Bakó Ernő: A budavári Fekete holló
étterem cégére

alul marad. Szeme nevelésének szükségességét leginkább műhelyének cégére bizonyítja, ám korai halála erre lehetőséget sajnos már nem ad.

Vajda László szakmai élete a környék keretei között zajlik. Több vidéki templom felszerelése (Tiszaeszlár, Tiszavasvár ref., Tiszalök, Sényő r. k. templom) fűződik a nevéhez. Modoros, kissé provinciális zamatú formaviláguk némi uniformizáltságot mutatnak, és romantikus nosztalgiából kelt ihletésű alkotásai visszafogottan jelentik korunk esztétikai elveinek megvalósulását, ám műveinek az energikus kalapácsütések mélyülő-kidomborodó felülete csaknem a három dimenzió érzetét keltik. Imponáló tűziszerszámaival és sok más hasznos funkciót betöltő, a hagyományokban gyökerezettséget tanúsító tárgyával elégti ki a társadalom részéről jelentkező szükségletét.

Jancsó Gábornak a Farkasréti temetőben elhelyezett, a vas anyagelvűségét, rusztiikus erejét hangsúlyozó, az esztétikai igényeket is kielégítő sírkeresztje alkotójának a vas iránti tiszteletét, a kemény anyaggal való birkózását demonstrálja, ám a szentendrei Petróczy-üzletház sematikus gondolkodástól sugallott szecessziós ízlésű kapuján a konzervatív szemlélet érvényesül.

Kovács László a historizmus csábításától hamarosan elfordult és művei java már más hangütést kap. A négyzetvas szálakból szerkesztett ablakrácsa gótizáló

formavilágának szecessziós ízlésű transzponálása igen sikeres, beidegződött, ám újabban ismét divatosabb lett mintáiban már ott settenkedik az új irányzatokra való igyekezet, csaknem a régi és új vasműves törekvések szerencsés folytonosságának is tekinthetnénk, azonban a szétnyíló ágak egymáshoz hegesztéssel rögzített módszere leszűkítettebb jelentőséget ad e „modernizált szecesszió”-t közvetítő művének a művészi kovácsolás műfajában. Pedig kovácsolni tud, nagyon tud, amit számos használati tárgya ékesen bizonyít, nagy kár, hogy e valójában mutató és szellemes művénél ez az erénye csorbát szenvedett.

A művészi vasművesség ismert Munkácsy-díjas művelőjénél, id. Bieber Károlynál tanult *Bakó Ernő* cégei közül különösen a budavári Fekete holló vendéglő kazánvasból, hegesztőpisztollyal formált, a szokványos modelláláson túllépő cége (20. kép) már a hagyományostól eltérő, ám reményteljes utat jelez. Munkásságának igazi területe – tanulóévei ellenére – mégsem a hagyományos tűzi-kovácsolás, zömmel inkább az ötvösségtől örökre kapott technikával végzett művészi igényű fémdomborítás. Kvalifikációja révén ebben van igazi mozgástere, végül is ez tartja megszállottként eszményi fogságban. E térréumon elért eredménye aligha kérdőjelezhető meg, mert bárhonnan is vizsgáljuk teljesítményét, a gondos megmunkálás, az értékteremtés jellemzi. Formavilágának határa a geometrikustól a figurálisig, az absztrakciótól a népművészeti mintáig terjed.

Az előbbieken bemutatott mesterek java hadat üzent a történeti fejlődéssel kialakult régi formák másolásának és az új irányokat viszik diadalra. Aspirációjuk az európai törekvésekre összpontosul, a vonal tisztaság uralmát tükröző alkotásaikkal egy mai arcát kereső világot formálnak, műveikkel koruk szellemének kifejezésére, valamint gyakorlatának megvalósítására törekednek, és ekként remekelt értékteremtő munkáikból áll össze a kortárs magyar művészi vasművesség. A merész vállalkozások és büszke remények között megindult korszerű művészi forma kialakításáért folyó viaskodás nap nap után ma is tart, és nem is eredménytelenül, hiszen egyéniségek, tehetségek különbözősége nyomán számtalan variációban testesül meg. Nem állítható, hogy az itt felsorolt sokféle változatot mutató művek mindegyike a halhatatlanság ígéretét hordozza alkotója számára, ám az új ösvényeken haladó alkotások java bizonyítja, hogy vasművességünk a harmadik évezred küszöbén útkeresésében olykor merészen, néha bátortalanul a Lajtán túli művészeti irányokhoz, az európai vasműves kultúra áramköréhez csatlakozott, és ez akkor is igaz, ha hébe-hóba ez csak kísérlet maradt. A fejlődés még nem zárult le és számos jeles munka mellett sok monumentális alkotás még kovácsolásra vár.

Az 1., 2., 3. kép Milos József, a 4., 5. kép Seregi György, a 6., 7., 9., 10., 11., 18., 20. kép Perekhazy Károly, a 8. kép Mudrák Attila, a 12. kép Szathmáry-Király Ádámné, a 19. kép Kalifai Gyula felvétele.

SZEMLE

Opponensi vélemény *M. Szilágyi Kinga: Települések zöldfelületi rendszerének vizsgálati és értékelési módszerei* c. kandidátusi értekezéséről

A jelölt sokrétű, értékes és hasznos, tudományosan megalapozott és az alkotói-tervezői vonalon már értékesített szakmai tudásanyagának mintegy a summáját adja az értekezésében és nyújt számos többletet a további feltáró jellegű és értékelő vizsgálatok számára.

Mondandóját hat, a végső összefoglalással együtt hét fejezetben rendszerezi. A bevezetés a mű célkitűzésének meghatározása után alapos és szemléletes áttekintést ad Budapest zöldterületeinek kialakulásáról, fejlődéséről, és számba veszi a fővárosi rendezési tervekben alkalmazott zöldfelület-vizsgálati módszereket. Majd a települések zöldfelületi rendszerének vizsgálatát a következő sorrendben és tartalommal adja:

- használat, tehát funkcionális vizsgálat illetve elemzés;
- településökológia, azaz biológiai megközelítés;
- településkép és szerkezet, a zöldterületi típusok meghatározásával, mondhatni tehát esztétikai és strukturális vizsgálat;
- egyéb elemek: a domborzat és ennek típusai, valamint a településképi hatás szerint osztályozott felszíni vizek sora – ezek környezetmorfológiai vizsgálata.

Ezek után következik a dolgozat „legértékesebbnek” szándékolt passzusa: a településökológiai értékek vizsgálata a karakter, illetve jelleg meghatározásából kiindulva, ami értékrendszer, axiológia megalkotását jelenti, hogy végül az egész tudományosan előkészített anyag pragmatikus lehetőségeinek szemléjével záruljon az írás. Illetve szakszerűen összeállított szakirodalmi jegyzékkel, amelyből most egyet ragadok ki: Budapest karaktertervét.

Az értekezés megírását a jelölt ui. ekképpen indokolja: „Épp a Budapest karakterterv kritikai értékelése készítetett a zöldfelület és az egyéb természeti tájjelemek városképi és szerkezeti szerepének meghatározására, a térformák és térkapcsolatok, tér-tömegarányok elemzésére, és ennek alapján vizsgálati, értékelési módszer kidolgozására (2. p.).

A disszertáció kiművelésére pedig egy korábban elkészített vizsgálati anyag szolgált lehetőségül: „A XII. kerület vizsgálati anyaga adta az alapot egy újfajta értékelési módszer kidolgozásához. Ez elsősorban a zöldfelület, másodsorban a domborzat és (csak részben, a kerületi vizsgálatokra építve) a felszíni vizek városképi és szerkezeti szerepét tekinti kiindulási alapnak. A módszer kidolgozása során a XII. kerület igen alkalmas mintaterületnek bizonyult, sajátos ökológiai adottságai és történeti múltja révén” (40. p.).

A két idézetből és magából a disszertációból tehát az derül ki, hogy az eljárás induktív: egyedi példából kifejlesztett általánosító rendszer. Természetesen a szintézisbe beolvadnak azok a szempontok, amelyek már előzőleg érvényesítésre kerültek, s így olyan komplex eljárás körvonalazódott ki, amely a megkezdett, enemű kísérleteket új megállapításokkal bővítette, másrészt amit a szerző máris hasznosít folyamatos gyakorlati koncepcionális feladatainak megoldásában.

Mivel a jelölt többször is idéz, s mivel a Budapest karakterológia kiművelésében, mint az építészeti tér analitikus elméletének kiművelője, mellékszereplőként én is részt vettem, ez az opponensi szerep számomra érdekes és tanulságos. Megjegyezvén, hogy a jelölt ezt a kezdeményezést kissé részletesebben idézhette volna, mert így plasztikusabban érzékelhető lett volna, hogy mennyiben fejlesztette azt tovább.

Nos, jómagam, mint ennek a bizonyos „spaciológiának” a kezdeményezője, magamból indulhatok csak ki, s a dendrológia és kapcsolódó dolgainak beavatottja nem lévén, szubjektíve problémázatok. Nevezetesen: számomra problematikus a közölt módszerek sorrendisége. Ott vált azzá, amikor kiderült, hogy a domborzati viszonyok meg a felszíni vizek mint egyéb elemek, a sor végére kerültek.

Az analitikus térelméletnek a términőséget tárgyaló részét, egy természeti séta megtételével indítottam. Vállalva a környezetpszichológusok egy részének kritikáját, miszerint a fizikai determinizmusmal nem lehet mit kezdeni. A vándorút sík terepen, partfalak előtt és között, lejtőkön, dombokon át, gödrök körül, barlangokban és facsoportok meg tavak közelségében vezetett. A domborzati viszonyok után a vegetációt, a facsoportot úgy értelmeztem mint természetes „architektúrát”, mivel „tömege” is van, „tere” is van (s ami jelen esetben is fontos, és az értekezésben is felbukkan a lokális és a távlati érvényesülésre utalva). A felszíni víztükör éppen a tükrözőképessége miatt vált fontossá, meg az építészetben újabban nagy szerepet játszó üveg hasonlataként (mutatis mutandis) meg azért is, mert a víz befagyhat, és ekkor teljesen megváltozik a környezeti szituáció. Amikor is időbeli távlatok is felvillannak, hasonlatosan a vegetáció tavaszi-nyári lombos, meg őszi-téli pőre változásaihoz.

Azt mondhatnám, hogy ebben a környezetmorfológiában csak a jó Isten teremtő keze van benne, no persze az emberé is, hogy mivé formálta, de ennek taglalása csak az „alaphelyzetnek” a felvázolását követheti. Azért, mert pusztán a természet

a térbeli értékek sorával bír, amelyek felismerésével a lehetőségek skálája tárható fel, amely már előljáróban hasznosítható szempontokat ad a vizsgálat számára.

Másodjára következhetne az emberi mű, az „épített természet: az építészet” és a természetes természet viszonyának egybevetése a vizsgált körzetben, a biológiai aktív felületek meghatározása céljából, hatékonyságuk sorrendjében. Ezután kerülne sor a zöldterületek rendeltetés szerinti tipologizálására, amit az esztétikai értékelés követne, a szó eredeti görög értelmezése szerint, az érzéki észrevétel nyújtotta intenzív és extenzív látványok, megjelenési formák kimutatása. Tovább-
lépve helytörténeti vázlatra, a társadalmi, gazdasági, civilizációs és kulturális erők magyarázatára van szükség, amely a kialakulást, a változást és a mai helyzetet értelmezi. És megkoronázná a vizsgálatot az előzményekből kifejtett értékek, és az ezekből megállapítható jelleg definiálása az egészre és a részletekre vonatkozóan egyaránt.

Ez a sorrendi változtatás látszik számomra evidensnek, ami, hangsúlyozom, a disszertáció okfejtésének tartalmi értékeit nem érinti.

Két részletészrevételt kockáztatok még meg. Az egyik a jellegre, a másik az értékre vonatkozik.

A jelölt a karakter szó használata helyett a jelleg szó alkalmazását ajánlja, azon indoklással, hogy az előbbi jelentésében „túlteng” a pozitívum, tehát nem elég átfogó, egyoldalú. Az Idegen szavak és kifejezések szótára a karakterre vonatkozóan valóban ilyesmit mond: 1. jellem 2. jellemszilárdság, lelkierő 3. jellegzetesség, jellemző vonás. Jómagam mégis szót emelek a karakter mellett, mivel a jelleg nekem „jellegtelen”, illetve nem eléggé dinamikus, pedig valami ilyen kellene ide. Mint ismeretes, a szó a pszichológiából származik, és a karakterológia egyik jeles első képviselője, Ernst Kretschmer német pszichiáter az emberi alkat és jellem összefüggését vélte kimutatni a Körperbau und Charakter c. művében. Ilyen típusokat különböztetve meg, mint leptoszom, piknikus, atletikus stb., amikhez a melankóliára, a joviálisságra stb. való hajlamokat társította. S hogy a karakter nem kizárólagosan pozitívet jelent, arra meg Cesare Lombroso olasz orvos és antropológus működése a jó példa, amikor is az ember fizikai fogyatékoságaira vezette vissza az erkölcsi megmagatartásbeli aberrációkat. Mindebből számomra annyi a fontos, hogy a karakter megjelölés az emberrel kapcsolatos. Mert egy beépítésmódnak, egy zöldfelületi alakzatnak önmagában is van jellege, de éppen az az érdekes, hogy egy bizonyos időben mivé formálta az ember, és mi módon kölcsönzött karaktert neki, akár jót, akár rosszat. Mert jellemző lehet éppen a karakternélküliség is, meg a torz is.

A másik megjegyzésem az értékre vonatkozik. A jelölt az érték fogalmának meghatározása során Lukács Györgyöt idézi, az általános és a különös fogalom-párjából kiindulva (61. p.). Majd a 94. oldalon ezt írja: „A jellegformáló elemek egyike-másika már átvezet a különlegesség, a kivétel kategóriájába, s ez egyenesen az érték fogalmához”. Nos, Lukácshoz nem értek, de ebből azt vélem kiolvasni,

hogy a jelöltnek az érték valami extravagáns dolgot jelent, azaz az extravagáns az érték, vagy azon keresztül lehet eljutni hozzá.

Pogány Frigyes művészettörténeti előadásából maradt meg bennem az eviden-
cia-élmény megjelölés, amit azok a műalkotások váltottak ki benne, amelyekben minden a helyén van, se nem több, se nem kevesebb semmi azokban, az egész egyszerűen magától értetődő. Persze ezt lehet a tökéletes egyik jegyének tekinteni, de én itt arra akarok kilyukadni, hogy értéknek tekintsek olyan dolgokat, amelyek éppen azért értékek, mert nem különlegesek. Az olaszról, az angolról, a finnről azt mondják, hogy valami velük született spontaneitással alakítják környezetüket, közvetlenül is, közvetve is. Sajnos, mi, magyarok nem vagyunk ilyenek. Nekünk tanulni, tanítani kell azt, hogy az egyszerűt is becsülettel kezeljük. Mert nagy és szép alkotások mindenhol születnek, szülehetnek, de a jó, a kiegyensúlyozott standard az csak elvétve, pedig ez az árulkodó. Tehát az érték „arisztokratikus” felhangja mellett, „demokratikusabb” zöngéjét kellene meghallanunk.

Az elmondottak nyilván szubjektív észrevételek, de arra jók, hogy a jelöltnek felkínáljanak egy-két dolgot a viszontreflexiókra.

A disszertáció új elemekkel bíró tartalmának elismerése mellett, a formálisakra is fel kell hívni a figyelmet. A dolgozat nyelvezete jó magyarságú, olvasmányos, a tudományos fejtegetéseket rutinnal bonyolító. Szemléltető anyaga választékos, a nagy körültekintéssel elkészített táblái, térképei, kidolgozásukat illetően is mintaszerűek.

Mindezek eredőjeként M. Szilágyi Kinga kandidátusi értekezését megvitatásra érettnek tartom, és számára a kandidátusi fokozat odaítélését javasolom.

Budapest, 1995. április

Dr. Hajnóczy Gyula
a műszaki tudomány doktora

*Válasz Hajnóczy Gyula a műszaki tudomány doktora,
professor emeritus opponensi véleményére*

Őszintén köszönöm az igen részletes, tudományos mélységű elemzést és kritikát, melyben nemcsak bizonyos szerkesztési problémákra és helytelen fogalomhasználatra, hanem az építészetelméleti összefüggések megvilágításával új aspektusokra is felhívta figyelmemet. Különösen értékes lehet munkám további folytatásához az analitikus térelméleti összefüggések részletes tárgyalása, mert a disszertációban bemutatott karakterológia nem tekinthető befejezettnek, lévén viszonylag újszerű értékelési módszer, mely még további részletesebb kutatást, sokoldalú gyakorlati próbát igényel.

A kritikai észrevételeket a bíráló sorrendjében szeretném megválaszolni.

- *4. fejezet: a vizsgálati és értékelési módszerek sorrendje*

Ebben a fejezetben háromféle vizsgálati és értékelési módszert mutattam be. Ezek sorrendben a következők: a zöldfelületi rendszer vizsgálata és értékelése a zöldfelület használati szerepe, településökológiai szerepe és településképi, illetve – szerkezeti szerepe alapján. A harmadik módszer (4.3 és 4.4 fejezetek) bemutatása a zöldfelület településszerkezeti és településképi szerepének meghatározásával indul, s csak ezután következik mint egyéb természeti elemeknek a domborzatnak és a felszíni vizeknek az értékelése. Teljes mértékben elfogadom a kritikát, hogy az analitikus térelmélet belső logikájából egy fordított sorrend következne, hiszen a domborzat és a víz inkább természetközeli megjelenést, mondhatni „Isten teremttette” formát mutat – bár városi környezetben ezek a természeti elemek is egyre inkább alakítottak, építettek, az ember által kisebb-nagyobb mértékben megformáltak –, míg a zöldfelület döntő többségben (legalábbis a disszertációban elemzett belterületi zöldfelületek esetében) „épített természet”, emberi alkotás.

A fordított sorrendet a dolgozat belső logikája diktálta, hiszen a fő téma a zöldfelület vizsgálati és értékelési módszereinek bemutatása volt, s ily módon a használati és ökológiai jellegű értékelés után nyilvánvalóan következett a településképi értékelés. A másik két természeti elem, elemegyüttes bemutatása a következő alfejezetben a teljesség érdekében készült.

- *4.4 fejezet: karakter vagy jelleg*

A rendezési, fejlesztési tervek vizsgálati anyagaiban néhány évvel ezelőtt jelent meg a többnyire karaktervizsgálatként, olykor arculat- vagy jellegvizsgálatként nevezett új elem. Mint minden új elmélet, ez is keresi a maga helyét és nevét a tervezési gyakorlatban. A most folyó tervezési metodika-korszerűsítési munkáknak is szerves eleme ez a nyugat-európai országokban már régóta alkalmazott vizsgálati, értékelési módszer. Disszertációmban a *karakter* kifejezést elsősorban azért vettem el, mert ez a szó erősen pozitív tartalmat hordoz. Elfogadom azt az érvelést, hogy a pozitív felhang csak a szó köznapi értelemben igaz. A pszichológiában használt karakterológia az alkat és a jellem összefüggéseit értékeli, és nincs a fogalomkészletnek sem pejoratív, sem pozitív kicsengése. A település, a beépítési mód is emberi alkotás, és ezért a karakter fogalom használata valóban indokolt lehet. A település természeti elemeinek vizsgálatánál a *jelleg* fogalom talán azért lehetne mégis találó, mert ez a szó a természet öntörvényűségére, a természeti elemek dominanciájára utal. A karaktervizsgálat azonban nem választható szét mereven a természeti és művi elemrendszerre, így az egységes elnevezésre elfogadom a karaktervizsgálat terminust, annál is inkább, mert az utóbbi évek tervezési gyakorlatában már valószínűleg is meghonosodott, bevetté vált ez a fogalom, ill. az általa jelzett vizsgálati és értékelési módszer. Csak érdekességként jegyzem

meg, hogy Pogány Frigyes a településkarakter vizsgálatára szempontjából alaplátónek számító, a városépítészet művészetével foglalkozó könyvében a „városegyéniség” szót használta.

- 5. fejezet: érték fogalma

A disszertációban a települési érték fogalmát az esztétikai különös alapján határozta meg. Eszerint értéknek tekinthetők azok a különös, egyedi elemek, elemegyüttesek, amelyek épp a települési karaktert erősítik, definiálják, az általánostól – pozitív értelemben – térnek el. Ezek az értékek a jellegformáló elemek, elemegyüttesek bármely kategóriájába tartozhatnak (építészeti, ökológiai, történeti, stb. értékek).

Az érték fogalma olyan esztétikai kategória, amelyre igen sokféle meghatározást adtak már. Pogány Frigyes evidencia-élményként definiálja az esztétikai szépet, vagyis azt nevezi szépségnek, értéknek, értékesnek, amelyben minden a helyén van, másképp nem is lehetne. A tartalom és a forma tökéletes egysége szinte magától értetődő összképet ad. Ez a meghatározás nem mond ellent annak, hogy az érték ugyanakkor különös is, kivétel, ha úgy tetszik, mely az általánostól, a mindennapostól épp tökéletessége, magától értetődősége révén tér el. Hiszen nem lehet minden művészi. Fülep Lajos írja a *Célszerűség és művészet az építészetben* című dolgozatában, hogy „... modern világváros csupa művészi vagy művészi igényű házzal – nonszensz. Gondolatnak is rémkép.” Karakter és érték ugyanakkor egymást erősítő fogalmak. Pogány Frigyes az *Utcák, terek művészet*e című könyve bevezetőjében a történeti és esztétikai elemzések céljaként az egyedi jelenségeknek az általános érvényűtől való megkülönböztetését jelöli meg, amely egyszerre olyan jellegzetességek, alkotások, jelenségek felfedezését is jelentheti, amelyek a „... feltételezett városegyéniség körein túl is érvényesek, s mondjuk egy nép, nemzet kultúrájának vagy egy történelmi korszak művészetének általános sajátossága. Az egyedi és általános egymásba átfolyó láncolatot képez.”

Olykor nem annyira a művészi tökéletesség, hanem egy más értelmű különösség az, ami értékévé emelhet egy-egy építészeti-tájépítészeti alkotást vagy természeti elemet, elemegyüttest. Ilyen értékévé emelő tulajdonság lehet a ritkaság vagy a régiség, mely a jelenséget pótolhatatlanná s ezért megőrzésre, védelemre méltóvá teszi. Jól példázza ezt a romterületek kezelése. Nálunk minden, Pannónia provinciát idéző rom régészeti szenzációt jelent, még akkor is, ha egy hasonló minőségű lelet mondjuk Itáliában senkit sem hozna lázba. De mert itt van, egy olyan országban, ahol a történelem viharai a múlt emlékeivel oly mostohán bántak el, ezért minden egyes régészeti lelet fontos adalék lehet a régmúlt kultúráról alkotott kép tökéletesítéséhez. A dolgozat szűkebb témájánál maradva az a néhány, még fennmaradt múlt század végi villakert, amely olykor csak növényállományával, máskor egy vagy több megmaradt épített elemével, esetleg kerti képével idézi a kor kertművészetét és a természeti adottságokkal harmonizálni tudó villakultúráját, épp

ritkasága, pótolhatatlansága révén jelent védendő értéket. Nincs ebben semmi extravagáns vagy arisztokratikus, sőt, úgy gondolom, azzal, hogy a részletes karaktervizsgálat révén nagyobb mélységben, igen részletesen tárhatók fel a településkép szempontjából fontos, eddig még nem védett építészeti, tájépítészeti alkotások vagy elemek, épp az értékvédelem szélesebb körű megteremtését, demokratizálását szolgálhatjuk. A helyi értékek megismerése, megismertetése az érintett lakossággal a hivatalos műemlékvédelem mellett épp azoknak szól, akik gyakran a legtöbbet tehetik ezeknek az emlékeknek a fenntartásáért.

Egy társadalom értékteremtő képessége csak nagy óvatossággal tekinthető általánosítható nemzeti tulajdonságnak, bár kétségtelen, hogy egyes népekre, országokra az átlagosnál talán jellemzőbb lehet a természettel való harmonikus kapcsolat megteremtésének képessége. Az ókori görög kultúrák különös, mind a mai napig megcsodált érzékenységgel tudták legfontosabb épületeiket a tájba illeszteni, a táji környezetet a látvány, az épület által kiváltott élmény fontos alkotórészévé tenni. Elég itt a görög színházak és templomok tájolására, térbe illesztésére utalnunk. De épp ily "természetességgel" erőszakolták meg a természetet akkor, amikor városaikat a maguk merev mértani rendszerével egy lejtős terepre, minden változtatás vagy finomítás nélkül ültették rá. Kevésbé látszik ez például Selinusban, de annál pregnánsabban tűnik ki a hippodámuszi rendszer ellentmondásossága Ephesosban és Priénében. Az olasz városok többségére is jellemző, hogy a tájjal együtt élnek. Különösen igaz ez a középkori, nőtt városok esetében, ahol a természet és az épített elemek szerves, harmonikus kapcsolatát a domborzati, vízrajzi adottságokat kihasználó városszerkezet, a jól megválasztott térarányok és lépték, valamint a tájazonos építőanyagok adják. De azért itt is lehetne jónéhány elrettentő példát említeni, ahol a történelmi adottságok és példák ellenére mérhetetlenül idegen és durva városépítészeti eszközökkel nemcsak a táj-karaktert semmibe vevő, romboló, hanem a legfőbb kultúrtörténelmi értékeket, a görög templomkerület látványát és érvényesülését is zavaró városkép jött létre. Nemcsak a mai, nagyrészt az elmúlt néhány évtizedben kiépített, tájidegen lakótelepekkel torzított Selinus képére kell itt utalni, mert eredendően a barokk városépítészet volt az, amely a beépítést, a település struktúráját is az abszolutizmus kifejezőeszközeként értelmezve, a történelmi előzményekkel vagy a meglévő tájszerkezettel mit sem törődve dúlta szét és építette újjá, sokszor csak részleteiben a középkori városokat.

Mindezzel természetesen nem azt akarom mondani, hogy nekünk, magyaroknak már semmi tanulnivalónk nem lenne, sőt, az opponenciában említett olasz példákon túl talán valóban az angol és finn kert-, táj-, ill. városépítészeti hagyományai azok, amelyek a hazai gyakorlat számára is hasznos, tanulmányozandó példát mutathatnak, elsősorban szemléletük miatt. Nem véletlen, hogy a városépítészetbe, a zöldfelületi rendszerek tervezésének metodikájába épp az angol kezdeményezés, az Abercrombie-féle Nagy-London terv nyomán került be az ún. *green belt* fogalma

és tervezésének gyakorlata. De az már ugyancsak hazai sajátosság, hogy – épp a szemléleti hiányosságok miatt – a zöldövezeti tervek gyakorlati megvalósítása rendre elmarad.

Végül szeretném még egyszer megköszönni az opponensi véleményt, melynek megállapításai a további kutatási és gyakorlati tevékenységemhez új szempontokat, elismerő szavai pedig biztatást adtak munkám folytatásához.

Az értekezés elkészítése óta eltelt jó két esztendő során alkalmam volt különböző szintű és részletességű rendezési tervekben is kipróbálni és alkalmazni az itt bemutatott eljárásokat (XIII. kerületi általános rendezési terv, XII. kerület Farkasvölgy részletes rendezési terv). Jelenleg a KTM megbízásából a belterületi zöldfelületek terhelhetőségének kutatásával foglalkozva a disszertációban felvázolt értékelési módszerek továbbfejlesztése a célom.

Budapest, 1995. április 10.

M. Szilágyi Kinga

A Magyar Tudományos Akadémia épülete tervpályázati tervei. Kiállítás az MTA Esterházy gyűjteményi termeiben¹

E kiállítás közel száz olyan tervlapot, dokumentumot mutat be, melyek a legszűkebb szakmai körben is alig ismeretesek, szélesebb körben pedig teljesen ismeretlennek tekinthetők. Ebből 52 lap csupán néhány éve került elő a teljes ismeretlenségből, további 14 lap (Ybl Miklós tervei) csak 1952-ben bukkant fel. A 135 évvel ezelőtt lezajlott, a 19. század hazai építészettörténetében kiemelkedő fontosságú Akadémia-tervpályázat ugyan nem teljes, de közel teljes, ritka gazdagságú anyagának válogatott bemutatása olyan jelentőségű vállalkozás, amiért sem a szakma, sem az érdeklődők nem lehetnek eléggé hálásak a kiállítás megvalósítóinak és támogatóinak.

E vállalkozásnak köszönhetően itt, éppen az Akadémia falai közt, az egykori Esterházy-gyűjtemény termeiben ritkán látható, sajátos terv-együttessel ismerkedhetünk meg. A kiállítás törzsanyaga ugyanis a Nemzeti Múzeumban 135 évvel ezelőtt bemutatott Akadémia-tervek gazdag, bár nem hiánytalan gyűjteménye, kiegészítve Ybl akkor nem szereplő tervével, Henszlmann vázlataival és az akkori kiállítás után készült variánsok megmaradt lapjaival – a beadványi tervig bezárólag. Tulajdonképpen tehát az 1861-es kiállítás második, bővített kiadását láthatjuk.

E ritka alkalom ugyanakkor ráirányítja figyelmünket arra, hogy a *habent sua fata libelli* igazsága nemcsak a könyvekre érvényes, hanem sokszor a terveknek, tervlapoknak sorsát is jelenti. Ha meggondoljuk, hogy a múlt században részben még kiállításon is látható lapokat Divald 1917-ben már nem találta, s hogy ezek jelentős része századunk közepétől kezdve mégis fokozatosan felmerült közgyűjtemények tervhagyatékaiban; majd pedig öt évvel ezelőtt a teljes ma ismert anyag bő felét kitevő állaggal gazdagodott – akkor érezhetjük valamit e mondás igazságából. – A sors fintora viszont, egyben ugyanannak a fátumnak megnyilatkozása is, hogy miközben ez az örvendetes folyamat kibontakozott és sok minden előkerült – ugyanakkor eltűnt az a nyolc lapból álló beadványi tervsorozat, amelyet 1953-ban még alkalmam volt kézbe venni.

Bárhogyan is alakult azonban a tervek sorsa, az, hogy az összes terv – legalábbis potenciálisan – megvan, tervezők ismertek, annak köszönhető, hogy nem nyilvános, titkos tervpályázatra készültek. Abban az esetben ugyanis csak a díjnyertes pályamunkák kerülnek a kiíró testület tulajdonába, s maradnak fenn szerencsés esetben annak archívumában. A többi terv visszakerül készítőjéhez, lezárt borítékban levő nevük ismeretlen marad.

¹ Az 1996. november 18-án megnyitott kiállításon bevezető szavakat mondott Glatz Ferenc, az MTA elnöke és Kalmár Péter, az OMvH elnöke. A kiállítás anyagát ismertette Komárik Dénes, a művészettörténet tudományok doktora. Ez utóbbi szövegét közöljük.

Jelen esetben azonban *első fázisként* meghívásos tervpályázat zajlott le, melyben minden résztvevő honoráriumot kapott, s a nyertest (ez esetben Henszlmant és társait) még pályadíj is megillette. A tervek így az Akadémia tulajdonába kerültek, kivéve Ybl Miklósét, aki visszavonta munkáját. – A több lépésben lebonyolított *második fázis* két nagynevű külföldi építész megbízását jelentette. Ekkor már formálisan nem meghívásos tervpályázatról volt szó, pályadíjat nem tűztek ki, s az addig készült terveket is megmutatták az új szereplőknek. A tét ezúttal az volt, hogy kinek a tervét fogadják el megvalósításra, ki kapja meg a végleges megbízást. Bár 1861 májusában valamennyi tervet kiállították, sőt ezt megelőzően az első forduló résztvevőit felkérték, hogy tervükön bizonyos funkcionális változtatást hajtsanak végre, végül az egész anyagot kiadták egy pesti építőmesterekből álló zsűrinek műszaki elbírálásra – mégis sejthető volt, hogy az első forduló két gótzáló terve nem jöhet számításba. Végül is azonban tervek versengtek egymással, melyek részben egy valódi meghívásos tervpályázat, részben egy kvázi-meghívásos tervpályázat során születtek. A tervek választékot biztosító beszerzésének ez a heterogén módja jogilag ugyan nem volt szabálytalan, de sajátos, nem szokásos módja nemcsak egyik rugója lett a kialakult polémianak, de kiforratlan elemet is jelentett az építészeti pályázatok rendszerének zsenge hazai gyakorlatában.

Igaz, ha egészen más jelleggel is, társultak szokatlan, sőt szabálytalan mozzanatok az első hazai építészeti tervpályázathoz, a *pesti Országháza* soha el nem bírált 1844-es nemzetközi pályázatához is. Azonnal szóvá is tette ezeket van der Nüll és Siccardsburg a bécsi Allgemeine Bauzeitung hasábjain, pedig ők még nem is tudtak mindent. Az ezt követő bő negyedszázad alatt, mely időszak a magyarországi építészeti tervpályázatok történetében az első szakaszt jelentette, még három nagy feladattal találkozhattak az érdeklődő építészek: 1847-ben a leégett *pesti német színház* újjáépítésére, 1861-ben az *Akadémia* palotájára, 1871-ben pedig *Budapest általános városrendezésére* kiírt pályázattal. Közülük az első kettőről már készült, ha nem is végleges és kimerítő, de alapos feldolgozás, a harmadiknak története itt, a szemünk előtt nyeri el valamennyi közt legrészletesebb megformálását. Csupán az 1871-es pályázat nem találta meg még monográfusát, pedig – bár tervek híján, de valamennyi pályamű fennmaradt részletes műleírása és egyéb források alapján – alapvető képe felrajzolható lenne.

Hogy a kisebb pályázatok feldolgozásával még ennyire sem állunk jól, nem kell mondanom, bár az elmúlt évtizedekben – főleg egy-egy építész munkásságához kapcsolódva – számos jelentős adalék látott napvilágot.

A hazai pályázatok történetének kirajzolódása tehát fokozatosan halad előre, s *kiállításunk az építészettörténet eme igen fontos területének feltárásában is jelentős előrelépést jelent*; ugyanakkor létrejöttével egyszerre szorgalmazza és stimulálja is a további kutatást.

Feltétlenül említést kell tennünk arról, hogy a Magyar Tudományos Akadémia

palotája a *historizmus első nagyszabású*, így kulcsfontosságú, korszakváltást jelző *hazai alkotása* volt, mely sajátos módon a magyarországi romantika főművével, Feszl Frigyes pesti Vigadó-jával egy időben épül fel. Idegen építész műve lévén, a historizmusnak – nem értékben, hanem az immanens stílusfejlődés rendjében – előrehaladottabb stádiumát képviselte, mint a vele egy időben, ill. közel egy időben épült vagy csupán tervezett hazai épületek. Ilyen volt például Ybl Miklós e pályázatra készült terve is. Megvalósulása esetében a hazai fejlődés szervezettebb láncszeme lett volna a romantikától a historizmus további fázisaihoz vezető úton.

Az épület jelentősége abban is megnyilvánult, hogy nagy vitát kavart fel a *nemzeti építőstílus* szükségessége és mibenléte körül, s itt a hírlapi csatározásokban először mutatkozott meg a *apolgárosodó társadalom abbéli igénye*, hogy az építkezés közügyeibe beleszóljon. A vita a nemzeti építőstílus problémája mellett egy másik kérdést is felvetett – mely az elkövetkező évtizedek építészete számára fontos és jellemző volt –, a *rendeltetéshez illő stílus* problémáját.

A polémia két alapvető ellentétpárja: az egyedi kontra uniformizáló egyetemesként értett *nemzeti – nem nemzeti* s a *gótika – klasszika* ellentétnek küzdelme nem korlátozódik arra a történelmi pillanatra, midőn az Akadémia-vita fellángolt. E pillanat csupán különösen hangsúlyos, sok tekintetben a tudatosodás pillanata volt.

Ami a nemzeti építészeti igényét illeti, az már az *1844-es Országháza tervpályázat* idején is megnyilatkozott. Negyven évvel később, az *1882/83-as Országháza tervpályázattal* kapcsolatban aztán ismét fellángoltak azok a stílusviták, amelyek az Akadémia épületének pályázatát kísérték. Az utóbbinál ez összefonódott a klasszika-gótika ellentéttel, mely – igen változatos formában és értelmezésben – az egész 19. századot végigkísérte.

Még sok mindent el lehetne mondani – de talán már az eddiginek terjedelme is több volt az alkalomhoz illőnél.

Befejezésül tehát csak annyit: meglepéssel regisztrálhatjuk az öröndetes tény, hogy a historizmus-kutatás újabb értékes eredményekkel gazdagodott, midőn most párhuzamosan két kiállításon is élénk tárja hosszú évek munkájának gyümölcseit. Az Akadémia tervpályázatát és a Szépművészeti Múzeum tervezőjének, az Akadémia épületén is később jelentős szerephez jutó Schickedanz Albertnek életművét bemutató két kiállítás egyaránt szolgálja a 19. század építészetiéhez, művészetéhez, kultúrájához való hozzáférközést.

Azt kívánom, hogy mind a látogatók, mind pedig a két érintett intézmény zárja szívébe érdeklődéssel, értékeléssel és megőrző szándékában megerősödve e kiállításokat – mindezzel egyben tisztelegve a megvalósítást lehetővé tevő kutató buzgalom, munka és úgyszeretet előtt.

Dr. Komárik Dénes
a művészettörténet tudomány doktora

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

CONTENT

Gyula Hajnóczy	199
DR. GYULA HAJNÓCZI	
History of the Theory of Architecture	207
Introduction (1990), (1996)	207
Theory of Architecture in the Ancient Times	216
Theory of Architecture in the Mediaeval Age	238
Theory of Architecture in the Modern Age	264
DR. MARIANN SIMON	
On the Architectural Form. Two Writings of Gyula Hajnóczy in the Reflection of the 1960s	279
CSILLA MARTOS DULÁCSKA	
Visual Aspects of Built Spaces	289
JÁNOS BRENNER JUN.	
Fritz Schumacher	301
KÁROLY PEREHÁZY	
Ways and Pursuits in the Hungarian Iron Art	319
REVIEW	
Official Critical Opinion on the CSc Thesis of Kinga Mezős Szilágyi: Investigation and Evaluation Methods of Urban Open Air Systems, by Gyula Hajnóczy. Reply to the Critical Opinion by Kinga M. Szilágyi	339
Architecture Design Competition for the Building of Hungarian Academy of Sciences. Exhibition in the Esterházy Collection Rooms of the Academy – Dr. Dénes Komárik	347

INHALT

Gyula Hajnóczy	199
DR. GYULA HAJNÓCZI	
Geschichte der Architekturtheorie	207
Einleitung (1990), (1996)	207
Architekturtheorie der Antike	216
Architekturtheorie des Mittelalters	238
Architekturtheorie der Moderne	264
DR. MARIANN SIMON	
Über der architektonischen Form – Zwei Schreiben von Gyula Hajnóczy	279
CSILLA MARTOS DULÁCSKA	
Visuelle Beobachtungen von Erbauten Räumen	289
JÁNOS BRENNER JUN.	
Fritz Schumacher	301
KÁROLY PEREHÁZY	
Bestrebungen in der gegenwärtigen ungarischen Eisenkunst	319
FORUM	
Kritische Bemerkungen zur Csc Arbeit von Kinga Mezős Szilágyi: Die analytische und bewertungs Methoden des städtischen Freiflächensystems – Gyula Hajnóczy. Antwort zur Kritischen Bemerkungen – Kinga M. Szilágyi	339
Wettbewerb für die architektonischen Pläne der Ungarischen Akademie der Wissenschaften. Ausstellung in den Esterházy Räume der Akademie – Dr. Dénes Komárik	347

A kiadásért felelős az Akadémiai Kiadó Rt. igazgatója
A nyomdai munkálatokat az Akadémiai Nyomda készítette
Martonvásár, 1997.

Felelős szerkesztő: Szabó János
Műszaki szerkesztő: Kiss Zsuzsa
Megjelent: 14,3 (A/5) ív terjedelemben

HU ISSN 0013-9661

Ára: 656,- Ft áfával