309.504
10/1966

Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények

X. kötet 1

2

ÉPÍTÉS- ÉS KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK

Szerkesztő bizottság:

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

Technikai szerkesztők: HORVÁTH TIBORNÉ és dr. VÁMOSSY FERENC

Szerkesztőség:

BUDAPEST, XI., MŰEGYETEM RAKPART 3., ÉPÍTŐIPARI ÉS KÖZLEKEDÉSI MŰSZAKI EGYETEM
K. II. 60 SZ. (ÉPÍTÉSZETTÖRTÉNETI TANSZÉK)

ÉPÍTÉS- ÉS KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK

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

Főszerkesztő:

DR. MAJOR MÁTÉ

X. KÖTET 1. SZÁM

BUDAPEST 1966

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

TARTALOM

MTA nemzetközi műemlékvédelmi munkaértekezlet 1964. október 5—10.

Dr. Major Máté : Megnyitó 3
Dr. Entz Géza : A tudományos kutatás szerepe a romok műemléki védelmében ... 7
Dr. Horler Miklós : Várromok restaurálásának módszertani kérdései 13
Sedlmayr János : Középkori várak helyreállítása Magyarországon 21
Román András : Várak helyreállításának kiviteli munkái 39
Dr. Gerő László : A Balatoni régió műemléki helyreállítása 45
Dr. Borsos Béla : A műemléki szakigazgatás főbb kérdései 57
Feliks Kanzlers : A lengyel műemléki munka alapelvei és kivitelezésük megszervezése a középkori vármegóvások példái alapján (német szöveg) 65
Walter Frodl : Műemlékek helyreállításának elméletéről (német szöveg) 69
Ludwig Deiters : A zinnai középkori ciszterci ta monostor apátságának rekonstrukciója (német szöveg) 73
Dr. Hans Nadler : Műemléki munkálatok a Rodewischben lévő koraközépkori Göltzsch vízi erődön (német szöveg) 81
Alfred Majevski : Nedec, egy magyar vár Lengyelországban (német szöveg) 95
Dr. Dobroslav Boïko—St. Pavlowitch : Az ókori Sirmium maradványainak konzerválása és bemutatása (francia szöveg) 117
Dr. Georg Stojkov : Néhány megjegyzés a magyar műemlékvédelem tudományos kutatási— és munkamódszereiről elhangzott referátumokhoz (német szöveg) 123
Táňa Štefanovičová—Andrej Fiaľa : A pozsonyi fellegvár (német szöveg) 125
Pereházy Károly : Budapesti műemléki épületek helyreállításának problémái ... 137
Cseh István : A Balaton-környék védett települései 147
Dr. Vargha László : A népi építészet — a néprajzi jellegű műemlékek — regionális kérdései 155

A kiadásért felel az Akadémia Kiadó igazgatója Műszaki szerkesztő: Merkly László
A kézirat a nyomdába érkezett: 1966. I. 7. — Példányszám: 600. — Terjedelem: 15,05 (A/5) ív

65.61807 Akadémiai Nyomda, Budapest. — Felelős vezető: Bernát György

DR. MAJOR MÁTÉ, akadémikus

MEGNYITÓ

A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának Építészettörténeti és Elméleti Bizottsága nevében üdvözlöm a megjelenteket: szakmánk kiváló külföldi reprezentánsait, magyar kollégáinkat, témánk, a műemlékvédelem iránt érdeklődő minden vendégünket.

Tisztelt Munkaértekezlet!

A Bizottság első ízben az ötvenes évek derekán vetette fel a középeurópai építészettörténet, elmélet és műemlékvédelem kutatásával, tudományos problémáinak kidolgozásával kapcsolatban a szorosabb nemzetközi együttműködés gondolatát. E gondolatot deklaráló 1957. évi *I. Építészettörténeti és Műemlékvédelmi Konferenciát*, 1959-ben a *II.*, 1962-ban pedig a *III.* követte, — mindhárom itt Magyarországon.

E három konferencia eseményeire, előadásaira, hozzászólásaira, vitáira — és a magyar műemlékvédelem állapotát dokumentáló kirándulásokra — visszagondolva, azt hiszem, objektíven megállapíthatjuk, hogy vállalt közös erőfeszítéseink ez ideig még nem jártak a várt eredményekkel. Ez a megállapítás elsősorban a konkrét témák konkrét együttmunkálására vonatkozik, mert egyébként a kapcsolatok létrejöttek, egyre szélesednek, mélyülnek, s ez komoly reményt nyújt az intenzívebb együttműködés mielőbbi kialakulására is. Azok a kollegiális és baráti kapcsolatok, melyek nemcsak a szomszédos, hanem a távolabbi országok szakembereivel is kötődtek és kötődnek, a személyes megismerésen túl, egymás munkájának megismerhetésével, értékelhetőségével és eredményeinek felhasználhatóságával jártak és járnak, s ez, minden bizonnyal, a legjobb kölcsönös segítség a továbbjutáshoz.

Mindazt, amit itt elmondtam, jól érzékelteti a legutóbb, 1962-ben, hozott konferencia-határozatok végrehajtásának jelenlegi állapota. Példaként csak azoknak a feladatoknak teljesítési helyzetét érintem, melyeket a magyar Bizottság is magára vállalt, illetőleg egyedül e Bizottság vállalt magára. Az akkori konferencia-jegyzőkönyv határozati pontjának sorrendjében röviden ezt a képet rajzolhatom fel a Bizottság azóta végzett munkájáról:

(ad 5. pont) A Bizottság a „kölcsönösen fontos problémák" kutatásának és feldolgozásának során folytatta eddigi tevékenységét *az ötkötetes magyar építészettörténet, a műemléki topográfiák, a nagy magyar építészek (Fellner Jakab* stb.) *monográfiáinak* megírásában és kiadásának előkészítésében. Új kezdeményezésként pedig útjára indította az *Architektúra* sorozatot, mely tudományos szinten, a modern és a régi, magyar és külföldi építészet alkotóinak, építészeti produkcióinak, építészetelméleti gondolatainak kisebb terje-

delmű tanulmányait fogja rendszeresen, a szakkörök és a nagyközönség rendelkezésére bocsátani. Az első négy kötet *(Le Corbusier, Árkay Aladár, P. L. Nervi,* és *A Magyar CIRPAC-csoport tíz esztendeje)* a jövő év derekán jelenik meg.

(ad 6. pont) Az előbb említett munkák jórészt teljesítik a III. Konferencia ama határozatát is, mely az újabb és a legújabb kor építészettörténetének kutatását hangsúlyozottan fontosnak jelöli meg, s ezen belül is kiemeli a munkáslakás-építés, meg a szociális jellegű épületprodukció vizsgálatának fontosságát. A munkáslakás-építés történetének munkálatait a Bizottság megkezdette, egyelőre azonban, anyagi- és munkaerő-hiány miatt, alig jutott előbbre!

(ad 8. pont) A Bizottság megfelelően a III. Konferencia határozatának, folyamatosan publikálja az építészettörténeti és elméleti kutatási eredményeket, tanulmányokat, elsősorban az *Építés- és Közlekedéstudományi Közleményekben*, de egyebütt is: a *Műemlékvédelem*ben, a *Magyar Építőművészet*ben, a *Művészettörténeti Értesítő*ben, illetőleg az *Acta Historiae Artium*ban — éspedig nemcsak magyar, hanem külföldi szerzők műveit is. Így, addig is, amíg a közös folyóirat gondolata megvalósul, jelentős tudományos anyagot bocsát a hazai és a nemzetközi szak-közvélemény rendelkezésére.

(ad 9. pont) A Bizottság által javasolt többnyelvű építészettörténeti és műemlékvédelmi szakszótár kiadását a Magyar Tudományos Akadémia kiadója az *Akadémiai Kiadó* — vállalta. Az e célra alakított munkabizottság az előkészítő munkálatokat megindította.

(ad 10. pont) Az építészettörténeti és műemlékvédelmi kiadványokban előforduló helységnevek azonosíthatása érdekében hozott határozatot, mely szerint az akadémiák közöljék egymással a helységek mai neve mellett korábbi nevüket is, a Bizottság, a magyar helységnévtári kiadványok összegyűjtésével, részben végrehajtotta. Az adatok közlése a társakadémiákkal — illetőleg műemlékvédelmi szervekkel — még nem történt meg.

(ad 11. pont) A III. Konferencia határozata alapján a Bizottság az építészettörténeti adatok térképre-vitelének metodikáját kidolgozta, s a vonatkozó javaslatot rövidesen a társakadémiák — műemlékvédelmi szervek — rendelkezésére bocsátja.

(ad 12. pont) A Műemlékvédelemre vonatkozó törvényeket, szabályzatokat, előírásokat stb. a III. Konferencia határozata alapján a magyar Bizottság összegyűjtötte, s ugyancsak rövidesen a társakadémiák — és műemlékvédelmi szervek — rendelkezésére bocsátja.

(ad 13. pont) Bár az építészettörténetet kutató és a műemlékvédelmet művelő szakemberek kölcsönös tanulmányútjainak tényleges realizálódásában némi fejlődés tapasztalható, a magyar Bizottság sem tett sokat e konferenciahatározat eredményesebb végrehajtása érdekében.

(ad 16. pont) Végül: a Bizottság vállalta, hogy az 1962. évi Konferencia anyagát kiadja. Sajnos, a kéziratok véglegesítésében elkövetett késedelmeskedések, fordítási nehézségek, szerkesztési és kiadási zökkenők miatt ezt a feladatát nem tudta úgy teljesíteni, hogy a kiadványt e napokban az Értekezlet részvevőinek kezébe adhassa. Azt azonban jelenthetem, hogy a kiadvány már a nyomdában van, és még ez évben minden érdekelt meg fogja kapni.

Ennyi a magyar Bizottság jelenteni valója az 1962. évi Konferencia zárójegyzőkönyvében rögzített határozatoknak saját területén és hatáskörében történt végrehajtásáról.

Ez — önkritikus — jelentés tanulságai is, de a *Velencében* most rendezett *II. Nemzetközi Műemlékvédelmi Kongresszus* által elfogadott *Műemlékhelyreállítási Okmány* (Charta) elveivel való teljes egyetértés is arra késztette a Bizottságot, hogy a Konferenciák sorában az *UNESCO Nemzetközi Műemlékvédelmi Mozgalma* keretében, egy redukáltabb témakörű, gyakorlatibb jellegű Műemlékvédelmi Munkaértekezletet iktasson, s ezzel újabb lendületet adjon saját munkájának, és a közös munkának egyaránt. E redukáltabb témakör tételei: a középkori magyar váraink, a Balaton-régió műemlékeinek helyreállítási és a műemlékvédelem szakigazgatási kérdései. Ezek közül a magyar várak helyreállítási kérdéseinek az ad különös aktualitást, hogy a török hódoltság idején vívott hősi küzdelmek, majd a magyar szabadságmozgalmaktól rettegő Habsburg-önkény várrombolásai után maradt — nekünk nagyértékű — romok mentésének már csak végső lehetőségei adottak számunkra. (Különösen, ha figyelembe vesszük, hogy megtartásuk helyességét egyes — tájékozatlanság-formálta — vélemények még ma is kétségbevonják.) Reméljük, hogy erről és a többi tételről folytatott diszkusszió, s vele a magyar műemlékvédelmi gyakorlat helyszíni kontrollja, hozzá fog járulni a föltett kérdések egyre jobb és egyre közösebb megválaszolásához.

Helyes lenne, ha a közösség különös hangsúlyával, a közös munka hatékonyabb voltába vetett változatlan meggyőződéssel, ez a Munkaértekezlet olyan határozati javaslatokat hozna és terjesztene jóváhagyásra minden résztvevő Akadémia — illetőleg műemlékvédelmi szerv — elé, melyek — esetleg kétoldali megállapodások formájában — az eddigi konferenciák és a mostani értekezlet tárgyalt problémáinak megoldásához elengedhetetlen, termékeny tapasztalatcserét lennének hivatottak elősegíteni, illetőleg a meglevő ilyen csere-akciókat szélesíteni és erősíteni. E tapasztalatcserének — egyezésben egy nemzetközi dokumentációs központ létesítésére és működésére vonatkozó okos (ICOMOS) javaslat gondolataival és eddigi több határozatunkkal — ki kellene terjednie a műemlékvédelmi törvények s egyéb lényegesebb hatósági intézkedések, hivatalos elvi és metodikai álláspontok szövegének, tudományos és műszaki dokumentációinak, fényképeknek, műemléki jegyzékeknek, folyóirat- és könyvkiadványoknak, ezek bibliográfiáinak állandó cseréjére. És ki kellene terjednie a személyes tapasztalatcsere lehetőségeinek megteremtésére, illetőleg szaporítására is. A magyar Bizottság hajlandó bármelyik itt képviselt ország akadémiájával — vagy műemlékvédelmi szervével — megállapodást kötni a vázolt tapasztalatcsere rendszeres lebonyolítására.

A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának Építészettörténeti és Elméleti Bizottsága nevében kívánom a tisztelt Munkaértekezletnek, hogy a napirendre tűzött és vállalt témák feldolgozásával — nagyszerű céljainak állandó közelítése érdekében, minél jobb munkát végezzen.

DR. ENTZ GÉZA, a műszaki tudományok kandidátusa

A TUDOMÁNYOS KUTATÁS SZEREPE A ROMOK MŰEMLÉKI VÉDELMÉBEN

A magyar műemlékvédelem egyik legfontosabb területe a művészeti és történeti értékű romok megóvása, illetve lehető mértékben való helyreállítása. Középkori váraink és templomaink igen nagy hányada ugyanis a hazánkat évszázadokon keresztül sújtó háborúk következtében tönkrement. A veszteség különösen nagy a várakat illetően, hiszen ez épületfajtából alig maradt néhány ma is használható állapotban. A XVI—XVII. századi török hódoltság, majd a XVIII. század elején kitört, Rákóczi Ferenc által vezetett szabadságharc e területen járt a legnagyobb áldozatokkal. A sokszoros ostromokat váraink nagy része állta ugyan, de a kuruc felkelések Habsburg ellenrendszabálya végzetessé vált. 1702-ben I. Lipót elrendelte a magyar várak felrobbantását, nehogy azok a nemzeti ellenállás fészkei lehessenek. A levegőbe repített és leégett épületek romjai pedig a környék építőanyagaként szolgáltak, s amit az erőszak megkímélt, a közöny emésztette el. — Ugyanez lett a sorsuk régi városi és falusi templomaink, kolostoraink sok százának is. Az elpusztult települések egy része végleg üresen maradt s a romos épületek lassanként eltűntek, vagy kőbánya szerepét vitték. A lakott vagy újratelepült helyek is gyakran új építkezéseket kívántak s így a régit jobb esetben átépítették, igen sokszor azonban veszni hagyták.

A röviden vázolt súlyos pusztulás természetesen elsősorban a török uralom alá került országrészeket érte. Jellemző, hogy az Alföldön szinte alig találunk ép vagy akár átépített középkori épületet. Csak olyan félreeső, folyókkal és mocsarakkal védett terület, mint pl. az Alföld északkeleti szöglete, kerülte el ezt az érzékeny veszteséget és őrizte meg aránylag nagy sűrűségben a XIII—XV. századi falusi templomokat. Szabolcs megye középkori műemlékállományából tehát nagy valószínűséggel következtethetünk az Alföld tekintélyes nagyságú, de ma e tekintetben szinte üres térségeinek hajdani építészeti gazdagságára. Még olyan műemlékekben bővelkedő vidék, mint a Balaton környéke, napjainkban is tanúskodik a véres századok megpróbáltatásairól. A török hódoltság határa ugyanis a Balaton északi partja közelében húzódott. A hadiszerencse forgandósága természetesen alig engedett meg határozott elválasztó vonalat, a határ állandóan ingadozott. Míg a várak egy része esetleg magyar kézen maradt, a környező falvak gyakran tartósan kerültek török megszállás alá. A számos középkori, vagy legalább középkori eredetű épület mellett sok ma már eltűnt egyházi vagy világi alkotásról tudunk itt s a romok száma is elég tekintélyes. Közülük néhány pusztulásának körülményeit ismerjük. 1552-ben foglalta el a török Veszprém várát. A környékbeli nemesség ekkor robbantotta fel több más kolostorral együtt a magyar késő gótika egyik legszebb példáját, a nagyvázsonyi pálos templomot a hozzátartozó klastrom-

mal, hogy megakadályozza az ellenséget az épületek erődítményként való felhasználásában.

Az elmondottak talán eléggé alátámasztják és indokolják műemlékvédelmünk fokozott érdeklődését vár- és templomromjaink iránt, hiszen művészetünk történetének egy jelentős része került föld és törmelék alá. Hogy ezáltal mit vesztettünk, Buda vára és a visegrádi királyi palota ásatásai beszédesen bizonyítják. De ugyanerről győz meg száz meg száz kisebb jelentőségű emlékünk részleges vagy teljes elenyészése, hiszen már csak mennyiségük is megdöbbentő. Így érthető, hogy — bár elkésve — minden erőnkkel azon igyekszünk, hogy a még meglevő romokat vallatóra fogjuk és a korszerű tudományos kutatás minden lehetséges eszközével felderítsük mindazt a történeti és művészeti értéket, melyet még pusztulásukban is magukban rejtenek. Az így nyert eredmények nemcsak elméleti jelentőségűek, nem pusztán történeti és művészeti tudásunkat gyarapítják, hanem biztos alapot nyújtanak a műemlék egészének vagy részletének az előkerült maradványok felhasználásával történő hiteles és élménytkeltő konzerválására, helyreállítására. A tudományos kutatás tehát nem öncél, hanem nélkülözhetetlen eszköz is a műemlékvédelem korszerű megvalósítása érdekében. Módszer, mely hivatott arra, hogy súlyos veszteségeink ma még fellelhető nyomait visszahódítsuk az enyészettől és közvetlenül vagy közvetve kamatoztassuk műemlékeinknek, mint műalkotásoknak s ugyanakkor, mint történeti dokumentumoknak a valóságnak megfelelő helyreállításában és bemutatásában.

A történelmi körülményeink által kialakított cél és szemlélet megkívánja, hogy a műemléket és a hozzá szervesen kapcsolódó környezetet egységnek fogjuk fel, de ugyanakkor fejlődésében, kialakulásának folyamatában is vizsgáljuk. Ez gyakorlatban a kutatás egységességét és történetiségét jelenti. Az épület közvetlenül hozzáférhető, szintfeletti és közvetve elérhető, földalatti részeinek feltárása a kutatás egészébe épp úgy beletartozik, mint a fellelhető irodalmi, levéltári és muzeális adatok összegyűjtése. A helyszíni gyakorlati eredmények számára az igazi távlatot az a történeti jellegű munka adja meg, mely az írott, ábrázolt és tárgyi forrásanyag ismeretében, az azokból levonható tanulságokat minél teljesebben, a valóságos fejlődésnek megfelelően érvényre juttatja és a helyszíni tapasztalatokra alkalmazza. Az épület egészére vonatkozó régészeti kutatás így egészül ki a legszélesebb értelemben vett forráskutatással. Az elmondottak megvilágítják azokat az utakat, melyeken mai műemlékvédelmünk tudományos kutatásának haladnia kell. Ezek a szakkörök által ugyan általánosan ismertek, de éppen sajátos történeti körülményeink következtében bizonyos hazai jellegzetességek is alakultak ki. Az alábbiakban néhány konkrét példa felemlítésével csupán ezekre kívánok kitérni.

A kiadott, de főként a kiadatlan levéltári adatok nálunk különleges jelentőségűek. E tény felismerése az utóbbi évtizedek egész művészettörténeti munkáját erősen befolyásolta és eredményességéhez nagymértékben járult hozzá. Külön Művészettörténeti Dokumentációs Központ foglalkozik közép-, új- és legújabbkori levéltári adatok gyűjtésével és a kutatás rendelkezésére bocsátásával. Emellett az Országos Műemléki Felügyelőség évek óta végez és végeztet kifejezetten műemlékekkel kapcsolatos levéltári kutatást, mely elsősorban a munkába vett műemlékek múltjának tisztázására irányul. A sümegi vár régészeti feltárását nagymértékben könnyítették azok a XVI—XVII. századi kiadatlan leltárak, melyek részletesen leírták az egész épületegyüttes akkori állapotát, helyiségeinek sorát és rendeltetését. Ugyanígy jelentős segít-

séget adnak Giulio Turco olasz hadmérnök 1569-ből való, s a bécsi Hadilevéltárban őrzött felvételi rajzai, melyek a dunántúli várak akkori alaprajzait és távlati képeit tüntetik fel. Turco megbízhatóságát eddig valamennyi ásatásunk messzemenően igazolta (Várpalota, Nagyvázsony, Szigliget, Sümeg stb. váraink).

XI—XIII. századi okleveleink, csekély kivételtől eltekintve, ki vannak adva. A XIV. századtól tekintélyesen emelkedő számú későközépkori oklevelek kiadása viszont éppen mennyiségük miatt jóval hiányosabb. Még fokozottabban áll e megállapítás a XVI—XVIII. századi óriási tömegű írásos anyagra, melynek teljes kiadása soha nem lehet cél. Viszont minél későbbiek a levéltári források, annál pontosabb, közvetlenebb megvilágítást nyújtanak műemlékeink történetére. Így érthető, ha a levéltári kutatások számára minél szélesebb alapot kívánunk teremteni, hogy így is némileg pótolhassuk emlékanyagunk jelentős hiányait.

E szempont még inkább előtérbe lép a helyszíni vizsgálatok vonatkozásában. Más szerencsésebb népek sokkal kevésbé vannak a falak vizsgálatára vagy ásatásokra ráutalva, mint mi, hiszen a XIV—XV. századi s főként későbbi épületeik nagy számban maradtak meg eredeti vagy közel eredeti mivoltukban. A budai várnegyed, a soproni belváros feltárása bizonyítja, hogy nálunk a gótika és reneszánsz a XVIII—XIX. századi átépítések sűrű szövedékében majdnem nyomtalanul eltűntek. A házak még megmaradt középkori részleteit szinte ki kellett bányászni a török idők után bekövetkezett, rendesen szerény igényű és a még meglevő régi részek további rongálását, pusztítását jelentő átalakításokból. Váraink túlnyomó részének XVIII. századi felszámolása pedig annyit jelent, hogy régészetünknek még XVIII. századi pusztulási és betöltési rétegeket is figyelembe kell vennie. Ugyanez a helyzet a számos elhagyott és ma már részlegesen vagy teljesen romos középkori templomunk esetében is. Míg pl. Nyugat-Európában napjainkban egyre nagyobb lendületet vevő középkori ásatások XIV—XV. századi épületek antik vagy koraközépkori előzményeit hozzák felszínre, addig nálunk még XVI—XVII. századi építkezések is föld alá kerültek. Így tolódtak ki hazánkban 3—400 évvel a régészeti korszakok határai. E körülmény több lényeges és számunkra sajátos eltérést eredményezett. Szükségessé tette mindenek előtt a régészeti módszerek állandó finomítását és mindenirányú régészeti adatnak fokozott figyelembevételét. Nem véletlen, hogy az 1934-ben megkezdett visegrádi, de főként az 1946-ban induló budai ásatások óta műemléki feltárásaink még az újkori rétegekben is az őskori és római kori klasszikus módszereket követik. Nem elégedhetünk meg pusztán falak vagy épületrészek napvilágra hozásával, hanem a rétegelemzések és a leletanyag segítségével egyrészt aprólékosan mérlegelnünk kell a legcsekélyebb részleteket is, másrészt ki kell munkálnunk a nagy összefüggéseket. A legtöbbször korhatározó részletek nélkül előkerült épületmaradványok korát és legalább relatív kronológiáját csak így állapíthatjuk meg, csak így számolhatjuk fel, legalább részlegesen a súlyos veszteségeink okozta bizonytalanságokat és hiányokat.

Az elmondottak világossá teszik, hogy helyszíni megfigyeléseinknek minél pontosabb és szigorúan régészeti igényű dokumentálása, a leletanyagnak muzeális szintű restaurálása, leltározása és feldolgozása nálunk fokozottan szükséges. A kerámiai, fém-, csont- és egyéb tárgyak mellett különös jelentőségűek az esetleg előkerülő épületszobrászati vagy épületfestészeti leletek, melyek közvetlenül adnak felvilágosítást az épület művészi kiképzésére és

ezáltal a kormeghatározás nehéz kérdésének megoldását is elősegítik. Ezen felül pedig szerencsés esetben az épület helyreállításában közvetlen támogatást adnak eredeti helyükre való visszahelyezés vagy hiteles kiegészítés lehetőségének biztosítása által. Az egész épületnek nemcsak művészi megjelenését, hanem történeti hitelét is emeli, ha az említett eljárásokra megfelelő alkalom adódik.

A kifejtettekből következik, hogy tudományos szempontból nálunk a teljes feltárások a kívánatosak. Ebbe beleértendő az épülettel közvetlenül összefüggő környezet is, hiszen történeti fejlődésre a szomszédos épület ismerete, templomok esetében a bennük és körülöttük levő sírok feltárása, váraknál, a ma már túlnyomó részükben egészen eltűnt külső védőművek kiásása egyáltalában nem közömbös. E követelmény maradéktalan kielégítése nagyon sok körülménytől függ és ezért ma még csak ritkán valósítható meg. Kisebb épületekkel kapcsolatban e törekvés lényegében megoldható. Így kerülhetett sor pl. az ecséri XII—XIII. századi templom teljes alaprajzának tisztázására, az épületen belüli kegyúri sírhelyek feltárására, az épületen kívüli temetkezések megvizsgálására, a templom kőkerítésének és az ezen kívül eső középkori paplaknak melléképületestől való kiásására. Ugyanígy bonyolítjuk le a felsőörsi románkori templom belső feltárását és falainak kutatását is. Nem tudtuk azonban idő- és pénzhiány miatt megvizsgálni a felsődörgicsei kettős románkori temetőjét, pedig annak feltárása nagy valószínűséggel rögzítette volna a két egymással összeépült, de különböző időből eredő épület keletkezésének idejét. Ez pedig nagyon fontos lett volna annak ellenére, hogy a romkonzerválás miként jét és mértékét a temető ásatása aligha befolyásolta volna.

Nagyobb objektumoknál a teljes feltárásnak természetesen még súlyosabb akadályai vannak. Ilyen esetekben rendszerint meg kell elégednünk a helyreállításhoz vagy konzerváláshoz közvetlenül szükséges falkutatással és ásatással. Alapelv azonban, hogy a pillanatnyilag el nem végezhető feltárások későbbi megvalósításának lehetőségét mindenképpen biztosítsuk. Az ásatást, kutatást és az építési munkákat úgy kell tehát végezni, hogy tudományos kár ne történhessék. Még részleges feltárás esetében is úgy kutatunk azonban, hogy a pillanatnyi tudásunk szerint leglényegesebb pontokon teljes feltárás történjék, hogy ezáltal az épület fejlődésének leglényegesebb mozzanatai legalább egyes fontos részleteken rögzíthetők legyenek s a további kutatás számára kedvező előfeltételeket alakítsunk ki.

Az elmondottak megvilágítására két balatonkörnyéki példát hozok fel: a nagyvázsonyi vár XV. századi lakótornya majdnem épen maradt meg. A vár többi része viszont úgyszólván teljesen föld alá került. Az 1955 és 1960 között folyt ásatás teljesen feltárta a belső várat, a belső kaputoronnyal, a kápolnával, a belső saroktornyos várfallal és az árokrendszerrel együtt. Az ásatás rendkívül értékes gótikus és reneszánsz faragványokra bukkant, melyek túlnyomó hányada az 1552-ben felrobbantott közeli pálos kolostorból származik és a XVI—XVII. században építőkőként került a vár akkori erődítéseihez. A legszebb darabokat a kápolna alatti dongaboltozatos helységben, kőtárszerűen rendeztük el. A nagyszámú kis leletek közül a XV. századi fémművesség művészi szintű alkotásai emelkednek ki.

Lényegében teljes feltárás történt a sümegi vár 1957 és 1963 közt végzett ásatásán. A régészeti munka nyomán, akárcsak Nagyvázsonyban, Sümegen is vár lett a romhalmazból. Az épület együttes teljes fejlődése a XIII—XVIII. század között ismeretessé vált. Az öreg-torony és tartozékai a várhegy bazalt-

kúpjának legmagasabb pontját foglalják el. Itt volt a vár urának, a veszprémi püspöknek lakóhelye is a kápolnával. A XIII—XIV. századi belső várat a XV. században az egész hegytetőre kiterjedő várrá bővítették. Ekkor épült a belső kaputorony, a hozzá délről csatlakozó palotával, a nyugati és északi fallal és tornyokkal, valamint a külső falszoros a hozzávaló kaputoronnyal. A XVI. században újabb erődítések és bővítések következtek s a váron még a XVII. században is építkeztek. A rendkívül gazdag leletanyag az építéstörténet e vázolt menetét meggyőzően támasztja alá. A középkori tárgyak mellett igen jelentős mennyiségben és minőségben is a XVII—XVIII. századi kerámia, főként a mázas kályhacsempék és habán fazekas művészet gazdag sorozata. — A nagyvázsonyi és sümegi ásatások igen lényegesen bővítették várainkról való általános ismereteinket mind építészeti, mind történeti szempontból s közel hoztak bennünket a várak közép- és török-kori életéhez.

A felhozott példák talán fogalmat adnak a magyar műemlékvédelem érdekében kifejtett tudományos munka módszereiről, céljairól és fejlődési irányáról. Nyilvánvaló, hogy ezek főbb vonásaikban a ma mindenütt folyó tevékenységgel egyeznek. Mégis különleges viszonyaink következtében a részfeladatok és részeljárások a helyi körülményeknek megfelelően alakultak s a kutatás hangsúlya is eltérő érzékeny veszteségeink és ezáltal is megszabott, vagy befolyásolt tervezésünk és kivitelezésünk sajátos helyzete és lehetőségei következtében. A kutatásnak éppen gyakorlati követelmények miatt messzemenően figyelembe kell vennie általános és sajátos tudományos szempontokon túl műemlékvédelmünk adott lehetőségeit. Elvileg minden feltárásnak meg kell előznie a tervezést és a tervezésnek a kivitelezést. Ez az eszmei sorrend azonban nem mindig valósulhat meg. Nagyméretű feladatok a fenti sorrend mereven elhatárolt végrehajtását épp úgy nem teszik lehetővé, mint a műemléki munkáknak az a lényeges belső sajátossága, hogy meglepetésre mindig lehet és kell számítani. Éppen e körülmények engedik meg a gyakorlati lebonyolítás bizonyos rugalmasságát, a kutatás, tervezés és kivitelezés bizonyos elkerülhetetlen mértékű párhuzamosságát. Ennek ellenére erőteljesen hangsúlyozni kell a tudományos kutatás idejében való lebonyolításának szükségességét, mert a jó előkészítés, a helyes tervezés és kivitelezés alapfeltétele. Egyszerű és rövid munkáknál e követelmény betartása aránylag könnyű. Több évre kiterjedő helyreállítások esetében azonban csak akkor valósítható meg, ha a kutatás, tervezés és kivitelezés helyes összhangját biztosítjuk. A magyar műemlékvédelem szervezete ezt lehetővé teszi, bár nehézségek így is bőven merülnek fel. A műemlékhelyreállításokkal kapcsolatos tudományos kutatásnak sok problémát adó, de különleges szépsége éppen a tudománynak és gyakorlatnak egymást kölcsönösen segítő és kiegészítő egységében rejlik.

*

Die wissenschaftliche Forschung ist eine allgemeine Forderung der zeitgemässen Denkmalpflege. Da in Ungarn im Laufe der Geschichte ausserordentlich vieles zerstört wurde, bekam die wissenschaftliche Forschung eine besonders wichtige Rolle bei der Wiederherstellung von Baudenkmälern. Der grösste Teil unserer mittelalterlichen Gebäuden besteht aus Ruinen, oder wurde durch die Umbauten späterer Zeitalter seines ursprünglichen Charakters beraubt. So ist es verständlich, dass die Bedeutung der Mauers-Erschliessungen und der archäologischen Forschungen in der ungarischen Denkmalpflege viel grösser als üblich ist. Bei der Herstellung von Burgen ist die archäologische Tätigkeit unerlässlich und eine Hauptbedingung der richtigen Vollführung von notwendigen Planungs- und Bauausführungsarbeiten. Nachdem der grösste Teil der ungarischen Bur-

gen am Anfang des XVIII. Jahrhunderts gesprengt wurde, müssen bei den Grabungen auch die Zerstörungs- und Auffüllungs-Schichten in Betracht gezogen werden. So verschoben sich in unserer Heimat die Grenzen der archäologischen Epochen, im Vergleich mit der allgemeinen europäischen Situation, um 3—400 Jahre. Dieser Umstand machte die stetige Verfeinerung der archäologischen Methoden notwendig, sowie die erhöhte Beachtung aller möglichen archäologischen Angaben. Der historische Charakter der Forschung erfordert prinzipiell die vollständige Erschliessung, diese Forderung kann jedoch in der Praxis nur selten und meist nur bei kleineren Objekten erfüllt werden. Es ist aber ein Grundprinzip, dass man die Möglichkeit einer späteren Realisation der momentan nicht ausführbaren Erschliessungen unbedingt sichern soll. Sogar im Falle einer partiellen Freilegung muss man an den wesentlichen Punkten nach totaler Erschliessung trachten, weil man dadurch die wichtigsten Momente in der Entwicklung des Gebäudes fixieren kann. So ergibt sich die Möglichkeit der Gestaltung günstiger Voraussetzungen für die weitere Forschung.

DR. HORLER MIKLÓS

VÁRROMOK RESTAURÁLÁSÁNAK MÓDSZERTANI KÉRDÉSEI*

Ha a magyar várak helyreállításának, műemlékvédelmi munkáinak kérdését a restaurátor-építész szemszögéből akarjuk megközelíteni, úgy elsősorban a helyreállítás elvi, módszertani kérdéseivel kell foglalkoznunk. Legfontosabb elveink és egész metodikánk kialakításánál viszont azokból a történeti adottságokból kell kiindulnunk, amelyek meghatározzák a magyar műemlékanyag e nagy jelentőségű részének kialakulását és mai helyzetét s amelyeket az előttem szólott Entz Géza dr. referátumából volt alkalmunk nagy vonásokban megismerni. Elsősorban arra a tényre utalok itt, hogy a magyar történelmi múlt építészeti emlékanyagának a török hódoltság előtti — tehát a XVI. sz.-nál korábbi — része s benne váraink zöme jórészt csak romok formájában maradt ránk. Nemcsak a pannóniai provincia római erődítései és települései, hanem középkori és reneszánsz várak, várkastélyok hosszú sora, sőt a magyar államiság egykori központjai, királyaink rezidenciái is, mint Esztergom, Visegrád, Buda, Diósgyőr stb. ma már csak romokként mutathatók be. Még annál a kevés várunknál is, ahol az épületek egy része, vagy a belsővár magja későbbi átépítésekkel bár, de használható állapotban maradt, a külső védőművek rendszerint szintén a pusztulás áldozatává lettek, és az egész vár eredeti összefüggései, a teljes rendszer már nehezen ismerhető fel.

Épp ezért a váraink műemlékvédelmével kapcsolatos feladatok elsődlegesen a romvédelem problémáit vetik fel számunkra. A romok műemlékvédelme terén a múltban néhány kiemelkedő jelentőségű eredmény született hazánkban, de a munka mennyiségének nagyobb része még előttünk áll. A várromok védelmével kapcsolatos munkákat hazánkban az Országos Műemléki Felügyelőség végzi. Intézetünk tudományos és műszaki munkatársai az utóbbi években számos rom konzerválási és restaurálási munkáin dolgoztak. E munkák tapasztalatainak levonásával és a múltból vett példákkal való összevetésével megpróbáltuk a romok védelmével kapcsolatos helyes elveket és módszereket összefoglalni és egységes álláspontot kialakítani. Módszereink elvi síkon való tisztázását és körvonalazását a magyar műemlékvédelmi gyakorlatban egyre fontosabbnak tartjuk. Műemlékhelyreállításunk általános elvi kérdéseit legutóbb az 1962 októberében az MTA által rendezett konferencián kíséreltem meg összefoglalni. Most ennek továbbfejlesztéseként tehát ennek egy területét: a romvédelem metodikai kérdéseit szeretném kissé részle-

* A tanulmány részletesebb formában megjelent a „Műemlékvédelem" c. folyóirat 1964. évi 1. számában, „Romok műemlékvédelmének módszerei" címen. Ezért itt képanyag nélkül rövidítve közöljük. *Szerk.*

tesebben áttekinteni, utalva arra, hogy ennek elvi alapjai az említett korábbi előadásom anyagában gyökereznek.

A téma áttekintésénél elsősorban azt fogjuk vizsgálni: milyen feladatok merülnek fel a romok védelmével kapcsolatban, majd hogy milyen általános elvi szempontok érvényesek ezek megoldására, végül: a műfaj és feladatok sajátosságainak figyelembevételével milyen helyes megoldások lehetségesek.

A romvédelemmel kapcsolatos feladatok lényegében három kérdés köré csoportosulnak:

a) a meglevő maradványok konzerválása,

b) kiegészítése a rom értelmezése érdekében,

c) a rom, vagy egyes részeinek gyakorlati felhasználása.

Az elsődleges feladat minden esetben a meglevő maradványok fennmaradását biztosítani. Azt a beavatkozást, amely csupán az ehhez feltétlenül szükséges mértékben nyúl hozzá a műemlékhez, nevezzük konzerválásnak, illetve állagbiztosításnak. Az ezzel kapcsolatos munkák egyéb igények kielégítése nélkül, pusztán a védelem érdekében is elvégezhetők, illetve elvégzendők, de összekapcsolódhatnak a másik két feladattal: az értelmező kiegészítéssel és a gyakorlati felhasználással is. A romok állagvédelmével egyidejűleg majdnem minden esetben felmerülő igény a töredékesen maradt emlék eredeti arányainak, viszonylatainak, szerkesztési elveinek, az egymástól elszakadva jelentkező részletek összefüggéseinek stb. világosabb megértése, a csonka eredeti szemlélése során keletkező élmény teljesebbé, ezáltal gazdagabbá tétele, ami a ma már hiányzó részek bizonyos mérvű rekonstrukciója, kiegészítése útján lehetséges.

Az előző kettőhöz csatlakozhat végül az a feladat, hogy a romot vagy annak egyes részeit valamilyen gyakorlati célra alkalmassá tegyük. Természetesen általában nem lehet szó a romként fennmaradt műemlék eredeti rendeltetésének visszaadására (bár néha erre is lehetőség nyílik), azonban felmerülhetnek olyan mai igények, mint a rom megőrzése, védelme, kőtár, múzeum, kilátó, vendéglátás, idegenforgalom stb., amelyek kielégítésére a rom részben felhasználható a műemléki szempontok sérelme nélkül.

E három feladatcsoport legtöbbször egymással összefüggésben jelentkezik, és megoldásuk is kapcsolódhat egymáshoz. Így pl. az állagbiztosításként szükséges hozzáfalazások egyúttal utalásul szolgálhatnak az eredeti alaprajzi formára, tér- vagy tömeghatásra, alátámaszthatnak anastylosisként visszahelyezett kőtagozatokat, vagy a térhatás érdekében alkalmazott kiegészítésekkel egyben hasznosítható tereket nyerhetünk, stb. Ezek lehetőségeire még vissza fogunk térni.

A feladatok helyes megoldásának kiválasztásánál a következő általános szempontokat kell figyelembe venni:

1. *Hitelesség.* — A műemlékvédelem a hiteles, történetileg kialakult állapot fenntartását és bemutatását kell, hogy szolgálja. (Ennek érdekében a rom építészeti értelmezésére és építéstörténetére vonatkozó adatokat a lehető teljességgel össze kell gyűjteni, hogy a védelem beavatkozásai során a torzításokat elkerüljük. Ehhez egyrészt régészeti, másrészt építészettörténeti kutatások szükségesek.) A hitelesség szempontja elsősorban azt kívánja, hogy mindazok a részek, amelyeket a fennmaradt romhoz kiegészítésként hozzáteszünk, valóban a hiteles történeti állapotot tükrözzék, hiteles formákra és arányokra utaljanak, tehát hiteles, tudományos érvényű adatokra támaszkodjanak. Másrészt pedig megkívánja azt, hogy a meglevő állapothoz akár formai kiegé-

szítés, akár állagvédelem céljából *ma* hozzátett részek egyértelműen megkülönböztethetők legyenek az eredetitől, illetve a beavatkozás helye és mértéke leolvasható legyen magáról az objektumról.

2. *A hozzátétel mértéke.* — A rom védelmével kapcsolatban a meglevőhöz hozzátett részletek alkalmazása során minden esetben gondosan mérlegelni kell a régi és az új hozzátét arányát. A műemlék által nyújtott történeti élményt a fennmaradt *eredeti* részletek keltik bennünk, tehát alapvető követelmény, hogy a helyreállítási, lletve állagmegóvás után is a meglevő eredeti részek domináljanak az összhatásban. A hozzáfalazások, kiegészítések mértékét — a műszaki szükségesség mellett — ennek figyelembevételével kell meghatározni. A műemlék lényegét: a hiteles történeti dokumentum élményét elnyomná, hitelességét lerontaná az olyan helyreállítás, amelynél több az újonnan felépített rész, mint a megmaradt eredeti. Az értelmező kiegészítéseknél tehát nem az eredeti állapot minél teljesebb visszaállítására kell törekedni, csupán a rom helyes értelmezésének megkönnyítésére, gondolatindításra.

3. *A hozzátétel módja.* — A romvédelmi feladatok gyakorlati megoldásánál végül a technológiai és esztétikai szempontokat kell mérlegelni. Alaposan meg kell tehát vizsgálni a rom eredeti építési anyagait, szerkezetét s a konzerválás vagy kiegészítés során felhasznált anyagokat és eljárásokat ezek figyelembevételével úgy kell megválasztani, hogy azok egyrészt a rom állékonyságát műszakilag biztosítsák, másrészt külső megjelenésében — formák, tömegek, plasztika, szín stb. tekintetében — a meglevővel harmonikus összhatást eredményezzenek.

A konzerválás és állagbiztosítás, a romok védelmének ez az elsődleges feladata elvileg háromféle úton oldható meg:

a) a meglevő állapot rögzítése annak megváltoztatása nélkül,

b) a meglevő állapot védelme ráfalazásokkal, ill. hozzáfalazásokkal,

c) a meglevő állapot védelme védőépítménnyel, ill. tetővel.

A háromféle eljárást a gyakorlatban természetesen egymással kombinálva is alkalmazzuk, sőt, mint látni fogjuk, azok a bevezetőben említett másik két feladatcsoport: az értelmező kiegészítés és a felhasználás megoldásához is kapcsolódhatnak.

A változtatás, ill. hozzátétel nélküli *konzerválás* a romvédelemnek elvileg a legegyszerűbb, gyakorlatban azonban nem mindig a legkönnyebb megvalósítható módja. A lehetőség mindig a rom építőanyagának és kötőanyagának minőségétől, állapotától függ. Eszközei: a falak kihézagolása, kisebb kiomlások visszafalazása, a falak koronáinak megerősítése, letakarása, a repedések injektálása, rejtett kötőszerkezetek alkalmazása, vakolatok rögzítése stb. Mindezek nem annyira elvi, mint inkább gyakorlati, technológiai problémákat jelentenek, tehát ezzel a kérdéssel most részletesebben nem is foglalkozunk.

Az esetek nagy részében a fenti, lényegében a rom megjelenésének megváltoztatása nélkül való konzerválási eljárások egyedül nem elegendők. A meglevő állapot tartósabb védelmére és statikai biztosítására *ráfalazásokat* vagy *hozzáfalazásokat* kell alkalmazni. A leggyakoribb a falkoronák felfalazással való védelme, tehát felmagasítása, a megmaradt falmagok lepusztult külső falsíkjainak visszafalazása, illetve olyan támasztó falazatok alkalmazása, amelyekkel a rom egyes statikailag bizonytalan részeinek megerősítését kívánjuk elérni. Ezek a beavatkozások már alkalmasak lehetnek a rom egyes pontjain egyúttal értelmező kiegészítésekre is, tehát bizonyos óvatosságot kívánnak. A hitelesség szempontja azt kívánja, hogy csak olyan

falsíkokat és faltesteket falazzunk fel, amelyek a meglevő maradványokból egyértelműen megállapíthatók, és a felfalazások helye és mértéke egyértelműen leolvasható legyen magáról a romról. A hozzáfalazások megfelelő elválasztásáról tehát minden esetben gondoskodni kell.

A másik mérlegelendő szempont a hozzáfalazások mértékének megválasztása. Nem szabad szem elől téveszteni, hogy mindenféle beavatkozásnak alapvető célja maga a rom fenntartása, a hozzáfalazás csupán eszköz ennek elérésére. Túlzott mértékű ráfalazások, körülfalazások esetén könnyen előfordulhat, hogy a romvédelmi munkák után csupa új falazat marad a helyszínen, s a hiteles történeti dokumentum élménye, amiért fenn kívánjuk tartani, teljesen elvész.

Végül nem közömbös a konzervált rom végső megjelenése sem, alaposan meg kell tehát gondolni a ráfalazások formai következményeit is. A rom műfajához ugyanis hozzátartozik a maradványok bizonyos formai szabálytalansága, esetlegessége, ami a pusztulás lassú folyamatának természetes következménye. Ha a rom ezt a természetes jellegét elveszti, akkor se nem rom, se nem épület többé, és inkább félbenhagyott építkezés benyomását kelti. Természetesen nem szabad „műromot" sem készíteni, a helyes megoldás a hozzáfalazásokat olyan mértéktartással kezelni, hogy azok a rom kialakult képét döntően ne változtassák meg.

A romkonzerválás eddig vázolt hagyományos módszerei mellett két másik út lehetséges, a műanyagok és a védőtetők alkalmazása.

A műanyagok használata a műemlékvédelemben hazánkban ma még csak a kísérletezés stádiumában van. A keresett megoldás olyan anyag alkalmazása, amely a falazatok vízfelvevő képességét meggátolja, a gyönge, porlékony falazó és kötőanyagokat petrifikálja, emellett a falak belsejét a levegőtől nem zárja el, nem eredményez befülledést, végül pedig a romfalak anyagszerű megjelenését nem befolyásolja. A magyarországi gyakorlatban mindeddig még nem került sor ilyen anyag használatára, de kétségtelen, hogy az eddigi romvédelmi eljárások forradalmi változása csak a műanyagtechnikától várható.

A másik — hazai gyakorlatunkban mindinkább előtérbe kerülő — megoldás a *védőtetők* alkalmazása. Az eddig ismertetett romvédelmi eljárások lényegében csak a rom pusztulásának korlátozását, lassítását tudják biztosítani, végleges megállítását nem. A közép-európai éghajlati viszonyok között, évi 50°-os hőmérsékleti ingadozások mellett a csapadéknak kitett, szabadonálló romok bizonyos mérvű állandó rongálódását nem lehet elkerülni. A műemléki romoknak számos olyan részlete van azonban, mint vakolatok, falfestmények, padlóburkolatok, tűzhelymaradványok, kemencék, kőfaragványok stb., amelyek szabad ég alatt való fenntartása nem lehetséges. Ezek egy részénél gyakorlatilag megoldható ugyan a kibontás és a múzeumba szállítás, de egyrészt ez is mindig bizonyos rongálódással jár, másrészt pedig a korszerű műemlékvédelem célja lehetőleg nem összefüggéseiből kiragadott „műtárgyakat" és kifosztott üres falakat megőrizni, hanem mindent eredeti viszonylataiban. A romoknak azok a tartozékai, amelyek eredetileg belső térben voltak, s csak a pusztulás során kerültek szabad ég alá, rendszerint csak úgy védhetők meg tartósan, ha újra fedél alá helyezzük azokat. Ezen túlmenően magának a romnak építészeti, szerkezeti részletei is lehetnek olyan könnyen pusztuló anyagból, amelyek a már ismertetett módokon nem konzerválhatók. Ilyenkor a hatásos védelmet csak védőtetők, védőépületek útján biztosíthatjuk.

A védőtető alapvető problémája, hogy a rom megjelenésébe új, idegen elemet visz bele, amelynek határozott építészeti jellege bizonyos ellentétben áll a rom esetlegességével. A legfontosabb követelmények egyike tehát, hogy az így létrejövő együttes végeredményben tiszta műfajú legyen. Ennek szélső esetei: amikor egy nagyobb rom-komplexum egyes pontjain jelentkezik új tető vagy védőépítmény, de rom-összhatása megmarad, vagy amikor egy kisebb romot teljesen befoglalunk egy új védőépítménybe — mint egy műtárgyat — és kívülről teljesen a modern épület dominál. A másik lényeges szempont, hogy a védőépítmény ne zavarja meg a szemlélő számára a rom építészeti értelmezhetőségét, áttekintését, összefüggéseinek felismerését, sőt, ha lehet, inkább segítse azt elő. A szerkezetek és anyagok megválasztásánál minden esetben külön mérlegelni kell a rom sajátos adottságait, mert az egyik esetben alkalmas megoldás esetleges más körülmények között kedvezőtlen hatású lehet. A legegyszerűbb ácsszerkezetektől a legkorszerűbb épületszerkezetek alkalmazásáig tág lehetőség nyílik az építészeti fantázia és szerkesztőkészség számára, nem felejtkezve meg természetesen arról, hogy a rom védelmének és értelmezhetőségének tudományos szempontjai mellett az együttesnek az esztétikai szempontokat is ki kell elégítenie.

Itt kell megemlíteni azt az esetet is, amikor a rom egyes részei — tornyok, épületszárnyak — körítőfalaikkal együtt lényegében eredeti magasságban maradtak meg, s azokon nagyjából az eredeti tetőszerkezet visszaállítható. A helyenként ilyenformán megjelenő tetősíkok nem zavarják a rom összbenyomását, mert a pusztulás természetéből következik, hogy az épületnek nem minden része pusztul egyforma mértékben, és ha egyes épebben maradt részek lefedésével azok rom-jellege meg is szűnik, egész rom összhatása egységes műfajú maradhat.

Mint bevezetőben vázoltuk, a romok állagvédelme mellett egyidejűleg rendszerint felmerül az az igény is, hogy a töredékek jobb megértése érdekében bizonyos mértékű kiegészítéseket végezzünk. Az előadásom elején lerögzített általános szempontokból kitűnik, hogy a *magyarázó kiegészítések* mértékének határt szabnak egyrészt a hiteles támpontok, másrészt az eredeti maradványok által nyújtott történeti élmény elsődlegességének követelménye, ami a régi és új részek helyes arányának megválasztásánál dől el. Ebből következik, hogy az ilyen célú kiegészítésnek nem lehet más igénye, mint gondolatindítás, az eredeti csonka objektum nyomán a szemlélő fantáziájában létrejövő eszmei rekonstrukció megkönnyítése.

Az értelmező kiegészítések legegyszerűbb formája az elpusztult épületrészek alaprajzi jelölése. Gyakran előfordul, hogy a romos építmény egyes teljesen elpusztult, csak alapjaiban megtalálható, vagy a kiszedett alapfalak nyomán megállapítható falvonulatait szeretnénk érzékeltetni, hogy a fennálló részekkel együtt az egész épület egykori alaprajzi összefüggései érthetők legyenek. Ez legegyszerűbben a lepusztult falaknak a talajszintig vagy a talajszint fölé való felfalazásával oldható meg. A falvonulatok kirajzolása természetesen más eszközökkel is lehetséges, mint pl. beton, aszfalt, vagy nem utolsó sorban növényzet, attól függően, hogy milyen körülmények között, milyen környezetben kell a feladatot megoldani. Ha több építési periódus elpusztult falait akarjuk bemutatni hasonló módokon, lényeges, hogy a különböző korok alaprajzi jelölése egymástól könnyen felismerhetően eltérjen, különben a rom alaprajzi összefüggéseit még áttekinthetetlenebbé teszi. Ha erre az adott esetben nincs mód, inkább tekintsünk el a többféle kor egymásravetítésétől,

és inkább kiállított rajzokkal, modellekkel mutassuk be a korábbi állapotot.

A romok alaprajzának helyes értelmezését elősegítheti még azok járószintjeinek megfelelő kialakítása is. A padozatok eltérő anyagokkal való borítása útján az egykori belső terek, helyiségek és az épületen kívüli területek, udvarok egyértelmű felismerését világossá, érthetővé tehetjük.

Az elpusztult részek alaprajzi jelölése mellett szó lehet a rom eredeti tér- és tömeghatásainak érzékeltetéséről is. Ez közvetlenül: tér- és tömeghatároló felületekkel, közvetve pedig: az építészeti tektonika, az erőrendszer érzékeltetésével oldható meg. Hangsúlyozzuk, hogy nem az eredeti tér- és tömeghatás visszaállításáról, hanem annak érzékeltetéséről van szó. Ennek helyes útja tehát nem a teljes szolgai visszaépítés, hanem az eredeti helyzetre való utalás, jelölés, gondolatindítás.

Egyes kivételes esetekben lehetséges elpusztult terek teljes visszaállítása akkor, ha a szerkezetek egy része (pl. boltozati bordák) eredeti funkciójába visszahelyezhető. Ilyen anastilosissal kombinált térrekonstrukció adott esetben hitelesen élménytkeltő lehet, általában azonban az elpusztult térelhatároló szerkezetek utalás-szerű megindítása, vagy teljesen modern szerkezetekkel való helyettesítése a kívánatosabb. Hazánkban érdekes kezdeményezés történt erre pl. vasbeton héjszerkezet alkalmazásával. A tér érzékeltetésének hathatós eszközei lehetnek bizonyos építészeti tagozatok, pl. boltozati bordák visszahelyezése, nyíláskeretek térbeállítása, a hozzájuk csatlakozó falsíkok visszaépítése nélkül is. Az értelmező kiegészítésről eddig mondottak általában a romok szerkezeti részeire vonatkoztak. Külön fejezete ennek a kérdésnek az *építészeti műformák kiegészítése*. Amit az értelmező kiegészítésről az előzőkben elvben már elmondottunk, az éppúgy — ha nem fokozottan — áll a műformák, építészeti tagozatok kiegészítésére. Azért fokozottan, mert e legtöbbször kőből vagy más nemesebb anyagból készült tagozatok az amorf falazatokkal szemben minden esetben bizonyos értéktöbbletet képviselnek, ami szélső esetben egyedi műtárgy értékévé emelkedhet, de minden esetben egyéni formaadás eredménye. Az építészeti tagozat egy meghatározott korra, műhelyre, mesterre jellemző vonásokat hordoz magán, többet, értékesebb adatokat közölhet velünk, mint az alaktalan fal, s nagyobb történeti értéke mellett esztétikai értéket is képvisel. Értéke legtöbbször töredékként, összefüggéseiből kiszakítva is megmarad, míg egy falazat-töredék vagy falazóelem önmagában igen kevés, vagy esetleg semmi értéket nem jelent, ha összefüggéseit nem ismerjük.

Mindebből kitűnik, hogy a tagozatok kiegészítésénél a bevezetőben említett alapvető szempontok: a hitelesség, a hozzátétel mértéke és módja még sokkal differenciáltabb mérlegelést kívánnak, hiszen minden beavatkozás jóformán egyedi darabokat érint, s így a torzítás lehetősége és veszélye sokkal nagyobb. Fokozottan szem előtt kell tartanunk a már említett elvet, hogy a műemlék által nyújtott történeti élményt a fennmaradt eredeti részletek keltik bennünk. A kiegészítéssel csak segíteni akarjuk az eredeti hatásának érvényesülését. Csak addig szabad tehát elmenni a kiegészítésekkel, ameddig azok az eredeti részletek megjelenésének feltétlen elsőbbségét, hangsúlyát biztosítják, és — ugyanerre kell törekedni a megoldás módjának megválasztásával is. Építészeti tagozatok kiegészítésére sor kerülhet egyrészt akkor, ha azok eredeti helyükön (in situ), de oly töredékes állapotban maradtak fenn, hogy eredeti szerepük megértése nehéz, vagy helyükön való megmaradásuk

csonka állapotban bizonytalan, másrészt akkor, ha leomlott, ásatásból, falbontásból stb. előkerült tagozatok anyaga lehetővé teszi azok eredeti összefüggéseiben való összeállítását és esetleg eredeti helyükre való visszahelyezését (anastylosis).

A kiegészítéseknél a hiányzó formák pótlása történhet:

a) azonos anyagból — azonos formával,
b) azonos anyagból — eltérő formával,
c) eltérő anyagból — azonos formával,
d) eltérő anyagból — eltérő formával.

A felsorolt lehetőségek közül a megfelelő kiválasztása során igen gondosan mérlegelni kell több szempontot, így pl. a meglevő részek mennyiségét, anyagát, szerkezeteit, állapotát, történeti és művészeti értékét, a formák jellegét, plasztikáját, egyedi vagy ismétlődő ill. tipikus voltát, a kiegészítéssel elérni kívánt hatást. Ezek egybevetésével lehet esetenként a helyes megoldásokat kialakítani. Természetesen a fenti általános szempontokon túl számos részletkérdés kifejtése volna még lehetséges, amire e rövid előadás nem ad lehetőséget.

Hátra van még végül, hogy a romok konzerválása és értelmező kiegészítése után a bevezetőben említett kérdések sorrendjében a *romok gyakorlati felhasználásáról* szóljunk néhány szót. A rom-emlékek műfajának lényege, hogy azok eredeti rendeltetésüket elvesztett, rombadőlt, használaton kívül álló épületmaradványok. A védelmükkel kapcsolatos elsődleges feladatok tehát azok további pusztulásának megakadályozása, valamint megismerésük és megértésük elősegítése. Ezen túlmenően felmerül a kérdés, hogy hogyan lehet ezeket az épületromokat beilleszteni a mai életbe, milyen szerepük lehet, lehet-e és milyen gyakorlati célra felhasználni azokat?

A romok lényegükből következően elsősorban kulturális értéket jelentenek, hasznosságuk, ill. felhasználhatóságuk másodlagos szempont. Ha semmi gyakorlati szerepük sincs, akkor is hasznosak a történeti múlt megismerése, esztétikai élmények keltése, tudatformáló, szemléletet alakító hatásuk szempontjából. Ha gyakorlati felhasználásuk lehetőségéről beszélünk, akkor is elsősorban e kulturális szerepük előmozdítására gondolunk. A rom egyes részeinek beboltozás, lefedés, rekonstrukció stb. útján való felhasználásával lehetőség nyílik olyan igények kielégítésére, mint a rom őrzése, kezelése, kőtár, múzeum, kiállítás, kilátó, esetleg vendéglátás, turistaszállás, árusítás stb. Az ilyen jellegű felhasználás mellett az objektum rom-jellege elvileg nem változik meg. Bizonyos esetekben — különösen városok belterületén — egyes romok, archeológiai emlékek csak úgy tarthatók fenn, ha azokat valamely, mai célra készülő építménybe befoglaljuk, azzal funkcionálisan és formailag egyesítjük. Ilyen esetben a rom önálló jellege megszűnik ugyan, de műemléki értéke nem csökken, csak szervesen beépül egy nagyobb modern építészeti koncepcióba. A befoglalás tehát bizonyos mértékű szükségszerűség, amikor a fejlődő élet, a település fejlődése során el kellene pusztítsa az archeológiai emléket, de ehelyett körülveszi és beleilleszti az élet új kereteibe, természetesen megőrizve annak történelmi dokumentum mivoltát, ill. értékét.[1]

Leginkább problematikus a gyakorlati felhasználás olyan esetben, amikor annak célja a rom eredeti tereinek, ill. tömegének visszaállítása modern szerkezetekkel. Bár elvileg a mai szerkezetek és anyagok alkalmazása mellett az eredeti maradványok tiszta érvényesülése ilyen esetben is biztosítható, a rom ilyen új életre keltése mégis mindig megfontolást kíván. Vitatható voltát

abban látjuk, hogy egyrészt általában nem szükségszerű, az élet által követelt beavatkozás, hanem mindig kissé öncélú és erőltetett, másrészt az így létrejött építmény bizonytalan műfajú, se nem rom, se nem mai épület, szemben a már említett két lehetőséggel, amikor vagy az egyik, vagy a másik jelleg határozottan domináló.

Hazánkban mindamellett a gyakorlati felhasználás mindegyik lehetőségére történtek kísérletek, hiszen csak újabb és újabb gondolatok felvetése és kiérlelése biztosíthatja a tudomány haladását a műemlékvédelem területén is.

METHODISCHE PROBLEME DER RESTAURIERUNG VON BURGRUINEN

Der grösste Teil des Baudenkmal-Materials der ungarischen Vergangenheit aus der Zeit vor der Türkenherrschaft — also vor dem XVI. Jahrhundert — darunter die Mehrheit unserer Burgen, ist nur in der Form von Ruinen erhalten. Eben deshalb werfen die Aufgaben des Denkmalschutzes unserer Burgen in erster Linie Ruinenschutz-Probleme auf.

Bei der Übersicht des Themas untersuchen wir zuerst: welche Aufgaben in Hinsicht des Ruinenschutztes entstehen, welche allgemeine Prinzipien für deren Lösung zur Geltung kommen, endlich: welche richtigen Lösungen möglich sind, wenn wir die Kunstgattung und die Eigenheiten der Aufgaben berücksichtigen.

Die Ruinenschutz-Aufgaben gruppieren sich wesentlich um drei Fragen: *a)* die Konservierung der bestehenden Überreste, *b)* die Ergänzungen im Interesse der Erklärung der Ruine, *c)* die praktische Benützung der Ruine, bzw. ihrer Teile.

Diese drei Gruppen von Aufgaben machen sich meist gleichzeitig bemerklich und ihre Lösung kann auch verbunden sein. Bei der Auswahl der richtigen Lösung sind folgende allgemeine Standpunkte zu beachten: die Authentizität, das Mass der Hinzufügung, die Art und Weise der Hinzufügung.

Die Konservierung und die Bestandsicherung, diese primären Aufgaben des Ruinenschutzes sind prinzipiell auf drei Wegen zu lösen: *a)* Fixieren des bestehenden Zustandes ohne dessen Änderung, *b)* Schutz des bestehendes Zustandes mit darübergebauten oder hinzugefügten Mauerwerken, *c)* Schutz des bestehenden Zustandes durch Schutzbauten, bzw. Schutzdächer. Wir wenden diese drei Verfahren in der Praxis natürlich auch kombiniert an, es kann sogar die erklärende Ergänzung und die Benützung damit verbunden werden.

Das Mass der erklärenden Ergänzungen wird einerseits von den authentischen Stützpunkten, anderseits von der primären Forderung des durch Original-Überreste hervorgerufenen historischen Erlebnisses beschränkt. Das wird durch die richtige Auswahl der Proportionen alter und neuer Teile entschieden. Daraus folgt, dass solche Ergänzungen kein anderes Ziel beanspruchen dürfen, als Gedanken in Bewegung zu setzen, um die ideale Rekonstruktion in der Phantasie des Beschauers bei der Sicht des ursprünglichen fragmentarischen Objektes zu erleichtern. Bei den Ergänzungen können die fehlenden Teile aus gleicher oder abweichender Materie, mit gleichen oder abweichenden Formen ersetzt werden.

Das Wesen der ruinösen Baudenkmäler besteht darin, dass sie solche Bauüberreste sind, die ihre eigentliche Bestimmung verloren haben, zertrümmert wurden und ausser Gebrauch stehen. Die Aufgaben ihres Schutzes sind also in erster Linie: das Verhindern ihres weiteren Verfalls, sowie die Förderung ihrer Erkenntnis und ihres Verständnisses. Die Ruinen bedeuten ihrem Wesen nach in erster Linie kulturelle Werte, ihr Nutzen, bzw. ihr Gebrauch ist eine sekundäre Frage. Wenn sie überhaupt keine praktische Bestimmung haben, sind sie auch nützlich, vom Standpunkte der Kenntnis der historischen Vergangenheit, des ästhetischen Erlebnisses und ihrer bewusstseins- und anschauungsformenden Wirkung gesehen.

SEDLMAYR JÁNOS

KÖZÉPKORI VÁRAK HELYREÁLLÍTÁSA MAGYARORSZÁGON

A magyar műemlékvédelem ma különös gondot fordít a középkori romés a még felhasználható ép várak helyreállítására. A gyakorlati munka vázlatos ismertetését tűztem ki célomul, hogy a korábbi — múlt századi és e század első felében készült — helyreállítások rövid bemutatása után az elmúlt néhány év eredményeit foglaljam össze szóban és képekkel.

A múlt század második felében, a historizmus idején fordultak első ízben komoly érdeklődéssel a még fennmaradt középkori műemlékek, templomok és várak felé. A Tudományos Akadémia, műemléki szakemberek — elsősorban Henszlmann Imre, Ipolyi Arnold és Rómer Flóris —, de számos lelkes hazafi is sürgette történelmi múltunk építészeti maradványainak sürgős megmentését. Váraink helyreállítása érdekében azonban annakidején — talán szerencsére — alig-alig történt valami, bár a vajdahunyadi várban megindult munka szinte nemzeti üggyé vált, és a visegrádi Alsóvár, Fellegvár, különösképpen az ún. Salamon-torony purista helyreállítását és királyi vadászlakká való átalakítását még befejezetlenségében is nagy jelentőségűnek tartjuk. A restaurátorok és a hivatalos műemléki hatóság figyelme azonban ekkor mégis sokkal inkább a középkori templomok helyreállítása, jobbanmondva stílszerű megújítása felé fordult. A Műemlékek Országos Bizottsága nem értékelte még eléggé a várakat, amit az első hivatalosnak tekinthető műemlékjegyzékben szereplő emlékek kis száma, valamint a kevés gyakorlati munka egyaránt bizonyít.

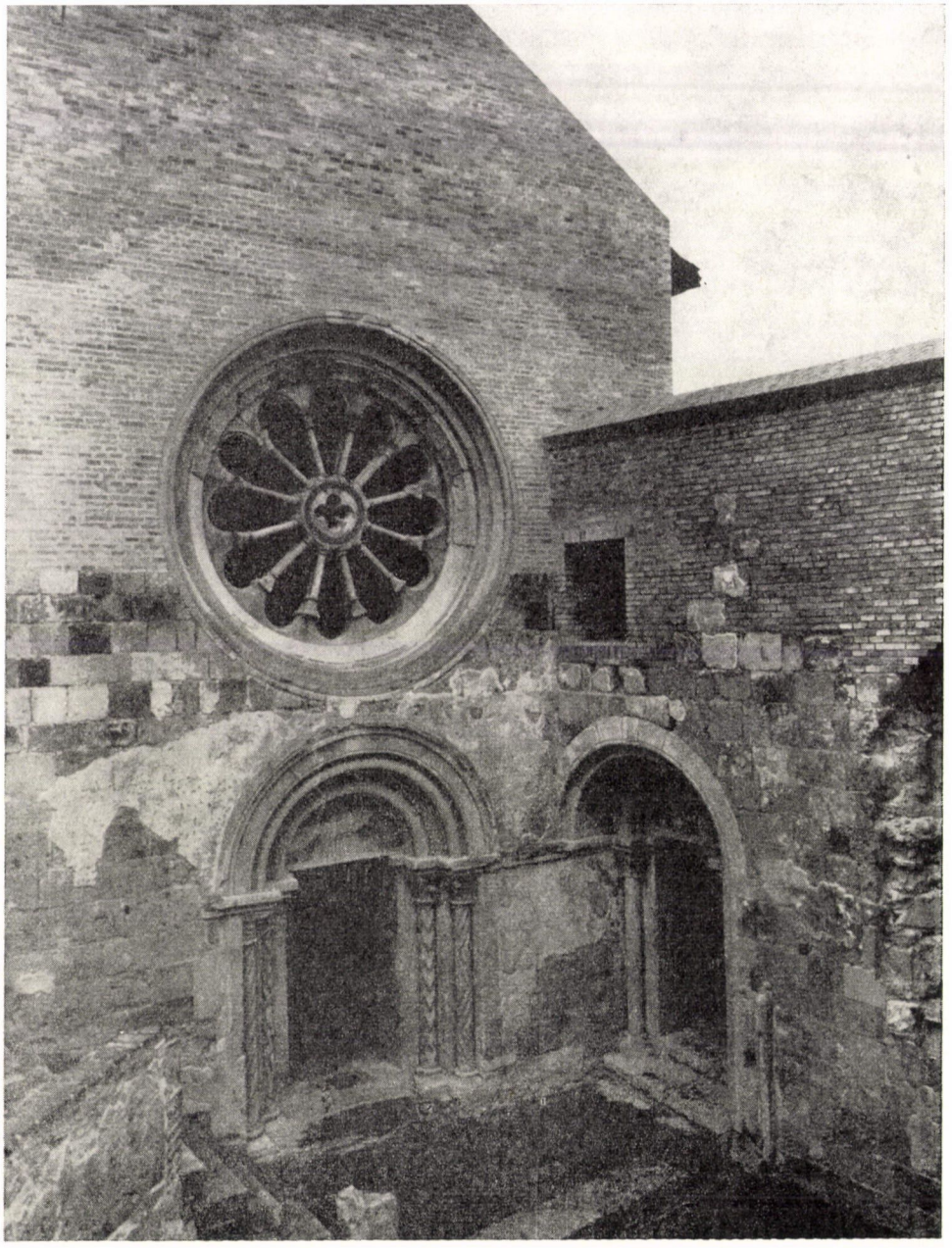
Ez a helyzet a század első felében sem módosult a kívánt mértékben. Az ekkor végzett helyreállítások közül mégis ki kell emelnünk néhány munkát, amelyek mai műemlékvédelmünk gyakorlatára is nagy hatással vannak. Első helyen említenénk a zsámbéki templomrom helyes, korszerű elveken alapuló állagvédelmét, illetve részleges helyreállítását Möller Istvántól. Noha a munka egy középkori templomrom megmentése érdekében folyt, mégis jelentős a romélmény maradéktalan fenntartása, a mértéktartó beavatkozás és a pótlások helyenként világos módon való elkülönítése terén.

Visegrádon — ha lassan is —, de szinte folyamatosan végeztek konzerválásokat a múlt században megkezdett feltárások és helyreállítás óta, Lux Kálmán és Schulek János elgondolásai szerint. Elismerve Schulek Jánosnak a Mátyás-palota feltárásában és megtalálásában végzett jelentős munkáját, nem hallgathatjuk el, hogy romantikus helyreállítási módszerével nem érthetünk egyet. Némely kifogásolható munkájára a jelenlegi helyreállítás során nem lehetünk tekintettel.

Annál jelentősebb, nemzetközileg is elismerést kivívó munka valósult meg az esztergomi várban. A rendkívüli gondossággal készült feltárás, a helyreállítás tudományos megalapozottsága, valamint a kiváló érzékkel visszaállított



1. Zsámbék, templomrom állagmegóvása. Helyreállítás tervezője: Möller István
1. Zsámbék, Bestandsicherung der Kirchenruine. Projektingenieur der Herstellung: István Möller



2. Esztergom, várkápolna kiegészítése. Terv: Lux Kálmán
2. Esztergom, Ergänzung der Burgkapelle. Projektingenieur der Herstellung: Kálmán Lux

eredeti részek — anastilosis — a mai napig is büszkeségünk. A harmincas években végzett reprezentatív munka egyesítette a korszerű külföldi és hazai műemlékvédelem minden helyes elvét és gyakorlatát: a tudományos előkészítést régészeti és építészettörténeti vonatkozásban, a tudományos alapokra fektetett helyes műemléki elvek szerinti tervezést és a szakszerű kivitelt.

A margitszigeti kolostorrom állagmegóvása és értelmező kiegészítése mellett ki kell emelnünk a negyvenes évek elején megvalósult óbudai katonai amfiteátrum helyreállítását, konzerválását, Gerő László tervei szerint. A fedélnélküli romterületeken alkalmazható módszerek kialakítása terén nagy hatással volt e munka hazai gyakorlatunkra, hiszen mostoha időjárásunk mellett is időtállónak bizonyult. Ugyanakkor szép példája a kis magasságú maradványokkal előkerült romterület egykori kialakítását értelmező kiegészítésének is, miután az amfiteátrum kis hányadának rekonstruktív felépítéséből és a teljes alaprajz bemutatásával az egész emlék elpusztult tér- és tömeghatására egyértelműen következtetni lehet.

A zsámbéki, esztergomi és az óbudai helyreállítások pregnánsan mutatják a magyar műemlékvédelem második világháború előtt kialakult helyes elvi módszerét, szakszerűségét. E munkák száma azonban elenyészően kevés a feladatokhoz képest. Váraink szakszerű helyreállításához pedig e kiváló munkák sem adtak minden vonatkozásban kellő útmutatást. Az említett helyreállítások jellege nem egyezik teljesen a mai feladatainkkal, és így azok a tipikus várhelyreállítások elvi és gyakorlati módszereinek kialakításához csak közvetve voltak hasznosak. Nem alakult ekkor még ki a középkori régészet és az egyéb műemléki munkák összefonódó gyakorlata sem. Fontos megemlíteni az egyik legfontosabb hiányosságot, hogy Gerő László: „Magyarországi várépítészet" c. munkájának megjelenéséig — 1955-ig — nem rendelkeztünk összefoglaló és egyértelműen világos feldolgozással a várépítészetről általában, és benne várainkról. Csak ezután tudtuk őket fejlődésüknek megfelelően szakszerűen osztályozni: lakótornyokra, belsőtornyos várakra, külsőtornyos várakra, ó-olasz és új-olasz rendszerű erősségekre, illetve erődítésekre. Ezek formája, kialakítása szorosan összefügg a támadás-védelem, a középkori stratégia fejlődésével. Ezután tudtuk a számtalanszor átalakított várakat is periódusokra szétválasztani, az egyes részeket jó megközelítéssel adatok hiányában is időhöz kötni. Megtanultuk a várakat nemcsak külsőségek szerint nézni, ahogy azt korábban a szerzők tették. Könnyedebbé vált csekély maradványokból is megközelítően helyes képet alkotni a vár egykori állapotáról. Az emlékanyag megismerése, a helyreállítandó vár egyes részeinek szétválasztása, a különböző periódusok kormeghatározása, nem utolsósorban az elméleti rekonstrukció miatt is jelentős ez a könyv. A gyakorlati munka szempontjából pedig közvetlenül értékes, hiszen áttanulmányozása minden egyes helyreállítással kapcsolatban elengedhetetlen feltétel, még a legkisebb kiegészítés, állagmegóvás tervezése esetén is.

A gyakorlati munka területén — mint a második világháború utáni műemlékvédelem hatalmas feladata — különösen nagy jelentőségű a budai középkori királyi vár és palota maradványainak helyreállítása. A nagymértékű régészeti feltárás már önmagában is soha nem várt eredményre vezetett, de fontos kísérletnek tekinthetjük a helyreállítást is, a kiegészítés választott módszerével. Olyan terv készült itt, amely lehetővé tette a nagyközönség számára a feltárt maradványok összefüggő bemutatását. A budai vári munka

alapja lett sok más magyar konzerválásnak is, mégpedig az ötvenes évek első felében, akkor, amikor építészetünk egyéb területén zsákutcába került.

Az ötvenes évek derekától kezdve műemlékvédelmünk helyzete a helyes történelemszemlélet és a kulturális értékek megmentésének igényével jelentősen megváltozott, megjavult. A megfelelő anyagi erők, a világosan lerögzített és helyesnek bizonyult elvek mellett, és az említett gyakorlati példák ismeretében váraink helyreállítása szerte az országban megindult. Kezdetben még lassú ütemben, de számos helyen máris jelentős eredménnyel. A szakemberek



3. Budapest, középkori vár déli rondellája és kaputornya. Helyreállítás tervezője: Gerő László

3. Budapest, Südrondelle und Torturm der mittelalterlichen Burg. Projektingenieur der Herstellung: László Gerő

kis táborán kívül általánosan elfogadottá vált, hogy a pusztuló várak megmentése, helyreállítása kulturális célkitűzéseink fontos része. És azonkívül, hogy e várromok elmúlt társadalmak életének kézzelfogható bizonyítékai, egyben mai életünk egészébe is beépíthetők, közvetlenül vagy közvetett módon. Egy részüket pedig — a legépebbeket általában — gyakorlati funkcióval is elláthatjuk anélkül, hogy a műemléki szempontoktól el kellene tekintenünk. Ilyen körülmények között váraink tartós megőrzését nagy számban előirányozhattuk: az ismert mintegy 210 hazai emlék közül mintegy 50—60-at szeretnénk az elkövetkezendő tizenöt évben helyreállítani, konzerválni.

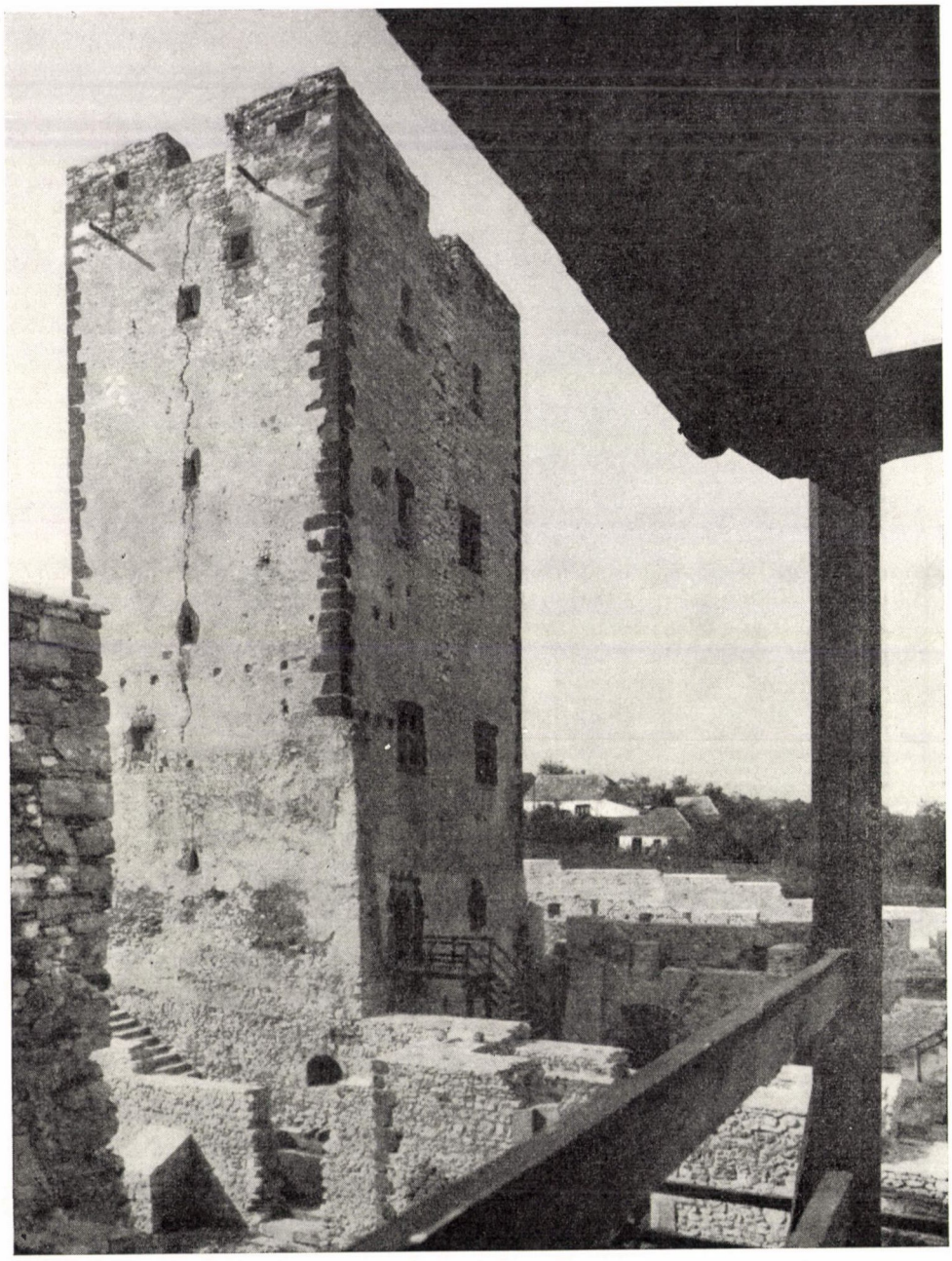
Ma, a néhány készen és sok folyamatban levő munka ismertetésekor még csak kezdeti eredményekről számolhatunk be.

A befejezett munkák közül az 1955—61 között készült nagyvázsonyi Kinizsi-vár helyreállítása nagyarányú régészeti munkával párhuzamosan folyt. A négyszögletes alaprajzon épült, XV—XVI—XVII. századok folyamán többször átalakított vár pontos elrendezése, védelmi rendszere csak a teljes feltárás után rajzolódott ki. A helyreállítás során e rendszer világos szétválasztására, térbeli bemutatására törekedtünk. Ehhez a lakótorony és palotaszárnyak állagmegóvása, a kapu előtti védőmű és az elpusztult kápolna tömegének kiépítése járult. A felhasználható belső terekben kiállítás, kőtár készült. A váron belül végzett munkákon kívül lényeges külső tereprendezés, sőt falurendezés is valósult meg, új turistaházakkal, étteremmel. A műemléki munka eredményét hamarosan lemérhettük: az addig elhagyott község — miután a váron kívül helyreállítottuk az itt levő pálos kolostor romjait, a középkori Szent István templomot, egy népi lakóházat — e munkák révén szinte „feltámadt", környékének leglátogatottabb helységévé, az idegenforgalom céljává vált.

Hasonló jellegű helyreállítás készült a sümegi várban, 1956 és 1963 között. Az impozáns hegykúpon álló, XIV—XVII. századok folyamán kiépült belsőtornyos „fellegvár" és a vár bővítéseként keletkezett újabb palotaszárnyak, védőművek nagyarányú régészeti és építészeti beavatkozás eredményeképpen alkotnak most már áttekinthető, világos rendszert. Az értelmező kiegészítéseken kívül tető alá került a belsejében is helyreállított öregtorony és a külső kaputorony. A felmenő falaktól független védőtető készült a legépebben megmaradt ágyútorony — a Köves-bástya —, valamint a feltárás során előkerült néhány részlet, mint például a konyha és kápolna fölé is. Ezekhez hasonló védőtetőket azóta több romterületen is alkalmaztunk, amely egyúttal az alatta levő emlék kiemelését is jól szolgálja.

Ritkaságszámba menő emlékünk az Alföldön a gyulai vár. A XIV—XVI. század folyamán kiépült hatalmas tömegű, négyszög alaprajzú téglavár a helyreállítás után lett ismét élő műemlék. A belsővárnak falai mellé épített épületszárnyakat ugyanis ismét lefedték, kívülről nem jelentkező lapos tetővel. A helyiségek belső helyreállításával keletkező termekben a helyi múzeum korszerű kiállítást rendezhetett a várban. A külső körülmenő védőművek feltárásával és a várárok részben megvalósult bemutatásával, valamint az ágyútorony helyreállításával a műemlék visszanyerte sajátos hatását. A műemlék főépülete lett a vár körüli zöldterületben tervezett fürdő- és üdülőnegyednek, amely megvalósulását nagyrészt a várnak és helyreállításának köszönheti.

Legjellegzetesebb vártípusunk egyike, a XIV. században épült várgesztesi. A külsejében zárt tömeget mutató erősség három részre tagozódik:



4. Nagyvázsony, Kinizsi-vár északkeletről. Helyreállítás tervezője: Sedlmayr János
4. Nagyvázsony, Kinizsi-Burg von Nordosten gesehen. Projektingenieur der Herstellung: János Sedlmayr

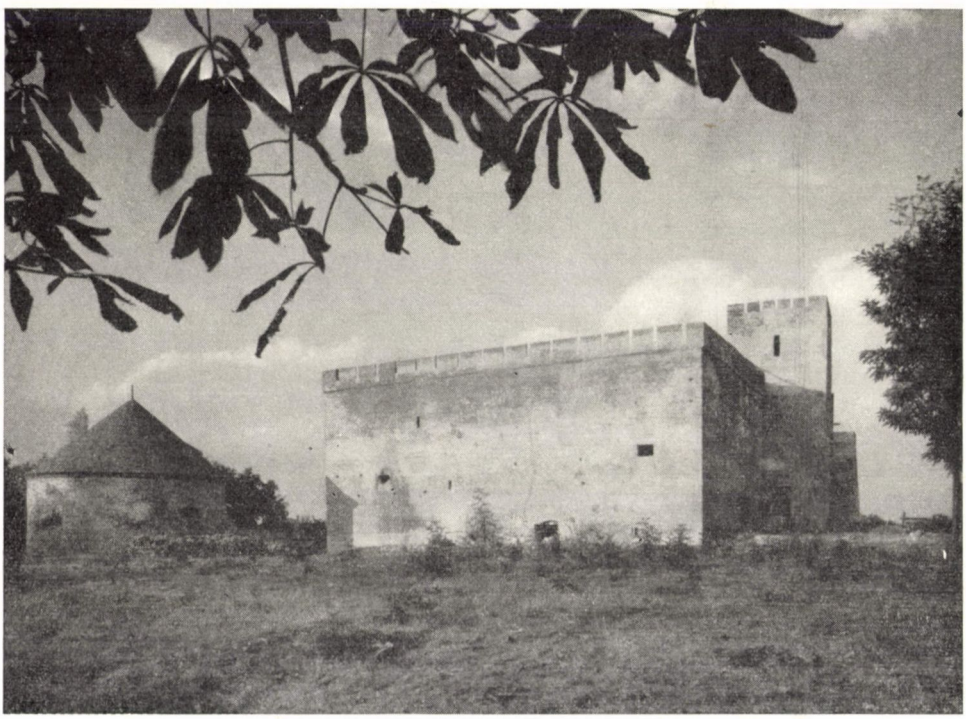


5. Sümeg, vár falszorosa és öregtorony. Helyreállítás tervezője: Koppány Tibor
5. Sümeg, Zwinger und Donjon der Burg. Projektingenieur der Herstellung: Tibor Koppány

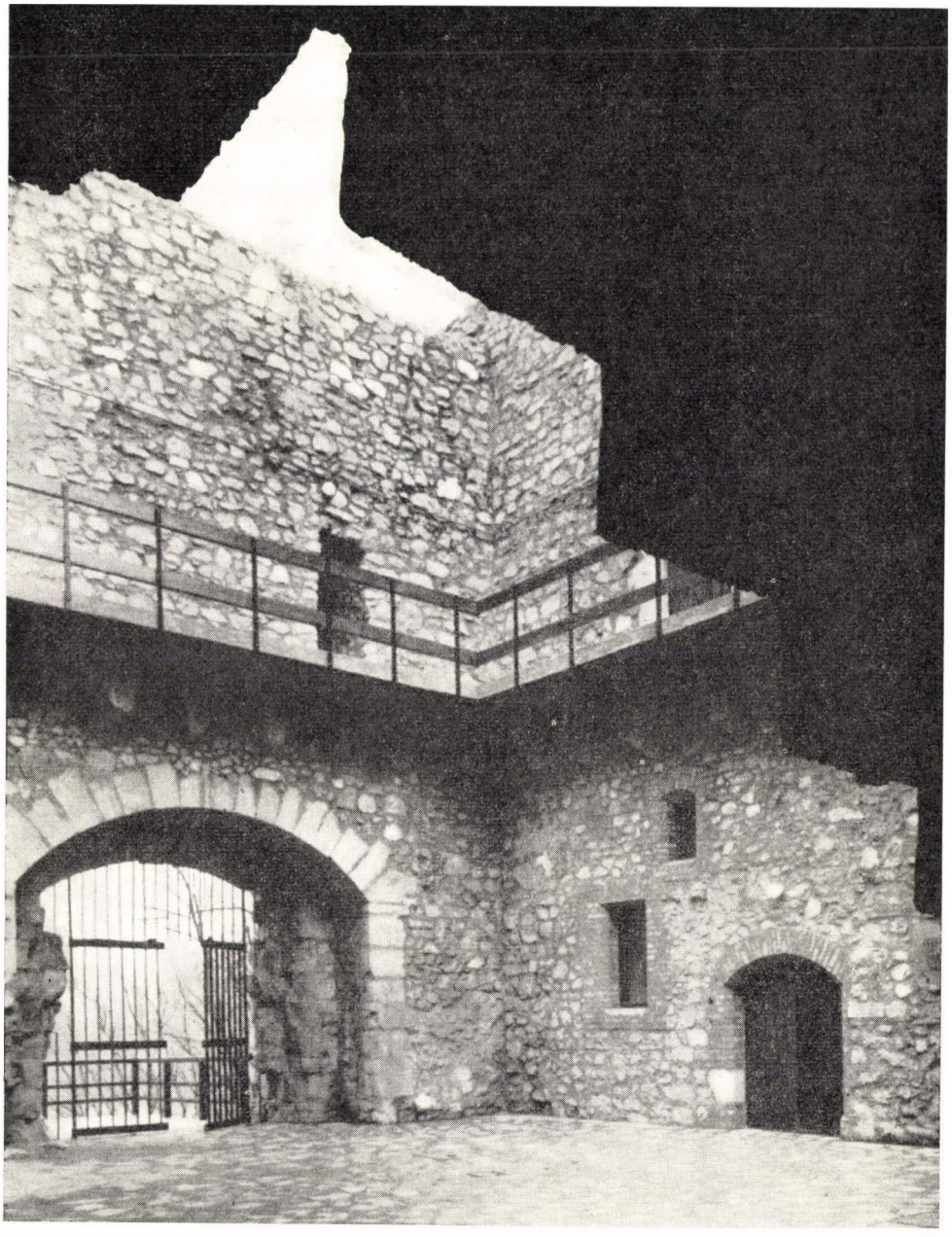
a középen levő várudvarra és ennek két oldalán levő lakóhelyiségekre. A viszonylag épségben megmaradt épület előtti XVI. században keletkezett védőművei csak most láttak napvilágot. A helyreállítás során előkerült részleteken kívül az épület tömege, külső megjelenése szinte alig változott, noha a műemlék a jövőben egyben turistaház is lesz. A helyesen megválasztott rendeltetés a műemléki szempontokat nem sérti, sőt a rom tartós megőrzését közvetlenül elősegíti.

A helyreállított kisvárdai várban létesített szabadtéri színpad a romépületek felhasználásának sajátos lehetőségét aknázta ki. Mindenekelőtt a nagyrészt ép, illetve egyértelműen kiegészíthető torony helyreállítása készült el, amelynek belsejében helytörténeti kiállítást rendeztek. A vár egyik megmaradt felmenő fala és másik tornyának keresztmetszetben jelentkező teste lenyűgöző kulisszafalat, lezárást biztosít a szabadtéri színpadhoz. A vár másik három lepusztult szárnyában a nézősorokat helyezték el, amellyel az épület egykori tömeghatását is értelmezni lehetett.

A befejezett várhelyreállítások közül a legnagyobb, és az új felhasználás szempontjából is legjelentősebb a kőszegi Jurisich-vár. A Belváros északnyugati sarkában álló, elővárra és belsővárra tagozódó műemlék napjainkra is tetővel, felhasználható állapotban maradt ránk. A XIV. század elején épült négysaroktornyos belsővárban lényeges középkori és reneszánsz részleteket



6. Gyula, vár és ágyútorony. Helyreállítás tervezője: Erdei Ferenc
6. Gyula, Burg und Kanonenturm. Projektingenieur der Herstellung: Ferenc Erdei



7. Várgesztes, vár udvara. Helyreállítás tervezője: Erdei Ferenc
7. Várgesztes, Burghof. Projektingenieur der Herstellung: Ferenc Erdei



8. Kőszeg, Jurisich-vár reneszánsz ablaksora. Helyreállítás tervezője: Sedlmayr János
8. Kőszeg, Renaissance-Fensterreihe der Jurisich-Burg. Projektingenieur der Herstellung: János Sedlmayr



9. Kőszeg, Jurisich-vár északi oldala. Helyreállítás tervezője: Sedlmayr János
9. Kőszeg, Nordseite der Jurisich-Burg. Projektingenieur der Herstellung: János Sedlmayr



10. Kőszeg, Jurisich-vár udvara, helyreállítás után
10. Kőszeg, Hof der Jurisich-Burg nach der Herstellung

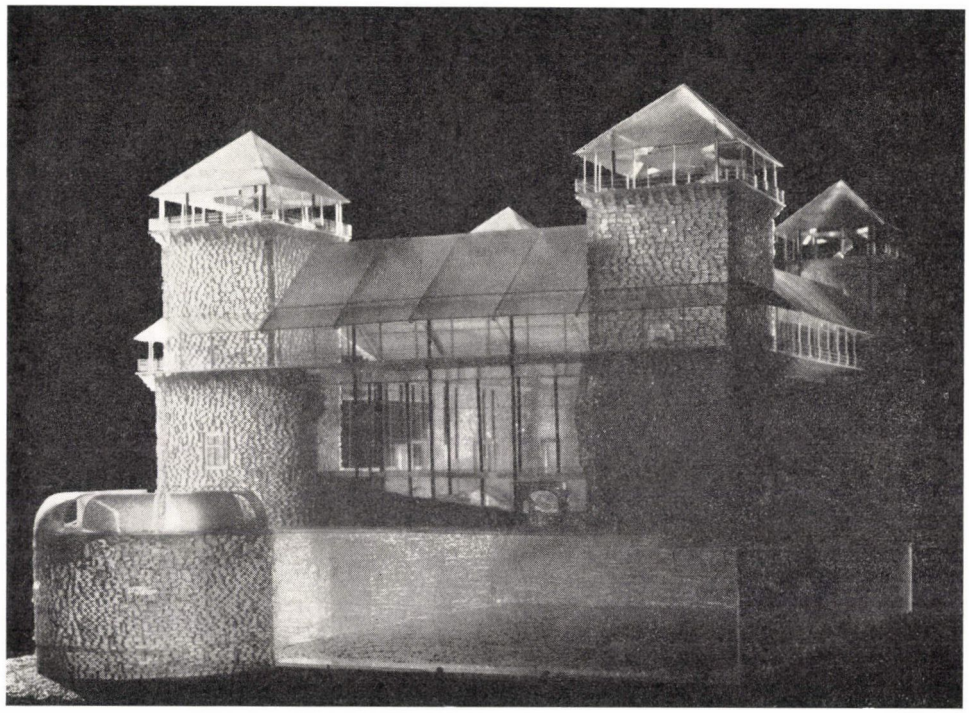
tártunk fel. Az épületekben a Város kulturális centrumát, a múzeummal, kultúrházzal, turistaházzal a vár külső tömegének, homlokzatainak, a lényeges belső tereknek és bennük a feltárt műemléki részleteknek megtartásával és bemutatásukkal sikerült elkészíteni. Egy belső tornyot, a festett gótikus ívsoros falat, valamint a hazánkban egyedülálló renc szánsz ablaksort például a reprezentációs igényeket kívánó előcsarnokban, illetve folyosóban tekintheti meg a látogató közönség. E részleteket barokk falak és boltozatok kibontása árán állítottuk helyre, annak tudatában, hogy a különböző korú részletek is általában jól megférnek egymás mellett, de egybeesésük esetén a nagyobb értékkel rendelkező részek bemutatását tartottuk indokoltnak. Bizonyítani szeretnénk e munkával azt is, hogy épületbe jól beillő új rendeltetés a műemléki szempontok érvényesítését is lehetővé teszi.

Hasonló jellegű, nagyarányú átalakítás, illetve felhasználás folyik jelenleg a siklósi, sárvári, sárospataki, pécsváradi várban és az egervári várkastélyban. E középkori műemlékekben, amelyek a barokkori átalakítások révén viszonylag jó állapotúak, szinte mindenütt akad egy-egy önmagában is jelentős építészeti értékű külön egység, amelyek helyreállítása már meg is történt. A siklósi várban a várkápolna, a sárospatakiban a lakótorony, a pécsváradiban a koraközépkori várkápolna helyreállítása a vár többi részének átépítése közben már megtörtént, ahol a műemléki szempontok minden mást megelőztek.

Az egri várban szisztematikus, nagyarányú feltárás indult meg az elmúlt években, emellett azonban befejeződött a gótikus volt püspöki palota helyreállítása és múzeum céljára való felhasználása. A már a középkorban is többször átalakított épület kutatása, periódusainak egyértelmű szétválasztása sok munkát adott a kutatóknak. A különböző korú sokféle nyílást — kőkeretes ajtókat, ablakokat — mégis sikerült egymás mellett úgy bemutatni, hogy az egész épület új, de szerves egységébe ezek jól beilleszkednek.

Az említett feladatoktól részben eltér a településeket övező középkori városfalak helyreállítása, mint például Sopronban és Kőszegen. E munkálatokat csak most nemrégen kezdtük el, amelyeknek problematikája a régészeti, építészeti munkákon kívül számos várostörténeti és városrendezési kérdést vet fel. A szanálási, rendezési, városképi szempontok összeegyeztetése, a gyakorlatban pedig a tulajdonjogi kérdések és méginkább az avult lakások megszüntetése ma még néha lehetetlen, de a várfalak szakaszosan ütemezhető helyreállítása mégis hamarosan szép sikerre vezet. Ez pedig a munka lendületét is gyorsítani fogja.

Három másik, rommá lett várunkban folyik jelentős helyreállítás, nagyarányú régészeti munkával párhuzamosan, illetve azt követően: a márévári, a boldogkői és a kisnánai várban. Ezek problematikája sok vonatkozásban hasonló a már befejezett nagyvázsonyi és sümegi műemlékekével. Egyelőre



11. Diósgyőri vár kiegészítésének modellje. Terv: Ferenczy Károly
11. Ergänzungsmodell der Burg von Diósgyőr. Projektingenieur: Károly Ferenczy



12. Diósgyőr, vár-terv: Ferenczy Károly
12. Der Berg von Diósgyőr. Projektingenieur: Károly Ferenczy

ki kell emelnünk a kisnánai vár terveit, amelyen le lehet olvasni az említett kész munkáknál korszerűbb és tisztább álláspontot. A romterületből kinövő toronyépületeken csakis állagmegóvás és a megtekintés érdekében szükséges munkák készülnek, minden felesleges hozzátétet kerülve. A teljes romterület feltárása és értelmes alaprajzjelzés mellett ki kell emelnünk a déli oldalon épülő, felmenő falaktól teljesen függetlenített szerkezetű védőépületet, amely a téli időszakra bezárható oldalfalakkal rendelkezik. Hazai időjárásunk mellett ugyanis bebizonyosodott, hogy a szükséges fagyvédelmet és a csapóeső elleni védelmet csak a zárt épületekkel lehet elérni, a már említett nyitott védőtetőkből levonható tanulságok eredményeképpen. A könnyű, fémszerkezetű épületen belül ezenkívül jó lehetőség nyílik a pusztuló, ásatásból előkerült faragványos kövek és egyéb leletanyag korszerű formában való kiállítására is. A romterületek helyreállítása során ugyanis célunk az, hogy sok-sok szórványdarabot, faragott követ, az összeállítható de pontos helyüket nem megállapítható részleteket ne egy, a helytől idegen múzeumba szállítsák el. Arra törekszünk, hogy mindezek a rommal közvetlen kapcsolatban, értéküket így megnövelve a helyszínen maradjanak. A romterületet tehát egyúttal múzeumi vagy kiállítási területnek is kell tekintenünk.

Jelentős kísérlete a magyar műemlékvédelemnek a modern eszközökkel való teljes, tömegszerű kiegészítés. A négysaroktornyos szabályos négyszögalaprajzon felépült diósgyőri belsővár helyreállítására és egyben felhasználására Ferenczy Károly készített tervet, amelynek eredményét sajnos csak modellben mérhetjük le. A kisnánai várnál említett általános elvi követelményt, amely szerint a romterület egyben saját objektumának múzeuma, kiállítási épülete, ezt a tervező a műemlék külső megjelenésében is kifejezésre juttatja. Az eredeti, megmaradt részleteket, falakat maradéktalanul meghagyja tervében, és a könnyű szerkezeten nyugvó áttetsző tetőt és térelzáró üvegfalakat az elpusztult falak és a teljes tömeg érzékeltetésére használja fel. Az így helyreállítható épületben tágas tereket, nagy bemutatóhelyet nyer, amelyben minden egyes részlet a valóságos vagy kikövetkeztethető helyére, helyes térbeli viszonyok közé kerülne ismét. Mindehhez szerencsés támpontot nyújtanak a magasan álló toronytestek és az épület szabályosabb volta, miáltal az épület eredeti tömege egyértelműen leolvasható.

A közel száz éve megkezdett és kisebb-nagyobb megszakításokkal folyó helyreállítási munka a visegrádi Alsóvár lakótornyában az elkövetkezendő évben jut el a befejezésig. Az emléket vizsgálva itt a hazai műemlékvédelem gyakorlata szinte végigkísérhető: Schulek Frigyes romantikus-purista módszerétől kezdve napjainkig. A toronynak e század harmincas éveiben megépített, ideiglenes jellegűnek szánt faszerkezete — amelynek képe lassan már megszokottá vált —, 1950-ben elpusztult. A lakótorony helyreállításának igénye most már végérvényesen felmerült, azzal a teherrel súlyosbítva, hogy a korábbi helyreállítási munkákat is valamilyen formában most már figyelembe kell venni. E kötöttség mellett mégis az eredeti XIII. és XIV. századi maradványokat tartottuk elsődlegesnek és a korábbi tervek továbbfolytatására egyáltalán nem, de az egyértelműen megállapítható hamis részletek megtartására sem vállalkoztunk. A tömör, súlyos toronytest déli kitörésének pótlására öt-hat évvel előbb is készült terv, Szanyi Józsefé, aki a kontraszthatásra építve, lényegében könnyű üvegfallal vagy vasbetonlamellákkal kívánta a tátongó rést kitölteni. Ehelyett végül is a tömör formában, kőzúzalékos betonból egészítettük ki a tornyot, a homlokzati síkokat továbbfolytatva. A tömeg



13. Visegrád, lakótorony kiegészítése. Helyreállítás tervezője: Sedlmayr János
Fotók: Dobos Lajos

13. Visegrád, Ergänzung des Wohnturmes.
Projektingenieur der Herstellung: János Sedlmayr
Photo: Lajos Dobos

az eredeti formának nagyjából megfelel, a választott anyag azonban egyértelműen elkülönül az eredeti terméskőfalazattól és a múlt században alkalmazott kváderkőtől is. Úgy véljük, hogy e megoldás jelen esetben tömörségével a torony jellegéhez jobban illeszkedik, megfelel a korszerű műemlékvédelem elveinek és nem ellentétes a mai építészeti törekvésekkel sem, amelynek az acél és üveg csak egyik eleme, de nem kizárólagos ismertetője vagy velejárója.

A röviden ismertetett munkák lényegében közös elvi alapon és hasonló gyakorlati módszerek mellett folynak, eltekintve az emlékek sajátságaiból adódó természetes különbségektől. Célunk elsősorban az, hogy a meglevő ismert

műemléket tartósan megőrizzük, a feltárt részeket állagmegóvásban részesítsük. A sajnos ma már csak töredékesen jelentkező várainknál a romélmény megtartására törekszünk, de gyakorta értelmező kiegészítéssel gazdagítjuk az emléket. A romterületek helyreállítása során a faragott kőanyagnak helyszínen való bemutatását akár kőtárban, akár védőépületben vagy szabadban szükségesnek tartjuk. Az épebben megmaradt várak helyreállításához kivétel nélkül már valamilyen jól megválasztott rendeltetés elhelyezése, a vár újbóli felhasználásának és esetleg élővételének igénye párosul. Az egységes elvek kialakítása és gyakorlata annál is inkább lehetséges, miután nálunk a várak tulajdonképpeni gazdája, de a helyreállítások feltárása és tervezése jórészt, valamint gyakorlati megvalósítása is egyazon szervezeten: az Országos Műemléki Felügyelőségen belül történik. Tapasztalatunk szerint e lehetőséget kell a továbbiakban még jobban kihasználnunk.

*

Im Vortrag beschäftigten wir uns mit der Methode und der Praxis der Wiederherstellung von ruinösen und noch benützbaren ungarischen Burgen, in erster Linie durch kurze Bekanntmachung bedeutenderer Beispiele.

In Ungarn hatten die ersten Burgswiederherstellungen im dritten Drittel des vergangenen Jahrhunderts ihren Anfang, in Visegrád und in Vajdahunyad. Im Gegensatz zu diesen puristischen Arbeiten, wirkten aber in erster Linie die Ruinenkonservierungen der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts günstig auf die theoretische und praktische Methode der heutigen ungarischen Denkmalpflege: die Freilegung, Bestandsicherung und partielle Ergänzung der Kirchenruine von Zsámbék, der Klosterruine auf der Margaretheninsel und des Militär-Amphitheaters von Óbuda, sowie die Rekonstruktion der Burgkapelle von Esztergom.

Nach dem II. Weltkrieg, bis zum Jahre 1955, waren die Wiederherstellungen am Palast von Visegrád und am mittelalterlichen Teil der Festung von Buda von besonderer Bedeutung. Hier bildete sich die Praxis der richtigen Zusammenarbeit mit der mittelalterlichen Archäologie aus. Vom Anfang der Mitte der fünfziger Jahre an haben wir — mit richtiger historischen Anschauung, auf der Grundlage zeitgemässer Denkmalrestaurierungs-Prinzipien und mit erhöhten materiellen Kräften — die Wiederherstellung zahlreicher Burgen in Angriff genommen. Unter den trümmerhaften, teils unter der Erde gewesenen Baudenkmälern haben wir die Freilegung und die Ergänzung der ziemlich unversehrten Teile folgender Burgen bekanntgemacht: Nagyvázsony, Sümeg, Kisvárda, Márévár und Kisnána. Unter den verhältnissmässig wohlerhaltenen, aber umgebauten mittelalterlichen Baudenkmälern haben wir die Herstellung und die praktische Benützung der Burgen von Gyula, Várgesztes, Pécsvárad, Siklós und Kőszeg zur Schau gestellt. Als besonderes Beispiel den mit modernen Mitteln geplanten Ausbau der Burg von Diósgyőr. Schliesslich demonstrierten wir die im Gange befindliche, ihrer neuen Bestimmung entsprechende Wiederherstellung des Wohnturmes von Visegrád, als Gegensatz zu den Plänen von puristischem Charakter des vergangenen Jahrhunderts.

ROMÁN ANDRÁS

VÁRAK HELYREÁLLÍTÁSÁNAK KIVITELI MUNKÁI

A várak helyreállításának kiviteli kérdéseit tárgyalva feltétlenül szükséges előbb a műemléki kivitelezés néhány elvi jellegű problémáját tisztázni. Ez annál inkább is indokolt, mert az eddigi konferenciákon a kivitelezés viszonylag keveset szerepelt a napirenden.

A műemlékek helyreállítási folyamata a kivitelezéssel fejeződik be. Ennek során realizálódnak azok a műszaki és tudományos elképzelések, melyek a műemlék tudományos feltárása és műszaki tervezése során érlelődtek meg.

A műemléki kivitelezés — módszereit, technológiáját, anyagait illetően — építőipari tevékenység. Jellege, politikai gazdaságtani tartalma azonban eltérő.

A műemléket műemlékké annak történeti, művészi, esetleges néprajzi értéke teszi. A műemléki helyreállítás célja éppen ennek a kulturális, eszmei értéknek a megóvása, fenntartása, közkinccsé tétele. Ebből eredően a műemlék helyreállításának kivitelezési munkáit elsősorban kulturális tevékenységnek kell tekintenünk, nem pedig termelő jellegű építőipari tevékenységnek.

A műemlékeket meg szoktuk különböztetni abból a szempontból, hogy van-e rendeltetésük, betöltenek-e bizonyos funkciót, vagy sem. Ennek megfelelően beszélünk holt és élő műemlékekről. Ez a megkülönböztetés a kivitelezési munkák jellegében is megmutatkozik. A holt műemlékek helyreállítása tisztán és kizárólag kulturális tevékenység, az élőké viszont termelő jellegű folyamatokat is tartalmaz, hiszen az eszmei, kulturális érték megóvása mellett lakásokat vagy közintézményeket is helyreállítunk. A népgazdaság szempontjából tekintve ez a kettősség azt jelenti, hogy a kulturális, eszmei tartalom biztosítása a nemzeti jövedelmet fogyasztja, felhasználja, míg a funkciót szolgáló munkák ellenkezőleg, termelik azt.

A jellegbeli kettősség azonban nemcsak közgazdaságtani értelemben nyilvánul meg. Szembetűnően jelentkezik pl. a műemlékhelyreállítások kivitelezése iránt támasztott minőségi követelményekben is.

A szokvány építőipari munkákkal szembeni minőségi igényünk ismert. Ha a felhasznált anyagok minősége jó, a kiviteli és technológiai előírások, szabványok betartatnak, a kivitel minden bizonnyal tetszetős, jóminőségű lesz. A műemlék helyreállításokkal kapcsolatos, de a funkciót biztosító munkák iránti igényünk általában szintén nem több ennél, hiszen egy válaszfal, padlóburkolat vagy éppen a vízvezetékszerelési szerelvényezés itt sem más, mint egyebütt.

A műemlék eszmei tartalmát biztosító munkákkal másként állunk. Éppen abból eredően, hogy e munkák kulturális jellegűek, a pusztán jó építő-

ipari minőség itt nem elegendő. E munkáknak tudományos, műemléki szempontból is szakszerűeknek kell lenniök, ez pedig több a jó minőségnél.

Nézzünk pl. egy várfalat. Építőipari szempontból nézve kifogástalan minőségben készült állagbiztosítása, ha fagyveszély ellen a teljes felületet gondosan kihézagolják, ennek során jóminőségű habarcsot alkalmaznak, a hézagokat jól kitöltik, a fugák látható felületeit jól eldolgozzák, a felületet megfelelően utókezelik stb. A műemléki szakszerűség tekintetében az elvégzett munka mégsem megfelelő, hiszen a teljes felületen gondosan kihézagolt várfal elveszti régi patinás jellegét, szinte mainak hat. Ha tehát ebben a vonatkozásban vizsgáljuk a várfal állagbiztosítását, csak akkor szakszerű a kivitel, ha sikerül megtalálni azt az optimális hézagolási mennyiséget, melyet a műszaki állag még megkíván, a műemléki jelleg pedig elbír.

Még plasztikusabbá válik a kép, ha arra gondolunk, hogy az építőipari minőségi hiba mindenkor kijavítható, ismételt anyag- és munkaráfordítással. A műemléki szakszerűségi követelmény megsértése azonban ritka esetben hozható csak helyre. A műemlék eszmei tartalma történeti érték, ha ezt megsértjük, azt már jóvátenni nem lehet. A szakszerűtlen munka következtében elpusztított középkori padlóburkolat, sgrafitto, szétvert vagy átfaragott kőtagozat többé nem állítható helyre, a történetiségből ismét elpusztult egy darab.

A magyar műemléki kivitelezés szervezete az említett megfontolásoknak megfelelően került kialakításra. Azon munkák vitelére, melyek műemlékileg, történetileg a legnagyobb értéket képviselik, sajátos műemléki kivitelező apparátus létesült az Országos Műemléki Felügyelőség keretén belül. Az általuk helyreállított műemlékek között romok, várak szerepelnek a legnagyobb számban, e munkákon más kivitelező alig dolgozik. Emellett az OMF végzi a műemlékileg legfontosabb, legigényesebb kastélyok, templomok, középületek, lakóházak és népi műemlékek helyreállítását is, míg a kisebb szakszerűséget igénylő többi műemlékhelyreállítást építőipari vállalatok végzik. Gyakori az az eset is, amikor ilyen ún. élő műemlékek esetében az OMF végzi el a műemlék fennmaradását és történetiségét biztosító munkákat, míg a funkcióhoz szükséges belső munkákat más kivitelezőre hagyja.

Mintegy ötéves tapasztalatunk bizonyítja, hogy az építőipar és a kulturális munka határterületén egy ilyen speciális műemléki kivitelezési apparátus létrehozása helyes intézkedés volt. Az Országos Műemléki Felügyelőség kivitelezési szervezete már évente 40 millió Ft körüli összeg felhasználására képes, hét építésvezetőségén és központi műhelyében összesen mintegy 500 ember dolgozik. Központilag megtervezett termelékenységi terve, jövedelmezőségi terve nincs, ez utóbbi nem is lehet, hiszen regieben működik, a munkára fordított költségek alapján számláz, nyereséget nem számolhat el. Mindez jól tükrözi azt a már említett közgazdasági sajátosságot, hogy noha építőipari tevékenységet folytat, működése sokkal inkább kulturális, mint termelő jellegű.

Ilyen kedvező körülmények között mód nyílik arra, hogy úgy az építőipari minőségi, mint a műemléki szakkövetelményeknek jól eleget tegyenek. Az OMF él is ezzel a lehetőséggel és munkáját megfelelő eredmények jelzik. Ezek szemléltetésére a Konferencia keretében tervezett tanulmányút során számos alkalom nyílik.

Váraink a magyar műemlékanyag legértékesebb emlékei közé tartoznak, így természetes, hogy helyreállításukon az OMF-en kívül más kivitelező nem dolgozik. Az itt észlelhető műszaki és egyéb vonatkozású problémák ezért a magyar, műemléki kivitelezés szempontjából is tipikusnak tekinthetők.

A kivitelezés első stádiuma az előkészítés, organizáció. A műemléki kivitelezés e tekintetben is speciális helyzetben van, teljes, komplett, végleges tervdokumentáció alapján ugyanis csak a legritkább esetben végezhető a munka. Szakszerű, tudományos igényű helyreállítási terv csak feltárás alapján készülhet. A feltárás viszont gyakran komoly bontásokat, állványozási munkákat igényel, nem is szólva a régészeti munkákkal természetszerűleg együttjáró földmunkákról, dúcolásokról. Már ez is nyilvánvalóvá teszi, hogy a kivitelezőnek nem elég csak a tényleges kivitelezéshez fordulnia, hanem már a tudományos feltárás stádiumában — a gyakorlat szerint a kivitelezés megkezdése előtt két évvel — kőművesekről, ácsokról, kubikusokról, földmunka- és szállítógépekről, villanyenergiáról, vízről stb. kell gondoskodnia. Még jobban aláhúzza ezen előzetes munkák jelentőségét az a körülmény, hogy a feltárt maradványokat — legalábbis ideiglenes jelleggel — rögzíteni kell, hiszen enélkül állaguk legtöbbször nem bírná ki az érdemi helyreállításig eltelő tetemes időt. Mindez azt jelentené, hogy ugyanahhoz a munkához lényegében kétszer kellene a kivitelezőnek felvonulnia, ami pedig gazdasági, munkaszervezési szempontból egyaránt igen kedvezőtlen.

E nehézség áthidalására szoktuk a volumenben jelentősebb műemlékhelyreállításokat — a várakét pedig szinte minden esetben — több ütemre bontani. A kivitelező így egyidőben vonul fel a régésszel, kezdetben csak akkora erővel, amit a feltárás megkíván. A második szakaszban még mindig nincs szükség nagyobb létszámra, ezalatt folyik az első ütemben feltárt munkák tervezése. A kivitelezés teljes kapacitásával a harmadik szakaszban lép munkába, mire az első ütemben feltárt és a másodikban megtervezett munkák tervei elkészülnek. Ugyanezen idő alatt tovább folyhat a későbbi ütemek feltárása és tervezése is, megtartva a logikus időbeni lépcsőzetességet.

Könnyen elképzelhető, hogy a feltárási, tervezési és kivitelezési munkák ilyeténvaló átfedése, időbeli összefonódása egymással szembenálló vállalatok esetében határidőviták és kötbérperek elkerülhetetlen és kilátástalan labirintusába fulladna. Az OMF gyakorlatában azonban némi körültekintéssel a munka jól megoldható, hiszen a feltáró, tervező és kivitelező közti esetleges viták házon belül megoldhatók. E mellett is azonban természetesen nagy körültekintést igényel a várak kiviteli munkáinak organizációja. Az anyagszállítás, a villanyáram, és víznyerés, a dolgozók elszállásolása nem könnyen oldható meg. Gyakran előfordul, hogy a helyreállítást útépítéssel kell kezdeni, mert enélkül a vár gyakorlatilag megközelíthetetlen. Sokat segít e nehézségeken a rendelkezésünkre álló két drótkötélpálya, melyek alkalmazásával a külön útépítés megtakarítható. Kár, hogy nincs belőlük több, mert a jelenlegi igények mellett még legalább kettő kellene. A tanulmányút során bemutatásra kerülő várgesztesi és sümegi vár helyreállítása egyaránt a drótkötélpályák segítségével történt.

Nem kisebb probléma az építési víz biztosítása. E célra a várak ciszternáit szoktuk felhasználni, melyekben csapadékvizet gyűjtünk össze. Ha ez nem elég, gyakran a tűzoltók segítenek tömlőikkel időről időre a ciszternákat teleszivattyúzni. Hiba csak abban van, hogy e megoldás hosszú időre lehetetlenné teszi a ciszternák régészeti feltárását, pedig legtöbbször értékes, másodlagosan befalazott kőanyagot tartalmaznak. — Ami pedig a dolgozók elszállásolását illeti, ezt a lakott helyektől távolabb eső várak esetében gyakran csak sátorban tudjuk megoldani. Ez viszont azt involválja, hogy ilyen körülmények között a helyreállítás csak májustól októberig folyhat.

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

Ismeretes, hogy a magyar várak nemcsak jórészt azonos időszakban (a tatárdúlás után, a XIII. sz. második felében) keletkeztek, de pusztulásuk is kevés kivétellel egy időre, a XVIII. sz. elejére esik. Ekkor rombolta le őket a Habsburg elnyomó hatalom, nehogy egy, a Rákóczi szabadságharchoz hasonló újabb mozgalomban felhasználhatók legyenek. A rombolás kevés várat kímélt meg, inkább csak azokat, melyek lakott helységek, városok belterületén feküdtek, így a védelmi szerep helyett inkább már városi kastély jellegük dominált. (Kőszeg, Várpalota, Sárospatak stb.) Ilyen körülmények között a várak helyreállítása nagyrészt romkonzerválási feladatként jelentkezik és helyreállítás helyett inkább csak állagvédelmi, biztosítási munkákról lehet beszélni.

A magyar várak jelentős részénél a rommaradványok állagának biztosítására a pusztulás óta eltelt 250 év alatt napjainkig nem került sor. Az annak idején bekövetkezett pusztulás azóta természetesen erősen fokozódott, elsősorban az atmoszferiliák hatására. E tekintetben legjobban veszélyeztetett és pusztuló rész a mindenkori falkorona. Ha a falkoronát sikerül konzerválni, a fal állaga lényegében biztosítottnak tekinthető. E műveletet úgy végezzük, hogy a meglazult, szétfagyott felső sorokat gondosan lebontjuk, ügyelve arra, nehogy szilárdan álló falrészeket is megbolygassunk. A visszafalazást a lebontott, vagy helyszínen talált kövekből végezzük, idegen kőanyagot nem használunk fel. Az új falkorona falazását szorított, habarccsal gondosan kitöltött hézagokkal kell végezni, ügyelve arra is, hogy a fal tetejéről a víz jól le tudjon folyni. A koronán cementsimítást nem alkalmazunk, mert az nemcsak csúnya, de tapasztalatunk szerint nem is fagyálló. Jól ellenáll az időjárásnak a vasalt, jó szemszerkezetű betonból, gazdag cementadagolással, zsaluzat között készített vasbeton védőlepény, újabban mégis ritkán alkalmazzuk. Ez egyrészt esztétikai megfontolásokra vezethető vissza, másrészt arra, hogy e szerkezet csak sík falkoronán készíthető, ami eleve ráfalazást igényel, ez esetben viszont a betonlepény szükségessége kérdésessé válik.

Vita tárgyát képezi ma még a kőfalazatok habarcsanyaga. Egyesek a portlandcementtel javított, esetleg tricosal-adagolású habarcsot alkalmazzák szívesen, mások az évszázados múltú kövér mészhabarcs mellett törnek lándzsát. A gyakorlat a különböző helyeken hol egyik, hol másik álláspontot látszik igazolni. Véleményem szerint általános érvényű szabályt felállítani nem is lehet, hiszen a kőfalazatok kőanyaga igen eltérő. Minden esetben eleget kell azonban tenni két követelménynek: a habarcs szilárdsága nem lehet nagyobb, mint a kőé, továbbá a falazáshoz csak pihentetett, lehetőleg több éves meszet szabad használni.

Jól bevált gyakorlatunk alakult ki a téglafalak falkoronavédelménél. Síkvidéki várainknál elég sűrű esetben fordul ez elő. A ráfalazás habarcsanyagául portlandcementtel erősen javított mészhabarcsot választunk, tricosal-adagolással. A nagy szilárdságú téglákat beépítés előtt tricosalos lében áztatjuk, majd a kész falazatot háromszor-négyszer permetezzük.

A várfalak és romok állagbiztosításának másik művelete az oldalfelületek hézagolása. E munkánál viszonylag kevés a műszaki probléma, az alkalmazott habarcs azonos az előbb említettekkel. A fő kérdés itt az — amit a bevezetőben elmondott példa során már említettem —, hogy csak azokon a felületrészeken távolítsuk el a régi hézagolást, vagy újítsuk meg azt, ahol az elkerülhetetlen. Nagyon fontos arra is ügyelni, hogy valóban csak a hézagokat töltsük ki, a kövek felületére habarcs ne kerüljön.

A várfalak jellegéből eredően alapozási vagy állékonysági problémák ritkán merülnek csak fel, így szerkezeti jellegű megerősítésre nemigen van szükség. Ha nagyobb repedéseket találunk is, azok legtöbbször hosszú idő óta mozdulatlanok, így helyreállítani őket egyáltalán nem kell. Elkerülhetetlen esetben a nagyobb repedéseket kifalazzuk, a kisebbeket injektáljuk és szükség szerint a két részt vonóvasakkal is összefogjuk.

Nagy gondot fordítunk az eredeti középkori vakolatok és padlóburkolatok védelmére. A vakolatmaradványokat cementhabarccsal körülszegjük és rögzítjük, szükséges esetekben injektálással töltjük ki a fal és az elvált vakolat közét. E munkában rendszerint festőművész restaurátorok is részt vesznek, vagy legalábbis az ő irányításuk mellett folyik a rögzítés. Sajnos, a vakolat és padlóburkolatok szabad ég alatti megnyugtató védelme még gondos munka esetén sem biztosított, ezért a feltétlenül megóvandók fölé fédőtetőket építünk. Ezek sokáig ácsolt szerkezettel, cserépfedéssel készültek, újabban tért hódít a könnyű fém szerkezet, poliészter hullámlemez lefedéssel. Ez utóbbival sokkal nagyobb fesztáv hidalható át, emellett természetes kontrasztjával jobban a lényegre irányítja a figyelmet, mint a romantikus ízű faszerkezet. A védőtető jellegének eldöntése természetesen nem kivitelezési, hanem tervezési kérdés és a várak tervezési problémáival foglalkozó előadás részletesen foglalkozott is vele.

A magyar várak — néhány kivételtől eltekintve — (Buda, Diósgyőr, Sárospatak stb.) faragott kőemlékekben szegények, így a szobrászrestaurátori munka e vonatkozásban nem elsődleges, de hazai gyakorlatunk szerint ezt nem is a szorosan vett kiviteli munkák között tartjuk számon, hanem kifejezetten képzőművészeti tevékenységként, amit restaurátorművészek végeznek. Kivitelezési feladatként inkább a kőtagozatok kiegészítése jelentkezik csupán.

A tetőfedések műszaki problémákat nem jelentenek, annál inkább anyagbelieket. Terméspala és fazsindely beszerzése nagy nehézségekbe ütközik, pedig éppen ezekre a fedésanyagokra lenne leginkább szükségünk a várak épségben maradt vagy helyreállított részeihez. Így hódfarkú cserépre és sötétszürke színű, a szabványosnál kisebb méretű azbesztcementpalára vagyunk utalva. Ez utóbbit műemléki palának nevezik, minthogy az ipar kizárólag műemléki célokra gyártja.

A kiviteli munkák akkor válnak az eddig felsoroltaknál sokkal átfogóbbá, ha a vár nem halott romként, hanem élő épületként maradt fenn, így a helyreállítás az állagvédelmen kívül az építőipari munkanemek széles skálájára kiterjed. Ezek közül némelyek (födémek cseréje, válaszfalazások, belső-vakolások, szakipari, épületgépészeti munkák stb.) kevéssé térnek el a szokvány tatarozási munkáktól, legfeljebb annyiban, hogy minőségük nem maradhat el a helyreállítás egész színvonalától. Más munkanemek, így az alapmegerősítések, utólagos falszárítások viszont gyakran érdekes műszaki problémákat vetnek fel, részletes taglalásuk azonban meghaladná témánkat. Csak utalni szeretnék példaként az alapmegerősítés sajtolt, előregyártott cölöpökkel történő módszerére, mint e tekintetben talán a legfejlettebbre, vagy az elektroozmotikus falszárításra. Az elsőt az egervári várkastélynál, utóbbit a siklósi várnál alkalmaztuk eredménnyel.

Még egy, sok nehézséget felvető problémát kell megemlíteni. Ez pedig a közművek biztosítása, a funkcióval rendelkező váraknál. A legnagyobb feladat a víz biztosítása, ami vízszegény hegyvidéken nem egyszerűen meg-

oldható kérdés. A csatornázás és a villany bevezetése már kisebb problémát jelent, mindenesetre azonban jelentősen növeli a helyreállítás költségeit.

A műemlékhelyreállítás komplex folyamatában a kivitelezést általában nem szokták azonos tudományos igényű tevékenységnek tekinteni, mint a feltárást vagy a tervezést. Hazai gyakorlatunkban — felismerve e tevékenység főként kulturális jellegét — nagy súlyt helyezünk arra, hogy a kivitelezés színvonala, igényessége ne maradjon el a helyreállítás többi fázisától. Úgy véljük, e törekvésünk általában sikerrel is járt. Helyreállított, az utókor számára megmentett, a kulturális forradalom szolgálatába állított váraink — csakúgy, mint többi műemlékünk — a példái e munkáknak.

*

András Román hat, indem er sich mit den Bauausführungsproblemen der Herstellung von Burgen und Ruinen befasste, zuerst einige prinzipielle Fragen klargestellt. Er bewies, dass die Bauausführung von Baudenkmälern — obwohl sie bauindustrielle Methoden anwendet — in erster Linie keine produzierende, sondern eine kulturelle Tätigkeit ist. Die Herstellung sog. toter, bestimmungsloser Baudenkmäler ist ein rein kultureller Vorgang, jene der lebenden hingegen enthält — sozusagen als Nebenprodukt — den produzierenden Charakter.

Die Herstellung der Burgen und Ruinen wird in Ungarn beinahe ausschliesslich vom speziellen Bauausführungs-Apparat des Landesamtes für Denkmalpflege verrichtet. Dessen Organisation und Aufbau entspricht den Baudenkmals-Forderungen, so steht die Qualität und die Fachmässigkeit der Herstellungen allgemein auf hohem Niveau.

Im weiteren Teil des Vortrags beschäftigte er sich mit den konkreten Arbeitsgattungen der Bauausführung. Er betonte die Wichtigkeit der Vorbereitung und der Organisation des Baues, das ist bei Burgen, die von den bewohnten Orten meist entfernt liegen, eine besonders wesentliche Aufgabe. Er machte die häufigsten technischen Probleme und Lösungen bekannt, die mit dem Schutz der Mauerkronen aus Stein und Ziegel, mit der Erhaltung ursprünglicher Mörtel und Pflasterungen, mit den Konstruktionsbefestigungen, mit der Restaurierung steinerner Bauglieder, mit der Isolierung und mit der Abdachung verbunden sind.

Dr. GERŐ LÁSZLÓ, a műszaki tudományok kandidátusa

A BALATONI RÉGIÓ MŰEMLÉKI HELYREÁLLÍTÁSA

Az ország régiói között a balatoni táj egyedülálló természeti szépsége a tó hatalmas tükre, az övező hegyek koszorúja, a nagy kultúrájú szőlők és gyümölcsösök, árnyas ligetek sokasága a pihenni, felfrissülni vágyók nagy tömegét vonzza, és ezért leglátogatottabb valamennyi magyar régió között. Műemléki politikánk több éve kitűzött súlyponti feladata egy város és egy régió kiemelt, példaszerű helyreállítása és bemutatása. Ilyen kiemelt műemléki városként szerepel az ország távlati tervében Sopron történelmi belvárosa és ilyen kiemelt régió a Balaton környéke.

Már a középkorban is sűrűn vették a Balaton tó partját körül a kis települések, melyek XII—XIII. századi templomainak, valamint XIV—XV. századi számos kolostorainak maradványai a táj középkori kultúráját hirdetik. De még e középkori kultúrának is majd évezredes előzményei vannak itt a Balaton körül. Majd minden középkori templomunk helyreállításakor ugyanis a munkát megelőző régészeti feltárás egy-egy római leletet hozott napvilágra: jellegzetes tetőcserepet, edényt, faragott, sőt feliratos követ, ami azt jelenti, hogy a római Pannónia tartománynak is kedvelt településkörzete volt a tó partja. Számos nagyobb település is erre vall, köztük a *Keszthely* melletti fenékpusztai római tábor. Tekintélyes méretű négyszögének védőfalát sűrűn épített háromnegyed-köralaprajzú külső tornyok erősítették, és a tábor feltárása több ókeresztény bazilikát eredményezett; egyben bepillantást engedett a falak között folytatott életbe a római limes összeomlása után is. Ha a római életforma kontinuitásáról Fenékpusztán nem is beszélhetünk, annyi mindenesetre biztos, hogy az élet a tábor keretében tovább folyt, és az itt meghúzódó iparosság az új foglalók alatt tovább folytathatta régi mesterségét a népvándorláskori társadalmak egymást váltó viharos századai alatt is. Az Örvényesen legutóbb feltárt villa rusticana ugyancsak differenciált életformát bizonyít, mely nyilvánvalóan hathatott az itt később megtelepedett, és a nomád életforma helyett a földművelést választó népekre.

A számos románkori templom ma már, sajnos, nagyrészt rommaradványa, a Balaton partján széleskörű építőgyakorlatot bizonyít az Árpádok korában, a XII—XIII. században, és ez a tevékenység a török másfél évszázados hódoltságát kivéve, minden korszakból szép emlékeket hagyott vidékünkön. Ezekhez járul a Balaton-környék sok népi emléke: parasztházak és belsőségeik, présházak és vízimalmok, hidak, valamint a táj természeti szépségeinek keretébe foglalt települések — mint Tihany, Szigliget — sajátos beépítésű házsoraikkal, amelyek védelme szintén fontos.

Mindezek miatt a Balatoni régió műemlékei — ha önálló építőiskoláról nem is beszélhetünk itt — mindig jelentős csoportot alkottak a magyar



1. A tihanyi öböl
1. Die Bucht von Tihany

műemlékállományban, és már a múlt századi kutatók külön foglalkoztak velük, elsősorban Rómer Flóris, aki jegyzeteiben majd valamennyit leírta és lerajzolta, valamint Békefi Remig: A Balaton környékének egyházai és várai a középkorban (Bp. 1907).

A magyar műemlékvédelem is kiemelten kezelte a régió emlékeit és különösen így történt ez az új műemléki törvény (1949/13) után, amikor az addig főként az egyházi és világi főúri építkezések emlékeihez képest a szerényebb falusi közösségi emlékek és főleg az addig alig konzervált romok felé fordult a figyelem. „A Balaton-környék regionális terveinek jóváhagyásáról" szóló Kormányhatározat előírja (1023/1963. sz. 10. bek.), hogy „a Balaton-környék területén levő műemlékek helyreállítására fokozott gondot kell fordítani, és lehetővé kell tenni, hogy azokat, továbbá az idegenforgalmi szempontból jelentős természeti adottságokat az érdeklődők széles körben megismerhessék".

A Balaton-környék az ország belföldi idegenforgalmában az itt üdülést keresők regenerálódása, a külföldi idegenforgalomban a devizabevétel szempontjából megkülönböztetett jelentőségű. A felfrissülés testi—szellemi vonatkozásaiban a műemlékek, mint a táj történelmi dokumentumai és a magyar építészet fejlődésének építőkészségének, települési sajátosságainak stb. bizonyítékaiként fokozott figyelmet érdemelnek.

A Balaton környékének emlékeivel több vizsgálat is foglalkozott, köztük Balatonfüred, Keszthely, Sümeg, Nagyvázsony, Tihany városképi és műemléki vizsgálatai, melyek e települések műemléki épületeit vették jegyzékbe, rajzolták fel térképre és rögzítették. Meghatározták egyben a településekkel kapcso-



2. Nagyvázsony, XV. századi kolostorrom (MTI. Járai Rudolf felv.)
2. Nagyvázsony, Klosterruine aus dem XV. Jahrhundert. (Photo: MTI. Rudolf Járai)

latban általában, az emlékekkel kapcsolatban pedig egyedenként a legsürgősebb műszaki tennivalókat, esetleg a helyesebb felhasználásukra, környezetük védelmére, jelentősebb együttesekre, településképi, tájképi vonatkozásokra, szép kilátásra, jelentős facsoport szépségére hívták fel a figyelmet. E vizsgálatok 1952—1958 között készültek. Majd a VÁTERV elkészítette a Balaton szűkebb és tágabb környékének teljes vizsgálatát is. A területről több mű jelent meg.*

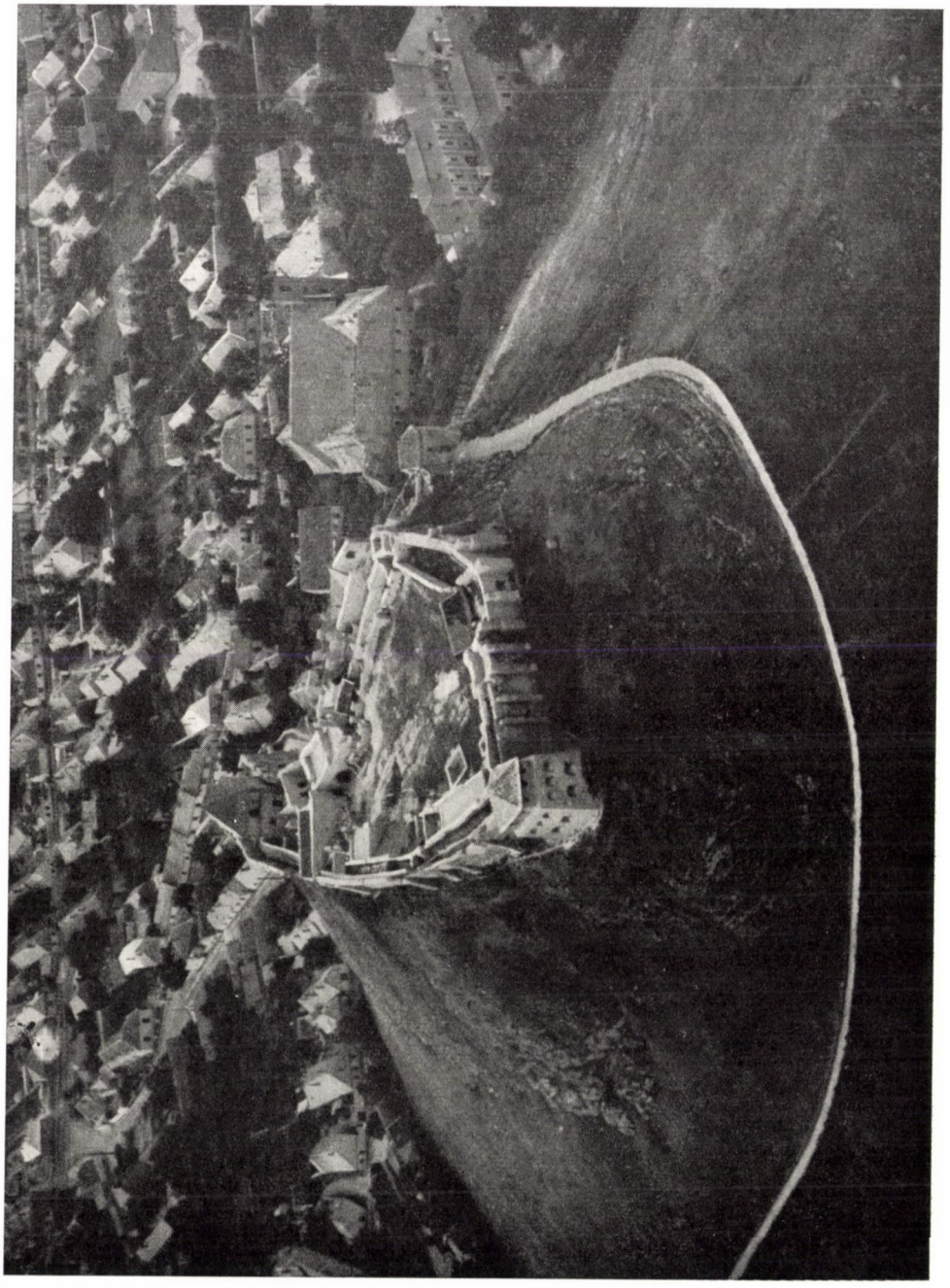
A régió műemléki helyreállítása szempontjából számbavéve az emlékeket, azok két csoportra oszthatók: 1. olyanokra, amelyek a közelmúltban helyreállítást kaptak vagy nemrég konzerválták őket, amelyek felhasználása megnyugtató, nem veszélyezteti az emléket, és 2. olyanokra, amelyek helyreállításra, konzerválásra, karbahelyezésre, helyesebb felhasználásra, gondosabb karbantartóra, gazdára várnak. Az első csoportban vannak azok az emlékek, melyek legnagyobb részét az Országos Műemléki Felügyelőség állította helyre, a régió számára felállított balatoni építésvezetősége útján. Ennek kialakulási helye 1955-ben Nagyvázsony, később Sümeg. De már 1953-ban készültek állagbiztosító munkák a szigligeti és csobánci várakon, a révfülöpi románkori templomromon, Akali, Balatonfüred templomain, a Badacsonyi Szegedi Róza házon stb.

Majd elkészültek a tihanyi altemplom századvégi restaurációjának helyén a maradványok eredetinek megfelelőbb bemutatása, és nagyarányú feltárással egybekötött, több évig tartó várkonzerválások és védőkiegészítések Nagyvázsony és Sümeg várain. Jelentős romkonzerválások és kisebb feltárások: Szigliget—Avasi rom, Szentgyörgyhegy—Kisapáti Alsódörgicse, Kisdörgicse, Örvényes, Rádpuszta, Tihany—Újlak, Aszófő, Fűzfő—Máma, Révfülöp—Ecsérpuszta, Nagyvázsony—Baráti romok, Felsőcsepely, Fonyód templomok, Fonyód, Kereki — katonavár várak, Balatonszentgyörgy ún. Csillagház, Nagyvázsony kis középkori Szt. István templom és barokk berendezése, a sümegi egykori püspöki — kastélyépület homlokzathelyreállítása, a sümegi rk. plébániatemplom homlokzattatarozása, a zalaszántói templom gótikus maradványainak feltárása és bemutatása, a felsőőrsi románkori prépostsági templom helyreállítása.

A Felügyelőség részt vett egyes emlékek felhasználása, műemléki használata és helyreállítása ügyében tartott sorozatos tárgyalásokon, mint a keszthelyi Festetics-kastély, a füredi ún. Horváth-ház (ezek esetében eredménnyel), a vörösberényi egykori jezsuita kolostor (itt eredménytelenül), hogy helyes felhasználásuk kialakítható legyen. Részletes terveket dolgozott ki a Keszthely melletti fenékpusztai római tábor bemutatására, ami kedvezőnek látszott a maradványok érdekessége, nagyarányúsága, a városhoz közelsége, a tó, vasútvonal és műút közvetlen szomszédsága miatt, sőt felvetette itt egy kisebb szálloda telepítését, melyet a régészeti érdeklődésűek mellett a horgász és lovassportok iránt érdeklődőkre lehetne alapítani.

A második csoportba tartozókként a balatoni régió műemléki helyreállításának terve tehát azokat az emlékeket vizsgálta meg most, azokat veszi

*Radnóti Aladár—Gerő László: A Balaton régészeti és történeti emlékei c. munkája (Bp. 1952), majd Entz Géza—Gerő László: A Balatonkörnyék műemlékei (Bp. 1958,), Koppány Tibor—Péczeli Piroska—Sági Károly: Keszthely (Bp. 1962), Entz Géza: Az alsóörsi gótikus ház (Veszprém, 1962) Kampis Antal: Tihany műemlékei, Vajkai Aurél: Balaton melléki présházak, Végvári Lajos: A sümeg Maulbertsch freskók, Éri István: Nagyvázsony, Kozák Károly: Szigliget, B. Thomas Edit: Rómaikori villák a Balatonvidéken.



3. Sümeg, XIV. századi vár (MTI. Járai Rudolf felv.)
3. Sümeg, Burg aus dem XIV. Jahrhundert. (Photo: MTI. Rudolf Járai)

számításba, amelyekre eddig nem került sor. A terv csak a Balaton-parti régióban levő műemlékekkel foglalkozik. Mellettük csak néhány olyannal, mely közvetlen kirándulási cél, és a balatoni üdülés idején számosan keresik fel. Nem foglalkozik a terv tehát általában a Balatoni felvidék — azaz a veszprémi plató — településeinek emlékeivel — sem pedig a balatoni régió műemlékjellegű épületeivel.

Helyesebben ilyen műemlékjellegű épületeket is vizsgált és felvette őket a régió távlati műemléktervébe, ha úgy látta, hogy a már műemlékké nyilvánítottakkal azonos értékűek: középkori templomromok vagy jelentősebb szépségű présházak, népi épületek, és mint ilyenek egyidejűen műemlékké nyilvánításuk is indokoltnak látszik.

A régió műemlékeinek felülvizsgálata során elsőrendű cél volt az épület pontos adatainak megállapítása, továbbá a helyreállítás, esetleges feltárás, ásatás stb. költségeinek rögzítése; a költségviselő fél: OMF, Megyei Tanács, Egyházügyi Hivatal stb. megállapítása. Végül az emlékek helyes használatára vonatkozó javaslat és a munka elkészítésének a többi emlékekhez viszonyított sorrendjének rögzítése is fontos része a távlati tervnek, melynek figyelembe kellett vennie ezért a Felügyelőség és más hatóságok kiviteli kapacitását is.

A régió műemléki tervében nemcsak épületek szerepelnek, hanem a köztéri barokk szobrok és némely emlék barokk falfestményeinek restaurálási költségei, amilyenek a vörösberényi és balatonkereszturi rk. templomok.

Külön problémát jelentettek a népi emlékek e területen. Az új magyar műemléki törvény védelmébe veszi a népi eredetű emlékeket: lakóházakat, olajütőket, szárazmalmokat, vízi- és szélmalmokat stb. is. Ezekre vonatkozó adatgyűjtés azonban nem régi keletű, csak a rendelet után indulhatott meg. A védelemnek a népi emlékek és ipari emlékek területén ugyanúgy, mint a többi emlékeknél, lehetőleg az ország teljes kataszterére kell támaszkodnia. Ilyen pedig ez ideig hiányzott. E kataszter alapján lehet csak felmérni az ország helyzetét, az állomány gazdagságát — vagy szegénységét, összes változatait, és ezekhez képest megállapítani érték-kategóriáit. Az adatgyűjtés széles körű munkájának megszervezése és megindítása évek óta folyik, azonban e munka még nem fejeződhetett be. Ugyanakkor a népi emlékek állandó veszélyben vannak, mert éppen a falu életének átalakulása folyik a legnagyobb ütemben, és ez kihat a régi életformában keletkezett épületekre, melyeket az új alakulás az új formáknak megfelelően alakít át, és ezzel történeti, művészeti, vagyis emlék-értékük megsemmisül. Nehézzé teszi a népi és ipari emlékek megmentését az is, hogy ezek túlnyomórészt nem állami, hanem magántulajdonban vannak, ami az állami hitelekkel történő állami beavatkozásban jelent nehézséget. Az emlék fenntartása egy-egy avult ipari eljárás: őrlés, kékfestő-műhely, avult lakás és berendezés változatlan fenntartását kívánná, amihez sokszor hiányoznak az előfeltételek. És erre ellenszolgáltatás nélkül a tulajdonost vagy az emlék használóját kötelezni nem lehet. Meg kell tehát teremteni itt is: a paraszti lakóház és a kézműves ipar területein a kisüzemi iparegységek működtetésének feltételeit, a tulajdonost rábeszélni a korszerűtlenné vált lakás változatlan fenntartására, berendezésének konzerválására. Mindez bizony legtöbbször azt jelenti, hogy a védendő objektumot ki kell sajátítani, meg kell az államnak a magánkézből váltania, és gondoskodni olyan — múzeumi — fenntartóról, aki a múzeumok fegyelme és szokása szerint eredeti alakjában tartja az emlékeket karban és egyben gondoskodik bemutatásukról. Utóbbi feltétel azt jelenti, hogy az emlékeknek látogatott területen

kell lenniök, az előbbi feltétel pedig azt, hogy olyan körzetben, mely a múzeumokkal szoros kapcsolatú. E problémák vezettek más országokban a hasonló természetű emlékanyagnak Skanzen-rendszerű bemutatására, amely gondolatnak nálunk is sok híve van, egyelőre anélkül, hogy megvalósulásáról beszélhetnénk.

A népi építészet emlékeire országosan érvényes problémák fokozottan érvényesek a balatoni régióra is. Itt, ahol sok szép íves tornácos paraszthaz volt ismert, és a magyar népi településformák eredeti csoportjai álltak a legutóbbi ideig, fésűs beépítésű házsorokkal, jellegzetesen széles, két fasoros árnyékos utcákkal, egyforma ritmusú fehérre meszelt oromzatos homlokzataikkal, széles tornácaikkal, üde és kellemes faluképet nyújtva a szemlélőnek. A városi életforma és ipari kereset azonban a faluból sokakat elcsábított, és még a helyben maradtak sem mentesek a város hatásaitól. Sajnos, e városias hatás első megnyilvánulásai nagyon is felületesek a nagyvárosi periferikus építkezést jelentik, és ez az építési divat rohamosan rombolja a falu népi hagyományainak történelmi rendjét. A falu eddig tisztán őrzött szép egységében most egymás után jelennek meg a nagyvárosok perifériájáról ismert, rosszértelmű városiasságot utánzó épületformák, amivel a település varázsos képe és értéke lassan mindenütt eltűnik.

Éppen ez értékek megmentését tűzte célul az új Országos Építésügyi Szabályzat akkor, amidőn a műemlékek védelme mellett azok környezetének védelméről és egész történelmi értékű együttesekről intézkedik; a települések műemléki jelentőségű területeiről.

A fenti kategóriák szempontjából tehát a balatoni régió műemléki helyreállítási terve tartalmazza:



4. Balatonszentgyörgy, ún. Csillagvár (OMF. Dobos L. felv.)
4. Balatonszentgyörgy, die sog. »Stern-Festung« (Photo: OMF. L. Dobos)



5. A tapolcai medence vulkanikus hegyei (Magyar Foto. Gink K. felv.)
5. Vulkanisches Gebirge im Bassin von Tapolca (Photo: K. Gink. Magyar Foto)

6. A Balaton-környék fővárosa: Veszprém védett városmagja (MTI. Járai R. felv.)
6. Hauptstadt der Balaton-Gegend: Geschützter Stadtkern von Veszprém (Photo: MTI. R. Járai)

I. A még helyreállításra és konzerválásra váró műemlékeket, mint Rezi, Szigliget, Csobánc, Tátika, Pécsely várromjait, a Hévíz—Egregyi, Kőröshegyi, Felsőőrsi, Keszthelyi, Vörösberényi, Tapolca középkori templomokat, Káptalantóti, Kisapáti, Ecsérpuszta, Sóstóbéli, Kisőrsi, Galföldi, Révfülöpi, Alsódörgicsei, Tálodi középkori templomromokat, a keszthelyi v. Festetich, Balatonszemesi v. Hunyadi, Kőröshegyi v. Széchenyi, Nagyvázsonyi v. Zichy kastélyokat, Rezi, Várvölgy—Alsózsögöd, Sümeg, Kővágóörs, Vörösberény, Lesencefalu, Lesencetomaj, Litér, Tihany, Vilonya, Balatonberény, Balatonkeresztur, Balatonszemes barokk templomait, több városi lakóházat és kúriát, számos népi lakóházat, présházat és malmot.

II. A műemléki környezetek kijelölését, mint a már körülhatárolt és javasolt:

Nagyvázsony, baráti romok, Nagyvázsony, Szt. István-templom, Aszófői rom, Badacsonyi Szegedi Róza-ház, Nagyvázsonyi Kinizsi vár, Sümegi vár és püspöki palota, Gyulafirátóti kolostorrom, Berhidai rk. templom, Szigligeti vár, és még 30 műemlék környezetét. És végül,

III. a műemléki jelentőségű területeket, melyek közül körülhatárolt és nyilvánított területe van Szigliget községnek, és a regionális javaslat tartalmazza Tihany, Alsóörs, Kővágóörs, Balatonfüred, Akali, Balatongyörök—Becehegy, Zamárdi, Szántódpuszta, Mindszentkálla, Diszel, Barnag községek hasonló védett területeit. Itt arról van szó, hogy egy településformát mutató kis együttest, rendszerint nem az egész falut, hanem csak magját meg lehessen menteni jellegzetes tartozékaival: út, kerítés, kút, gazdasági és lakóépületeivel együtt. Szó lehet az ilyen együttesnek nemcsak valamilyen helyi néprajzi-múzeumi, hanem vendégforgalmi — szálloda — Skanzen — kihasználásáról, ill. hasznosításáról, a megfelelő néprajzi értékek fenntartása és óvása mellett.

Valamennyi emlék fenntartása és különösen a konzervált romok környezetének kellő karbantartása fokozott gondosságot igényel, és felveti a területileg illetékes tanácsok múzeumi—idegenforgalmi szervezetének megerősítését olyan műszaki csoporttal, mely e munkákat saját hatáskörben és munkaerővel elvégzi.

DIE BAUDENKMALSHERSTELLUNG DER »BALATON-REGION«

Unter den Regionen des Landes übte die Schönheit und die Eigrung der Balaton-Gegend von jeher eine Anziehungskraft auf die Ansiedler aus. Zahlreiche Burgruinen aus der Arpadenzeit, romanische Dorfkirchen aus dem XII—XIII. Jahrhundert, gotische Klöster aus dem XIV—XV. Jahrhundert sind bis heute verblieben. Dies begründet, dass die Denkmalpflege mit diesem Gebiet sich besonders sorgfältig beschäftige, und durch das Konservieren und durch die Demonstration der Baudenkmäler ein gutes Beispiel den zahlreichen Besuchern der Balatonumgebung zeige, denen, die sich hier zu erholen beabsichtigen.

Es deutet auf die 2000 jährige Vergangenheit der Siedlungen der Balaton-Region, dass wir im Laufe des Konservierens aller mittelalterlichen Baudenkmäler römische Gebäude-Überreste fanden. Während der anderthalb Jahrhunderte lang dauernden türkischen Herrschaft wurden zwar die bedeutendsten mittelalterlichen Bauten zu Ruinen, doch auch so blieb ein wertvolles Material auf unsere Tage erhalten, zu welchem Barock-Denkmäler mit ihren beträchtlichen Fresken, sowie auch die vielen charakteristischen volkstümlichen Bauten der Balatongegend: Bauernhäuser, Scheunen und Ställe, Presshäuser, Wassermühlen und Brücken, als auch die hier im Rahmen der Naturschönheit befindlichen Siedlungen (Tihany, Szigliget) sich reihen. Wenn wir hier auch nicht von einer selbstständigen architektonischen Schule reden können, bilden diese Baudenkmäler im ungarischen Material doch eine beträchtliche Gruppe, mit der man sich schon von der Mitte des vorigen Jahrhunderts an auch abgesondert befasst hat (Rómer, Békefi). Über die wichtigsten Siedlungen (Balatonfüred, Keszthely, Sümeg, Nagyvázsony, Tihany) wurden Untersuchungen der Denkmallage und des Stadtbildes vollführt (1952—1958), die die dringendsten Aufgaben bestimmt und auch vieles in Vorschlag gebracht haben. Dann wurde die totale Untersuchung der engeren Umgebung Balaton *a)* und der weitere Balaton *b)* verfertigt. Inzwischen erschienen mehr und mehr Publikationen über die Baudenkmäler der Gegend, über die einzelnen und über diejenigen des ganzen Gebietes (Radnóti—Gerő, 1951; Entz—Gerő, 1958). Ein grosser Teil der Baudenkmäler genoss auch bis jetzt den Schutz. Es gab unter ihnen auch solche — wie die Burgen von Nagyvázsony und Sümeg, die romanische Kirche von Felsőőrs — deren Schutz mit Ausgrabung und Wiederherstellung verbunden war. Der Denkmalrekonstruktions-Plan der Balaton-Region bringt weitere grosse Arbeiten in Vorschlag, wie die totale Freilegung des grossangelegten römischen Lagers neben Keszthely und die Förderung seines Fremdenverkehrs, oder das Züchten ungarischer Viehsorten (Ochsen, Racka-Schafe etc.) in der Wirtschaft bei der Fähre von Szántód, in Verbindung mit Reiten und Kutschieren. Allgemein bringt der Plan Vorschläge für die richtige Benützung der Baudenkmäler. Das ist das grösste Problem auch bei der Rettung der Einheiten und Dorfbilder der Volksbaukunst. Zu all diesen Aufgaben und zur Aufrechterhaltung der schon verrichteten Arbeiten muss der lokale technische Apparat verstärkt werden.

DR. BORSOS BÉLA

A MŰEMLÉKI SZAKIGAZGATÁS FŐBB KÉRDÉSEI

Mielőtt a magyarországi műemléki szakigazgatás jelenlegi főbb kérdéseivel foglalkoznék, szeretném annak egész szervezetét és működését fő vonásaiban és történeti előzményeiben megismertetni.

Magyarország történetének értékes építészeti maradványai a múltunkat oly gyakran megszakító kataklizmális pusztulások — tatár betörés, török hódoltság, keresztény felszabadító harcok, vallási és belpolitikai küzdelmek, szabadságharcok — következtében jóval gyérebbek, mint történetünk alkotó korszakai ismeretében elvárhatnók és mint más szerencsésebb sorsú államokban hasonló emlékek fennmaradtak. Talán ez is okozza múltunk féltő megbecsülése és szeretete mellett, hogy hazánkban, európai viszonylatokba állítva a kérdést, a tudatos műemlékvédő tevékenység nyomaival viszonylag elég korán találkozunk. A konkrét műemlékvédelmi törvényeket és intézményeket, egy a XIX. századi nagy nemzeti ébredéssel romantikus és historikus beállítású szemlélettel összefüggő s a társadalom minden rétegére kiterjedő szellemi megmozdulás, egy ellentmondást nem tűrő igény jelentkezése készítette elő még a múlt század első felében. Ennek a szellemi megmozdulásnak elsőként a Magyar Tudományos Akadémia adott hangot. Az 1848—49-es szabadságharc, majd ennek vérbefojtása és a kíméletlen megtorlás évei a biztató kezdeményezéseket természetesen megszakították. 1850-ben Bécsben állítottak fel az építészeti műemlékek felkutatására és karbantartására egy központi bizottmányt. („Zentralcomission".) Ennek hatáskörét természetesen az egész „birodalomra", így a nemzeti önállóságot vesztett Magyarországra is kiterjesztették. 1861-ben azonban a megújuló nemzeti törekvésekkel egyidejűleg már ismét felmerült az önálló magyar műemlékvédelem gondolata, s a bécsi bizottmány ellenállása ellenére 1866-ban a magyarországi műemlékek ügyeinek intézését végleg függetlenítették a Zentralcomission-tól. A kérdés intézését ismét a Magyar Tudományos Akadémia archeológiai osztálya vette a kezébe. A műemléki törvény előkészítéséhez természetesen elsősorban a műemlékek számbavételére, lajstromozására volt szükség. Ebbe a munkába az Akadémia mellett szükségszerűen mind jobban és jobban belekapcsolódtak a kor építészei és egyesülésük a „Magyar Mérnök és Építészegylet". Végül az előkészítő munka eredményeként 1881-ben megalkották a műemlékek fenntartásáról szóló XXXIX. törvénycikket, amely hibáiban és erényeiben hű tükre volt a kor műemlékvédelmi felfogásának. A törvény alapján életrehívták a Műemlékek Országos Bizottságát, a magyarországi műemlékvédelemnek a művelődési miniszteri tárca felügyelete alatt működő első hivatalos szervét.

Lényeges változás a szervezeten, melynek alapjait 1881-ben lerakták, egészen a második világháború végéig nem volt. E hosszú idő alatt azonban

a műemlékvédelem elveiben és gyakorlatában Európa-szerte alapvető változások következtek be. Ezek szerint törvényüket teljesen elavulttá tették. Új törvény alkotása vált tehát elodázhatatlan szükségszerűséggé. A második világháborúban Magyarország földje súlyos küzdelmek színtere lett. Eredetileg is komolyan megtépázott, megritkított műemléki állományunk jelentékeny része pedig e harcok következtében hamuvá lett. A súlyos veszteség a közvéleményt felrázta és érzelmileg is előkészítette egy olyan törvény igénylésére, amely a modern elvi alapokon állva a megmaradt műemléki állomány számára fokozott, hatályosabb és korszerűbb védelmet volt hivatott biztosítani, mint elavult elődje. Végül 1945 után alapvető változás következett be az egész magyar államéletben és társadalomban, a dolgok egész rendjében és jogrendszerünkben, amely változások szintén szükségszerűen megkövetelték az új magyar műemléki törvény megalkotását.

Az igényeket a Magyar Népköztársaság Elnöki Tanácsának 1949. évi 13. sz. törvényerejű rendelete elégítette ki, amely mint az új magyar műemlékvédelmi törvény jogalapja lett egész jelenlegi műemlékvédelmi berendezkedésünk kiépítésének s így műemlékvédelmi szakigazgatási szervezetünk létrehozásának is.

Az új szervezet kiépítése nem történt meg a törvény kiadásával egyidejűleg. Jelen formáját csak több átmeneti állapot, évekig tartó bizonytalan útkeresések után érte el. A Műemlékek Országos Bizottságából alakult Műemlékek és Múzeumok Országos Központja az Építészeti Tanácsnak, majd a Várgondnokságnak adta át a helyét, amely utóbbinak már elnevezésében is kifejezésre jutott, hogy nem képviselte megfelelően és egyenletesen az egyetemes műemléki szempontokat.

Végül 1958-ban megalakult a jelenlegi Országos Műemléki Felügyelőség, amely minden viszonylatban megvalósítja az 1949. évi alapvető törvényben biztosított lehetőségeket.

A kezdeti időszakban az új intézmény funkciói az igazgatási, tervezési és kivitelezési tevékenység nem határolódtak el egymástól teljesen világosan és határozottan. Az igazgatási munkát a területileg illetékes tervezők végezték, azaz végezték volna, ha erre tervezési munkálatokkal való erős lekötöttségük időt és lehetőséget adott volna. Csak 1960 januárjában állították fel az önálló Igazgatási Osztályt, amely révén az Országos Műemléki Felügyelőség a részére műemléki törvényünkben biztosított hatósági jogokat gyakorolja.

Mielőtt az Igazgatási Osztály szervezetével és működésével közelebbről megismertetném Önöket, foglalkoznom hell e működés alapját képező országos műemléki kataszterrel és a műemléki rangsorolás problémáival.

1945 előtt a magyar műemlékvédelem csupán egy műemléki értékkategóriát ismert kiemelkedő építészeti emlékeink számára. E kategóriával szemben rendkívül magas követelményeket támasztott. Eleinte — a XIX. század ma már tőlünk teljesen távol eső felfogásának megfelelően — műemlékeink sorát az 1711-es évvel lezárva a védelemből teljesen kirekesztette értékes barokk és klasszicista emlékeink egészét. E szemlélet később ugyan enyhült valamit, de barokk vagy klasszicista emlék csak akkor került a műemlékek közé, ha azt konkrét lebontási veszély elhárítása céljából nyilvánították védetté. 1945 előtt összesen mindössze kb. félszáz emlékünk állott védettség alatt, s amint a fent elmondottakból logikusan következik, ez a szám is nagyrészt ad hoc intézkedések folyományaként alakulván, értékelés szempontjából nem volt egységes.

A törvény jogerőre emelkedése után kellett tehát tulajdonképpen fölkutatnunk azokat az építészeti objektumokat, amelyekre annak joghatálya vonatkoztatható. Ezt a szisztematikus és az ország egész-területére kiterjedő munkát 1949-től kezdve, kb. egy évtized alatt, egy elsősorban építészmérnökökből, kisebb számban műtörténészekből álló lelkes gárda végezte el. Az értékelés alapját — amennyire ez egyáltalában lehetséges — igyekeztünk egységesen meghatározni. Úgy gondoltuk, hogy helyesebb a hálót eleinte kissé talán túl széles ívben kivetni, mint túl szűkre szabni a kereteket. Így az utólagos korrekció lehetősége mindig fennáll és viszonylag könnyen végrehajtható. A műemléki érték analízisénél három értéktényezőt, az anyagi, történeti-kegyeleti és esztétikai érték tényezőt vizsgáltuk. Az új szemléletnek megfelelően az egyes emlékeket nem önmagukba, hanem környezetük és a városkép összefüggéseiben vizsgáltuk és értékeltük. A régi „műemlék" értékkategórián kívül még két alacsonyabb értékkategóriát is felállítottunk: a „műemlékjellegű" és a „város- illetve faluképi jelentőségű épületek" kategóriáit. Ez a három értékkategória a főváros műemléki vizsgálatánál mint az I., II. és III. osztályú műemlékek, lényegileg az előbbivel egyenértékű csoportja jelentkezett.

A vizsgálatok befejezése után 1960-ban jelent meg az ún. „Műemlékjegyzék" az Országos Műemléki Felügyelőség kiadásában az építésügyi és művelődésügyi miniszterek jóváhagyásával, amely jelenleg is a műemléki szakigazgatási munka alapját képezi. A jegyzék kb. 2000 műemléket — tehát a törvény teljes értékű védelme alatt álló építészeti objektumot —, kb. 9000 műemlékjellegű épületet és kb. 1000 város-, illetve faluképi értékű épületet, összesen tehát kb. 12 000 építészeti objektumot tart nyilván. A kinyomtatással egyidőben kezdődött meg a jegyzék folyamatos revíziója, amelynek eredményeként, úgy látszik, a nyilvántartott emlékek számának kb. 30%-os csökkenésével kell számolnunk.

Az 1949. évi új műemléki törvény, továbbá egy 1956. évben kelt Kormányhatározat alapján 1957-ben kiadott ÉM. utasítás értelmében *a műemlékek védelmének elvi irányítása és szakfelügyelete Magyarországon az építésügyi miniszter feladatkörébe tartozik.* A művelődésügyi miniszter csupán a műemlékekkel kapcsolatos kultúrpolitikai feladatokat látja el. Ezek közé tartozik elsősorban a műemléki propaganda, továbbá a műemlékekkel kapcsolatos régészeti feladatok megoldása, a műemlékekben rejlő esztétikai és történeti értékek feltárása és hasznosítása.

Engedjék meg, hogy felhívjam a figyelmüket e tény rendkívüli jelentőségére. *Ez ugyanis döntő módon meghatározza nálunk a műemlékvédelem szervezetének felépítését és működését, ezen belül pedig elsősorban a műemléki szakigazgatását, annak jelen és jövő problematikáját.* Magyarországon az 1949. évi törvény megjelenése előtt a műemléki ügy állandóan a művelődésügyi miniszter hatáskörébe tartozott. Tudomásunk szerint azonban nemcsak nálunk volt így, hanem jelenleg is így van Európa-szerte mindenütt. Ezek szerint tehát az, hogy a magyar műemlékügy és műemléki szakigazgatás 1949 óta lényegileg a művelődésügyi miniszter helyett az építésügyi miniszter alá tartozik *egyedül álló specialitás, amely részletes elemzést érdemel,* amelyet én elsősorban a szakigazgatás vonatkozásában szeretnék elvégezni.

Az első következmény az, hogy az általános építési engedélyezést végző közigazgatási apparátus és a műemléki jóváhagyásokat kiadó Országos Műemléki Felügyelőség ugyanazon miniszter, sőt miniszterhelyettes felügyelete

alá tartoznak. *Biztosítva van tehát az elvi álláspontok azonossága, a gyors és biztos együttműködés, vitás esetekben pedig azok egyértelmű és hatásos eldöntésének minden feltétele.* Biztosított az, hogy a műemléki hatóság döntéseinek és előírásainak az általános építési engedélyezés során gyorsan és hatályosan érvényt tud szerezni.

Sokkal nagyobb előnnyel jár még ennél az, hogy az ún. *megelőző műemlékvédelem*, amely nálunk a korszerű műemlékvédelem alapfeltétele és leglényegesebb fejlődési iránya, ma, e konstrukció mellett *mind nagyobb és nagyobb erővel képes kibontakozni.* A korszerű műemlékvédelem napjainkban az egyes épületeket már mind kevésbé és mind ritkább esetben tekinti és értékeli elszigetelten a maguk egyedi voltában, hanem mint nagyobb műemléki vagy városképi együttesek részét, amely együttesekben fontos szerepük van, egyedi értékük pedig e szerep következtében sokszorosára fokozódhat. A műemlékek védelme sem korlátozódhat tehát az egyedi műemlékvédelemre, hanem figyelemmel kell lennünk az összefüggésekre, a lehető legtágabb értelemben vett környezetükre. Évtizedek tapasztalatai bizonyították be, hogy a műemléki épületek védelme nem oldható meg a törvényen alapuló merev hatósági intézkedésekkel, hogy a műemléki épület csak akkor tartható fenn, ha életlehetőségeiről, környezetével való szerves kapcsolatáról jó előre gondoskodunk. Az állandóan változó, fejlődő haladó városélet és a műemléki épület összeütközéséből előbb-utóbb a műemlék kerül ki vesztesként. Úgy kell tehát irányítanunk a városfejlődést, hogy a végzetes ellentétek kifejlődését már jó előre kiküszöböljük. A múltban műemlékvédelmi szervezetünk a legtöbbször egy átalakításról, megújításról vagy lerombolási szándékról csak akkor értesült, amikor a hatósági előkészítés már megtörtént, az elhatározás végleges volt, amikor minden módosítás újabb költségekkel és késedelemmel járt volna. Az elkészített és jóváhagyott városrendezési terv, már évtizedekkel a végrehajtás előtt magában hordozta jelentős műemlékeink halálos ítéletét. A rendezési terv megvalósítása pedig szükségszerűen fordította a műemlékeket vagy műemléki együtteseket az élettel szembe, tette őket anakronisztikussá, városképileg, esztétikailag zavaróvá. Ezekben az esetekben a harc megmentésükért a legtöbbször már megindulásakor sikertelenségre volt kárhoztatva.

Világos tehát, hogy az ún. megelőző műemlékvédelem a település és városfejlesztési tervezéssel kezdődik, sikeressége attól elválaszthatatlan. A városrendezési tervezőknek és a műemléki szakembereknek állandó szoros és jó kapcsolatban kell lenniök. A műemléki érdekek érvényesítésének a városfejlesztésben rendszeresen intézményesen biztosítva kell lennie. A műemlékek vagy műemléki együttesek szerepét féltő gonddal, szeretettel messzemenő előrelátással kell biztosítani a legtávolabbi jövőben megvalósítandó távlati városrendezési elképzelésekben is. A műemlékekre kedvezőtlenül végződő konfliktusokat pedig már lehetőségeikben kell kiküszöbölni.

Véleményünk szerint ezt az együttműködést, és ezzel a sikeres megelőző műemlékvédelmet, a jelenlegi magyar berendezkedés, amely a legmagasabb műemlékvédelmi felügyeletet és a településfejlesztést és városrendezést az építési minisztérium egy főosztályában egyesíti, a legnagyobb mértékben biztosítja. Természetesen csak abban az esetben áll ez fenn, ha a minisztérium műemlékvédelemmel foglalkozó szerveinek megfelelő súlya és tekintélye van, magán a minisztériumon és az illetékes főosztályon belül arra, hogy a műemléki érdekeket megfelelő súllyal képviseljék és érvényesítsék. Ellenkező esetben elképzelhető volna egy olyan kedvezőtlen helyzet kialakítása, amikor a város-

fejlesztés és műemlékvédelem szerves kapcsolásából az alábbi következetes háttérbe szorítása keletkezne, s a ma komoly előnyt jelentő egyesítés a műemlékvédelemre hátrányossá válna.

A műemlékvédelemnek az építési minisztérium alá való rendelésének előnyeit vizsgálva, fel kell még hívnunk a figyelmet arra, hogy maga a műemléki helyreállítás nagymértékben műszaki *operatív munka*. A műemlékhelyreállítás a legtöbbször a dolog természetéből folyóan gazdaságtalan áldozatokkal jár, pénzt visz, az építési vonal pedig gazdaságos, termelő, pénzt hoz. A két szempont összehangolására, megfelelő mérlegelésére az építési minisztérium hivatott és a jelenlegi magyar berendezkedés mellett képes is.

A megelőző műemlékvédelem mellett, döntő fontosságú számunkra a műemlékvédelem társadalmi alapjainak állandó és következetes szélesítése, erősítése. *Teljes mértékben tisztában vagyunk azzal, hogy államunkban a közvélemény ellen semmit sem lehet és szabad tenni: még műemlékvédelmet sem.* Műemlékeink sorsa felett a hivatásos állami szervek mellett a társadalom egészének, a közvéleménynek kell őrködnie. A műemlékellenes romboló szándéknak, már a gondolat első felmerülésekor a társadalom falankszával kell szembetalálnia magát. Az érdekelteket már a kezdet-kezdetén kell a közvélemény visszhangjának figyelmeztetnie arra, hogy idejében lépjenek érintkezésbe a műemlékvédelem hivatalos állami szervezetével, amely a helyes tennivalókat idejében megállapítsa. A közvélemény formálásának irányítása e téren igen helyesen a művelődési miniszter hatáskörébe tartozik. A közvélemény irányításának hatásos társadalmi szervei a vidéki városokban a megyei, illetve városi tanácsok, vagy a Hazafias Népfront kereteiben működő ún. Műemléki Állandó Bizottságok és Albizottságok. Szervezésüket, aktivizálásukat az Országos Műemléki Felügyelőség állandóan napirenden tartja és egyik fő feladatának tekinti.

A műemléki szakigazgatásnak az államigazgatásban elfoglalt helyével és a főfelügyeletével kapcsolatos problémáknak áttekintése után talán nem lesz érdektelen az Országos Műemléki Felügyelőség Igazgatási Osztályával, ennek szervezetével és működésével, valamint ennek fő kérdéseivel megismerkedni.

Már az Igazgatási Osztály megalakulásakor felmerült a kérdés, hogy a feladatköröket az egyes előadók között milyen módon osszák fel. Erre három lehetőség kínálkozott. Az egyes műemléki objektumokat fel lehetett közöttük osztani először területek szerint, alapul véve az állami közigazgatási egységeket, másodszor építési kor és stílus szerint csoportosítani és végül rendeltetés szerinti használatukat venni felosztási alapul. Annak idején a területek szerinti felosztást fogadták el, s jelenleg is ez van érvényben. Előnye, hogy az előadó jól megismerkedhet a terület államigazgatási szerveivel, pártszervezeteivel, szoros kapcsolatot építhet ki az ezeket képviselő személyekkel, megismerkedve a speciális helyi problémákkal, ez ismereteinek birtokában igen hatásos és aktív tevékenységet fejthet ki. Az igen komoly nehézséget jelentő helyszíni munkát az egyes kiszállások ügyes megszervezésével és egymáshoz való ésszerű kapcsolásával leegyszerűsítheti, ennek következtében a vidéki utazások jelentősen kevesebb időt és költséget igényelnek, mint a másik két megoldásnál. Hátránya, hogy gyakorlatában az összes építéstörténeti korszakok és stíluskorszakok előfordulnak és ez szakmai képzettségével szemben szinte megoldhatatlanul nehéz és magas követelményeket támaszt. A második megoldásnál a korszakok és stílusok szerinti felosztásnál az előbbi előnyök

hátrányként jelentkeznek. Az előadó szinte képtelen az összes hivatalos partnerével szoros kapcsolat kiépítésére, alig bírhatja a sok ellentétes irányú kiszállást, utazgatást. Komoly előnye viszont e megoldásnak, hogy minden egyes korszakkal és stílusperiódussal specialista szakember foglalkozhat, aki előtt biztosítva állanak a témakörbe való szinte korlátlan elmélyülés lehetőségei.

A harmadik megoldás, nevezetesen az egyes védendő objektumok felhasználás szerinti csoportosítása és elosztása az egyes előadók között, véleményünk szerint a legkevésbé előnyös. Itt az első megoldás hátrányaival szembe nem állíthatók a második megoldás előnyei sem. Ugyanis az épületek rendeltetés szerinti specializálódásának értelme vitatható, mindenesetre sokkal kevesebb értékkel bír, mint a korok szerinti specializálódás. Itt utalok arra, hogy kivételt képeznek a népi műemlékek. Ez a csoport annyira különleges, hogy teljesen elkülönítetten kezelendő. Jelenlegi rendszerünk is teljesen elkülönítve kezeli őket. Mindezeket figyelembe véve, helyesnek tartjuk a jelenlegi közigazgatási terület szerinti felosztást. Az a véleményünk azonban, hogy ennek a második megoldással való bizonyos mérvű kombinációja előnyös volna. E megoldásnál a területi előadók igyekeznének a területükkel való foglalkozás mellett még magukat egy-egy építési korban és stílusban is komoly részletszakértővé nevelni, s ez a szakmai többlettudásuk egyes nehéz egyedi kérdés megoldásánál kitűnően gyümölcsöztethető volna. Természetesen ez nehéz probléma és elsősorban létszámkérdés is.

Itt elérkeztünk a műemléki szakigazgatás, de egyben az egész magyar műemlékügy egy igen nehéz és sarkalatos kérdéséhez — ez a megfelelő szakemberek, specialisták korlátozott számának, s az utánpótlás nagyon komoly hiányosságának problémája.

Mint említettem, jelenleg több mint 12 000 műemléki objektummal kapcsolatos szakigazgatási feladatokat kell az Igazgatási Osztály 13 előadójának megoldania. E 13 munkatársnak mindegyike a magyar műemlékvédelem fontos posztján áll, tevékenysége nagy jelentőségű műemléki állományunk jövője szempontjából. Több mint 12 000 műemléki értékű épület szétszórva az ország különböző egymástól távol eső pontján. Tevékenységük függvényeként marad fenn gyakran rejtett értékeinek felszínre hozásával megnövekedett értékkel, vagy jut végpusztulásra, esik a bontócsákány áldozatául, helyrehozhatatlanul, jóvátehetetlenül. Nagyrészt rajtuk múlik, hogy nagy értékű városképi és történeti értékű együttesek korunk városépítő tevékenységének eredményeként fokozott módon bonthatják-e ki szépségüket vagy egy elhibázott igazgatási lépés következményeként hosszú időre elcsúfítja őket egy oda nem illő — másutt természetesen igen hasznos és szükséges épületmonstrum. Ahhoz, hogy az előadók feladatuknak meg tudjanak felelni, száz százalékosan ismerniök kell területük műemléki anyagát, annak sorsát figyelemmel kell kísérniök. Ez annyit jelent, hogy egy előadónak legkevesebb 6—800 műemléket kell alaposan ismernie. Ez évekre ad tanulnivalót. De ez a tárgyi tudásanyag még mind semmi! Ezt használni is kell tudni. Lépést kell tartani a modern műemlékvédelem elméletével és gyakorlatával. Tudni kell a modern műemlékvédelem elveit, konkrét esetekben helyesen alkalmazni. Értékelni kell, dönteni olyan esetekben, amikor a mérleg nyelve hajszálakra ingadozik csak két ellentétes nézet között. A helyes értékeléshez minél szélesebb látókör, a hazai anyag mellett a külföldi anyag ismerete is szükséges. Az egyes emlékekre vonatkozó monografikus tudást el kell helyezni a hazai és egyetemes építészettörténetben. Ez viszont csak része a művészettörté-

netnek. A művészettörténetet pedig tudhatja-e valaki igazán, akinek számára idegen a művelődéstörténet és az egyetemes történelem világa. Ez azonban még mindig csak a kérdés egyik oldala, mert a műemléki szakigazgatási előadónak szerkezeti, statikai kérdésekben is otthonosan kell mozognia, s ugyanakkor jogi kérdésekben sem lehet tájékozatlan. Ez utóbbi feladatkörökben külön statikus szakértő és jogtanácsos van segítségükre, ezek azonban nem pótolhatják bizonyos alapvető ismeretek hiányát.

Az Igazgatási Osztály rendelkezik jelenleg a feladatainak megoldásához szükséges létszámmal. A területi előadók között azonban képzettségben, tudásban, tapasztalatokban, életkorban igen nagy különbségek vannak. Kettő kivételével mindannyian építészmérnöki oklevéllel rendelkeznek. E két fiatal diplomáját jelenleg szerzi meg. Ketten az építészmérnöki diploma mellett művészettörténeti, illetve történészi végzettséggel is bírnak. Az önképzésnek és tanulásnak azonban mindenki előtt mérhetetlen nagy és ösztönző feladatai állanak. A legnagyobb problémák egyike az utánpótlás kérdése. Kevés műemléki szakemberünk lassan kiöregszik és sajnos a fiatalok közül — objektíven meg kell állapítanunk — igen kevesen szánják rá magukat a nehéz, de szép hivatás gyakorlatára. Ha kormányzatunk a műemlékhelyreállításokra szánt hitelösszegeket kétszeresére növelné, műemléki apparátusunk — beleszámítva a szakigazgatási apparátust is, aligha tudna e feladatokkal megbirkózni. Növeli a bajt, hogy műemléki szakembereket nem lehet egyik évről a másikra kiképezni. Ez évek hosszú sora fáradságos munkájának eredménye.

*

Összegezve műemléki szakigazgatásunk problémáit, a következő végeredményeket szűrhetjük le:

Helyes az a Magyarországon egyedülálló gyakorlat, hogy a műemlékvédelem irányítása az építésügyi miniszter felügyelete és irányítása alá van helyezve. Ennek eredményeként: 1. Zökkenésmentes együttműködés alakítható ki az építési hatóságok és a műemléki szakigazgatás szerve között. 2. Összhang alakítható ki a városfejlesztési és műemlékvédelmi tevékenység között és így eredményesen lehet megelőző műemlékvédelmet folytatni. 3. A műemlékhelyreállítás mint operatív munka igen kedvező hatásfokkal végezhető. 4. A hitelfelhasználásoknál a műemléki szempontok jól érvényesíthetők. A Művelődési Minisztérium irányító tevékenysége általában a felhasználásokkal kapcsolatban és a műemléki propaganda terén érvényesül. Mindkét területnek igen nagy jelentősége van. Az utóbbinak a műemlékbarát közvélemény kialakításában, amely nélkül a jövő eredményes műemlékvédelme elképzelhetetlen. A műemléki szakigazgatás szervének jelenlegi felépítése helyes. Itt a legnagyobb problémát a szakelőadók képzése és a megfelelő utánpótlás jelenti, amelyet minden eszközzel meg kell oldani.

DIE HAUPTFRAGEN DER BAUDENKMALS-VERWALTUNG

Wir finden in Ungarn die Spuren des bewussten Denkmalschutzes verhältnismässig früh auf. Das erste Gesetz für Denkmalpflege ist nach langer Vorbereitung im Jahre 1881. erlassen worden. Die grundsätzlich veränderte juristische und gesellschaftliche Lage nach dem zweiten Weltkrieg spiegelt sich in der Gesetzesverordnung vom Jahre 1949. Auf Grund der neueren, ergänzenden Gesetze betätigt sich das Landesamt für Denkmalpflege.

Die prinzipielle Leitung und fachgemässe Aufsicht gehört in Ungarn zum Aufgabengebiet des Ministers für Bauwesen. Diese Tatsache, die — England ausgenommen — eine alleinstehende Spezialität bedeutet, determiniert in entscheidender Weise den Aufbau der Denkmalschutz-Organisation und ihre Tätigkeit, innerhalb deren aber auch die Fachverwaltung, ihre gegenwärtige und zukünftige Problematik.

Die Identität der prinzipiellen Standpunkte, die rasche und sichere Kooperation — in streitigen Fällen die Bedingungen einer eindeutigen und wirkungsvollen Entscheidung — sind zwischen dem Verwaltungsapparat, der die allgemeinen Baubewilligungen und der Fachbehörde, die Baudenkmals-Gutheissungen erlässt, gesichert.

Da die Leitung der Städteplanung und die Denkmalpflege in einer Hand zusammenlaufen, kann die wirkungsvollste und zeitgemässeste Art des Denkmalschutzes, die sog. »präventive Denkmalpflege« realisiert werden.

Die Wiederherstellung von Baudenkmälern ist übrigens, nach der Natur der Dinge, eine operative Arbeit. Die Baudenkmalsherstellung ist allgemein nicht ökonomisch, sie trägt Geld davon, die Linie der Bauten ist ökonomisch, sie bringt Geld. Das Ministerium für Bauwesen ist dazu berufen, die beiden Standpunkte in Einklang zu bringen, entsprechend zu erwägen und bei der gegenwärtigen ungarischen Einrichtung ist es dazu auch fähig.

Es ist selbstverständlich, dass die obengenannten Vorteile sich nur dann entfalten können, wenn die ministerialen Organe der Denkmalpflege innerhalb des Ministeriums ein entsprechendes Gewicht und ein Ansehen haben. Im gegengesezten Fall kann man sich eine solche ungünstige Situation vorstellen, wobei aus der organischen Verbindung der Städteförderung und der Denkmalpflege die konsequente Zurückdrängung der letzteren folgen würde.

*FELIKS KANZLERS (Warszawa)**

GRUNDSÄTZE UND ORGANISATION FÜR DIE AUSFÜHRUNG KONSERVATORISCHE ARBEITEN IN POLEN — NACH DEM BEISPIEL DER KONSERVIERUNG VON MITTELALTERLICHEN BURGEN

A) *Grundsätze*

Baudenkmäler in der Art der mittelalterlichen Burgen und vor allem ihre Ruinen bilden — ihrer Gestaltung nach — die wertvollste Gruppe der Kulturdokumente und der geschichtlichen Architektur. Die Konservierungsarbeiten an solchen Baudenkmälern erfordern daher:

1. Eine besondere eingehende und allseitige Vorbereitung der wissenschaftlichen und technischen Dokumentation;

2. Eine hervorragende, spezialistische Ausführung der Arbeiten mit Anwendung ausserstandardisierter Ausführungstechnik der Arbeiten und der Bearbeitung der Baumaterialien;

3. Die Anwendung von speziellen Arbeitsnormen und einer entsprechenden Arbeitsentlohnung, die, zusammengenommen, die Qualität der Arbeit verbürgen, die man sonst in der industrialisierten Bauweise nicht mehr vortrifft;

4. Die Einführung von wissenschaftlich begründeten Proben zwecks Verwendung von Ersatzmaterialien, die seitens der konservatorischen Grundsätze keine Bedenken erwecken.

Die Ausführung der Arbeiten, sowie die Tätigkeit in dieser Hinsicht kann nicht durch ein standardisiertes Bauunternehmen vorgenommen werden, dessen ökonomische Struktur, die auf Accordarbeit beruht, das Unternehmen zu immer schnelleren und grösseren Leistungen und zur wachsenden Mechanisierung zwingt.

Hieraus ergibt sich folgerichtig, dass die spezialistischen Konservierungsarbeiten ein Unternehmen ausführen sollte, welches organisatorisch mit dem Konservatordienst verbunden wäre — und welches weiterhin Bindungen mit der zuständigen staatlichen Behörde hätte, die in Fragen der Konservierungspolitik massgeblich ist und über die nötigen Geldmittel (Kredite) verfügt. Auf Grund obiger, nur allgemein geschilderter Grundzüge entstand in der Polnischen Volksrepublik ein Projektions und Bauunternehmen unter der Benennung: »Pracownie Konserwacji Zabytków«, d. h. »Arbeitsstätten für die Konservierung von Kunstdenkmälern«.

* A szerző „Polnische Burgen des Mittelalters und Massnahmen ihres Schutze und ihrer Konservierung" című ugyancsak benyújtott tanulmányát a „Műemlékvédelem" c. folyóirat 1961. évf. 1. számában közölte.

B) *Organisation der Arbeitsausführung*

1. Die Arbeitsstätten (P. K. Z.) sind dem Ministerium für Kultur und Kunst unterstellt. Die Sach- und Finanzpläne bedürfen der Zubilligung des Ministeriums. Die ökonomisch-finanzielle Aufsicht übt das Ökonomische Departement aus, dagegen unterliegt die meritorisch-konservatorische Seite der Aufsicht des Vorstandes der Museen und des Denkmalschutzes.

Der Vorstand der Arbeitsstätten (P. K. Z.) befindet sich in Warszawa. Das Unternehmen übt seine Tätigkeit in drei Abteilungen aus, und zwar:

a) das Projektionsbüro, verbunden mit der wissenschaftlichen Dokumentation;

b) die Werkstätten für die Konservierung an Mobilar;

c) die Bauabteilung.

2. Die Arbeitsstätten (P. K. Z.) haben ihre Zweigniederlassungen in Warszawa, Kraków, Gdańsk, Wrocław und Szczecin. In jeder der Niederlassungen (Filialen) befinden sich Projektionsbüros und Bauabteilungen. In Warszawa, Gdańsk und Kraków befinden sich ausser diesen noch die Konservierungswerkstätten für Mobilar.

Den Bauabteilungen unterstehen Arbeitsabschnitte, in denen mehrere Bauvorhaben durchgeführt werden. Die territorialen Niederlassungen des P. K. Z. umfassen mehrere Woiewodschaften und haben dieselbe organisatorische Struktur, wie alle anderen Unternehmen, d. h., dass sie hinsichtlich des ökonomischen Bereichs an volle, innere, wirtschaftliche Rechnungsführung gebunden sind. Die Abteilungen nehmen also Aufträge für Konservierungsarbeiten an und schliessen mit den Auftraggebern entsprechende Arbeitskontrakte.

Nur die ökonomische Planung wird zentral durch den Vorstand in Warszawa bearbeitet.

Die Versorgung des Unternehmens mit Baumaterialien wird zweierlei gehandhabt:

— zentral — für Reglementsmaterialien, wie Stahl, Holz usw.,

— selbständig — für reglementspflichtige Materialien.

In jeder P. K. Z. Abteilung sind spezialistische Werkstätten tätig: Tischlereien, Schlossereien und mehrere Steinmetzereien.

In Warszawa befindet sich die zentrale Werkstatt für Metalloplastik. Jede Abteilung des P. K. Z. verfügt über eine eigene Transportbasis, über Baugerät und Baumaterialvorrat.

Für jedes Bauvorhaben ist ein Leiter eigenstellt und ausserdem überwacht die Arbeiten ein Inspekteur aus der Abteilung. Die allgemeine, technische Kontrolle wird ausgeübt seitens der Zentrale des P. K. Z. durch spezielle Inspekteure.

Die Bauarbeiten werden dann begonnen, wenn seitens des Auftraggebers die technische Dokumentation, d. h. die Projekte und die Kostenanschläge (nach ihrer Annahme durch die Baubehörden und den zuständigen Konservator) eingeliefert wurden.

Die Konservierungswerkstätten P. K. Z. bestehen seit 13 Jahren (ab dem 1. I. 1951) und führten in der Zeit konservatorische Bauarbeiten an mehr als 1800 verschiedenen Objekten aus. Die Zahl der Beschäftigten betrug — beispielsweise im Jahre 1962:

2.243 physische Arbeitskräfte und

368 geistige (Techniker und Verwaltungsbeamte).

C) *Die Leitung der Renovierung der Wawelburg*

Nach 1945 begann der Aufbau des wertvollsten Denkmals der Burgenarchitektur in Polen, der Königsburg auf dem Wawel nebst allen Nebengeländen auf dem Hügel des Wawel. In Berücksichtigung des besonderen Charakters dieser Aufgabe, sowie des Umfanges der Arbeiten und des vieljährigen Aufbauprogramms wurde ein besonderes Unternehmen gegründet unter der Firma: Budownictwo Odnowienia Zamku na Wawelu«, d. h. »Erneuerungsbau der Wawelburg«.

Das Unternehmen untersteht dem Ministerium für Kultur und Kunst und wird aus Mitteln des zentralen staatlichen Haushalts finanziert.

Das Unternehmen verfügt über:

1. eine Arbeitsabteilung für Projektierung und Kostenanschlag,
2. eine Bauausführungsabteilung,
3. spezialistische Werkstätten wie: Kunstschmiede, Steinmetzerei u. a.

Angesichts der hinsichtlich der Konservierungsbedürfnisse wachsenden Nachfrage wurde diesem Unternehmen neben der Wawelburg eine Anzahl weiterer Aufbau- und Konservierungsaufträge zugeteilt und namentlich betr. die Burgen in:

Pieskowa Skała (voller Aufbau),
Czorsztyn (Konservierung der Ruinen),
Niedzica (Konservierung mit teilweisem Aufbau),
Wiśnicz (Konservierung),
Baranów (Konservierung und Aufbau),
Krasiczyn (Konservierung).

Alle genannten Burgen gehören zu den hochwertigsten Denkmälern der polnischen Burgenarchitektur und die Konservierungsarbeiten sind für viele Jahre geplant und zwar mit Rücksicht auf die sehr komplizierten und verantwortungsvollen Aufbau- und Konservierungsarbeiten.

A LENGYEL MŰEMLÉKVÉDELMI MUNKA ALAPELVEI ÉS KIVITELEZÉSÜK MEGSZERVEZÉSE A KÖZÉPKORI VÁRMEGÓVÁSOK PÉLDÁI ALAPJÁN

Alapelvek

A középkori műemlékek mint a középkori várak és azok romjai, a legértékesebb csoportjai és kulturális dokumentumai történeti építészetünknek, ezért e műemlékek konzerválása a következő követelményekkel jár:

1. Különlegesen alapos és sokoldalú tudományos és technikai dokumentáció elkészítése. 2. A munkák kiváló és speciális kivitelezése, mely az átlag minőségi munkák kivitelezési technikája felett áll, az építőanyag minőségi megdolgozása tekintetében is. 3. Speciális munkanormák és ennek megfelelő munkabérek, melyek együttesen biztosítják a munka minőségét, melyek ma már a gépesített építőiparban nem találhatók. 4. Tudományosan megindokolt kísérletek pótanyagok alkalmazására, melyek a konzervátori alapelvekkel nem állnak ellentétben.

A kivitelezési munkát nem végeztethetjük el a szokványos építőipari vállalatokkal, sem azok követelményei alapján, mivel gazdasági struktúrájuk az akkord munkán alapszik, mely mindig nagyobb és gyorsabban megoldható teljesítményekre törekszik és ezért mindjobban a teljes gépesítés felé halad. Mindebből az következik, hogy a konzerválás speciális munkáját olyan vállalatnak kell végezni, mely szervezetileg a konzervátori szolgálattal összekötött és melynek megfelelő állami hatóságokkal kapcsolatai vannak, melyek a helyreállítás irányelveit megadják és a szükséges hitel felett rendelkeznek. Az itt csak általánosságban vázolt alapon keletkezett a Lengyel Népköztársaságban a „Pracownie Konserwacji Zabytkow", vagyis: műemlék konzerválási műhelyek.

A kivitelezés szervezete

A fentemlített konzerváló műhelyek (PKZ) a művelődésügyi minisztérium fennhatósága alá tartoznak. A szakmai és anyagi tervek jóváhagyása e minisztériumtól függ. Az ökonomikus anyagi felügyeletet a pénzügyi osztály gyakorolja, míg konzerválási szempontból a múzeumok és műemlékvédelem felügyelete alá tartozik.

A konzerváló műhelyek (PKZ) vezetősége Varsóban székel. A vállalat 3 osztálya: *a)* tervező osztály a tudományos dokumentációkkal összekötve, *b)* műhelyek az épületszerkezetek konzerválására, *c)* építési osztály.

A műhelyeknek vannak fiókműhelyei: Varsóban, Krakkóban, Gdanskban, Wroclawban, Szczecin-ben. Minden fiókrészlegnek van tervező és építési osztálya. Varsóban, Gdanskban és Krakkóban még ezen kívül épületszerkezeti konzerválóműhellyel is rendelkeznek. Az építési osztályok alá olyan munkakeresztmetszetek tartoznak, melyben több építési munkát lehet végezni.

A PKZ fiókműhelyei több vajdaság konzerválási munkáit látják el és olyanok mint minden más vállalaté, ami azt jelenti, hogy gazdasági téren önelszámolók. A részlegek tehát konzerválási munkákra megbízásokat vállalnak és a megbízókkal megfelelő munkaszerződést kötnek. Csak a gazdasági tervet dolgozza ki központilag a varsói főhivatal.

A vállalkozások építőanyaggal való ellátása kétféleképpen történik: központilag, — ez a tervgazdálkodás keretébe tartozó anyagokra vonatkozik, mint fém, fa stb.; s önállóan a szabad anyagokat illetve. Minden PKZ osztályon speciális műhelyek üzemelnek: asztalos, lakatos és kőfaragó műhelyek. Varsóban működik a metalloplastik központi műhelye. A PKZ minden részlege rendelkezik szállítmányozási alappal, állványozó anyaggal és építkezési anyagtartalékkal. Minden építkezési részlegnek van vezetője és ezenkívül még egy osztályellenőr is vigyáz a munka menetére. Az általános technikai ellenőrzést speciális felügyelőkkel a PKZ központ végzi.

Az építkezési munkákat akkor kezdik meg, ha a megbízó a technikai dokumentációt, azaz a terveket és a költségvetést a konzervátori hivatal építészeti osztályára benyújtotta és azt elfogadták.

A PKZ konzerváló műhelyei 13 év óta (1951) működnek és ez idő alatt több mint 1800 különféle objektum építési munkáit látták el. 1962-ben a foglalkoztatottak száma 2243 fizikai munkás, 368 szellemi dolgozó, azaz technikus és hivatalnok.

A Wawel vár renoválási munkái

1945 után megkezdődtek a lengyel várépítészet legértékesebb műemlékének, a Wawel dombján épült királyi várnak renoválási munkái. Tekintettel a feladat különös jellegére és nagy méreteire és a több éves felépítési programra, egy külön vállalat alakult: „Budownictwo Odnovienia Zamku na Wawelu" címen.

A vállalat a művelődésügyi minisztérium alá tartozik és költségeit az államháztartás fedezi. Osztályai: 1. tervezési és költségvetési osztály, 2. kiviteli osztály, 3. speciális műhelyek.

A növekvő igények miatt a waweli vár vállalatát több más konzerválási feladattal is ellátták. Ezek: Pieskowa Skala (teljes felépítés), Czorsztyn (romkonzerválás), Nedec (konzerválás és részben felépítés), Wisnicz (konzerválás), Baranow (konzerválás és felépítés), Krasiczyn (konzerválás).

Valamennyi fenti vár a lengyel várépítészet jelentős emléke, melyeknél a helyreállítási munkák sok évre tervezettek a konzerválás komplikált és felelősségteljes munkái miatt.

WALTER FRODL (Wien)

ZUR THEORIE DES RESTAURIERENS VON BAUWERKEN

Tagungen haben, abgesehen vom Gewinn, der sich aus der Pflege der kollegialen Beziehungen ergibt, fachlich den großen Wert, daß sie die Teilnehmer dazu zwingen, die eigenen Gedankengänge, Theorien und Methoden, die eigenen Leistungen zu kontrollieren und an denen der anderen zu messen. Das scheint mir gerade in einem Fach wie dem unsrigen, das so außerordentlich komplex ist, und in dem, außer seinen wissenschaftlichen und technischen Hauptkomponenten auch ästhetische Kräfte wirken, von besonderer Bedeutung zu sein.

Die Denkmalpflege befindet sich wieder einmal in einer Phase, die durch das Bestreben gekennzeichnet ist, alles, was wir glauben, bei Restaurierungen tun zu sollen, oder tun zu dürfen, zu kodifizieren; das heißt, uns selbst durch theoretische Festlegungen gewisse Grenzen zu setzen, die wir als unüberschreitbar betrachten.

Im internationalen Leben zeichnet sich diese Phase deutlich in den Bemühungen ab, die »Charte d'Athène« in eine neue Fassung zu bringen und dadurch einen Rahmen zu schaffen, innerhalb dessen immer noch gewisse Interpretationsmöglichkeiten bestehen, so wie sie etwa durch die allgemein geltenden Bedürfnisse der Gegenwart oder durch besondere, aus dem Charakter eines Landes und seiner Denkmäler resultierende Forderungen gegeben sind. Für diese internationalen Bemühungen ist neben anderen Gründen aber auch die Erkenntnis maßgebend gewesen, daß viele Restaurierungen, die seit dem Kriege innerhalb und außerhalb Europas an bedeutenden Baudenkmälern ausgeführt worden sind, keinen Anspruch auf Gültigkeit und allgemeine Anerkennung erheben können.

Aber auch im nationalen Bereich sind die Bestrebungen offensichtlich, methodische Systeme zu errichten, die Wege gleichsam zu markieren, die von Kunsthistorikern und Architekten bei den verschiedensten Restaurierungen eingeschlagen werden sollen. Das Referat von M. Horler über die Methodik der Restaurierung von Burgruinen darf ich hiefür als treffliches Beispiel anführen. Ich selbst muß mich schuldig bekennen, eifrig an der Konstruktion von Theorie und Methodik der Denkmalpflege beteiligt zu sein und »Grundsätze« festzulegen, wenngleich ich stets bemüht bin, gerade dieses Wort zu vermeiden. Die Notwendigkeit, theoretische Ordnungen aufzustellen, ergibt sich für jeden, der gezwungen ist, Wissen und Erfahrung an andere weiterzugeben, in unserem speziellen Fall also, Denkmalpflege zu lehren und den Gegenstand erlernbar zu machen. Wie schwierig es jedoch ist, gerade dieses Fach, in dem so häufig weniger das Wissen als vielmehr Erfahrung und Empfindung ausschlaggebend sind, zu »lehren«, wird jeder, der Lernende oder Lehrende ist, bestätigen können.

Ein Grundsatz ist es zum Beispiel, die Monumente zu erhalten und zu pflegen; ein anderer Grundsatz ist es, vor die Restaurierung eines Monumentes seine kunstwissenschaftliche Erforschung oder die Untersuchung seines technischen Zustandes zu setzen. Hingegen begegnet die Befolgung etwa des Grundsatzes »die historische Substanz eines Monumentes darf nicht verändert werden« bereits gewissene Schwierigkeiten, deren Grad von der Art, vom Zustand und der historischen oder künstlerischen Bedeutung des zu restaurierenden Objektes abhängt. Hier beginnen sich die Grundsätze in Überlegungen aufzulösen, die mit der Frage, was bei dem Denkmal überhaupt als die zu erhaltende historische Substanz zu betrachten sei, beginnen, und über die Wahl unter den möglichen Restaurierungsmethoden bis zur praktischen Ausführung der Arbeit reichen. Daß man im Verlaufe dieser theoretischen und methodischen Überlegungen immer wieder unter dem Druck von Faktoren steht, die im praktischen Leben eine Rolle spielen und durch sie ziemlich oft gezwungen wird, von dem oben zitierten Grundsatz abzukommen, hat uns die Erfahrung oft genug beigebracht. Es scheint mir daher zweckmäßiger (und auch bescheidener) von »Richtlinien« an der Stelle von Grundsätzen zu sprechen; denn Grundsätze sollen so beschaffen sein, daß sie unter allen Umständen eingehalten werden können.

Ist ein Komplex in Theorie und Methode eingespannt, so erscheint alles verhältnismäßig einfach, weil es ja immer allgemeine, um nicht zu sagen »ideale« Annahmen sind, die als Ausgangspunkte für Theorie und Methode gesetzt werden müssen. Aus der Tatsache jedoch, daß der ideale Fall wohl zu den seltensten Ereignissen im Leben eines Restaurators gehört, ergibt sich die Unzulänglichkeit der Theorie: Die durch sie entstandene Vereinfachung verhindert es unter Umständen, ein gegebenes Problem in allen seinen Verzweigungen zu durchschauen. Die konsequente Verfolgung einer Restaurierungstheorie wird daher in der Regel zu einem Ergebnis führen, das nur einen Teil der Aufgabe lösen konnte, eben jenen Teil, den die Theorie zu erfassen und zu bewältigen vermochte.

Eine Restaurierungstheorie kann natürlich, gewissermaßen als Rechtfertigung, auch nachträglich, nach Abschluß der Arbeit, aufgestellt werden. Dann wird sie gewiß auch den Einzelheiten des Problemes Rechnung tragen können, aber sie wird diesem einen speziellen Fall gelten und nicht ohne weiteres auf einen oder mehrere andere anwendbar sein. Dann: Denkmäler sind Objekte, die als Geschöpfe der Historie und als Schöpfungen der Kunst ihr individuelles Leben haben und eigenen Gesetzen unterliegen. Ist es demnach überhaupt sinnvoll, Theorien, die von Idealfällen ausgehen und eine Verallgemeinerung zum Ziel haben, solchen Individualitäten gegenüber ins Treffen zu führen? Darauf ist zu erwidern, daß die Verallgemeinerung den ersten Schritt darstellt, der getan werden muß, um alle Eigenschaften kennen zu lernen, die ein Denkmal nur besitzen kann. Wenn wir an der Gesamtsumme der möglichen Eigenschaften das einzelne Denkmal messen, erkennen wir erst seine spezifischen Eigenschaften und seine Individualität in aller Deutlichkeit. So wie die Facetten eines geschliffenen Steines nicht alle gleichzeitig aufleuchten, sondern nur unter der wechselnden Beleuchtung nach und nach die Lichtstrahlen reflektieren, so muß das Denkmal von verschiedenen Gesichtspunkten betrachtet werden. Aber auch der Wechsel der Standpunkte gewährt keine vollkommene Erkenntnis. Es bleibt immer ein Rest übrig. Der Rest ist groß genug, um der Persönlichkeit, dem Können und der künstlerischen

Intuition des Restaurators die Freiheit zu sichern, die gegenüber den Denkmälern als Individuen der Kunst und der Geschichte notwendig, und die oft entscheidender sind, als theoretische Konstruktionen. Mit einem Wort, Theorie muß sein, aber sie ist nicht alles.

Es gibt dafür in Budapest kein besseres Beispiel, als jenes Haus in der Uri utca des Burgviertels (Haus Nr. 32), dessen gotische Reste in einen größeren Bau von zeitgemäßen Formen einbezogen, dem Leben wieder gewonnen wurden. So sehr diese Arbeit die Theorien widerspiegelt, die das Konservierungskonzept bestimmt haben, so ausschlaggebend war aber auch der künstlerische Takt, der für die Schöpfung des Neubaues maßgebend war und der, wie mir scheint, in erster Linie dafür verantwortlich ist, daß eine neue Einheit, ein geschlossenes Ganze entstehen konnte, in dem sich alle Teile im Gleichgewicht befinden.

Mit besonderem Interesse haben wir in der Burgstadt aber auch jene Häuser betrachtet, die zu Opfern der Theorie geworden sind; in ihrer eiskalten Luft führen sie ein abstraktes Dasein als historisch-anatomische Präparate. Bei allen Bedenken, die man vielleicht gegen die Restaurierungsmethode geltend machen kann, — ihr wissenschaftlicher Wert steht außer Zweifel und ebenso wenig, daß Erscheinung und Zustand einiger dieser Häuser die Anwendung dieser Methode nahelegten — wäre es sehr zu bedauern, wenn es diese Demonstrationsobjekte der puren Theorie nicht geben würde; sie markieren im positiven Sinn die Grenzen der Möglichkeiten und sie bilden m. E. ebenso wichtige Dokumente in der Geschichte der Denkmalpflege, wie manche jener Restaurierungen des 19. Jahrhunderts, die wir heute nicht mehr mit der Abneigung der Nachfolger gegen die Vorgänger, sondern eher mit der Zuneigung des Historikers betrachten.

Wenn man die gegenwärtig geübten Restaurierungsmethoden innerhalb und außerhalb Europas charakterisieren müßte, käme man wahrscheinlich zu dem Ergebnis, daß sie im Großen und Ganzen dahinzielen, die »ursprüngliche Erscheinung« der Denkmäler wiederzugewinnen. Die Rekonstruktion also, aufgebaut auf gründlichen wissenschaftlichen Untersuchungen, manchmal mit Rohstoffen und in Techniken durchgeführt, die denen des historischen Restbestandes entsprechen, scheint zur Zeit die am häufigsten angewendete Methode zu sein, wobei man sich nur selten der Tatsache bewußt wird, daß der Weg im besten Fall zu einem »Abbild« des ursprünglichen Zustandes führt, daß aber auch dieses Abbild keineswegs authentisch ist und keineswegs einem tatsächlich vorhanden gewesenen Zustand entsprechen muß. Diese Tatsache kann durch Dutzende von Beispielen belegt werden, die von der antiken bis zur neuzeitlichen Architektur reichen. Die Entwicklung ist offensichtlich durch den Wiederaufbau nach dem Kriege angebahnt worden, der in vielen entscheidenden Fällen zur Rekonstruktion gezwungen und viele Ergebnisse hervorgebracht hat, die trotz unserer »grundsätzlichen« Abneigung gegen diese Methode, anerkannt und positiv beurteilt werden müssen. Es bleibt freilich bedauerlich, daß die Entwicklung sich in der Folge selbstständig gemacht hat und sich auch an Objekten und in Gegenden auswirkt, die von der Ursache — den Kriegszerstörungen — nicht berührt worden waren.

In dieser Situation erregt die geradezu asketische Auffasung, welche die Restaurierung vieler Denkmäler in Ungarn charakterisiert, besondere Aufmerksamkeit. Diese Auffassung ist nicht zuletzt durch den speziellen Charakter vor allem der mittelalterlichen Monumente bestimmt worden und es ist in der

Tat schwer vorstellbar, welche Wege zur Sicherung und Restaurierung der Ruinen — um solche handelt es sich in erster Linie — sonst hätten eingeschlagen werden können. Jedenfalls, so erscheint es uns, bilden die von der ungarischen Denkmalpflege entwickelten Methoden ein willkommenes Gegengewicht zu der im allgemein geübten, oben angedeuteten Restaurierungspraxis. Der Wille zum Verzicht und die Geschicklichkeit, diesem Verzicht auf ein zu weit gehendes completamento bei der Restaurierung Ausdruck geben zu können, darf man wohl zu den erstrebenswerten denkmalpflegerischen Tugenden rechnen. Das Restaurierungsergebnis über seinen technischen Zweck und seinen wissenschaftlichen Wert hinaus, auch im ästhetischen Sinn »anschaubar« und so zu gestalten, daß es etwas von menschlicher Wärme ausstrahlt, ist, wie u. a. das Haus in der Uri utca zeigt, wiederholt gelungen.

Wir würden es im eigenen Interesse sehr begrüßen, wenn den ungarischen Kollegen Gelegenheit gegeben wäre, über ihre Erkenntnisse und Erfahrungen öfter auch außerhalb der Grenzen ihrer Heimat zu referieren. Wenn wir von der Voraussetzung ausgehen, daß die Denkmäler — trotz aller politischen und nationalen Vorbehalte — das geistige Besitztum der ganzen Welt darstellen, so muß auch die Voraussetzung gelten, daß sie nach bestem Wissen und Können, gemessen am Maßstab der internationalen Forschung und Erkenntnisse, restauriert werden. Gerade jetzt, — und damit komme ich auf den Eingang meines kurzen Referates zurück — während allenthalben nach Klarheit der Begriffe und nach jenen Formeln gesucht wird, die unser Verhalten zu den Monumenten für die nächsten Jahrzehnte bestimmen und uns mit etwas mehr Sicherheit in der Ausführung unserer Aufgaben erfüllen sollen, wird der ungarische Beitrag sehr erwünscht sein.

*

Walter Frodl professzor, az Osztrák Műemlékhivatal elnöke hozzászólásában foglalkozott a műemlékek helyreállításának elméletével. A hozzászólást teljes terjedelmében közölte magyar nyelven a „*Műemlékvédelem*" c. folyóirat 1965. évf. 2. száma.

LUDWIG DEITERS (Berlin)

REKONSTRUKTION DER ABTEI DES EHEMALIGEN ZISTERZIENSERKLOSTERS ZINNA

Im Zusammenhang der Restaurierungsprobleme an mittelalterlichen Burgen ist es wohl berechtigt, als ein Beispiel, die Rekonstruktion der Abtei des ehemaligen Zisterzienserklosters Zinna zu behandeln.

Das Kloster Zinna gehörte neben den Klöstern Lehnin und Chorin zu den bedeutenden Zisterzienserklöstern im märkischen Raum. Ihm gehörten unter anderem die Stadt Luckenwalde und rund 40 Dörfer.

Der Abt von Zinna konnte sich also sehr wohl weltlichen Feudalherren gleichsetzen und sein Haus entsprechend gestalten.

Das Kloster Zinna war 1170 durch Erzbischof Wichmann von Magdeburg gegründet worden. Kirche und Konventsgebäude entstanden in der ersten Hälfte des 13. Jahrhunderts. Westlich anschließend wurde im 14. Jahrhundert ein Siechen- und Gästehaus errichtet, mit dem sich in der Mitte des 15. Jahrhunderts das Abtshaus zu einer Baugruppe verband. Die Abtei übertrifft, wie schom im Grundriß sichtbar, die Maßstäbe der übrigen Klosterbauten bei weitem. Sie enthält in zwei Geschossen gewölbt je zwei dreijochige Säle im Süden und zwei kürzere Räume gleicher Breite im Norden. Die doppelte Querwand im Erdgeschoß ist mit einer geplanten Treppe und einem geplanten Anbau in Verbindung zu bringen, die beide nicht ausgeführt wurden. Die ehemalige Zweckbestimmung der Räume ist, außer bei der Kapelle, mit Sicherheit nicht zu bestimmen.

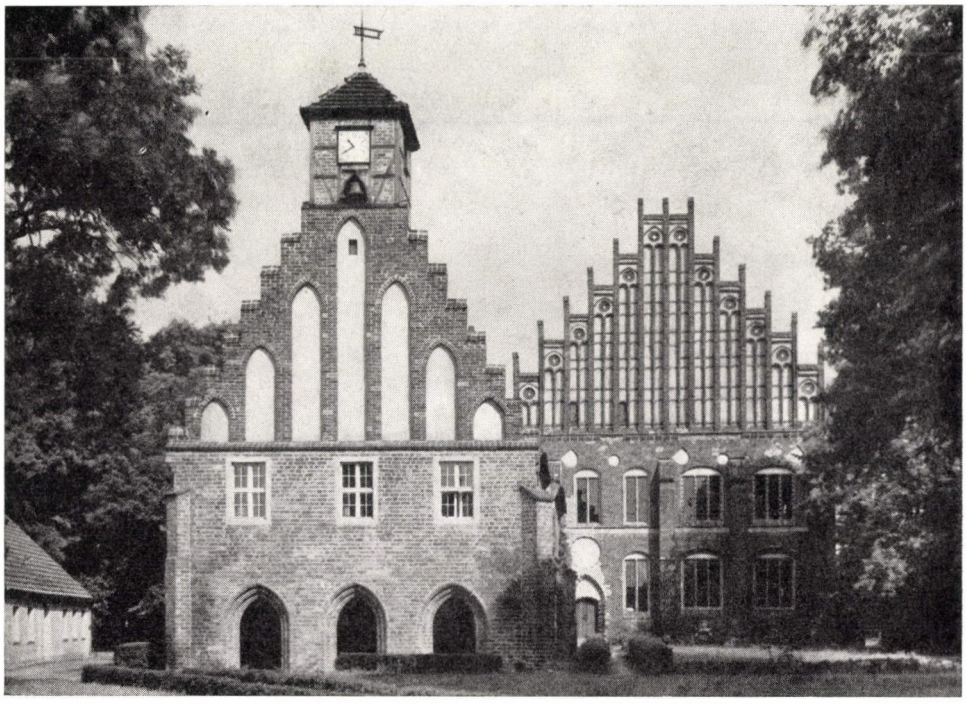
Die Abtei kann kein volles Jahrhundert lang ihrem Zweck gedient haben. Die Reformation führte zur Auflösung des Klosters Zinna. 1553 wurde das Kloster zum letzten Mal urkundlich erwähnt.

Die Klostergebäude dienen weiterhin als Sitz eines landesherrlichen Amtes. Hierdurch erhält sich die Gebäudegruppe Siechenhaus-Abtei.

Die übrigen Klostergebäude geraten in Verfall und werden großen Teils nach 1764 abgerissen, um Baumaterial für die damals gegründete Webersiedlung Zinna zu gewinnen.

Im 19. Jahrhundert erlöschen die letzten Amtsfunktionen in Abtei und Siechenhaus. Die Gebäude dienen weiterhin nur noch Wohnzwecken, werden immer weiter unterteilt und verwahrlosen trotz einiger Werterhaltungsarbeiten am Äußeren im Anfang unseres Jahrhunderts immer mehr.

Für den Beginn umfangreicher Restaurierungsarbeiten in den letzten Jahren gab es doppelten Anlaß. Zum einen drohte durch fortschreitende Deformation des Dachstuhles der Abtei der Einsturz des Südgiebels un der Obergeschoßgewölbe. Zum anderen wurde die allgemeine Aufmerksamkeit dadurch auf den Wert der Abtei gelenkt, daß der ehrenamtliche Leiter des Heimatmuseums in Zinna, Herr Alfred G u n k e l im Jahr 1958 in der ehe-



1. Südgiebel der Siechenhauses und der Abtei, kurz vor dem Abschluss der Restaurierung Pfostenteilung in den Fenstern der Abtei nach Beseitigung barocker Vermauerung nach vorgefundenen Resten rekonstruiert. — Zinna, a betegház és az apátság oromzata a helyreállítás befejezése előtt. Az apátság ablakainak osztása a barokk elfalazás kibontása után, a gótikus maradványok felhasználásával történt

maligen Abtskapelle unter der Tünche gut erhaltene Wandmalereien entdeckte.

Wir stellten uns zur Restaurierung gemeinsam mit den verantwortlichen staatlichen Organen folgende Aufgaben:

1. Konstruktive Sicherung;
2. Beseitigung von späteren Zutaten und Entstellungen;
3. Erforschung des erhaltenen mittelalterlichen Bestands und Wiederherstellung seiner Wirkung;
4. Einrichtung von Abtei und Siechenhaus als Kultur- und Gemeindezentrum.

Zu 1. Die konstruktiven Sicherungsarbeiten brauchen nicht weiter behandelt zu werden. Da sie so ausgeführt werden konnten, daß sie weder in den Fassaden noch in den Räumen sichtbar sind, können sie in diesem Zusammenhang übergangen werden.

Zu 2. Bei der Beseitigung späterer Zutaten ist hier wie anderswo die Frage zu beantworten gewesen: Wo liegen die Grenzen des Möglichen?

Die Einschränkungen liegen auf der einen Seite immer in den technischen, finanziellen und funktionellen Möglichkeiten und sind auf der anderen Seite in prinzipiellen Überlegungen zum Wert der späteren Zutaten begründet.

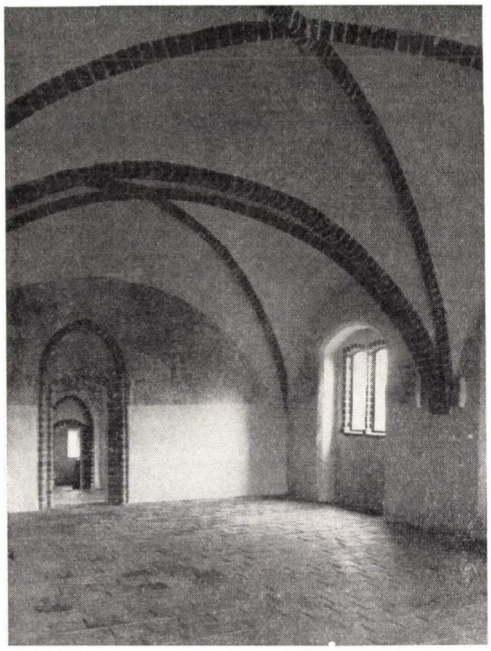
Mit der ersten Gruppe der Einschränkungen hatten wir in der Abtei nicht viel Sorgen. Die größte Verschandelung waren neuere Zwischenwände. Sie waren nach der Sicherung in der Dach- und Gewölbezone zur Lastaufnahme nicht mehr erforderlich, ihre Beseitigung war nicht kostspielig und auch im Sinne der späteren Raumbestimmung nicht unerwünscht.

Die Überlegungen zum Wert der nachmittelalterlichen Zutaten führten hier selbstverständlich zur Erhaltung des Treppenturmes aus dem späten 16. Jahrhundert. Auf noch spätere Veränderungen war keine Rücksicht zu nehmen. Eine barocke Umgestaltung mit künstlerischer Absicht hatte in Zinna weder im Gesamtbild noch in Einzelheiten stattgefunden. Fenster- und Türöffnungen beweisen, daß hier Willkür herrschte.

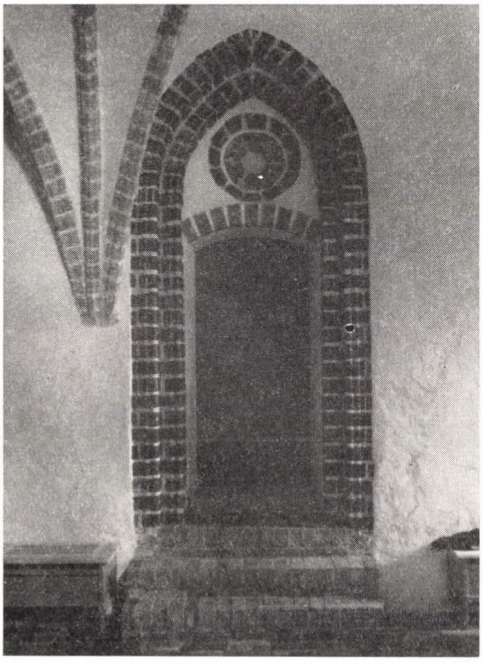
Auf die barocken Fenster konnte also verzichtet werden. Zwei Ausnahmen wurden jedoch gemacht. Dort, wo der Plan anzubauen im 15. Jahrhundert die Anlage von Fenstern zunächst verhindert hatte, wurden die späteren Fenster weiterhin belassen. Gotische Fensterformen wären hier eine Fälschung und das Zumauern eine allzu harte Konsequenz gewesen, zumal man damit den schönen Wandmalereien im Obergeschoss das beste Licht nehmen würde. Deshalb dulden wir ausnahmsweise diese barocken Fenster und freuen uns, daß wir nicht auch hier noch neue formale Entscheidungen treffen müssen. Ähnliches gilt für barocke Türen, die notwendige Verbindungen herstellen, ohne dabei das Bild der gotischen Räume oder irgendwelcher wichtiger Einzelheiten zu beeinträchtigen.



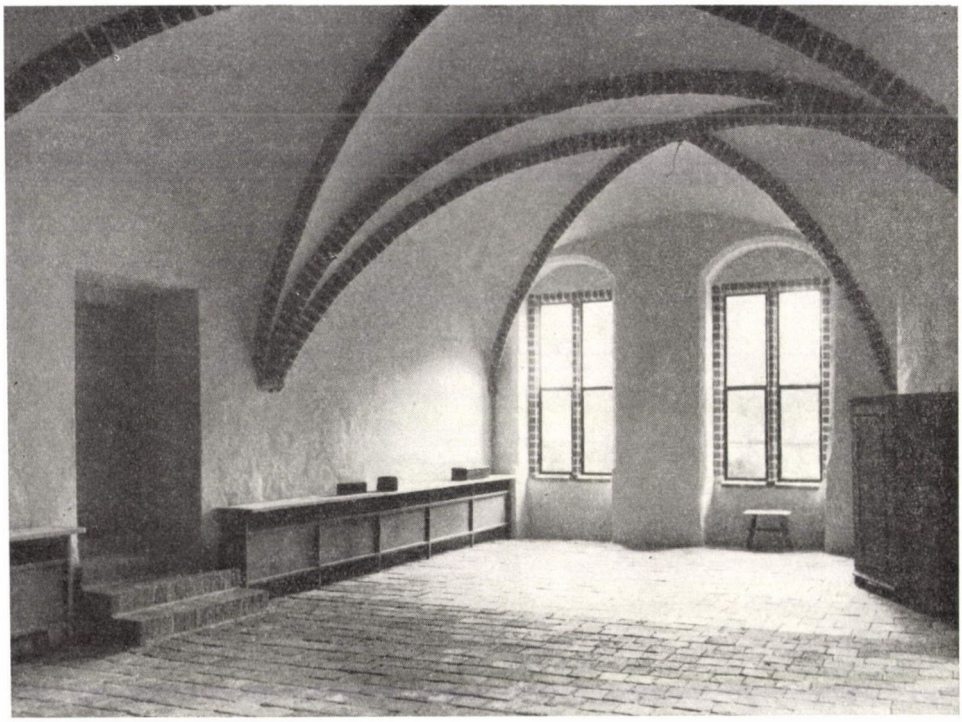
2. Zinna, Abtei, nach der Rekonstruktion der gotischen Fensteröffnungen. — Zinna' az apátság rekonstruált gótikus ablakai



3. Südostraum im Obergeschoss, Portal zur Abtskapelle. — Délkeleti helyiség az emeleten és ajtó az apát kápolnájába



4. Portalgewände aus braunen und grünen Glasurziegeln. Segmentbogen als freie Ergänzung. — Ajtóbéllet zöld és barna mázas téglából, a szegmensív új kiegészítés



5. Südwestraum im Obergeschoss. Fussboden im Vordergrund aus vorgefundenen keramischen Platten. — Emeleti DNy-i helyiség. A padozat a talált égetett lapokból helyreállítva

Zu 3. Die Erforschung des mittelalterlichen Bestandes brachte viele Einzelheiten hinter Vermauerungen, Putz und Tünche zum Vorschein. Sie ermöglichten einige durch Befund gesicherte Rekonstruktionen.

Gestatten Sie mir bitte einige Worte zur Frage der Berechtigung und Ausführung von Rekonstruktionen bei einer derartigen Restaurierung.

Ich sagte schon, daß wir uns die Aufgabe stellten, die Wirkung des gotischen Bauwerkes wiederherzustellen. Bei der Wirkung eines Baudenkmals sind immer zwei Komponenten zu beachten: die Wirkung als historisches Dokument — und die Wirkung als Werk der Baukunst. Die Aussage des historischen Dokuments erarbeitet sich der Betrachter zunächst mit dem Verstand, dann erst setzt bei einem bereits hinreichend gebildeten Menschen eine gefühlsmässige Beziehung zum historischen Gegenstand ein.

Das Kunstwerk wird ungekehrt zuerst eine emotionelle Wirkung auf den Betrachter haben, erst im weiteren Verlauf der Besichtigung beginnt mit Hilfe von Vergleichen die verstandesmässige Verarbeitung der Eindrücke.

Beiden Komponenten der Wirkung auf die Betrachter unserer Denkmale muß die Restaurierung gleichermassen gerecht werden. Die Überbetonung der einen Seite muß immer zur Schädigung der anderen Seite führen.

Da die dokumentarischen Aussage erarbeitet werden kann, brauche ich ihren Träger, die originale Substanz nur zu schonen, nicht zu betonen. Der aufmerksame Betrachter wird das Originale immer von späteren Ergänzungen



6. Südostraum im Erdgeschoss, freigelegte Gewölbemalerei ohne Ergänzungen. — A földszint DK-i helyiségében feltárt boltozati festés kiegészítés nélkül.

unterscheiden können. Es darf unser Ziel sein, alle Besucher zu aufmerksamen Betrachtern zu erziehen.

Wir werden also wo es möglich ist immer nach dem Referat von Herrn Horler — Variante *a)* — in gleichem Material und gleicher Form zu ergänzen suchen. Die Möglichkeit dazu besteht, wo erhaltene Einzelheiten am Baudenkmal hinreichende Anhaltspunkte zur Ergänzung geben. Die gewissenhafte kunsthistorische Untersuchung und Bestimmung dieser Einzelheiten ist allerdings die wesentlichste Voraussetzung.

Die Ausführung kann so gut und historisch so getreu angestrebt werden, wie nur möglich. Sie wird trotzdem immer zu erkennen sein. Damit hat die historische Wirkung ihr Recht erhalten, gleichzeitig aber die künstlerische Wirkung entscheidenden Gewinn. Hierzu sollen als Beispiele Fenster- und Portalgewände und schliesslich auch ein Eckkamin dienen (siehe Abbildungen).

Die Rekonstruktion der Tür- und Fenstergewände ist für die Wiederherstellung der mittelalterlichen Architektur im Äusseren wie im Inneren von entscheidenden Bedeutung. Damit mußten wir es aber auch auf uns nehmen, die Fenster und die Türen selbst in Material und Form zu bestimmen.

Diese formalen Fragen müssen zwangsläufig auch vom Standpunkt der Nutzung aus untersucht und gelöst werden.

So ist es zum Beispiel in einem Gebäude, in dem mehrere Veranstaltungen gleichzeitig stattfinden, erwünscht, daß die Türen dicht schließen. Es wurden

deshalb Blendrahmentüren mit Sperrholzblättern gewählt. Die Deckfurniere aus Eiche wurden geräuchert und geölt. Eine weitgehend rustikale Ausführung mit Bohlentüren wäre weder zweckmäßig gewesen noch schien sie in Anbetracht der verhältnismäßig anspruchsvollen gotischen Architektur wünschenswert.

Auch für die Fenster wurde nach vielen Versuchen jegliche Kleinteiligkeit und Anlehnung an historische Vorbilder aufgegeben. Eine vollkommen sachliche Stahlwinkelkonstruktion, dunkelbraun gestrichen, wurde angeschlagen. Als einzige Teilung wurde eine mittlere Horizontalsprosse vorgesehen. Sie ermöglicht normale Glasstärke und schlanke Rahmenprofile. Bei völlig ungeteilten Fensterflügeln wäre abgesehen vom Eindruck kostspieliger Perfektion auch die Gefahr entstanden, daß die Fensteröffnungen wie Löcher in den Wänden wirken, von außen wie von innen.

Zu 4. Die Einrichtung der Abtei für kulturelle Zwecke bezieht sich bis jetzt lediglich auf Vorschläge für die Nutzung der durch die mittelalterlichen Wände gegebenen Räume. Selbst das Museum, das das Obergeschoß benutzt, hat noch nicht seine Einrichtungsgegenstände, wie Tafeln und Vitrinen in endgültiger Form. Das gesamte Mobilar wird grundsätzlich sparsam und zurückhalten gestaltet. Als Heizung ist eine zentrale Warmwasserheizung eingebaut. Als Heizkörper dienen Konvektoren. Die Fensternischen wurden wegen ihrer architektonischen Bedeutung frei von Heizkörpern gehalten. Alle Konvektoren sind entlang der Mittelwand angeordnet. Die notwendigen Verkleidungen sind im Erdgeschoß als Sitzbank, im Obergeschoß als halbhohe Borde zum Aufstellen von Formsteinen und ähnlichem Museumsgut ausgebildet.

Es handelt sich also bei der Restaurierung der Abtei in Zinna alles in allem um eine weitgehende Wiederherstellung der Wirkung eines im ganzen originalen mittelalterlichen Baukörpers, bei Rekonstruktion wesentlicher Einzelheiten nach sicheren Befunden.

Als die wesentlichsten Mitarbeiter im Institut selbst waren Carl-Jürgen Gertler als Kunsthistoriker und Günther Köpping als Architekt für Zinna tätig.

*

Ludwig Deiters építészmérnök, a Berlini Műemlékhivatal vezetője „A zinnai középkori ciszterci monostor apátságának rekonstrukciója" c. előadásában ismertette a monostor történetét, melyet 1170-ben alapítottak, és 1553-ban említik utoljára. A reformációban feloszlott monostor épületeit később a kormányzósági központ céljaira használták, és lakásokká alakítják egyik részét át. A legutóbb végzett restaurálás célja volt 1. a szerkezetek biztosítása; 2. a toldások és változtatások megszüntetése; 3. az eredeti középkori részek feltárása; és 4. az apátság és betegház berendezése és művelődési központtá kialakítása. Az építészeti emlékkel kapcsolatban kiemeli két tényező fontosságát: a történeti emlék hatását és az építészeti alkotás hatását. A műemlék történeti megjelenését a szemlélő először értelmével fogja fel és csak később alakul ki benne érzelmi kapcsolat iránta. Az építőművészeti alkotás viszont fordítva, először érzelmi hatást kelt a szemlélőben és csak a későbbiek folyamán, a részletek behatóbb vizsgálatával kezdődik meg benne a benyomások összehasonlító értelmi feldolgozása. A restaurálásnál vigyázni kell arra, nehogy egyik rész hangsúlyozása a másik rovására történjék. Mivel a műemlék

dokumentális értéke kielemezhető, nem szükséges, hogy jellegzetességeit külön hangsúlyozzuk, elég azoknak megóvása. A figyelmes szemlélő az eredetit a később kiegészítettől mindig meg fogja tudni különböztetni. Legyen célunk, hogy a látogatókat figyelmes szemlélőkké neveljük. Ahol lehet, azonos anyaggal és azonos formában keressük a kiegészítés lehetőségét. Ez mindenütt lehetséges is, ahol a műemlék elegendő támpontot nyújt a kiegészítéshez. Lényeges feltétel a lelkiismeretes kutatás és a történelmileg hű kivitel. Ezzel a történeti hatás megtartotta jogos helyét, és az esztétikai hatás döntő nyereséghez jut.



1. Gesamtansicht des Grabungsgeländes. — Az ásatás területe

DR. HANS NADLER (Berlin)

DENKMALPFLEGERISCHE ARBEITEN AN DER FRÜHMITTELALTERLICHEN WEHRANLAGE GÖLTZSCH IN RODEWISCH

In der Darstellung der Entwicklung des ungarischen Burgenbaues erwähnt Dr. László Gerő auch die Erdhügelburgen, die in der Normandie als »la motte« bezeichnet werden und in Deutschland unter dem Namen Bühl bekannt sind. Es handelt sich um bescheidene Wehranlagen, die im sächsischen Raum vorwiegend im 11. bis 13. Jahrhundert bei der Neubesiedlung des Landes auch in Rodelandschaften angelegt werden. Ich möchte über die Ausgrabung und Sicherung einer solchen kleinen Burg berichten. Das Beispiel soll die alten Aufgaben des Denkmalpflegers, forschen, bewahren und gestalten, verdeutlichen und einen Versuch vorstellen, wie ein in Vergessenheit geratenes Denkmal wieder entdeckt und im Bewußtsein der Öffentlichkeit lebendig und zum wiedergewonnenen geistigen Besitz werden kann.

In der kleinen Stadt Rodewisch im Vogtland liegt das Gut Obergöltzsch. Die Stadt liegt etwa 150 km westlich von Dresden, unweit von Plauen. Das als Stadtgut verwandte alte Schloß Obergöltzsch sollte einer anderen Verwendung zugeführt werden, da die Ländereien des Gutes für die Erweiterung der Stadt durch Siedlungen und durch die Anlage eines Stadtparkes in Anspruch genommen wurden. Dies war der Anlaß, daß der Denkmalpfleger die Substanz der Baulichkeiten und des Bodens prüfte, um festzustellen, welche Teile der Gesamtanlage einer speziellen denkmalpflegerischen Bearbeitung bedürfen, um das Neue organisch aus dem Alten entwickeln zu können und damit für die Neubebauung der Schloßanlagen geeignete Vorschläge vorlegen zu können.



2. Das »feste Hus« Göltzsch, Rekonstruktionsversuch des Zustandes um 1500. — A »szilárd ház« Göltzschben, 1500 körüli állapot rekonstrukciója.

Durch ein umfangreiches Aufmaß aller Bauten wurde deutlich, daß die älteste Bausubstanz aus dem 16. Jh. stammte. Da jedoch aus dem 14. und 15. Jh. urkundliche Nachrichten über ein »festes Hus« in Göltzsch vorlagen, wurde mit archäologischen Methoden der Boden untersucht und in der Nordwestecke des Schloßhofes durch Ausgrabungen eine mittelalterliche befestigte Wehranlage freigelegt. Den Kern bildet die eigentliche Burg mit Wohngebäuden und einem kleinen Burghof. Eine Zugbrücke überquert den etwa 7 m breiten, unmittelbar umgebenden Wassergraben. Ein Erdwall von etwa 2 m Höhe umschloß das »feste Hus« und den Graben, während ein äußerer breiter Graben die innere Wallanlage einschließlich das weit ausgedehnte Vorburggelände, in dem Wirtschaftsgebäude standen, umschloß. Das »feste Hus« hat einen etwa quadratischen Grundriß von 21 × 21 m. Die Außenmauern besitzen eine Stärke von 1,20 m. Sie sind in Bruchstein, in Schalenbauweise errichtet und in Lehmmörtel versetzt. Reste von Kellergewölben wurden festgestellt. Die archäologische Untersuchung der Umgebung, insbesondere des Walles, ergab, daß vor der freigelegten Anlage des sogenannten »festen Huses« bereits im ausgehenden 12. und 13. Jh. eine wesentlich kleinere Anlage bestanden haben muß. Wir kennen aus alten Abbildungen und durch ergänzende Untersuchungen ähnlicher Ringwallanlagen den Typus dieser frühdeutschen Wehrbauten. Auf kleinen Inseln, deren ∅ zwischen 5 und 20 m liegen, befinden

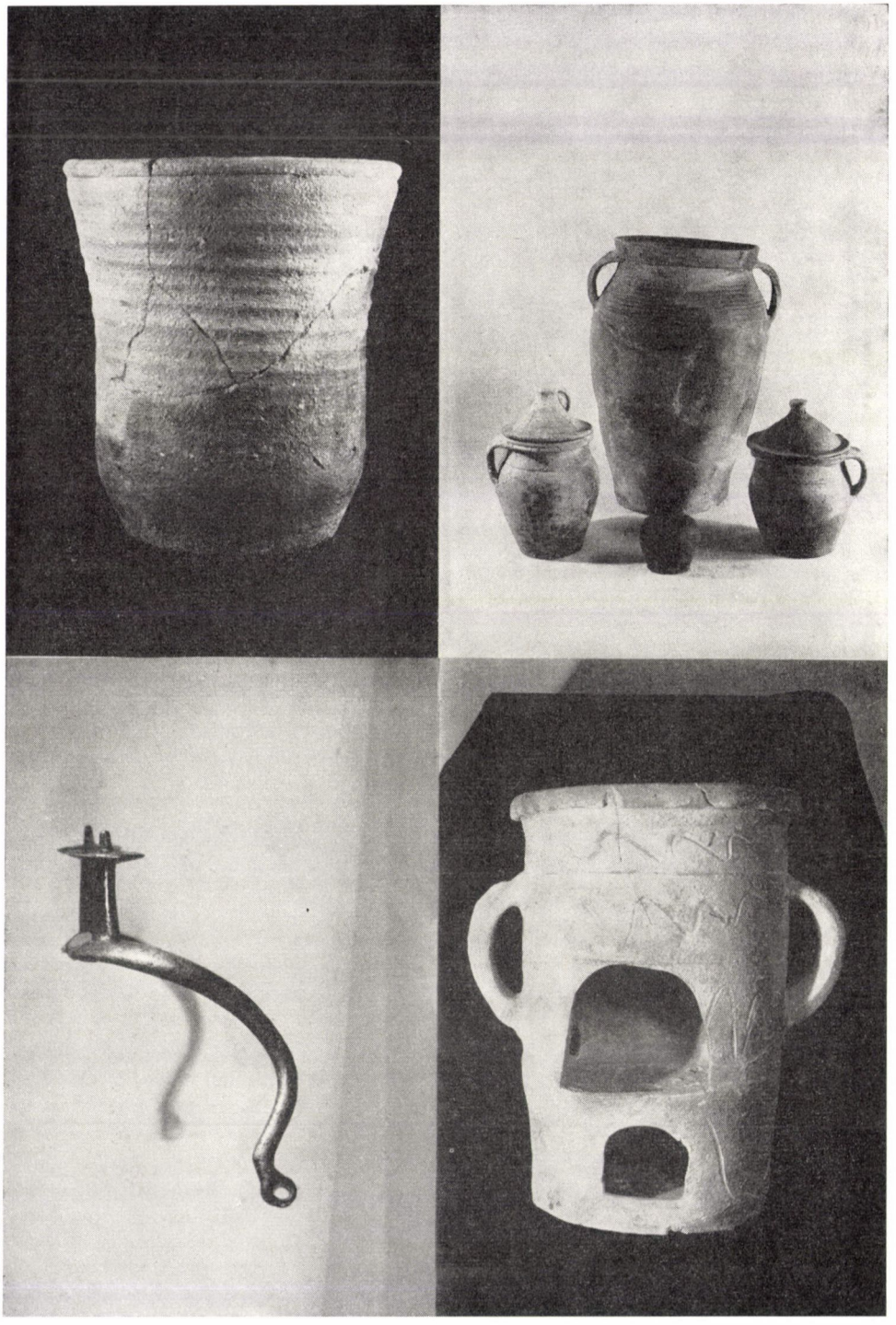
→

3. Küchengefäss, unglasiert, sandiger, glimmerhaltiger Ton, hartgebrannt, mit Bodenmarke, XII. Jh. — Mázolatlan, keményre égetett, homokos agyagból való konyhaedény, fenékbélyeggel, XII. századi

4. Küchengefässe aus d. XIII—XIV. Jh. — XIII—XIV. századi konyhaedények

5. Stachelsporn, Bronze XII. Jh. — Bronz sarkantyú, XII. sz.

6. Tragbarer Ofen, Keramik, XIV. Jh. — XIV. századi hordozható kályha, égetett agyagból

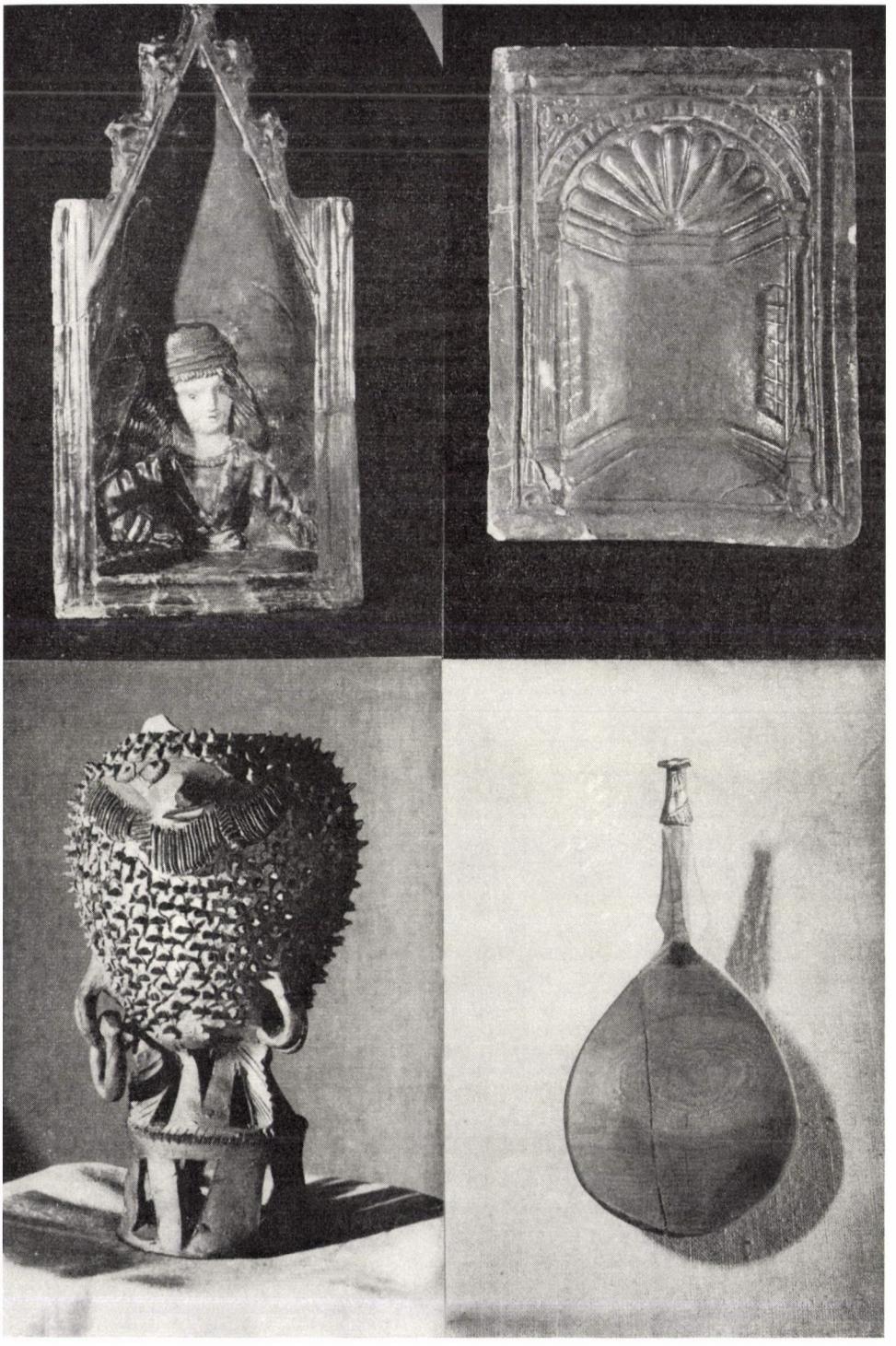


sich turmartige Bauten mit einem quadratischen Grundriß von etwa 5 × 5 m. Auf einem massiven Untergeschoß sind Fachwerkobergeschosse aufgebaut. Während das Erdgeschoß für Lager- und Speicherzwecke verwandt wird, werden die Räume des Obergeschosses bewohnt. Diese kleinen Wohntürme werden durch einen Wassergraben, der in der Regel eine Breite von 5 bis 10 m hat, bei einer Tiefe von etwa 1 bis 1,50 m, umgeben. Dieser wiederum ist durch einen Wall umgeben, der zuweilen noch Befestigungen, gewöhnlich in Holzwerk ausgeführt, trägt. Ein zweiter, oft teichartig ausgebildeter Wassergraben schützt Wohnturm und im Vorgelände errichtete Wirtschaftsgebäude. Die Gesamtanlagen befinden sich in der Regel am Zusammenfluß zweier Bachläufe in versumpften Wiesen, die einen zusätzlichen Schutz gewährleisten.

Die frühe Anlage wurde in Rodewisch bereits im 14. Jahrhundert aufgegeben und durch das bereits geschilderte »feste Hus« ersetzt. Durch die Tatsache, daß der Grundwasserspiegel im Grabungsgelände in 60 cm Tiefe lag, die Grabensohle in etwa 3 m Tiefe festgestellt wurde, ergaben sich bei den Ausgrabungen Schwierigkeiten. Zunächst wurde eine allgemeine Grundwasserabsenkung durch Ablassen der benachbarten Teiche vorgenommen und anschließend mit einer Wasserpumpe das in den Grabungsbereich einströmende Grundwasser abgepumpt. Der unmittelbar das »feste Hus« umgebende Wassergraben war mit der Zerstörung der Gesamtlange im 17. Jh. zugeschüttet worden. Auf der Sohle befand sich eine etwa 3/4 m hohe Schlammschicht, die seit Bestehen des Grabens kontinuierlich angewachsen war, ohne daß eine Möglichkeit bestand, den Graben zu entwässern und zu räumen, so daß sich im Schlamm alle organischen und anorganischen Gegenstände und auch Reste der Vegetation ausgezeichnet erhielten. Durch die systematische Freilegung des gesamten Grabenbereiches kamen erstaunlich viel Funde, die der Zeit zwischen dem ausgehenden 12. und beginnenden 17. Jh. angehören, zutage. Die Fundlagen unterstützten nicht nur die Datierungen einzelner Fundgegenstände, sondern erlaubten auch Rückschlüsse auf den oberen Aufbau der Gebäude und ihrer Benutzung. So fanden sich vor den Fenstern der alten Rüstkammer oder des Werkraumes Handwerkszeug aller Art: Hammer, Zangen, Wetzeisen, Scheren, Armbrustbolzenspitzen, sogar Armbrustbolzen mit Holzschaft wurden unversehrt im Graben gefunden. Die Bolzen haben einen eichenen Schaft, der mit Espenholz gefiedert war. An der gleichen Stelle fanden sich Radsporen, Stachelsporen in Bronze und ähnliche Dinge, die mit Sicherheit annehmen lassen, daß in den dort gelegenen Räumen des »festen Huses« einmal die Rüstkammer sich befunden hat. Unmittelbar daneben wurden die Reste von etwa 2 1/2 Tausend Gefäßen gefunden, die mit der Küche des Hauses in Verbindung gebracht werden müssen. Es fand sich sowohl unglasierte Keramik des 13. Jh. wie farbige Keramik des 16. Jh. Außerdem Waldenburger Steinzeug des 15. und 16. Jahrhunderts.

→

7. Ofenkachel, farbig, glasiert, XV. Jh. — XV. századi színesmázas kályhacsempe
8. Ofenkachel, grün, glasiert, XVI. Jh. aus der Werkstatt Hans Elsässers, Zwickau. — Zöldmázas kályhacsempe a XVI. századból, H. Elsässer zwickaui műhelyéből
9. Sog. Igelgefäss in Form der Bartmann-Krüge. Waldenburger Steinzeug, XVI. Jh. — Un. Sündisznóedény, a Bartmann-korsók formájában. Waldenburgi kőedény, XVI. sz.
10. Löffel mit Zinnabschluss, XVI. Jh. Buchsbaum. — Kanál cinvégződéssel, XVI. sz. Puszpáng



Die Vielzahl der gefundenen Keramik ist insofern von großer Bedeutung, als Scherben alter Gefäße oft die einzige Möglichkeit zur Datierung von Schichtenfolgen bieten. Die Keramik in Rodewisch, die dem 12., 13. und 14. Jahrhundert angehört, trägt eine Bodenmarke; sie ist unglasiert, ihre Farbe ist blau-grau, der Ton ist klingend hart gebrannt und glimmerhaltig. Die Keramik ist auf einer Töpfersäule hergestellt, deren Mitte mit einem Zeichen in Form eines viergeteilten Rades versehen war. Der Topf wurde von der Scheibe nach dem Drehvorgang abgehoben und nicht mit einem Faden oder Draht getrennt, wie dies nach dem 14. Jh. erfolgt. Die Kennzeichen der Keramik sind so charakteristisch, daß sie für Datierungen in jedem Fall verwendet werden können. Vor dem Bereich der Küche fanden sich noch eine große Anzahl von Holzgegenständen, die der Schlamm ausgezeichnet konserviert hatte und die daher heute zu den Seltenheiten gehören, da sie in anschaulicher Weise die Ausstattung eines mittelalterlichen Haushaltes zeigen. Es finden sich Quirle, Küchenmesser, Butterspachtel, Holzkellen, Holzmaße, Schüsseln aus Holz und vieles andere mehr. Sogar die Speisekarte läßt sich rekonstruieren: Rehwild, Schafe, Wildschwein, aber auch Quarkspeisen in kleineren Gefäßen sowie die Kerne von Kirschen und Pflaumen vor dem Küchenfenster ergänzen das Bild des Küchenzettels. Nach Norden zugeordnet lagen die Wohnräume. Allein 800 Stecknadeln mit Fingerhüten und Seidenfaden, Filetnadeln, Reste schönen Wollstoffes bekunden die Tätigkeit des Nähens und Stopfens. Die Wohnstuben waren gesandet, d. h. man streute weißen Sand auf die Dielen. Nach einer gewissen Zeit wurde der Sand zusammengekehrt und durch das Fenster in den Wassergraben geschüttet. So fanden sich eine Vielzahl der Nadeln und Fäden, auch kleine Edelsteine, Münzen und ein schöner Armreif in Sandschichten des Grabens. Weitere kleine Funde wie Knöpfe, Spielzeug für Kinder, Kämme, Leuchter in Messing, ergänzen das Bild des Lebens in diesem »festen Hus« Göltzsch. Die modellmäßige Rekonstruktion des im 17. Jh. abgebrochenen »festen Huses« Göltzsch wurde dadurch erleichtert, daß das im Graben gefundene Steinmaterial, etwa 280 m^3 Bruchsteine, einen Anhalt für den Umfang der Verwendung von Steinen gab. Außerdem fanden sich im Schlamm Fachwerkstiele, Andreaskreuze und sogar ein Fenster mit Butzenscheiben, außerdem Holzschindeln aus Weißtanne mit Nut und Feder, so daß eine verhältnismäßig zuverlässige Rekonstruktion der Baulichkeiten möglich war. Über die Vegetation am Burgwall konnten auch Aussagen gemacht werden. Der Standort von Haselnüssen, Weichselkirschen und Pflaumen war durch die Vielzahl der Früchte im Schlamm des Grabens nachweisbar.

Die Bedeutung der Grabungsergebnisse war nicht nur für die Ortsgeschichte, sondern auch für die weitere Umgebung so wichtig, daß beschlossen wurde, die Ruinen zu sichern und der Gesamtanlage des alten Gutes neue kulturelle Aufgaben zu geben. Das freigelegte Mauerwerk, das weitgehend mit Lehmmörtel versetzt war, wurde um etwa 30 cm erhöht, um mit einer schützenden Mauerwerkskrone eine Schädigung des originalen Mauerwerkes

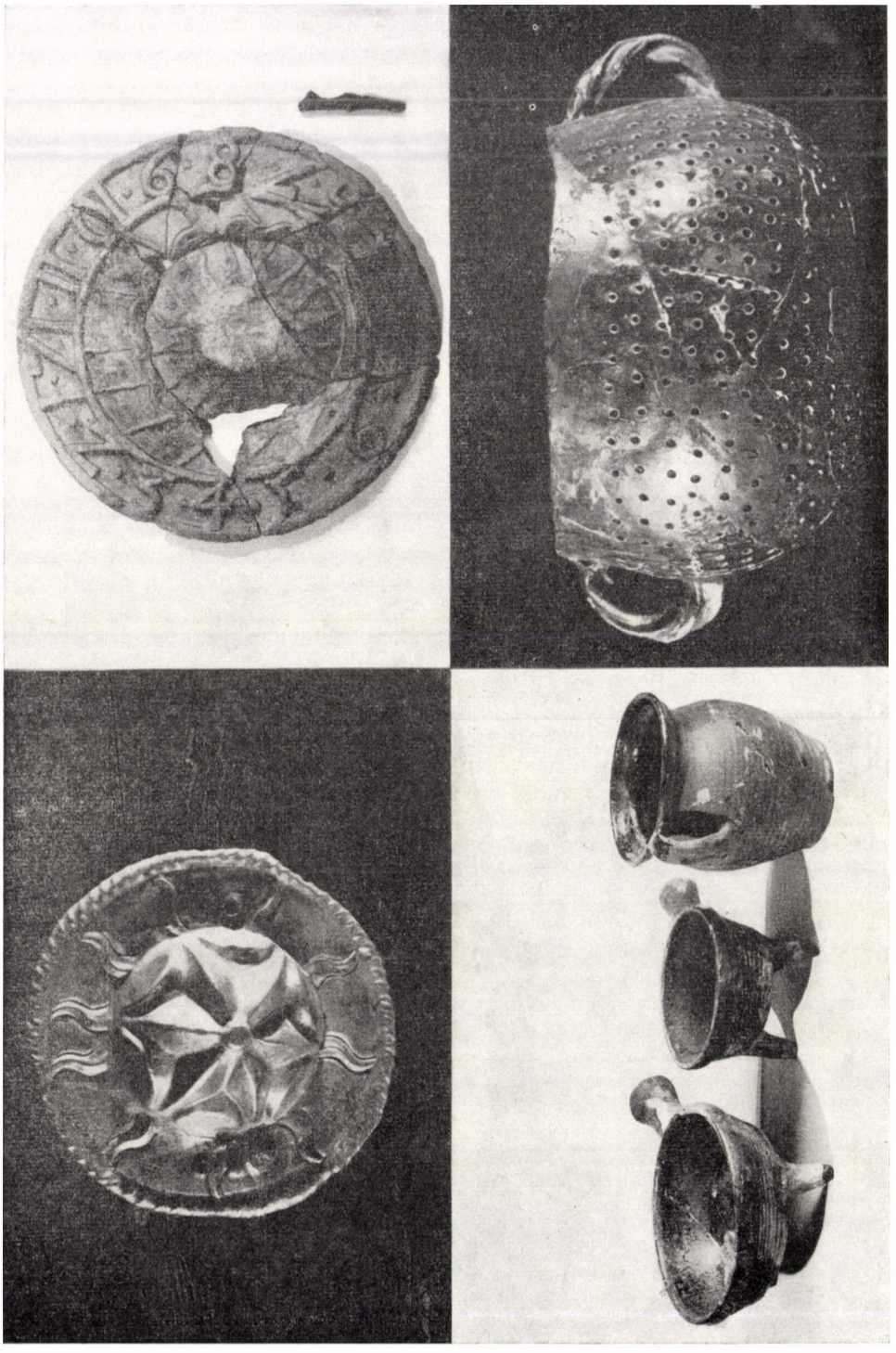
→

11. Bestandteil eines Zaumzeuges (Messing) um 1500. — Kantárveret része (réz), 1500 körül

12. Sonnenuhr, Keramik um 1520. — Napóra, keramika, 1520 körül

13. Küchengerät mit Innenglasur, XVI. Jh. — Belsőmázas konyhaedények, XVI. sz.

14. Siebtopf, glasiert, grün/gelb, XVI. Jh. — Szűrőedény, sárga-zöld mázzal, XVI. sz.



zu verhindern. Das Mauerwerk wurde mit verlängertem Zementmörtel gebunden und mit einer bruchrauen Schieferplatte, die in dem benachbarten Theuma gebrochen wurde, abgedeckt. Die unterkellerten Räume mit den noch sichtbaren Gewölbeanfängen wurden mit Steinplatten ausgelegt und der kleine Burghof mit den angrenzenden nicht unterkellerten Räumen mit Rasen eingesät, so daß heute ein sehr klares Bild der ursprünglichen Anlage im Grundriß sichtbar ist. Die Fundamente der hölzernen Zugbrücke liegen im Wassergraben und werden durch das Wasser ausreichend konserviert. Der Wassergraben selbst ist mit einer durchschnittlichen Breite von 7 m wiederhergestellt. Der umgebende Wall wurde mit den Massen des Burggrabens wieder aufgefüllt.

Im unmittelbar benachbarten ehemaligen Herrenhaus, ein Bau aus dem 17. Jh., wurden für die Ausgrabungsfunde 4 Räume eingerichtet, die den Anfang für den Aufbau des Heimatmuseums bildeten. In ihnen finden die Entwicklung des alten Messingwerkes, dessen 400jähriges Werksarchiv erhalten blieb, sowie die Entwicklung der heimischen Wäscheindustrie des 19. und 20. Jahrhunderts eine gute Darstellung. In einer kleineren naturwissenschaftlichen Abteilung wird die Geologie und Mineralogie der engeren Heimat dargestellt. Hinzu kommt eine Unterrichtung über die Geschichte der örtlichen Arbeiterbewegung. Nach dem Ausbau dieses Museums, das in der Öffentlichkeit eine sehr starke Resonanz fand, wurde der Wunsch nach einem weiteren Ausbau der alten Gutsanlage zu einem kulturellen Mittelpunkt des Siedlungsbereiches längs der Göltzsch laut. Dieser Siedlungsraum umfaßt heute etwa 100 000 Menschen. So wurde, um der Forderung nach einer Stätte musischen Wirkens nachzukommen, das kleine Renaissanceschloß, das zuletzt als Scheune verwandt wurde und einstmals Wohnsitz des Hans von der Planitz war, als Kulturhaus ausgebaut. Nach der baulichen Rekonstruktion des Äußeren erfolgte im Inneren die Restaurierung eines etwa 60 m² großen Saales, der für die Durchführung von Kulturveranstaltungen besonders geeignet erschien. Durch das Institut für Denkmalpflege wurde eine aus dem Schloß Niederrödern stammende Renaissancedecke, die fast auf den Zentimeter genau in den vorhandenen Raum hineinpasste, eingebracht. Als besonderen Schmuck weist die Decke Flasern auf, d. h. die mit Profilen eingerahmte Kassettendecke ist mit Holzschnittdrucken beklebt. Die Holzschnitte haben die Struktur einer Holzmaserung und sind mehrfarbig gedruckt. Diese Form der Dekorierung von Decken und Ausstattungsstücken war in Sachsen im 16. Jh. weit verbreitet. Man konnte über diesen Weg teure Holzintarsien ersetzen und den Baugliedern dekorative Wirkung geben. Für die Restaurierung war es notwendig, daß neue Druckstöcke geschnitten wurden. Dies war anhand der noch erhaltenen Reste ohne besondere Schwierigkeiten möglich. Die Zapfen der Decke wurden echt vergoldet. Die Ausstattung des Raumes wurde durch

→

15. Krug mit Laufbandornament, Waldenburger Steinzeug XVI. Jh. — Szalagdíszes kancsó, Waldenburgi kőedény, XVI. sz.

16. Krug mit Laufbandornament und Darstellung einer Kreuzigung, Waldenburger Steinzeug, XVI. Jh. — Futószalagdíszes kancsó, keresztrefeszítés jelenetével, Waldenburgi kőedény, XVI. sz.

17. Krug mit Laufbandornament und Wappendekor 1534—1539, Waldburger Steinzeug. — Szalagdíszes kancsó címerekkel (1534—1539), Waldenburgi kőedény

18. Ofenkachel, farbig, glasiert, 1556. — Színes-mázas kályhacsempe, 1556



den Lehrstuhl für Raumkunst an der Technischen Universität Dresden in Zusammenarbeit mit dem Institut für Denkmalpflege entworfen. Der Saa kann für Konzerte mit etwa 100 Stühlen ausgestattet werden. Es ist jedochl auch möglich, den Raum mit Tafeln zu bestellen, um ihn für Konferenzen, Empfänge oder ähnlichem zu nutzen. Neben dem repräsentativen Saal ist noch ein kleinerer Besprechungsraum mit Garderobe angeordnet. Die Beheizung bereitete insofern Schwierigkeiten, als es die Architektur des Raumes nicht zuließ, Heizkörper sichtbar aufzustellen. Aus diesem Grunde wurde eine Infrarot-Fußbodenheizung verwandt. In dem mit Friesen gegliederten Fußboden sind quadratische Parkett-Tafeln von 80 × 80 cm eingelassen. In diesen Tafeln befinden sich unter dem Parkett die Heizdrähte in entsprechenden Isolierungen. Der Fußboden kann in drei Heizstufen geschaltet werden. Die Heizart hat sich seit 5 Jahren gut bewährt. Der Saal zeigt nach der Wiederherstellung ein sehr festliches Gesicht und wurde Mittelpunkt eines lebendigen künstlerischen Wirkens.

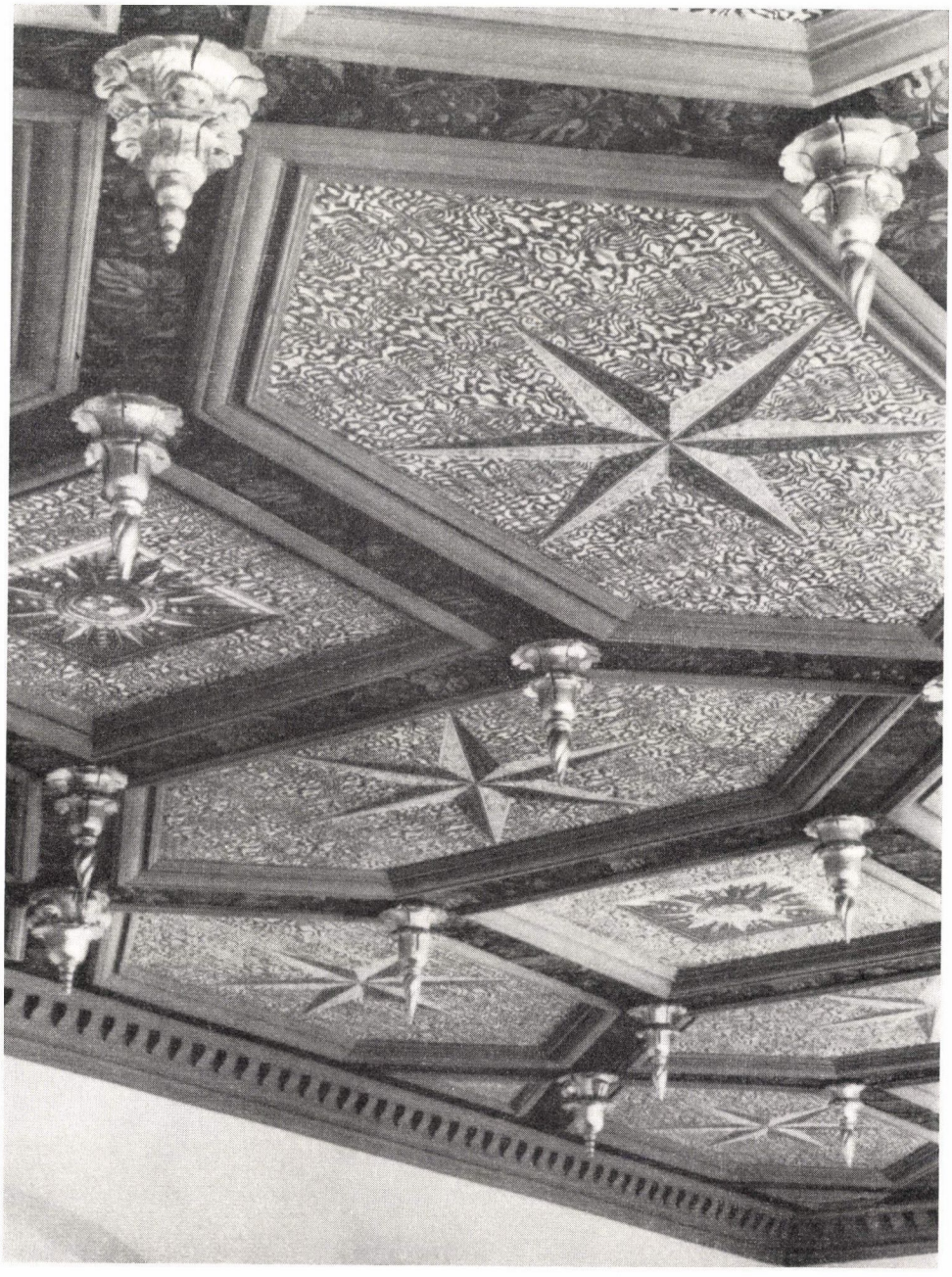
Die Arbeiten sind damit noch nicht abgeschlossen. Architekturstudenten der Technischen Universität Dresden erarbeiteten gemeinsam mit dem Institut für Denkmalpflege Vorschläge für den weiteren Ausbau der Insel Göltzsch in Rodewisch. So sollen einmal Ausstellungsräume entstehen, in denen die bildenden Künstler des Vogtlandes neue Kunst zeigen werden. Gaststättenräume werden errichtet, auf den wiederhergestellten alten teichförmigen Wassergraben stehen im Sommer Ruderboote zum gondeln bereit. So wurde aus dem alten Stadtgut durch systematische denkmalpflegerische Forschungen alte verlorengegangene Werte wiederentdeckt, sorgfältig konserviert und restauriert, der Gegenwart wieder verständlich und sichtbar gemacht. Diese wiedergewonnene sichtbare Geschichte wurde Ausgangspunkt für die Zuordnung neuer kultureller Einrichtungen, wie das Museum mit Darstellungen der mittelalterlichen archäologischen Funde, der Geschichte der 400jährigen Messingbearbeitung in Rodewisch, der Geologie und Mineralogie der Landschaft sowie heimatkundlicher Probleme. Eine Stätte für gegenwärtige künstlerische Schaffen entstand in einer alten Scheune, die im 16. Jh. Wohnsitz der Herren von Göltzsch war. Neben der alten Insel Göltzsch entstanden ausgedehnte Parkanlagen, die nach den Plänen des Instituts für Denkmalpflege noch erweitert im Tal der Göltzsch zwischen den Städten Auerbach und Rodewisch zu einem großen Erholungspark gestaltet werden. Dieser Großpark wird auch mit Sportstätten aller Art ausgestattet sein. Ein kleines Stadion und ein ausgedehntes Freibad sind bereits vorhanden. In dieser etwa 25 ha umfassenden Gesamtanlage ist historischer, geistiger und musischer Mittelpunkt die Insel Göltzsch, auf der durch denkmalpflegerische Bemühungen eine nahezu 800-jährige Geschichte wieder sichtbar zum Mittelpunkt gegenwärtigen kulturellen Schaffens gemacht wurde.

*

Hans Nadler hozzászólásában Göltzsch koraközépkori vármaradványait ismertette, melyek Rodewischben maradtak meg. A Normandiában „la motte"-nek nevezett földvár Németországban „Bühl" néven ismert szerény védelmi képességű mű, mely szász területen főleg a XI—XIII. századokban található. Egy ilyen kis vár feltárását és állagbiztosítását ismerteti a Szerző, mint olyat, mely alkalmas a műemlékvédő régi feladatait: a kutatást, megőrzést és értelmező bemutatást szemléltetni, emellett példa egy kísérletre, mint lehetett egy elfelejtett műemléket ismét felfedezni, és a közönség tudatában feleleveníteni, a nemzet szellemi kincsévé tenni.



19. Schlösschen Göltzsch mit dem hergestellten Wassergraben. — Göltzsch kiskastélya a helyreállított vizesárokkal



20. Zappfendecke in d. Schlösschen — Részlet az előadóterem mennyezetéről a kastélyban



21. Vortragsaal in d. Schlösschen — Előadóterem a kiskastélyban

Az épületmaradványok legrégibb része csak XVI. századi, azonban az okmányok említése nyomán végzett ásatások egy korai várat tártak fel, melynek mintegy 7 m széles vizesárka volt. Ez az árok egy kb. 2 m magas földsánccal ellátott „szilárd ház"-at vett körül. A „szilárd ház" kb. 21 × 21 méteres alapterületű volt, 1,20 m vastag falakkal. Hasonló elrendezés a XII—XIII. sz. fordulóján gyakori, ismert — mondja Nadler —, ahol 5—20 m átmérőjű szigetecskén találtak 5 × 5 m alapterületű lakótornyokat, szilárd alsótesttel és favázas felső emeletekkel. E lakótornyokat rendszerint 5—10 m széles vizesárok védte, mely 1—1,5 m mély volt. Ezt ismét egy sánc övezte, melyen gyakran még fa-védőfolyosó volt. A vár gyakran tószerűen kibővül, amikor a lakótorony és előterében emelt gazdasági épületek védelmét szolgálja.

Az ásatást megnehezítette a 60 cm mélységben talált talajvíz, amit el kellett terelni és szivattyúzni. De másrészt éppen e magas vízállásnak köszönhető, hogy a felhordott vastag iszaprétegben számos lelet szépen konzerválódott a XII. sz. végétől a XVII. sz.-ig.

Az ásatások gazdag eredménye nemcsak a helytörténet, hanem a szélesebb környék számára is oly jelentősnek bizonyult, hogy elhatározták a romok állagának biztosítását és az egész együttesnek egy új kulturális programot adni. E program végrehajtása során a kiásott romfalak védő ráfalazásokat kaptak, az egykori vizesárkokat pedig visszaállították. Az ásatás közvetlen közelében álló kis XVII. századi kastély 4 termében rendezték be a leletek kiállítását, mely egy helytörténeti gyűjtemény kiindulási helye máris. Az épület pedig kis előadótermével a környezően kiépülőfélben levő, mintegy 100 000 főre tervezett település egyik kulturális központja lesz.

ALFRED MAJEVSKI (Kraków)

NIEDZICA — EINE UNGARISCHE BURG IN POLEN

Eine der schönsten, in malerischer Szenerie gelegenen, mittelalterlichen Burgen Polens, inmitten einer bezaubernden Gebirgslandschaft, ist das Burgschloss von Niedzica — die einzige ungarische Burg in Polen. Der Gebirgszug der Pieniny schliesst im Norden das Zipser Land, dessen Geschichte schon seit Anbeginn des frühen Mittelalters in engster Beziehung zur Geschichte Polens wie auch Ungarns stand, ab. Die mächtige Barriere des Karpathen Gebirgszuges bildete seit je und für alle Zeiten die natürliche Grenze für die Völker, die auf beiden Hängen des Karpathenmassivs wohnten. Gewaltige Urwälder erschwerten die gegenseitige Fühlungsnahme der Völkerschaften zu beiden Seiten dieses Gebirgszuges. Den einzigen Weg, der eine Siedlungsinfiltration in diese Urwälder ermöglichte, ergaben die Flusstäler. Im Raum der Zips und Orawalandes bildeten sich solche natürliche, geographische Gegebenheiten heraus, die es ermöglichten, dass die Täler der Flüsse Dunajec und Poprad, die zur Wasserscheide der Weichsel gehören, mit den Tälern der Flüsse Waag, Nitra und Hron im Westen und dem Hornad im Osten, die alle schon zur Wasserscheide der Donau gehören, Verbindung miteinander anbahnen konnten. Die Täler dieser Flüsse bilden seit unübersehbarer Zeit die Strasse, die die Länder zu beiden Seiten der Karpathen miteinander verbinden. Als im Mittelalter die Staatsgrenzen zwischen Polen und Ungarn in diesem Raum sich soweit festigten und enge politische wie auch wirtschaftliche Bindungen eine lebhafte Entwicklung des Handels förderten, führten eben dieser Täler entlang die Handelswege, die Polen mit Ungarn verbanden.

Gegen Ende des X. Jh. gehörte der ganze Raum der Zips zu Polen. Um das Jahr 1000, unter dem polnischen König Boleslaus Chrobry, reichten die Grenzen Polens bis an die Flüsse Waag und Theiss. Nach dem Tode Boleslaus Chrobrys traten die Grenzen auf die Linie der Waag, der Niederen Tatra und des Hornad zurück. Diese historische Tatsache ist durch ein Dokument des Kaisers Heinrich IV., ausgefertigt für das Bistum von Prag aus dem Jahre 1086 bestätigt, laut dem die Provinz an der Waag, zu jener Zeit zum Krakauer Land gehörte. Im XI. Jh. stabilisierte sich die polnisch—ungarische Grenze ungefähr auf der Wasserscheide der Flussläufe des Poprad und des Hornad. Ladislaus I., König von Ungarn (1077—1095), gründete zur Festigung der ungarischen Grenze vierzehn militärische Siedlungen, mit sogenannten königlichen Lanzierern, deren Aufgabe es war die ungarische Grenze in der Zips zu schützen. Der Wasserlauf des Hornad, dessen Gebiet die eigentliche Zips bezw. die untere Zips bildet, ist reich an Erzen und gehörte bereits im XI. Jh. zum ungarischen Reich. Der Wasserlauf des Poprad gehörte in dieser Zeit noch zu Polen und bildete einen Teil des Sandezer Landes. In der ersten

Hälfte des XII. Jh. fiel ein Teil des Poprad Wasserlaufs, südlich von Podoliniec gelegen, ebenfalls von Polen ab. Der polnische Chronist aus dem XV. Jh., Jan Długosz, berichtet in dieser Sache, dass König Koloman von Ungarn (1095—1114), seinen ältesten Sohn Stephan mit Judith, der Tochter des polnischen Königs Boleslaus des Schiefmündigen verlobte, die als Mitgift die Ländereien der Zips, die zu Polen gehörten, mit der Bedingung erhielt, dass diese nach dem Tode Stephans zu Polen zurückkehren. Seit dieser Zeit verblieb das ganze Gebiet der Zips bei Ungarn und nur ein unbedeutender Teil davon kehrte unter der Herrschaft des polnischen Königs Jagiełło im Jahre 1412 als Unterpfand an Polen zurück. Schon um die Mitte des XII. Jh. begann der ungarische König Géza II. diese entvölkerten und waldigen Gebiete der Zips, mit für diesen Zweck herbeigeführten deutschen Kolonisten zu besiedeln. Kaum dass die deutschen Siedler sich in der Zips einrichten konnten, wurden sie durch den Einfall der Tataren im Jahre 1241 völlig vernichtet. König Béla IV. von Ungarn (1235—1270) beginnt die Zips von neuem zu kolonisieren und ruft neue deutsche Siedler ins Land. Der ungarische Kolonosationsdrang, der seinen Anfang schon in der ersten Hälfte des XII. Jh. nimmt, und unter Béla IV nach dem Einfall der Tataren weitergeführt wird, führte zur Annexion und Einverleibung eines bedeutenden Teiles der Zips ins ungarische Reich. In der Siedlungsaktion der Zips, die durch die Ungarn im Laufe des XIII. u. XIV. Jh. sehr energisch durchgeführt wurde, halfen den ungarischen Königen die Pfarrer (Bischöfe) der Zips wie auch die ungarischen Magnatengeschlechter der Berzeviczy, der Mariassy und Görgey.

Dafür, dass erwähnte Siedlungsaktion in der Zips bereits bestehende, ethnisch slavische Siedlungen erfasste, sprechen einige Namen dieser Orte slavischer Herkunft, die bis auf den heutigen Tag erhalten blieben und mehr polnischen als slovakischen Klang haben, da die Slovaken, indem sie aus den der Donau anliegenden Tälern, der Waag entlang aufwärts vordrangen, im XIV. Jh. in der Zips noch nicht angelangt waren. Das ungarische Geschlecht der Berzeviczy kolonisierte das Gebiet von Biała Spiska bis Magura Spiska wobei die Ländereien dieser Familie im XIV. Jh. bis an die Ufer des Dunajec reichten. Ausser dem Schloss in Strażki gehörten ihnen *Lendak*, *Rakuzy*, *Słowiańska Wieś*, Lechnica, Huncowce, Łomnica und Staraleśna. Im Jahre 1319 gründet Kokosz Berzeviczy »Czerwony Klasztor« (das Rote Kloster), am Ufer Dunajec gelegen, und um 1325 errichten die Berzeviczy auf dem rechten Ufer des Dunajec die Burg von Niedzica.

Im XIII. Jh. und zu Anfang des XIV. Jh. gehörte zu Polen vom Zipser Land nur noch das sogen. Gebiet von Podoliniec mit den Städten Podoliniec, Gniazda und Lubowla, die einen Teil des Sandezer Landes ausmachten. Gegen Osten von Lubowla zog sich schon ungarisches Land, das zum Schloss von Pławiec (Palocsa) gehörte, hin. Am Anfang des XIV. Jh. geht das sogen. Zamagurze Spiskie Land wie auch das Gebiet um Podoliniec in die Hände der Berzeviczy über.

Um das Jahr 1308 besetzt Máté Csák, der Fürst zu Trenczyn, die ganze Zips und wollte mit Hilfe der Tschechen sich der Herrschaft der Ungarn entledigen, weshalb er Kriegshandlungen mit dem ungarischen König Karl Robert aufnahm. Seine Mannschaften hielten in ihren Händen durch vier Jahre lang, sowohl die Burg in Lubowla wie auch die Zipser Burg, die eine der grössten Ungarns war. Karl Robert nahm diese beiden Burgen erst im Jahre 1312, nachdem er Máté Csák besiegt hatte, ein. Im Jahre 1323 wurden Lubowla



1. Burg Nedec von Süden
1. Nedec vára délről

und Gniazda durch Karl Robert dem Grafen der Zips, Philip Drugeth, verliehen und seither gehören sie, der Zips einverleibt, mehr als hundert Jahre lang zu Ungarn.

Nach dem Siege der Polen über die Kreuzritter bei Grundwald im Jahre 1410, kommt es zu einer Annäherung zwischen dem polnischen König Jagiełło und dem ungarischen König Sigismund von Luxemburg. Jagiełło leiht Sigismund von Luxemburg 37 Tausend Schock Prager Groschen, wofür als Unterpfand folgende Städte an Polen zurückgeführt werden: Lubowla, Podolieniec, Gniazda, Biała, Wierzbów, Lubica, Strażce, Poprad, Sobota Spiska, Wielka, Maciejowice, Twarożna, Ruskinowce, Nowa Wieś, Podegrodzie und Włochy. Bei Ungarn verblieben 11 Städte der Zips und unter ihnen die zwei grössten Handelsniederlassungen Lewocza und Käsmark. Bei Ungarn verblieben ausserhalb des Unterpfandes, die am nördlichst gelegenen Siedlungen: Stara Wieś Spiska, Niedzica, Falsztyn und Frydman.

Die Ungarn versuchten wiederholt die verpfändeten Städte wiederzuerlangen indem sie hervorhoben, dass das Leihpfand zu hoch im Verhältnis zur erhaltenen Summe war. Der Streit der aus diesem Grunde gegen Ende des XV. Jh. hervorbrach, wurde in Breslau durch ein Schiedsgericht das der Papst einberufen hatte, indem er die Städte der Zips Polen zusprach, geschlichtet.

Die Grenze zwischen Polen und Ungarn, die sich schon zu Anfang des XIV. Jh. auf dem Dunajec stabilisierte, bestand bis zum Jahre 1769, als, unter dem Vorwand einen sanitären Schutzgürtel schaffen zu müssen der die Ungarn vor Ausbreitung der Pest schützen sollte, die Heere Maria Theresiens nicht nur die Zips aber auch das Sandezer Land besetzten, womit der Auftakt zur ersten Teilung Polens gegeben war.

Die Burg von Niedzica, erbaut von den Berzeviczy zu Anfang des XIV. Jh. auf dem rechten Ufer des Dunajec, unweit (ungefähr 2 km) der auf dem linken Ufer schon seit dem XIII. Jh. bestehenden polnischen Burg Czorsztyn, kontrollierte einen wichtigen Abschnitt des Handelsweges der unmittelbar am Fusse des Burghügels von Niedzica, aus Ungarn nach Polen führte. Es war ein Seitenabschnitt der grossen Handelsstrasse zwischen Polen und Ungarn die ihren Anfang in der Hauptstadt Ungarns Buda nahm und über Koszyce entlang der Täler des Hornad und Poprad nach Alt- und Neu-Sandez, und von da weiter nach der Hauptstadt Polens, Krakau, führte. Eine Abzweigung dieser Route war der Wegber Lubowla nach Stara Wieś Spiska zum Fusse der Burg von Niedzica, wo man den Fluss auf die polnische Seite des Dunajec überquerte, und von da am Fusse der Burg von Czorsztyn durch den Engpass von Kluskowce der Weg nach Krościenko und von dort dem Dunajec entlang über Jazowsko nach Sandez führte. Der Wegabschnitt der von Stara Wieś Spiska unterhalb der Burg von Niedzica läuft, gestattete es, den für den Wagenverkehr völlig unzugängliche Dunajecdurchbruch in den Pieninen zu umgehen. Eben diesen Weg benützten im Mittelalter königliche Gefolge, Gesandschaften und wehrhafte Ritter die sich aus Ungarn nach Polen begaben. Es war zwar ein längerer Weg als der der dem Poprad Tale entlang führte, aber dafür bedeutend bequemer.

Diesen Weg benützte der polnische König Kasimir der Grosse als er nach Ungarn reiste; diesen Weg schlug im Jahre 1370 der König von Ungarn Ludwig der Grosse ein als er sich nach Polen begab um da den Thron zu besteigen; hier fuhr auch im Jahre 1384 die in Polen langersehnte Königin Hedwig, im Gefolge des Kardinals von Gran (Esztergom) und der höchsten Würdenträger Ungarns, vorbei. Diesen Weg, am Fusse der Burg entlang, befuhr des öfteren der polnische König Ladislaus Jagiełło wenn er sich zu einer Zusammenkunft mit dem König von Ungarn, Sigismund von Luxemburg, begab.

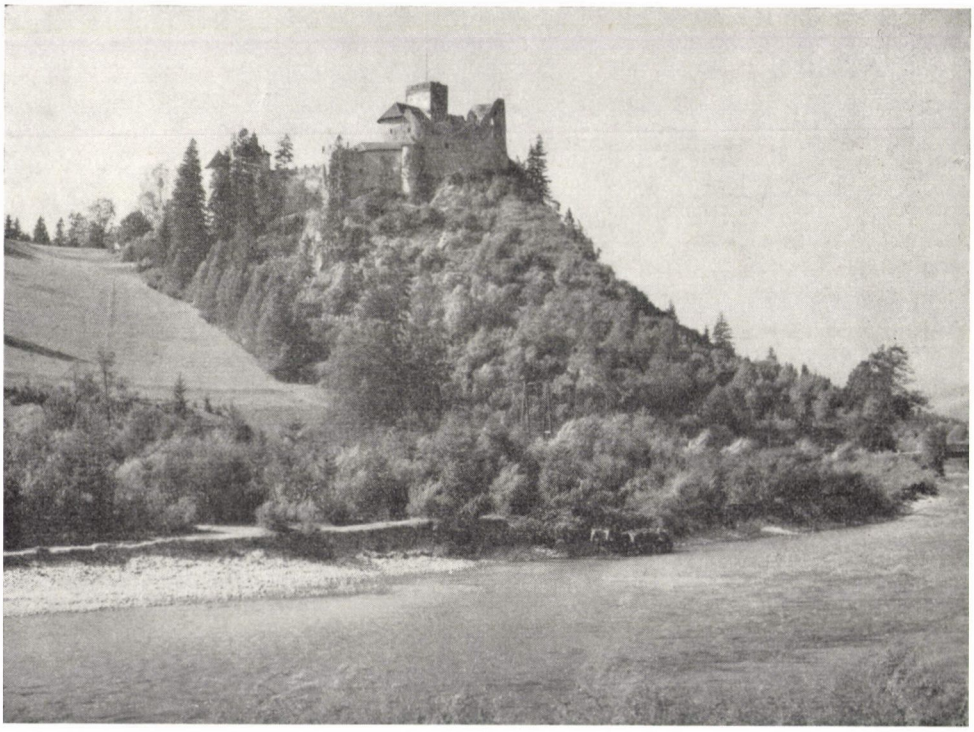
Diesen Weg wählte auch der junge, heldenhafte polnische König Ladislaus Warneńczyk, als er auf den ungarischen Thron berufen wurde. Dort, auf der Burg von Czorsztyn, verabschiedeten ihn seine Mutter Sofie und sein Bruder Kasimir.

Historische Überlieferungen betreffend die Burg von Niedzica

Die Geschichte der Burg in Niedzica reicht bis in den Anfang des XIV. Jh. zurück. Die erste und älteste Erwähnung der Burg von Niedzica enthält das erhaltene Testament das der Obergespan der Zips und des Orawa-Landes, Wilhelm Drugeth, im Jahre 1330 auf der Burg in Sáros niedergeschrieben hat. Auf Grund dieses Testaments schenkte er seine Besitzungen und insbesondere, unter anderen, die Burgen in Plawiec (Palocsa), Lubowla und Niedzica, die als »novum castrum Dunaiecz« bezeichnet wird, seinem Bruder Nikolaus. Den Namen dieser Burg nahm man vom Flusse der den Fuss der Burghöhe umspülte

und seinerzeit die Interessengebiete Ungarns und Polens abgrenzte. Es war aber noch ein zweiter Name der Burg im Gebrauch, der vom Dorfe Niedzica, das älter als die Burg war, abgeleitet wurde.

Die im Dorfe Niedzica bestehende gotische Kirche soll aus dem Jahre 1278 stammen und somit bereits in der zweiten Hälfte des XIII. Jh. durch die hier ansässigen Bewohner des Dorfes erbaut worden sein. Die erste gesicherte Nachricht über diese Siedlung stammt jedoch erst aus dem Anfang des XIV. Jh. In Urkunden wird für sie der Name Nisitz, Nyznecz bezw. aus dem Ungarischen Nedecz, geführt. Zu Anfang des XIV. Jh. unterstand einem gewissen Kokosz aus Brzozowica das ganze Gebiet, beginnend von der Spiska Magura bis zum Dunajec. Er war der Sohn des Rykolf aus Łomnica, des Obergespans der Zips und Enkel des Rüdigers, der aus Tirol stammte. Die Ehefrau jenes Rüdigers war eine Hofdame der Gertrude von Meran, der Gattin des Andreas II, Königs von Ungarn (1205—1235). Dank ihrer Beziehungen zum ungarischen Hofe erhielt die Ehefrau Rüdigers für sich und ihren Bruder Adolf, den Pfarrer der Zips, Ländereien die am Poprad und am Fusse der Tatra liegen. Diese Verleihung Andreas II bestätigte Bela IV im Jahre 1249. Dieser comes Rudigerus hatte zwei Söhne, Hermann Polan und Rykolf, die an der Seite des Königs von Ungarn, Ladislaus IV, des Sohnes Stephans V, gegen Ottokar den König von Böhmen kämpften und dabei schwere Ver-

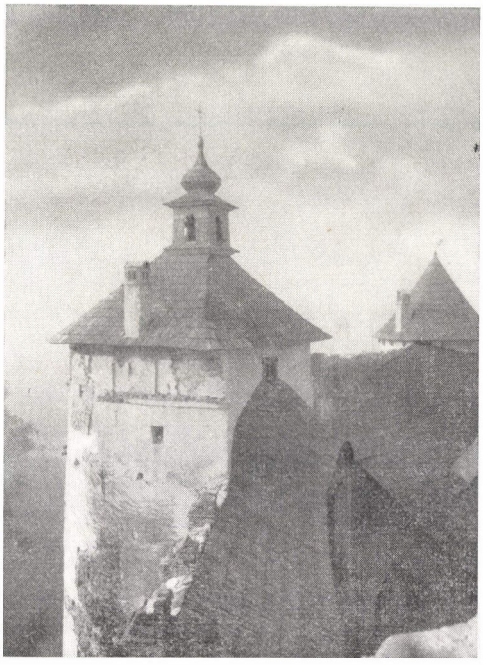


2. Burg Nedec von Südosten
2. Nedec vára délkelet felől

wundungen davontrugen. In Anerkennung dieser Verdienste erhielten sie im Jahre 1278 von jenem Ladislaus, dem König von Ungarn, die Dörfer Farkoszowce und Pikowce. Im Jahre 1288 erhielt Rykolf vom König Ladislaus das Dorf Tarcza mit Erbrecht. Rykolf besass vier Söhne: Johann von Łomnica, Rykolf von Tarko, Kokosz und Heinrich. Johann, vorausgesetzt der älteste von ihnen, gründete im Jahre 1317 eine Siedlung, genannt Grünwald, wahrscheinlich das heutige Błażowce. In diesem Jahre bestand bereits Brzozowica (Berzevicza). Johanns Sohn Michael, erbaute im Jahre 1350 eine Burg in Brzozowica und von dieser leitete diese Linie ihren Familiennamen der Berzeviczy ab. Johann ist also der Urahne des Geschlechts der Berzeviczy. Der Bruder Johanns, Kokosz (auch Kokas, Kokus, Gallus genannt), verkaufte im Jahre 1320 seinem Bruder Johann und dessen Sohne Michael, für 100 Mark (polnisch: »grzywna«) das Gebiet von Friedmann und die Dörfer Niedzica, Kacwin und Frankowa am Niedzica-Bach wie auch Waldgelände zu beiden Seiten der Białka vom Dunajec bis zu den Quellen dieses Flusses, also bis tief in die Tatra hinein. In diesem Dokument, das Fejer in seinem »diplomatorium« anführt, wird die Burg überhaupt nicht vermerkt, jedoch ist dort die Erwähnung eines Dorfes »villam Nisitz circa aquam Nisitz«. Folgerichtig musste die Burg etwa später, nach 1320, errichtet worden sein und aller Wahrscheinlichkeit nach, erbauten sie die Berzeviczy, Johann oder sein Bruder Rykolf, die schon seit 1325 in deren Besitz waren. Sie musste also zwischen den Jahren 1320—1325 erbaut worden sein, da im Testament des Drugeth aus dem Jahre 1330 schon die Rede von einer neuerbauten Burg Dunajec ist. Johann Berzeviczy, der Bruder des Kokosz, hatte vier Söhne: Rykolf, der in Lendak Pfarrer war, Heinrich, Michael und Johann. Heinrich hatte einen Sohn namens Peter, den man Peter den Schwarzen von Łomnica nannte. Er war Schatzmeister des Königs Sigismund von Ungarn und war im Jahre 1425 der Besitzer der Burg von Niedzica. Im Pfandbrief aus dem Jahre 1412, laut welchem Sigismund von Luxemburg, König von Ungarn, dem König Jagiełło 13 Städte der Zips verpfändete, wurde beschlossen, dass die polnische Gesandschaft die verabredete Summe von 37 Tausend Schock Prager Groschen auf der Burg in Niedzica auszahlen werde, was auch daselbst geschah und hiermit, auf Grund dieses historischen Aktes, die Burg von Niedzica in die Geschichte Polens einging. Weiterhin wurde im Pfandbrief beschlossen, dass wenn es zu einer Rückerstattung der geliehenen Summe kommen sollte, dies ebenfalls auf der Burg von Niedzica stattzufinden habe. Im Jahre 1439 ist die Burg von Niedzica in den Händen Johanns Schwarz, des Sohnes Peters. Er starb kinderlos im Jahre 1470 und liegt in Wielka Łomnica begraben, wo auf seinem Grabmal die Inschrift lautet: »Joaannes Schwarz de Berzeviczy«. Folglich verblieb die Burg von Niedzica seit ihrer Entstehung über 150 Jahre lang im Besitz der Familie Berzeviczy. Nach dem Tode des Johann Schwarz Berzeviczy im Jahre 1470, ging die Burg in den Besitz des Obergespans von Niedzica, Emerich Zapolya, über. Zapolya gehörte zu den ergebensten Anhängern des Hauses Hunyady und seit der frühesten Jugend stand er im Dienste Johann Hunyadys. Als der Sohn Johann Hunyadys, Mathiasz, König wurde — ernannte er Emerich Zapolya zum Obergespan der Zips und auf diese Weise ging die Burg in die Hände der Zapolyas über. Emerich Zapolya befestigte die Burg von Niedzica und baute sie um das Jahr 1470 weiter aus. Die Wehrhaftigkeit der Burg musste schon früher bedeutend gewesen sein, da im Jahre 1431, als an der Burg vorbeiziehende Hussitenhorden das in der Nähe liegende Kloster der Kartäuser

in Lechnica völlig ausplünderten, sie es nicht wagten diese nazugreifen. Dasselbe wiederholte sich zwei Jahre später, als die Hussiten die ganze Zips verwüsteten. Nach dem Tode des Emerich Zapolya im Jahre 1487, wurde Stephan, sein älterer Bruder Obergespan der Zips und zugleich Eigentümer der Burg von Niedzica. Als Stephan im Jahre 1499 starb, hinterliess er einen Sohn Johann, den späteren König von Ungarn, und eine Tochter Barbara, die der König von Polen Sigismund I, genannt der Alte, zur Frau nahm. Die Witwe des Stephan Zapolya, Hedwig, erwarb im Jahre 1507, käuflich, vom Andreas Horváth die Ortschaft Likawa im Komitat Liptów, wofür sie ihm 2000 Gulden in bar einzahlte und zugleich die Burg von Niedzica im Werte von weiteren 2000 Gulden in Zahlung gab. Auf diese Weise ging die Burg von Niedzica zum ersten Mal in die Hände der Familie Horvath über.

Im Jahre 1526, am 29 August, erlitt das ungarische Volk im Kampf mit den Türken eine tragisch-folgenschwere Niederlage. An diesem Tage, in der Schlacht bei Mohács, fiel auch der ungarische König Ladislaus II (Jagiellonczyk). Infolge dieser Niederlage verlor Ungarn seine Unabhängigkeit und das ungarische Hoheitsgebiet zerfiel in drei Teile. Den südlich-mittleren Teil mit der Hauptstadt Buda nahmen die Türken ein, den nord-westlichen, Ferdinand von Österreich, der Bruder des deutschen Kaisers Karl V. Siebenbürgen verblieb als politisch autonomische Einheit unter der Kontrolle der Türken. Die nationale Partei rief den Wojewoden von Siebenbürgen und Obergespan der Zips, Johann Zapolya, zum König von Ungarn aus. Infolge dieser Zersplitterung wurde ein Bürgerkrieg zwischen den Anhängern Zapolyas und denen Ferdinands, der im Jahre 1526 zum König von Ungarn ausgerufen wurde, unvermeidlich. Während der Kampfhandlungen zwischen Zapolya und Ferdinand, fiel die Burg von Niedzica in die Hände der Anhänger Ferdinands und auf der Burg regierte jetzt als Burggraf Stephan Potturniański, der Starost der Zips, jedoch schon im Jahre 1528 überfiel der Heerführer Zapolyas, Peter Kostka von Orawa, der vorher Ferdinand gedient hatte und auf die Seite Zapolyas übergegangen war, aus dem Hinterhalt die Burg von Niedzica und eroberte sie für seinen Herrn. Als die Heere Ferdinands unter der Führung Kaspar Seredys sich bemühten die Burg zurückzuerobern, liess er Kostka Potturniański als Verräter enthaupten und nach Verstümmelung seiner Leiche, auf den Pfahl aufspiessen. In dieser Zeit blühte das Räubertum in der ganzen Zips. In der Burg von Murany setzte sich Mathias Basó fest. Seine Söldner brandschatzten und plünderten seit 1528 die ganze Umgegend. Unter anderen plünderten sie das begüterte Kloster der Kartäuser von Lapis Refugii. Auf dieselbe Weise plünderten die Raubritter der Burg von Niedzica das Kloster von Lechnica indem sie ungefähr 900 Stück Rindvieh raubten und die Mönche verjagten. Im Jahre 1529 ging die Burg von Niedzica mitsamt dem Gespanat der Zips in die Hände des polnischen Magnaten Hieronymus Łaski über, der eine der interessantesten Persönlichkeiten jener Zeit, nicht nur in Polen sondern auch in Ungarn, war. Das Geschlecht der Łaski, des Wappens Korab, stammte aus dem Sieradzer Land. Der Urahne dieses Geschlechts war Albert (Wojciech) von Krowica und Łask, den Paprocki, nach Długosz, als Kastelan von Łeczyca, gestorben im Jahre 1417, erwähnt. Eine der hervorragensten Gestalten des XVI. Jh. in Polen ist Jan Łaski, der Grosse Kron-Kanzler und Erzbischof von Gnesen, der als erster eine Zusammenstellung von Staatsverordnungen, bekannt als »Statut des Laski« (1506), niederschrieb und gegen Ende der Herrschaft des Königs Alexanders veröffentlichte. Hieronymus

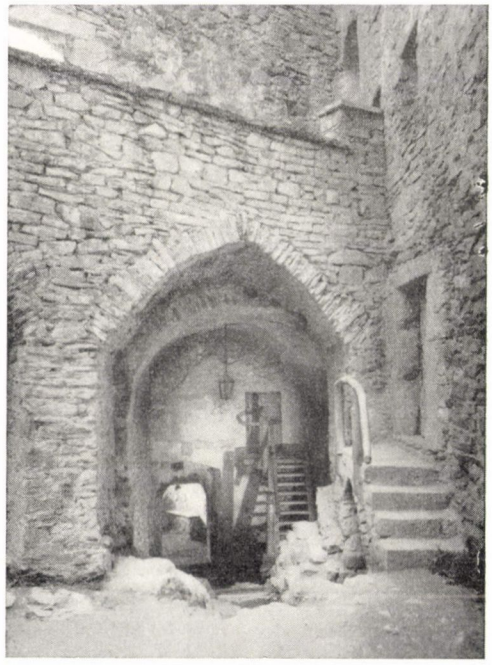


3. Burgkapelle
3. Várkápolna

Łaski, ein Neffe des Erzbischofs Jan Łaski, besass neben grossen Tugenden und Fähigkeiten, dank denen er seine Umwelt überragte, auch negative Charaktereigenschaften. Machthunger und Ruhmsucht verzehrten ihn; fieberhafte Eitelkeit wie auch wahnwitziger Stolz und übertriebenes Selbstbewusstsein verblendeten ihn. Obgleich er schon im 27. Lebensjahre zum Wojewoden von Sieradz ernannt wurde und, obwohl noch jungen Alters, der König Sigismund ihn mit einigen wichtigen und ehrenvollen Gesandtschaften an ausländische Höfe beauftragte, klagte Hieronymus über Nichtanerkennung und Undakbarkeit von seiten des polnischen Hofes. Zu diesen Untugenden kommt noch masslose Habsucht und Vorliebe für ausschweifende Lebensführung hinzu die so ungeheure Ausmasse erreichten, dass, trotz der aussergewöhnlichen Mitgift die ihm seine Ehefrau Anna Kurozwecka in Gütern, gelegen im Land von Krakau und Sandomierz mitgebracht hatte, ihm schon sieben Jahre später ein Vermögen Zusammenbruch drohte. Hieronymus Łaski bot deshalb seine Dienste Johann Zapolya an, der ihn um das Jahr 1527 auf 1528 mit einer Gesandtschaft zu Soliman dem Grossen, dem türkischen Sultan, beauftragte. Die mit ausgezeichneten Erfolg gekrönte Gesandtschaft bewahrte Ungarn vor einem türkischen Einfall und machte Zapolya selbst zum Bundesgenossen der Türkei, was durch den König Johann entsprechend gewürdigt wurde. Hieronymus wurde zum Grafen der Zips ernannt; er erhielt die Burg und die Stadt Käsmark, Rychnów und Gielnica, und unter anderen Landgütern auch die Burg von Niedzica. Die Grafschaft der Zips erhielt Łaski noch im September des Jahres 1529, aber da Käsmark sich im März des Jahres 1528 Ferdinand ergab, übergab man die Burg Käsmark erst im November 1529 nach der Eroberung Käsmarks durch die Heere Zapolyas, worauf dieselbe der Sitz des Hieronymus wurde.

Von dieser Zeit an wütete zwischen Käsmark, wo er als seinen Starosten Stanislaus Zebrzydowski einsetzte, und dem benachbarten Lewocza, das Ferdinand treu blieb, ein fast ständiger Kampf der für die Bewohner der Zips insofern schwerer zu ertragen war, da an der Spitze der Bürger von Lewocza der Anführer der dortigen Besatzung, Kaspar Seredy von Makowica stand, der die Orte in der ganzen Umgebung auf rein räuberische Art plünderte. Der Versuch Łaskis im Jahre 1532 Lewocza zu erobern, scheiterte. Im Laufe weiterer Verdienste dem König Johann gegenüber, erhielt Hieronymus die Einkünfte der Abtei von Szczawnica und den Titel eines Wojewoden von Sie-

benbürgen wie auch für alle Zeiten eines Obergespans der Zips. Aber Nutzen und Vorteile die sich aus diesen Ämtern ergaben waren nicht imstande diesen habsüchtigen und zugleich verschwenderischen Hieronymus zu befriedigen, destomehr da zahlreiche Gesandtschaften die er für den König Johann unternahm, wie auch seine verschwenderische Lebensführung, ungeheure Ausgaben zur Folge hatten. Laski erwartete von seiten seines bisherigen Gegners, des Königs des römischen Reiches, noch grössere Privilegien, weshalb er den König Johann im Stiche liess und seine Dienste Ferdinand anbot. Ferdinand lehnte ihn zwar nicht mit Entschiedenheit ab, aber seine Bemühungen und Angebote nahm er kühl entgegen und vor allem hiess er ihn für die Kriegserklärung vom Jahre 1528 Abbitte leisten. Nachher, als er den Wojewoden auf diese Weise genügend gedemütigt hatte, schob er die Erledigung seines Anliegens auf weitere Zeit hinaus und währenddessen empfahl er einem gewissen Minkwitz, der in jener Zeit ein berüchtigter Abenteurer-Kondottiere war und mehrere Jahre hindurch im Dienste Zapolyas stand, gegen Ende des Jahres 1534 jedoch auf die Seite Ferdinands übertrat, in die Zips einzurücken und mit Łaski den Kampf aufzunehmen. Zugleich sollten auch gegen ihn die Städte der Zips, die dem Hause Habsburg treu geblieben waren, ausrücken. Die Lage der Łaskis begann drohend zu werden, destomehr da sie nicht im geringsten darauf vorbereitet waren und von Seiten Zapolyas keine Hilfe zu erwarten hatten. Als Hieronymus Łaski von der ihm drohenden Gefahr erfuhr, begab er sich eilends nach Krakau. In grösster Eile versammelte er um sich 2000 Mann Reiterei und Fussvolk und als er an der Spitze diese Truppe sich Käsmark näherte, erfuhr er, dass die Bildung dieser grösseren Streitkraft sich als unnötig erwies, da Minkwitz bereits sein Kriegsgefangener geworden und seine ganze Streitmacht durch die Besatzung von Käsmark ebenfalls in seine Gefangenschaft geraten war. Eine Ortschronik aus dieser Zeit beschreibt diese Ereignisse wie folgt: »Am Donnerstag nach Ostern (1. April 1535) belagerte P. Minkwitz die Burg Dunajec (Niedzica), und den kommenden Sonntag liess er sie stürmen.« Dieser Sieg über Minkwitz hielt die Städte der Zips von jedem Aufstand, Łaski gegenüber, ab. Um das Jahr 1530 veräussert Łaski die Burg von Niedzica an den Propst der Zips, Johann Horváth, für 4000 Gulden. Im Jahre 1535 begann Hieronymus Łaski unweit von Niedzica den Bau einer neuen Burg, genannt Falkenstein, von der jedoch keine Spur übrig blieb.



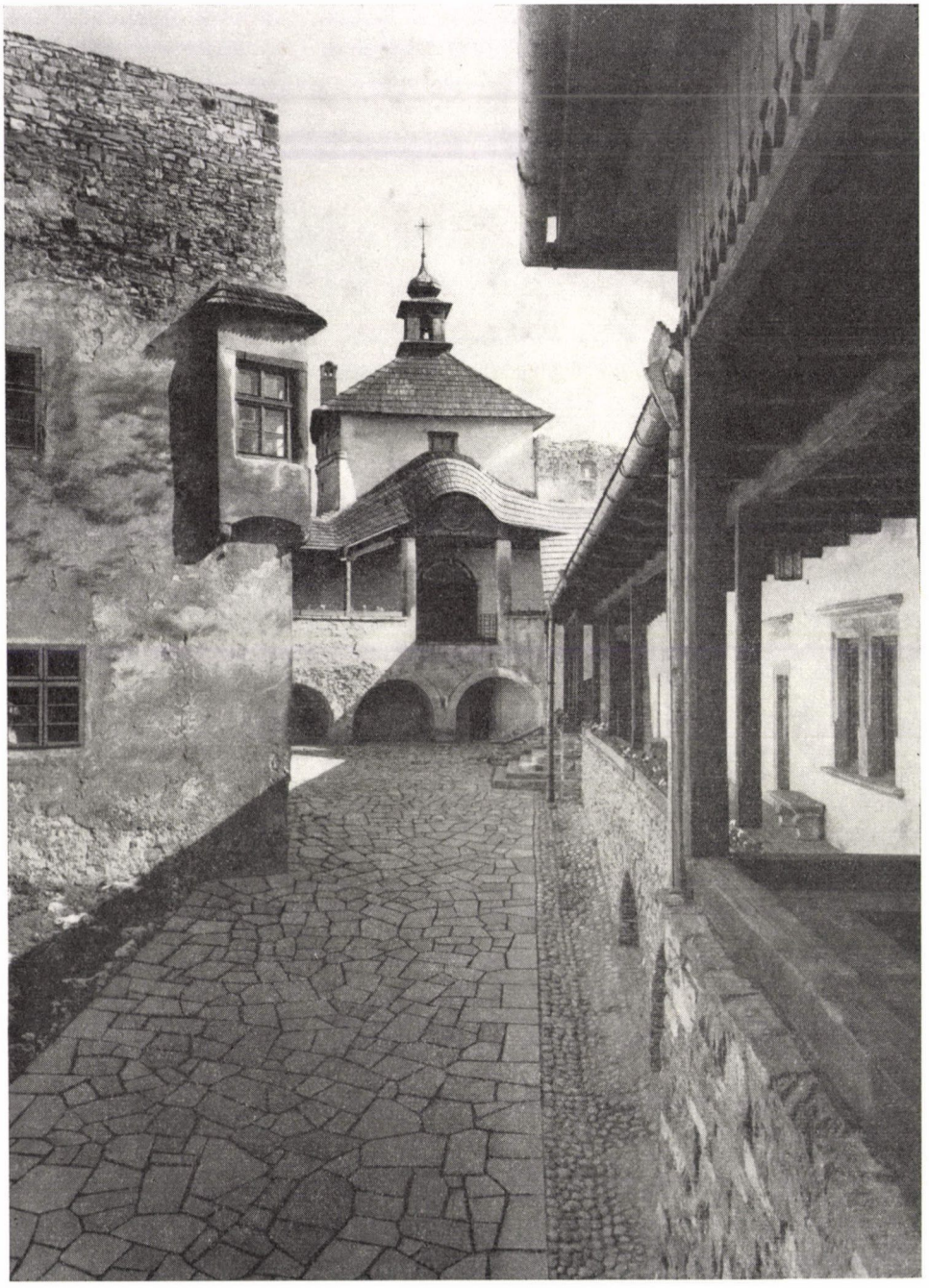
4. Gotischer Eingang der oberen Burg von innen

4. A felső vár gótikus bejárata belülről

Die erste diplomatische Mission die Hieronymus im Auftrag des Wiener Hofes unternahm, war eine Gesandtschaft nach Polen, deren Ziel es war Sigismund den Alten, den König von Polen, von einem Feldzug gegen Peter, den Wojewoden der Moldau, abzuhalten, Ferdinand wollte ihn nämlich später für seine Kriegshandlungen gegen Zapolya gewinnen. Während seines diplomatischen Aufenthalts in Krakau erfuhr Łaski von den Eroberungen der Truppen Zapolyas in der Zips, die bereits Koszyce eingenommen hatten. Bald darauf, da er um Käsmark Befürchtungen hegte, kehrte er mit einem in Polen ausgehobenen Söldnerheer in die Zips zurück. Die drohende Gefahr eines türkischen Einmarsches in Europa veranlasste Ferdinand zweimal Hieronymus Łaski zu Zapolya in diplomatischem Auftrag zu senden und, anschliessend, auch nach Konstantinopel zum Sultan Soliman. Damals wahrscheinlich, nachdem er aus Konstantinopel zurückgekehrt war, wo er bereits schon zum sechsten Mal mit einer Gesandtschaft verweilte, ernannte ihn Ferdinand zum Ban (Statthalter) von Kroatien und Slowenien und überliess ihm als Unterpfand für seine in Verbindung mit der ausgeführten Gesandschaft verausgabten Summen, die Burgen in Szoszedvara und Sztubice. Am 22 Dezember 1541 beendete Hieronymus Łaski sein turbulentes Leben und seine sterblichen überreste wurden in der Krakauer Kathedrale am Wawel zur letzten Ruhe gebettet.

Die Burg von Niedzica wurde für eine geraume Zeit ein Raubritternest. Um das Jahr 1533 ging die Burg in den Besitz eines Raubritters namens Georg Vitzthum über. Sein Spiessgeselle war Sigismund Kauffang. Von der Burg aus sandten sie ihre Leute die Bevölkerung und Kaufleute, die sich zu den Jahrmärkten begaben, zu berauben. Endlich, nach Überwindung grosser Gefahren, gelang es Franz von Bebek, Kauffang samt seinen Genossen, dem einäugigen Erasmus Pflug und Georg Vitzthum gefangen zu nehmen und nach Lewocza zu bringen. In Ketten gefesselt brachte man sie nach Wien, wo Kauffang enthauptet wurde. Erst nach zahlreichen stürmischen Ereignissen um die Burg von Niedzica, konnte der Probst Johann Horváth von ihr Besitz ergreifen. Horváth unterdrückte die ihm untergebenen Pfarrer indem er von ihnen enorme Abgaben verlangte, widerspenstige in Ketten schlug und ins Burgverliess von Niedzica warf. Auf diese Weise hielt er die Pfarrer Thomas Mölenbach, Urban aus Łomnica und Georg Laposztafalvy gefangen. Erst nachdem der erste 40 Gulden, der zweite 100 Gulden und der dritte 245 Gulden entrichteten, wurden dieselben aus dem Kerker unter der Burgkapelle entlassen. Horváth hatte seinerseits viele Gegner die wiederum ihm zusetzten. Insbesondere war es Andreas Batory der Burggraf der Zipser Burg. Im Jahre 1543 befahl er dem Dekan Möller die Kirchengebühren ihm und nicht Horváth einzuzahlen. Da Horváth viele Feinde unter den Grossen der Zips hatte, legte er die Probstei der Zips im Jahre 1544 nieder, ging zum Luthertum über und heiratete die Tochter eines Bürgers aus Lewocza, die Anna Zipser, die ihm Jahre im 1540 den Sohn Georg Horváth gebar. Von da an führte Horváth ein ruhiges Leben auf der Burg in Niedzica, sich vom öffentlichen Leben völlig ausschliessend. Sein Testament stammt aus dem Jahre 1564.

Wie gross die Landgüter von Niedzica waren zeugt der Umstand, dass die Weidegründe von Niedzica bis an die Gebiete reichten, die zur Stadt Biała Spiska gehörten, und vier Gehstunden entfernt lagen. Mit dieser Ortschaft hatte die Burg von Niedzica auch oft Zwistigkeiten. Im Jahre 1568 überfiel der Burggraf von Niedzica, Sigismund Palocsay die Weiden von Biała Spiska,



5. Hof der unteren Burg mit der Kapelle
5. Az alsóvár udvara a kápolnával

nahm das weidende Vieh weg, entführte 8 Bürger dieser Stadt und hielt sie 8 Wochen in seinem Burgverlies eingekerkert. Gewalttätigkeiten dieser Art wurden an der Bevölkerung sehr oft verübt.

Der Besitzwechsel der Burg von Niedzica musste sich nach dem Jahre 1564 vollzogen haben, da im Jahre 1589 Adalbert (Wojciech) Łaski, Sohn des Hieronymus, die Burg von Niedzica dem Georg Horváth aus Palocsa (Pławiec) verkaufte. Im Jahre 1589 wurde in dieser Sache vor dem Kapitel der Zips ein Verkaufsvertrag abgeschlossen, laut dem die Burg von Niedzica samt allen zugehörigen Landgütern, für alle Zeiten auf Georg Horváth und seine männen lichen Nachkommen überging. Georg Horváth kaufte auch für 35 000 Gulden die Klostergüter im benachbarten Lechnica auf. In der Burg von Niedzica selbst, führte Georg Horváth grosse Veränderungen ein; die Burg baute er aus und führte grössere Bequemlichkeiten ein. Die Inschrift, angebracht über dem Haupttor zur Burg berichtet von einem Ausbau und einer Erneuerung der Burg gegen Ende des XVI. Jh. Sie lautet wie folgt: GEORGIUS HORVAT IN PALO/CZA DUNAGECZ ET LANDEK DOMINUS AC HAERES HOC / CASTRUM VIRTUTE SUA AQ/VISIVIT EXORNAVIT ET AMPLIAVIT / ANNO DOMINI MDCI. Georg Horváth starb im Jahre 1617. Sein Sohn Stephan der die Burg von Niedzica erbte, starb im Jahre 1654. Um das Jahr 1670 geht die Burg von Niedzica in die Hände des Baron Sylvester Giovanelli über. Es war in der Zeit der Kämpfe der Kurutzen Thököly's gegen den Wiener Hof und da Giovanelli ein einflussreicher Anhänger der Gegenreformaten war, belagerte Imre Thököly die Burg von Niedzica im Jahre 1683 und griff sie mit Kanonen an, die er aus Lewocza herbeiführte. Die Burg ergab sich am 4. Mai, da sie den Kanonengeschossen nicht standhalten konnte. Giovanelli selbst erkaufte seine Freiheit mit einer grossen Geldsumme und floh nach Krakau, wo er auch im Jahre 1685 starb.

Noch im selben Jahre 1683 drangen Räuberbanden des Salantse in die Burg ein und plünderten sie völligst. Die Burg von Niedzica erfreute sich weiterhin keiner Ruhe; Johann Görgey, der Anführer der Kurutzen, belegte die Stadt Lewocza mit Kriegskontributionen und nachdem die Bürger dieser Stadt ihm 2000 Gulden einzahlten, übersiedelte er mit seinen Truppen auf die Burg von Niedzica. Dort verblieb er jedoch nicht lange, da die Zipser Chronik angibt, dass im November des Jahres 1684, die Burg Dunavetz (Niedzica) sich den kaiserlichen Heeren ergab.

Im selben Jahre, am 25. Dezember, brachten kaiserliche Truppen 60 gefangengenommene Kurutzen nach der Burg von Niedzica, die ihre Gelegenheit wahrnehmend, die Wächter übermannten, in den Kerker warfen und die Burg besetzten. Nach dem Fall Thökölys, kehrten die Giovanellis, die mit zahlreichen Magnaten der Umgebung versippt waren, auf die Burg von Niedzica zurück. Seit dieser Zeit herrschte Ruhe über der Burg von Niedzica. Die Familie der Giovanellis bewohnte die Burg von Niedzica ungefähr 100 Jahre und ihr letzter Besitzer aus diesem Geschlecht, Johann Giovanelli, wurde in der Kirche in Niedzica im Jahre 1776 zu Grabe getragen. Er wohnte nicht mehr auf der Burg aber auf dem Gute in Łapsze Niżne. Mit dem Tode des letzten Nachkommen der Giovanellis ging die Burg von Niedzica, wahrscheinlich aus Verwandtschaftsrücksichten, zum dritten Mal im Laufe ihrer Geschichte, in den Besitz der Horváths über.

Die Burg von Niedzica befand sich nach so zahlreichen stürmischen Ereignissen im Zustande grosser Verwahrlosung als sie in den Besitz der

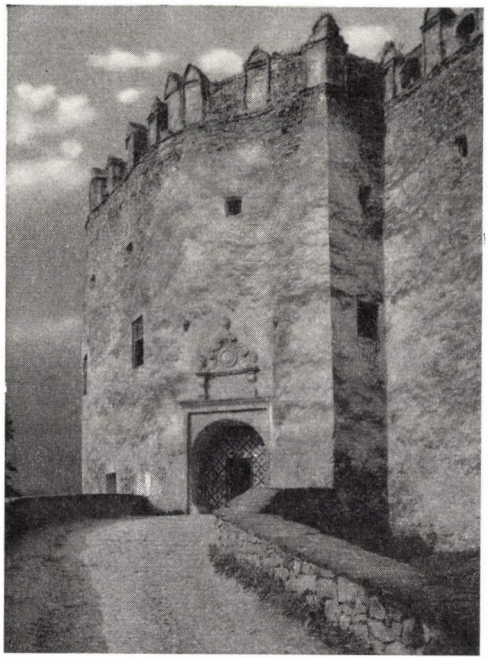
Famile Horváth überging und deshalb auch wurde sie nicht sogleich von ihnen bewohnt. Die Horváths wohnten weiter in ihrer Burg in Palocsa. Als die Burg von Palocsa im Jahre 1817 niederbrannte, erneuerte Andreas Horváth die Burg von Niedzica, adaptierte sie Wohnzwecken an und nahm dort seinen Sitz. Der Baron Andreas Horváth war das Urbild eines klassischen Feudalherren mit grossherrschaftlichen Einfällen und Schrullen. Wie Samual Weber[1] berichtet, gab es in ganz Ungarn keine andere herrschaftliche Residenz, wo man sich als Gast besser gefühlt hätte als auf der Burg von Niedzica. Der spitzfindige und charmante Gastgeber hatte keine andere Sorgen als den Aufenthalt auf Niedzica seinen Gästen wie am angenehmsten zu gestalten, wobei sich die Vergnügungen und Trinkgelage ohne Ende hinzogen. Unter den grossen Vergnügungsveranstaltungen die in jener Zeit in den Mauern der Burg von Niedzica stattfanden, gruben sich zwei davon tief ins Gedächtnis der Zips ein. Anlass zu einem Fest gab Andreas Horváth die Beendigung der Erneuerungsarbeiten der Burg am 21. Januar 1823. Zweichundert Gäste amüsierten sich hier drei Tage und drei Nächte lang. Als die Gäste sich am dritten Tage im grossen Burgsaal versammelten um sich zu verabschieden, liess der Gastgeber alle Tore der Burg schliessen und erklärte, dass nach altem Brauch alle Gäste die sich zum ersten Male auf Niedzica befänden, sich einer Zeremonie des Verprügelns mit einer Schaufel unterziehen müssen. Es halfen keine Einwände. Auf einem Sofa das in der Mitte des Saales aufgestellt war, erhielten die Herren wie auch die Damen je drei Schläge mit einer Schaufel, damit sie die auf Niedzica verbrachten schönen Tage nicht vergessen sollten.

Ein weiteres derart üppiges Fest veranstaltete Horváth im August 1828, aus Anlass der Übernahme, durch Stefan Csáky, des Amtes eines Obergespans der Zips. Zum Anführer des berittenen Geleits von 250 Adeligen, das den neuen Obergespan in Lewocza begrüssen sollte, wurde Baron Andreas Horváth auf Niedzica ernannt. Damit die Truppe reibungslos auftreten konnte, lud Horváth 50 ungarische Edelleute für 2 Wochen nach Niedzica ein, um Reitübungen auszuführen, wobei man die Abende bei Zigeunermusik und brausenden Belustigungen verbrachte. Jährlich wurden hier auf der Burg auch grössere Vergnügungen veranstaltet aus Anlass von Zusammenkünften der Herren des Komitats um über Untergebene des Barons Gericht zu halten.

Die Persönlichkeit des Palocsay, denn so nannte man allgemein den Baron Andreas Horváth, war charakteristisch für die vor dem Jahre 1848, in welchem der Frondienst abgeschafft wurde, in Ungarn herrschenden Verhältnisse. Davon, dass solche Adeligen-Typen in Ungarn damals allgemein waren, spricht der berühmte Roman von Jokai »Der Ungarische Nabob« dessen Held bestimmt auch Andreas Horváth sein könnte. Nach dem Tode Andreas Horváths im Jahre 1828, übernahm die Burg sein jüngerer Bruder Ferdinand, dessen im Jahre 1857 vorzeitig verstorbener Sohn Alexander, der letzte Spross der männlichen Linie des Geschleschts der Horváths auf der Burg Niedzica war.

Erbin der Burg Niedzica wurde die Schwester Alexander Horváths, Kornelia, die wiederum Salamon Alapi heiratete. Laut Beschluss des Testaments des Andreas erbten die Familiengüter der Horváths die Söhne der Kornelia: Aladar, Geza, Tivadar und Attila Salamon. Um die Mitte des XIX. Jh. brannte die Burg Niedzica ab. Im Jahre 1861 erneuert, wurde sie wiederum

[1] Samuel Weber, Történelmi Tár. 1893. S. 385—408.



6. Torturm von der Wende des XVI—XVII. Jahrhunderts
6. Kaputorony a XVI—XVII. század fordulójáról

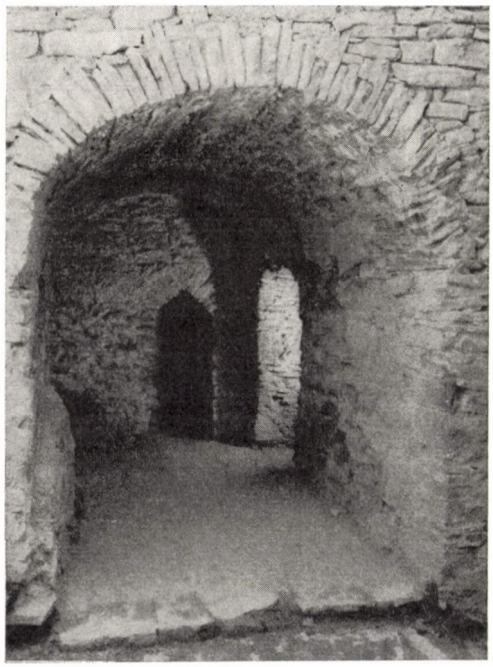
von dem Salamons bewohnt. Während der Erbaufteilung der Güter im Jahre 1869 fiel dem Tivadar (Theodor) Salamon der mit der Gräfin Gizella Csáki verheiratet war, die Burg von Niedzica zu. Im Besitz der Familie Salamon verblieb die Burg bis zum Ausbruch des zweiten Weltkrieges, worauf sie im Jahre 1945, Kraft der Agrarreform vom Staate übernommen wurde. Nach dem ersten Weltkrieg, auf Grund eines im Jahre 1920 in der Zips durchgeführten Plebiszits, befand sich die Burg Niedzica in den Landesgränzen Polens und mit diesem Tage beginnt ihre polnische Geschichte.

Im Jahre 1949 nahm das Ministerium für Kultur und Kunst die Burg Niedzica als Kulturdenkmal in seine Obhut, zugleich, zwecks Sicherstellung dieses Architekturdenkmals, Restaurierungsarbeiten in Angriff nehmend. In dieser Zeit kam eine der phantastischstens Legenden, die mit der Burg Niedzica verwoben war, ans Tageslicht.

Diese Geschichte nahm ihren Anfang in der Mitte des XVIII. Jh. als Sebastian Berzeviczy, ein Spross des Geschlechts der Berzeviczy die am Anfang des XIV. Jh. die Burg Niedzica erbaut hatten, mit dem Ziel ein Vermögen zu machen oder auch vielleicht in der Suche nach Abenteuern, nach Süd-Amerika auswanderte. Wie sich seine Geschicke auf dem amerikanischen Kontinent abspielten — ist weiter nicht bekannt. Wir wissen nur, dass er in Peru eine Indianerin heiratete, die Tochter eines Häuptlings der Inkas, mit der er eine Tochter namens Umina hatte. Um das Jahr 1781 brach ein Aufstand der peruanischen Indianer gegen die spanischen Unterdrücker unter der Führung des Inka Tupac Amaru aus. Umina heiratet zur selben Zeit einen Neffen des Tupac Amaru, desselben Namens. Der Aufstand, der sich durch fünf Jahre hinzog und dessen Höhepunkt die Belagerung durch die Indianer (Inkas) der Hauptstadt Cuzco war, brach zusammen und der Führer der Erhebung, Tupac Amaru, wurde von den Spaniern hingerichtet. Sein Neffe, der Gatte Uminas, verblieb jetzt als einziger Prätendent zum Throne der Inkas. Er flüchtet mit einem Teil der Schätze der Inkas und samt seiner Gemahlin Umina, dem Schwiegervater Sebastian und anderen Indianer-Anführern vom amerikanischen Kontinent nach Italien, wo er mit seiner Familie die Jahre zwischen 1783 bis 1797 verbringt. Gegen Ende dieses Zeitabschnittes wurde Tupac Amaru unter geheimnisvollen Umständen erdolcht. Sebastian Berzeviczy selbst, besorgt um das Leben seiner Tochter und seines Enkels, die von den Spaniern

verfolgt wurden, flieht mit ihnen nach Ungarn und beschliesst auf der Burg Niedzica Wohnsitz zu nehmen.

Zu dieser Zeit befand sich die Burg Niedzica in den Händen der Horváts von Palocsa. Sebastian Berzeviczy sollte eine bestimmte Summe aus dem Schatz der Inkas für die Burg Niedzica, die die Horváths den Indianer-Flüchtlingen als Wohnsitz abtraten, bezahlt haben. Aber hier verbleiben sie nicht lange, denn die rachsüchtige Hand der Spanier erreicht sie auch hier. Umina, die Tochter Sebastian Berzeviczys verliert ihr Leben, indem sie auf der Burg Niedzica, wo sie auch in der Krypta der Burgkapelle beigesetzt wurde, erdolcht wurde. Sebastian Berzeviczy, indem er das Leben dem Sohne Uminas retten wollte, wendet sich an seinen Neffen, Wacław Benesz-Berzeviczy, der in Mährisch Krumłow wohnt, mit der Bitte, den einjährigen Sohn Uminas zu adoptieren. Am 21. Juni 1797 versammelten sich auf der Burg Niedzica die mit Sebastian hergereisten Indianer Anführer, die als »Rat der Emissäre der Inkas« auftreten, und in ihrer Gegenwart wurde die Adoptionsurkunde mit Wacław Benesz-Berzeviczy, betreffend den einjährigen Antonio Tupac Amaru, unterzeichnet. Sebastian begibt sich darauf nach Krakau wo er nach einigen Monaten im Kloster der Augustiner stirbt. Wacław nimmt den kleinen Antonio nach Mähren und im Jahre 1798 wird er in die Pfarrbücher von Mährisch Krumłow als Antoni Wacław, Sohn des Wacław und der Anna Benesz eingetragen. Er wächst in Mähren auf und sein Adoptivvater schreibt im Jahre 1822 über ihn, dass er leider ganz von Frankreich und Deutschland eingenommen ist und von der Geschichte seines alten Geschlechts, seinem eigentlichen Namen und Titeln nichts hören möchte. Er heiratet eine Polin und hat zwei Töchter und zwei Söhne, Ernst und Wilhelm Benesz. Anton Benesz Tupec Amaru stirbt im Jahre 1877 und überweist die Dokumente und Familienandenken seinem Sohn Ernst, in dem er ihm zugleich verbat sich für diese Sachen zu interessieren da dieses Erbe nur Unglück bringe. So ging in den folgenden Generationen dieses Geschlechts die Tradition der Blutsverwandschaft mit dem königlichen Stamm der Peruaner Inkas verloren. Erst ein Ereignis das sich im Jahre 1946 auf der Burg Niedzica zutrug, brachte ans Tageslicht, dass die Burg Niedzica mit den Inkas aus dem fernen Peru, die die Burg vor hundert und fünfzig Jahren für kurze Zeit bewohnten, in einer Beziehung zu einander standen. Der Enkel des Ernst Benesz, Andreas Benesz der seinerzeit in Bochnia bei Krakau wohnte und aus Familiennachlässen



7. Gewölbe der oberen Burg vom XVI. Jahrhundert
7. Felső vár boltozatai, XIV. sz.

von den Bindungen seiner Familie mit den Inkas wusste, unternahm Forschungen nach Dokumenten die diese Legende aufklären könnten. In den Archiven der Hl. Kreuzkirche in Krakau fand er tatsächlich den Adoptionsakt für den kleinen Antonio Tupac Amaru, ausgestellt durch seinen Onkel Wacław Benesz-Berzeviczy. Dieses Dokument wurde am 21. Juni 1797 aufgestellt und eidesstattlich in der Burgkapelle von Niedzica bestätigt. In sieben Punkten fasst es die Pflichten zusammen, die Wacław Berzeviczy unter Eid auf sich nahm, indem er den kleinen Antonio adoptierte. Für die zukünftige Erfüllung dieser Verpflichtungen erhält Wacław wahrscheinlich in Niedzica, einen Teil des Schatzes der Inkas mit dem sie aus Peru geflüchtet kamen. Nach einer Erörterung der Adoptationspflichten in der Einleitung des Dokuments, legt dasselbe Wacław die Pflicht auf, dem Antonio, sobald er die Volljährigkeit erreicht hat, das Geheimnis des Inkatestaments zu offenbaren, das sich auf den Schatz der Peruaner-Inkas, der vom Häuptling Tupac Amaru vor den spanischen Eroberern im Titicaca See in Peru versteckt und teilweise in der Bucht von Vigo (in der Nähe Spaniens) versenkt wurde, wie auch auf die Summen bezieht die nicht verbraucht und durch den Rat der Emissare der Inkas hinterlegt wurden.

In Punkt vier der Adoptionsurkunde verpflichtet sich Wacław Berzeviczy das ihm durch den Rat der Emissare der Inkas ausgehändigte Dokument unter der Schwelle des Eingangstors zur oberen Burg von Niedzica einzumauern. In Punkt fünf wurde Wacław zur Pflege des Grabes der Tochter Sebastians, Umina, das sich unter dem Kapellenturm der Burg von Niedzica befindet, verpflichtet. Erwähnter Andreas Benesz, der Urenkel des Antonio Benesz Tupac Amaru, im Besitz einer Abschrift der Adoptionsurkunde, erschien am 31. Juli 1946 auf der Burg von Niedzica und beseitigte in Anwesenheit von Vertretern der lokalen Behörden die Schwelle des Eingangstores zur Oberen Burg und fand unter dieser Schwelle in der Tiefe von ca 30 cm eine Blei-Röhre von 18 cm Länge und 3,5 cm Durchmesser, zugeklopft an den Enden und mit Blei verlötet. Nach Öffnung dieser Röhre in Anwesenheit einer Kommission, entnahm man ihr ein Bündel von Riemen die durch Knoten zusammengebunden waren. An den Enden der Riemen waren goldene Blechstücke angebracht. Die drei sich voneinander abhebenden Gruppen der goldenen Blechstücke bezogen sich wahrscheinlich auf drei verschiedene Teile des Testaments der Inkas. Das aufgefundene Riemenbündel bildet ein sogen. »Quipu«, d. i. eine Zeichensprache zur Wiedergabe von Ziffern und Werten, deren sich die Indianer von Peru bedienten. Wahrscheinlich bestimmt es den Ort wo der Schatz der Peruaner Inkas im Titicaca See verborgen liegt. Am meisten interessiert an der Deutung des »Quipu« war natürlich der Ur-Urenkel des Antonio, Andreas Benesz selbst. Das weitere Los dieses »Quipu« wie auch der Schätze die dieses »Quipu« näher bestimmt, ist unbekannt.

Zu den zahlreichen Ereignissen in der Geschichte der Burg von Niedzica reiht sich noch diese romantische Geschichte der Inkas aus Peru und deren unter der Schwelle des Burgtors vergrabenen Testaments,[2] an.

[2] Die geschichtliche Darstellung der Inkas in Verbindung mit der Burg von Niedzica beruht auf einer Erklärung des Andreas Benesz vom 15. Iv. 1955 wie auch auf einer kritischen Bearbeitung von Frau Dr. Anna Kowalska Lewicka u. d. T. »Eine exotische Legende der Burg von Niedzica« (Engzotyczna Legenda niedzickiego zamku).



8. Dächer der unteren Burg
8. Az alsó vár tetői

Beschreibung der Burg von Niedzica und die Geschichte Ihres unbaus

Die Burg von Niedzica, dank ihrer Lage auf bedeutender Höhe, gehört zum Typ der Bergburgen. Die Topografie des Burghügels stellt sich derart dar, dass der höchste Felsensockel sich ungefähr 80 m über den Wasserspiegel des Dunajec erhebt und in seiner Richtung vorspringt. Auf diesem Sockel erbaute man im Anfang des XVI. Jh. die gotische Burg von Niedzica, die heutige sogenannte Obere Burg. Sie umfasste den nach Süden und Osten ausgehenden Wohnteil, einen kleineren inneren Burghof mit einem in den Felsen gehauenen, ungefähr 90 m tiefen Brunnen und einen im nord-westlichen Eckflügel gelegenen Wohn-Beobachtungsturm. Das Ganze ist in einen ovalen, sich nach Westen hinziehenden Komplex, soweit es die Ausmasse des Felssockels gestatten, einbezogen. Der Eingang zur gotischen Burg befindet sich auf der Südseite. Bis auf den heutigen Tag sind die in Stein gehauene Umrahmung des Eingangstores mitsamt Nischen und einer Rolle zum Einziehen der Zugbrücke, erhalten geblieben. Die Steilheit des Felsens ermöglichte einen Zugang zur Oberen Burg nur zu Fuss. Im Bereich der Oberen Burg befanden sich, ausser den Wohngemächern, noch eine Burgkapelle mit einer Krypta unter dem Fussboden der Kapelle. An den Mauern der oberen Burg sind noch Spuren eines gotischen Gewölbes über dem Presbyterium der Kapelle wie auch Überreste einer figuralen Polychromie, eine Kreuzigung darstellend, verblieben. Ausserdem sind noch Reste von Säulen, die den Triumphbogen der Kapelle trugen, erhalten.

Im unteren Teil des Kapellenraumes entdeckte man während der letztens ausgeführten Restaurierungsarbeiten den Grundriss einer Kapellenkrypta deren Wände mit regelmässigen Hausteinen ausgelegt sind. In den unteren Räumen der oberen Burg befanden sich die Kasematten-Verliesse wie auch Waffen- und Nahrungsmittellager. Die Wohngemächer waren in den oberen Stockwerken untergebracht. Nicht grosse Fenster mit Nischen und Fensterbänken die bis auf den heutigen Tag in den Räumen neben dem Turm erhalten geblieben sind, liessen in dieses kalte, durch Kamine erwärmte Innere, Licht und Luft hinein. Die Mauern der oberen Burg sind ganz in rotem und grauem Krynoid Sandstein, bei Verwendung von Kalk—Sand—Mörtel, ausgeführt. Die Burgdächer waren mit Schindeln bedeckt. Im Bereich des heutigen unteren Burghofes befanden sich die Wirtschaftsgebäude und das gotische Haupt-Einfahrtstor zur Burg, das in nächster Nähe des heutigen Kapellenturms gelegen war und im Jahre 1963 während wissenschaftlicher Grabungen entdeckt wurde. Das war die Darstellung der gotischen Burg die von den Berzeviczy im XIV. Jh. erbaut wurde. Die obere Burg befindet sich heute teilweise im Zerfall. Bis heutzutage erhalten blieben auf der oberen Burg zwei Stockwerke von Gefängnis Kasematten und das über ihnen gelegene Stockwerk mit Wohngemächern Sie liegen dem viereckigen Turm an, wobei alle mit aus lokalem Schichtstein ausgeführten Gewölben bedeckt sind. Gegen Ende des XIV. Jh., als Emerich Zapolya in den Besitz der Burg von Niedzica kam, sollte er sie um 1470—1487 befestigt haben. Die Burg der Berzeviczy hatte keinen Platz mehr für den Ausbau ihrer Verteidigungseinrichtungen — dies gestatteten nicht die Ausmasse des Felssockels auf dem die gotische Burg errichtet war. Die Befestigungen, die Emerich Zapolya errichtete, konnten demnach nur im Bereich der unteren Burg ausgeführt worden sein. Wahrscheinlich waren es äussere, befestigte Umgebungsmauern der unteren Burg, wie auch darin eingebaute, drei Basteien: die Bastei mit Toreinfahr zur Burg, heute Kapellenbastei genannt; die runde Eckbastei, die die Einfahr zur Burg flankiert und die Bastei über dem heutigen Einfahrtstor zur unteren Burg. Der von Emerich Zapolya durchgeführte Erweiterungsausbau von einer doppelt so grossen mit Mauern umgebenen Fläche als die der Burg der Berzeviczy, erhöhte bedeutend ihre Wehrfähigkeit und gestattete zugleich eine grössere Besatzung in ihr zu halten. Die Lokalisierung des ganzen Wirtschaftslebens im Bereich des Mauergürtels der heutigen unteren Burg benötigte die Bohrung eines neuen Brunnens, der bis auf den heutigen Tag in einem der Kellerräume der heutigen unteren Burg erhalten ist. Ungefähr hundert Jahre später, gegen Ende des XVI. Jh., nimmt Georg Horváth von Palocsa (Pławce), der Sohn Johann Horváths, des Probsts der Zips, das Werk des Ausbaus und einer Erneuerung der Burg von Niedzica wieder in Angriff. Der vom Georg Horváth durchgeführte Umbau ging besonders in der Richtung des Ausbaus der Wohngemächer um bessere Hausungsmöglichkeiten zu schaffen als jene, die die Berzeviczy in der oberen Burg hinterlassen hatten. Horváth beseitigt das gotische Einfahrtstor von der Südseite und legt eine neue Burgeinfahrt, gestützt auf Arkaden längs der Westfassade der unteren Burg, an. Er baut auch ein neues Einfahrtstor zur Burg, das bis auf den heutigen Tag besteht und über welchem eine in Stein gehauene Inschrift vom durch Georg Horváth ausgeführten Umbau aussagt. An der westlichen Umfassungsmauer, zwischen der runden Eckbastei und dem neuen Einfahrtstor, wurde zur selben Zeit ein neuer Wohnflügel, bestehend aus drei Stockwerken errichtet. Der bis auf den heutigen Tag erhaltenen Wohn-

flügel der unteren Burg besitzt nur zwei Stockwerke, ein Keller- und ein Wohngeschoss. Der westliche Wohnbau, errichtet durch Georg Horváth, besass zwei Geschosse mit Wohngemächern, das Erdgeschoss und den ersten Stock. Auf der Westwand (von der Seite der Arkadeneinfahrt) blieben noch teilweise Fensterrahmen des damaligen I. Stockwerks dieses Wohnflügels, mit charakteristischen Profilen des auslaufenden XVI. Jh., erhalten. In die Zeit des Umbaus durch Georg Horváth muss man auch den Teil der Burg, den man heute die Mittlere Burg nennt, versetzen. Ursprünglich war er mit dem westlichen Wohnflügel verbunden und besass Wohngemächer auch von der Südg seite her, in der Höhe des ersten Stockwerks. Nach dem Umbau durch Geor-Horváth erhielten die äusseren Mauern der unteren Burg eine Attika-Krönung wie auch Sgraffittoornamentierungen. Überreste dieses Attikakammes verblieben bis auf unsere Zeiten auf dem Wohnflügel der unteren Burg. Sgraffitto-Spuren wurden auf der äusseren Wandfassade der heutigen Kapellen-Bastei erhalten. Die Skulpturen der Attikabekrönung der Burg von Niedzica weisen Ähnlichkeiten mit Attiken anderer Bauten der Zips auf, besonders mit denen an der Burg von Käsmark. In der Zeit als die Burg von Niedzica im Besitz der Familie der Giovanelli, von 1670 bis ungefähr 1770, war, verfiel sie und als sie gegen Ende des XVIII. Jh. wieder in die Hände der Familie Horváth überging, war ein Grossteil derselben bereits eine Ruine und benötigte einer generellen Restaurierung. Um das Jahr 1820 erneuerte Baron Andreas Horváth die Burg von Niedzica mit grossem Kostenaufwand indem er sie Wohnzwecken anpasste. Aus dieser Zeit wahrscheinlich stammt die Verkürzung um ein Stockwerk der westlichen Wohngemächer der unteren Burg indem man nur die Räume des Erdgeschosses für Wohnzwecke beibehielt. In dieser Zeit konnte auch der Umbau der sogen. Mittleren Burg stattgefunden haben. Als eine Feuersbrunst um die Mitte des XIX. Jh. die Burg von Niedzica vernichtete, wurde sie erst durch die neuen Besitzer, die Salomons, wiedererrichtet und eigenen Wohnzwecken angepasst. Aus der Zeit dieses Wiederaufbaus stammen, die bis auf den heutigen Tag erhaltenen, hölzernen Deckenbalken in den Gemächern der mittleren und unteren Burg. Nach dem zweiten Weltkrieg erlag die Burg einer bedeutenden Verheerung und bar jeglicher Pflege während des Krieges selbst, entstanden weitere Zerstörungen auf der oberen wie auch in den Gemächern der unteren Burg. In den Jahren von 1949—1959 führte man auf Geheiss des Ministeriums für Kultur und Kunst in der Burg von Niedzica Restaurierungsarbeiten nach Projekten und unter der Leitung des Architekten Alfred Majewski durch. Diese Arbeiten führten zur vollen Sicherstellung dieses wertvollen Architekturdenkmals und gestatteten die Burg der Vereinigung der Kunsthistoriker für Erholungszwecke, denen sie auch heute noch dient, zu überweisen.

Die im Jahre 1963, unter der Leitung der Direktion für den Wiederaufbau der Burg von Niedzica (Kierownictwo Odbudowy Zamku w Niedzicy) angebahnten wissenschaftlichen Forschungen, die bereits zur Aufdeckung des gotischen Einfahrtstores zur Burg führten, werden wahrscheinlich in absehbarer Zeit, auf mehr präzise Weise, die Geschichte des Ausbaus der Burg von Niedzica klären, deren einheitlicher Steinaufbau und traditionelle Ausführung der Mauern wie auch zahlreiche Umbauten grosse Schwierigkeiten in der Ablesung des chronologischen Anwachsens der Burgmauern bilden.

Zum Schluss dieser kurzen Geschichts-Darstellung der Burg von Niedzica wäre es noch angebracht zu erwähnen, dass in den nächsten kommenden Jahren

der Bau eines Wasserstaudammes auf dem Dunajec zu Füssen des Burghügels in Niedzica geplant ist, wodurch ein grosser Stausee entsteht, der die bisherige Topographie der Burg und seiner landschaftlichen Umgebung gänzlich verändern wird.

BIBLIOGRAFIE

1. *Baliński M. i Lipiński T.:* Starożytna Polska, Warszawa 1885. t. II. (Das alte Polen, Warschau 1885. B. II.)
2. *Bielski M.:* Kronika Polska, Sanok 1857. (Polnische Chronik, Sanok 1857.)
3. *Birkenmajer K.:* Przewodnik Geologiczny po Pieninskim Pasie Skałkowym, Warszawa 1958. (Geologischer Führer durch den Gebirgszug der Pieniny, Warschau 1958.)
4. *Boniecki A.:* Herbarz Polski, Warszawa 1912 t. XV. (Polnisches Wappenbuch, Warschau 1912 B. XV.)
5. *Dabrowski J.:* Kraków a Węgry w wiekach średnich (Rocznik Krakowski 1911. t. XIII). (Krakau und Ungarn im Mittelalter [Krakauer Jahrbuch] 1911 B. XIII.)
6. *Divald K.:* Szepesvármegye Művészeti Emlékei I. Budapest 1905.
7. *Długosz J.:* Dzieje Polski, Kraków 1868. Przekład Mecherzyńskiego. (Geschichte Polens, Krakau 1868. Übersetzung von Mecherzyński.)
8. *Dobrowolski K.:* Migracje wołoskie na ziemiach polskich, Lwów 1930. (Völkerwanderungen der Walachen in Polen, Lemberg 1930.)
9. *Engel:* Geschichte des ungarischen Reichs, Wien 1813—1814. B. II.
10. *Fejér G.:* Codex dipl. Hungariae eccles. et civ., Budae 1829—1832. B. VIII.
11. *Gerő L.:* Magyarországi Várépítészet, Budapest 1955.
12. *Gloger Z.:* Geografia historyczna ziem dawnej Polski, Kraków 1900. (Historische Geografie der Länder des alten Polens, Krakau 1900.)
13. *Goszczyński S.:* Dziennik podróży do Tatrów, Petersburg 1853. (Tagebuch einer Reise in die Tatra, Petersburg 1853.)
14. *Gotkiewicz M.:* Dzieje Zamagurza Spiskiego do połowy XIX 2. (Ziemia 1957 Nr 9 i 10). [Die Geschichte von Zamagurze Spiskie bis zur Mitte des XIX. Jh. („Erde" 1957. No 9 u. 10).]
15. *Gustawicz Br.:* U stóp Pienin (Biblioteka Warszawska 1882. t. 3.) [Am Fusse der Pieniny (Warschauer Bibliothek 1882 B. 3.).]
16. *Gustawicz Br.:* Wycieczka w Czorsztyńskie, Warszawa 1881. (Ein Ausflug ins Land von Czorsztyn, Warschau 1881.)
17. *Gustawicz Br.:* Einiges über das Dunajecer Schloss, Eine Reiseerinnerung (Zipser Bote, Leutschau 1881. Nr 22.)
18. *Hirschberg A.:* Hieronim Łaski, Lwów 1888.
19. *Kaczmarczyk Z.:* Monarchia Kazimierza Wielkiego, Poznań 1939. (Die Monarchie des Kasimir des Grossen, Posen 1939.)
20. Katalog Zabytków Sztuki w Polsce, woj. krakowskie, pow. nowotarski, Warszawa 1953. z. I. (Katalog der Kunstdenkmäler in Polen, Wojew. Krakau, Kreis Nowy Targ, Warschau 1953. B. I.)
21. *Kołodziejczyk E.:* Polacy na Górnych Węgrzech (Świat Słowiański 1910. t. II.). (Die Polen im Oberen Ungarn, Slawische Welt 1910. B. II.)
22. *Krakowski S.:* Polska w walce z najazdem tatarskim w XIII wieku. Warszawa 1956. (Polen im Kampf mit dem Tatareneinfall im XIII. Jh. Warschau 1956.)
23. *Krombach E.:* Darstellungen aus dem Königreiche Galizien insbesondere der Karpathen im Sandezer Kreise, Sanok 1820.
24. *Król A.:* Budownictwo wojskowe, Warszawa 1936. t. I. (Militärbauten Warschau 1936. B. I.)
25. *Krzyzanowski St.:* Zamek Lubowla (Architekt 1903. Nr 1.). (Die Burg Lubowla [Der Architekt 1903. No 1.].)
26. *Kubala L.:* Szkice historyczne (Kostka Napierski), Kraków 1896. (Historische Skizzen [über Kostka Napierski], Krakau 1896.)
27. *Łangerówna H.:* System obrony doliny Dunajca w XIV w., Kraków 1929. (Das Verteidigungssystem des Dunajetztales im XIV. Jh., Krakau 1929.)
28. Larousse Géografie Universelle l'Europe 1958. B. I.
29. *Lechner J.:* Tanulmányok a lengyelországi és felsőmagyarországi reneszánsz építésről, Budapest 1913.

30. *Lityński M.* i *Riszka R.:* Ilustrowana historia średniowieczna, Wiedeń. (Illustrierte Geschichte des Mittelalters, Wien.)
31. *Morawski Szcz.:* Sądecczyzna, Kraków 1863. (Das Sandezer Land, Krakau 1863.)
32. *Morawski Szcz.:* Sądecczyzna za Jagiellonów, Kraków 1865. (Das Sandezer Land unter den Jagiellonen, Krakau 1865.)
33. *Modelski T.:* Spory o południowe granice diecezji krakowskiej od strony Spisza, Zakopane 1928. (Streitigkeiten um die Südgrenzen der Diozöse Krakau von der Seite der Zips her, Zakopane 1928.)
34. *Niesiecki H.:* Herbarz Polski, Lipsk 1841. t. VI. (Polnisches Wappenbuch, Leipzig 1841. B. VI.
35. Ochrona Zabytków Sztuki, Warszawa 1930/31. zesz. 1—4. (Denkmalpflege, Warschau 1930/31. Heft 1—4.)
36. Osztrák-Magyar Monarchia Irásban és képben, Budapest 1900.
37. *Orłowicz M.:* Przewodnik po Spiszu, Orawie, Liptowie i Czadeckim, Warszawa 1921. (Führer durch die Zips, Orawaland, Liptow und Land von Czadec, Warschau 1921.)
38. *Pacewiczowa Z.:* Osadnictwo wołoskie i wędrówki w Tatrach i na Podtatrzu, Kraków 1931. (Walachische Siedlungen und deren Wanderungen in der Tatra und im Tatravorland, Krakau 1931.)
39. *Pagaczewski St.:* Z biegiem Dunajca, Warszawa 1957. (Den Lauf des Dunajec entlang, Warschau 1957.)
40. *Pienkowska H.* i *Staich T.:* Drogami skalnej ziemi, Kraków 1956. (Auf den Wegen felsigen Bodens, Krakau 1956.)
41. *Pieradzka K.:* Bitwa pod Legnicą, Warszawa 1948. (Die Schlacht bei Lignitz, Warschau 1948.)
42. *Pol. W.:* Obrazy z życia i natury (Tygodnik Ilustrowany 1867. s. 303—6). Bilder aus Leben und Natur. [Ill. Wochenblatt 1867. S. 303—6.]
43. Polska w krajobrazie i zabytkach, Warszawa 1930 t. II. (Bułhak i inni). (Polen in Landschaft und seinen Kunstdenkmälern, Warschau 1930. B. II. [Bułhak und andere].)
44. *Posewitz:* Führer durch Zips, Budapest 1898.
45. *Przyboś A.:* Materiały do powstania Kostki Napierskiego 1651 r., Wrocław 1951. (Materialien zum Aufstand des Kostka Napierski 1651, Breslau 1951.)
46. *Radzikowski E.:* Granice Polski od południa (Tygodnik Ilustrowany 18. I. 1919). (Die Grenzen Polens in Süden [Ill. Wochenblatt 18. I. 1919].)
47. *Rafacz J.:* Dzieje i Ustrój Podhala, Warszawa 1935. (Geschichte und Verfassung des Karpathenlandes [Podhale], Warschau 1935.)
48. *Rafacz J.:* Z dziejów czorsztyńskiego starostwa (Przewodnik Naukowy i Literacki, Lwów 1918. t. XLIV.). (Aus der Geschichte der Starostei von Czorsztyn [Wissenschaftlich-Literarischer Führer] Lemberg 1918. B. XLIV.)
49. *Semkowicz Wł.:* Granica polsko-węgierska w oświetleniu historycznym (Pamiętnik Towarzystwa Tatrzańskiego za lata 1919—29). (Die ungarisch—polnische Grenze im Lichte der Geschichte [Tagebuch der Tatragesellschaft für die Jahre 1919—20].)
50. Słownik Geograficzny Królestwa Polskiego, Warszawa 1880. t. 1/1886. t. 7. (Geografisches Wörterbuch des Königreichs Polen, Warschau 1880. B. 1/1886. B. 7.)
51. *Smólski St.:* Pieniński Park Narodowy, Kraków 1960. (Der Naturschutz-Park der Pieniny, Krakau 1960.)
52. *Szydłowski T.:* Pomniki architektury epoki Piastowskiej, Kraków 1928. (Architekturdenkmäler aus der Zeit der Piasten, Krakau 1928.)
53. *Szydłowski T.:* Powiat nowotarski — inwentarz topograficzny, Warszawa 1938. (Der Landkreis von Nowy-Targ — topographisches Inventar, Warschau 1938.)
54. *Szalay J.:* Album Szczawnickie, Kraków 1958. zesz. I. (Album von Szczawnica, Krakau 1958 Heft I.)
55. *Święcki T.:* Historyczne pamiatki, Warszawa 1858. t. I. (Historische Erinnerungen, Warschau 1858. B. I.)
56. *Varjú E.:* Magyar Várak.
57. Vasárnapi Ujság 1860. S. 6.
58. Vasárnapi Ujság 1896. S. 69—70, 83—84.
59. *Wagner K.:* Analecta Scepusii, Viennae 1774.
60. *Walicki A.* i *Starzyński J.:* Dzieje sztuki polskiej, Warszawa 1936. (Geschichte der polnischen Kunst, Warschau 1936.)
61. *Weber S.:* Történelmi Tár 1893.
62. *Weber S.:* Zipser Geschichte und Zeitbilder, Leutschau 1880.

63. *Weyman S.:* Cła i drogi handlowe w Polsce Piastowskiej, Poznań 1938. (Zoll und Handelswege im Polen der Piasten, Posen 1938.)
64. *Wiktor J.:* Pieniny i ziemia sądecka, Kraków 1956. (Die Pieniny und das Sandezer-Land, Krakau 1956.)
65. *Załęski St.:* Czerwony Klasztor w Pieninach, Kraków 1880. (Das Rote Kloster in den Pieninen, Krakau 1880.)

*

Alfred Majevski építészmérnök, a krakkói Wawel főépítésze és a Krakkói Műemléki Hivatal vezetője: „Nedec, egy magyar vár Lengyelországban" c. előadásának bő magyar nyelvű kivonatát találja az olvasó a „*Műemlékvédelem*" 1965. évf. 2. számában.

DR. DOBROSLAV BOÏKO–ST. PAVLOWITCH (Beograd)

CONSERVATION ET PRÉSENTATION DES RESTES DE L'ANTIQUE SIRMIUM[1]

Sirmium, au bord de la Save, était l'une des villes les plus prospères, les plus connues de tout l'empire romain au IIIe siècle; et non seulement la ville principale de la Pannonie inférieure, mais aussi celle de l'Illyrie entière, avec ses deux cents mille habitants.

Centre actuel d'arrondissement en Voïvodina (Serbie), Sremska Mitrovica avec vingt mille habitants repose aujourd'hui sur les restes de Sirmium — sur ses restes dont le problème s'est posé de nos jours dès les commencements des travaux publics pour l'agrandissement de la ville moderne.

Ses maisons, pour la plupart à rez-de-chaussée, aux fondations peu profondes et avec leur vaste cour, ont commencé à céder la place aux maisons à plusieurs étages dont le volume exigeait les creusements plus importants pour les fondations. A l'occasion de l'exécution de ces travaux il arrivait régulièrement que les restes plus ou moins considérables des bâtiments antiques et autres objets datant de cette époque fussent mis au jour.

Lorsqu'en 1957 on a procédé aux creusements pour la pose des fondations pour une grande maison d'habitation, au coin de deux rues, on a découvert à une profondeur de 2,10 m tout d'abord des plaques et colonnettes d'hypocaustes et ensuite des murs angulaires et construits en arc massifs de briques cuites. C'est alors que fut la première application des dispositions légales de la Loi générale sur la protection des monuments historiques. Après de longues et pénibles tractations avec les autorités communales et spécialement avec les urbanistes, le problème de Sirmium, très complexe, a été posé sur un fondement sain.

Le plan urbaniste de Sremska Mitrovica, à peine formé, a dû subir dès le début des modifications radicales parce que Sirmium fut négligé lors de l'élaboration du plan d'aménagement de la ville future. Les archéologues de leur côté n'étaient pas à même de fournir aux urbanistes des données plus précises sur les valeurs antiques cachées dans les entrailles de la terre. Les objets provenant des fouilles, connus jusqu'alors, ne représentaient en somme que des fragments archéologiques de Sirmium de peu d'importance découverts par hasards, de façon non systématique, sur une étendue limitée qui dans aucun cas n'offrait l'aspect d'un ensemble architectonique bien déterminé.

Les découvertes ultérieures ont eu pour l'effet de créer une image quelque peu plus précise, mais plus complexe encore. Notamment, on est arrivé à la conclusion, que Sirmium occupe une étendue beaucoup plus grande. Sous toute

[1] Ce même rapport a été fait à Venise, au II Congrès International des Architectes et Techniciens des Monuments Historiques, Mai 1964.

l'agglomération actuelle on a découvert de nouveaux restes de maçonnerie. Ce cas, dans son ensemble, a été soumis à l'examen des experts le plus éminents appartenant à toutes les branches intéressées ainsi que des facteurs politiques le plus influents. Après une étude et appréciation sous tous les angles le conseil est abouti à la conclusion que Sremska Mitrovica en tant qu'agglomération moderne et centre économique important doit poursuivre son développement sur l'emplacement qu'elle a déjà conquis mais en tenant compte du fait en tout cas que sous l'agglomération actuelle se trouvent les vestiges d'une ville d'autrefois beaucoup plus puissante qui dans l'aspect de la future ville et dans sa vie culturelle doit occuper la place qui lui revient.

Pour cette raison, il est inévitable que le travail soit systématique et qu'il devrait se dérouler, en un mot, dans la direction suivante:

— Sur les emplacements désignés pour les nouvelles constructions effectuer en temps utile les recherches archéologiques préalables;

— Partout où il est possible et nécessaire procéder aux essais de déterrements de sondage aux fins de déterminer l'étendue de Sirmium;

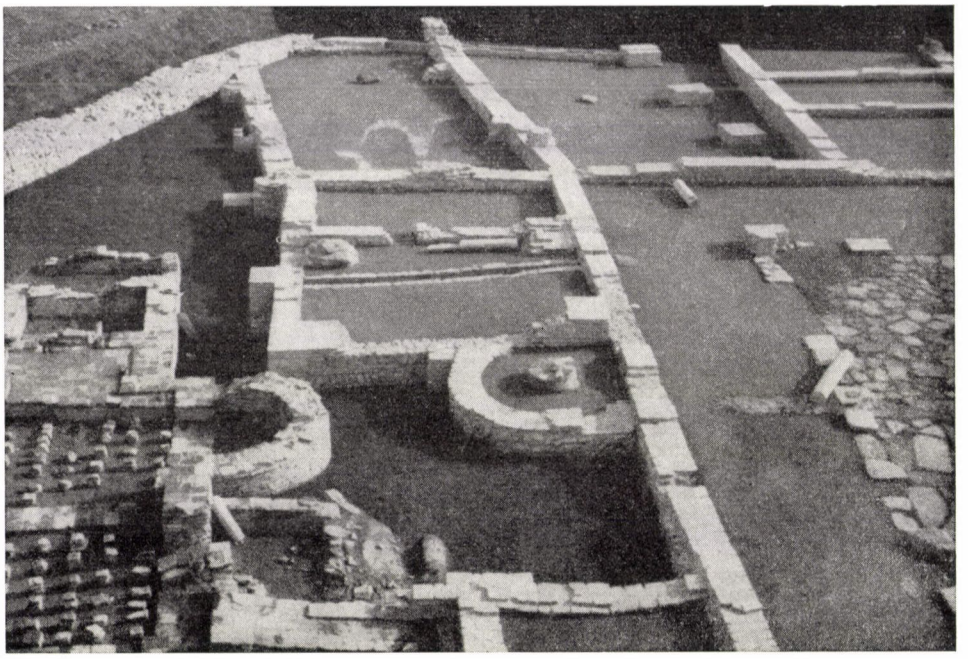
— Sur les terrains non bâtis (en premier lieu à l'intérieur des parcelles) effectuer systématiquement des recherches archéologiques;

— Sur la base des résultats obtenus qui doivent être pourvus de toute la documentation nécessaire, apprécier ce qui doit l'emporter dans l'intérêt général — la nouvelle construction ou bien l'antiquité; au cas de la prédominance de l'archéologie sur l'architecture moderne, intégrer la nouvelle texture urbaniste dans les fouilles et les conserver.

Ce travail systématique dépassait les possibilités locales d'autant plus qu'il fallait le plus rapidement s'emparer du terrain resté libre encore. Avec l'aide financière provenant des différents fonds toute cette organisation a été assumée par les Monuments historiques de Novi Sad, avec la collaboration de l'Institut archéologique de Beograd, du Musée de Syrmie et du Bureau d'urbanisme de Sremska Mitrovica, ainsi qu'avec le support des Associations des conservateurs et des urbanistes de Serbie.

Depuis six ans déjà, Sremska Mitrovica toute entière (ca 850 ha) donne l'impression d'une grande fourmilière sur laquelle on fouit sans cesse, embrassant plusieurs centaines de sondes et une quarantaine de localités dont la superficie de certaines pourrait avoir jusqu'à 10 000 mètres carrés.

Bien que, jusqu'ici, presque aucune localité n'ait offert le tableau d'un ensemble architectonique précis dans sa totalité en raison de l'étendue disponible restreinte, l'aspect actuel de Sirmium se précise déjà avec beaucoup plus de clarté. Des parties importantes de remparts larges ont été découvertes qui de différents côtés protégaient l'agglomération et par leurs poternes permettaient le contrôle des communications avec le monde de dehors; de nombreux bâtiments ont été mis au jour pour lesquels on peut déjà dire qu'ils étaient plus ou moins monumentaux, de caractère public ou résidentiel, avec les temples et villas aux voûtes ouvragées et avec les cours intérieures, fontaines, hypocaustes et thermes, avec les boutiques et le marché spacieux, avec les logements collectifs modestes des gens peu fortunés: également des rues avec des installations communales des réseaux de canalisation. Ce sont encore et pour la majeure partie les murs de brique cuite, étant donné que dans ces régions il n'y a point de pierre, mais on a trouvé également de nombreux fragments d'architecture et des arts plastiques en pierre, de nombreux mosaïques, beaucoup de petits restants de fresques, des monuments funèbres avec les tombes au-dessous,



1. Feltárt római maradványok bemutatása Sremska Mitrovicában

quelques sculptures en pierre et un grand nombre de menus objets. On suppose des traces du forum, de l'amphithéâtre, de l'hippodrome et d'autres constructions monumentales dont on ne saurait encore parler avec plus de précision.

Plusieurs ensembles ont été déjà soumis aux travaux de conservation et pour d'autres les préparatifs sont en cours. On a d'abord exécuté les travaux sur cet angle de deux rues où l'on devait construire la maison d'habitation; l'autre terrain est dans l'enceinte d'une école nouvellement bâtie tout en servant à la fois aux élèves pour l'enseignement audio-visuel direct; le troisième occupe l'intérieure de quelques cours et le quatrième la surface d'un square. Une partie de ruines, après traitement adéquat, sera englobée dans l'ensemble du parc de la ville et pour l'autre la solution sera trouvée dans l'ensemble d'un local de nuit — dans les pièces souterraines d'un hôtel dont la construction vient d'être exécutée, et qui doit porter le nom de «Sirmium»!

Comme la hauteur des localités conservées est sensiblement inférieure au niveau des rues actuelles, on a dû élever tout autour les clôtures basses derrière lesquelles on pourra contempler au loin, les restes de l'ancienne ville, bordés de pentes herbues ou de contrastes qu'offrent les constructions modernes. Pour mieux distinguer les superficies extérieures de celles qui se trouvent dans l'enceinte des bâtiments, les entre-spaces libres sont garnis d'herbe ou de briques pilonnées et de scorie. De cette façon la différenciation des masses est obtenue par la couleur. Au point de vue techniques, les ruines sont nettoyées, conservées et imprégnées de produits de protection modernes, après avoir donné plus de relief aux restants de certains éléments architectoniques.

Les moyens de drainage ont été assurés pour être mis en action sur toutes ces superficies accusant une dépression du sol.

La conservation et la présentation de toutes ces localités archéologiques, choisies pour être conservées, m'ont été confiées en ma qualité de conservateur. Malgré les difficultés qui, inéluctablement, continueront à surgir, leur nombre, sans aucun doute, ira en croissant d'année en année. La future Sremska Mitrovica se développera en une ville moderne d'un genre spécifique qui dans sa contemporanéité doit exhaler de l'esprit de sa grandeur du haut passé.[2]

*

AZ ÓKORI SIRMIUM MARADVÁNYAINAK KONZERVÁLÁSA ÉS BEMUTATÁSA

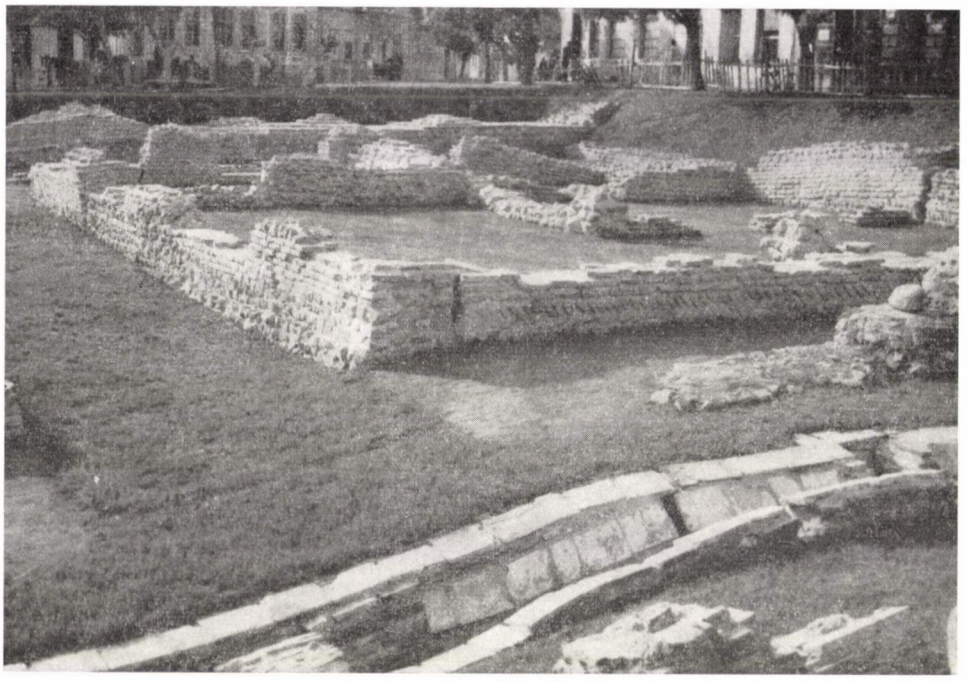
A Száva melletti Sirmium a III. században a római császárság egyik legvirágzóbb és legismertebb városa volt. Nemcsak Alsó-Pannónia, hanem Illíria fővárosa is, 200 000 lakossal.

Sremska Mitrovica, Szerbia egyik legnagyobb kerületének központja, erre az antik városra épült. A mai város a második világháború után jelentős fejlődésnek indult, amelynek kapcsán nagyarányú építkezési munkák kezdődtek. Már az építkezések beindulásakor, az alapozási munkák során kiderült, hogy a föld alatt az ókori város romjai mindenütt megtalálhatók.

[2] D. St. Pavlowitch, Problème des fouilles à Sirmium sur les débris de qui repose l'actuelle Sremska Mitrovitza, Arte lombarda, VIII.—1, Milano 1963, 151—155.



2. Az ókori Sirmium (Sremska Mitrovica) romjainak bemutatása



3. Konzervált romrészlet. Sremska Mitrovica (T. Pivnički felvételei)

Mindjárt az első leletek azt bizonyították, hogy feltétlenül szükség van egy olyan városrendezési tervre, amely az egykori római település maradványait belekapcsolja az épülendő új város szervezetébe, sőt annak egyik kulturális értékévé teszi.

A szakemberek — a jugoszláv műemléki szervek vezetésével — új programot készítettek. Ennek alapján rendszeres munka indulhatott meg. Előzetes feltárást végeztek azokon a helyeken, amelyek új épületek számára lettek kijelölve. Az antik Sirmium ókori kiterjedésének meghatározása érdekében meghatározott pontokon fúrásokat végeztek. Megindult, szinte az egész város területén a régészeti feltárómunka. Végül pedig az előkerült részletek figyelembevételével új városrendezési terv készült. Ez az új terv a legjelentősebb ókori falmaradványokat mutatja be és harmonikusan összehangolja az új létesítményekkel.

A fenti program kivitelezése során napvilágra és bemutatásra kerültek a városfalak, templomok, római villák, üzletek, a piac, bérházak. Ezeknek részben alapfalait, részben épen maradt helyiségeit találták meg. Ugyancsak feltárták a római utakat, a csatornarendszer maradványaival és jelenleg folyik a Forum és az Amfiteátrum kiásása.

Az ókori város előkerült emlékeit mindenütt szervesen beillesztették a mai városképbe: közterek, udvarok részévé váltak, az épületekben, iskolákban, a föld alatt is bemutatásra kerültek; sőt az egyik szállodában esti szórakozóhelyiséget képeztek ki római falak között.

A letisztított és műanyaggal konzervált falak Sremska Mitrovica — a modern város — részévé váltak és életének, fejlődésének fontos tényezőjét jelentik.

PROF. G. STOJKOV (Szofia)

EINIGE BEMERKUNGEN ZU DEN REFERATEN ÜBER FRAGEN DER WISSENSCHAFTLICHEN FORSCHUNG UND METHODOLOGISCH-PRAKTISCHEN ARBEIT AUF DEM GEBIETE DER DENKMALPFLEGE IN UNGARN

Die Referate, die dem angekündigten Programm gemäß auf dieser Arbeitstagung gehalten werden sollten, sind mir leider erst zwei Tage vor meiner Abreise nach Budapest zugegangen, so daß die Zeit natürlich zu knapp war, um sie gründlicher durchstudieren zu können, demzufolge ich mich hier nur auf einige Bemerkungen allgemeineren Charakters beschränken kann.

Vor allem möchte ich dem Akademiemitglied, Herrn Professor Maté Major, für die Initiative danken, diese Arbeitstagung einzuberufen, auf der Fragen besprochen werden sollen, die die Pflege der Baudenkmäler aus der Vergangenheit betreffen und die Architekten der einzelnen Länder lebhaft interessieren.

Zu den einzelnen Themata der Arbeitstagung kann ich nur sagen, daß sie treffend gewählt sind und ein vollständiges Bild von dem komplizierten Prozeß der Denkmalpflege vermitteln.

Die in den Referaten behandelten theoretischen Fragen sind aus der praktischen Tätigkeit der ungarischen Wissenschaftler und Forscher hervorgegangen. Sie enthalten daher keine abstrakten Wunschäußerungen, sondern konkrete Vorschläge für die wissenschaftliche Untersuchung der Baudenkmäler aus der Vergangenheit und ihre Pflege.

Die Themata sind in den einzelnen Referaten so klar und deutlich entwickelt und dargelegt, daß sie es ermöglichen, den Weg zu verfolgen, den die ungarischen Forscher im Verlaufe vieler Jahre gegangen sind, um zu guten Ergebnissen in ihrer theoretischen und praktischen Arbeit zu gelangen.

Schließlich möchte ich anerkennend bemerken, daß uns die Verfasser der einzelnen Referate, entsprechend dem von Ihnen behandelten Thema, konkrete Beispiele zur Erhaltung und Pflege nicht nur einzelner Baudenkmäler, sondern auch einer Gruppe von Denkmälern eines bestimmten Gebietes liefern. Auf diese Weise vermitteln sie uns ein vollständigeres Bild von einer geschichtlichen Epoche, die in den Denkmälern der Baukunst ihren Widerhall gefunden hat.

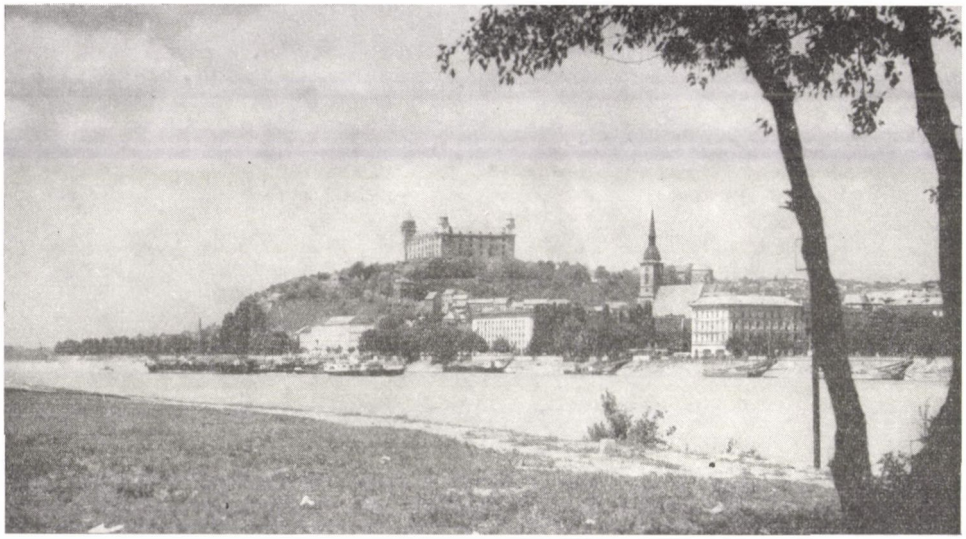
Infolge all dieser wertvollen Eigenschaften der Referate finde ich, daß sie einem größeren Interessentenkreise zugänglich gemacht werden sollten, indem sie, in mehrere Fremdsprachen übersetzt, vielleicht in einem Sammelband oder auf andere Weise veröffentlicht werden.

Was an mir liegt, so werde ich gern die wertvollen Gedanken der Verfasser dieser Referate unserem Institut für Denkmalschutz am Komitee für Kultur und Kunst zur Kenntnis bringen. Gleichzeitig will ich auch dafür sorgen, daß sie in zusammengefaßter Form in einer unserer Fachzeitschriften veröffentlicht werden. Ich wäre den sehr verehrten Verfassern daher sehr

dankbar, wenn sie mir dabei behilflich sein wollten und mir zu diesem Zweck einige charakteristischere Photos von den Objekten, die sie behandeln, zur Verfügung stellen.

*

Georg Stojkov építésztanár (Szófia): „Néhány megjegyzés a magyar műemlékvédelem tudományos kutatásai és munkamódszereiről elhangzott referátumokhoz" c. hozzászólásában úgy véli, a munkaértekezlet alkalmas témákat választott ahhoz, hogy a műemlékvédelem bonyolult eljárásairól minél teljesebb képet adhasson. Az előadásokban tárgyalt elméleti kérdések a magyar tudósok és kutatók gyakorlati munkájából keletkeztek. Ezért nem elvont kívánságok kifejezései, hanem konkrét javaslatok a műemlékek tudományos kutatására és fenntartására. A referátumok világosan tagoltak, és lehetővé teszik azt az utat követni, amelyet a magyar kutatók sok év óta megtettek, és mely jó eredményekre vezetett. A műemlékek fenntartásáról bemutatott példák egy egész történeti korszakról teljes képet adnak, és a kitűnő előadások együttes idegen nyelvű kiadását javasolja. A maga részéről szorgalmazni fogja a referátumok kivonatos közlését saját szakfolyóiratukban, amihez a cikkek szerzőitől fényképanyagot kér.



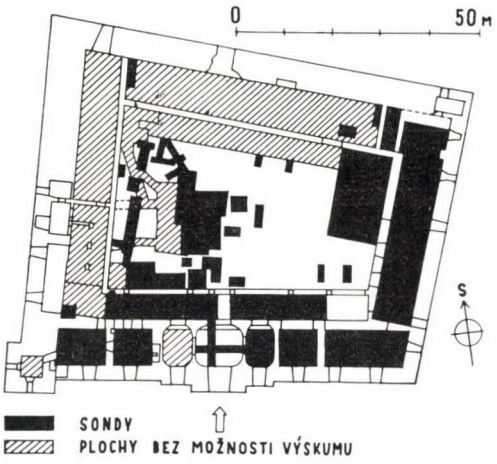
1. Panorama der Bratislavaer Burg im Land (1964).
1. A pozsonyi vár látképe a tájban (1964)

TÁŇA ŠTEFANOVIČOVÁ—ANDREJ FIAL'A (Bratislava)

DIE AKROPOLE DER BRATISLAVAER BURG IM 11. BIS 13. JAHRHUNDERT

Die vorteilhafte geographische und stragegische Lage der Bratislavaer Burg, die an einer wichtigen Kreuzung der urzeitlichen Geschäftsstrassen und an den späteren Grenzen des frühen ungarischen Staates liegt, stellte die Bedingungen für deren intensive Besiedlung und reiche Geschichte. Deshalb ist die Bratislavaer Burg zum häufigen Gegenstand historischer Studien geworden; diese konnten sich bisher jedoch nur auf das Material aus Archiven und auf die über dem Terrain erhaltenen Architekturbestandteile stützen, von denen den ältesten Kern die Ruinen des Sigismundpalastes und die Umfangsbefestigung aus dem Ende des ersten Drittels des 15. Jahrhunderts bildeten. Die bisherigen Ansichten auf die Bauentwicklung des Burgareals konnte nur eine gründliche Terrainausgrabung abändern und genauer bestimmen.

Die systematischen archäologischen Ausgrabungen auf der Bratislavaer Burg begannen im Jahre 1958, als der Palast infolge weitlaufender Rekonstruktionsarbeiten praktisch eine Baustelle war. Die Ausgrabungen mussten alle Baueingriffe in das Terrain verfolgen und eventuelle Funde im ganzen Areal dokumentieren. Der Schwerpunkt der Ausgrabungen lag vor allem im Raum des Palastes, wo im Rahmen der Bautätigkeit das Harmonogramm eingehalten werden musste. Im Jahre 1962 kam hierzu noch die spezielle architektonische Forschung, die sich aus denselben Gründen vorwiegend auf die theoretische Rekonstruktion des Sigismundpalastes und seiner späteren Umbauten ein-



2. Die Ausgrabungen im Raume des Palastes auf der Burg. Schwarz — Sonden, schrafiert — Flächen, auf denen Ausgrabungen unmöglich sind

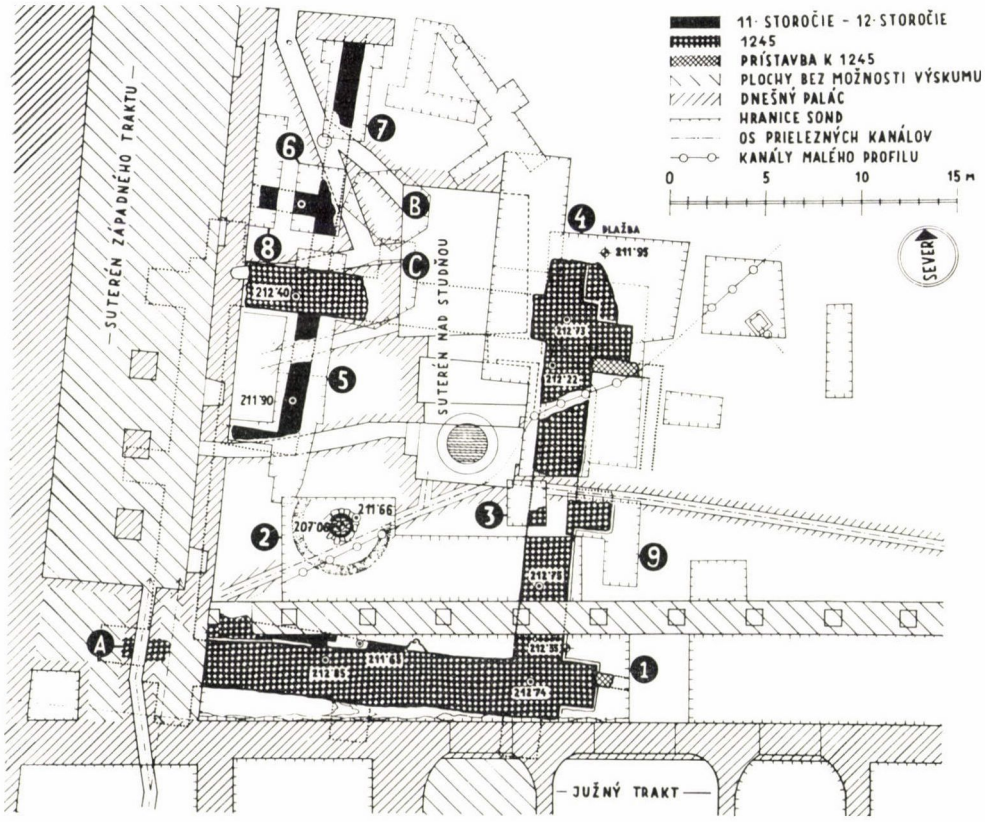
2. Palota-ásatások a várban. Fekete = kutatóárkok, sraffozott = olyan területek, melyeken lehetetlen ásatást végezni

stellte. Im Raume des Palastes wurden durch gemeinsame archäologische und architektonische Forschungen auch ältere gemauerte Bauten entdeckt, die nach der Auswertung im J. 1964 den bisher am wenigsten bekannten Zeitabschnitt in der Bautätigkeit auf der Bratislavaer Burg zwischen dem 11. und 13. Jahrhundert ausfüllten. Eine der wichtigsten Bedingungen für die Situation aller vorsigmundlichen Bau- und Siedlungsphasen war die Rekonstruktion des ursprünglichen Terrains, der heute von historischen Auflagerungen und Terassen bedeckt ist. Aus den Resultaten der Ausgrabungen geht hervor, dass der Gipfel des Schlossberges (213 m) sich in der Mitte des westlichen Teiles des heutigen Hofes befindet und dass der Terrain von dort in östlicher Richtung almählich absinkt. Der westliche und nördliche Abhang des Terrains wurde beim Bau des Souterrains im 16. Jahrhundert vernichtet. Im äusseren Areal der Burg bildete der Terrain noch zwei Ebenen, die mittlere war die Plattform östlich vom heutigen Palast (204,5 m), auf der sich im 10—12. Jahrhundert ein Reihengräberfeld befand und am Rande der niedrigsten Plattform befanden sich die Burgmauern. Westwärts schloss sich der Schlossberg an die Kämme der Kleinen Karpathen über einen Sattel an, dessen Verlauf ursprünglich in der Richtung Krönungsturm — Wienertor ging.

Die natürliche vorteilhafte geographische und strategische Lage des Schlossberges haben die Menschen schon in der Urzeit ausgenützt. Zur Zeit des Grossmährischen Reiches war die Burg eine Grenzfestung, was durch die Ausgrabung eines Schutzwalles mit einer Holzkonstruktion und die Ausgrabung der Reste der Siedlungen auf den südöstlichen Abhängen der Burgakropole bewiesen wird. Die erste schriftliche Nachricht über Bratislava beweist uns die Existenz einer Burgstätte noch am Anfang des 10. Jahrhunderts. Trotz der Retardation der Entwicklung nach der Ankunft der magyarischen Nomadenstämme blieb das Leben auf der Burg nicht ganz stehen, da sie schon im 11. Jahrhundert als eine wichtige und befestigte Burg auftritt. Nach der Formation des frühfeudalen ungarischen Staates wurde die Burg zur Grenzfestung und zum Komitatsschloss. So wurde sie zum häufigen Ziel der Angriffe und zum Zentrum der Kämpfe, besonders bei den sich wiederholenden Streitigkeiten um den Thron. In den Jahren 1030—1054 führten den Angriff der

tschechische Břetislav und der deutsche Kaiser Heinrich III. In den Jahren 1073—1074 wurde die Burg von König Salomon befestigt, der sich hier den Herzögen Gejza und Ladislav wehrte. Ebenso wehrte sich bei den Streitigkeiten um den Thron auf der Bratislavaer Burg der König Koloman (1108) und Stefan III (1161—1163). Während alldieser Kämpfe blieb die Burg unbesiegt, nur im Jahre 1146 bemächtigte sich ihrer durch eine List Boris, der Gegner des Gejza II.

Die wichtige Rolle der Burg im Lebenslauf des Landes bestätigt auch die Burgfarre im 11. Jahrhundert, die nach Kolomans Dekreten die Erlaubnis erhielt, Gottesgerichte durchzuführen. Im 12. Jahrhundert wurde hier auch eine Abtei gegründet, die jedoch später (1204) auch mit der Kirche (1221) unter die Burg versetzt wurde. Das Problem der Lokalisation der Farre ist bisher nicht gelöst, wir nehmen an, dass sie sich in der Nähe des Reihengräber-



3. Sonden im westlichen Teil des Burghofes. Schwarz — 11. und 12. Jahrhundert, kariert — 1245, spärlich ausschrafiert — Flächen, auf denen Ausgrabungen unmöglich sind, dicht ausschrafiert — der Bau des heutigen Palastes

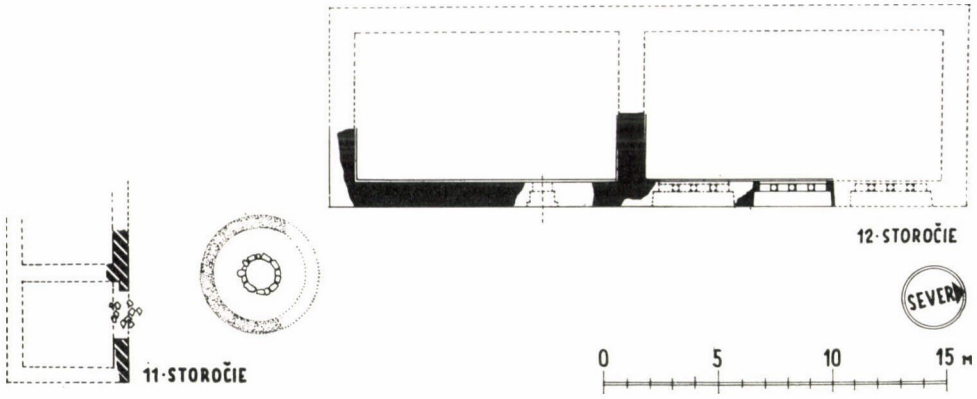
3. Kutatóárkok a várudvar nyugati részében. Fekete = 11. és 12. század, kockás = 1245, ritkán sraffozott = területek, melyeken nem lehet ásatni, sűrűn sraffozott = a mai palota építménye



4. Die *Superposition* des breiten Grundmauerwerks aus dem Jahre 1245 und des Teiles des Mauerwerks oberhalb der Grundmauern des Objektes II (aus dem 12. Jahrhundert)
4. Az 1245-ből való széles alapfalazat rétegeződése és a II. sz. objektum alapfalai fölötti falrészek (a 12. századból)

feldes befand und bei der Grabung des späteren Walles um die gotische Burg vernichtet werden konnte.

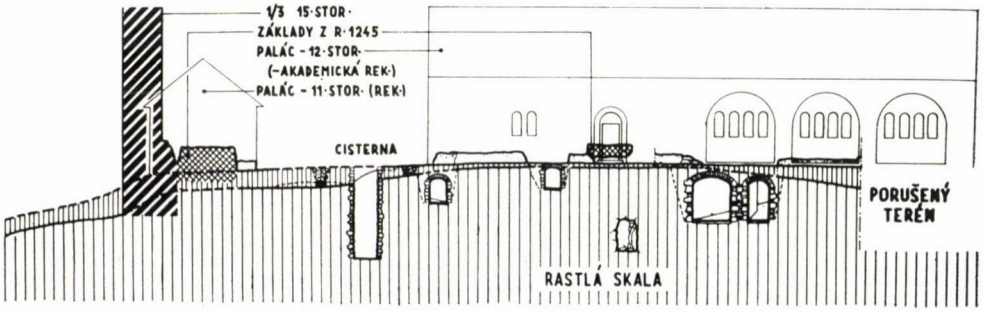
Zur Lösung der Fragen der Architektur der frühfeudalen Burg brachte die Ausgrabung auf der höchsten Plattform des ursprünglichen Berges neue Kenntnisse. Im heutigen Arkadengang des südlichen Traktes war dies ein Objekt mit einem Teil der nördlichen Umfangsmauern mit einem Eintritt, einem Eck und einer Verbindung der Quermauer (Abb. 3 und 5). Das 75 cm breite Mauerwerk besteht aus grob behauenen Steinen, die in Reihen gemauert sind. Es wurde cca 5 cm in den Terrain versenkt. Das Gewände des Eintritts und das Eck sind aus sorgsam bearbeiteten Quadern gebaut. Auf den inneren Wänden waren zwei Schichten von Verputz, die äussere Seite wurde ohne Verputz ausgearbeitet. Den Boden bildeten grob behauene Steine. Fast das ganze Objekt war von einem breiten Mauerwerk aus der Hälfte des 13. Jahrhunderts bedeckt. Auf Grund der Konfiguration des Terrains konnte die Breite des Objekts höchstens 5,5 m und die Länge 12 m betragen. Wir rekonstruieren es auf einen ebenerdigen Palast mit einer Decke aus Holzbalken. Das Objekt II befand sich im nordwestlichen Winkel des Hofes. Es bestand aus einem 11,40 m langem Raum und aus einem anderen, den wir nach der Achse der erhaltenen Fensternische (Abb. 5) auf 12,7 m rekonstruieren. Das 110—120 cm breite

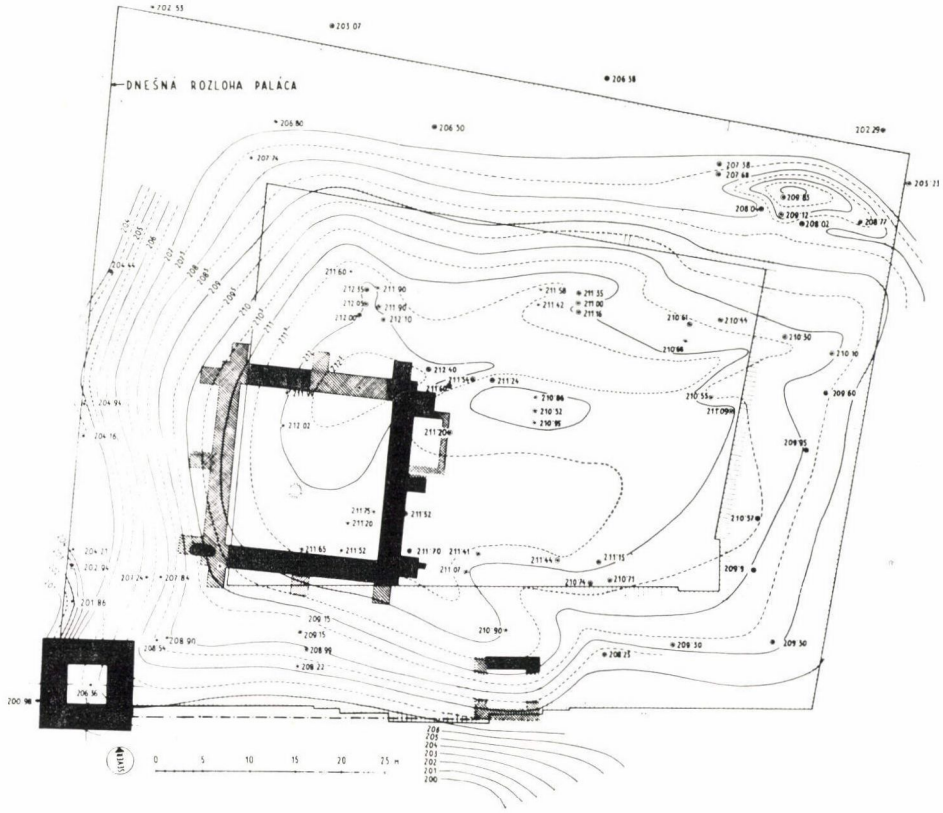


5a.—5b. Ein Versuch der Rekonstruktion der Objekte I und II. Palaste aus dem 11. und 12. Jahrhundert. Grundriss und Ansicht

5a—5b Az I. és II. sz. objektumok helyreállítási kísérlete. Paloták a 11. és 12. századból· Alaprajz és metszet

Mauerwerk wurde bis an die Felsunterlage gelegt (110 cm tief). Das 105 cm breite Mauerwerk oberhalb der Grundmauern besteht ebenfalls aus unbearbeiteten Steinen, die die Reihentechnik nicht einhalten. Beide Seiten des oberen Mauerwerks waren verputzt. Über dem Grundsockel war nur eine Rille nach dem Ziegelfussboden geblieben, von dem nur ein Bruchteil gefunden wurde. Auch dieses Objekt war von einem breiten Mauerwerk aus der Hälfte des 13. Jahrhunderts bedeckt. Das Objekt rekonstruieren wir auf einen ebenerdigen Palast mit einem Hauptraum mit drei vereinten Fenstern und mit einem Nebenraum, in dem sich der Eintritt befand. Zu den angeführten zwei Objekten gehörte die runde Zisterne. Sie war aus grob bearbeiteten Steinen gemauert und mit einer Schichte von graugrünem Il isoliert. Bei der Datierung beider Objekte gehen wir aus deren gegenseitigem Vergleich aus, sowie daraus, dass sich beide in einer Superposition unter der breiten Mauer aus der Hälfte des 13. Jahrhunderts befanden. Auf Grund der Analyse der Architektur, der Art der Durchführung, der Situation und der historischen Begebenheiten datieren wir das einfachere Objekt I in das 11. und das Objekt II in die zweite Hälfte des 12. Jahrhunderts.





6. Rekonstruktion des Felsmassives, der die Grundform des ursprünglichen Terrains bestimmte. Auf dem Relief sind die Hauptgebäude der Burgakropole in der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts mit Rücksicht auf die heutige Situation des Palastes eingezeichnet

6. Sziklatömb rekonstrukciója, mely az eredeti terep alapformáját meghatározta. A domborműbe berajzolták a vár-akropolisz főépületeit a 13. század 2. feléből, a palota mai fekvésének figyelembevételével

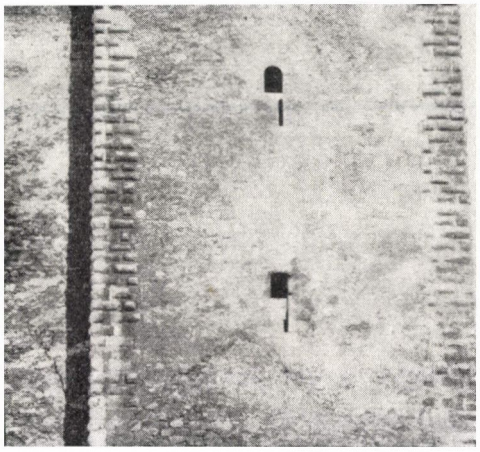
Der vernichtende Einzug der Tataren in die Slowakei im Jahre 1241, sowie die häufigen Angriffe von der österreichischen Seite, verursachten, dass es auf der Bratislavaer Burg in der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts zu Bauänderungen kommt. Im Jahre 1245 erfahren wir aus der Urkunde, die Bela VI. herausgab, dass ein Turmbau im Gange ist, und in den darauffolgenden Jahren wird die Burg weiter befestigt, besonders, als Roland Gespan auf der Burg war. Die so aufgebaute Burg währte wahrscheinlich bis zum Anfang des 15. Jahrhunderts, da im Laufe des 14. Jahrhunderts keine Nachrichten über eine Befestigung oder irgendeine Tätigkeit auf der Burg vorhanden sind.

Von der Art und Weise des Untergangs der Objekte aus dem 11. und 12. Jahrhundert haben wir keine Nachrichten. Im Raum oberhalb dieser Objekte jedoch wurden durch Ausgrabungen fast drei Viertel der Fundamente des Turmes aus dem Jahre 1245 gefunden (Abb. 3). Die Grundmauern



7. Die akademische Rekonstruktion der Burgakropole in der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts. Der grosse Wohnturm aus dem Jahre 1245 und der Schutzturm (Krönungsturm) am Rande des Gebirgssattels

7. A vár-akropolisz elméleti rekonstrukciója a 13. század 2. felében. A nagy lakótorony 1245-ből és a védőtorony (koronázó torony) a hegy teknőjének a peremén



8. Die westliche Fassade des Krönungsturmes. Die Reste der Schiesscharten aus dem 13. Jahrhundert verursachten die Exzentrität der späteren Fensterachsen

8. A koronázó torony nyugati homlokzata. A 13. századi lőrések maradványai okozták a későbbi ablaktengelyek különlegességét

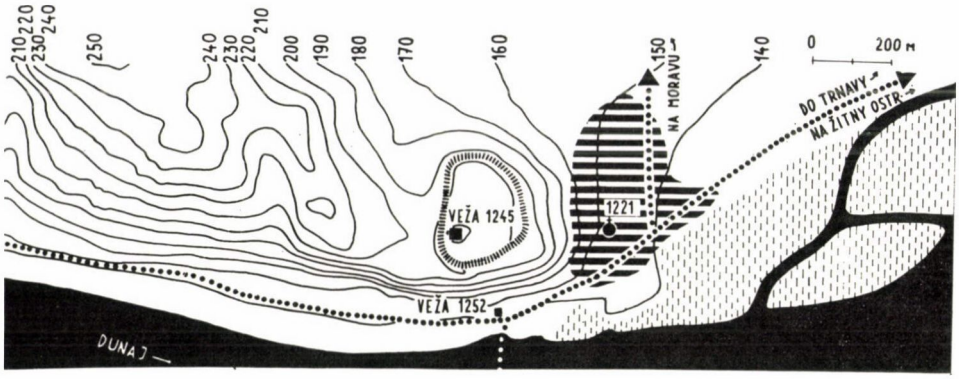


9. Die Abbildung der Bratislavaer Burg auf der Miniatur aus der Wiener Bilderchronik (1358)

9. A pozsonyi vár ábrázolása a Bécsi Képes Krónika miniatúráján (1358)

wurden bis an die Felsunterlage gelegt (160 cm), und stellenweise auf ältere Mauerreste. Sie bestanden aus unbearbeiteten Steinen mit vereinzelten Ziegelbruchstücken, die bei Kalklöschung direkt in der Mauer verbunden wurden. Das Mauerwerk oberhalb der Grundmauern blieb im südlichen Teil der Ostmauer in einer Breite von 235 cm erhalten und bestand aus zugehauenen Steinen. Mit den Grundmauern des Turmes waren die Fundamente der Stützpfeiler (Abb. 6) verbunden. Die nicht erhaltene Breite des Turmes wird indirekt von dem Wasserleitungskanal am südwestlichen Eck bestimmt, der in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts (Abb. 3, Detail A) gegraben wurde. Die Wände des Turmes und der Pfeiler waren senkrecht. Die einzige erwiesene Einrichtung des Turminneren war die Zisterne aus dem Hof der vorhergehenden Burg, die jetzt exzentrisch angebracht war. An die Ostmauer des Turmes wurde anschliessend ein Zubau für das Stiegenhaus ähnlich wie bei anderen Wohntürmen angebaut (Visegrád — Ungarn).

Auf Grund der Situation im Terrain und der Ausmasse schliessen wir, dass es sich um einen grossen Wohnturm handelt, ähnlich dem Wohnturm in Sárospatak (nach 1250). Bei der Rekonstruktion des Turmes setzen wir voraus, dass die Horizontal- und Vertikalgliederung von einer Holzkonstruktion gebildet wurde. Wenn wir vier Stockwerke bei einer Höhe von 4,5 m pro Stockwerk voraussetzen, so konnte der Turm etwa 20 m hoch sein. Trotz des Mangels an architektonischen Detaillen nehmen wir an, dass die Architektur des Turmes spätromanisch, so wie die Bauten in der Umgebung aus dieser Zeit war (Kaplná, Trstín, Kričovany) und ähnlich wie die Türme in Visegrád und Sárospatak.



10. Die Situation der Burg in der 2. Hälfte des 13. Jahrhunderts. Am Donauufer ist der Wasserturm — die Maut an der Furt

10. A vár helyszínrajza a 13. század 2. felében. A Duna-parton áll a víztorony — a vám a gázlónál

Der grosse Wohnturm stand auf der höchsten Stelle des Berges und sein eigentlicher passiver Schutz lag in der Breite und Höhe der Umfangsmauern. Den vorgeschobenen Schutz bildeten die Burgmauern mit dem Krönungsturm, der zum Sattel des Schlossberges situiert war, in der Richtung des leichtesten Angriffes, etwa 6 m unter dem Gipfel des Schlossberges. Der Turmbau ist nicht einheitlich, in der ersten Etappe wird bis zur Höhe des heutigen Parters die Reihentechnik eingehalten, wobei im Eck grosse, grob behauene Steine sind. In der zweiten Etappe wurde der Turmbau beendet und mit einer Zinne versehen, die Ecken wurden aus bossierten Quadern hergestellt. Der Turm hatte ursprünglich 4 Stockwerke, die durchschnittlich 6 m hoch waren. Auf dem Turm stellten wir 10 ursprüngliche Schießscharten (Abb. 24, 25, 26 t, 27 t) und drei ursprüngliche Eintritte (Abb. 24, 28 t) fest.

Gegen die bisherige Funktion und Datierung des Krönungsturmes in den Anfang des 15. Jahrhunderts sprechen mehrere wichtige Tatsachen. Der Turm hatte Schießscharten, die heute in das Innere des südlichen Traktes des Palastes münden, und nördlich zwei Durchgänge in die heutige Umfangsmauer. Das heutige innere Eck des Turmes ist ebenfalls bossiert, die Bossage ist aber niedriger und die Zeichen grösser und von einem anderen Typus als die am Sigismundpalast.

Den Bau des grossen Wohnturmes bestätigt die Urkunde aus dem Jahre 1245. Vom Krönungsturm schliessen wir, dass er unter deutschem Einfluss während der Wirkung der deutschen Ritter auf der Burg zur Zeit der Bautätigkeit des Gespans Roland (1248—1299) entstand. Die Konfrontation der Resultate aus den Ausgrabungen mit den ersten Abbildungen der Burg in der sogenannten Wiener Bilderchronik aus dem Jahre 1358 beweist, dass die bisherige Ansicht, dass das Bild (Abb. 33 t) völlig schematisch ist, nicht standhält. Auf dem Bild wird das Zentrum von einem hohen prismatischen Bau mit einem Risalit (Stiegenhaus?) mit Schießscharten unter dem Satteldach, und ein hoher Walzförmiger Turm mit einem Wehrgang gezeigt. Es sind dies anscheinend die zwei Hauptgebäude der Burg, die bezüglich der Detaile

anspruchslos ausgearbeitet waren, und schematisch ist nur der Vordergrund der äusseren Burgmauern, der sich auch bei anderen Inizialen des Werkes wiederholt.

Der Turm in Bratislava gehört zu den Bauten, die zum Schutze des Landes nach dem Einzug der Tataren dienten. Bei einem Grossteil der aufgebauten Burgen ist der Typus der Wohntürme überwiegend. Schon eine geläufige Besichtigung der erhaltenen Reste der Wohntürme im oberen Teil des ehemaligen Ungarns zeigt uns deren Verschiedenheit in der Grösse und in der Technologie des Baues. Von dem Durchschnitt trennen sich auffallend die grossen Wohntürme in Visegrád (nach 1250), Sárospatak (nach 1250) und neuestens die Reste aus Bratislava (1245). Wir setzen voraus, dass es zum Aufbau der grössten Objekte dieses Types im ersten Jahrzehnt nach dem tatarischen Einzug kam, was wir dadurch erklären, dass die Türme bei Gefahr auch für die nahe Bevölkerung ein Zufluchtsort waren. Damit erfüllten sie teilweise noch die Funktion der Burgstätten und der umfangreichen Höfe unserer gemauerten Burgen aus dem ersten Drittel des 13. Jahrhunderts. Erst nach diesen Türmen werden in der Hälfte des 13. Jahrhunderts kleinere, schon ausschliesslich feudale Wohnsitze (Trenčín, Vel'ký Šariš) gebaut. In der weiteren Entwicklung gliedert sich die einheitliche Wohn- und Schutzfunktion des Turmes auf den eigentlichen Palast auf. Der selbstständige Schutzturm wird in der Richtung der grössten Gefahr aufgebaut.

*

Die slawische Periode auf der Bratislavaer Burg, die teilweise der beschriebenen Bautätigkeit vorausgeht, und der Aufbau des Sigismundpalastes (in den Jahren 1431—34), der nach der Stagnation im 14. Jahrhundert nach dieser Periode folgt, sind noch nicht vollkommen ausgewertet. Die Ausgrabungen auf der Burg begannen erst mitten in den Rekonstruktionsarbeiten, von denen sie oft ungünstig beeinflusst wurden. Die Resultate der Ausgrabungen wurden hingegen nur bei der Abänderung einiger Detaile des projektierten Wiederaufbaues ausgenützt. Deshalb liegt der Wert der Ausgrabungen vor allem in den gewonnenen Kenntnissen über die Geschichte der Bautätigkeit des eigentlichen Objektes und darin, dass sie eine Lücke in der Entwicklung der Architektur in unserem Lande ausfüllen. Die Praxis bestätigte die Notwendigkeit einer engen Zusammenarbeit der archäologischen und architektonischen Erforschung der mittelalterlichen Objekte, die in Zukunft den Kenntnissen der materiellen Kultur des 10. bis 13. Jahrhunderts auf der Slowakei viel beitragen kann.

*

A bratislavai várra vonatkozó eddigi kutatás csak levéltári anyagra és a megőrzött építményeknek arra a területére támaszkodhatott, melyeknek legrégibb magvát a Zsigmond-palota és a XV. század 1. harmadából származó peremerődítmény alkotta. A vár régebbi építészeti fázisairól ezért csak keveset tudtak.

A vár területén az 1958. évtől dolgozik régészeti kutató csoport, mely a jelenlegi felújítási munkáktól való függősége ellenére felderítette a bratislavai vár fejlődésének kezdetét. Az összes Zsigmond előtti építési és települési fázis megállapításának fontos feltétele az eredeti terep rekonstruálása volt (6. kép), melyet ma történelmi feltöltések és teraszok borítanak. A várdomb teteje a palota mostani udvara, nyugati részének közepén van. Ebben a térségben a déli lejtőn a XI. században egyszerű, valószínűleg kétterű palota volt, melyből az északi peremfal részlete a bejárattal, sarokkal és a válaszfalkötéssel maradt meg.

Ehhez nyugati oldalon a XII. században hasonlóan tagolt, nagyobb palota épült, melyből a déli rész és egy belső válaszfallal átkötött keleti peremfal maradt meg. A keleti fal északi részén kötött-tokos román ablak széles fülkéje található. Mindkét említett architektúra Szlovákiában az első ismert világi kőépítkezést képviseli.

Mindkét épület a XIII. század közepéről származó széles falazással volt borítva. A tatárjárás után a bratislavai várban is nagy kőtornyot építettek, melyet IV. Béla 1245. évi oklevele is megerősít. A kutatás felderítette alapjainak majdnem 3/4 részét. Ezek öntött kőfalazatból készültek, egészen a szikla alapzatra helyezték őket, 250—270 cm szélesek. A torony alapjaihoz voltak kötve a támaszpillérek alapjai. A torony keleti oldalához pótlólag toldaléképületet építettek a lépcsőzet részére, hasonlóan, mint a többi lakótoronynál. A nagy lakótorony 21,80×21,90 m-es méreteivel Magyarországon a nagy lakótornyok fejlődésének csúcsán helyezkedik el.

A lakótorony előretolt védelmét a bástyák alkották az ún. Korona Toronnyal, mely ma a Zsigmond-palotához tartozik. Mostani feladata ellen és a Korona Torony XV. sz. eleji származtatása mellett több fontos oklevél tanúskodik. A toronynak lőrései voltak, melyek ma a déli palota belsejébe torkollnak és 2 átjárója volt északra, a mai peremfalhoz. A torony mostani beépített sarka is durván faragott, a bossage azonban más és a kályha jelei is más típusúak, mint a Zsigmond-palotában. A vár külseje a XV. sz. elején Luxemburgi Zsigmond kiterjedt átépítésével teljesen megváltozott.

PEREHÁZY KÁROLY

BUDAPESTI MŰEMLÉKI ÉPÜLETEK HELYREÁLLÍTÁSÁNAK PROBLÉMÁI

Román András előadásában mélyrehatóan elemezte a műemléki kivitelezés problémáját, kiemelve azt, mennyire fontos a műemlék eszmei tartalmát, a történelmi értéket megtartani és éppen ezért került sor sajátos műemléki kivitelező apparátus kialakítására az Országos Műemléki Felügyelőség keretén belül. Az OMF végzi a műemlékileg legfontosabb objektumok helyreállítását, legyen az vár vagy lakóépület. Sok szép konzerválás, helyreállítás a bizonyíték arra, hogy helyes volt ilyen kivitelezői apparátus létrehozása.

Az előadásból az tűnik ki és azt vélelmezhetnék, mintha az egész országban a legkiemelkedőbb műemléki helyreállítások az OMF kitűnő kivitelező gárdájával kerülnének lebonyolításra. Sajnos, éppen a fővárosban és szűkebb értelemben a budai várnegyedben, ez mind a mai napig nem valósulhatott meg és hazánk egyik legkiemelkedőbb műemléki együttesének helyreállítási munkái idegen kivitelező vállalatok közreműködésével folynak. (1. sz. kép.) Az idegen kivitelező vállalatok sajátos műemléki munkák elvégzésére megfelelő részlegekkel nem rendelkeznek, a helyreállítási munkák során esetlegesen előkerülő maradványok alkalmával — melyek a leggondosabb előzetes feltárás során sem voltak észlelhetők — azonnal akadályközléssel élnek, nem egyszer a munkáról történő levonulással fenyegetőznek, a dokumentáció módosítását követelik akkor is, amikor megfelelő műemléki művezetés mellett nincs akadálya a munka folytatásának. Az ilyen előre nem látott akadályok a határidő viták, a kötbérek útvesztőjébe visz. A kivitelező, beruházó, tervező energiájának nagy részét a maga vélt vagy valódi sérelmének igazolására fordítja, a munka leállítása a tervteljesítést gátolja, végső soron pedig arra vezet, hogy a műemléki épületekre biztosított összeg felhasználatlan marad és a helyreállítás, restaurálás befejezésének határideje kitolódik. A főváros műemlékvédelme is igényli az OMF kivitelező gárdájához hasonló apparátus szervezését, mert a műemléki helyreállítás komplex feladat, a kivitelezés magasfokú szakmai felkészültségen, nagyfokú gondosságon kívül speciális részlegeket és a mai korszerű technika adta lehetőségeket kihasználva új technológiai fejlesztést, kutatócsoportot igényel. És itt érkeztünk el a következő problémához, a színezéshez.

A homlokzati színezésnél a kevés és főleg rossz hazai festékanyag mellett szerény lehetősége nyílik az építésznek a változatos színezésre, és állítólagos „oxid festék"-kel színezett homlokzatok pár hónap múlva elveszítve eredeti színüket, kifoltosodva, szemlélőjüknek siralmas látványt nyújtanak. A műanyagfestékek (emfix, walkid) más textúrát adnak, az épület megjelenése díszletszerűnek hat, idegen a műemléki környezetben (2. sz. kép).

A festés feltáskásodása a csapadék hatására a vakolat lemállást is maga után vonja és néhány év után a homlokzat ismét „rongyos" állapotú. Ennek kiküszöbölésére történtek már kezdeményezések és sikerült megoldásnak tekinthetjük az Úri u. 31. sz. háznál (3. sz. kép) Dragonits Tamás építész által alkalmazott homlokzat vakoló és színező anyagot, mely ugyan nem az új technika adta lehetőséget használta ki, hanem évszázadokkal ezelőtt alkalmazott habarcsjavítást végzett. A homlokzatvakoló habarcsba finoman őrölt téglaport kevert, ezzel egyrészt a csapadéknak igen ellenálló szilárd vakolatot kapott, másrészt a téglaporral színezett habarcs nem foltosodik, tehát színtartó és nem málik.

Távol áll tőlem, hogy a technikai-technológiai fejlesztés útját az évszázadokkal ezelőtti anyagok felhasználásának helyességében bizonygassam, de az előbb említett épület homlokzatának állapota bizonyítja, hogy ilyen egyszerű eszközökkel is egészen jó eredmény érhető el és a szilárdság növelésének a cementadagolás nem egyedüli módja.

Román András előadásában különösképpen a várak konzerválása s esetleges felhasználása során felvetődő problémákat is megemlítette. Így foglalkozott a közművesítés biztosításával a funkcióval rendelkező váraknál, taglalta az anyagszállítás nehézségeit, a dolgozók elszállásolását stb. Ilyen problémák a fővárosi műemlékhelyreállítás területén valóban nincsenek. Jelentkeznek azonban más egyéb nehezen leküzdhető nehézségek.

Műemléki épületeink alaprajzai általában még a XIX. századi alaprajzot tükrözik, a mai kor embere már igényesebb. Ezek az épületek műemléki törvényünk gondoskodása folytán még évszázadokig fennállnak, mai és jövendő életünk részei lesznek. A helyreállítás, felújítás során azok korszerűsítéséről is gondoskodni kell, mert örvendetesen növekvő új lakásépítkezéseink során minden indokolt lakásigény kielégítést nyer majd és ezekből az elavult lakásokból, ha nem korszerűsítjük, elszivárognak lakóik, másutt kapnak lakást. A műemlékeket csak akkor tudjuk fenntartani, ha életet viszünk bele. A korszerű műemlékhelyreállítás tehát megköveteli, hogy a mai funkciót betöltő műemlékeket a helyreállítás során alkalmassá tegyük e funkciók tökéletes kielégítésére. A XX. századi lakáskultúra komfortban többet igényel és ezt a többletet alapterületben igen sokszor csak egyes bérlemények feláldozásával érhetjük el. Az így kieső lakások helyett másutt kell a bérlőknek lakást biztosítani. Nem érdektelen megemlítenem, hogy a budai várnegyedben 76 db lakás (egyes esetekben egysejtű bérlemény) kerül a korszerűsítések során szanálásra, a mindannyiunk előtt ismert Batthyány tér 4. sz. műemlék lakóépületében a korszerűsítések végett 27 bérleményt szüntettünk meg és ezek alapterületével bővítjük, komfortosítjuk a megmaradó lakásokat.

A lakások folyamatos biztosításának késedelme azonban befolyással van a helyreállítás ütemére, végsősoron a budai várnegyed restaurálásának végleges befejezésére.

A hiányzó lakások biztosítása sok esetben a vári üres telkek beépítésével történik. A történelmi környezetbe épített új házak sokat vitatott problémájára nem kívánok kitérni, hiszen a „Műemlékvédelem" hasábjain számosan kifejtettük véleményünket, az elkészült terveket bíráltuk, ankéton ismertettük, külföldi analógiákat hoztunk fel bizonyítékképpen. Egységes álláspont alakult ki azok formájára, vertikális hangsúlyára, párkánymagasságára, héjjalására stb. (4—5—6. sz. kép). A budai várnegyedben felépített új házakról a széles közvélemény kritikája azonban nem minden esetben volt pozitív és



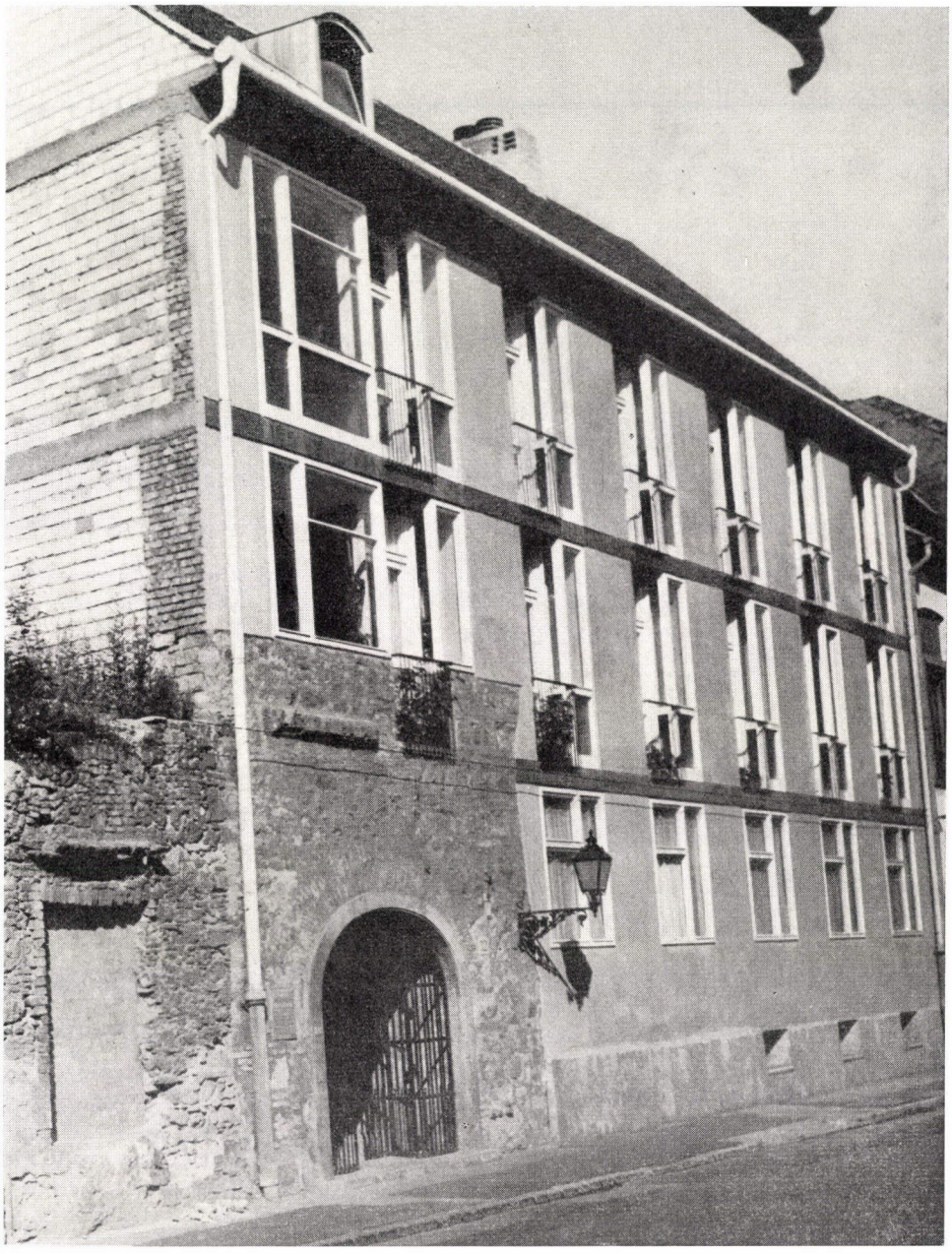
1. Budapest I. Hess András tér 3. sz. lakóház helyreállítása a budai várnegyedben
1. Budapest I. Hess András-Platz No. 3. Wiederherstellung eines Wohnhauses im Budaer Festungsviertel



2. Bp. I. Úri u. 45. „EMFIX"-el színezett homlokzat
2. Budapest I. Úri-Gasse 45. Fassade, mit »EMFIX« gefärbt



3. Bp. I. Úri u. 31. Homlokzatvakoló habarcs téglaporral színezve
3. Budapest I. Úri-Gasse 31. Mörtel zum Fassaden-Verputzen, mit Ziegelpulver gefärbt



4. Új épület történelmi környezetben. Bp. I. Úri u. 32.
4. Ein neues Gebäude in historischer Umgebung. Budapest I. Úri-Gasse 32.



5. Új épület történelmi környezetben. Bp. I. Úri u. 34. sz. ház Tóth Árpád bástyasétány felőli homlokzata

5. Ein neues Gebäude in historischer Umgebung. Fassade des Hauses Budapest, I. Úri-Gasse 34. von der Tóth Árpád-Basteipromenade aus gesehen

megállapításunk szerint is csupán egy-két olyan új épület van, amelyet a sikerült alkotás jelzőjével illethetünk. Sokkal nagyobb elmélyülés szükséges a tervek kialakításánál, mert nehéz feladat korunk építőművészetét a történelmi környezetben úgy megszólaltatni, hogy ne adjon kihívó benyomásokat.

A főváros felduzzadt forgalmának lebonyolítását a szűk utcák akadályozzák, a megnövekedett forgalom lebonyolítása útszélesítésekkel valósítható meg, mely árkádosításokat tesz szükségessé. Így került sor a Népköztársaság útjának a Dunával történő összekapcsolása folytán útszélesítésre, mely az árkádosítás elvégzését kívánta, de hasonló munkák folytak a Rákóczi úton, a Kilián laktanyánál stb. A műemléképületek árkádosítása számos közigazgatási, területfelhasználási, kivitelezési problémán túlmenően városképi és műemléki problémát is jelent. Az épület eredeti tömegének, hangsúlyosságának fenntartása, az üzletsor beépítésének, megvilágításának megoldása, a járdák bevezetése, a veszélytelen közlekedés biztosítása, mind-mind olyan megoldandó feladat volt, mely a világvárosi kialakítás mellett a műemléki koncepció fenntartását is megkövetelte. A fényárban úszó József Attila utcán levő klasszicista műemlékeink árkádosításánál ennek a sokrétű feladatnak a megoldása sikeresnek mondható.



6. Bp. I. Fortuna u. 15. sz., új épület a történelmi utcaképben

6. Budapest I. Fortuna-Gasse 15. Ein neues Gebäude im historischen Strassenbild



7. Árkádosított műemléképület. Bp. V. József Attila u. 5.

7. Baudenkmalsgebäude mit freigelegten Arkaden. Budapest V. József Attila-Gasse 5.

Az elnökség által meghatározott rövid idő nem ad lehetőséget a fővárosi műemlékvédelem kiviteli problémáinak teljes mélységében való feltárására. Apró mozaikok csupán, amelyeket felsoroltam, de a megoldásra váró feladatok nagyok és ennek a konferenciának is az a célja, hogy a fennálló problémákat megtárgyalja.

Tagadhatatlan az a tény, hogy a technikai-technológiai fejlesztésre lényegesen nagyobb súlyt kell fektetnünk, újabb és újabb korszerű anyagokkal kell a helyreállítás színvonalát emelnünk. Ezt a problémát éppen a „Műemlékvédelem" hasábjain vetette fel dr. Zádor Mihály egyetemi docens, kifejtve azt a tényt, hogy míg a legtöbb ipari és tudományos területen kialakult, vagy legalábbis kialakulóban van a legújabb anyagvizsgáló és konzerváló anyagok és módszerek alkalmazása, a régészeti és képzőművészeti alkotások restaurálásánál (9—10. sz. kép) felhasználják már az izotópokat, a különféle műanyagokat (főleg a légzőtulajdonságú úgynevezett több komponensű műgyanták és műgyanta készítményeket), a műemlék-helyreállítás és konzerválás azonban ma sem áll technikailag fejlettebb fokon, mint fél évszázaddal ezelőtt.

Bár a probléma felvetése részéről mintegy két éve történt, ezen a téren jelentősebb előrehaladásról, sajnos nem számolhatunk be.

A műemlékvédelem fontos kultúrpolitikai feladat. A gondjainkra bízott értékek nagyok, felelősséggel tartozunk ezek fenntartásával, műemlékszintű helyreállításával, nemcsak jelen korunknak, de a jövő nemzedékének is.

Műemlékvédelmünk az elmúlt évtized alatt sokat fejlődött, más a lépteke már nemcsak a szakértők, de a művelődni vágyó nagyközönség előtt is, és azzal ma már mindenki egyetért, hogy a szocialista kultúrától a műemlékvédelem elszakíthatatlan.

DIE PROBLEME DER HERSTELLUNG DER BUDAPESTER BAUDENKMÄLER

Die Ländliche Baudenkmalinspektion (L. B. I.) wickelt die Herstellung der wichtigsten provinziellen Baudenkmäler mit eigenartigem ausführendem Apparat ab, jedoch die Herstellung der hauptstädtischen Baudenkmäler wird nicht mit speziellen ausführenden Unternehmen verfertigt. Durch diese Situation wird die ausspruchsvolle Herstellung der hauptstädtischen Baudenkmäler ungünstig beeinflusst.

Es zeigt sich notwendig, dass die Herstellung der hauptstädtischen Baudenkmäler — ebenso wie bei der L. B. I. — mit geübten speziellen ausführenden Unternehmen verfertigt wird.

Die Herstellung der hauptstädtischen Baudenkmäler hat auch seine eigene Probleme. So z. B. die Formen der neuen Häuser die in das historische Milieu eingebaut werden (im Ofner Burgviertel), die Schaffung der Arkaden welche wegen der leichteren Abwicklung des angeschwollenen Verkehrs notwendig sind, die Modernisierung der Wohnhäuser, vernünftigere grundrissliche Verordnung. Durch diese Fragen tauchen viele Probleme hervor.

Der Fehler der Herstellung unserer Baudenkmäler ist auch, dass sie die Möglichkeiten der heutigen modernen technischen Angelegenheiten nicht genügend ausnützt. Wir müssen wesentlich grösseres Gewicht auf die technische Entwicklung legen und dadurch das Niveau der Herstellung mit neueren und neueren auch mit modernen Materien erhöhen.

CSEH ISTVÁN

A BALATON-KÖRNYÉK VÉDETT TELEPÜLÉSEI

A balatoni régió távlati műemlékhelyreállítási terve — azon túlmenően, hogy legértékesebb műemlékeink helyreállítására javaslatot tesz — kijelöli azokat a településeket is, amelyeket különleges védelemben kell részesíteni.

A Balaton-környék települései többségükben igen régiek, több száz éves múltra tekintenek vissza. Ez a megállapítás különösen az északi partra vonatkozik, ahol már a római kultúra nyomai is kimutathatók, s a tájat, vizet szerető ember szívesen tartózkodott. Ezek a települések kicsinyek — néhány száz fő részére nyújtanak életteret —, igen hangulatosak, s mintegy a változatos tájkép motívumaiként jelentkeznek. A településekhez tartozó szőlőhegyen épített présházak, pincék kisméretű épületei pedig különösen jellemzőek erre a vidékre, ahol az őslakosság főfoglalkozása még ma is a szőlőművelés.

A múlt században még virágzott a halászat is, és egyes településeknek különösen jó jövedelmet biztosított. Ennek a termelési módnak az emlékei még ma is élnek és épületekben is megtalálhatók, mint például a tihanyi „Halász-céh" ház, vagy a Balatongyörök melletti Szentmihálydombon álló 1739-ben épült emlékkápolna.

A műemléki védelemre javasolt települések, településrészek mindegyike más szempontból jelentős. A kiválasztásnál elsősorban arra törekedtünk, hogy a település tükrözze azokat a gazdasági-társadalmi viszonyokat, amelyek egykor jellemezték. További szempontunk az volt, hogy a kiválasztott települések fekvésüknél fogva az idegenforgalom érdeklődési körébe bekapcsolhatók legyenek. Szeretnénk ezeket a településeket a mába beilleszteni és megfelelő funkciót adni nekik, úgy azonban, hogy eredeti arculatukat és sajátosságaikat továbbra is megőrizzék.

A Balaton környékén nyolc települést jelöltünk ki és javasoltunk védeni. Ezek közül Alsóörs, Tihany, Akali, Szigliget, Balatongyörök—Becehegy, Nemesvita és Tapolca az északi parton fekszik, míg Szántódpuszta a déli parton települ.

Alsóörs. A Balaton északi partján fekvő település védelemre kijelölt része hegyoldalban fekszik. Szerkezete teljesen a terephez igazodik. Az utcák a rétegvonalakat követik, erre merőlegesen kicsiny közök futnak le, amelyek egyúttal a csapadékvíz lefolyását is biztosítják.

A védett terület két kiemelkedő objektum közé szorul. A hegyoldal legmagasabb pontján, északon áll a középkori eredetű templom, ettől délre az ún. „Török-ház", egy gótikus eredetű lakóépület. Mindkettő kiemelkedik a környező lakó- és gazdasági épületek tömegéből és mintegy uralkodik azon a mediterrán jellegű, teraszokon elhelyezkedő településrészen, amelyet védeni kívánunk.

Az egyes telkek, udvarok is tükrözik a terepadta lehetőségeket. Egy-egy gazdasági egység, egy-egy udvar (telek) mérete igen kicsiny. A szükséges lakó- és gazdasági épületek viszonylag kis helyen és eléggé zsúfoltan épülnek, s a rendelkezésre álló terület teljes kihasználására törekednek. Ennek érdekében olykor a telkeken belül is teraszokat létesítenek. Az épületek nívóban is különböznek egymástól, egy gazdasági egységen belül is rétegződnek, láthatóan elválasztódnak. Emiatt aztán az egész településrész még zsúfoltabbnak hat.

Tihany védett része egészen más kívánalmakat és követelményeket állít elénk. Az apátság alatt települt község elsősorban fekvésénél fogva jelentős. A Balatonba benyúló félszigeten települt község centruma az apátság és az apátsági templom. Ettől ÉNy-ra terül el az a településrész, amelyet védelemre javasolunk. A község ugyancsak hegyoldalban, lejtős terepen fekszik, de egészen más jellegű, mint Alsóörs. Az őslakosság megélhetését főként a halászat biztosította. Több olyan kisebb társaságról vagy csoportról tudunk, amelyek „céhekbe" tömörültek, és az egész település gazdasági életét irányították, vagy legalábbis nagymértékben befolyásolták. Az egyik ún. „Disznósi-céh" még meglevő épületét a következő évben helyreállítjuk, és halászati múzeumnak rendezzük be.

A település szerkezete a XIX. század közepén kialakult állapotokat tükrözi vissza, és ma álló épületei között számos olyan akad, amely megőrizte eredeti kialakítását, nevezetesen füstös konyhás, két vagy három osztású elrendezését, náddal fedett, legtöbbször tornáccal ellátott és kőből épített. A lakóházak oromzatát rendszerint nyersen hagyják, csupán az ablak körül tapasztják és fehérre meszelik. A tihanyi kőépítkezésnek egyébként is igen régi hagyományai vannak, amelyet a meglevő régi lakóházak meggyőzően bizonyítanak.

Itt, Tihanyban azonban még a védelem kimondása előtt egy sajnálatos és helyre nem hozható hiba történt. A Kossuth Lajos utcát, Tihany főutcáját, teljesen átépítették. Az utat aszfalttal burkolták, szegélykövet és járdát építettek, a lakóházak elé olyan kerítéseket helyeztek, amelyeket itt soha nem ismertek és nem is alkalmaztak, és más, környezetbe nem illő beavatkozások is történtek. Ez a mindenáron korszerűsítésre való törekvés, sajnos egy elsietett intézkedés következménye volt, amelyet az egyre fejlődő idegenforgalom — mondják — tett szükségessé.

Akali ugyancsak régi település. A védelemre javasolt település talán legeredetibb állapotban fennmaradt együttesünk, amelyet a Balaton környékén még megmenthetünk. Egyutcás település. Főutcája a Balatonnal párhuzamos tengelyű, közepén két, — az ev. és rk. — templom áll. Az utcának ez a szakasza kissé kiteresedik. Ezen továbbmenve egy kis közön át jutunk el a tulajdonképpeni templomtérre.

A Fő utca — ma Kossuth Lajos utca — a templomok együttesétől nyugatra eső része az, amely számunkra a legértékesebb és mindenképpen védelmet igényel. Az utcának ez a szakasza teljes egészében megtartotta a XIX. század közepére kialakult képét, s még a házak előtti kőkerítés is eredeti, vagy csaknem eredeti állapotban maradt ránk. Az épületek itt is jórészt nyersen falazott kőből épültek, de más, például sárfalú épületek is találhatók. Az épületek lefedése még ma is náddal történik, s ezt az állapotot a jövőben is szeretnénk fenntartani. A védelemre javasolt településrészen belül a két templom együttese jelenti a fő motívumot, amely mintegy megnyitja a nyugatra húzódó Fő utcát, de egyben ritka és szinte egyedülálló együttest is alkot.



1. Tihany, Ős utca, utcakép
1. Tihany, Ös-Gasse, Strassenbild

A templomegyüttes környezete ma még minimális beavatkozással helyrehozható. Sajnos, a két templom előtti téren az elmúlt évben egy parkot létesítettek, és ezáltal olyan állapotot teremtettek, amely itt sohasem volt, és még a laikus szemlélő számára is hamisnak és erőltetettnek tetszik.

Balatongyörök—Becehegy védendő településrésze az előbbiektől eltérő, sajátos képet mutat. Tulajdonképpen hegyközség-jellegű település, amely még az elmúlt évszázadban települt, s azóta is érintetlenül maradt.

A szőlők közt elszórtan, egymástól meglehetősen távol települt présházak — amelyek mind egy enyhe lejtőn épültek — olyan festőien szép és harmonikus együttest alkotnak, amelyhez hasonlót a Balaton környékén nem sokat találunk.

Itt is olyan állapotokat sikerülne megmentenünk, amelyek az egykori kisparaszti gazdálkodási módra, közelebbről szőlőművelésre még jellemzőek, s hangulatukban, de tájképileg is szinte egyedülállóak.

Szigliget. A Várhegy oldalába települt község utcái a rétegvonalakat követik és enyhén emelkednek. A kis mellékutcák — közök — ezekre merőlegesek és rendszerint csak két, egymással párhuzamos, de szintben jelentősen különböző utcát kötnek össze.

A településnek délről, a Balaton felől történő megközelítése a leginkább élményt nyújtó. Településszerkezetileg talán Alsóörshöz vagy Tihanyhoz

hasonlítható, de míg Tihany csupán a településbe beérkezve tárul fel, addig Szigliget egymás felett, teraszosan elhelyezkedő házsorai és házcsoportjai — fölöttük a várrommal — már messziről láthatók, s a megközelítés során kibontakozó kép egyre részletesebbé válik.

Nemesvita. A Balaton-parttól mintegy 5 km-re, Szigligettől ÉNy-ra fekszik. A település szerkezete lazább, mint az eddig tárgyaltaké, és területe is nagyobb. A védelemre javasolt rész a községtől kissé különállóan helyezkedik el, mintegy kinyúlik belőle, és felcsúszik a felette emelkedő, fenyvesekkel benőtt hegyoldalra.

A védett terület tulajdonképpen csak egy utcából és a belőle lefelé kiágazó zsákutcából áll. Az utca jobb oldalán települt rész telekelrendezésben és beépítésben is különbözik az alatta levőtől. A védett utca egyes telkei aránytalanul hosszúak és felfutnak a hegyoldalra. Igen gyakran előfordul az is, hogy az itt álló lakó- és gazdasági épületeket egymás mögé építik. Az alsó településrész telkei már nagyobbak, beépítési módja terjengősebb és változatosabb.

A védett településrész utcája, helyesebben a kialakult utcakép is megőrizte múltszázadi jellegét és a már ismertetett beépítési sajátosságokon túlmenően ez utóbbi is védelme mellett szól. Néhány épület oromzata díszesen kiképzett, vakolatból alakított architektúrával készült, s hasonlóságuk arra mutat, hogy itt vagy a környező falvak valamelyikében egy olyan mester dolgozott, akinek munkássága nyomán jellegzetes, sajátosan egyéni jegyeket mutató stílus alakult ki. Ezek közül néhány épület a védett területen belül is megtalálható.

Szántódpuszta Zamárdi és Szántód között a 7. számú főközlekedési út, az ún. balatoni műút mellett fekszik. A XVIII—XIX. század folyamán kialakult major a bencés rend Balaton-környéki birtokainak egykori központja volt.

A major a későbbiek során tovább épült, s épületei ma egy nagyjából Fő utca szerű belső közlekedő út mentén helyezkednek el, szabálytalan elrendezésben. A meglevő legkorábbi épületet 1716-ban építették, de a XIX. sz. második felére lényegében a mai állapotnak megfelelő kép alakult ki.

Szántódpuszta védett együttese így azokat a XIX. századi gazdálkodási viszonyokat tükrözi, amelyhez fogható Magyarországon ma már sehol sem található. Mindezeken túl épületei egyenként is értékesek, védelmük különkülön is indokolt. Az együttes mellett álló dombtetőn épült barokk kápolnát a védett területhez csatoltuk.

*

A védett területek kijelölésével, területi lehatárolásával azonban még csak a kezdeti lépéseket tettük meg. Ahhoz, hogy ezek a települések a jövőben is életképesek legyenek és beilleszkedjenek mai életünkbe, még sokat kell tennünk. Meglehetősen nehéz feladat azonban megtalálni azt a funkciót, amely ezeknek az együtteseknek leginkább megfelel. Legelsősorban át kell hidalnunk azt az ellentmondást, amely egy régi, az egykori gazdálkodási, termelési módnak megfelelően berendezkedett település és a mának megfelelő új igény és funkció között jelentkezik.

Ezt a kérdést úgy kívánjuk megoldani, hogy a kijelölt települések nagy részét a Balaton-környéki idegenforgalom szolgálatába állítjuk. Alsóörs, Tihany, Akali és Szigliget védett együttesekben — főként a külföldi turisták



2. Tihany, Csokonya utca 180. lakóház
2. Tihany, Csokonya-Gasse 180. Wohnhaus

részére -- speciális, minden igényt kielégítő szállodákat, „Skansen-hoteleket" volna kívánatos kialakítani a szükséges kisegítő létesítményekkel együtt. Egy-egy parasztházat rendeznénk be erre a célra olymódon, hogy az épület alaprajzi elrendezésének megtartásával, de egyben korszerűsítésével, a mai igényeknek megfelelő állapotokat alakítanánk ki. Emellett figyelemmel kellene lenni arra is, hogy a ház értékes részei és ezzel együtt hangulata továbbra is megmaradjon.

Az épületek külső homlokzatai, tetőfedése ugyancsak megmaradnak, és ahol időközben átalakítás történt, az eredeti állapotot kell rekonstruálni. Ugyanígy szeretnénk eljárni például az Akali—Fenyehegy szőlőhegyi pincék esetében is. Itt egymástól nem túl messze, szétszórtan olyan présházak, pincék állnak, amelyek igen alkalmasak lennének egy-egy külföldi család számára két-három hétre pihenésre. Előzőleg persze ezeket is komfortizálnánk, garázst és kis fürdőmedencéket építenénk a présházak mellé, valamint az épületek centrumában egy közös éttermet, illetve társalgót-espressót. Ahol a terepadta lehetőségek megengedik, a garázsokat a föld alá építenénk, hogy a tájképet és a présházak alkotta együttes harmonikus képét ne zavarják.

Ezek az elképzelések a balatoni regionális terv elgondolásaival minden vonatkozásban összhangban vannak. Emellett — a megvalósításuk esetén — a terület őslakosságának foglalkoztatottsága is biztosítva lenne, amennyiben a „Skansen-hotel" lakói részére bizonyos szolgáltatásokat végeznének (takarítás, utcák és kertek rendbentartása, szállítások stb.).

A védelemre javasolt területekre tanulmánytervet szándékozunk készíttetni, amely megoldaná az üzemeltetés módját, tartalmazná ennek gazdasági kihatásait, valamint műszaki megoldását. Ez a terv a terület minden épületére felhasználási javaslatot is tenne, megoldaná az utak burkolásának módját, a világítás, víz és csatornázás kérdéseit stb.

*

Meggyőződésünk, hogy a védett műemléki jelentőségű területek kijelölésekor helyes módszereket alkalmazunk. A korszerű műemlékvédelemnek — az értékes egyedi emlékek védelmén túlmenően — a nagyobb együttesek védelmével is foglalkoznia kell. Különösen indokolt és lehetséges ez nálunk, s a többi szocialista országban, ahol megvalósításuk — a fennálló tulajdonviszonyok folytán — különösebb akadályba nem ütközhet.

A nagyobb műemléki együttesekre, védett városokra és műemléki jelentőségű területekre a dr. Gerő László által kidolgozott metodika általában a kisebb, vidéki települések esetében is alkalmazható. Itt azonban vannak olyan adottságok és követelmények, amelyek szükségessé teszik e falusi településekre szükséges speciális metodika kidolgozását és soron következő feladatunk éppen ez lesz.

*



3. Balatongyörök—Becehegy, Jóna István présháza

3. Balatongyörök—Becehegy, Presshaus István Jóna's

DORFRESERVATE IN DER BALATONGEGEND

Eine der wichtigsten Aufgaben der zeitgemässen Denkmalpflege besteht in dem Schutz von grősseren Komplexen, wie z. b. von Siedlungen oder von einzelnen Teilen solcher Siedlungen.

In der Balatongegend wurden die folgenden Dörfer zu Reservaten ausgewählt: Alsóörs, Tihany, Akali, Balatongyörök—Becehegy, Szigliget, Nemesvita, Tapolca und Szántódpuszta. Die Siedlungsanlage dieser Dörfer hatte sich im Laufe des XVIII. und XIX. Jhs. entwickelt und ist weiter verhältnismässig gut erhalten geblieben. Auch ein grosser Teil der Wohn- und Wirtschaftsgebäude in diesen Dörfern stammt aus dieser Zeit.

Die benannten Reservate sollen im Sinn der Denkmalpflege in das moderne Leben, vor Allem in das Interessengebiet des Fremdenverkehrs eingeschaltet werden. Die einzelnen Wohnhäuser können nach inwendiger Modernisierung als Herbergen für ausländische Touristen verwendet werden.

Einstweilen sind das bloss Pläne für die fernere Zukunft. Vor Allem müssen gründliche Studien unternommen werden, um sämtliche Vorbedigungen und Aufgaben untersuchen und feststellen, zugleich die ganze Zukunft der Reservate bestimmen zu können.

DR. VARGHA LÁSZLÓ

A NÉPI ÉPÍTÉSZET — A NÉPRAJZI JELLEGŰ MŰEMLÉKEK — REGIONÁLIS KÉRDÉSEI

A magyar műemlékvédelem általános elvi és gyakorlati feladatai sorában, az egyik legjelentősebb és időszerű feladat, műemlékeink regionális jellegű vizsgálata és védelme. Ennek az alapvető jelentőségű feladatnak egyik értékes és tanulságos elemzését jelentik a *„Balatoni Régió"* műemléki munkálatai. Az erről szóló referátum sokszintű tájékoztatást nyújt. Részben már a táji adottságok, a természetvédelmi kötöttségek és kötelezettségek mellett, a történeti múlt hagyományozó ereje s gazdag hagyatéka, a változatos jellegű műemlékek egész sora szinte kötelességszerűen előírja egy-egy szűkebb táj, jelen esetben a Balaton környéke sajátos szépségű emlékanyagának a fokozottabb és részletesebb megismerését s védelmét. A balatoni táj egyedülálló természeti szépsége, a történeti — művészettörténeti, építészettörténeti és néprajzi — jellegű, emlékanyaggal együtt valóban fokozott megbecsülést igényel. Ez a fokozott megbecsülés azonban egyidejűleg következetes, s már alapjában véve is sokoldalú — egységes — szemléletű vizsgálatot követel meg.

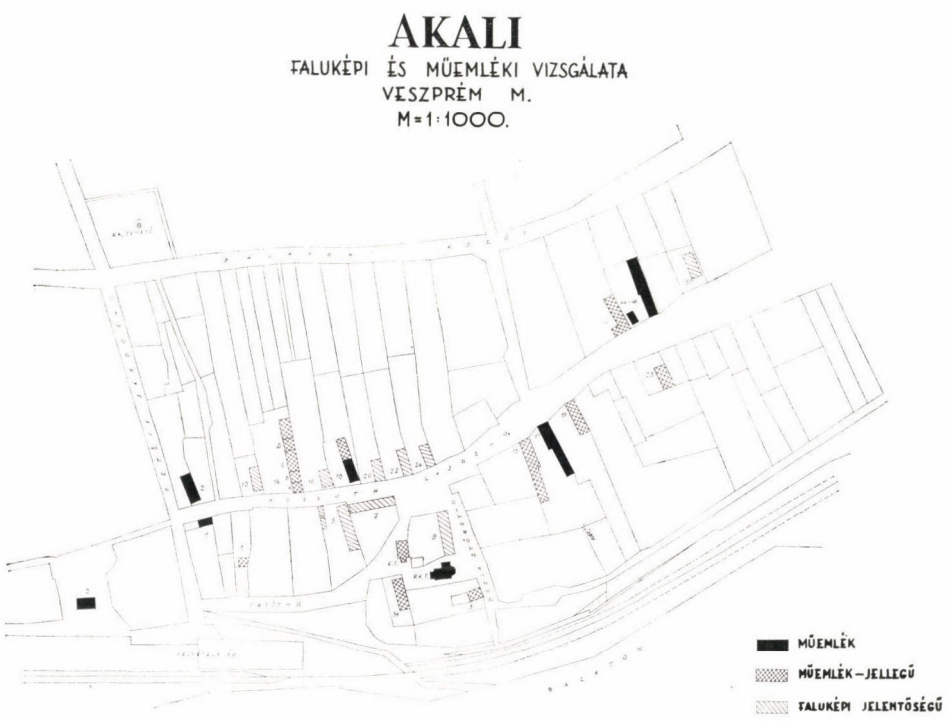
A viszonylag egységesnek tűnő balatoni táj — a *Balatoni Régió* — több kisebb tájcsoportra, egymással lazán összefüggő egységekre — balatoni alrégiókra — oszlik. A Balaton északi, dombos hegyvidéke, dús szőlőivel és erdeivel merőben más jellegű, mint a déli part hosszan elnyúló fövenyes, lankás partja. A természeti elkülönülés mellett, a történeti adottságok is más jellegű emlékanyaggal jelentkeznek. Ez a más jellegű, egymással azonban szerves egységben álló, s elsősorban településtörténeti és építészeti adottság legvilágosabban a néprajzi jellegű műemlékek emlékanyagában mutatkozik meg.

Már maga ez a tény, hogy a balatoni táj — a *„Balatoni Régió"* — több kisebb alrégióra, alcsoportra oszlik, természetszerűleg felveti a népi építészet, a néprajzi jellegű műemlékek *regionális* kérdéseit s feladatait. Talán nem lesz felesleges, ha ez alkalommal ismételten a tudományos munka *„exakt"* jelentőségére hívom fel a figyelmet, s ezzel egyidejűleg a társtudományok szerepére és jelentőségére, s nyilván a közös munka várható eredményeire is utalok.

A *Balatoni Régió* műemléki feladatai természetszerűleg maga után vonják a társtudományok már említett szerepét s közreműködését. Még inkább szükségünk van erre az együttműködésre a néprajzi jellegű műemlékvédelem keretében. A balatonmenti népi építészet vizsgálata, s ennélfogva a néprajzi jellegű műemlékek védelme e szűkebb táj (nagytáj) természeti és történeti adottságai mellett, az etnikai csoportok és vidékek következetes vizsgálatát is igényli. A továbbiakban a már közismert, de a részleteiben még alig vizsgált *„háztípus"* kérdéseinek a tisztázása is szükséges. Mindezek után, a közvetlen érintett kisebb tájegység, egy-egy szűkebb környék, alapos és sokoldalú — nép-

rajzi jellegű — műemléki vizsgálata az elvégzendő feladat. Tanulságos lenne még a továbbiakban a hazai nagytájak, más régiók keretében, az eltérő jellegű alrégiók, kisebb tájegységek összehasonlítását is elvégezni. A Balaton-környék sajátos arculata, pl. a Mátra-vidék vagy a Bükkalja néprajzi jellegű műemlékanyaga ismeretében még határozottabban kirajzolódna.

A feladat tehát — a *Balatoni Régió* néprajzi jellegű emlékanyagának a vizsgálata — rendkívüli jelentős, de egyúttal eléggé összetett és szétágazó is. Mindezekre a feladatokra azonban, teljes részletességgel jelen esetben nem térhetünk ki. Inkább csak emlékeztetésül említem meg, hogy a Balaton-környéki települések *általános vizsgálata* során, a *részletes néprajzi kutatás* is elkerülhetetlenül szükséges. Ismerve a Balaton-környék regionális tervét (*„A Balaton-környék regionális terveinek jóváhagyásáról" szóló kormányhatározat.* 1023/1963. sz.), a néprajzi jellegű műemléki vizsgálat nem mondható teljes értékűnek. Elsősorban az ún. fogalmi meghatározások, s a műemléki értékelések ellentmondásai a szembetűnőek. Általában csupán egyes — bár részleteikben helyes — szempontok nyújtottak alapot még a közelmúltban is a néprajzi jellegű műemlékek értékeléséhez. Így például a következő jellemzés s meghatározás: „. . . *jelentősebb szépségű présházak, népi épületek*, és mint ilyenek egyidejűen műemlékké nyilvánításuk is indokoltnak látszik . . ." elsősorban egy vitatható esztétikai és egy sajátos építőművészeti szempontú, de kétségkívül jószándékú értékelést jelent.



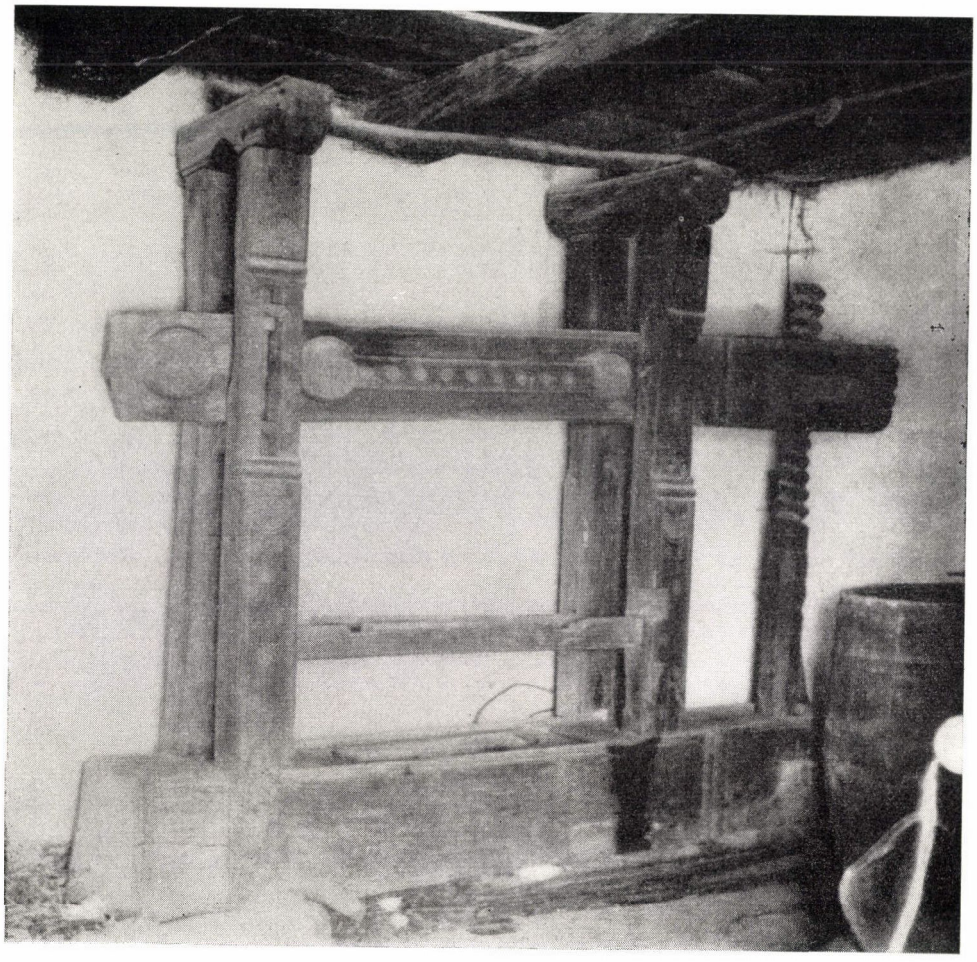
1. ábra. *Balatonakali.* Veszprém m. Műemléki és faluképi vizsgálat. 1954—1960. Dr. Vargha László. — Untersuchung aus der Sicht des Denkmalschutzes und Dorfbildes



2. ábra. *Balatonakali.* Veszprém m. Szőlőhegyi pince. Ép.: XIX. sz. k. — Keller am Weinberg

Számos hasonló példát sorolhatnánk még fel a továbbiakban arra nézve, hogy a szerényebb vagy rendeltetésénél fogva sajátos, elkülönülő néprajzi jellegű műemlékek vizsgálata, jegyzékbevétele és védelme, nem elsősorban a műemlékvédelmi törvények és rendelkezések szigorúan kötött — tehát tudományos — szempontjai és töretlen, következetes alkalmazása révén történik.

A magyar népi építészet, s ennélfogva a néprajzi jellegű műemlékek értékelésénél sajátos módon még napjainkban is inkább és elsősorban az ún. esztétikai elvek, igények az irányadók. Vajmi kevesen veszik figyelembe, hogy az egykori, a már megváltozott, letűnőfélben levő parasztság gazdasági adottságai, a paraszti életforma építészeti tevékenysége hozta létre azokat az alko-



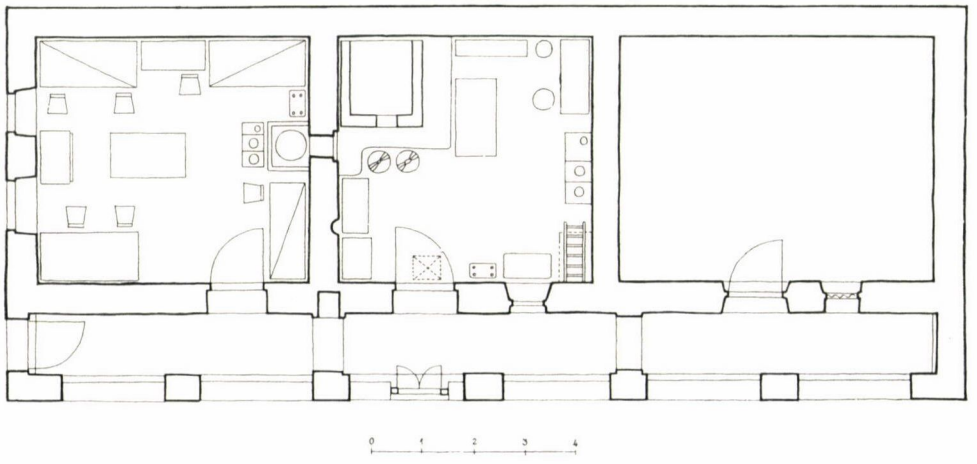
3. ábra. *Balatonakali.* Veszprém m. Nagyleshegy. Szőlőhegyi pince. Prés. Ép.: XIX. sz. e. f. — Keller am Weinberg. Weinpresse

→

4. ábra. *Balatonakali.* Veszprém m. Kossuth Lajos u. 2. Lakóház. Tornác. Ép.: 1834. — Wohnhaus

5. ábra. *Balatonakali.* Veszprém m. Kossuth Lajos u. 2. Lakóház. Alaprajz. Ép.: 1834. — Wohnhaus




0
1
2
3
4

tásokat, amelyeknek a zöme (néprajzi jellegű) műemléki jelentőségű. Mindaddig tehát, amíg a magyar műemlékvédelem keretében, a néprajzi jellegű műemlékek értékelésénél *a néprajzi* (történeti néprajzi) jellegű igény és kívánalom nem válik, vagy nem válhat egyenrangúvá a szinte még általánosan érvényesülő építészeti (ún. esztétikai) igényekkel, a néprajzi jellegű műemlékek megfelelő és szakszerű értékeléséről alig beszélhetünk.

Az elmondottak alapján, úgy véljük, még inkább nagyobb figyelemmel kell vennünk azokat a törekvéseket, amelyek a műemlékvédelem általános feladatai mellett, de azokkal lényegében szerves egységben, egy-egy nagyobb egység, település, telektömb védelmét jelentik. Elsősorban azokra az elgondolásokra utalunk, amelynek a célja egy jellegzetes település zárt s egységes védelme. A néprajzi jellegű műemlékek ilyen arányú védelme természetszerűleg magában foglalja a kijelölt terület egészében álló, s műemléki értékkel alig rendelkező épületek, épületcsoportok egységes védelmét is.

Egy-egy védett terület: település, falu, falurész, telektömb, telek, épületegyüttes, falukép, utcakép, tájképi együttes stb. kétségkívül alkalmas arra, hogy egy-egy szűkebb táj, az egykori falusi közösség, paraszti életforma, a parasztság hagyományos építőgyakorlatát s jellegzetes építészeti emlékanyagát teljes egészében megőrizze és fenntartsa. Ez az elgondolás azonban a társtudományok összesítő vizsgálatát követeli meg, oly mértékben, hogy a településtudományi, a gazdaságtörténeti és az építészettörténeti vizsgálatok eredményei, egymagukban és összességükben még inkább egyenrangúak az eddig szinte kivételes jelentőségű ún. esztétikai vizsgálatok eredményeivel, értékelésével (1., 2. ábra).

A védett területek társadalmi és gazdasági adottságai a továbbiakban még sok olyan, s alapvetőnek is joggal tartható ellentmondást magukban foglalnak, amelyekre természetszerűleg figyelemmel kell lenniük.

A védett területek (falu, falurész, telektömb, telek stb.) megtartása és fenntartása, a parasztság hagyományosnak tartott építőkészségét és lakásviszonyait tartósítja, lényegében változatlan formában. A hagyományos úthálózat, telekelrendezés, közösségi lakó- és gazdasági épületek, berendezéseikkel, s felszerelésükkel egy korábbi, de életében folyamatosan és folyton változó gazdasági és építőtevékenység eredménye. Ezt a folyamatot megállítani, s egy bizonyos időpontra rögzítve, történetiségének megtartásával megőrizni kétségkívül szép és hálás feladat, de ellentétben áll a mindenkori tulajdonos — a lakó, a használó — korszerű életformájával — gazdasági és lakásigényével. (3., 4. ábra).

A műemlékvédelemnek ez a sajátos formája, egy-egy védett terület műemléki jellegű rezervációja, elsősorban a magántulajdon elvének ütközik, ez a legnehezebb kérdés és legveszélyesebb feladat. A zárt, a védett terület olyan mértékű műemléki rezervációja, amely a lakosság (a család, az egyén) életformájának s életének a továbbiakban is korszerű lehetőséget, keretet nyújt, nyilvánvalóan életképes. A lehetőségnek ezt a korszerű megvalósítását kell elsősorban biztosítani. Ennek a megvalósításnak azonban nyilván hosszú és sok esetben eléggé nehézkes az útja. A műemlékvédelem azonban igényli az ilyen jellegű, zárt, védett területek egységes megőrzését és fenntartását. Elsősorban a *Balatoni Régió* területén merül fel az ilyen kívánalom, amelyet a nagyarányú hazai és a külföldi idegenforgalom is egyaránt megkíván.

A védett területek szigorú műemléki zártsága a továbbiakban még azzal a veszéllyel is jár, hogy könnyen az idény- és kereskedelmi jellegű keze-



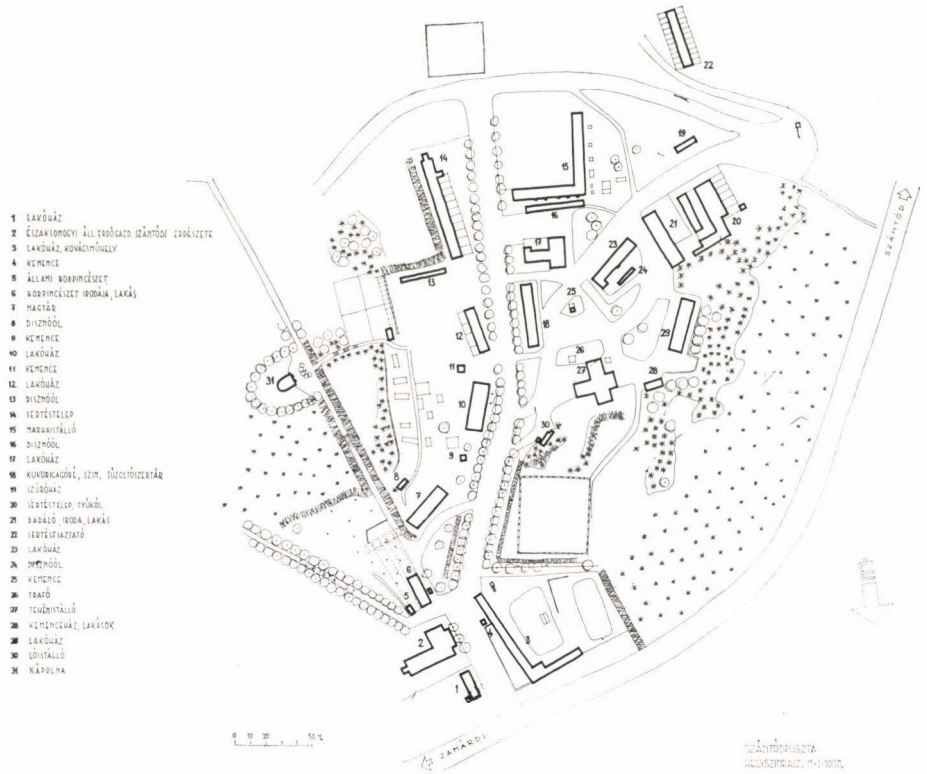
6. ábra. *Parád.* Heves m. Ép.: XIX. sz. e. f. Örsi út 369. Lakóház. Falumúzeum. — Wohnhaus — Dorfmuseum

lésbe, gyakorlati hasznosításba kerülhet. Az erős gyakorlati érzékkel rendelkező idegenforgalom általában nem idegenkedik a látványos s így a forgalom szempontjából is hasznosabb — s nem minden esetben hiteles, szakszerű, tudományos — bemutatásoktól. A védett területek egyik legnagyobb akadálya és veszélye, a tulajdonos korszerű lakásigénye mellett, talán éppen ebben a túlzott gyakorlatiasságban jelentkezik. Hasonlóképpen hibás és értelmetlen minden olyan elképzelés, amely a műemlékvédelem és a szabadtéri néprajzi gyűjtemény muzeológiai jellegével ellentétes felhasználását jelenti. Ilyen többek között egy *Skanzen-szerű szálloda*, amely már önmagában is többszörös ellentmondás.

A *Skanzen*, vagyis a szabadtéri néprajzi gyűjtemény, az *múzeum* ; egy múzeum viszont nem kapcsolható össze szállodai igénybevétellel, üzemeltetéssel, bármennyire is jól hangzik ez a csalóka és megtévesztő, de értelmetlen szóhasználat a gyakorlatiasság keretében.

A védett területek (falu, falurész, telektömb, telek stb.) megtartása és fenntartása másik lehetősége a múzeumi kezelés biztosítása. Az bizonyos azonban, hogy még a *Balatoni Régió* keretében sem gondolhatunk kizárólagos muzeális kezelésre, még kevésbé az ország egész területére kiterjedő — muzeális kezelésben álló — védett területek hálózatára.

Ezt a sajátos, s feladatában eléggé összetett feladatot elsősorban az jellemzi, hogy a hagyományos építészeti keretet, az élő hagyatékot, továbbra is



7. ábra. *Zamárdi.* Somogy m. Szántód-puszta. Helyszínrajz. A XVIII. sz. folyamán kialakult mezőgazdasági jellegű együttes. Gazdaságtörténeti és szabadtéri néprajzi gyűjtemény elhelyezésére tervbevéve. — Einzelgehöft Szántód. Lageplan. Gebäudegruppe landwirtschaftlichen Charakters, ausgestaltet im Laufe des XVIII. Jahrhunderts. Für die Einrichtung einer wirtschaftsgeschichtlichen Sammlung und eines ethnographischen Freilichtmuseums vorgesehen

egy folyamatos használat lehetőségének a biztosításával, műemlékvédelem keretében kell megoldani.

Nyilvánvaló, hogy ennek a bonyolult és nem kismértékben súlyos anyagi áldozatokat is megkövetelő feladatnak a megoldására sokféle lehetőség mutatkozik.

A vázolt feladat megoldása lényegében két nagy körre, két csoportra tagozódik. Az első a műemlékvédelem szinte már klasszikussá vált elveinek alapján végezhető el. A második nagy kör viszont — a műemlékvédelem segítőtársaként — sajátos muzeológiai követelményekkel lép fel: a szabadtéri néprajzi gyűjtemények — múzeumok — keretében.

Az első nagy kör, a műemlékvédelem szokásos, s eddigi gyakorlata. Ennek keretében az első lehetőség a maradéktalan, a klasszikus műemlékvédelem, a néprajzi jellegű műemlék eredeti helyén, eredeti rendeltetésének is megfelelően, vagy közel azonos felhasználásban, töretlen egységében való megtartása (6. ábra).



8. ábra. *Zamárdi.* Somogy m. Szántód-puszta. Magtár. Ép.: XIX. sz. e. f. — Geitreidespeicher. Mezőgazdasági és néprajzi gyűjtemény elhelyezésére tervbe véve. — Für die Unterbringung einer landwirtschaftlichen und ethnographischen Sammlung vorgesehen

A második ilyen lehetőség, a néprajzi jellegű műemlék eredeti helyén, más, közcélú rendeltetéssel műemléki jellegében való megtartása (7. ábra).

A harmadik, további lehetőség, a néprajzi jellegű műemlékek eredeti helyén, eltérő rendeltetéssel egyes, sajátos értékének, részletének a megtartása (8., 9. ábra).

A második nagy kör, a néprajzi jellegű műemlékeknek a sajátos muzeológiai követelményekkel fellépő szabadtéri néprajzi gyűjteményi — múzeumi — kezelése.

A magyar tudományos életben már több mint egy fél évszázad óta állandóan jelentkező muzeológiai kívánalom a hazai szabadtéri néprajzi gyűjtemények megszervezése. Az utóbbi évek ilyen irányú törekvéseinek és elő-

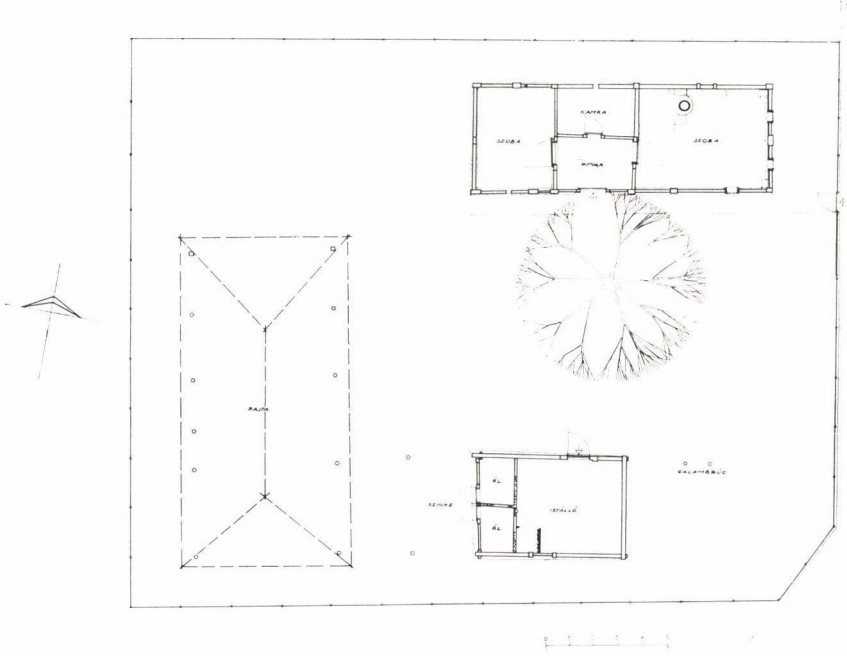
készítő munkáinak az eredménye, egy, az ország fővárosában, Budapesten megszervezendő Országos Szabadtéri Néprajzi Múzeum. A jogos és sokirányú, muzeológiai és néprajzi igényeknek megfelelően, egyidejűleg *Kecskemét* (Bugac), *Nyíregyháza* (Sóstó), *Szombathely*, *Zalaegerszeg* területén, egy-egy nagyobb tájegység népi építészeti, néprajzi jellegű műemlékeinek összegyűjtése, s egységes bemutatása is már közvetlen megvalósulás előtt álló feladat.

A továbbiakban még más múzeumok és városok, más muzeális jellegű intézmények is tervezik egy-egy kisebb tájegység — alrégió — keretében, szabadtéri néprajzi gyűjtemény szervezését, létesítését. A viszonylag nagy igényű szervezési feladatok sok esetben reális tudományos és muzeológiai igényeket jelentenek. Óvnunk kell azonban mindenkit attól a feltevéstől, mintha egy országos és egy-két regionális szabadtéri néprajzi gyűjtemény a magyar néprajzi jellegű műemlékek teljes és átfogó védelmét, megőrzését, fenntartását jelenthetné.

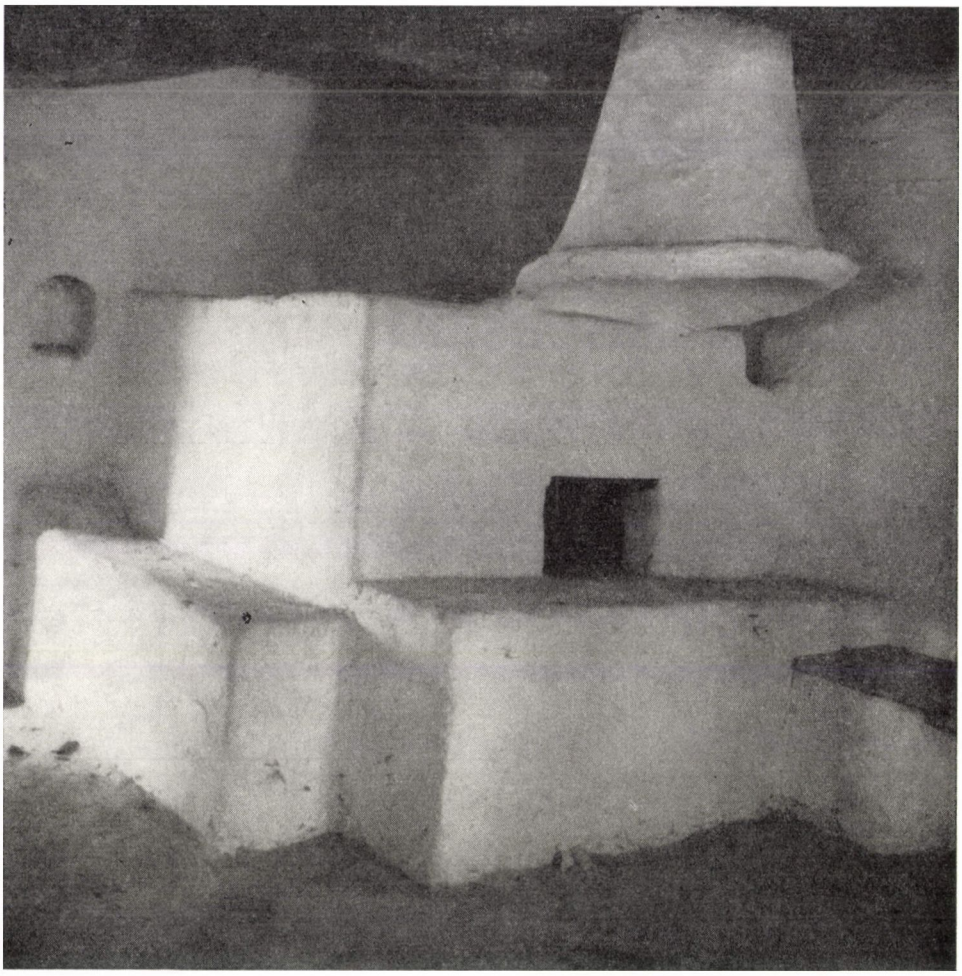
A tervezett országos és regionális szabadtéri néprajzi gyűjtemények alapvető és elsődleges feladata elsősorban az egyes (országos és vidéki) múzeumok néprajzi gyűjteményeinek a szerves továbbfejlesztése, egy sajátos, a maga nemében szinte egyedülálló muzeológiai megőrzés, kezelés formájában.

A szabadtéri gyűjtemény — múzeum — jellegét, célját és rendeltetését egyik korábbi munkánkban a következőkben összegeztük. A továbbiakban ezt idézem:

„A szabadtéri néprajzi gyűjtemény . . . , az általánosan ismert és elfogadott muzeológiai elv és gyakorlat kiegészítéseként, a népi életforma történeti

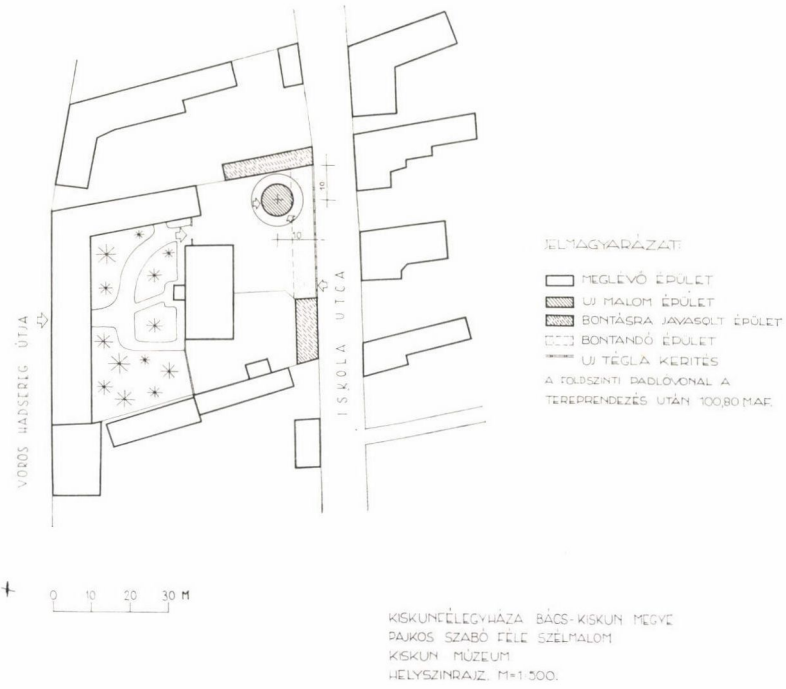


9. ábra. *Balassagyarmat*. Nógrád m. Palóc Múzeum. Palóc ház. Helyszínrajz. Múzeumi elhelyezés: 1932. — Paloczenhaus. Als Museum eingerichtet 1932.



10. ábra. *Balassagyarmat.* Nógrád m. Palóc Múzeum. Palóc ház. Kemence. Múzeumi elhelyezés: 1932. — Paloczenhaus. Als Museum eingerichtet 1932.

és gazdasági szempontból lehető teljes egészét, mutatja be. Az egykori hagyományos népi életforma számos jelensége és tárgya, az általános, a megszokott muzeológiai keretek között csupán az emberi léptékkel mérhető, az emberi arányokkal egyenértékű, tárgyakkal, s az azokat kiegészítő dokumentációs és magyarázó anyaggal együtt mutatható be. Mindazok a néprajzi jelenségek és néprajzi tárgyak azonban, amelyek egyrészt a természeti tájjal, helyszíni elhelyezésükkel szoros és szinte, elválaszthatatlan kapcsolatban állanak, s méreteikben is meghaladják a szokásos, a megvalósítható kiállítási keretet, szabadtéri múzeumi elrendezésben mutathatók be. Az egykori hagyományos népi életforma számos olyan jelensége s tárgya változik meg, alakul át, s végső soron pusztul el napjainkban, amelyeknek a szakmai — dokumentációs —



11. ábra. *Kiskunfélegyháza.* Bács-Kiskun m. *Kiskun Múzeum. Szélmalom.* Helyszínrajz Ép.: 1861. Múzeumi elhelyezés: 1961. — Windmühle. Als Museum eingerichtet 1961

rögzítése, s ennek a holt anyagnak a megőrzése muzeológiailag megoldható ugyan, de teljes egészében, maradéktalanul, a valósághoz híven s élményszerűen, csupán a szabadtéri néprajzi gyűjtemény keretei között állítható ki."

Az ilyen jellegű és célkitűzésű törekvések egyik megvalósult példája *Kiskunfélegyházán*, a *Kiskun Múzeum* udvarában elhelyezett *Szélmalom* (10. ábra), valamint a *Balassagyarmaton*, a *Palóc Múzeum* parkjában létesített ún. *Palóc ház* (11., 12. ábra). Mind a két — bár viszonylag szerény kezdeményezésű, és kevés épületből álló — szabadtéri néprajzi gyűjtemény a néprajzi jellegű műemlékvédelem, s a muzeológiai követelmények szempontjából egyaránt kifogástalan.

Az olyan jellegű törekvések azonban, amelyek részben az eredeti helyén történő műemlékvédelem mellett, további kiegészítésként esetleg egy szabadtéri néprajzi gyűjtemény elhelyezését is lehetővé tennék, ugyancsak figyelemre méltók. Ilyen jellegű elgondolás vezetett bennünket, amikor, már évekkel ezelőtt javasoltuk, többek között a *Zamárdi* községhez tartozó *Szántód-puszta* teljes műemléki védettségét. A Szántód-pusztai mezőgazdasági jellegű műemléki együttes táji, történeti, gazdaságtörténeti s néprajzi, valamint idegenforgalmi értéke és jelentősége egyedülálló. Ennek a nagy jelentőségű műemléki együttesnek a további szerves kiegészítéseként javasoltuk a Balaton-környék — a *Balatoni Régió* — szabadtéri néprajzi gyűjteményének itteni elhelyezését is. A nagyszabású terv megvalósítása azonban valamennyi érdekelt

(BIB, Néprajzi Múzeum, Mezőgazdasági Múzeum, a területileg illetékes Múzeumok, valamint a helyi és országos idegenforgalmi) szervet egyaránt érinti.

Bizonyosra vesszük, hogy a *Balatoni Régió* műemlékvédelmének egyik kulcspontja, s a balatoni néprajzi jellegű műemlékvédelem egyik jelentős feladatát jelenti a *Szántód-pusztai mezőgazdasági jellegű műemléki együttes, és a Balaton-környék szabadtéri néprajzi gyűjtemények együttes gondozása.*

A fentiekben vázolt feladatok, célkitűzések, tervek és gyakorlati munkák természetszerűleg csupán akkor nyerhetnek megfelelő szakmai értékelést, ha valamennyi ilyen elgondolás az általános műemlékvédelem keretébe illeszthető. Sem önmagukban, sem elkülönülve, öncélú igyekezettel nem érhetik el a célt, a műemlékvédelem regionális feladatainak a megvalósítását.

S mindez fokozottabb mértékben jelentkezik a *Balatoni Régió* — műemlékvédelmi munkájában.

REGIONALPLANERISCHE PROBLEME DER VOLKSARCHITEKTUR — DER BAUDENKMÄLER ETHNOGRAPHISCHEN CHARAKTERS

Erforschung und Schutz aus regionalplanerischer Sicht unserer Baudenkmäler — und darunter der Baudenkmäler ethnographischen Charakters — bildet eine der zeitgemässen Hauptaufgaben des ungarischen Denkmalschutzes.

Unter den regionalplanerischen Aufgaben in Ungarn ist die *Untersuchung aus der Sicht des Denkmalschutzes der Balatoner Region* — der Umgebung des Balatons — von besonderer Bedeutung. In Anbetracht der eigenartigen Naturverhältnisse, der historischen Gegebenheiten, der Beschaffenheit der auch voneinander abweichenden kleineren landschaftlichen Einheiten, ist die Zusammenarbeit der verwandten Wissenszweige erforderlich. In diesem Rahmen ist die allgemeine und die eingehende ethnographische Forschung unerlässlich. Der zeitgemässe Denkmalschutz wird für die Baudenkmäler ethnographischen Charakters in der Balatoner Region vor allem durch Analyse und Kenntnis der Siedlungsart und Siedlungsstruktur sowie des Haustyps in der Umgebung des Balatons gewährleistet. Historische und ethnographische Untersuchung eines Schutzgebietes: einer kleineren landschaftlichen Einheit, einer Siedlung, eines Dorfes oder Dorfteils, Strassenbildes, Grundstückkomplexes, Bauernhofes, einer Gebäudegruppe oder eines Gebäudes bietet eine entsprechende und reelle Grundlage teils für den üblichen Denkmalschutz, teils für die Organisierung von sog. Schutzgebieten bzw. *ethnographischen Freilichtsammlungen.* Neben den bekannten Aufgaben des Denkmalschutzes stellt sich noch die Aufgabe hinsichtlich des einer kleineren Siedlungseinheit, einem Dorfteil, einem Hofkomplex gewährten, geschlossenen Schutzes, der Sicherung der sog. *Reservate.* So richtig und erwünscht dieser Gedanke aus der Sicht der Architekturgeschichte und des Denkmalschutzes scheint, ist er doch gesellschaftlich und soziologisch widersprüchlich. Die strenge Abgeschlossenheit — die Festlegung — von Schutzgebieten steht nämlich im Gegensatz zu der in ständiger Gestaltung und Entwicklung begriffenen Volkslebensform. Die Anlegung einer sog. ethnographischen Freilichtsammlung stellt eine reallere Aufgabe dar, die sich gewissermassen restlos verwirklichen lässt. Neben dem ethnographischen Landesfreilichtmuseum ist die Organisierung der ethnographischen Freilichtsammlungen von Kecskemét, Bugac, Nyiregyháza, Sóstó, Zalaegerszeg, Göcsej, Szombathely, Vas im Gange.

Im Gebiet der *Balatoner Region* könnten derartige *ethnographische Freilichtmuseen in Zamárdi und Szántód angelegt werden.* Auch für den Fremdenverkehr wäre der wirtschaftsgeschichtlich bedeutende Denkmalkomplex aus dem XVIII. Jahrhundert, seine Erweiterung und Entwicklung — mit restloser Wahrung der Interessen des Denkmalschutzes — von grosser Bedeutung.

INHALT

Internationale Arbeitstagung für Baudenkmalpflege der Ungarischen Akademie der Wissenschaften 5—10. Oktober 1964

Dr M. Major : Eröffnungsansprache 3
Dr G. Entz : Die Rolle der wissenschaftlichen Forschung bei dem Baudenkmalschutz der Ruinen 7
Dr M. Horler : Methodologische Probleme der Restaurierung von Burgruinen ... 13
J. Sedlmayr : Instandsetzung von mittelalterlichen Burgen in Ungarn 21
A. Román : Ausführungsarbeiten der Instandsetzung von Burgen 39
Dr L. Gerő : Die Baudenkmalherstellung der »Balaton-Region« 45
Dr B. Borsos : Die Hauptfragen der Baudenkmalverwaltung 57
F. Kanzlers : Grundsätze und Organisation für die Ausführung konservatorischer Arbeiten in Polen — nach dem Beispiel der Konservierung von mittelalterlichen Burgen 65
W. Frodl : Zur Theorie des Restaurierens von Bauwerken 69
L. Deiters : Rekonstruktion der Abtei des ehemaligen Zisterzienserklosters Zinna... 73
Dr H. Nadler : Denkmalpflegerische Arbeiten an der frühmittelalterlichen Wehranlage Göltzsch in Rodewisch 81
A. Majevski : Niedzica — eine ungarische Burg in Polen 95
Dr D. Boiko—St. Pavlowitch : Konservierung und Schaustellung der Überreste des antiken Sirmiums 117
Dr G. Stojkov : Einige Bemerkungen zu den Referaten über Fragen der wissenschaftlichen Forschung und methodologisch-praktischen Arbeit auf dem Gebiete der Denkmalpflege in Ungarn 123
T. Štefanovičová—A. Fial'a : Die Akropole der Bratislavaer Burg 125
K. Pereházy : Die Probleme der Herstellung der Budapester Baudenkmäler 137

I. Cseh : Dorfreservate in der Balatongegend 147
Dr L. Vargha : Regionalplanungsprobleme der Volksarchitektur — Baudenkmäler ethnographischen Charakters 155

CONTENTS

International Work-meeting on Protection of Historic Buildings of the Hungarian Academy of Sciences 5—10. October 1964

Dr M. Major : Opening address 3

Dr G. Entz : The role of scientific researches in the protection of ruined historic buildings 7

Dr M. Horler : Methodological questions of restoration of fortress-ruins 13

J. Sedlmayr : Restoration of mediaeval fortress-ruins in Hungary 21

A. Román : Constructional works of restoration of ancient castles 39

Dr L. Gerő : Historic building restoration of the Balaton region 45

Dr B. Borsos : The outstanding problems concerning the administration of historic buildings 57

F. Kanzlers : Principles and organisation of carrying out conservational works in Poland demonstrated on the example of protection of mediaeval fortresses 65

W. Frodl : On the theory of restoration of Buildings 69

L. Deiters : Reconstruction of the ancient Cistercian abbey at Zinna 73

Dr H. Nadler : Protectional works on historic buildings at the early mediaeval bulwark Göltzsch in Rodewisch 81

A. Majevski : Niedzica — a Hungarian fortress in Poland 95

Dr D. Boïko—St. Pavlowitch : Conservation and display of the remains of ancient Sirmium 117

Dr G. Stojkov : Some remarks concerning the reports on problems of scientific researches and of methodological-practical works in the field of the protection of historical buildings in Hungary 123

T. Štefanovičova—A. Fial'a : The Acropolises of the fortress of Bratislava 125

K. Pereházy : Problems of restoration of the historic buildings of Budapest 137

I. Csech : Protected settlements (reservations) in the Balaton region 147

Dr L. Vargha : Regional problems of popular architecture — historic buildings of ethnographic character 155

CONTENU

Conférence de travail sur la conservation des monuments historiques de l'Académie des Sciences de Hongrie le 5—10 ème octobre 1964

Dr M. Major : Discours d'ouverture 3

Dr G. Entz : Le rôle de la recherche scientifique dans la protection des ruines historiques 7

Dr M. Horler : Problèmes méthodologiques de la restauration des ruines de château 13

J. Sedlmayr : Restauration des châteaux du moyen âge en Hongrie 21

A. Román : Travaux d'exécution de la restauration des châteaux 39

Dr L. Gerő : Restauration des monuments historiques de la région du lac Balaton 45

Dr B. Borsos : Problème s principales de l'administration des monuments historiques 57

F. Kanzlers : Principes and organisation de l'exécution des travaux de conservation dans la Pologne démonstrés par l'exemple de la conservation des châteaux du moyen âge 65

W. Frodl : Sur la théorie de la restauration des édifices 69

L. Deiters : Réstauration de l'ancienne abbaye cistercienne de Zinna 73

Dr H. Nadler : Travaux de conservation des monuments à la prémédiévale fortresse Göltzsch en Rodewisch 81

A. Majevski : Niedzica — un château hongrois en Pologne 95

Dr D. Boïko—St. Pavlowitch : Conservation et présentation des restes de l'antique Sirmium 117

Dr G. Stojkov : Quelques remarques sur les rapports concernant les problèmes de la recherche scientifique et les travaux méthodologiques-pratiques dans le domaine de la conservation des monuments historiques en Hongrie 123

T. Štefanovičova—A. Fial'a : Les acropoles du château Bratislava 125

K. Pereházy : Problèmes de la réstauration des édifices historiques de Budapest... 137

I. Cseh : Agglomérations protégées (réservations) de la région du lac Balaton 147

Dr L. Vargha : Problèmes régionales de l'architecture populaire — monuments historiques du caractère ethnographique 155

СОДЕРЖАНИЕ

Международная конференция Академии Наук Венгрии, занимающаяся защитой художественных памятников
5—10-ого октября 1964 г.

д-р М. Майор: Вступительное слово 3
д-р Г. Энц: Роль научного исследования в защите руин художественных памятников 7
д-р М. Хорлер: Методологические вопросы восстановления развалин замков ... 13
Я. Седлмайр: Восстановление средневековых замков в Венгрии 21
А. Роман: Выполнительные работы восстановления замков 39
д-р Л. Герё: Восстановление художественных памятников в крае Балатона 45
д-р Б. Боршош: Главные вопросы администрации художественных памятников .. 57
Ф. Канцлерс: Принципы и организация для выполнения восстановительных работ в Польше по примерам восстановления средневековых замков 65
В. Фродл: К теории восстановления строений 69
Л. Дейтерс: Восстановление аббатства бывшего цистерсиенского монастыря в городе Цинна 73
д-р Г. Надлер: Работы для консервации средневековой крепости Гэлч в городе Родевиш 81
А. Маевски: Недзица — венгерская крепость в Польше 95
д-р Доброслав Бошко — Ст. Павлович: Консервация и представление остаток античного г-а Сирмиума 117
д-р Г. Стойков: Некоторые замечания к рефератам о научных исследованиях и методологико-практических работ на поле консервации художественных памятников в Венгрии 123
Т. Штефановичова — А. Фиаля: Акрополи крепости в Братиславе 125
К. Перехази: Проблемы восстановления зданий художественных памятников Будапешта 137
И. Чех: Защищенные поселения окрестности озера Балатона 147
д-р Л. Варга: Региональные вопросы народного строительства — художественных палятников этнографического типа 155

A kiadvány előfizethető vagy példányonként megvásárolható:

az AKADÉMIAI KIADÓ-nál, Budapest, V. Alkotmány utca 21.
telefon: 111—010. MNB egyszámlaszám: 46,

az AKADÉMIAI KÖNYVESBOLT-ban
Budapest, V. Váci u. 22., telefon: 185—612;

a POSTA KÖZPONTI HIRLAP IRODA 1. számú
HIRLAPBOLTJÁ-ban, Budapest, V. József nádor tér 1.
és bármely postahivatalban
Csekkszámlaszám: egyéni 61.257, közületi: 61.066.
MNB egyszámlaszám: 8.

Előfizetési díj egy évre: 100,— Ft.

Külföldön terjeszti a
KULTÚRA KÖNYV ÉS HÍRLAP KÜLKERESKEDELMI
VÁLLALAT
Budapest, II., Fő utca 32. Telefon) 429—760

Ára: 30,— Ft
Évi előfizetés: 100,— Ft

INDEX: 26



AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST

309.504

Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények

X. kötet 2

ÉPÍTÉS- ÉS KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK

Szerkesztő bizottság:

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

Technikai szerkesztők: HORVÁTH TIBORNÉ és dr. VÁMOSSY FERENC

Szerkesztőség:
BUDAPEST, XI., MŰEGYETEM RAKPART 3., ÉPÍTŐIPARI ÉS KÖZLEKEDÉSI MŰSZAKI EGYETEM
K. II. 60. SZ. (ÉPÍTÉSZETTÖRTÉNETI TANSZÉK)

ÉPÍTÉS- ÉS KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK

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

Főszerkesztő:

Dr. MAJOR MÁTÉ

X. KÖTET 2. SZÁM

BUDAPEST, 1966

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

TARTALOM

Emlékezés dr. Mihailich Győzőre 175
V. I. Piljavszkij: A barokk és a klasszicizmus sajátosságai az orosz építészetben.. 179
dr. Zádor Anna: Henszlmann Imre építészetelmélete és a »gótizálás« kialakulása . 207
dr. Szentkirályi Zoltán: Bernini terve a Piazza di S. Pietro befejezésére 229
dr. Gerle György: Matematikai módszerek alkalmazásának lehetőségei a településtudományban. 265
dr. Dulácska Endre—dr. Kollár Lajos: Konoidhéjkonzol számítása..... 279
dr. Dulácska Endre: Héjszerkezetek kritikus terhének kísérleti meghatározása.... 293
Kovács Gábor—dr. Rózsa László: Kísérleti vizsgálat vasbeton védőhíd pályalemezének ütőteherre való méretezésére. 301
dr. Rétháti László: Összefüggés a talaj szervesanyagtartalma, izzítási vesztesége és konzisztencia-határai között 317
dr. Vágás István: Öntöző csőkutak geometriai elmélete 331
Szemle 353
Könyvszemle 356

DR. MIHAILICH GYŐZŐ

Kossuth-díjas akadémikus,
ny. egyetemi tanár
(1877—1966)



Március hó 24-én kísérték utolsó útjára tisztelői, barátai, tanítványai, a magyar tudományos és műszaki élet képviselői Dr. Mihailich Győzőt, az építőmérnöki tudományok nesztorát és nagy Öreg emberét. Úgyszólván mindnyájan, akik ott voltunk, tanítványai voltunk, mert magas életkora és több mint fél évszázados műegyetemi oktatói tevékenysége lehetővé tette, hogy a mérnöki generációk egész sora büszkén vallhassa Őt tanítómesterének, akitől a hídépítés és ezen belül elsősorban a vasbetonépítés elemeit nemcsak megtanulta, hanem megszerette, élethivatásának választotta, és akitől további életpályája során a legnehezebb problémákban is világos és határozott támogatást és jóindulatú atyai útbaigazítást kaphatott.

Dr. Mihailich Győző amellett, hogy a múlt század végén Dr. Kherndl Antal vezetésével kialakult kiváló magyar statikusgárda egyik kiváló képviselője és Kherndl tanársegédje, majd adjunktusa és munkatársa volt — abban az időben kezdte el működését, amikor a XX. század új építőanyaga: a vasbeton elindult forradalmi hódító útjára. Azzal a lelkesedéssel és meggyőződéssel állt az új építőanyag mellé, amellyel egész működésén át végig lelkesedett az újért, a tökéletesebbért. Alapvetően hitt a tudomány fejlődésében — amelyhez maga is állandóan hozzájárult és ezért művelte maga is az újat és támogatta az új gondolatokat, kezdeményezéseket. Így például rendkívül nagy erkölcsi támogatást és erőt adott mindannyiunknak a második világháború után lerombolt hídjaink gyors helyreállításához abban, hogy a sokszor kényszerűségből alkalmazott új eljárásunk helyességébe vetett hitünket,

s így azok megvalósítását saját nagy tudásának és tapasztalatainak erkölcsi és tudományos erejével támogatta.

A mérnöki tudományoknak a legnagyobb szolgálatot azonban a vasbetonépítés hazai meghonosítása, elterjesztése, elméleti alapjainak kifejlesztése és lerögzítése, valamint erre a forradalmian új építőanyagra vonatkozó ismereteink továbbfejlesztése területén tette. Már 1906-ban magántanára és meghívott előadói minőségben első oktatója a „Vasbetonszerkezetek" c. tárgynak. 1922-ben megjelent „Vasbetonszerkezetek" c. könyve képezte az alapját a vasbetonszerkezetek oktatásának, tervezésének és építésének hazánkban, melyen mérnökgenerációk egész sora nevelődött. Ezen alapvető munkája 1946-ben jelent meg Dr. Schwertner Antal és Dr. Gyengő Tibor közreműködésével második átdolgozott kiadásban, majd Dr. Palotás László professzor átdolgozásában 1964-ben „Vasbetonépítéstan" címen teljesen korszerűsített harmadik kiadásban.

1931-ben szervezte meg a Műegyetemen a Beton- és Vasbetonépítéstani laboratóriumot, mely az ilyen irányú anyagvizsgálati kutatás alapköve volt és a korszerű fejlődés fellegvára lett.

Dr. Mihailich Győző 1877-ben született Temesváron és 1899-ben szerezte meg mérnöki oklevelét. Oktatói munkássága a Műegyetemen már 1899-ben megkezdődött, amikor Kherndl Antal professzor mellett tanársegédként, majd adjunktusként működött. 1906-ban műszaki doktor és műegyetemi magántanár, 1916-ben rendkívüli tanár, majd 1920-ban a II. sz. Hídépítéstani Tanszék ny. r. tanára lett. Ezen Tanszék keretében tartott előadásai a vasbetonszerkezetek és vasbetonhidak mellett a fa- és kőhidakra, valamint az Építőanyagok oktatására is kiterjedtek mind a mérnöki, mind az építészmérnöki karon. Ezen a tanszéken működött egészen 1957-ig, 80 éves korában történt nyugalomba vonulásáig, tehát közel hat évtizeden át oktatott a Műegyetemen. A Műegyetemnek 1941-ben és 1948-ban rektora volt.

Mint a haladás alapos ismerője és lelkes híve azonban csakhamar belátta, hogy hazánk korszerű műszaki fejlődése érdekében a Műegyetemről kikerült mérnököknek is szükségük van arra, hogy a technika egyre gyorsuló roppant mértékű haladásával lépést tartsanak. Ennek érdekében szervezte meg 1940-ben a Mérnöki Továbbképző Intézetet, melynek mintegy 15 éven át közvetlen irányítója és vezetője volt.

Tevékeny része volt a Nemzetközi Híd- és Magasépítési Egyesület (Internationale Vereinigung für Brückenbau und Hochbau, Zürich) 1931-ben történt megalapításában. Ennek az Egyesületnek mindvégig elismert vezető egyénisége és a magyar csoportnak a legutóbbi időkig elnöke volt. Számos nemzetközi konferencián vett részt és előadásaival, alkotásaival Európaszerte elismert szaktekintélyként ismerték el.

De nemcsak az oktatás, hanem a gyakorlati tervezés területén is iránytmutató vezető egyénisége volt hazánkban a vasbetonépítésnek. Legelső kiemelkedő és a maga idejében úttörőnek mondható merész alkotása volt a szülővárosa, Temesvár részére tervezett „Liget-úti híd" (1909), majd a vasbetonépítés újabb lehetőségeit hazánkban elsőnek megvalósító csepeli gabonatárház (1922). Emellett számos kimagasló híd- és csarnokszerkezet terveit készítette: így a szolnoki közúti acélszerkezetű Tiszahíd (1910—1911), a berekböszörményi és tamáshidai vasbeton hidak (1910—1913), majd a budapesti Szabó József utcai acélszerkezetű autóbuszgarázs terveit. Kimagasló további munkája volt a budapesti Margithíd erősítési és szélesítési terveinek elkészí-

tése (1929), majd az új szegedi közúti Tiszahíd acélszerkezetének megtervezése (1947—1948). A budapesti új Dunahidakra kiírt tevpályázatokra benyújtott terveivel az óbudai híd tervpályázatán I., a boráros-téri híd tervpályázatán pedig II. díjat nyert.

Tanácsadói és szakértői minőségben 1916-tól számított négy évtizeden át úgyszólván minden nevezetesebb híd- és csarnokszerkezet megvalósításában résztvett. Tevékenysége nemcsak a vasbeton- és acélszerkezetek területére, hanem a fa- és kőszerkezetekre is kiterjedt. Ezen a területen legnevezetesebb tervezői alkotásai az ország több helyén felépített vidéki antennatornyok korszerű kapcsolatokkal megtervezett faszerkezetei voltak.

Dr. Mihailich Győzőt a fentiekben röviden vázolt és rendkívül gazdag tudományos, tervezői és oktatói tevékenysége a mérnöki tudományok hazai kimagasló egyéniségévé avatták. Ezt a gazdag életművet tükrözi az a számos hazai és külföldi kitüntetés is, melyek közül a legfontosabbak:

A Magyar Tudományos Akadémia levelező, majd 1948-ban rendes tagjává választja. Az újjászervezett Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának első elnöke. 1948-ban a Kossuth-díj arany fokozatát, 1947-ben a Népköztársasági Érdemrend III. fokozatát, majd 80. születésnapja alkalmából 1958-ban a Munka Vörös Zászlórendje kitüntetést nyeri el.

A budapesti Műegyetem 1948-ban, majd a drezdai Műegyetem 1954-ben tiszteletbeli műszaki doktorrá avatja.

A műszaki kérdések élete utolsó pillanatáig foglalkoztatták. Életereje az utóbbi években a leggondosabb hitvesi ápolás és gondoskodás mellett fokozatosan hanyatlott, de mindvégig élénk érdeklődéssel kísérte pl. az Erzsébethíd újjáépítését és még akkor is azon volt, hogy tapasztalatait, értékes visszaemlékezéseit tanítványaira, barátaira hagyja. Így írta meg az 1960-ban megjelent „XIX. és XX. századbeli magyar hídépítés története" c. művét, majd három évvel ezelőtt kezdett hozzá Dr. Haviár Győzővel közösen „A vasbetonépítés kezdete és fejlődése Magyarországon" című visszaemlékezés jellegű munka megírásához. Ez a mű sajtó alatt áll és megjelenését sajnos már nem érhette meg. De mi sem jellemzőbb Dr. Mihailich Győzőre, hogy alig két nappal halála előtt, mikor munkatársa meglátogatta, halálos ágyán is azt kérdezte tőle: „Hogy áll a könyv?".

Mikor tehát Dr. Mihailich Győzőtől a mérnöki tudományok nagy öreg emberétől búcsúzunk ezt azzal tesszük, hogy nemcsak tudományos alkotó és oktató munkájára emlékezünk, hanem mint melegszívű, igaz emberre, aki nemcsak a tudás, hanem a hivatásszeretet és kötelességtudás terén is örök példaként lebeghet előttünk!

Dr. Széchy Károly

V. I. PILJAVSZKIJ, az építészeti tudományok doktora

A BAROKK ÉS A KLASSZICIZMUS SAJÁTOSSÁGAI AZ OROSZ ÉPÍTÉSZETBEN*

A barokk stílus az orosz építészetben

A „barokk" megnevezést az orosz építészetre vonatkoztatva a szovjet művészettörténet, bizonyos megkötéssel, a XVII. sz. végének és a XVIII. sz. első felének építészetére alkalmazza. Mint ismeretes, a XVI. sz. közepe táján Oroszország Kelet-Európa hatalmas államává vált. Ettől kezdve az építészet eszközeivel az erős központi hatalom és nemzeti függetlenség eszméit fejezik ki. Létrejönnek a XVI. sz. közepének nagyszerű építészeti alkotásai, közülük különösen nevezetesek a Moszkva melletti faluban, Kolomenszkaja-ban épült Mennybemenetel-templom, a főváros központjában épült és az oroszoknak a tatárok felett aratott történelmi jelentőségű győzelmét hirdető Vaszilij Blazsennij templom és végül a Nagy Iván-harangtorony a Kremlben. Ezekben a nemzet szépségéről és nagyságáról alkotott fogalma ölt építészeti formát.

A továbbiakban az új társadalmi viszonyok befolyására ez az építészet a XVII. sz. folyamán lassú átalakuláson megy át. Az egyházi és polgári építészetben díszítő irányzat jelentkezik, mely egyre inkább túlsúlyba jut. Az építészet nemzeti jellege azonban nem szenved csorbát, hanem továbbra is megmutatkozik az épületek tömeg- és térbeli elrendezésében, sziluettjében, plasztikus kialakításában és a homlokzatok többszínűségében. Ez különösen világosan látható a XVII. sz. végének építészeti alkotásain. Ebben az időben igen sokat építkeztek, főképpen Moszkvában.

A fővárost éppen a XVII. sz.-ban veszik körül kolostorok, a városba vezető utak mellett épült sajátos, előretolt védelmi létesítmények gyűrűjével. Ezzel kapcsolatban nem szabad megfeledkeznünk a falvakban épülő változatos faépületekről. Egyes fatemplomok építészeti kompozíciója a múlthoz hasonlóan most is befolyást gyakorolt a kőtemplomok kialakítására.

Ebben a vonatkozásban jellegzetes Kizsi, az Onyega tó egyik szigetén létesült orosz település, 22-kupolás temploma. Dekoratív kialakítás szempontjából felveszi a versenyt az ugyanabban az időben téglából és kőből épült vallási épületekkel.

A vörös tégla és fehér kő kombinált alkalmazásának eredményeként fokozódik az architektúra többszínűsége és több lehetőség nyílik hatásos, plasztikus díszítés széleskörű alkalmazására.

A korszak orosz, főképpen moszkvai építészetének legfontosabb ágára jellemző az épület tömegének tektonikus jellege. A díszítő elemek semmit sem takargatnak, nem bontják meg az épület kiegyensúlyozott tömegelrendezését, hanem a felületek csatlakozásának, az ablak- és ajtónyílásoknak keretezésével kiemelik a tektonikus formákat. Kialakul a templom szabatos alaprajza,

*A szerző 1963. december 4-én, a párizsi Sorbonne-on tartott előadása.

tömegelrendezése. Ez a fatemplomoktól átvett hagyományos alaprajzon alapul, melynek lényege a négyzet alakú központi boronafalas rész és a két vagy négy oldalt hozzáépített épületrészek. Ez az alaprajz kőfalas megoldás esetében kissé módosul, de a templomok kialakítására továbbra is a központi négyzetalaprajzú rész és az ehhez két vagy négy oldalról csatlakozó sok- (többnyire öt-) szögű vagy félkör alakú apszisok jellegzetesek. A középső, négyzetalap-



1. ábra. Kolomenszkaja, Mennybemenetel templom, 1532

rajzú rész magasabb, és két vagy három felső szintben nyolcszögbe megy át. A szintek közül a legfelső a harangtorony szerepét tölti be. Az ilyenfajta építészeti alkotások közül legkiválóbbnak alighanem a Moszkva melletti Fili-ben épült ötkupolás, többszintes templom mondható.

Ha ezt a templomot nézzük, szükségképpen az előbbiekben említett Kizsi-i templomhoz hasonló, sokkupolás orosz fatemplomokra kell gondolnunk.

A vörös téglából épült és fehér kővel „kihúzott" körvonalakat és tagozatokat alkalmazó kétszínű épületek jellegzetes moszkvai alkotások. Ilyenek, például, a moszkvai Novogyevicsi-kolostor sziluettje és arányai szempontjából csodálatos, karcsú harangtornya, valamint erődítményfalai és tornyai. Ezeket általában a moszkvai barokk stílus példáiként emlegetik. Ide tartozik ennek a kolostornak kapu feletti temploma és ebédlőterme. Ezeken az építményeken sajátos részletek jelentkeznek, az oromgerendák és az oszloprend egyes elemeinek bizonyos átalakulása figyelhető meg. Ezen azonban nem csodálkozhatunk, mert Oroszország kapcsolatai a nyugat-európai országokkal egyre inkább elmélyültek és ilyen körülmények között az alkotómunkában természetesen különböző befolyások is érvényesültek. Megemlíthetjük a Moszk-

vától nem messze fekvő Dubrovciban helyi fehér kőből épült igen eredeti templomot. Az orosz templomoktól szokatlanul gazdag szobordíszítésével üt el, ugyanakkor azonban a Fili-i templomhoz hasonló négyapszisos alaprajza és toronyszerű sziluettje rendkívül jellegzetes. A sziluett és a tömegelrendezés sajátos volta, a tektonikus harmónia és a többszínűség képezik a XVII. sz. végi és XVIII. sz. eleji orosz építészet legjellegzetesebb vonásait.

Köztudomású, hogy I. Péternek az élet minden területére kiterjedő reformtevékenysége és az a törekvése, hogy Oroszország megközelítse a nyugat-



2. ábra. Leningrád, Jogi főiskola (egykori Mensikov-palota), 1710—16

európai civilizációt, az egész orosz kultúra, így az építészet fejlődésében is, haladó jellegű változásokat eredményezett.

Ennek a jelenségnek lényege sokrétű és meghaladja e rövid dolgozat kereteit. Ezért a XVII. sz. első negyedének építészetéről szólva csak néhány fontos, lényegében Pétervár (most Leningrád) felépítésével összefüggő mozzanatot emelek ki. A Néva folyó lakatlan partjain 1703-ban alapított főváros gyorsütemű felépítéséhez először építészekre és építőmunkásokra volt szükség. Ezt a problémát Péter erélyesen és merészen oldotta meg. Egyfelől tehetséges orosz fiatalokat küldött külföldre különböző tudományok és művészetek, ezen belül talán elsősorban az építészet elsajátítására. Ezek közé tartoztak Timofej Uszov, Ivan Korobov, Ivan Micsurin és még sokan mások. Másfelől külföldi építészeket hívott meg. Franciaországból 1716-ban érkezett meg Jean Baptist Leblond egy csoport iparművésszel. Németországból G. Schädelt, I. Braunsteint, I. Mattarnovit, Hollandiából Van Zvitent és Van Bolest, Itáliából N. Michet-

tit, Gaetano Chiaverit, M. Fontanát stb. hívta meg. Nagyon érdekes azonban az a tény, hogy ezek az építészek itt másképpen építettek, mint hazájukban. Sőt, ezeknek a különböző építészeknek pétervári alkotásaiban valamiféle közös művészi vonások jelentkeznek, amelyek alapján joggal lehet a XVIII. sz. első negyedére jellemző pétervári stílusról beszélni (amelyre, bizonyos megkötésekkel, a barokk megjelölés is alkalmazható), amelyet a díszítőelemek mértéktartó alkalmazása jellemez. Az előző korszak orosz építészetének sajátos vonásai, melyre többek között a plasztikusság és többszínűség jellemző, kétségkívül a XVIII. sz.-i pétervári építészetben is érvényesülnek. Ez az állítás világosan igazolódik, ha összehasonlítunk olyan épületeket, mint pl. a Mensikov-palota (tervezői M. Fontana és G. Schädel), a ritkasággyűjtemény épülete (tervezte M. Mattarnovi, G. Chiaveri stb.), a Péter-Pál székesegyház és a Péter-kapu a Péter-Pál erődben (tervezte Domenico Trezzini) vagy az ugyancsak Trezzini tervei alapján épült kollégiumi épület (most egyetem).



3. ábra. Leningrád, Lomonoszov Múzeum (egykori Kunst Kamera), 1718—34

Mindezek a tények részben az orosz megrendelőknek, főképpen magának Péternek, a külföldi építészekre gyakorolt erélyes befolyásával, másrészt az építőanyagok természetével magyarázhatók. A felsorolt épületek mind téglából épültek, vakoltak és homlokzataikon kétféle szín jelentkezik (a falak vörösek, világosbarnák vagy zöldek, a lizénák, falpillérek, ablak- és ajtófog-

lalatok pedig fehérek). Végül, a pétervári építészet sajátos jellegének kialakulásában fontos szerepet játszottak a kivitelezők is, akik a tervező építészek elgondolásait az építés folyamán elkerülhetetlenül módosították. Érdekes megemlíteni a következő tényt: minthogy Pétervárott igen sok kőművesre volt szükség, I. Péter 1714-ben rendeletet adott ki, mely bizonyos időre Pétervár kivételével egész Oroszország területén megtiltotta a téglából és kőből



4. ábra. Leningrád, Péter-Pál székesegyház, 1712–1733

való építést. Így aztán természetesen minden kőműves Pétervárott keresett munkát.

A lakóházak minőségi színvonalának emelése végett Péter megbízásából D. Trezzini, különböző anyagi helyzetű tulajdonosok figyelembevételével, minta-lakóházhomlokzatok terveit dolgozta ki. Ezek alapján egyszerű architektúrájú házak épültek, melyeknek díszét csupán igénytelen ablak- és ajtófoglalatok képezték. Erre az időre esik I. Korobov, T. Uszov, P. Jeropkin, M. Zemcov stb. kiváló orosz építészek munkássága is. I. Péter szigorúan takarékos politikájának megfelelően az épületek architektúráját a rendkívül sze-



5. ábra. Leningrád, a Haditengerészet székesegyháza, Sz. Csevanszkij 1752—62

rényen díszített homlokzatok jellemzik. Nyugodtan mondhatjuk, hogy a racionalista stílus alapjait a XVIII. sz. elején vetették meg, de további fejlődéséhez szükséges előfeltételek ekkor Oroszországban még nem alakultak ki, és ennek következtében I. Péter halála után, főképpen az 1730-as évek végétől az 1760-as évekig, a rendelők követelményeinek megfelelően és Erzsébet cárnő fényűző udvarának hatására ismét a díszes architektúra fejlődése vesz nagy lendületet. Az orosz építészetben ebben az időben jelentkeznek az olasz, német és részben francia barokkal rokon vonások. Ez a közös jelleg azonban csak a díszítések jellegére korlátozódik. Az orosz építészetnek ez a korszaka a legnagyobb építészek, D. Uhtomszkij, Sz. Csevakinszkij, F. Artunov és végül Bartolomeo Rastrelli nevéhez fűződik. Rastrelli 1716-ban, 16 éves korában atyjával, a szobrász Rastrellivel együtt került Oroszországba és Erzsébet

cárnő idejében a legmagasabb építészi tisztséget, a főépítészi állást töltötte be. Rastrelli alkotásai: a Szmolnij-kolostor, a Téli Palota, a Sztroganov-ház, jellegzetes képviselői a XVIII. sz. közepén kialakult orosz barokknak, melyet aztán az 1760-as években a klasszicizmus váltott fel.

A Szmolnij kolostort a cárnő kívánságára Rastrelli a XVII. sz.-i kolostor-együttesek jellegének megfelelően tervezte meg, de olyan szabályos alaprajzi elrendezést alkalmazott, mely a kompozíció és architektúra festői jellegét jobban érvényre juttatja. A cárnő ragaszkodott hozzá, hogy az együtteshez a moszkvai Nagy Iván-harangtoronyhoz hasonló, több mint 140 m magas



6. ábra. Leningrád, Szmolnij székesegyház részlete, 1748—60

harangtornyot tervezzen. A terv elkészült, de a harangtorony nem épült fel. A hagyományos orosz öt kupolás megoldás kétféle léptékben kétszer fordul elő a kompozícióban: először a székesegyház és a kereszt alakú udvar négy sarkán álló négy egykupolás templom formájában, másodszor, ötkupolás maga a székesegyház is. A kék falakkal, élénken kirajzolódó fehér oszlopokkal, párkányokkal és sötét (vasból öntött) kartusokkal kialakított székesegyház mind sziluettjével, mind tömegelrendezésének plasztikus gazdagságával és dinamikus jellegével ma is lenyűgöző hatást kelt. A barokk stílus nemzeti jellegzetességei, nevezetesen a sziluett eredetisége és a színesség világosan szembetűnnek.

A Téli Palota, melyről maga Rastrelli azt írta, hogy Oroszország dicsőségére építi a legkiemelkedőbbek közé tartozik Leningrád történelmi jelentő-

ségű épületei között. 1762-re építése lényegében befejeződött. Ezután Rastrelli többet már nem épített Oroszországban. A barokk stílussal szemben általánosan kialakult negatív állásfoglalás a nagy építész egyéni tragédiáját jelentette, kénytelen volt nyugalomba vonulni. A Téli Palota külső megjelenése azonban teljesen Rastrelli nevéhez fűződik. A belsőket nem fejezte be. Ezek közül csak néhány az ő alkotása és később ezeket is átépítették.

A Téli Palota alaprajza, a korszak egyéb oroszországi alkotásaihoz hasonlóan egyszerű, a homlokzatok azonban rendkívül plasztikusak és hatásosságukat a Szmolnij székesegyházhoz és Rastrelli, Uhtomszkij vagy Csevakinszkij egyéb épületeihez hasonlóan, a három színű kialakítás is fokozza.



7. ábra. Petrodvorec, Nagy Palota

Ebben a vonatkozásban jellegzetesek a városkörnyéki cári rezidenciákhoz tartozó paloták és pavilonok, pl. az Ermitázs Carszkoje Szeloban (most Puskin).

Közismert tény, hogy a Téli Palota belsői az 1837. évi katasztrofális tűzvészben, mikoris a palota három teljes napig égett, teljesen elpusztultak. I. Miklós cár kívánságára azonban sok reprezentatív helyiséget lehetőleg régi formájában állítottak helyre és bár a helyreállításnál sok új megoldást alkalmaztak, Rastrelli belsőinek levegője, az újjáépített főlépcsőn, az udvari kápolnában, mégis érezhető. Jól érzékeltetik Rastrelli architektúráját a földszinti oszlopcsarnokok, melyeket már az 1917-es forradalom után állítottak helyre.

Befejezésül szólnunk kell még Leningrád egyik csodálatos elővárosáról, a most Petrodvorec-nek nevezett Peterhofról, mely virágkorát akkor érte el, miután Rastrelli a palotát átépítette, nagymértékben kibővítette.

Valamivel később Peterhof együttesét a klasszicizmus mesterei is gazdagították, a park területe nagyobb lett, de egészben véve Petrodvorec ma is a XVIII. sz.-i orosz művészet ragyogó fejlődési korszakát képviseli.

A szovjet városok zöméhez hasonlóan a második világháborúban Petrodvorec is elszenvedte a hitleristák katasztrofális rombolásának tragédiáját. Leningrádnak ezt az elővárosát elfoglalták és szinte teljesen tudatosan elpusztították: a palota kiégett, a szökőkút-rendszert szisztematikusan tönkretették, a parkban álló szobrok egy részét (többek között Sámsont, a főalakot) elszállították, a park növényzetét a lövedékkel részben kiirtották és megrongálták stb. A lehetetlennek látszó feladatot azonban a szovjet nép akarata megoldotta és a park nagyszerű szökőkútjaival és építményeivel együtt már néhány éve újra a dolgozók pihenését szolgálja. A palotákat (a kis Marli-palota kivételével) helyreállították, a Nagy Palota belsőinek helyreállítása most van folyamatban. A restaurátorok történelmi dokumentumokra támaszkodnak és az együttes helyreállítását a legszigorúbban vett tudományos alapon végzik.

Ismertetésem fő céljának azt tekintettem, hogy bemutassam a barokk korszak orosz építészeti alkotásait és lehetőleg rávilágítsak a stílus jellegére és sajátosságára. Megjegyzem, hogy a barokk stílust eredeti kifejezésmód és sajátosság jellemezte mind a XVII. sz. végén, mind a XVIII. sz. elején és közepén. Az oroszországi barokk építészet problémáival a szovjet tudomány számos monográfiában és cikkben foglalkozott, melyekben mindazok, akik építészetünknek e fejezete iránt érdeklődnek, feleletet találnak kérdéseikre.

Az orosz klasszicista építészet sajátosságai

A francia földön született klasszicizmus hatása kisebb vagy nagyobb mértékben a legtöbb európai ország, így Oroszország építészetében is jelentkezik. Ez a tény különbözőképpen értékelhető, de kétségtelen, hogy a klasszicizmus nagyfontosságú jelenség a művészetek terén, előzményei minden országban sajátlagosak.

Az orosz klasszicizmus problémakörével a szovjet tudomány behatóan foglalkozik mind a klasszicizmus legkiválóbb mestereinek (Bazsenov, Sztaszov, Quarenghi, Lvov, Zaharov, Voronyihin, Rosszi, Sztaszov stb.) munkásságát tárgyaló monográfiákban, mind az orosz művészet és orosz építészet történetét ismertető művekben.

Több fontos kérdést jelölhetünk meg, melyekkel ismertetésünk keretében foglalkozni szeretnénk.

Az első a klasszicizmus jelentkezésének és fejlődésének előfeltételei Oroszországban, a második: a klasszicista stílus sajátosságai és sajátos nemzeti jellege.

Befejezésül a klasszicizmusnak a szovjet művészetelméleti felfogás szerinti értékelése következik.

Az építészet különböző tényezőktől leginkább függő, leginkább materiális művészet. Minden más művészetnél nagyobb mértékben gazdasági és társadalmi tényezők függvénye. Éppen ezért Oroszországban a klasszicizmus csak a XVIII. sz. második felében honosodhatott meg, amikor az előző korszak pompás barokk stílusával szembehelyezkedő racionális stílusnak kedvező, sőt pontosabban, kialakulását és fejlődését szükségszerűen előidéző előfeltételek kialakultak.

A XVIII. sz. második felében Oroszország gazdasági életének átalakulása, mely I. Péter alatt indult meg, felvevőképes belső piac kialakulását és a külkereskedelem fellendülését eredményezte. Ez serkentőleg hatott a földesúri gazdaságok és a kereskedelmi vagy ipari központok szerepét betöltő városok fejlődésére.

Ebből a körülményből az építészekre az a feladat hárult, hogy további vallási épületek és paloták építése mellett az állam szempontjából fontos új kincstári és magántulajdont képező épületeket: tőzsdéket, kereskedelmi épületeket, raktárakat, bankokat stb. építsenek. A földesúri gazdaságok erőltetett fejlesztésével párhuzamosan számos nemesi udvarház is épül.

Mindezzel egyidejűleg a kulturális színvonal emelkedése és az oktatásügy fejlődése iskolák, egyetemek, akadémiák, könyvtárak és színházak építését teszi szükségessé.

Végül, vidéken a parasztságnak a földesurak kizsákmányoló önkénye elleni fegyveres tiltakozása következtében meggyengült államhatalom megerősítésére, valamint a városokban, hivatali épületeket, kormányzói épületeket, a kihelyezett helyőrségek számára kaszárnyákat kellett építeni.

Ehhez a városokban és falusi birtokokon folyó, és a maga korában hatalmas arányúnak számító, építkezéshez a barokk stílus Oroszországban addig uralkodó építészeti formái és módszerei nem voltak alkalmasak, minthogy a bonyolult kompozíció, valamint a még bonyolultabb és költséges díszítőelemek kivitelezése nagy pénzráfordítást és kitűnően képzett szakmunkásokat: mintázókat, kőfaragókat, aranyozókat stb. igényelt. Az építészek fő megrendelői, az állam és a földbirtokosok pénzszűkében voltak, ennélfogva az építészet gazdasági vonatkozásainak revíziója életbevágóan fontossá vált. Ugyanakkor a nagyarányú építkezéshez egyre több szakképzett mesteremberre volt szükség és így lassanként munkaerőhiány is jelentkezett. Az országot egyidejűleg a Pugacsov vezetésével a jobbágyrendszer ellen irányuló parasztháború is megrázta. A parasztmozgalmak hatása alatt az orosz társadalom haladószellemű tagjai egyre inkább tiltakozó álláspontot foglalnak el az önkényuralommal és a jobbágyrendszer barbárságával, a nép jogfosztottságával és tudatlanságával szemben. Kialakulnak a polgárosodás és népművelés eszméi, sőt felmerül az ésszerű alapon megszervezett nemesi állam gondolata is. Az új eszmék az irodalomban, képzőművészetekben és az építészetben is tükröződnek. A barokkal szemben, melyben Erzsébet cárnő önkényuralmának megtestesülését látják, az értelmiség, főképpen pedig a művészek, negatív álláspontot foglalnak el.

Anyagi és eszmei okok tehát a barokk válságát, a teljes tagadásig eljutó bírálatát váltották ki, ez pedig azt eredményezte, hogy az építészet gazdaságosabb és ésszerűbb alapokon álló továbbfejlesztésére új utakat kerestek. Példaképül az antik világ egyszerű, világos, célszerű és ugyanakkor nagy kifejezőerővel rendelkező építészete szolgált.

Meg kell jegyeznünk, hogy az antik világ építészetét Oroszországban már régen ismerték; a XVIII. sz. elején, I. Péter uralkodása idején Vitruviust le is fordították és tudása fejlesztése végett több orosz építész látogatott el Itáliába (P. Jeropkin, T. Uszov). Más külföldi építészekkel együtt olasz mesterek is dolgoztak Oroszországban (Domenico Trezzini, Giovanni Mario Fontana, Niccolo Michetti). Az akkori Oroszország körülményei azonban nem voltak kedvezőek a klasszikus építészet elveinek és módszereinek megértése szempontjából, bár a Péter-korabeli építészetet ésszerűség és egyszerűség jellemezte.

A XVIII. sz. közepén a klasszikus építészet már közelebb állt Oroszországhoz, ekkor még a francia felfogás szemszögéből értelmezték.

Az a tény, hogy orosz építészek Franciaországba is ellátogattak (Vaszilij Bazsenov) és francia építészek jöttek Oroszországba, természetesen hozzájárult a klasszicizmus eszméjének terjedéséhez, de a mélyreható belső okok által kiváltott folyamatban csupán a katalizátor szerepét játszotta.

Jellemző, hogy abban az időben, mikor Jean Baptist Vallin de la Motte francia építész Oroszországba érkezett, az orosz építészek műveiben már



8. ábra. Leningrád, pavilon a Péter-Pál erődben

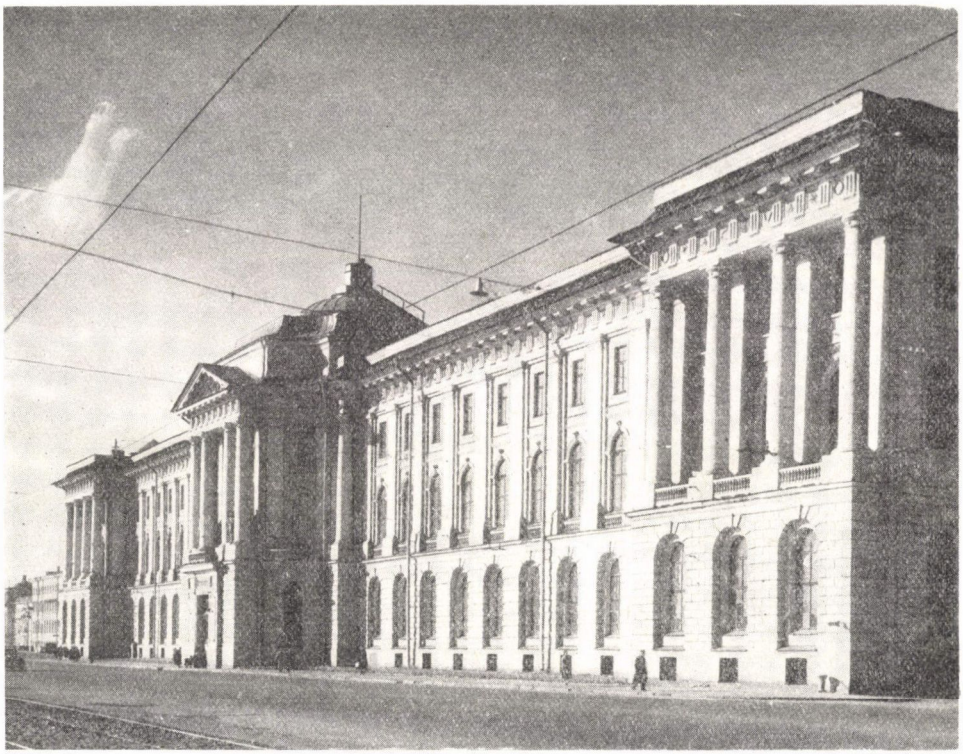
jelentkeztek klasszicista vonások. Elegendő megnézni A. Kokorinov kerti pavilon tervét (1760—1761) vagy a Péter-Pál erődben álló pavilont, melyet 1761—1765-ben A. F. Viszt épített, hogy erről meggyőződhessünk.

Oroszországi tartózkodása elején a tehetséges de la Motte a Nyevszkij proszpekten felépült Szt. Katalin templom tervével még a barokk, ill. rokokó stílus meggyőződéses hívének mutatkozott. Nyilván a tényleges helyzet hatása alatt azonban hamarosan megértette, merre kell haladnia és ez annál is inkább könnyű volt számára, mert az új irányzatot nagyon jól ismerte.

Ez a tény újabb bizonyítéka annak az állításnak, hogy a klasszicizmus Oroszországban nem csupán „import" volt, mint 30—50 évvel ezelőtt tartották, hanem szervesen alakult ki azok között a feltételek között, melyek fejlődésének kb. 70 évig kedveztek. A klasszicizmus elveinek az orosz építőművészetben való térhódításában nagy szerepet játszott a Pétervárott 1757-ben

létesített Szépművészeti Akadémia, melynek már első professzorai, Kokorinov és de la Motte is az új irányzat hívei voltak.

A klasszicista stílus fejlődésében a következő három korszakot különböztethetjük meg: korai klasszicizmus (1760—1780), szigorú klasszicizmus (1780—1800), a klasszicizmus virágkora (1800—1830). Ezután már kezdetét veszi a stílus hanyatlása. Meg kell jegyeznünk, hogy ez a hármas felosztás semmi újat nem jelent, hiszen minden stílusnak az a története, hogy kialakul, fejlődik, eléri zenitjét, majd átadja helyét az új irányzatnak. Csak azt kell



9. ábra. Leningrád, Képzőművészeti Akadémia, 1765—72

megmagyaráznunk, miért nevezzük a második és harmadik korszakot másképpen, mint általában szokásos. Miután a klasszicizmus Oroszországban létjogosultságát kivívta, fejlődésében olyan korszak következett, melyben a klasszikus építészet eszközeinek teljes tárházát szigorú következetességgel, de önálló alkotó szellemben olyan módon használták ki, hogy a homlokzatokon a díszítőelemeket, főképpen a szobrokat kerülték. Ezért nevezzük ezt a korszakot a szigorú klasszicizmus korszakának. Ezután az építészetnek új, elsősorban városépítészeti feladatokat kellett megoldania és az 1812. évi honvédő háború légkörében az egész nemzet nagy hazafias eszméit kellett kifejeznie. Ez a korszak a stílus legmagasabb fejlődési fokát jelenti. A dekabristák forradalmi felkelésének elfojtása (1825) lerombolta, megsemmisítette a háború utáni évek

nagy eszméit és reményeit, és elszegényítette az építészet eszmei tartalmát, melyből az 1830-as években kivész a nagyság és pátosz és sablonossá válik.

A korai klasszicizmus legnagyobb építészei közül említsük meg a Szépművészeti Akadémia épületének tervezőjét, A. Kokorinovot, továbbá Jean Baptist Vallin de la Motte-ot, aki, mint az Akadémia tanára és tehetséges művész, fontos szerepet játszott a klasszicizmus Oroszországban való meghonosodásában. Az ő nevéhez fűződik, többek között, a pétervári Kis Eremitage épülete. Számos udvarházat épített a Tveri Kormányzóságban (most Kalinini terület) és az ő tervei szerint épült a pétervári Péter-Pál erőd Nyevszkij-



10. ábra Leningrád, a Péter-Pál erőd Néva-kapuja, 1787

kapuja. A kiváló építészeknek ezt a sorát a rendkívül tehetséges Vaszilij Bazsenov zárja be, akinek olyan megbecsülésben volt része, hogy nemcsak a pétervári, hanem a párizsi, római, bolognai és firenzei akadémiának is tagja volt. A Kreml-palota hatalmas terve nagymértékben elősegítette a klasszicizmus térhódítását, a Paskov-ház pedig még ma is dísze Moszkvának. A szigorú klasszicizmus kiváló mesterei voltak még: a moszkvai Matvej Kazakov, az egyetem épületének tervezője, Iván Sztarov a pétervári Taurusz-palota kiváló tervezője és végül az olasz származású Giacomo Quarenghi, aki számos épületet épített Moszkvában, valamint Pétervárott és környékén. Nagyszerű alkotásai a pétervári Tudományos Akadémia épülete és a Sándor-kastély Puskinoban (régebben Carszkoje Szelo).

A felsorolt építészek után a klasszicizmus virágkorának mesterei következnek, akik közül elsősorban Andrej Voronyihint, Andrea Zaharovot és a Franciaországból betelepült Thomas de Thomont említjük. Az első kettő főmű-

vével (Kazányi székesegyház, ill. Admiralitás épülete Pétervárott) a városépítészeti együttes új értelmezését és a művészetek szintézisét alapozta meg. Thomon alkotása a pétervári Tőzsdepalota, a legszebb épületek egyike, mely a Néva-parti építészeti együttes alapját képezte.

Az 1812. évi honvédő háború után újabb kiváló építészek csoportja kezdi meg működését, Moszkvában: Oszip Bove, Dementij Zsiljardi (Domenico Giglardi) és Afanaszij Grigorjev. Bove a moszkvai diadalkapuval örökítette meg nevét, Zsiljardi számos Moszkva környéki kúriát épített a hozzá-



11. ábra Leningrád, Tudományos Akadémia, 1783—1787

tartozó épületekkel (többek között Kuzminki-t a remek ménestelepi épülettel), valamint sok moszkvai magánvillát, jónéhányat Grigorjevvel együtt.

Pétervárott a klasszicizmus fejlődését zseniális városépítők, Carl Rosszi és Vaszilij Sztaszov, a főváros központi építészeti együtteseinek és olyan kiváló épületeknek alkotói, mint a Vezérkar épülete (Rosszi) és a Pál-kaszárnyák (Sztaszov) képviselték.

A klasszicizmus hanyatlásának határán áll August Montferrand, akinek alkotó tehetsége csak Oroszországban bontakozott ki, mikor az Izsák székesegyház építésénél lehetősége nyílt képességeinek érvényrejuttatására. A székesegyház egyike annak a néhány pétervári épületnek, melynek homlokzatai terméskőből — gránitból és márványból — épültek. Az utóbbi körülményt azért emeljük ki, mert Oroszországban a fő építőanyag a tégla, fa és vakolat

volt. Még a fővárosban is minden vakolt téglából épült. Moszkvában és a vidéken pedig legnagyobb mértékben fát alkalmaztak, a faépületeket aztán tűzvédelem végett részben szintén bevakolták. Ez a megoldás az épületeket plasztikusabbá tette, és ha szabad mondanunk, fokozta a formák „lágyságát", ez pedig általában jellemző sajátsága az orosz építészetnek.

A tervező építészek a klasszikus oszloprendet, formákat, sőt kompozíciót szinte kivétel nélkül önálló alkotó szellemben használták fel. Az oszloprendet az orosz építészek nem tekintették dogmának, hanem a konkrét feladatok-



12. ábra. Leningrád, Kazányi székesegyház, 1801—1811

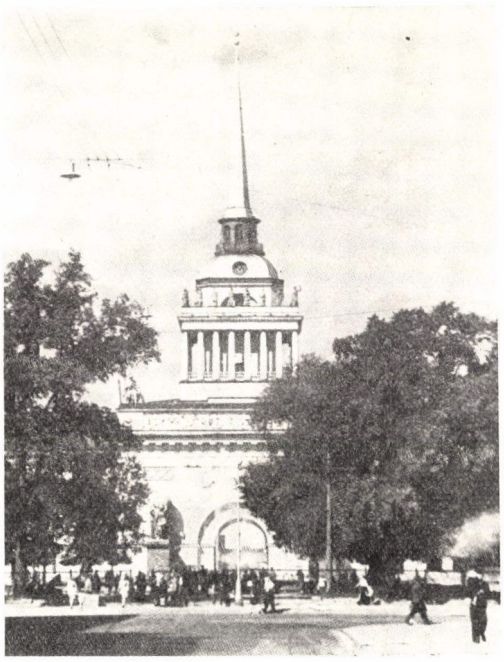
hoz és az építkezés körülményeihez alkalmazkodó kompozíciós eszköznek. Az oszloprendet alkotó elemek arányait és kapcsolatát szabadon módosították. Ez különösen szembetűnő a moszkvai iskolához tartozó építészek, vagy Sztaszov munkáiban, aki sajátos módszereket, sőt „Sztaszov-féle" oszloprendet alakított ki.

Még Quarenghi is meg meri tenni azt, hogy a pétervári minisztériumi épületen (most Úttörőpalota) az ión oszloprendet dór párkányzattal egyesíti.

A stílus klasszikus alapjellege ellenére az oroszországi épületek művészi megjelenése a többszínűség és a sziluett révén mégis nemzeti jelleget nyer. A vakolt homlokzatokat eléggé tartós festékekkel erősen színezték. Általában sárga, narancs, vörös, kék és szürke színt alkalmaztak és ebből a színes háttérből a fehér vagy enyhén árnyalt oszlopok, valamint a foglalatok, szemöldökpárkányok és egyéb részletek formái világosan kiemelkedtek. A templo-

mok kupolái, toronycsúcsai és keresztjei aranyozottak voltak. A színek alkalmazásának egyik fontos indítóokát az ország középső és északi részének zord éghajlati viszonyai képezték. Ezek a területek nem sok napsütést élveznek, de színek segítségével a homlokzatok plasztikus jellegét és kompozícióját jól ki lehetett emelni, mely így félhomályban, borús napokon is jól látható volt, amikor pedig a napfény nem fokozta az architektúra szépségét.

Természetesen ebben az egyéb okokra is visszavezethető megoldásban az oroszoknak a színek, a többszínűség iránti szeretete is megnyilvánult.



13. ábra. Leningrád, Admiralitás épülete, 1806—23

Az építészet másik nemzeti vonása, a gazdag sziluett, igen sok, nem vallási rendeltetésű épületnek is jellegzetessége. Ilyenek a jellegzetes félemelettel épült vidéki kúriák és városi lakóházak. A sziluett megoldásának jellemző példája az Admiralitás épülete, melynek tornya klasszikus formában az orosz építészet egyik jellegzetes nemzeti alkotását, a kapu feletti templomot eleveníti fel, mely még a Kijevi és Vlagyimiri Nagyfejedelemség idejéből származik (gondoljunk a vlagyimiri Arany Kapura) és igen jellemző építészeti alkotása volt a középkornak (kolostorok kapu feletti templomai).

Az orosz klasszicizmus fontos sajátsága az a tény, hogy bár a stílus változatos lehetőségeket biztosít, keretei lényeges korlátokat szabnak az alkotás lendületének. Az öröklött megoldások és formakészlet a változatlan oszloprendekkel, attikákkal, ívekkel, oszlopokkal és rusztikákkal megkötést jelentett az alkotó munkában és bizonyos mértékű egyformaságot eredményezett. Az oroszok újat kereső, alkotó beállítottsága nem érte be csupán az építő-

művészet nemzeti jellegét lényegesen elhalványító klasszicizmus koncepciójával.

Ezért van az, hogy a korszak csaknem minden nagy építésze, klasszicista szellemű művek alkotása mellett, elgondolásait a romantika formanyelvén is kifejezésre juttatta. Így Bazsenov és Kazakov nemcsak megálmodnak. hanem meg is valósítanak ilyen terveket. A Moszkva melletti Caricino, ill. Péter-palota együttesében fantasztikus kompozíciójú, csillogóan színes (vörös tégla fehér kővel), eredeti elgondolású orosz mesét alkottak. Ezekben a művekben a szépnek ugyanaz a tősgyökeresen orosz értelmezése testesül meg, mely olyan jól követhető a népi hímzések ornamentikájában, a fafaragások



14. ábra. Leningrád, Lenenergo székháza (volt Pál-kaszárnya), 1817—18

plasztikájában, a nyelv zamatosságában, és a népdalok, mondák képekben való gazdagságában. Ezzel kapcsolatban önkénytelenül is a népi faépítészet eredeti sziluettű emlékeire és a XVII. sz. jellegzetes többszínű kőépületeire kell gondolnunk.

De Bazsenov és Kazakov teremtő szelleme talán csak kivétel? Bizony nem! Csupán arról van szó, hogy a klasszicizmus minden mestere egyénien kezelte a romantikát, más és más forrásához fordult. Így például Ivan Sztarov, Potyomkin herceg palotájának építésénél az angol gótikát a maga módja szerint dolgozta át. A gatcsinai Harlám-kolostor tervében Andrejan Zaharov a régi novgorodi és pszkovi építmények falainak simaságát kelti életre. Még Carl Rosszi, a legnagyobb mértékben nyugat-európai szellemű mester is adózik a romantika iránti vonzalomnak és a moszkvai Kremlben álgótikus templomot épít, a Pétervár melletti Pavlovszkban pedig a festői kör alakú kompozíciót alkotó, orosz népi stilusú faragásokkal díszített házikókból álló Glazovo falut építi meg.

A klasszicizmus tárgyalása során a romantika felé való fordulás tényeit nem lehet figyelmen kívül hagynunk. Ezek segítségével jobban megérthetjük az orosz klasszicizmusnak, mint olyan stílusnak lényegét, mely annak ellenére,

hogy a legnagyszerűbb és legönállóbb formában talán éppen Oroszországban jelentkezett, mégsem tudott minden esztétikai igényt kielégíteni.

Jellemző, hogy a romantikus formák keresése az architektúra nemzeti szellemű értelmezése formájában legszembetűnőbben a falusi udvarházak kialakításában jelentkezett, melyekre az építkezésekkel szemben támasztott hivatalos követelmények nem igen terjedtek ki.



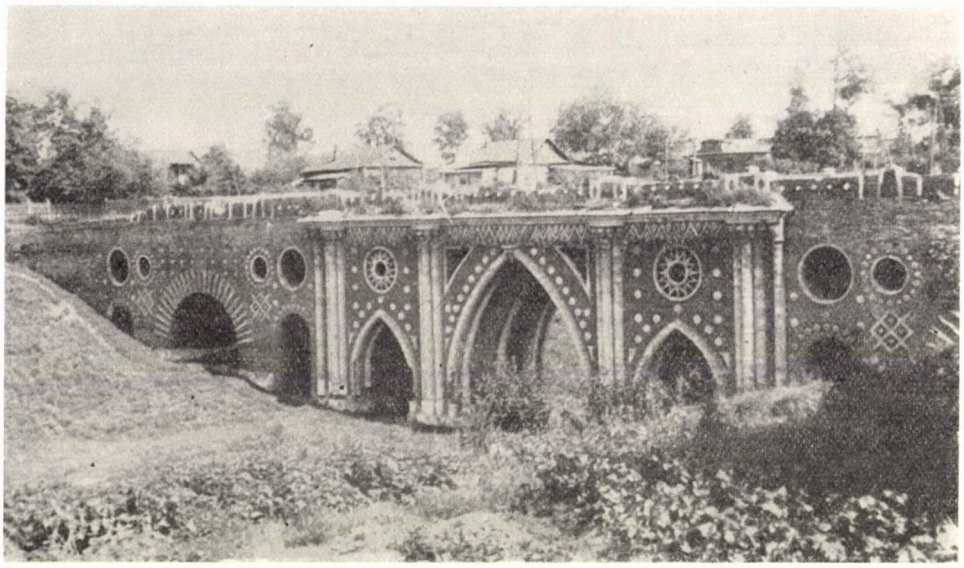
15. ábra. Leningrád, a Lovarda központi épülete, Sztaszov, 1817—23

A XIX. sz. elejét az Oroszország szempontjából veszélyes háborús helyzetben a nemzeti öntudat erősödése jellemzi.

A kor művészetének eszmei tartalmát éppen a hazafias érzés és az a törekvés képezi, hogy a nemzet tekintélyét emeljék, történelmi szerepét megmutassák. Az építészetben ez főképpen az elgondolások lendületes erejében tükröződik.

Mindezek előfutára Bazsenov volt. A tervezett Kreml-palotáról ő maga mondta, hogy „az európai népeket a föld méhéből új életre kelt új Kreml láttán nagyszerűsége és hatalmassága csodálattal fogja eltölteni és már nem fogják saját pompájuk szépségét észrevenni".

Bazsenov ezt az 1760-as években mondta és 50 év múlva mintegy szavai visszhangjaként jelentkeznek az ország nagyságának eszméi abban a tervben, melyet Rosszi a Néva rakpartjának beépítésére dolgozott ki. Nagyarányú tervéről a következőket írta: „Tervem méretei meghaladják azokat a méreteket, melyeket a rómaiak emlékműveikhez elegendőnek tartottak. Vajon félünk összemérni magunkat velük pompában?... A rakpart építményeinek korszakalkotónak kell lenniök, be kell bizonyítaniok, hogy utolértük a régiek rendszerét és nagy vállalkozásunknak messze maga mögött kell hagynia mindazt, amit korunk európai építészei alkottak."



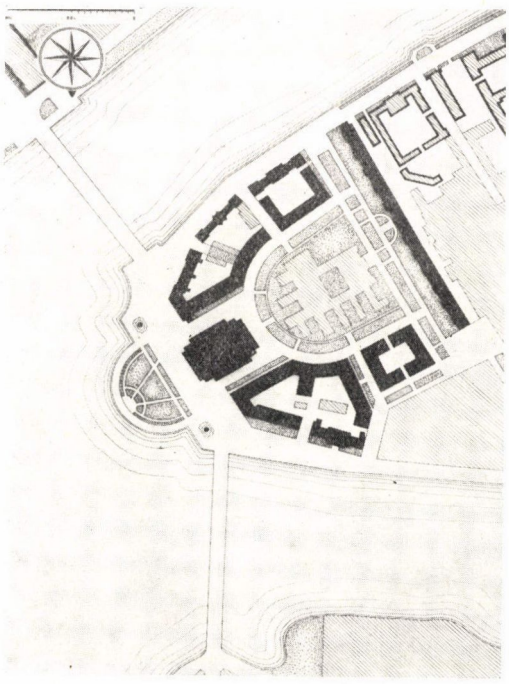
16. ábra. Caricino, Kastély 1775—85

Rosszi szavai nem elvont nagyzási mániát, hanem reális elgondolásokat fejeznek ki, mert még a Napóleonnal háborúba sodort Oroszországnak is módja volt arra, hogy az építészek grandiózus tervei kivitelezésre kerüljenek. Ennek bizonyítékai a 407 m hosszú főhomlokzattal kialakított Admiralitás Palotája, a Vasziljevszkij sziget csúcsán álló építészeti együttes, a Palotatér a hatalmas Vezérkari épülettel és egész városrészeket alkotó egyéb együttesek.

A nemzeti hazafias eszmék pátosza és nagysága konkrét kifejezést nyert az architektúrával szerves egészet alkotó, gyönyörű, monumentális szoborcsoportokban. Akár a könyvtárépület, akár a Puskin Színház vagy bármelyik más épület szobordíszítését említjük, mindegyik kitűnő példa erre. Valóban, a szobrok ebben az időben nemcsak díszei az építészeti alkotásnak, mint a barokk korban, hanem valamely konkrét gondolat, nagy eszme megtestesítői. Legkitűnőbb példa erre az Amiralitás Palotájának monumentális szobordíszítése, melyből a központi torony és az egyik oromfal magasdomborművét említjük meg. A központi féldombormű az orosz flotta megalapításának epikus ábrázolása. A dombormű központi alakja Nagy Péter, a flotta megalapítója,



17. ábra. Leningrád, Néva-parti együttes a Haditengerészeti Múzeummal (volt Tőzsde)

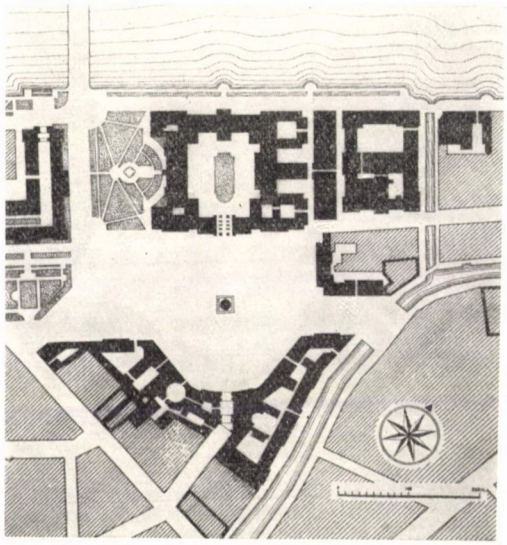


18. ábra. Leningrád, Vasziljevszkij-sziget

átveszi Neptuntól a tengerek feletti uralmat szimbolizáló háromágú szigonyt. Kissé jobbra az Oroszországot allegorikusan ábrázoló gyönyörű nőalak, mellette Mercurius. A tengeri hajóhad létrehozása nagyban elősegíti a kereskedelem felvirágzását, mely az ország fellendülésének fontos tényezője. Ugyanitt látható új hajók építése a pétervári hajógyárban, baloldalt pedig a dicsőség géniuszai hírt visznek a tengerek felett az új hajóhad és az új tengeri nagyhatalom születéséről.

A „művészek érdemeinek megjutalmazása" megnevezéssel ismert, másik féldombormű a jutalmakat osztó Themisz istennőt ábrázolja. De kit

buzdít az istennő a „dicsőség koszorújával"? A domborművön iparosok (üvegfúvó, borász, a timpanon sarkában az ipar jelképei) és parasztok (pásztor a pásztorbottal, földműves ekével és mezőgazdasági szerszámok) allegorikus alakjai láthatók. A parasztok és iparosok az ország gazdagságát gyarapítják és íme ők láthatók Oroszország fővárosa központi épületének homlokzatán. Ezt pedig Zaharov építész és Iván Tyerebenyev szobrász abban a sötét időszakban (1810-es évek) tervezték és alkották meg, mikor az egyeduralkodó I. Sándor cár háta mögött a szabadságszeretet és demokratizmus minden



19. ábra. Leningrád, Palota tér



20. ábra. Leningrád, Palota tér a Vezérkar épületével

megnyilvánulását elfojtó kegyenc, Arakcsejev állt. Érthető tehát, miért kapta a dombormű hivatalosan a „művészek munkájának megjutalmazása" elnevezést. Ez csak álcázta az alkotás valódi tartalmát. A homlokzaton tehát a nép képviselői kaptak helyet, mint ahogy Glinka operájában Iván Szuszanyint, a paraszt hőst ábrázolja és a „Borisz Godunov" c. tragédiában Puskin elsőként mutatja be a népet, mint a történelem formálóját. Ez nyilvánvalóan demokratikus áramlat a művészetben, mely a klasszicizmus virágkorában még a legkonzervatívabb művészetet, az építészetet, is magával ragadta. És végül, az oroszországi klasszicizmus a városépítési kultúra hatalmas fellendülését jelenti.

A Moszkvai Kreml átalakításával már Bazsenov arra törekedett, hogy az építészet eszközeivel Oroszország „szívét", azt az új együttest alakítsa

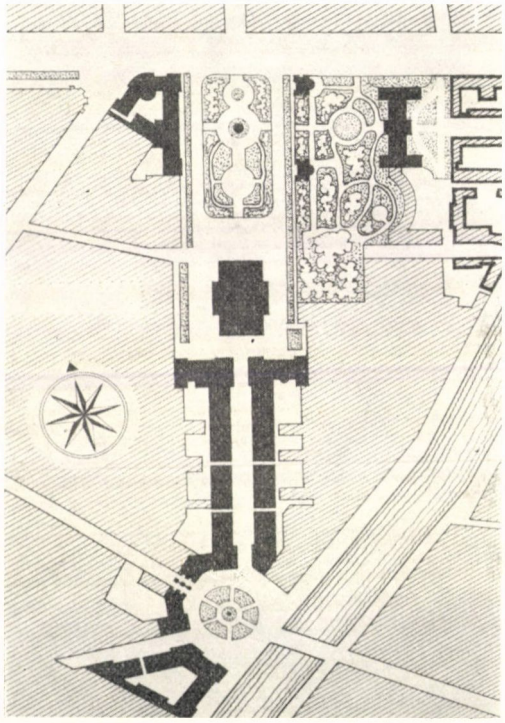


21. ábra. Leningrád, Árkád a Palota tér felől

ki, melybe minden oldalról ütőerek, Moszkva sugárirányú főútvonalai torkollnak. Ez a merész terv nem valósult meg, de a XIX. sz. elejétől kezdve előtérbe került a gyorsan fejlődő városok problémája. Alekszej Kvaszov és Iván Sztarov, a „Szentpétervári és moszkvai kőépítkezések bizottságá"-ban működő építészek, már az 1760—1780-as években számos, addig tervszerűtlenül fejlődő város tervét dolgozták ki. Ezt a városépítési tevékenységet az állami és magánépületek ún. minta-homlokzatainak kidolgozása is alátámasztotta. Ez már a XVIII. sz. elején szükségessé vált, amikor a lakóházakat a régebbi szokással ellentétben már nem kerítéssel körülvett udvarok mélyén, hanem az utca szabályozási vonala mentén kellett építeni. Ekkor ki is dolgoztak több típus-homlokzatot, különböző anyagi helyzetű tulajdonosok figyelembevételével. Ezek a tervek Pétervár számára készültek, de ez az eljárás tovább folytatódott az egész XVIII. sz. folyamán és számos nagyvárosban meghonosodott. A homlokzatok kialakítására kidolgozott típustervek a magánépítkezések számára bizonyos korlátozott választékot biztosítottak. Az élet azonban

újabb követelményeket támasztott. Ezért Pétervárott 1809—1812-ben városi lakókörzetek rendezésére mintaterveket (26 típus) és körülbelül 250 homlokzat-tervet dolgoznak ki nagy és kis lakóházakhoz, műhelyekhez, üzletekhez, raktárakhoz, sőt ipari épületekhez, továbbá kerítések és kapuk terveit is, tehát ez a tervezés a magánépítkezések egész területére kiterjedt. Ezenkívül szinte valamennyi kincstári épülettípus homlokzati kialakítására is terveket dolgoznak ki.

A tervek az építészeti kialakítás egyszerűségéről és célszerűségéről tanúskodnak. Mindegyik klasszicista stílusú, de a tömeges építés keretébe tartozó



22. ábra. Leningrád, Osztrovszkij tér (Puskin utca, Rosszi utca)

épületeknél a túlzott díszítést (oszlopokat, bonyolult díszítő részleteket) kerülték.

Az egyik korabeli építészeti kézikönyv rámutat arra, hogy „az oszlopoknak feltétlenül valamiféle terhet kell hordaniuk, mert egyébként csak felesleges díszek; az ablakok előtt elzárják a kilátást és a szobákat sötétté teszik". A minta-homlokzatok kidolgozásába a legnagyobb építészeket, Zaharovot, Thomont, Rosszit és Sztaszovot is bevonják. Az utóbbi munkássága a magánépítkezések szabályozása terén különösen nagyarányú és eredményes volt.

A mintahomlokzatokat metszetek formájában sokszorosították és kivétel nélkül minden városba elküldték. A polgármesterek számára törvény írta elő, hogy bármilyen épület építését csakis típusterv felhasználása esetében

engedélyezzék. A rendelkezésre álló készletből a megrendelő szabadon választhatott. Ezt a nagyjelentőségű városépítési rendszabályt a várostervek is alátámasztották. Ilyen tervet 1810-től 1830-ig igen sok város, többek között a szibériai városok számára is kidolgoztak. A kormányhatóság által jóváhagyott általános tervek száma közel 400 volt. A várostervek kidolgozása Vaszilij Geszte (Hastie) feladata volt, aki munkája közben a hozzá beérkezett kiindulási adatokra támaszkodott.

Annak a körülménynek, hogy az egész tervezés- és építésügy a fővárosi építészek: Geszte, Sztaszov, A. Melnyikov, Lunzo Ruszko stb. kezében össz-

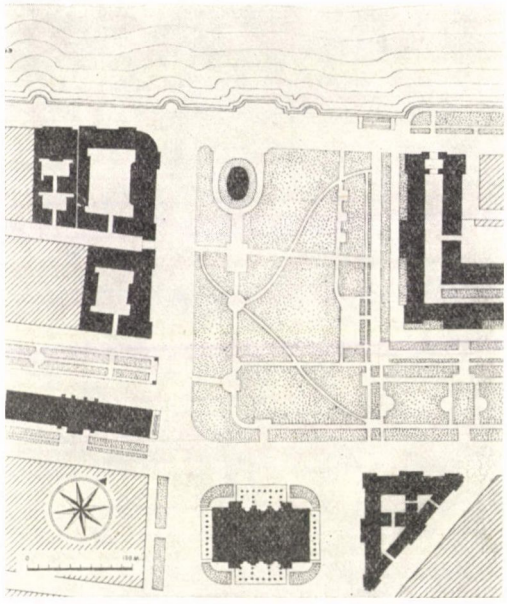


23. ábra. Leningrád, Rosszi utca, háttérben a Puskin Színház

pontosult, természetesen megvoltak a maga kedvezőtlen hatásai is, ugyanakkor azonban a vidéki városok eléggé magas színvonalú, tervszerű beépítését is biztosította. Éppen ezért a század közepe táján sok orosz városban alakul ki rendezett, egységes városkép, és közigazgatási központjuk, helyenként, mint például Poltavában és Ogyesszában, művészi értékű építészeti együttest képez.

Az orosz városépítés szempontjából rendkívül jelentős mozzanat Moszkva újjáépítése az 1812. évi tűzvész után. A százados múltra visszatekintő második főváros újjáépítése fontos politikai aktus volt. Minthogy a központot is beleértve a város nagy része leégett, a klasszicizmus új városépítési elvei — a szabályos elrendezés — alapján megvalósítandó újjáépítés feltételei igen

kedvezőek voltak. Nem véletlen szülötte az a közmondás, hogy „A tűzvész megszépítette Moszkvát". Moszkva újjáépítése, az Oszip Bove építésszel együttműködő bizottság által kidolgozott terv alapján, 1816-ban indult meg. A régi szövevényes rendszer lehetőség szerinti kiküszöbölésével, újonnan kellett tereket kialakítani, utcák nyomvonalát kitűzni. Legérdekesebb volt a Kreml melletti Vörös tér és a szomszédos Színház tér terve. A Vörös tér megoldására Bove terve a Vaszilij Blazsennij templom és a Kreml régi homlokzatainak megtartását, számos régi, alkalmi épület eltávolítását, a hivatali épületek új, impozáns, háromrészes homlokzattal való kialakítását irányozta elő. Még hatásosabbra tervezték meg a Színház teret, melyet Andrej Mihaj-



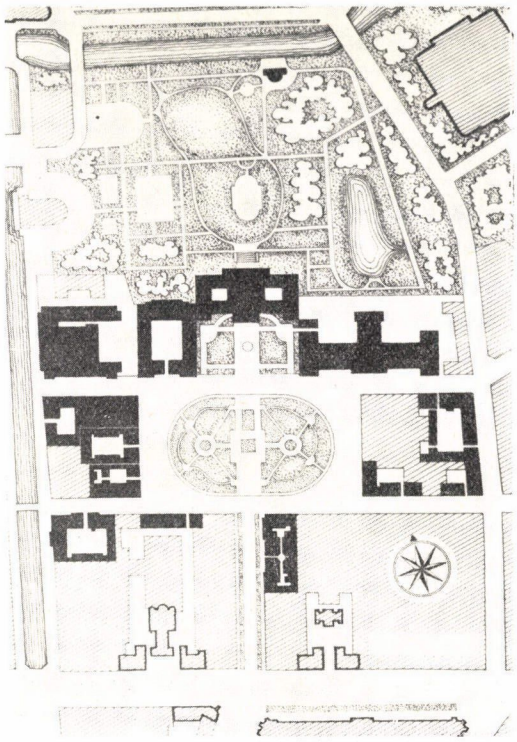
24. ábra. Leningrád, Dekabristák tere

lov és Oszip Bove terve alapján, a pétervári építészet szellemében megépített színházépület zár le. A földszint árkádjai egységbe fogták a teret körülfogó beépítést. Moszkva példáján jól látható az orosz építészetnek új városépítési elveken alapuló fő fejlődési irányzata: a város struktúráját az együttesek alakítják ki és a város egésze, ideális esetben, lényegében együttesek rendszere.

Moszkvában nem sikerült mindent ennek a maximális igényű elvnek szellemében megvalósítani, de Pétervárott az „Építési és Vízépítési Bizottság" vezetése alatt 1816-tól kezdve rendkívül nagyarányú városépítési tevékenység indul, melynek eredményeként 15—20 év alatt létrejönnek azok az építészeti együttesek, melyek még ma is Leningrád csodálatos szépségű városközpontját alkotják.

A központ alapját a XIX. sz. első évtizedében Voronyihin, Zaharov és Thomon vetették meg. A Kazányi Székesegyház, az Admiralitás Palotája és a Tőzsdepalota első példái voltak Oroszországban a város alaprajzi szerkezeté-

vel szervesen összefüggő, új szellemben értelmezett építészeti együtteseknek. Ezt az elvet Rosszi és Sztaszov a legmagasabb fokra fejlesztették, hatalmi szóval avatkoztak bele a városrendezésbe és így a folyó vízterületével szoros kapcsolatban álló együtteseket tudtak kialakítani. Ilyenek a Marsmező, a Palota tér és a Szenátus tér (most Dekabristák tere). A meglevő és újonnan tervezett épületek mesteri kombinációjával az építőművészet nyelvén szóló költeményeket alkottak, melyek külön-külön is gyönyörűek és együttesen tökéletes ékszerként fogják körül a Néva ágait. Elrendezésük következetes

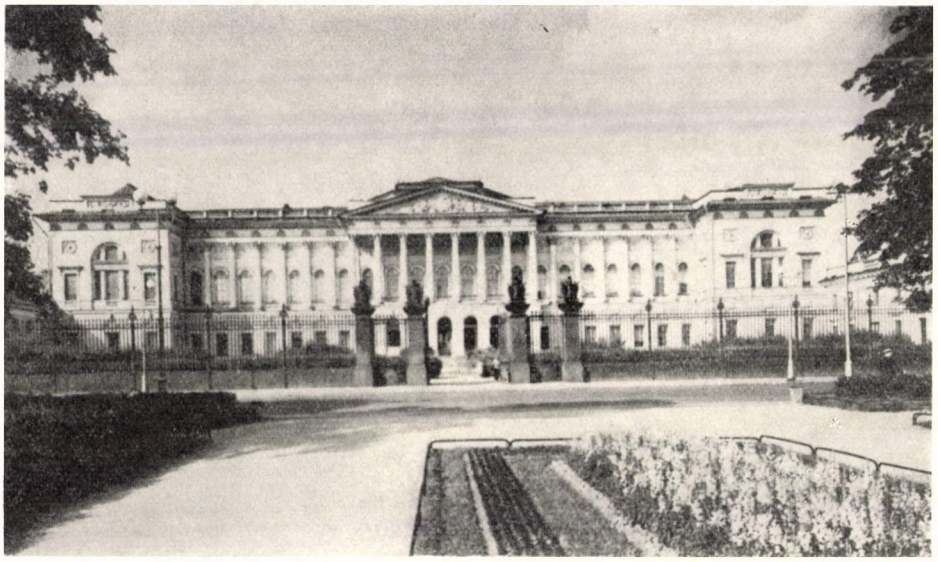


25. ábra. Leningrád, Művészetek tere

rendezési elven alapszik, tökéletességük a kompozíció, az arányok, a ritmus és a modulus egységének eredménye.

A pétervári építészeti együttesek másik csoportja a város főútvonala, a Nyevszkij proszpekt mentén helyezkedik el. Itt új értelmezésben jelentkeznek az út és csatornák keresztezései, ahol a sarkokat egymással összehangolt épületek emelik ki. Ilyen, például, a Nyevszkij proszpekt és a Mojka keresztezése, ahol a XVIII. sz. közepéről származó két nagyszerű épület, a Sztroganov-palota (Rastrelli) és a Csicserin-ház (Kokorinov) tökéletes összhangot képez két új épülettel: a Kotomin-házzal (Sztaszov) és a holland templom épületével (Paul Jacqot).

Az építészetileg hangsúlyos főútvonalkeresztezéseket és tereket semleges elemek kötik össze, amelyek a drágakő csillogását kiemelő szerény foglalat-



26. ábra. Leningrád, Orosz Múzeum (volt Mihály-palota) 1819—25

ként emelik ki minden egyes együttes, főképpen Voronyihin (a Kazányi székesegyház és környéke), valamint Rosszi együtteseinek szépségét, akinek zsenialitását a Mihály-palota és az azonos nevű (később elrontott) utca (most Brodszkij utca), valamint a három teret — Színház (most Osztrovszkij), Csernisev (most Lomonoszov) tér és Manyezs teret — magában foglaló színház-együttes hirdeti. A három tér kompozícióját Rosszi egységes elgondolása foglalja egységbe, mely olyan nagy hatású volt, hogy Rosszi minden akadályt le tudott győzni és tervét szinte hiánytalanul meg tudta valósítani.

A Rosszi utca és az Osztrovszkij tér, valamint a Néva parti terek ma is a klasszicista korszak orosz építészetének csúcspontját jelentő, felülmúlhatatlan szépségű építészeti együttesek.

DR. ZÁDOR ANNA, a művészettörténeti tudományok doktora

HENSZLMANN IMRE ÉPÍTÉSZETELMÉLETE ÉS A «GÓTIZÁLÁS» KIALAKULÁSA

Az 1841-ben megjelent „Párhuzam" egyszeriben Henszlmann Imrére irányította a figyelmet.[1] Elméleti képzettsége, kritikai bátorsága, egész magatartásának és írásmódjának sajátos szenvedélyessége, éles szeme még ebben az élénk pezsgésű korban is számottevő jelenség volt. Írásának hatását nem csökkentette, hogy műve meglehetősen nehézkes előadásban, a magyar elméleti szaknyelv kialakulatlansága következtében botladozó mondatokkal telve, sokszor érezhetően németes fogalmazással került az olvasó elé. Mindeme fogyatékosság, ami még sok fiatalos túlzással párosult, nem homályosítja el azt a fontos tényt, hogy ezzel a kötetkével mégis elindult a művészetelmélet hazai fejlődése.

Henszlmann a néhány rákövetkező évben különösen sokirányú munkát fejtett ki. Mindinkább megmutatkozott, hogy az élő képzőművészet és annak fontosabb jelenségei, kirívó hiányosságainak ostorozása mellett elsősorban a középkor művészete érdekelte a fiatal tudóst. Az első régészeti feltárásokat, sőt ezek elméleti feldolgozását is ő végzi.[2] Gazdag nyelvismerete, széles látó-

[1] Henszlmann Imre: Párhuzam az ó- és újkori művészeti nézetek és nevelések közt, különös tekintettel a művészeti fejlődésre Magyarországon. Pest 1841. — Előzményének tekinthető Henszlmann-nak egy évvel korábban közzétett tanulmánya: A rajzoló művészetek föladata (Budapesti Szemle 1840. II. 193—234). — Noha a Párhuzam soha sem merült teljesen feledésbe, sem e fontos mű, sem H. munkássága nem nyert mindeddig kielégítő feldolgozást. Ennek főoka az, hogy H. mint korának több más tudósa is, sokoldalú, polihisztor-típusú egyéniség volt. Munkásságának modern igények szerinti feldolgozása számos tudományterület alapos ismeretét igényli. Egy összefoglaló feldolgozás alapjaként számos részmonográfiára lenne szükség, így Henszlmann művészettörténeti, esztétikatörténeti, matematikatörténeti munkásságának feldolgozására, hogy csak néhány fontos területet említsünk. — A Henszlmannra vonatkozó irodalomból elsősorban az alábbiak fontosak: Korach Regina: Henszlmann Imre művészeti elmélete, Budapest 1902; — Kelecsényi János: Henszlmann Imre aesthetikája (Athenaeum IX. 1910. 83—101); — Jánosi Béla: Henszlmann Imre és Erdélyi János aesthetikája (Akadémiai Értesítő XXV. 1914. 11. füzet 614—623); — Schauschek Árpád: Henszlmann Imre emlékezete (Rajzoktatás XVI. 1913. 180—183. és XVII. 1914. 71—73, 99—104); — uő. Henszlmann Imre emlékezete (Kisfaludy Társaság Évlapjai 51. folyam 1918. 151—213).

[2] E korai tanulmányaiból csupán azért említünk néhányat, hogy érdeklődésének sokrétűségét érzékeltessük: Egy pár szó Dürer méltánylására (Tudománytár 1843); — Drámai jellemek: Shakespeare Othelloja; — Az 1842-iki műkiállítás Pesten; — A Nemzeti Színház közönsége és az Athenaeum színikritikája (mind a Regélő Pesti Divatlap 1842 évi évfolyamában) — A hellének rajzolóművészei (Regélő Pesti Divatlap 1844); — Műbírálatok (Pesti Hírlap 1843—44) — A hellén tragédia, különös tekintettel a keresztény drámára (Kisfaludy Társaság Évlapjai, 1843); — Eötvös Falu jegyzőjének ismertetése (Irodalmi Őr 1846); — Kassa városának ó német stylű templomai (Pest 1846, önálló kötet); — A pannonhalmi benedekrendi apátság al- és feltemploma (Magyar Hajdan és Jelen 1847); — Magyarországi Szent Erzsébet kassai templomának főoltárképei (Magyar Szépirodalmi Szemle 1847). — Nem foglalkozunk itt azzal a kérdéssel, hogy e műveiben hogyan és miben jelentkeznek később kialakult elméletének csírái.

köre — amelyet főleg olaszországi utazása bővített — elsősorban azonban jó politikai érzéke különösen alkalmasnak mutatták arra, hogy a forradalom felé haladó Magyarország egyik fontos kultúrpolitikai harcosa legyen. Így kapja a megbízást a Leipzigben megjelenő „Vierteljahrschrift aus und für Ungarn" című negyedéves folyóirat szerkesztésére. E folyóirat révén — sajnos csak rövid időn át — a magyarországi kérdések a legműveltebb szerzők tollából váltak ismertté nemcsak Németországban, hanem általában Európában, legalább is alkalom nyílt a fejlődésünket ismertető kérdések közzétételére. Ez a folyóirat, de Henszlmann egész működése arra vall, hogy ekkor is, később is a hazai szellemi élet legjobbjaival állt kapcsolatban. Gyermekkora óta baráti körének legfontosabb tagja Pulszky Ferenc volt, a kor egyik legszínesebb egyénisége, aki a „Párhuzam" első bírálatát is írta.[3]

Henszlmann házasságkötése után huzamosabb ideig Bécsben lakott, sokat járt ekkor múzeumokba és főleg Boehm József Dániel barátságának és társaságának köszönhette művészetre vonatkozó ismereteinek gyarapodását. Már ekkor jól ismeri az angol nyelvet, ahogyan ez Vachot Imre leveléből kitűnik.[4]

A forradalom eseményei kapcsán Pulszky Bécsben vállal munkát és magával viszi Henszlmannt, akit a forradalmárok érdekében kifejtett működése miatt 1849-ben rövid időre letartóztatnak, de bizonyítékok hiányában csakhamar szabadon bocsátják és visszatérhetett Magyarországra. Nyilván nem érezhette biztonságban magát, de azért 1850—51-ben Pesten tartózkodik még, elsősorban az idős Fehérvári társaságában, aki 1851. nov. 2-án az ő karjaiban húnyt el.[5] Feltehetően röviddel ezután külföldre távozott, 1852 folyamán érkezhetett Londonba, ahol barátja, Pulszky Ferenc kérésére a Fejérváry-gyűjtemény katalogusát, illetve árverését készítette elő.[6] Hogy londoni tartózkodásának első hónapjaiban ezen kívül mivel foglalkozott, még nem sikerült pontosan megállapítani, de minden bizonnyal folytatta a középkori építészetre, főleg annak „titkaira" vonatkozó tanulmányait. Érdeklődése most különösen az angliai emlékek felé fordult, hiszen azok már korábban is szerepet játszottak munkájában.[7] 1852 végén már több középkori angol műemlék beható ismeretére utal.

Mindenképp volt valami tanulmányi előzménye is annak, hogy 1852. decemberében a legelőkelőbb angol építészeti társulatban, a Royal Institute of British Architects-ben (a továbbiakban RIBA) előadást tarthatott. Előmozdíthatta ezt az a szimpátia is, amellyel itt a magyar emigráció tagjait általában fogadták, valamint az is, hogy — Pulszky feljegyzése szerint — régészekkel és múzeumi szakemberekkel tartottak kapcsolatot. Pulszky — aki szívesen elhelyez-

[3] Minden jel arra vall, elsősorban Pulszky életrajza: Életem és korom, új kiadás Budapest 1958. I—II. megjegyzései, hogy Pulszky, illetve annak nagybátyja, Fejérváry Gábor irányította Henszlmann figyelmét a képzőművészetre. L. főleg Pulszky id. m. I. 75, 160, 177, 358, 480 stb. oldalait.

[4] Vachot levele Erdélyi Jánoshoz (Erdélyi János levelezése, kiadta T. Erdélyi Ilona I. Budapest 1964. 83).

[5] Erdélyi János levelezése II. Budapest 1962, 17 és Henszlmann megemlékezése Fejérváryról a Pulszky-albumban (Budapest 1889. 6—11).

[6] Pulszky id. m. II. 134 csak annyit említ, hogy „Henszlmann, ki azon időben Londonban volt."

[7] Leipzigi szerkesztői munkássága közben ismerteti M. H. Bloxam angol építészettörténetének ekkor megjelent német fordítását: Die mittelalterliche Baukunst in England, Leipzig 1847. 7. k.

kedett volna a British Museumnál, ahol mint külföldi állampolgárt nem alkalmazhatták — többször említi azt a segítő légkört, amellyel angol barátai az emigráció nem egyszer valóban súlyos lelki és anyagi körülményeit enyhítették.[8] Lehetséges, hogy Pulszkynak is, Henszlmannak is segítségére volt az angliai értelmiség körében elterjedt szabadkőművesség mozgalma is, erre vallanak a Henszlmann alább ismertetendő előadásának bevezetésében szereplő célzások, amelyek e mozgalmat mint közismertet és az építészet tárgyához tartozót tekintik. A mi soron következő feladatunk szempontjából azonban e kérdés tisztázása nem ide tartozik.[9]

Bár mindezzel csupán körvonalazni igyekeztünk Henszlmann londoni előzményeit és nem tisztázhattunk minden körülményt, mégis az előbb kifejtettek alapján nem tűnik olyan rendkívülinek, hogy Henszlmann 1852. december 6-án előzetes tájékoztatásnak szánt előadását megtarthatta a RIBA-ban. E kedvező körülmények ellenére is fokozott jelentőséget kell tulajdonítanunk annak a bizalomnak, amelynek révén az idegen fiatal tudósjelölt a szakterület legrangosabb fóruma előtt a maga gondolatait kifejthette.[10]

Henszlmann e londoni előadásáról eddig is tudott már a hazai szakirodalom, annál is inkább, mert a róla szóló magyar akadémiai beszámoló rövidddel utána megjelent.[11] Annál meglepőbb, hogy az előadással soha sem foglalkoztak, a róla szóló hírek-tartalmát és időpontját tekintve-pontatlanok, nyilván az előadás szövegét, sőt a magyar ismertetést sem vette elő egyik hivatkozó sem.[12] Minden valószínűség szerint Henszlmann egyetlen előadást tartott ekkor Angliában, a RIBA elnöksége előtt 1852. december 6-án tartottat és előadása lényegében kutatásaira akarta az angol szakértők figyelmét irányítani. Henszlmann alapos vizsgálódásaira hivatkozva bizonyítja, hogy megtalálta a középkori építészet, elsősorban az egyházi építészet szerkesztésének „titkát", azt a „méretegységet," amelynek segítségével az épület teljes szer-

[8] Pulszky 1851-ben előadást tartott a British Museumban, bírálva az új kiállítás hiányosságait, ami ugyancsak bátor lépés az ő helyzetében és arra vall, hogy megértő légkörben érezte magát. Pulszky id. m. II. 31. és köv.

[9] Történelmi kutatóink mindeddig nem tárták fel az emigráció történetének e vonatkozását, mint ahogyan általában hiányzik a magyar szabadkőművesség történetének korszerű feldolgozása. Az egyetlen összefoglaló történelmi monográfia: Abafi (Aigner) Lajos: Geschichte der Freimaurerei in Österreich Ungarn 3. kötete (Budapest 1893. 367 és köv. oldalak) summásan közli a 18. századvégi gyors terjedését e mozgalomnak mind Pestkörnyéken, mind a Felvidéken

[10] Henszlmann előadásának tanulmányozásáért és közlésének engedélyéért őszinte köszönetemet fejezem ki a Royal Institute of British Architectsnek, elsősorban John Harrisnek, a rajztár vezetőjének, aki kutatásaimat nagymértékben megkönnyítette. — Henszlmann kézirata az alábbi kéziratkötetben található a RIBA kézirattárában: Papers read at the Institute of British Architects 1850—53, Az előadás címe: Some remarks explanatory of a Series of Drawing illustrative of the alleged Discovery of the Constructional Laws of Mediaeval Church Architecture, read at an Intermediate Ordinary General Meeting of the Royal Institute of British Architects, december 1852, by Dr. Henszlmann.

[11] A beszámolót Tasner Antal levelező tag terjeszti elő a Magyar Akadémiai Értesítő (XIII. 1853. áprilisi szám, 46—53) szerint, a szöveg feltehetően Henszlmanntól származik és megegyezik az angol nyelven előadott eredetivel.

[12] Schauschek id. m. 1853-ra teszi: „1853-ban Londonban találjuk, Pulszky gyűjteményét állítja ki, katalógust ír hozzá. Alkalmat lel angol építészekkel és régészekkel való megismerkedésre, a British Architects társaságában felolvasást tart az építészeti arányokról." Schauschek pályadíjnyertes tanulmánya a Kisfaludy Társaság Évkönyvében egyébként nemcsak pontos adataival emelkedik ki, hanem a személyes élmény hitelességével kap meg. — Forster Gy.: A Magyar Tudományos Akadémia és a műemlékek védelme (Akadémiai Almanach, 1928. p. 20) 1856-ban tartott előadást említ.

kezete, minden részlete kiszámítható. Ezt a hivatkozott „méretegységet" a ránk maradt szövegben nem fejti ki — bár lehet, hogy a bemutatott számos rajzon már ekkor szerepelt — de a későbbiekből tudjuk, hogy arányelméletének alapja a kockába írható háromszög volt.

Az előadás szövegét függelékként közöljük. Itt csak annyit állapítunk meg, hogy az ismeretlen Henszlmannt kiváló építészekből álló bizottság hallgatta meg és kérésére hozzájárult ahhoz, hogy az előadott tárgyra vonatkozó további fejtegetéseit — részletesebben előadva — szűkebb bizottság előtt végezze. E bizottság előtt akarta elméletét dokumentációval ellátva részletesen kifejteni. Henszlmann kívánságát teljesítették, röviddel később — 1853. február 7-én — a kiküldött bizottság beszámol munkájáról, elismerőleg nyilatkozik a több mint 70 építészeti alkotáson bemutatott vizsgálatokról és Henszlmann érdemeit elismerve, javasolja, hogy vizsgálatait francia építészek folytassák.[13]

Az előadás eszmei hátterét keresve — túl a Henszlmann-nak szóló, több ágból szövődő rokonszenv feltételezésén — elsősorban arra a nagy érdeklődésre kell rámutatni, amely ekkor egész Európában, de főleg Angliában a középkor építészete iránt megnyilvánult. Ennek Angliában nem a kifejezett archaeológiai érdeklődés a forrása, bár csakhamar ezzé vált, és nem is az a nemzeti érzésfellángolás, amely Európa több országában a „dicső középkor" művészetében, főleg a gótikában látta a nemzeti művészet legmagasabb virágzását, a nemzeti öntudat kifejezésének legalkalmasabb eszközét. Jellegzetes módon itt Londonban azért keresték a gótika „titkát", hogy a frissen épülő neogótikus alkotások szépségét emelhessék, hogy ezeket a középkori gótika remekeivel egyenrangúvá tegyék. Az előzmények és az ötvenes évek aktuális körülményeinek ismeretében állíthatjuk, hogy Henszlmann és társainak ez a törekvése egy régen tartó folyamat új fázisát jelentette. Ezzel a folyamattal kell kissé közelebbről megismerkednünk.

A gótika iránti általános érdeklődés kezdeteit, ez érdeklődés fejlődésének különféle útjait itt nem kívánjuk kifejteni, csak arra mutatunk rá, hogy e folyamat legvilágosabban, leggazdagabb kibontakozással Angliában figyelhető meg. Itt élt a gótika legtovább, szinte sohasem szűnt meg teljesen. Amikor a 18. század közepén elsősorban Angliában, de egyidejűleg, vagy kevéssel utóbb, a kontinens több országában is, „gótikus" kerti lakok és romok, de szobabelsők, sőt egész kastélyok keletkeznek (Strawberry Hilltől Wörlitzen át számos példa lenne felsorolható), akkor ez a „gótika" a fantáziagazdagság lehetőségeit használta fel, romantikus kötetlenség és szabadságvágy jelentkezése volt, amely a középkort borzongatóan vonzó kornak tekintette, formáit a festőiség (picturesque) azaz a nem-szimetrikus, nem-tektonikus irányában átfogalmazta. Noha ez a korszak gyűjtötte össze már az első „segédanyagot", olyan útmutató könyveket, amelyek az építtetőt és az építészt „gótikus" mintákkal, részletekkel látták el, ez a „gótika" sem részleteiben„ sem egészében nem volt pontos mása a középkori alkotásoknak, nem nyugodott azok szakszerű ismeretén, sőt mi több, ez nem is volt szándéka. Ezt nemcsak e stílusszakasznak a leghíresebb alkotásai igazolják, hanem az is, hogy e „gótikával" — inkább középkoriassággal — párhuzamosan más „exotikus" áramlatok is fellépnek. Ezek sorában a „chinoiserie", a kínai művészet szabadváltozatú utánképzése, vált a legelterjedtebbé a kontinens egyes területein. Mind

[13] 1. Tasner id. beszámolóját p. 52—53. Itt nincs szó arról, hogy Franciaországba küldték volna, mint ahogyan ez az irodalomban általában szerepel.

e törekvések alapja a vágyódás valami változatosabb, kötetlenebb, festőibb, fantáziadúsabb iránt, amit a barokk művészet egyik ága sem tudott kielégíteni. Ez a magatartás a felvilágosodás korának társadalmát szinte mindenütt áthatotta, csak a megnyilvánulási formák, az alkotások mennyiségi és minőségi különbségei eltérőek országonként. Közös vonás az is, hogy e törekvés elsősorban az építészetben és az építészettel kapcsolatos belsőépítészetben és kertépítészetben jelentkezik. A kezdeti időpont általában a 18. század közepe, nem egy helyen későbbre esik: a század utolsó harmada is.[14] Ezt tekintem a továbbiak szempontjából a gotizálás első fázisának.

Az első fázis eltérését a későbbitől, helyesebben későbbiektől itt nem szükséges újra kifejteni. Fontosabbnak tartom a most említett első fázistól eltérő, másodiknak tekinthető szakasz jellemzését.

E második fázisra az elsőnél lényegesen erőteljesebb tudatosság jellemző, amely azonban még nem historizálás, nem tudatos és pontos utánzás. Még mindig a „gótikus" összbenyomás a döntő, nem a gótikus mű szerkezete vagy annak egyes részletei. E benyomás érdekében igyekeznek „javítani", tökéletesíteni a „gótikát", olyan tervek kidolgozásával és azok gyűjteményes közzétételével, amelyek az építtető kezébe, mintalapok segítségével javított együtteseket és ezek részleteit adják át. Olykor e művek illetve minták az eredeti mű tanulmányozásán is alapultak, de nem törekedtek felmérésen alapuló hitelességre, nem nyújtották valamely híres mű részletes és pontos ábrázolását. A „gótikus összbenyomás" célkitűzése mögött részben a klasszicizmus fegyelemre, egyenletes ritmusra, világosan felimerhető arányokra való törekvése szólal meg, de felismerhető az az elégedetlenség is, amelyet az aktuálisan megvalósított „gótikus" alkotás nyilván mindgyakrabban váltott ki megrendelőből, alkotóból egyaránt. Itt tehát megtörténik már a felocsúdás az első fázis gondtalan ösztönösségéből, spontán, sokszor játékos alkotókedvéből. A művészek előtt álló feladatok is rendszerint nagyobbarányúak és felölelik a mindjobban előtérbekerülő új építtető, a polgári társadalom igényeit is.

[14] E kérdés egyre gazdagabb irodalmából csak a legfontosabbakat említjük: Tietze, H.: Wiener Gotik im 18. Jahrhundert (Kunstgeschichtliches Jahrbuch der Zentralkomission, Wien 1909); — Laske F.: Der ostasiatische Einfluss auf die Baukunst des Abendlandes, vornehmlich Deutschlands im 18. Jahrhundert, Berlin 1909; — Belekevich-Stankevich H.: Le gout chinois en France, Paris 1910; — Schmitz H.: Die Gotik im deutschen Kunst- und Geistesleben, Berlin 1921; — Hussey C.: The Picturesque, London 1927; — Clark, Sir Kenneth: The Gothic Revival, An Essay in the History of Taste, London 1928, II. 1962; — Lanson R.: Le Gout du Moyen Âge en France au XVIII-e siècle, Paris 1926; — Vogel, H.: Der chinesische Geschmack in der deutschen Gartenarchitektur des 18. Jahrhunderts und seine englischen Vorbilder (Zeitschrift f. Kunstg. 1932. I. 321—335); — Allan B. Sprague: Tides in English Taste, Cambridge 1937 (főleg a korai goticizmusokra vonatkozó fejtegetések érdekesek); — Bradbury R.: The Romantic Theories of Architecture of the Nineteenth Century in Germany, England and France, New York 1934; — Addison A. E.: Romanticism and the Gothic Revival, Philadelphia 1938; — Clemen P.: Strawberry Hill and Wörlitz, Königsberg 1943; — Pevsner N.: The Genesis of the Pictoresque (AR XCVI. 1944. 139—144); — Kamphausen A.: Gotik ohne Gott, Tübingen 1952; — J. S. Ackermann: Gothic Theory of the Architecture at the Cathedral of Milan (Art Bulletin 1949. 105—); — Baumgart, Fritz: Aegyptische und romantische Baukunst. Ein Beitrag zu den Wandlungen architektonischen Denkens in Europa (Humanismus und Technik 1.) Berlin 1953; — Zádor A.: Some Problems of the Development of Classicism in Architecture (Acta Historiae Artium VI. 1959. 135—168); — Hautecoeur L.: Les survivances gothiques dans l'architecture française (Acte du Congrès International de l'Art, Paris 1961, 183—192); — Korneli P.: Die Anfänge der Neugotik in Anhalt, Sachsen und Thüringen (Diss.) Dresden 1962; — Quarré, Pierre: Le gout de gothique, Dijon 1961- sajnos nem volt kezemben.

Tüneteit és mozgató erőit tekintve tehát lényegesen eltér az első fázistól, de időpont tekintetében nem különíthető el mindig és mindenütt amattól. Ha ritkábban is, de már a 18. sz. közepén találkozunk olyan kiadvánnyal, amely javított gótikát ígér — pl. Batty Langley 1747-ben megjelent könyve —, de az ilyen kiadványok szaporodása mégis inkább a század végén figyelhető meg és szinte folyamatosan jelentkezik a századforduló után egészen addig, amikor már a régi—középkori — és az új, a jelenkori alkotások összehasonlításához érkeznek el, természetesen az összehasonlítás a régi javára dől el. Ez az összehasonlító módszer — amely új vonás, szinte modern szemléleten alapuló, a megelőzőhöz képest, — legismertebb képviselőjét A. E. Puginben nyeri el. De a középkori alkotás e nagyraértékelése mögött — a javított gótika, az összehasonlító módszer egyaránt bizonyítja — már az a bevallott vagy megérzett elégedetlenség lappang, amely az új alkotásokkal szemben, elsősorban a templomépítő társaság (Church Society) működése nyomán keletkezett, nagyszámú neogótikus alkotás kapcsán egyre erősödik. Mindinkább kétségtelen, hogy ezek az alkotások nem ragadják meg a társadalom szélesebb rétegeit, nem elégítik ki az esztétikai igényt és ezért keresik a módot, hogy megfelelőbb, jobban sikerült, hatásosabb alkotásokat hozzanak létre. Az a nagyarányú alkotás — a londoni Parlament építése —, amely legélesebben bontakoztatta ki az összeütközést a különféle ízlések és szempontok között és amely — Pugin segítségével — kénytelen volt pontos gótikus részletekkel dolgozni, noha ritmusában, arányaiban, tömegformálásában még nem szakadt el teljesen a klaszszicizmustól sem, bebizonyította, hogy a gótikára vonatkozó eddigi ismeretek nem elegendőek, hogy alaposabb tanulmányokra, pontosabb, adatszerűbb ismeretekre van szükség, legalább formai tekintetben.[15]

Ezzel egyrészt valóban megnyílt az akadálymentes út a tudatos másolás felé, ami végül a historizmushoz, lassanként a változatos eklektikához vezet, másrészt felébred az elméleti úton megközelítendő gótika-ismeret eszméje. Feltételezik, hogy a gótikus építészet „titka", amelyen hatásának ellenállhatatlansága, mindenki számára megkapó szépsége nyugszik, valaminő szerkesztési elven alapul és ennek az elvnek a megtalálására irányulnak a további törekvések.

E fejlődési fokon természetesen más indítékok szerepelnek, mint az első fázisnál. Még mindig — azaz 1840 után is — a középkor, közelebbről a gótika a legvonzóbb mintakép, sőt most kezd tanulmányozása Európa-szerte általánossá válni. E folyamatban a gótikus emlékek sokfélesége, számbeli gazdagsága, művészi fejlettsége, magával ragadó hatása játszik elsőrendű szerepet, de nyilván nem csupán ezek a fő tényezők. E tanulmányokhoz erős ösztönzést nyújtott az élő építészet alkotásai felett érzett elégedetlenség, amely — sokszor nem bevallottan, nem tudatosan — egyre erősödik. Már nem elégedhetnek meg azzal, hogy a „gótikát" javítsák, tökéletesítsék: az igazi gótikus emlékek megismerése után ez naív törekvésnek látszik. Helyette — az általános tudományos fejlődésnek megfelelően — előtérbe lép a számtani — mértani úton való megközelítés. Kell lenni valamely „titoknak", mondják, a középkori

[15] Langley, B.: Gothic Architecture Improved by Rules and Proportions in many Grand Designs of Columns, Doors, Windows, London 1747; — Morris, Robert: Lectures on Architecture, London 1757; — Pugin A. W.: The true Principles of pointed or Christian Architecture, London 1841; — uő.: Contrasts or a Parallel between the Noble Edifices of the Middle Ages and corresponting Buildings of the present Day, showing the Present Decay of Taste, London 1836.

gótika szépsége mögött és ha e „titkot" megfejtik, kezükbe jut az a módszer, amelyet alkalmazva az új alkotásoknak a régiekkel egyenrangúakká kell válniuk. Beérett tehát Pugin felfogása, aki kezdettől fogva a középkori művet tekintette jobbnak, tökéletesebbnek, noha nála elmélet kialakítása nem indult meg. De e fejlődési folyamat azt is mutatja — amit e sokat utánzó kor tekintetében eddig nem vettek figyelembe —, hogy az élő építészet, az újonnan alkotandó mű problémái adták az új kísérletezéseknek a kiindulópontot.

Ez a fázis — amelyet az építészeti alkotások kiváltotta belső elégedetlenség szült — világosan mutatja a korábbiaktól való elkülönülést. Fő feladattá válik a fennálló akadályok elhárítása. Úgy vélik, a középkori építészet szerkesztési titkait, arányainak alapjait, tehát elméleti tényezőket kell megtalálni és e tudásanyag segítségével az aktuális alkotások a múltbeliekkel egyenértékűek, egyenrangúakká válnak majd, illetve csakúgy kielégítik majd a szemlélő igényeit, mint amazok. Különösen Angliában — ahol ekkor sok gótizáló alkotás keletkezik, — több oldalról indul meg e kérdés tisztázása.[16]

De nemcsak Angliában észlelhető ez az új szakasz, hanem jóformán mindenütt. Németországban Mertens már összefoglaló munkában foglalkozik a gótikára vonatkozó kutatások összegezésével, kiemelve a hagyomány fontosságát és a különféle építőanyagok hatását.[17] A nevek felsorolását szaporíthatnánk, de itt csak azokat a legismertebbeket érintjük, akik Henszlmannál — részben már londoni előadása előtti műveiben is — szerepelnek, amelyekről tehát biztosan tudott. Nem térünk itt ki a francia előzményekre, illetve párhuzamokra, amelyek Soufflot (Mémoire sur l'architecture gothique, 1744) óta szaporodnak, amíg az általunk most tárgyalt fejlődési fázisban Viollet le Duc személyében olyan nagyhatású egyéniség koronázza e fejlődést, aki mint gyakorló építész, mint elméletet alkotó egyaránt páratlanul nagy hatású volt. Henszlmann és Viollet le Duc viszonyának elemzése még a jövő feladata, itt annál kevésbé foglalkozunk e kérdéssel, mert a jelek szerint ez a hatás csak később, a londoni előadás után, a Franciaországba való áttelepülés kapcsán vált lényegessé.

Fel sem merült eközben az a gondolat, hogy a középkori építészet korának sajátos társadalmi-történelmi körülményeiben gyökerezik, abból táplálkozik és annak igényeit elégíti ki, míg a 19. század merőben más történelmi-gazdasági körülmények közt élő emberének másféle igényei, ízléskövetelményei vannak, olyanok, aminőket középkori formák utánzásával, másolásával, tanulmányozásával — tehetséges és alkotóképes építészek együttműködése ellenére — kielégíteni nem lehet. A gótika elméleti alapjait keresik, mert — átmenetileg — nem bíznak abban, hogy a középkori építészek „formáinak" részletes begyűjtése, tanulmányozása, oktatása átsegíthetne e válságon. Bár 1840 körül és után ilyképp egy relatíve korai archaelogizálás terjedését figyelhetjük meg, amely az élő építészet alkotói továbbfejlődését erősen gátolta és nem vezetett sem új, korszerű építészet kialakításához, sem „tökéletes"

[16] Griffiths W. P.: The Geometrical Proportions in Architecture, London 1843; — uő.: The Natural System of Architecture as opposed to the arteficial system of to day, London 1845; — Billings R. W.: Attempt to define the geometric proportions of Gothic Architecture as illustrated by the Cathedrals of Carlisle and Worcester, London 1840; — Willis Robert: On the Construction of Vaults in the Middle Ages, London 1843; — ugyanő Herfordról 1842-ben, Winchesterről és Yorkról 1846-ban tesz közzé módszeres monografikus analíziseket.

[17] Mertens, Franz: Die bisherigen Studien über die Baukunst des Mittelalters Museum 1835); — Stieglitz: Geschichte der Baukunst, Nürnberg 1837.

neogótikát nem eredményezett, a középkori építészet tanulmányozásának tudományos kezdeteit jelenti és mint ilyent nem felesleges megemlíteni.[18]

Érthető, ha ekkor — a 19. század közepén — inkább a gyakorlati mintakönyvként használható középkori motívumgyűjtemények szaporodnak és forognak közkézen, mint a nagyobb felkészültséget igénylő elméleti művek, amelyek a középkori építészet esztétikai, illetve szerkezeti vonásainak feltárását kisérelnék meg.

A fejlődés e pontján lép fel Henszlmann a maga elméletével. Az előzőkben kifejtettek alapján nem kétséges, hogy a kérdés sokakat foglalkoztatott, a probléma „a levegőben" volt. Megoldása egyre fontosabb és szükségesebb lett azért, hogy a költséges és mégsem megelégedést nyújtó középkorias építészeti módot sikerrel alkalmazhassák, a múlttal „versenyképessé" tegyék. Az eddigiek világosan mutatták, hogy e harmadik fázis 1840 körül válik általánossá és elméleti alapot kereső törekvésével kétségtelenül e fejlődésmenet új mozzanatát képviseli. Annak az eldöntése, hogy a múlthoz vagy a jövőhöz fűződő szálai erősebbek-e, itt nem lényeges.

Bármilyen naívnak tartjuk azt az igyekezetet, hogy a középkori alkotások szépségét, magával ragadó voltát bizonyos arányelméletek segítségével lehessen az újonnan épülő alkotásokon megismételni, bármennyire történelmietlen is volt e magatartás: a jövő érdekében munkálkodott. Helytelen praemisszái miatt nem vezethetett igazán előremutató eredményekre, mégis nem egy helyes mozzanatot rejtett magában. A középkori építészet alapos megismerésének, az elmélet iránti érdeklődés kialakulásának szempontján túl még egy fontos mozzanat rejlik mögötte. Henszlmann és mindazok a társai, akik az építészeti arányok kérdésével foglalkoznak, abban a hitben élnek, hogy az arányok az antik építészet egyetlen fontos tényezői. Ha a középkori építészet arányelméletét sikerülne megtalálni, akkor az antik és a középkor között nincs többé áthidalhatatlan értékkülönbség. Ez azt is jelenti, hogy nagyon világosan felismerték a két nagy építészeti korszak közt fennálló alapvető különbségeket. Meg kell találni tehát azt az arányelméletet, amely egyaránt alkalmazható a középkorra és az antikra, valamint az antik építészeten „épülő" minden más korszakra, például a renaissance-re. Ha nem is tudatosan, de érzik a középkori építészetnek, elsősorban a gótikának, mindenféle antikos-oszloprendes építészettől való alapvető elkülönülését. Az észbe vetett hit, amely szerint meg kell találni a középkori szerkesztés „titkát", eltanulni szépségének „elméleti" alapjait és ennek segítségével azonos értékű és szépségű alkotások fognak keletkezni: jellegzetes következménye a felvilágosodás kora továbbélő racionalizmusának, amely ekkor már — túlélve igazi céljait — elfajult. Kialakult átmenetileg az a felfogás, hogy megfelelő „recipe" segítségével minden elsajátítható, megfelelő „mintakönyvek" alapján minden hibátlanul újonnan alkotható. Hogy e ponton már a historizmus és az eklektika is jelentkezik, az — gondolom — világos.[19]

[18] Heideloff K. A.: Nürnberger Baudenkmale oder Musterbuch der altdeutschen Baukunst für Architekten und Gewerbeschulen, Nürnberg 1837; — uő.: Der kleine Altdeutsche oder Grundzug des altdeutschen Baustiles, Nürnberg 1849; — Hofstadt F.: Gotisches ABC Buch, Frankfurt 1840; — Pope. J.—Buleau, Th.: Les trois âges de l'architecture gothique démontré par exemples choisis a Ratisbonne, Paris 1841.

[19] A „recipe" fontosságát, felvilágosodáskori előzményeit, valamint az akadémiák szerepét főleg Pevsner N. dolgozta ki részletesen: Academies of Art, Past and Present, Cambridge 1940. 147 és köv.

Henszlmann nem bízik a formai „recipe" mindenhatóságában, hanem elmélettel akarja megközelíteni a középkori szerkesztés „titkát". A szerkesztés kérdésével általában egyébként csak olyan — inkább gyakorlati — szempontok miatt foglalkozik, mint statikai kérdések megoldása, kiviteli nehézségek lekűzdése stb.[20] Amikor ezt megállapítjuk, kimondtuk azt is, hogy Henszlmann túllépett kortársainak legtöbbjén, mert az arányok szépségének „titkát" keresve esztétikai értéket kutat abban a meggyőződésben, hogy ezek az esztétikai értékek számtani—mértani alapon meghatározhatók, mint ahogyan Vitruvius óta az antik építészet és a rajta épülő korok ilyen arányok segítségével tudták kifejteni elragadó szépségűket. Ha az arányok számokban kifejezhető, mindenki számára érthető alaptételek, akkor ezek alkalmazása az élő tervezésnél biztosítja majd a szépséget és a szemlélőre gyakorolt nagy hatást. E felfogásban tehát egyszerre jelentkezik a mérhető szépség létezésébe vetett hit annak tudatával, hogy ez az antik korban is így állt fenn és a középkor tekintetében rajtunk — azaz Henszlmannon és társain — fordul meg annak a tételnek, illetve tételeknek a kidolgozása, amelyek révén ezek a törvények az élő alkotásra alkalmazhatók lesznek.

Az előbbi fejtegetések igyekeztek éreztetni a mintegy 100 éves fejlődés egyes fázisait, amelyek végül Henszlmann és a hozzá hasonlók fellépéséhez vezettek, megvilágítani az összefüggést felfogása és kortársai hasonló törekvései között. Mindezek következményeként kísérlet történt arra, hogy Henszlmann londoni előadását kora általános törekvéseibe elhelyezve, történelmi helyét kijelöljük.

Befejezésül néhány megjegyzés Henszlmann 1852. decemberében tartott előadásának szövegéhez, amelyet a függelék közöl.

Henszlmann előadása Roritzerig[21] visszanyúlva hivatkozik élő vagy régebbi szerzőkre, akik a gótika „tudományos" alapjait keresték. Jellegzetes módon főként olyanokra hivatkozik, akik a németországi gótikus újjáélesztés főalakjai, illetve a középkor iránti rajongáson túl az „alaptörvények" kutatói voltak. Az is feltűnő, hogy a német szerzőket — pl. Boisserée, Stieglitz, Kallenbach stb. — úgy válogatta ki, hogy azok az egész századfélt betöltsék, tehát átvezessenek a tudatos felidézés, a historizálás fázisába. Az angliai szerzők említésénél elsősorban a mérvadó kortársi irodalomra hívatkozik, mint pl. Griffiths, Cockerell műveire, akik már nem törekednek a gótika „javítására", de nem is historizálnak, hanem — Henszlmannhoz hasonlóan — elméleti alapot keresnek. Mindezen szerzők közös törekvése volt — Henszlmann szerint — valaminő harmoniatörvény megtalálása, olyan alapharmóniáé, mint a zenében a „basso continuo", noha a fül mérhető precizitása nem

[20] A középkori szerkesztési módszerekkel, azok megfejtésével Henszlmann előtt is, azóta is sokat foglalkoznak. Lásd e kérdésről mindenekelőtt Paul Frankl alapvető könyvét The Gothic, Princeton 1960; — Csemegi J.: Die Konstruktionsmethoden der mittelalterlichen Baukunst (Acta Historiae Artium II. 1954, 15—60), gazdag irodalommal, valamint Gerevich L.: Mittelalterliche Bauhütten und die Spätgotik, (Acta Historiae Artium V. 1958. 241— 282); — Ackermann J.: Ars sine scientia nihil est (The Art Bulletin XXXI. 1942, no .2); — de Beer: Gothic: Origin and diffusion of the term (Journal of the Warburg and Courtauld Institute XI. 1948. 144—); — Panofsky E.: Gothic Architecture and Scolasticism, Latrobe 1951; — M. Lodynka Kosinska: Geometria architektow Gotycich (Quartalnik Architektury i Urbanistiky Tom IX. 1964. 89—114).

[21] Roritzer, Mathaeus: Büchlein der Fialen Gerechtigkeit, Regensburg 1486; — modern kiadása: J. Habbel: Des Dombaumeisters und Buchdruckers M. Roritzers Büchlein von der Fialengerechtigkeit, Regensburg 1922, továbbá Frankl id. m. 149 és köv.

mindenben egyezik a szemével. De ez nem jelenti azt — mondja Henszlmann —, hogy pontosság szemléleti úton nem lenne elérhető.[22] Ezek után a középkori építőműhelyek munkaszervezetét a szabadkőműves páholyokéhoz hasonlítja, közös bennük az is, hogy a rájuk vonatkozó ismereteink teljesen elenyésztek.[23] A középkori építőpáholyok „titokzatossága", a vezető mester magasrendűsége, a szem és fül érzékletességének egyforma mérhetősége, a harmónia elméletek időnkénti keletkezése mind bizonyító érvül szolgálnak ahhoz, hogy ilyen kutatásokat lehet, szabad, sőt kell végezni. A példák, amelyeket Henszlmann elsőként megemlít, azok a már ismertté vált tervek, mint a kölni, a strassburgi, a bécsi, az ulmi székesegyház alaprajzának, tornyának vagy homlokzatának tervei, amelyek már az előző kutatókat is erősen foglalkoztatták. E terveken Henszlmann — amint mondja — sikerrel ellenőrizte a maga méretelvének alkalmazhatóságát, ezek segítségével sikerült minden egyes részlet méretének megállapítása is. Nem kérkedhetik természetesen azzal, hogy minden középkori építészeti alkotást megvizsgált volna, de hosszú sort említ és ezek mind igazolták eljárásának helyességét. Hogy tanulmányait — a hazai anyagon kívül — főleg németországi anyagon folytathatta, bizonyítja az a sommás kijelentése, amely szerint 18 templomot, 6 kriptát és 6 rajnamenti templomot megvizsgált, a 10. századig visszanyúlva, továbbá Limburg, Gelnhausen, St. Sebastian és Zsámbék templomait. Mivel az említettek közt román és átmeneti korú alkotások is szerepelnek, újból olyan mozzanatra bukkantunk, amely arra vall, hogy Henszlmann a maga éles szemével messzebbre látott kortársainál. Nemcsak a középkori építészet különböző fejlődési fázisait ismeri fel, hanem általában az egyetemes fejlődés elveit kutatja. Olyan elméletet kíván alkotni, amely az építészet minden korszakára alkalmazható.

Ez annál érdekesebb jelenség, mert Henszlmann kortársai általában nem különítették el egymástól a középkor egyes szakaszait, főleg az érett gótikát értékelték magasra, többnyire vele foglalkoztak, rá gondoltak, amikor középkorról beszéltek. Henszlmann elméletével új, alapérvényű igazságot vélt felfedezni, hiszen előadásában említi, hogy vizsgálódásait az antik emlékekre is kiterjesztette. Nem foglalkozunk itt előadásának eme kissé zavaros és bizonytalan részletével, csupán azt a megfigyelést vonjuk le belőle, hogy az antik építészet ekkor is — azaz a klasszicizmus korszakának elmúltakor is — nagy fontosságú, szinte lépték megszabó minden építészettörténeti kutatásra, a középkoriasságra is. Amikor Henszlmann a gótikus arányok ismeretének fontosságát, az alapelvek megtalálásának szükségességét hangsúlyozza, hozzáfűzi — talán tekintettel az angliai ígényekre —, hogy ezek révén az építkezések szebbé és tökéletesebbé fognak válni, anyag, idő, munka megtakarítható lesz és a műemléki helyreállítások is hibátlanabbak lesznek. Ez utóbbi mozzanat említése azért érdekes, mert érzékelteti a műemlékvédelem — egye-

[22] Zene és építészet kapcsolatát újabban is többen alapvetően kutatják az arányok szempontjából. L. Simson, Otto von: The Gothic Cathedral, London 1956; — Lesser G.: Sacred Geometry, London 1957 és Frank id. m. 726 és köv.

[23] Andrews F.B.I: The Mediaeval Builder and his Methods, Oxford 1925; — Jüttner W.: Ein Beitrag zur Geschichte der Bauhütte und des Bauwesens im Mittelalter, Diss. Köln 1935; — Kletzl O.: Titel und Namen von Baumeistern deutscher Gotik, München 1935 (Schriften der Deutschen Akademie, München, Heft 26); — Pevsner N.: The Term „Architect" in the Middle Ages (Speculum, Vol. 17. Cambridge 1942, 549—562).

lőre meglehetősen ösztönös — kezdeteit, a gyakorlati építész érdeklődését ilyen kérdések iránt és megmagyarázza, amit a további fejlemények is mutatnak, hogy mért és hogyan tudott sok építész, elsősorban Viollet le Duc és utódjai, olyan magabiztosan és szabadon „helyreállítani".

Henszlmann óvatosan fogalmazott, számtalan angol vonatkozásával és célzásával diplomatikusnak tekinthető előadása végén biztosítja a jelenlevőket, hogy „titkát" nem őrzi féltékenyen, miként a középkori mesterek és ha módot nyújtanak munkája folytatására, azt mindenki számára hozzáférhetővé teszi.

A nagyrészt jelentős építészekből (pl. Barry, Scott, Donaldson) álló bizottság őszinte elismeréssel fogadja az előadást, a hozzászólások az építészeti alkotás tudatossága, a történelmi fejlődés folyamatossága és hasonló, e kort különösen foglalkoztató kérdésekre vonatkoznak, majd elhatározzák egy szűkebb bizottság kiküldését, amely hivatott a Henszlmann által felvetett kérdést, további bizonyítékok bemutatásával, részletesen megvizsgálni és erről jelentést tenni.

A szűkebb bizottság 1853. február 7-én terjeszti be jelentését, amely minden tekintetben elfogadja Henszlmann javaslatait; mivel azonban már több hasonló természetű munka került eléjük, tartózkodnak a végleges állásfoglalástól, de javasolják a franciaországi építészeknek, hogy a Henszlmann által megkezdett munkát folytassák. Feltehető, hogy röviddel ezután a magyar tudós Franciaországba ment, tanulmányainak bővítése céljából és 1857-ben már a francia közoktatásügyi minisztérium szakbizottsága elé terjeszti kézirata első részét: Mémoire sur la découverte du système de l'architecture classique et du Moyen Âge. A francia miniszterium megbízza Lenoir professzort, az École des Beaux Arts tanárát és neves középkori városépítészeti szakértőt, hogy Henszlmann művével foglalkozzon. Úgy tűnik, hogy nevezett már korábban ismerhette Henszlmann művét, máskülönben alig lenne érthető, hogy alig egy hónap leforgása alatt (november 15-én) elkészítette és átadta jelentését.[24] Maga a megbírált kézirat — pályadíjat nyert, miként ismeretes — mint a Henszlmann által tervezett mű első kötete 1860-ban jelent meg (Théorie des proportions) francia nyelven. Ennek kapcsán Henszlmann visszatért Magyarországra és gazdag tevékenységet fejtett itt ki haláláig. Elméletének, illetve tudományos működésének további alakulásával itt nem foglalkozunk, feladatunk az eddig általában ismeretlen korai előadás és a hozzáfűződő kérdések megvizsgálása volt.

[24] Lenoir jelentését a Revue de l'Architecture et des Travaux Publics 1857. novemberi számának 151. és köv. oldalain jelentette meg. A Magyar Tudományos Akadémiát Csengeri Antal értesíti: Tudósítás Henszlmann Imre építészettani felfedezéséről (Új Magyar Múzeum VIII. 1858. 2 k. 60—67 Magyar Akadémiai Értesítő 1858. 60.). — Henszlmann ekkor a hazatérés gondolatával foglalkozhatott, mert 1858-ban néhány hétig Pesten tartózkodott (Vasárnapi Újság 1858. 464).

FÜGGELÉK*

Papers read at the Institute of British Architects 1850—53. «Some Remarks Explanatory of a Series of Drawings Illustrative of the alleged Discovery of the Constructional Laws of Mediaeval Church Architecture«. Read at an Intermediate Ordinary General Meeting of the Royal Institute of British Architects, December 6, 1852 by Dr. Henszlmann.

There is a striking difference between the effect produced by a Church or any other structure deriving its origin from the middle ages, and by the buildings of the same style erected in modern times; and as the details of latter are, in most cases, nothing but strict imitations of the Mediaeval Ornaments, the cause of the difference must be deeper than the ornamental surface; in fact, a somewhat experienced eye will at least guess, if not exactly ascertain the fact, from the delightful impression produced by every Mediaeval Building, that there must be a strictly defined law upon which its harmony depends.

It is this harmony which was sought for as far back as the end of the fifteenth century by Mathias Roritzer, an architect of Nuremberg who wrote a pamphlet on the construction of pinnacles »Von der Fialengerechtigkeit«, translated several times into the English and French languages;[1] it is this harmony, the search of which we meet in other books published in the sixteenth century and later, and it is this very harmony, that was sought for by Boisserée,[2] Steigliz (Stieglitz),[3] Hofstadt,[4] Cockerell,[5] Billings,[6] Popp,[7] Griffiths,[8] Cesariano,[9] Kallenbach,[10] Heideloff,[11] and other authors on Mediaeval Architecture.

Henszlmann Imre ltagnak az építészek' angol kir. intézetében tárgyalt fölfedezéséről a' középkori egyházépítészet' összhangzati elve körül:

I. Felvilágosító észrevételek a' középkori egyházépítészet' alkotási szabályainak fölfedezését szembe-tüntető némelly rajzokra vonatkozólag. Felolvasta Henszlmann tudor Londonban a' britt építészek' királyi intézetének rendszerinti közgyűlésén, december 6. 1852.

Igen feltűnő különbség mutatkozik azon hatás közt, mellyet egy részről a' közép századokból fennmaradt egyházak vagy egyéb építmények, s' más részről újabb időkben létre jött hasonló stílű épületek gyakorolnak;' s minthogy emez utólsók' részletei, legtöbb esetben, csupán a' középkori díszítmények' szoros utánzásaul tekinthetők, azon különbség' okának mélyebben kell rejlenie, mintsem a' díszítményi felületben; sőt csak a' valamennyire tapasztalt szem is, tekintve a' bármelly középkori építmény által okozott kellemes benyomást, ha nem bizonyíthatni is be, legalább gyanítani fogja, miszerint annak összhangzata szükségkép valamelly szorosan meghatározott szabályon alapul.

Ez azon összhangzat, mellyet már a' tizenötödik század vége' felé keresett Roritzer Mátyás nürnbergi építész, ki a' csúcstornyok' alkotásáról adott ki „Von der Fialengerechtigkeit" czím alatt egy röpiratot,[1] melly több ízben lőn angol és franczia nyelvre is lefordítva; ez azon összhangzat, mellyet Boisserée,[2] Stieglitz,[3] Hofstädt,[4] Cockerell,[5] Billings,[6] Popp,[7] Griffiths,[8] Cesariano,[9] Kallenbach,[10]

* *Tasner Antal akadémiai levelezőtag itt közölt jelentése a Magyar Academiai Értesítő XIII. év. II. sz. 1853. 45—53 oldalain jelent meg. Betűhíven közlöm. A szöveg feltehetőleg Henszlmanntól származik, talán ő hagyott ki olyan speciális célzást, mint a Master of Trinityre vonatkozót, amely által a 20. jegyzet itt hiányzik, valamint ő közölhette az ülést bezáró jegyzőkönyvnek az angol eredetinél részletesebb, illetve pontosabb fogalmazását.*

A zárójelekben levő magyarázatok az eredeti magyar közlésben szerepelnek, ezért további magyarázó (szóértelmező) feloldásokat nem alkalmaztam. A jegyzetszámok megegyeznek az angol szövegben szereplő jegyzetszámozással és a függelék jegyzeteire utalnak.

Nevertheless all those writers failed in the attempt, from not considering the effect of harmony can never be produced in an arbitrary way, but that on the contrary, it can only be derived by an organic process, in which every larger feature or system of construction engenders the dependant smaller features, and in consequence of which organic process every system (for instance that of shafts or buttresses) is once more dependant, not only on the principal unity, but also on the relation in which the single systems stand to each other.

A similar law of harmony exists in music, the principles of it being called *thourough bass* (basso continuo), this latter is known, and (notwithstanding we do not adhere strictly to the natural musical system) has attained a high degree of perfection, whilst the science of architectural harmony flourishing in the middle ages, is entirely lost, and for a long time only its former existence has been recorded by a latter product bearing testimony to its dark origin. I mean Freemasonry, which in course of time has taken an entirely different path than that indicated by its very name.

It is true, that human ear has much more accurately discerning sense than the eye, nevertheless, it is ascertained by the laws of optics and of linear perspective, and by the obvious harmony of buildings of ancient times, there is and must be in the human eye a similar discerning power, and a similar mathematical basis, from which the delightful feeling to the mind arises, when it becomes aware of harmony through the medium of the eye. A striking proof of this coincidence or identity of the laws of hearing and seeing, is given in the works published upon these subjects by Mr. Hay, of Edinburgh (in 1851 and 1852).[12]

Having become long ago firmly persuaded of the truth of the above statemen, I applied myself to the study of the Constructional Laws of Ancient Church Architecture, and after having consecrated many a year to painful toil, had at length the god (!) fortune to re-discover them in their full extent. And this I can assert with propriety because these laws are founded on mathematics, and I am able to prove them to be correct with the same certainty as any mathematical truth can be proved.

This assertion may seam rather improbable to those who think that the architects of the middle ages cared little for numbers, and who are aware that algebra, in its

Heideloff,[11] és mások keresének, akik a' középkori építészetről írtak. De mind ez írók eltéveszték a' czélt, mert nem vették tekintetbe, hogy az összhangzat' hatása soha nem származhat valamelly önkényes módból, hanem az épen ellenkezőleg csupán szerves munkálatból eredhet, mellyben minden nagyobb vonás vagy alkrendszer a' tőle függő kisebb vonásokat szüli, és melly szerves munkálat' következtében továbbá minden rendszer (például a' tövek vagy támoké) nem csak a főegységtől, hanem még az egyes rendszerek közti kölcsönös viszonytól is függ.

Hasonló összhangzási szabály létezik a zenében, mellynek elveit general bassusnak nevezik; ez ismeretes, és (noha a' természeti zene-rendszerhez nem ragaszkodunk szorosan) magas fokát érte el a' tökélynek; míg a' közép századokban virágzott építészeti összhangzat' tudománya egészen elveszett, és valahai létezésének sokáig egyedül nyoma tartatott fen homályos eredetét tanúsító egy későbbi intézetvényben értem a' szabadkőművességet, melly idő' folytával egészen különböző irányú ösvényre tért át, mint a' mellyre neve mutat.

Igaz ugyan, hogy az emberi fül sokkal pontosabban megkülönböztető érzékkel bír, mint a' szem: mindazáltal az optica és vonal-perspectiva' törvényei bizonyítják, valamint az ókor' építményeinek szembeötlő összhangzata is kétségtelenné teszi, miszerint létezik és kell létezni az emberi szemben is hasonló megkülönböztető tehetségnek és hasonló mathematicai alapnak, melly gyönyörködtető érzést gerjeszt a lélekben, midőn ez az összhangzatot a' szem által észre veszi. A' hallás és látás' törvényei ezen egybevágásnak vagyis azonosságnak felötlő bizonyságait adják elő mr. Hay-nek[12] Edinburghban e tárgyakról közölt munkái.

A fentebbi állítmány' igazságáról már régen meggyőződvén, az ókori egyházépítészet' alkotásai szabályainak tanulmányozására adtam magamat, és számos évi fáradalmas törekvéseim után végre sikerült azokat egész terjedelmökben újra fölfedeznem.

'S ezt méltán állíthatom; mert ama' szabályok a' mennyiségtanon épülvén, képes vagyok azok' helyességét olly bizonyossággal megmutatni, a' minővel bármilly mathematikai igazságot lehet bizonyítani.

Ezen állítás tán kissé hihetetlennek fog látszani azok előtt, kik azt gondolják, hogy a' középkori építészek keveset törődtek számokkal, és kik azt veszik tekintetbe, hogy az algebra, fensőbb ágaza-

higher branches, is a comparatively modern science. To these objections I reply, that the architects of old did not employ much reckoning in their constructions, but they used geometrical forms, and as geometrical forms can be resolved in numbers or mathematical forms, whoever knows the geometrical method used by those architects, will be able to find the corresponding mathematical formula. However the ancient masters supplied the deficiency of the latter by drawing their plans and elevations on the largest possible scale, as is proved by the old plan and elevation of the first planned towers of Cologne, the "facsimile" of which was published by Moller[13] — by the yet existing old plans for the Minster at Strasburg and for the tower of the Ulm-Münster, the elevation of which we find in Kallenbach's "Chronologie"[14] — by many ancient plans and elevations for the Cathedral of Vienna, which are quoted as yet existing in Tschischka's[15] description of that Church. In all those parchment drawings the scale is so large, that we are able to ascertain the measures to the half, and even the fourth part of an inch; and thus there can be hardly a mistake in measurement, and we must remember, that all those drawings are but general plans, and that for the details, most probably partial planes and elevations were made of the actual size.

In studying and comparing the churches of the middle ages, I became persuaded that out of a groundline or sum, considered as basis, there can be developed, either by a geometrical or algebraical method, between thirty and sixty sums or lines, corresponding to the size, age and importance of the building, and there is, with a very few exceptions, not a structural member, be it large or small, the proportions of which are not defined by one of these lines or sums, or exceptionally by their multiplies or divisions. I say with a few exceptions because there are parts which depend entirely, not upon architectural rules, but upon the size of the human frame; for instance, a staircase must be proportioned to the steps of a man, and they cannot depend upon the size of the structure, such an exception is also the width of the doors or windows, and in most cases the width or opening of the bays. I have to add, moreover, that where a size (magnitude: Ed.) defined in its integrity according to the principles has, as subdivisions, smaller or equally defined sizes, always compensates for the deficiency in the whole sum.

taiban, aránylag újdon tudomány. Ezen ellenvetésekre azt válaszolom, hogy a' régi építészek alkotásaikban sok számítást nem alkalmaztak ugyan, de használtak mértani alakokat; és minthogy a' mértani alakok számokra vagy mennyiségtani alakokra oldhatók fel, minden, ki az azon építészek által használt mértani módszert ismeri, képes leend egyszersmind a' megfelelő mathematicai formulát is kitalálni. Ez utolsónak hiányát azonban a' régi építőmesterek az által pótolták ki, hogy terveiket és rajzaikat lehető legnagyobb mérv (scala) szerint készíték, mint ezt bizonyítják a' Köln városában először javasolt tornyok' terve és rajza, mellyek hasonmását Moller[13] közlé, továbbá régi tervei a' még létező strassburgi dómnak és az ulmi szentegyház tornyának, mellynek rajza Kollenbach (sic) „Chronologie" című munkájában[14] látható — végre a' bécsi székesegyház' számos régi tervei és rajzai, mellyeket mint még meglévőket Tschischka[15]' templom' leírásában említ. Mind ezen pergament rajzokban a mérv olly nagy, hogy azokon a' mértékeket fél, sőt egy negyed hüvelyknyiig is meghatározhatni, 's így a' mérésben nem igen történhetik tévedés: azonfelül figyelembe kell még azt is vennünk, hogy mind azon rajzok csak általános tervek, és hogy a' részletekre nézve a' tervek és rajzok hihetőleg valóságos nagyságban készültek.

A' középkori templomok' tanulmányozása' egybehasonlítgatása által azon meggyőződésre jutottam, hogy egy alapvonalból vagy összegből, melly alapul tekintendő, akár mértani akár algebrai úton harminc és hatvan közti összegek vagy vonalak fejtethetnek ki, az építmény' nagyságához, korához és jelentékenységéhez képest, és, igen kevés kivétellel, egyetlen egy nagyobb vagy kisebb alkotótag sincs, mellynek arányai ama' vonalak vagy összegek' valamellyike, vagy kivételképen azok' sokszorozásai vagy elosztásai által ne volnának meghatározva. Kevés kivétellel, mondom; minthogy vannak részek, mellyek egyáltalában nem építészeti szabályoktól, hanem az emberi test' nagyságától függnek; például a' lépcsőzetet az ember' lépéseihez kell arányozni, 's nem alkalmaztatni az építmény' nagyságához; illy kivétel az ajtók és ablakok' szélessége, és legtöbb esetben az öblök' szélessége vagy nyilása is. Meg kell még jegyeznem, hogy, hol egészletében elv szerint meghatározott valamelly nagyság alosztmányok gyanánt kisebb vagy szinte szorosan meghatározott nagyságokat foglal magában, ezen kisebb nagyságok' egyike az egész összegben mutatkozó hiányt mindig kipótolja.

It is impossible for a single individual to trace the above mentioned laws in every old building still remaining, I therefore confined my investigations to churches and temples, and did not even extend my research to wood construction, or vaulting, unless the latter was of hewn stone. And with this restriction, I was able to analyze the most renowned Gothic churches in England, Germany and Hungary, as those of St. Albans, Gloucester, Durham, Salisbury, Canterbury, Worcester, York, Cologne, Friburg, Vienna, Meissen, Marburg, Oppenheim, Kaschau and Buda. Besides I traced back to the tenth century the first drawing of the knowledge of these laws in Germany, and analysed eighteen churches and six crypts remaining in the central part of that country; moreover, I investigated ten churches on the Rhine, all built, in the Romanesque style, and six of the Transition period, as those of Limburg, Gelnhausen, St. Sebald, and Zsámbék, the latter being a ruin in Hungary.[16] Not content with the results obtained in that way, I tested also the ancient Greek temples, and found the same principle dominant even in the Parthenon, the temple of Euleithya and some others, only differently applied and less developed.

A sentence of Vitruvius, otherwise unintelligible, and the appearance of the same principle in the ruin of the old doric temple at Corinth, lead me to suppose that we have to honour Pythagoras as the first discoverer of these laws of architectural harmony which were brought from Byzantinum to Germany, probably in the time of Emperor Otto the First, and thence propagated through France, England and other European countries. But if we acknowledge Pythagoras, or even any other Greek, to have been the first inventor of the principle, the full development is due to the architects of the thirteenth and fourteenth centuries, and a Christian cathedral stands in every respect as high above the finest Greek temple, as Shakespeare's tragedies surpass those of Sophocles.[17]

The Romans built their temples and basilicas on a different method which was not organic but arbitrary, this is proved as well by the theories of Vitruvius as by the greatest part of the remaining ruins; nevertheless we also find Roman temples constructed on the Greek principle, but then we are obliged to take those buildings for works of Greek masters initiated in the earlier organic method.

As the earliest Christian churches in the Romanesque style were commonly fashio-

Az említettem szabályokat minden fenmaradt régi építményben kinyomozni egyes embernek lehetetlen. Én azért vizsgálódásaimban csupán szentegyházakra és templomokra szorítkoztam, és még faalkotásra vagy nem-faragott kövű boltozatra sem terjeszkedtem ki. 'S az így kitűzött határok közt képes valék elemezni a' leghiresebb gót egyházakat Angliában, Német- és Magyarországon, millyenek: a' st. albansi, gloucesteri, durhami, salisburgi, canterburgi, worcesteri, yorki, kölni, freiburgi, bécsi, meisseni, marburgi, oppenheimi, kassai és budai. Ezenkívül ama' szabályok' ismeretének első keletkezését nyomozgattam fel egész' a tizedik századig Németországban, mellynek közép vidékein fenmaradt tizennyolc templomot és hatvan sírboltot elemeztem; továbbá, a' Rajna' mellékén tíz templomot, mind román stílben építettet, és a' limburgit, gelnhausenit, a' sz. Sebaldét és a' zsámbékit, melly utolsó mint rom Magyarországban létezik.[16] Az ekkép nyert eredményekkel meg nem elégülvén, próbát tettem a' régi görög templomokkal is, és még a Parthenonban, Euleithyia' templomában 's némelly másokban is ugyanazon elv' uralkodását találtam, csak különbözőleg alkalmazva és kevésbbé kifejtve.

Vitruvius' egy mondata, melly különben érthetetlen lenne, és ugyanazon elvnek a' korinthiai régi doriai templom' maradványaiban is előfordulása olly hiedelemre vezérelnek, hogy az építészeti összhangzat' ama' szabályainak első feltalálóját Pythagorasban kell tisztelnünk; melly szabályok Byzantiumból Németországba, hihetőleg első Ottó császár' idejében hozattak át, és onnan terjedtek tovább Franciaországba, Angliába, 's Európa' egyéb tartományaiba. De ha Pythagorast vagy bármelly más görögöt ismerünk is el azon elv' első feltalálójául, annak teljes kifejtését a' tizenharmadik és tizennegyedik század építészeinek köszönhetjük? s valamelly keresztyén székesegyház minden tekintetben annyival múlja felül a' legszebb görög templomot is, mennyire Shakespeare' szomorújátékai Sophokleséit túlhaladják.[17]

A' rómaiak az ő templomaikat és basilicáikat más modorban építették, melly nem szerves hanem önkényes vala; bizonyítják ezt mind Vitruvius elméletei, mind a' fennmaradt romok' legtöbbjei. Találtatnak azonban görög elv szerint alkotott római templomok is, de az illyeneket görög mesterek' műveinek kell tekintenünk, kik a korábbi szerves módszernek avatottjai valának.

Minthogy a' legelső római stílű keresztyén szentegyházak közönségesen a' ró-

ned after the Roman basilica, the principle is the same in both, but even this more arbitrary principle is far different from the entirely arbitrary way used in modern times, for in those buildings a certain part is always regarded as a unity, from which, as fundamental dimension, the proportion of each distinct architectural member is developed.

I am not of opinion that even the best architects of bygone times attained the highest possible degree of harmony, but surely their best works are not behind the best productions in musical art. This leads me to the firm persuasion that their principle was that of natural harmony, the more so because this principle is at the same time a mathematical and an organic one, since the works constructed on it have a very similar effect upon the mind as harmony in music, and because as I believe the same principle will be found dominant wherever different sizes unite to produce a common effect. I therefore think knowledge of this principle a high valuable one, not only for architectural but also for many other purposes. Notwithstanding this persuasion I will here dwell merely on its application to architecture, and even slightly touch upon the point that true Gothic buildings cannot be erected without the exact knowledge of the Gothic proportions: that the bare imitation of Gothic ornaments and outlines cannot give a genuine Gothic character to a building, and that, a modern work therefore easily distinguished by an experienced eye from an old one, and indeed not to the advantage of the former. I am further of opinion, that, from a knowledge of the true organic proportions, much time, material, labour and cost would be spared in planning and building, and that whenever a good restoration is required, this knowledge of the principle on which the first plan was raised is almost indispensable. So much for the immediate practical use of my discovery, and that I think, too, that harmony is of practical moment in human life.

It is true that by the bare knowledge of the ancient principle of construction every one cannot at once become a great architect, for no art can be applied to practice without special talent, but, on the other hand, I am sure, that, as in music, whoever respects the laws of thorough bass will never produce a piece of composition absolutely bad; so in architecture, whoever makes his works conform to the exigences of the ancient laws will at least, not produce anythingcontrary to harmony,

mai basilica' mintájára építtettek, amazokban is mint ezekben ugyanazon elv uralkodik, de ezen önkényesebb elv is nagyon különbözik a' legújabb időkben használtatni szokott egészen önkényes modortól: mert azon építményekben egy bizonyos rész mindenkor mint egység vétethetik fel, mellyből mint alapmértékből, van minden egyes külön tagja az épületnek kifejtve.

Én nem vagyok azon véleményben, hogy a' múlt idők' legjobb építészei is az összhangzat' lehető legmagasabb fokát érték volna el; de annyi bizonyos, miszerint az ő legjobb műveik a' zenészet' legjobb termékeinél nem állanak hátrább. Innen származik abbeli erős meggyőződésem, hogy azok' elve a' természeti összhangzat' elve, 's pedig annál inkább, minthogy az egyszersmind mathematicai és szerves elv, miután az a' szerint épült művek ollyféle hatást gyakorolnak a' lélekre, mint a' zenében az összhangzat, és mivel mint hiszem ugyanazon elv uralkodását találandjuk mindenütt, hol különböző nagyságok közös hatás' előidézésére egyesülvék. Ennél fogva én ezen elv' ismeretét felette becsesnek tartom, nemcsak építészeti, hanem számosb egyéb czélra nézve is. Mindazonáltal noha így vagyok meggyőződve, itt annak csupán az építészetre alkalmazásáról kívánok szólni, 's e' tekintetben is csak röviden érinteni azon pontot, hogy valódi gót építményeket nem állíthatni fel a gót arányok teljes ismerete nélkül; hogy a' gót díszítmények és külvonalak' puszta utánzása még nem adhat valamelly építménynek igazi gót jellemet, és hogy ez okból az újkori művet könnyen megkülönbözteti tapasztalt szem az ókoritól, és pedig nem amannak előnyére. Hiszem továbbá azt, hogy az igazi szerves arányok ismerete által sok idő, anyag, munka és költség lenne megkímélhető a' tervezésben és építésben, és hogy akármikor jó megújítás kívántatik, majdnem elkerülhetetlenül szükséges tudni azon elvet, melly szerint az első terv készült. Ennyit találmányom' közvetlen gyakorlati hasznáról, és hogy én még azt hiszem, miszerint az összhangzatnak az emberi életben gyakorlati jelentősége van.

Igaz ugyan: az építés' régi elvének puszta ismerete által még nem lehet mindenkiből egyszerre nagy építész, mert semmiféle művészetet ahhoz való különös talentum nélkül gyakorlatban nem alkalmazhatni; de más részről, bizonyos vagyok abban, hogy valamint a' zenében bárki is a' general basszus' szabályait megtartja, annak szerzeménye soha egészen rossz nem lesz; szintúgy az építészetben mind az, ki műveit a' régi szabályok' kí-

and that our so rarely meeting with a building of the middle ages, particularly of a religious destination, altogether displeasing, is a proof of the above statements, to which I may nevertheless add, that the knowledge of the master-law was not common to all workmen, even in the middle ages, but was eagerly watched as a deep secret possessed only by the most eminent of them, who were, honoured, as chief masters; indeed Professor Kugler,[18] tells us in his history of art, that a bishop was murdered at Utrecht by a master mason because the son of the latter had revealed to him the architectural master-secret.

I am not jealous of my secret as the ancient masters were of theirs, on the contrary, I wish to publish it for common use, but as I cannot expect a commensurate reward for the trouble and toil of many years from any bokkseller and as I wish to be enabled to accomplish the work under my hands, and to continue my studies respecting natural harmony, I appeal to you, gentlemen, requesting you to give attention to the matter, and to inquire into the truth of my discovery by appointing a Committee, to whom I will lay open the whole economy as well as the details of my work. And in case the Committee should be convinced of the correctness and importance of the principle, I would request the Society to acknowledge it by a public document. This and no more is my request."

Dr. Henszlmann proceeded to read some remarks on the development of the Ground Plans of Mediaeval Sacred Architecture in Germany and Hungary, which had guided him in the selection of his examples, as well as making his researches into the laws of stone construction which regulated the architecture of the middle ages. Prof. Donaldson V. P. (Vice President)[19] proposed the thanks of the meeting to Dr. Henszlmann for the paper which he read. The great learning and research and the minutiae of detail, which he had displayed, must have struck every member present. He had indeed developed some principles in the construction of foreign churches which he (Don.) was not before acquainted with; and which had not been alluded to in the very able work by the Master of the Trinity.[20] The first point to which Dr. H. had referred was the supposed existence of some hidden principle in Mediaeval church architecture, which it had been the anxious desire of architects of all ages to discover; and he had duly adverted to the works of the numerous English and foreign writers

vánataihoz alkalmazza, legalább soha semmi összhangzat-ellenest nem fog alkotni, és hogy azon tény, miszerint olly ritkán találkozunk középkorbeli, főkép vallásos rendeltetésű építménnyel, melly egészen kellemetlen benyomású volna, a' fentebbi állításoknak szinte megerősítéséül szolgál; meg kell egyébiránt itt még jegyeznem, hogy a' mesterszabályt a' középkorban sem tudta minden építész, hanem az mint csak a' legjelesb mesterek' sajátja, mély titokban tartatott; elannyira hogy, mint Kugler[18] tanár a' művészet' történetéről írt munkájában említi, Utrechtben egy püspököt azért ölt meg egy kőmíves mester, mivel ennek fia fölfedezte volna neki a' mestertitkot.

Én olly féltékeny nem vagyok az én titkomra, mint a' régi mesterek voltak az övéikre nézve; sőt inkább közzé akarom azt tenni mindenkinek használatára. Minthogy azonban számos évi kutatásaim és fáradalmaimhoz mért jutalmat egy könyvárustól sem várhatok, és mivel a' munkát saját kezeim alatt bevégezhetni 's a' természeti összhangzat körüli tanulmányozásaimat folytathatni kívánnám, Önökhöz fordulok, Uraim, olly kéréssel, vegyék e' tárgyat figyelmökbe és vizsgáltassák meg fölfedezésem' valóságát, egy Önök' kebléből kiküldendő bizottmány által, mellynek munkám' egész szerkezetét és minden részletét előterjesztendem. És ha azon bizottmány az elv' helyessége és fontossága felől meggyőződik, méltóztatnék a' tisztelt Társaság arról nekem írásbeli nyilvános bizonyítványt kiadni. Ennyiből és nem többől áll kérésem.

Miután erre Henszlmann társunk még némely észrevételeket adott elő tanulmányozásaira vonatkozókat, Donaldson tanár és alelnök[19] köszönetszavazást indítványozott a' gyűlés' részéről Henszlmann tudornak felolvasásáért, 's ennek érdemére nézve következőleg nyilatkozott: „Azon nagy tanultság, vizsgálódási mélység és részletesség, mellynek H. tudor jeleit adá, minden jelenlévő tagban méltó figyelmet ébreszthetett.[20] Ő ugyanis a' külföldi templomok' alkotására nézve némely olly elveket fejtett ki, mellyek szóló előtt eddigelé ismeretlenek valának. Henszlmann tudor az ő előadásában mindenekelőtt a' középkori egyház-építészetben bizonyos rejtett elvek' létezését állítja fel, mellyet minden időbeli építészek ügyekeztek fölfedezni; és ő kellőleg ügyelt azon számos angol 's egyéb írókra is, kik e' tárgygyal foglalkodának. Azon írók mint e gyülés előtt tudva van, különféle elméleteket állítottak fel, és az építészek' a' rendszerek' sokasága által annyifelé vonattak, hogy végre azt sem

who had devoted their attention to that subject. Various theories, as the Meeting now, had been propounded by those writers, and in fact, architects had been so distracted by a series of different systems, that they were puzzled which to select as a basis in which to proceed in designing new edifices. Dr. H. had carefully studied a great number of ancient ecclesiastical edifices; and if, as he stated, all their parts were in conformity with the principle which he believed he had discovered, he would certainly have rendered a great benefit to the profession; and the manner in which he had offered to submit the subject to a committee to be appointed by the Institute, was a proof of his honourable, frank and straightforward conduct. The Institute could not but respond to such a proposition most cordially, for it was their duty to investigate all matters connected with the study of architectural principles. The particular buildings referred to by Dr. H. were exceedingly interesting especially from the great antiquity or some Gothical churches on the continent, compared with which those of England might be regarded as of recent date. At Ravenna there were buildings of the sixth century, and others at Constantinople of same and even earlier date. The adoption in other countries of the form of Byzantine church— that of Greek cross, with four equal arms, surmounted by five cupolas — was a point to which he had hoped Dr. H. would have alluded. Of this there was a curious example in France, in the church of St. Frond at Périgueux, erected in the 11th Century, when it was supposed that the Greek forms were entirely superseded by the adoption of the Latin cross. The originality and imagination displayed in the churches of Germany was especially remarkable, and it would be marvellous if Dr. H.'s theory could be applicable to all varieties which they presented at different periods. At all events the Institute should meet him with the same frankness which he had shewn.

Mr. G. G. Scott, Fellow,[21] seconded the motion. He had certainly hoped that Dr. H. would explain his theory to the Meeting, but as he had not yet done so, he (Scott) would only observe that the remarks submitted to the Meeting had placed certain facts in new light, and were therefore exceedingly interesting, especially as being introductory to more important matter.

Prof. D. inquired if Dr. H. did not consider that a transept might exist

tudták igen, mellyiket válasszák alapul új épületek tervezésében. Henszlmann tudor számos régi egyházi építményt gondosan tanulmányozott; és ha, mint ő állítja, azoknak minden részei megegyeznének azon elvvel, mellyet ő hiedelme szerint fölfedezett, úgy bizonyára nagy jótevője lenne a' művészet' ez ágának; és azon mód, mellyel ő ajánlkozott a' tárgyat a' társaság által kiküldendő bizottmány elébe terjeszteni, bizonyságul szolgál az ő nagyrabecsülendő, őszinte és egyenes eljárásának. Az intézet az illy ajánlatot csak a' legnagyobb szívességgel fogadhatja; mert kötelessége mind azt megvizsgálnia, mi az építészet' elveivel kapcsolatban áll. A' Henszlmann tudor felidézte külön építmények felette érdekesek, kiváltképen a' szárazföldöni némelly gót templomok' régiségét tekintve, mellyekhez képest az Angliában létezőket újkoriaknak lehetne mondani. Ravennában vannak építmények a' hatodik századból, és Konstantinápolyban ugyanazon vagy még régebbi időkből is. A' byzanti templom-alaknak — görög kereszt, négy egyenlő karral és felül öt kúppal — egyébb országokban elfogadtatása olly pont, mellyet azt hivé szóló, hogy H. tudor nem hagyand említetlenül. Erre nézve nevezetes példa létezik Franciaországban, Perigueuxben St. Frond templomában, melly a XI. században épült, midőn, mint közönségesen hiszik, a' görög formákat kiszorította a' latin kereszt' elfogadtatása. A' némethoni templomokban észrevehető eredetiség és képzelmiség (imagination) külön megjegyzésre méltó, és valóban igen csodálhatnók, ha H. tudor elmélete azoknak külön korbeli minden változataira alkalmazható lenne. Minden esetre az ő nyíltszívű eljárását hasonló bánásmóddal kell az intézetnek viszonoznia."

Scott G. G. úr intézeti tag[21] pártolta az indítványt, megvallván, hogy a' H. tudor által előadott észrevételek bizonyos tényeket új világosságba állítanak, 's azért felette érdekesek, kiváltképen minthogy azok bevezetésül tekinthetők még nagyobb érdekű közleményekhez.

Miután erre egy-két tag még némely megjegyzést és kérdést tett, mellyeket H. társunk rövid felvilágosításokkal viszonzott, a' gyűlés' elnöke, intézeti alelnök Inman úr szólalt fel, figyelmeztetve a gyűlést, hogy H. tudor nem kívánta fölfedezését a' jelen gyűlés elibe terjeszteni, az ő ajánlata csak annyiból állott ('s a gyűléstől függ, ha úgy tetszik, a' választmányt anak elfogadására felhatalmazni), hogy a' tárgy néhány tagból állandó küldöttséghez utasíttassék, mellyel ő azt minden tartozkodás nélkül közlendi, 's

without projecting north and south beyond the aisles of a church? In that case, there might be an actual transept, indicated by a greater altitude of the vaulting in a certain compartiment of each of the aisles, corresponding with that of the nave; the vaulting of the reminder of the aisles beeing lower.

Dr. H. concurred in the observation referring to the groundplan of a church in which there was such an arrangement in vaulting which would be obvious in an elevation, though not upon the plan.

Mr. Hennecker, Associate, had understood Dr. H. to state that the architecture of Germany did not assume a Gothic (or pointed) character so early as in France or England. Now the style of the 11th century both in England and Normandy, was clearly shewn in buildings of well ascertained dates, such as the Abbey of Jumieges, the churches of Caen, Waltham Abbey etc. in which no Gothic features were to be found. He could not therefore understand the statement that Gothic architecture had appeared in France and England in the 11th century, but not until the 12th century in Germany.

Dr. H. said that he had not stated the facts in that way. The first instance of Gothic architecture in France that he knew was the Abbey church of St. Denis, which was of the 12th century having been erected in the year 1130.

The chairman thought it right to state that Dr. H. had not proposed to submit his discovery to the present Meeting; his proposition was (and it was for the Meeting if they approved it to authorize the Council to accept it) that the subject should be referred to a committee of a limited number of Gentlemen, to whom he would freely communicate it, who should report upon it to the Institute. Dr. H.'s remarks afforded a gratifying proof of the progress which had been made in the study of architectural principles in the last 30 or 40 years. Some gentlemen present might recollect an article in the Edinburgh Review in the year 1806, a pamphlet by M. Duttens[22] in which the origin of the architecture was conclusively traced to the Romans. Recent discoveries, however had shewn that there were round and even pointed arches in ancient Assyria. He fully concurred in the remark that the same principles were to be traced in Greek as in Gothic architecture; of this indeed there could be no doubt, for all proportion was based upon mathematical principles, regard having first been given to the centre of gravity and to ecquipoise etc. Far diffmelly azután a' tapasztalandókról az intézetnek jelentést teend. H. tudor' észrevételei örvendetes bizonyságaul szolgálnak azon haladásnak, melly az építészeti elvek' tanulmányozásában tétetett az utolsó 30—40 év alatt. A' jelenlévő urak közöl tán többen fognak emlékezni az Edinburgh-Review' 1806-ik évi folyamában megjelent egy czikkre, Duttens úr' röpirata iránt[22], melly az ív' eredetét elhatározólag a' rómaiaknak tulajdonitá. Újabb föl-fedezésekből azonban kisült, hogy kerek, sőt csúcsos ívek már Ó-Assyriában is léteztek. A' szóló tökéletesen osztja azon észrevételt, hogy ugyanazon elvek találhatók a' görög mint a' gót építészetben; ez kétséget nem szenved, miután minden arány mathematicai elveken alapul, elsőben is a' nehézkedési központ, azután a' súlyegyen stb. vétetvén tekintetbe. De egészen különböző azon tan, melly az építményre később ruháztatni szokott összhangzati kellemet illeti; ez jobb elnevezés hiányában szépitésnek nevezhető, és az épület' rendeltetésének felel meg. Valamint valamelly zeneszerzemény, mellyet hozzá nem értő hallgató egészen véletlen szülte darabnak tartana, az öszhangzati arányok' meghatározott elve szerint lehet készítve; úgy az építészetben is kell bizonyos viszonyoknak a' régi mértani alakokra vonatkozólag létezni. Így volt hajdanta is. Görögországban valának igen kitűnő és a' nép által nagy tiszteletben tartott férfiak, kiket dyonisiastáknak vagy templomépítőknek neveztek; szóló azt hiszi, hasonlót mondhatni Aegyptusról is. Későbbi időkben egy kétségkívül ugyanazon elvekkel ismeretes testület állott fenn Európában a' szabadkőművesek' nevezete alatt, 's Anglia' legszebb épitményeit ők alkották. Az akkori nagy férfiak' féltékenysége vagy irigysége által azon testület szerencsétlenségre megsemmisíttetett, és VI. Henrik királyt tekinthetni annak, ki a' halálos csapást mérte a' szabad kőművességre Angliában. Nagyon örvendetesnek látja szóló, hogy az elveket a' jelenkorban olly gondosan kutatgatják; és könnyen meglehet, hogy a' gót építésmódnak már közzé tett elméleteivel megegyezőnek fogjuk találni. Szóló hiszi, hogy az ez alkalommal a' gyűlés elébe terjesztett ajánlatnak elfogadását mind általában a' művészetnek, mind különösen az építészetnek érdeke kívánja.

Erre Donaldson tanárnak Scott úr által pártolt indítványára Henszlmann tudornak köszönet szavaztatott, és a' választmány felhatalmaztatott, három intézeti tagból állandó bizottmány' kinevezésére, kik a' Henszlmann tudor által közlendő

ferent however, was the doctrine with respect to the graces of harmony to be afterwards added to a building: this for want of a better term, might be called embellishment and it involved a consideration of the destination of the building. As a musical production which — to an untutored eye, — would seem to be an entirely chance production, might nevertheless be based upon fixed principles of harmonic proportions, so in architecture there must be certain relations to the ancient geometrical forms. This was the case from the earliest ages; in Greece there were men of greatest eminence, who were reverenced by the people and called Dyonisiasts, or temple builders; and he believed it was the same in Egypt. In after ages, a body recognising no doubt the same principles, was known in Europe as Freemasons, and the most beautiful structures of this country were erected by them. By the jealousy and envy of the great men of the day that body was unhappily destroyed and King Henry VI might be said to have given a mortal blow to Freemasonry in England. It was very gratifying to know that in the present age principles were so carefully studied; and it might probably be found that the theories of Gothic construction, already before the public might some of them correspond with that of Dr. H. He thought it would tend very much to the benefit of art in general and architecture especially, if the Council were authorized, by a vote of the Meeting, to accept the proposal which had been made.

Végleges javaslat:

That it be referred to the Council to appoint a Committee of three members of the Institute to examine Dr. H.'s communication of his system and to report their opinion thereon to the Institute. The motion having carried unanimously, the vote of thanks to Dr. H. was also carried and conveyed to him by the Chairman in appropiate terms. Mr. J. Anson, Fellow, took the opportunity of Dr. H.'s presence to pursue the subject he had brought before the meeting somewhat further. It was clear that Dr. H. considered there was some mathematical formula or data upon which the Mediaeval architects worked out their designs. He should be glad to know at what time he considered that formula to have died out of men's mind and whether, in fact, it had died out at the present day- whether it existed or not in the works of Sir Ch. Wren and of every man who had thought out his own designs. He apprerendszert megvizsgálják és iránta a' társaságnak véleményt adjanak.

A' bizottmány kiküldetésében eljárván, az 1853. febr. 7.-én tartott köz gyűlésnek nyújtá be jelentését, melly ekképen szól:

II. Alulírt bizottmány a' társaság' múlt évi dec. 6-ai gyűléséből" a' Henszlmann tudor által közlendő rendszer' megvizsgálása' s ez iránti véleményadás végett küldetvén ki", midőn ebbeli munkálkodásához fogott, teljesen át volt hatva minden ollyan fölfedezés' fontosságától, melly az építészetben öszhangzó arányok' megállapíthatására kielégítő vezérszabályokat nyújtana; és a' bizottmány mindenek előtt jelentheti, miszerint Henszlmann tudor világos tanúságát adá abbeli élénk óhajtásának, hogy fölfedezése a' lehető legszigorubb vizsgálatnak vettessék alá, és hogy ő megadott minden kívánt felvilágosítást rendszerére nézve, mellyet ő, igen fáradságos kutatásaiban számos régi építményekre alkalmazva mind mértanilag mind betűszámtanilag megpróbált.

A' bizottmány jelenti továbbá, hogy Henszlmann tudor' rendszere egy mérvet tüntet elé, melly szervileg származik bizonyos egyszerű adatból, melly adatnak a' középkori egyházi építmények fő arányaira általános alkalmazhatóságát megmutatta; ő számos igen nevezetes találkozásokat (coincidence) jelölt ki az ezen mérv által adott mértékek és létező építmények' mértékei közt, millyet többet általa azelőtt még nem elemzettet maga a' bizottmány is terjesztett elébe.

Ezen találkozásoknál fogva igen fontosnak véli a' bizottmány, hogy a' kutatás még más építményekre nézve is folytattassék, és örömmel értette a' bizottmány, hogy Henszlmann tudor csakugyan további próbákat is szándékozik tenni rendszerével a' franczia nagy székes templomokra alkalmazólag, mellyeknek tökéletes elemzését a' bizottmány elkerülhetetlenül szükségesnek hiszi, mielőtt a' gót építészet' arányaira vonatkozó bármelly rendszer felől határozott véleményt lehetne adni. A' bizottmány ennélfogva e' rendszer' megvizsgálását Francziaország építészeinek különösen ajánlja.

A' bizottmány Henszlmann tudor' nagy talentuma és türelméről, valamint vizsgálódásaiban tanúsított tudományossága és buzgóságáról nem szólhat eléggé magasztalólag; de más részről azon tényt sem téveszthetí szem elől, hogy e' tárgy egyéb tudós férfiakat is foglalkoztatott már, és jelenleg is foglalkodtat, kik külön rendszereket állítanak fel, mellyek létező építményekkel szinte nevezetes találkozásokat mutatnak. A' bizottmány ehhezképest idő-

hended that if Sir Ch. Wren had been asked to explain the geometrical data on which was based his works, he would have found a difficulty in doing so, as would also other architects of the present day, who had produced very beautiful works.

Dr. H. said. that he could answer the question, but he feared not so far as Mr. A. might wish. He referred to a drawing illustrating the theory of Roritzer, which dated from the year 1484, but which did not show the principle which the Mediaeval architects used. He also referred to a drawing of a tabernacle from the church of Kaschau, in Hungary, which had been executed on the principle which he had discovered. As he had found out the principle, it was very possible another had found it too, but he had never met with any work in which it was alluded to. It was possible that even in modern time there were some works built upon that principle and if he were to investigate them, or if he had a plan and elevation of them, he was sure to tell whether they were so constructed or not. He considered the inquiry as merely preliminary to publication of his theory.

"The Committee therefor specially recommend the investigation of the system to the architects of that country. The Committee cannot speak too highly of the great talent and patience of Dr. H. and of the scientific and devoted way in which he is pursuing his inquiry, yet they cannot lose sight of the fact that the subject has occupied and is still occupying" . . .

Az aláírók közt szerepel Charles Barry és G. G. Scott is.

előttinek gondolná többet tenni, mint egyedül az elébe terjesztett tényekről adni bizonyságot és jelentést, a' nélkül hogy ítéletet mondhatna a' felől, vajjon a' középkori építészek' művei arányosításában egy bizonyos rendszerhez ragaszkodtak, vagy egynél többet is követtek-e, 's a' nélkül hogy meghatározni merné, vajjon a' Henszlmann tudor által fölfedezett rendszer valóban használtatott e vagy sem a' középszázadokban. Aláírások: Barry Károly, a londoni királyi művészacademia' tagja, Ferrey Benjamin, Scott Gilbert György, Scoles G. tiszteleti titkár, Nelson C. C. tiszteleti titkár.

JEGYZETEK A FÜGGELÉKHEZ

[1] l. a tanulmány jegyzetei közt a 21.-t.

[2] Boisserée, Sulpice: Geschichte und Beschreibung des Doms von Köln, Stuttgart 1823; — uő.: Denkmäler der Baukunst vom 7ten bis zum 13ten Jahrhundert am Niederrhein, München 1833, francia kiadás München 1842.

[3] Stieglitz, Chr. Ludwig: Von altdeutscher Baukunst, Leipzig 1820.

[4] Hoffstadt, Franz: Gotisches ABC Buch, Frankfurt 1840.

[5] Cockerell, Charles Robert: Ancient Sculpture in Lincoln Cathedral, London 1848 uő.: On Style and Architecture (The Builder 1849).

[6] Billings, Robert William: Attempt to define the geometric proportions of Gothic Architecture as illustrated by the Cathedrals of Carlisle and Worcester, London 1840; — uő.: Geometric Design, London 1849) az elsők közt tételezi fel a geometrikus szerkesztési hálózatot, de bizonyítását nem végzi el).

[7] Pope, Juste and Buleau, Theodore: Les trois âges de l'architecture gothique démontré par examples choisis a Ratisbonne, Paris 1841 (Franklnál nem szerepel).

[8] Griffiths William Petit: Ancient Gothic churches their proportions and chromatics Vol. 1—3, London 1847—1848—1852; — uő.: Geometrical proportions of architecture London 1843; — uő.: The natural system of Architecture as opposed to the arteficial system of to day, London 1845 (Franklnál e név nem szerepel).

[9] Cesariano, Cesare: Di Lucio Vitruvio Pollione de Architettura Libri Decem traducti de latino in volgare, Affigurati commentati di C. C. Como 1521, rá hivatkozik a gotikának korai jellegzetes „felfedezője": Padre Paolo Frisi: Saggio sopra l'Architettura Gotica, Livorno 1766.

[10] Kallenbach, G. G.: Chronologie der deutschen mittelalterlichen Baukunst I—III. München 1844—46.

[11] Heideloff, Karl Alexander: Nürnberger Baudenkmale oder Musterbuch der altdeutschen Bakunst für Architekten und Gewerbeschulen, Nürnberg 1837; — uő.: Die Bauhütte des Mittelalters in Deutschland, Nürnberg 1844; — uő.: Collection of mediaeval ornaments in the Middle Ages, Nürnberg 1844; — uő. Der kleine Altdeutsche oder Grundzüge des altdeutschen Baustiles, Nürnberg 1849.

[12] Hay, David Ramsay 1798—1866, Edinburgh-ban élt, több könyvet írt művészet-elméleti kérdésekről. E felvilágosítást — több más angol személyiségre vonatkozóval egyetemben — Dr. Otto Kurznak, a The Warburg and Courtauld Institute könyvtárosának köszönöm.

[13] Moller, G.: Bemerkungen über die aufgefundenen Originalzeichnungen des Domes zu Köln, Darmstadt 1818.

[14] L. a 10. jegyzetet.

[15] Tschichka, Franz: Der St. Stephans Dom in Wien und seine alten Kunstdenkmale Wien 1832.

[16] Henszlmann itt is, másutt is említ magyarországi emlékeket, beillesztve őket a német és angol emlékek közé. Ez a legkoraibb ilyen törekvések közé tartozik és igen nagy érdeme a szerzőnek. Itt nincs hely ennek részleteivel foglalkozni.

[17] A szépség objektív kritériumait — főleg L. B. Alberti: De re aedificatoria VI. 2. óta — nagyjában minden kor kutatta. Most csak az építészetre vonatkozólag említjük, hogy az újabb építészelméleti irodalom foglalkozik az arány vagy triangulációs elméletek helyességével, különös tekintettel a középkor építészetére. Összefoglalóan tárgyalja e kérdést: Borissavlievitch, M.: Les Théories de l'Architecture, Paris 1951, aki Henszlmannt is kiemeli (p. 102.).— Wittkower R.: The Changing Concept of Proportion, Cambridge 1960; — Scholfield, P.: The Theory of Proportions in Architecture, Cambridge 1958.

[18] Kugler, Franz: Geschichte der Baukunst, Stuttgart 1859 és Handbuch der gotischen Baukunst, Stuttgart 1842, amelyben angliai példákat is említ, — Britton: The Cathedrals of England alapján.

[19] Donaldson, Thomas Leverton 1795—1884, angol építész, előbb alelnöke, 1864-től elnöke a RIBA-nak. Sokat foglalkozott antik építészettel, 1859-ben jelenik meg Architectura Numismatica c. kötete, amely az érmeken ábrázolt antik épületekről szól.

[20] William Whewell 1794—1866, Master of Trinity College, Cambridge 1845—1861-ig. 1830-ban jelent meg Architectural Notes on German Churches with Remarks on the Origin of Gothic Architecture. Sokat említett munkája The General Bearing of the Great Exhibition on the Progress of Art and Science, London 1851.

[21] Scott, Sir George Gilbert 1811—1878, angol építész, aki főleg W. G. Moffattal dolgozott együtt, főleg neogótikus templomokat építettek. Egyike azoknak, aki a neogótikus építészet romantikus vonásait hangsúlyozták, így írásaiban is: Remarks on Secular and Domestic Architecture Present and Future, London 1857.

[22] Duttens, Louis 1730—1812 francia származású építészeti író, aki Angliában élt és több kötetet publikált, így: Recherches sur les temps les plus réculé de l'usage des voûtes chez les anciens, London 1805.



1. A Szt. Péter tér és a vatikáni városrész

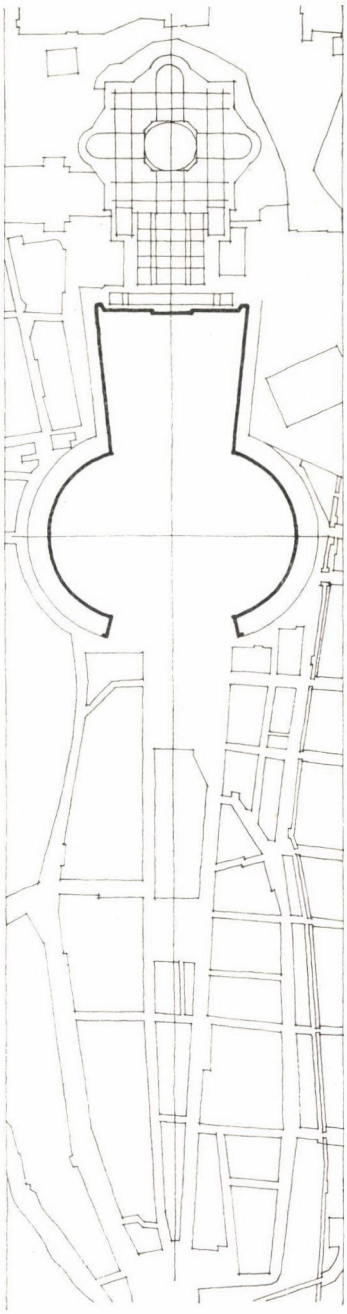
DR. SZENTKIRÁLYI ZOLTÁN

BERNINI TERVE A PIAZZA DI S. PIETRO BEFEJEZÉSÉRE

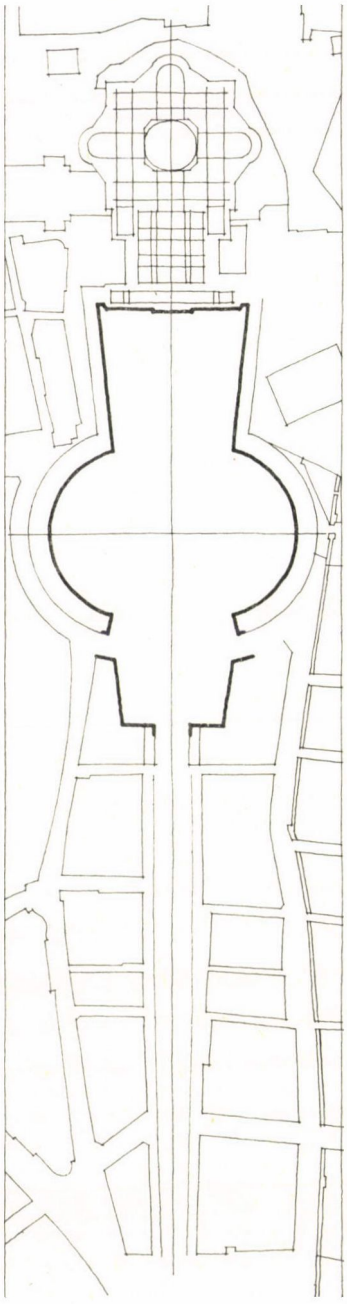
A XVII. sz. közepén Róma volt az építészet egyik jelentős központja. Stílusa Itálián túl szinte Európa egészére szétsugárzott, s meghatározta, vagy legalábbis befolyásolta több országban a barokk helyi, területre jellemző változatának kialakulását. Franciaországban Levau kastélyai és a Lebrun-féle interieurök, délnémet és cseh területen a XVII. sz. folyamán bevándorolt itáliai mesterek művei, Svédországban a Tessin család munkássága, Ausztriában Fischer von Erlach és Hildebrandt palotái bizonyítják ennek a hatásnak stílusformáló erejét. Magában a központban, Rómában is nagy alkotások egész sora jelzi a gyors fellendülést; a Maderno utáni nemzedék, Bernini, Borromini és Cortona munkái. Róma addig csak egyszer élt át hasonló erejű felvirágzást, másfél ezer évvel korábban, a császárság idején. S ugyanúgy, ahogy az antik Rómát majdnem maradéktalanul jellemezhetjük egy emlékkel, a Pantheonnal, a XVII. sz. alkotásai közül is kiemelhetünk egyet, mely a kor sajátos törekvéseit legteljesebben fejezi ki, a S. Pietro előtti téregyüttest. Igaz, hogy mozgalmasságban, a kontraszt hatást-emelő lendületében nem éri el a Sta. Maria della Pace előterét, a szenvedélyességig felfokozott fény—árnyék játékban elmarad a S. Carlo alle quattro Fontane homlokzata mögött, s a S. Ivo alla Sapienza ellentétes tér és tömegformáinak meghökkentően gazdag játékával szemben már majdnem hűvösen nyugodtnak tűnik. Hiányzik belőle az Észak-Itáliából délre vándorolt, vagy északon tanult mesterek szabadabb, egyénibb formakezelése. A szertelenségre is hajlamos, kissé túlfűtött barokk fantáziát itt önmérséklő fegyelem korlátozza, de éppen ez a mértéktartás teszi egyedülállóan

rómaivá. Nincs a XVII. sz.-nak még egy alkotása, mely a Rómára akkor jellemző kettősséget, a részletekben is a végtelen távlatot igénylő barokk szellemet és az antik világból átmentett gravitast a S. Pietro kolonnádjaihoz hasonló szervességgel egyesítené. Nem véletlen, hogy a szt. Péter térbe — mintegy szimbólummá tömörítve — már a kortársak is a város egészét beleérezték. Szépen fogalmazza ezt meg A. E. Brinckmann Stadtbaukunst c. munkájában, midőn a szt. Péter tér és a Capitoliumi tér jelentőségbeli párhuzamáról beszél: „jede Säule erinnert an die Piazza di S. Pietro, in jedem schattenden Gesims lastet gravitas der Piazza di Campidoglio. Wie Hirn und Herz dem Charakter in jeder Einzelhandlung zum Durchbruch verhelfen, so erfüllen beide Plätze durch ihre emporgehobene Präsenz jedes Stückchen der Stadt mit ihrer Gesinnung."

Michelangelo és Bernini két római terét nemcsak a művészi érték azonossága kapcsolja össze, az, hogy hatásuk általánosító erejével tágabb környezetüket, szinte a város egészét saját szintjükhöz nemesítik, hanem a nagy alkotások gyakran közös sorsa, a befejezetlenség is. Michelangelo halála után még két évtized telt el, amikorra a Capitoliumi tér mai formájában kialakult. A kivitelező barokk mesterek, különösen Giacomo della Porta és Girolamo Rainaldi, részleteiben módosították az eredeti tervet, s megváltozott a Cordonatát lezáró és a homlokzatok fölé helyezett szobrok mérete, ennek következtében az együttes többi részéhez viszonyított léptékrendje is. A piazza di Campidoglio viszonylag mégis hűen tükrözi az eredeti elképzelést. A tervezetthez képest a megvalósult térben nem a hatás jellege változott meg, hanem annak csupán árnyalati gazdagsága csökkent. A jelentkező kisebb disszonanciák ellenére is töretlenül érvényesül a feltárulásnak és kibontakozásnak az a folyamata, az épület és tér, illetve tér és város egymáshoz való viszonyának ugyanaz a törvényszerűsége, mely Michelangelo eredeti tervét jellemezte. Más okból és éppen ellentétes módon jelentkezik ez a probléma Bernini művénél. A szt. Péter tér két lényeges része, a piazza Retta és piazza Obliqua még Bernini életében és vezetésével, tehát terveinek részletekig menően pontos betartásával megvalósult. VII. Sándor pápa ha-



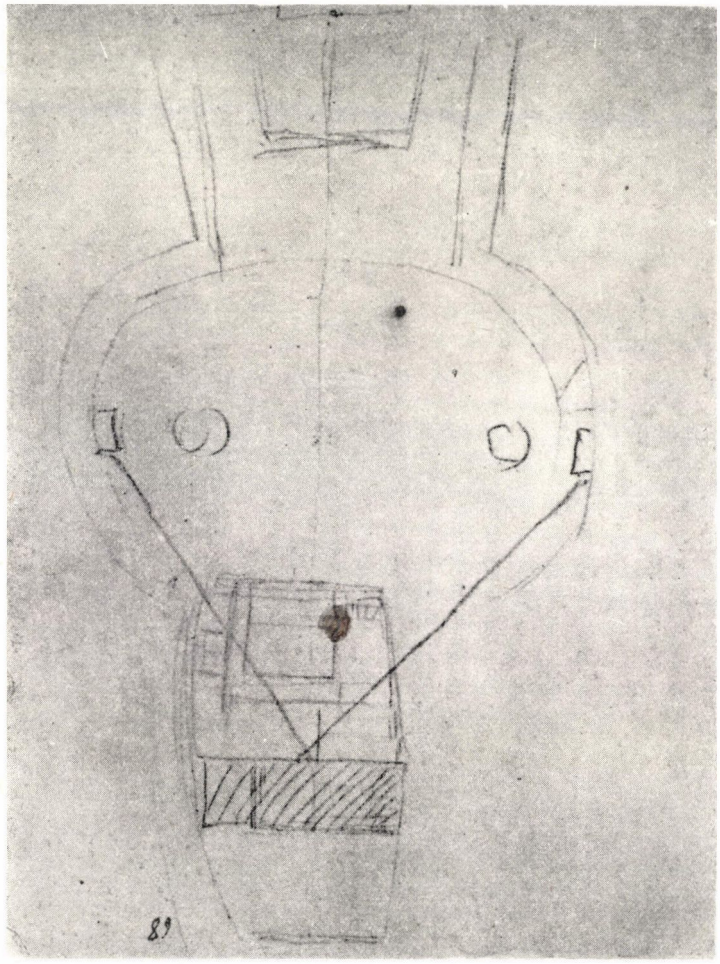
2. A szt. Péter tér és környéke a Borgo városrész rendezése előtt



3. A szt. Péter tér és környéke a via della Conciliazione megnyitása után

lála csupán a teljes befejezést, a szakirodalomban gyakran terzo braccio-ként említett harmadik térrész, — vagy esetleg a kolonnádok közét lezáró szárny — építését akadályozta meg. Azonban éppen ennek a „harmadik kar"-nak a hiánya okoz komoly nehézséget, mert a befejezés különböző lehetséges módozatainak feltételezésével különböző, s egymástól eltérő lehetőségeket ad a térrendszer egészének értelmezésére. Az egymásnak többé-kevésbé ellentmondó vélemények illusztrálására elég, ha néhány — az utóbbi évek irodalmából vett — magyarázatot sorravesszük.

Az ötvenes évek legvégén jelent meg Paul Zucker kitűnő várostörténete „Town and Square" címmel. A szt. Péter tér elemzésénél érdekes összefüggésekre hívja fel a figyelmet, pl. arra az azonosságra, mellyel az obeliszk s a két kút — plasztikusba átfordítva — ismétli meg a főtengely mentén jelentkező térbeli tagolás hármas ritmusát. A „harmadik kar" problémáját azonban megkerüli, s a tárgyalást eleve azzal a megállapítással indítja, hogy Bernini három egységre bomló rendszert tervezett: a templomhomlokzathoz közvetlenül csatlakozó piazza Rettát; a burkolat motivációja révén elliptikusnak tűnő piazza Obliquát; és a térre érkezőket összegyűjtő és továbbirányító piazza Rusticuccit, mely sohasem valósult meg, s mely ma a Tiberis parttól a templomig vezető sugárút egy része. („Bernini conceived of the square as being subdivided into three units: the *piazza retta*, immediately before the church façade; the *piazza obliqua*, appearing as an ellipsoid trough the pattern of the pavement,...; and the third, the Piazza Rusticucci, never brought into a definite artistic shape..... The Piazza Rusticucci collected and directed approaching visitors toward the *piazza obliqua*.") Zucker tehát úgy tárgyalja a Rusticuccit — bár méretét, formáját pontosan nem határozza meg — mint a térrendszer egyik fontos elemét, melynek szerepe Bernini szerint az lett volna, hogy közvetítő kapcsot teremtsen a Borgók és a templom tulajdonképpeni előtere között. A piazza Obliqua tehát nem egyszerre, hirtelen tárult volna fel, hanem fokozatosan, a Rusticuccin való végigjárás folyamatában, mely így rávezető, irányító funkciójának megfelelően bizonyára önmagában is irányított, tehát a főten-



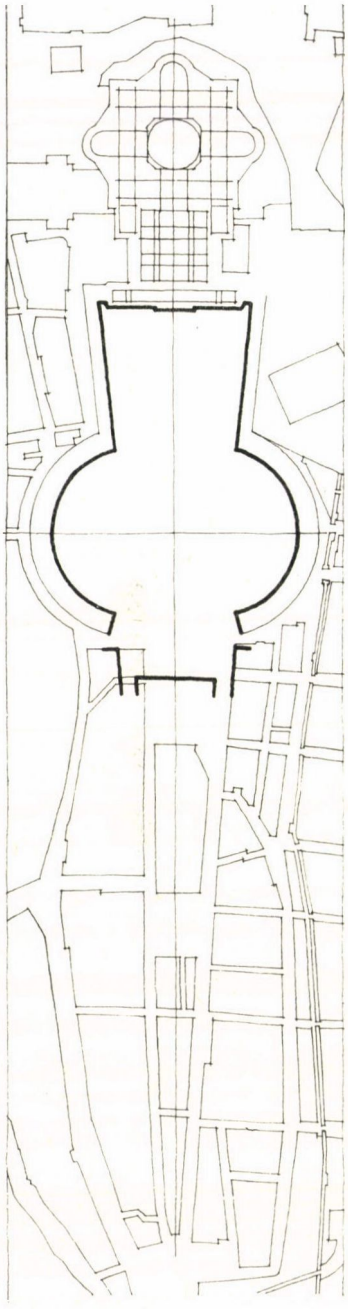
4. Bernini alaprajzi vázlata. (Roma, Bibl. Vat. cod. Chig. közli; Brauer—Wittkower: Die Zeichnungen des Gianlorenzo Bernini, Tafelband, 63 a.)

gely mentén nyújtott térforma lett volna. Ehhez a felfogáshoz Carlo Fontana első terve áll legközelebb, annak ellenére, hogy Zucker bírálja a Fontana-féle terveket.

Bernini egyik legjobb ismerője, Rudolf Wittkower, már nagyobb megszorítással él. Vélményét Bernini egyik vázlatára alapozza, s a Heinrich Brauerrel közösen írott „Die Zeichnungen des Gianlorenzo Bernini" c. munkában fogalmazza meg először. (4. ábra.) Az említett vázlat, mely feltehetően 1667-ben készült, a tér sematikus alaprajzát mutatja, s a piazza Obliqua keleti — a Borgók felőli — oldalán egy viszonylag kis mélységű, nagyjából trapéz formájú teret jelöl. A tér méretét, s egyben Bernini szándékát egyértelműen leolvashatjuk a két berajzolt egyenesből, melyek a teret lezáró szárny centrumából indulnak s a kolonnád sarokpontjainak érintése után úgy metszik az oszlopsor íves vonalát, hogy az Obliqua kereszttengelyét jelző kiemelt nyílások

a két egyenes által meghatározott szögbe még éppen beleesnek. Bernini nyilvánvaló módon a piazza Obliqua feltárulásának optimális pontját jelölte ki. Azt a pontot, melyből a teljes tér egyszerre áttekinthető, s a látómező két szélét lefogó hangsúlyos motívumok és a kolonnád kissé már visszaforduló íve biztossá, határozottá teszi a térérzetet.

Ebből indul ki Wittkower. Megállapítja ugyan, hogy Bernini utolsó vázlataiban feladja a homlokzathoz csatolt, nagyszabású átrium gondolatát. Arra törekszik, hogy a tér önállóságának fokozásával, fórumszerű alakításával kissé függetlenítse egymástól a térrendszert és a templomot. Azonban egyértelműen leszögezi, hogy a piazza Obliqua kelet felé való megnyitása, a piazza Retta térbeli ellenpólusának megteremtése korántsem jelenti a korábbi zárt, tisztán lehatárolt térkoncepció feladását. Bernini mindig tisztán érzékelhető térhatárokkal operált, ezért a könnyű áttekinthetőség számára itt is a szándékolt hatás döntő feltétele volt. („Für das Raumempfinden Berninis, das immer mit klar erfassbaren Raumgrenzen operiert, war die Überschaubarkeit des Platzes von zentraler Bedeutung.") Az előbb említett könyv, melyben a fenti idézet is található, 1931-ben jelent meg. Wittkower azóta többször visszatért a tér lezárásának problémájára, pl. a Bollettino d'Arte 1949-es évfolyamában közölt „Il terzo braccio del Bernini in Piazza S. Pietro" c. tanulmányában, s legutóbb az „Art and Architecture in Italy 1600 to 1750" c. könyv Berninivel foglalkozó fejezetében. Mindezekben majdnem változatlanul fenntartja az első megfogalmazást. Azt mondja, Berninit nem az késztette a korábbi terv megváltoztatására, hogy a kupolára kedvezőbb rálátást biztosítson, hanem csupán az a szándék, hogy az elliptikus tér előtt egy szerény ante-piazzát teremtsen. A látogató így, miután a „harmadik kar" alatt belépett a térre, tekintetével egyszerre átfoghatta a piazza Obliqua teljes méretét. („He was led to this last-minute change of plan certainly less by any consideration for the visibility of the dome than by the idea of creating a modest ante-piazza to the oval.... In addition, the visitor who entered the piazza under the 'third arm' would have been able to embrace the entire perimeter of the oval.")

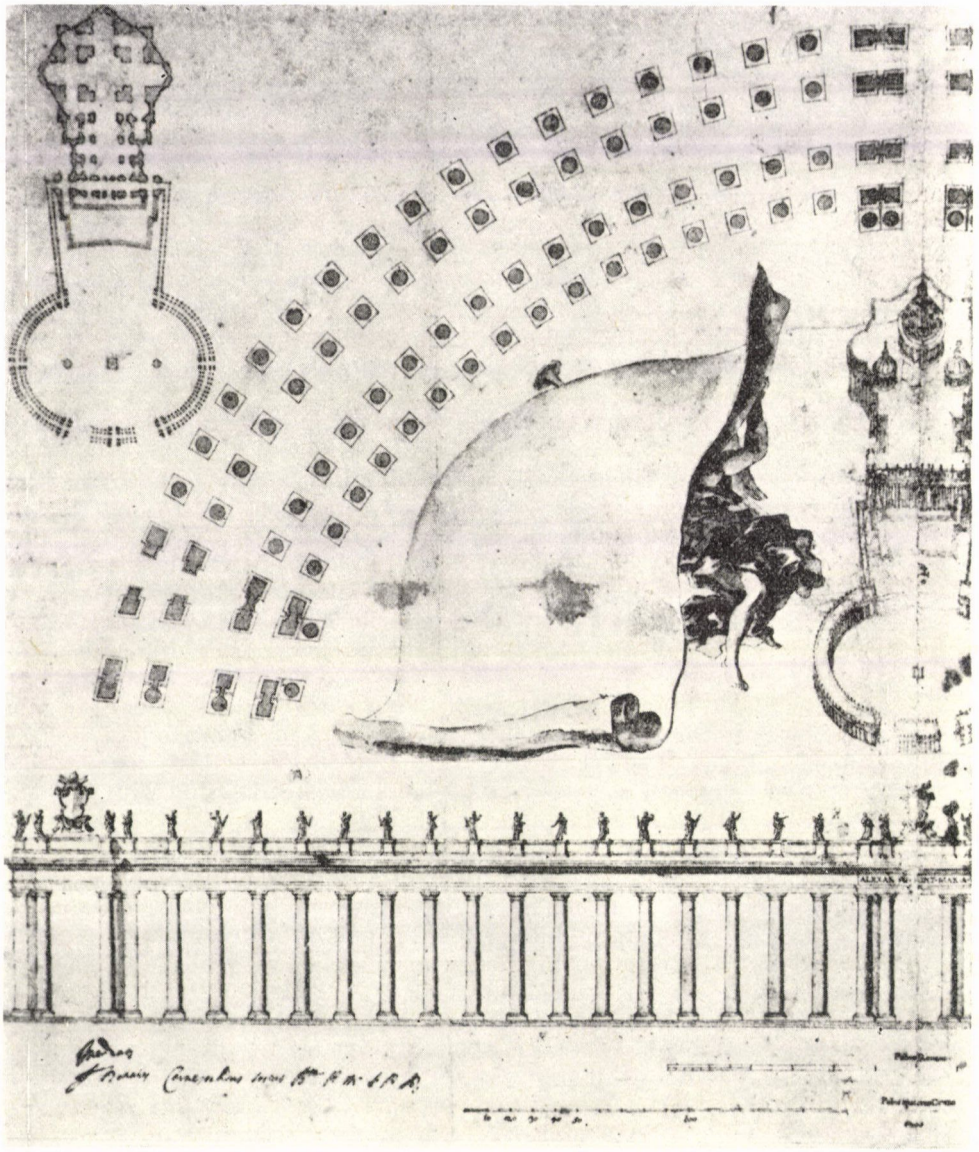


5. A Bernini vázlatnak megfelelően rekonstruált térrendszer

Az, hogy Wittkower a piazza Rusticuccit — még ebben a csökkentett méretében is — szerény ante-piazzának nevezi, kissé túlzó általánosítása egy Chanteloutól vett idézetnek. Chantelou, aki napló formájában rögzítette Bernini párizsi utazásának minden lényeges eseményét, leírja, hogy röviddel megérkezése után Bernini meglátogatta a theatinusok épülő templomát, s azt a tanácsot adta a szerzeteseknek, hogy a tulajdonképpeni templomtér elé egy kis vestibült építsenek. Tanácsát a következőkkel indokolta; egy térbe való belépés után az ember rendszerint hét-nyolc lépést halad előre, mielőtt körültekintene, s teljesen kör alakú templomnál ez zavarja a körforma biztos érzékelését. Vagyis a „belépés" pillanatát meg kell nyújtani úgy, hogy a belépés és körültekintés pontját elválasztó, a tér érzékelése szempontjából holt távolság még a tulajdonképpeni téren kívülre essen. Ezt a megfigyelést Bernini pontosan érvényesítette az Aricciaban épült centrális templomnál. A piazza Rusticuccit azonban aligha lehet a fenti értelemben vett szerény előtérnek nevezni, hiszen ez még Bernini vázlatában is kb. 100 m széles, és megközelítőleg 45—50 m mély térséget jelent.

Az előbbiekben láttuk, hogy Zucker még elfogadott lehetőségként egy olyan Rusticuccit, mely irányító, rendező szerepet játszik, s így fokozza a teljes rendszer dinamikáját. Wittkowernél viszont a harmadik térrész — kicsit paradox módon fogalmazva — csak önmaga tagadásaként létezik. Vagyis Bernini csak azért bővítette a korábban két tagú térsort egy új elemmel, hogy kijelölhesse azt az ideális nézőpontot, melyre belépve a piazza Obliqua vizuálisan még zártabbá válik, mint amilyen formailag ténylegesen zárt állapotában lehetne. Wittkower ezért elítéli Carlo Fontana terveit, s ezzel együtt természetesen a Borgo legújabbkori rendezését is. Elismeri ugyan, hogy ezek megoldottak egy régi problémát, a tambur és kupola együttes, tehát legkedvezőbb feltárulását. Azonban csak ezt az egyet, s ezt is az eredeti Bernini féle gondolat, a zárt tér eszméjének feladása árán. („This has solved one problem, and only one, namely that of a full view of the drum and dome from the distance;.... To this fictitious gain has been sacrificed Bernini's idea of the enclosed piazza....")

Vannak szerzők, akik Bernini felfogásától idegen megoldásnak tartják az elliptikus térnek még azt a kis mértékű bővítését is, melyet az előzőekben tárgyaltunk. A szt. Péter térben csupán az ókeresztény bazilika átriumának barokk utódját látják, tehát egy olyan oszlopfolyosóval övezett, gazdagabb térhatású udvart, mely ennek megfelelően nemcsak hatását tekintve zárt jellegű, hanem formailag is tisztán lehatárolt. Ezt az álláspontot képviseli Pierre Lavedan, akinek összefoglaló nagy várostörténete, az „Historie de l'urbanisme" szintén az ötvenes évek végén jelent meg átdolgozott, új kiadásban. Lavedan teljesen figyelmen kívül hagyja Bernini utolsó vázlatait. A terv végső, kiérlelt változatának azt a British Museumban őrzött rajzot tartja, mely 1659-ben készült Bernini műhelyében a Bonacina-féle metszethez. (6. ábra.) Ekkor a kolonnád építése már eléggé előre haladt, úgyhogy a rajz valójában — de csak arra az időpontra nézve érvényes — kiviteli tervnek is tekinthető. A kivitelezettől két részletében különbözik. A főpárkány fölötti ballusztrád helyett a rajzon még tömör attika szerepel, s a kolonnád két karja közötti nyílást 9 axisos, diadalkapura emlékeztető építmény zárja le. S bár bizonyítható, hogy nyolc évvel később maga Bernini is tovább akarta fejleszteni ezt a tervet, Lavedan mégis ehhez a rajzhoz viszonyítva ítéli befejezetlennek a teret. Azt mondja, hogy a falazott attika ballusztráddá való könnyítése minimális változ-



6. G. B. Bonacina metszetéhez készített mintarajz. (London, British Museum. Közli; Brauer—Wittkower: i. m. 162 a.)

tatást jelent, esetleg előrelépést, a lezáratlanság viszont súlyosan sérti Bernini elgondolását. („L'ajourement de la balustrade est une variante minime, peut-ètre un progrès; la non-fermeture de la place est au contraire une altération gave de la pensée de Bernin. Son oeuvre est restée inachevée.") Ugyanezt hangsúlyozza mégegyszer, szinte már patetikus lendülettel, mikor Carlo Fontana terveit, illetve az ahhoz hasonló XVIII—XIX. sz.-i terveket kommentálja.

Véleménye szerint ezek alapvetően ellentmondanak Bernini szándékának, aki nem csak nem kívánta növelni a teret, hanem éppen arra törekedett, hogy az építmények gyűrűjével pontosan kijelölje az általa kedvezőnek tartott térhatárokat, mintegy mondván utódainak; eddig, és ne tovább. („Tous contredisent la pensée de Bernin qui non seulement n'a jamais désiré une place plus grande, mais qui voulait marquer par un cercle de batiments les limites admises par lui, comme pour dire à ses successeurs: Vous n'irez pas plus loin.")

Joggal felmerülhet a kérdés, érdemes és szükséges-e a szt. Péter tér meg nem valósult harmadik szárnyával ilyen behatóan foglalkozni? Hiszen az idézett szerzők véleménye inkább részletekben mond ellent egymásnak, a térrendszer lényegét nagyjából azonos módon értelmezik. Egyetértenek abban — a Fontana terv kiritikájakor ezt mondja közvetve Zucker is — hogy Bernini kezdettől fogva zárt hatású teret tervezett. A primer téreszméhez viszonyítva pedig másodrangú az a probléma, hogy ez a zártság milyen méretű: a kolonnád íves vonalát követő tényleges lehatárolásból adódik-e, vagy — az ante-piazza bekapcsolása után — inkább vizuális hatásában jelentkezik. S mégis azt kell mondanunk, hogy ennek ellenére a lezárás különböző változatainak vizsgálatát — a tárgyaltak mellett esetleg egy új lehetőség felvetését — nem csak a történeti hitelesség vágya indokolja, és nem is az alkotás vagy mester korszakot jelző nagyságával szemben érzett kegyelet. Ha ragaszkodunk a zárt tér hagyományossá vált képzetéhez, olyan ellentmondásokba ütközünk, melyek a térrendszer belső logikáját veszélyeztetik, s öncélú játékká változtatják azokat a formakapcsolatokat, melyeknek rendjét pontosan megszabja az összhatásban játszott szerepük.

Maga Bernini többször beszélt arról, hogy a tér kialakításával, az arányok s a forma gondosan mérlegelt megválasztásával arra törekedett, hogy a Maderno-féle homlokzat nehézkességét korrigálja. Itt kísérletezte ki az optikai hatásváltozásnak azokat a törvényszerűségeit, melyeket később több munkájánál alkalmazott. Chantelou naplója jegyzi fel, hogy midőn Colbertnek a Louvre előtti tér tervét bemutatta, a szt. Péter térnél szerzett tapasztalatokra hivatkozott. Elmondotta többek között, hogy VIII. Orbán és X. Ince idején már komolyan felvetődött a homlokzat lebontásának gondolata, ő azonban módot talált arra, hogy Maderno hibáját bontás nélkül is helyrehozza. S hogy milyen módot, azt az említetten kívül egy másik Colbert-el folytatott beszélgetéséből is tudjuk. Colbert kifogásolta, hogy a Louvre tervezett főépülete túlságosan magas, mellette majdnem hatástalanná törpül a Szajna-parti galéria szárny. Bernini döntő érve ismét a S. Pietro. Az általános vélemény az volt — mondta —, hogy a homlokzat túlságosan nyomott. Ő talált rá az orvoslás módjára. Azt tanácsolta a pápának, hogy két előrenyúló kolonnádot építsenek, mely magasabbnak tünteti fel a homlokzatot, mint amilyen a valóságban. („il a dit qu'il n'avait en ces égards qu'à l'église de Saint Pierre de Rome dont le portail paraissait bas au jugement de tout le monde; il avait trouvé pour remède et conseillé au Pape de faire deux ailes de colonnades qui faisaient paraître le portail plus haut quoique il ne le fût pas;") Lényegében ugyanezt mondja a Vatikáni Könyvtárban őrzött Chigi kódex egyik Berninitől származó feljegyzése. E szerint a porticus nemcsak fokozta a templom szépségét, hanem egyúttal elrejtette sok hibáját is azzal, hogy a homlokzatot, mely önmagában szétterülő, bizonyos értelemben szinte önmaga fölé emelte. („S' aggiungeva che il formare un Portico, non solo apportava maggior bellezza e decoro al Tempio mà veniva à coprire molte imperfettioni di quello, essendo

che la facciata che per se stessa ê di forma quatta haverebbe spiccata, et in certo modo si sarebbe sollevata sopra se stessa.")

Vigaranival folytatott egyik párizsi beszélgetése utal arra, hogy munkáinál milyen gondosan vette figyelembe azt az eltérést, mely a tárgy objektív képét, és az optikai érzékelhetőség módjától függő, érzelmileg már átszínezett képet egymástól elválasztja. Többször hangsúlyozta, hogy „egy és ugyanazon tárgy optikailag merőben eltérő hatású lehet", attól függően, hogy egy-egy motívum az elemek tényleges méretösszefüggését milyen irányban és milyen mértékig deformálja. A kor többi mesteréhez hasonlóan Bernini is elég akadémikus beállítottságú, alkotásaiban mégsem egy előre felállított forma-kánon személytelen rendje érvényesül. Nem valami elvont szabályból indul ki, hanem a nézőre gyakorolt tényleges hatásból, s ennek gyakran esetleges, előre pontosan ki nem számítható feltételei szerint módosítja munka közben az eredeti tervet. Ez magyarázza meg sajátos tervezési módszerét. Sohasem törekszik részletekig menő, végleges megoldásra. Csak vázlatokat ad, melyek rendszerint a teljes együttesre vonatkoznak. Az első gondolatnak ez a szimultán továbbfejlesztése, melyben minden egyes forma a szándékolt összhatás egy-egy tényezője, változtatások állandó sorozatán keresztül vezet el a megvalósult épületig. És éppen a módszerből következik, hogy a vázlatok mellett azokat a Bernini műhelyében készült precíz rajzokat is, melyek ennek a folyamatnak egy-egy állomását rögzítik, csupán munkaközi rajznak tekinthetjük, mely a későbbiekben többé-kevésbé még módosulhatott.

A Chigi kódex előbb idézett feljegyzésének egy részlete igen érdekesen tanúsítja, hogy Bernini már az első vázlatokat is az adottságok, a helyszín, a reális méretviszonyok gondos vizsgálatára alapozta. A feljegyzés arról tudósít, hogy Bernini, miután felmérte a feladat rendkívüli nagyságát, hiú vállalkozásnak ítélte azt, hogy egy szobába bezárkózva papíron tervezzen meg egy ekkora művet. Kiválasztotta hát a tér legnagyobb álló épületét, s annak homlokzatára nagyban felrajzolt két árkádívet pilaszterrel, párkánnyal és balluszttáddal együtt, azért, hogy a pápa helyszínen és eredeti nagyságban ítélhesse meg az arányokat. Michelangelóra hivatkozott, aki a pal. Farnese tervezett párkányát először fából készítette el, s az épületen az 1:1 modell olyan kicsinek tűnt, hogy utána még majdnem felével kellett megnövelni. („Considerò subito il Bernino la grandezza dell'opera la vastità della Piazza, e la vicinanza della gran mole di S. Pietro, e per questo giudico molto fallace chiudersi in una camera e restringere in un foglio una machina così grande, mà scielse la maggior Casa che fosse in d.ª Piazza, et in grande vi segnò due archi con i suoi pilastri, cornice, et balustrata, acciò S. Santità dalla grandezza del sito ne giudicasse la proportione ricordevole che il Buonarroti prima di principiare il Cornicione del Palazzo Farnese ne fece il modello di legno e messolo nell'altezza del suo sito riuscì così piccolo, che lo accrebbe quasi la metà,. . .") Bernini először ilyen 1:1 rajzon kísérletezte ki a legjobb megoldást. A kivitelezés folyamán aztán maga az épület töltötte be a modell szerepét, s a már álló épületrészek tényleges hatását vizsgálva fejlesztette tovább a tervet.

Azt hiszem, további idézetek sorolása nélkül is bizonyított tényként fogadhatjuk el, hogy a kolonnád építésekor Bernini többek között arra törekedett, hogy Maderno homlokzatának hibáit optikailag korrigálja: vagyis a tér formáját, méreteit, az egyes részek kapcsolódásának módját úgy választotta meg, úgy „számította ki", hogy a templom és a tér együttes jelentkezésének eredményeként a homlokzat optikailag korrigált, tehát érzékelhető képe

különbözzön annak valóságos méretrendjétől. Ha a homlokzat hatása korábban annyira bántó volt, hogy még lebontása is szóba került, a korrekció egyértelműen azt jelenti, hogy a reális és látszati kép között az eltérés — legalábbis a terv szerint — elég nagy mértékű. Annál feltünőbb, hogy ezt a tényt a szerzők többsége alig méltatja érdeme szerint. A szakirodalomban tudtommal Pogány Frigyes az egyetlen, aki a térrendszerek optikai vizsgálatának módszerét következetesen alkalmazza. Az általa kidolgozott elvekre, s korábbi kutatási eredmények mellett legtöbbször saját megfigyeléseire támaszkodva olyan összefüggésekre hívja fel a figyelmet, melyekből gyakran egy korszak vagy egy mester jellemző kompozíciós eljárásának egész törvényrendszerét megismerhetjük. A „Terek és utcák művészete" c. könyvének szt. Péter térrel foglalkozó részében azonban ő is azt állapítja meg, hogy: „az egyik látszati csalódás mérsékli, talán ki is egyenlíti a másikat, s végül az egész elrendezés a valóságban úgy hat, mintha az ovális tér formája közelebb állna a körhöz, a Piazza Retta pedig kisebb mélységű volna. Végső fokon tehát az alaprajz raffinériája nem sokat változtat a főhomlokzat méreteinek reális érzékelésén."

Mi az oka annak az ellentmondásnak, mely a Bernini által közölt tényeket és a tényleges tér elemzéséből leszűrt megfigyeléseket egymással szembeállítja? Valószínűleg az, hogy rendszerint a terv alakulásának egy korai, esetleg kompromisszumos állapotát tekintjük véglegesnek, s ha el is fogadjuk egy dinamikusabb, nyitott tér lehetőségét, a Bernini tervei szerint megvalósult térrészt, és a vitatott, későbbi kiegészítést egymástól függetlenül vizsgáljuk. Az elemzés így mindkét esetben egy lehatárolt, zárt térformára vonatkozik. A zárt térformán belül azonban — éppen a fentiekben láttuk — önkényessé válik az egész elrendezés. Elismerjük ugyan, hogy Bernini a helyszínen kísérletezte ki az alaprajzi rendszert, s a kolonnád egy-egy részletét. Valós nagyságú rajzon, vagy a már felépült részeken vizsgálta a rész összhatásban játszott szerepét. Határozott elképzelése volt annak a végső élménynek jellegéről is, melynek felkeltésére törekedett. A megvalósult művön azonban nem ezt az egy cél érdekében való szervezettséget érezzük, nem azt a rendet, mely egymásra rétegződő hatások sorából szinte felépíti az élményben kibontakozó összképet, hanem az alaprajz kissé öncélú raffinériáját. Ha megpróbáljuk kiküszöbölni ezt az ellentmondást, két lehetőség kínálkozik. Az egyik az, hogy elfogadjuk a terv eleve meglévő ellentmondásának. S bár hasonló jelenségre szép számmal találunk a barokkban példát, mégis méltatlanul járunk el Berninivel szemben, ha nem próbálnánk meg legalább keresni olyan megoldást, melynek alapján a tér felépült része Bernini szándékát, elgondolásának szervességét minden részletében igazolja. Erre viszont csak akkor van mód, ha a piazza Retta és piazza Obliqua együttesét egy még nagyobbszabású, a rávezetés felé megnyitott, dinamikus térbeli rendszer elemeinek tekintjük, és nem lehatárolt, statikus jellegű térformációnak. Ezzel meg is válaszoltuk azt a már korábban felvetődött kérdést, hogy érdemes és szükséges-e a tér lezárásának problémájával ilyen behatóan foglalkozni. Nemcsak szükséges, hanem elkerülhetetlen is akkor, ha Bernini művének belső indokoltságát — azt is mondhatnám, barokk logikáját — meg akarjuk érteni.

Mielőtt a tér kiegészítésének lehetőségét közelebbről is megvizsgálnánk, érdemes kissé elgondolkozni azon, hogy a zárt tér eszméje milyen mértékig egyeztethető össze Bernini felfogásával, s egyáltalán beilleszthető-e a barokk általános térszemléletébe? A zárt tér szigorú elhatárolást, a környezettől füg-

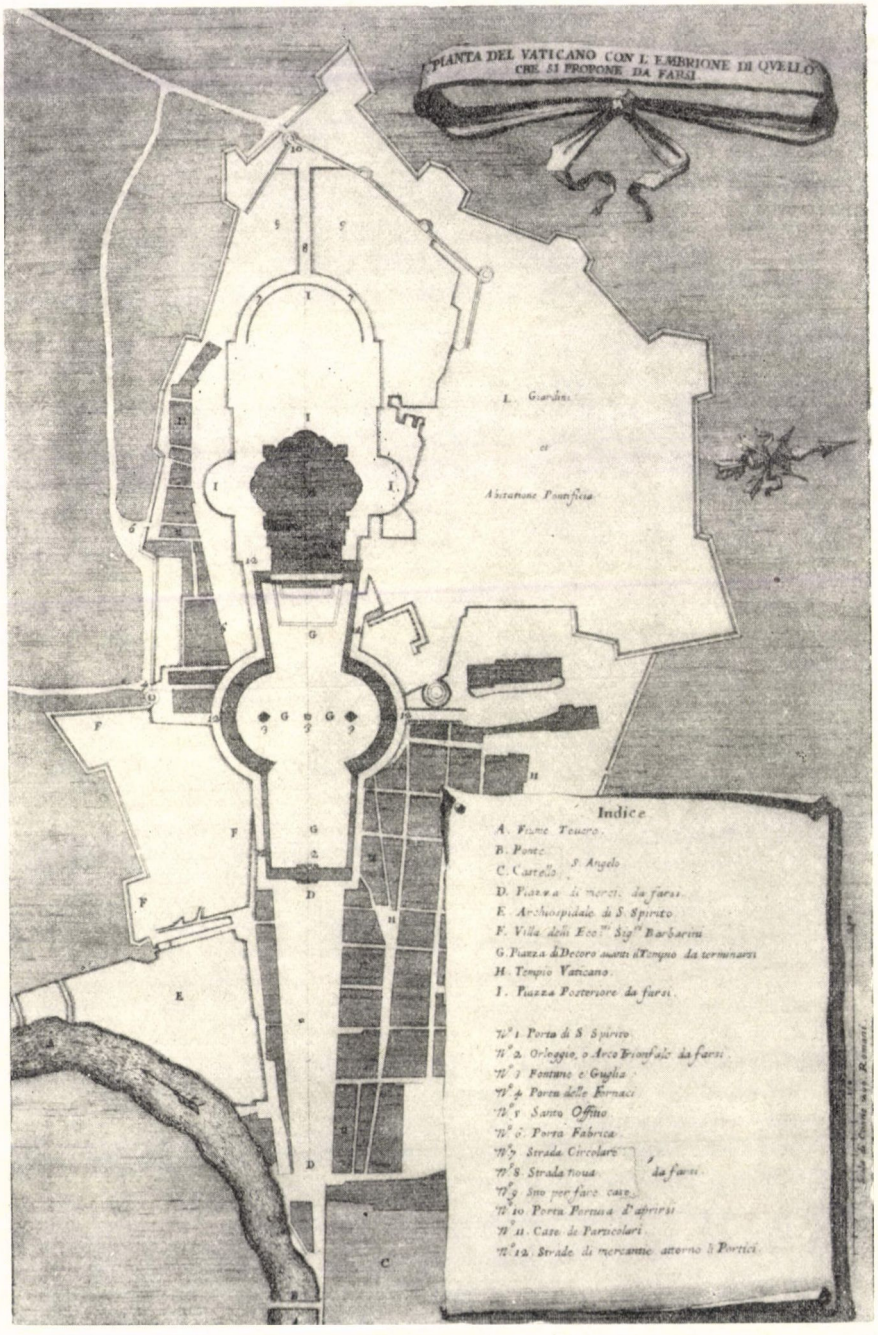
getlenített téralkatot, befeléfordulást jelent. Olyan mesterséges, önállóságában felfokozott térbeli rendet, mely teljességét főként teljes szeparáltságának köszönheti. Ezért — legalábbis a hatás tendenciáját tekintve — statikus jellegű, és a centrumhoz viszonyítva, tehát egy nézőpontra, belülről kifelé szervezett. Azonban mindez renaissance sajátosság, s ezen belül is elsősorban Lorenzo Medici korának Firenzéjére, a XV. sz. második felére jellemző. Arra a korra, melynek számára az ember szinte magát a kozmoszt jelentette, az építészeti környezet pedig azt a teret, melyet a „centrumba állított" ember emelt maga köré. A XVII. sz. közepéig ez az emberközpontos szemléletmód alapvetően megváltozott. Az ember többé már nem megtestesítője, hanem csupán része a kozmosznak, láncszemként illeszkedik be a jelenségek mindent átfogó, okszerű rendjébe. Az ember új „szerepkörére" való ráismerés természetszerűen hozta magával az élet építészetileg alakított „színterének" változását A korábbihoz képest összetettebb, differenciáltabb lett. Feladata most nem az volt, hogy az elhatároltság érzését biztosítsa, hanem ennek ellenkezője, az, hogy szervezett kapcsolatot teremtsen a környezettel. Igaz, ez a kapcsolat erősen irányított volt, csak egy kötött funkció igényeit elégítette ki. Azonban ez már épp elég volt ahhoz, hogy megszüntesse a tér statikus zártságát, s dinamikussá, a benne lejátszódó cselekmény aktív résztvevőjévé változtassa Megszűnt az egy nézőpontra való szervezés, melyben egyidejűleg vagy csak a külső vagy csak a belső érvényesült, hiszen a végigjárás folyamatában maga a nézőpont is folytonosan mozgott, így a haladás irányától függően a külső és a belső fokozatosan váltott át egymásba. Ennek a fokozatos átváltásnak sajátosan barokk eszköze többek között az axiális rávezetés. Mi késztette volna Berninit arra, hogy ettől a XVII. sz.-ban korszerű, általánosan követett megoldástól elforduljon, különösen akkor, amikor többi, a szt. Péter térrel egyidőben készült munkáinál betartotta. Sőt, nemcsak betartotta, hanem egy reprezentatív épülettel szemben alapvető követelménynek tekintette. Jó példa erre a Louvre, melynek tervezésénél szinte behatóbban foglalkozott az axist jelző kapucsarnokok, a Louvre előtti tér és a hozzá vezető sugárút problémájával, mint magával az épülettel. Építészeti tevékenységén túl Bernini egész munkássága azt mutatja, hogy szemléletétől merőben idegen volt minden, ami statikusan megállapodott. A „Vita del Cavaliere Bernini" c. életrajzában Domenico Bernini írja le, hogy apja új módszert honosított meg a portrészobrászatban, melyet később többen átvettek. Nem kívánta sohasem azt, hogy a megmintázandó alak modellt álljon. Természetes viselkedése, beszéd, mozgás közben akarta megfigyelni, mert — mint mondotta — csak így látta s másolhatta le olyannak, mint amilyen a valóságban. Azt állította, hogy a pózba merevült alak sohasem hasonlít annyira önmagára, mint a mozgó. A mozgásban rejlenek azok a tulajdonságok, melyek az egyén sajátjai, melyek másoktól megkülönböztetik, s melyek így a portré hasonlóságát adják. („Tenne un costume il Cavaliere, ben dal commune modo assai diverso.... Non voleva, che il figurato stasse fermo, mà ch'ei colla sua solita naturalezza si movesse, e parlasse, perche in tal modo, diceva, ch'ei vedeva tutto il suo bello, e'l contrafaceva, com'egli era, asserendo, che nello starsi al naturale immobilmente fermo, egli non è mai tanto simile a sè stesso, quanto è nel moto, in cui consistono tutte quelle qualità, che sono sue, e non di altri, e che danno la somiglianza al Ritratto.")

Érdemes felidézni Chantelou naplójából is azt a részt, melyben Bernini és Vigarani egyik beszélgetését írja le. Vigarani az építészetről vallott felfogá-

sát fejtette ki, s azt mondta, hogy az építésznek egyszerre kell lennie geometernek és a perspektíva művészének. „A Cavaliere azonban sokkal fontosabbnak tartotta — írja Chantelou —, hogy jó szeme legyen a contrapostohoz. Ezt azzal indokolta, hogy a tárgyaknak nem csak tömeg-értékük van. A környezet nagy mértékben meghatározza, vagy meg is változtatja megjelenésüket." S elég csak futólag áttekinteni Bernini szobrait ahhoz, hogy megértsük; számára a contraposto nem a test szerves felépítésének antik normáját jelentette, a mozdulat dinamikus egyensúlyát, és nem is ennek valami barokká felgazdagított változatát. A contraposto Bernini szóhasználatában inkább a szobor és az ezt körülvevő légtér egymáshoz való viszonyát jelöli, illetve ennek egy sajátosabb vállfaját, a szobor tér-foglalását. Azt a viszonyt, melyben a szobor már nem annyira térmeghatározó plasztikus elemként szerepel, hanem elsősorban a tömeg formáiban adott negatív téregységként. Ezért fordít Bernini már szinte érthetetlenül nagy figyelmet látszólag jelentéktelen részletek megmunkálására. A gazdag csigákban omló paróka, a valószínűtlen könnyedséggel hullámzó lepel nála nem öncélú hatásvadászat, hanem olyan eszköz, melynek segítségével a tér két ellentétes formája között a kontinuitást biztosítja.

Ha az így értelmezett contrapostot az építészetre alkalmazzuk, könnyen levonhatjuk a tanulságot. A térbeliségnek ez a már majdnem irreális túlfokozása tulajdonképpen nem más, mint az egy nézőpontra szervezett, zárt tér jogosultságának tagadása. A zárt tér ugyanis főként plaszticitásával hat, a teret rejtő tömeg formáival; az érett quattrocento centrális templomaihoz, a pratoi Madonna delle Carcerihez, vagy a római Tempiettohoz hasonlóan. Bernini vázolt szemléletének azonban egy ezzel éppen ellentétes térforma felel meg; a mozgás folyamatára szervezett, a tér és tömeg ellentétét a térbeliségben feloldó, a környezethez folytonos átmenetekkel kapcsolt nyitott tér. Az a kísérlet tehát semmiképpen nem lehet indokolatlan — amennyiben Bernini rajzai erre módot adnak — hogy a szt. Péter teret is megpróbáljuk a fenti követelményeknek megfelelő, nyitott rendszerré kiegészíteni. Ezt egyébként a Chigi kódex már többször idézett feljegyzésének az a részlete is támogatja, mely „eszmeileg" indokolja a tér rendeltetését. A feljegyzés azt mondja, hogy a S. Pietro az összes többinek anyatemploma, ezért egy olyan portikuszt kellett csatolni hozzá, mely mintegy demonstrálja azt, hogy anyagilag kitáruló karral fogadja be a katolikusokat. („... essendo la Chiesa di S. Pietro quasi matrice di tutte le altre doveva haver'un Portico che per l'appunto dimostrasse di ricevere à braccia aperte maternamente i Cattolici...''). Miért akarta voina Bernini zárt térrel szimbolizálni az ölelés megnyíló mozdulatát? Erre, valamint az eddig felvetődött kérdésekre részben magyarázatot ad a tér építésének története.

Az új székesegyház építésének, s vele együtt a környék átrendezésének gondolata már a XV. sz. közepén felmerült. V. Miklós pápa — feltehetően a kor nagy építész-teoretikusának, Leon Battista Albertinek bevonásával — a Borgo városrész teljes felújítására dolgoztatott ki terveket. A lebontott régi városrész helyére három széles utat terveztek, melyek az Angyalvár mellett kialakított előtérről vezettek volna a S. Pietro előtti hatalmas térhez. Az egykorú leírásokból viszonylag pontosan kirajzolódik a renaissance terv képe. Diadalkapuival, oszlopcsarnokos útjaival, az antik fórumok formáját idéző tereivel kissé akadémikus lehetett. A rendeltetés, a hely adottságaitól függetlenül egy olyan teoretikus elvet „illusztrált", melyhez hasonlót Alberti fogal-

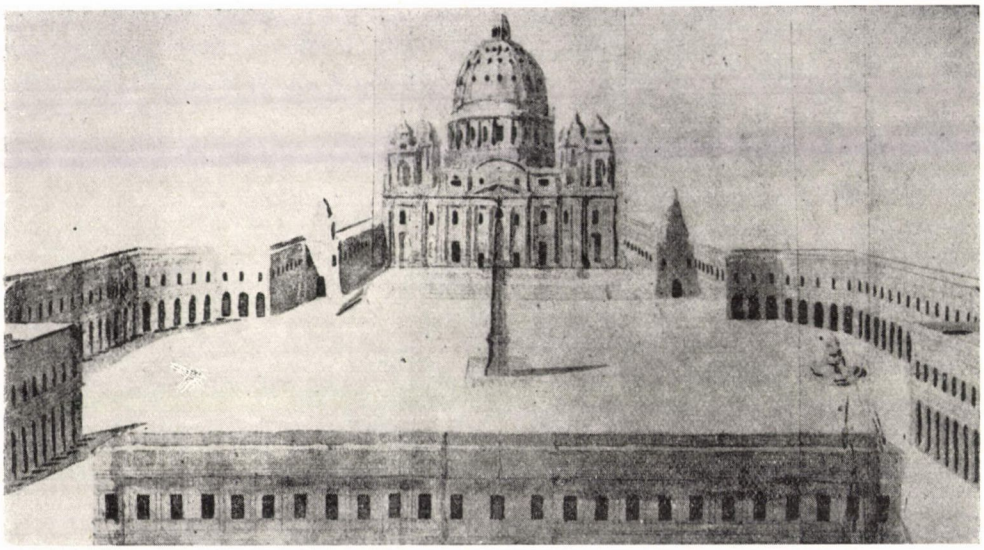


7. Carlo Fontana terve. (Közli: E. Coudenhove—Erthal: Carlo Fontana, 39. tábla.)

mazott meg a „De re aedificatoria" c. munkájában. Mégis ez a terv az, melynek nagyvonalúsága, korán túlmutató szervessége a XVIII. sz.-ig állandóan hatott, s így a tér fejlődésének sorsát bizonyos mértékig meghatározta. V. Miklós tervének alapgondolata, az Angyalvár s a templom reprezentatív összekapcsolása, későbbi tervjavaslatokon sokszor szerepel.

Az első lépést ebben az irányban VI. Sándor pápa tette meg. Az 1500-as jubileumi évre kiépítette Róma első sugárútját, a Borgo Nuovót, mely egyenes vonalban vezetett az angyalvártól a vatikáni palotaegyüttes bejáratához. Ezzel egy olyan kötöttséget teremtett, melyet nem hagyhattak figyelmen kívül azok sem, akik az új térnél a korakeresztény átrium udvarszerű, zárt hatásának megőrzésére törekedtek. Az új útvonalnak a templom tengelyéhez viszonyított aszimmetriája, s a XVI. sz. közepétől kezdve szinte kötelező axialitás azt kívánta, hogy a Borgo Nuovo szimmetrikus ellenpárját is kialakítsák. Ezzel viszont a két utat egymástól elválasztó háztömb még inkább olyan szigetté változott volna, mely a templomra való rálátást éppen a legkedvezőbb ponton zárta el. Ezt a tényt már a XVI. sz. végén felismerték. A korai barokk legjelentősebb római maecenása, V. Sixtus volt az, aki a város egészével együtt a Borgo rendezését ismét tervbe vette. Első lépésként megvalósította azt, amivel V. Miklós óta pápák egész sora foglalkozott; Domenico Fontanával felállíttatta a régi S. Pietro tengelyében az obeliszket. További elképzeléseiről az a közlemény tudósít, melyet Geschichte der Päpste c. Munkájában Pastor publikált. Az obeliszk felállításának évében, 1586-ban kelt közvélemény szerint a pápa szándéka az volt, hogy lebontatja a két Borgo között a házakat. („ch'el habbia pensiero di buttare a terra tutte le case, che fanno isola per mezzo Borgo da Ponte fino alla Piazza di S. Pietro.") Az így kialakuló útvonal, s az ennek tengelyét jelző obeliszk tulajdonképpen ugyanazt a megoldást ismételte volna, melyet Fontana a város egyéb részein is alkalmazott, pl. a piazza del Popolora befutó három sugárútnál, vagy a Via Sistina és Sta. Maria Maggiore kapcsolatánál.

A XVII. sz. közepén az út megnyitása még sürgetőbb követelményként jelentkezett. Már nem csak az axialitás és a szimmetria kívánta meg. A korábbiak mellé újabb indok társult. Közben felépült Maderno hosszháza, s előtte a monumentális homlokzat. Attól kezdve a kupola és templom együttese csak távoli nézőpontról érvényesülhetett, közelebbről kellemetlen egymásbametsződések rontották le az összhatást. A kupola bevonását a templom összképébe csak úgy lehetett biztosítani, ha lebontják a Borgok közötti részt, s a teret kinyitják az Angyalvár felé. Az új feltételeknek megfelelő tervet Virgilio Spada dolgozta ki, s 1651-ben terjesztette az építkezést irányító kongregáció elé. Lényegében V. Sixtus elképzelését valósította meg, de a terv indoklásánál új motívummal is találkozunk. Azért választotta ezt a megoldást, mondja, hogy a templomra nagyobb rálátást biztosítson. („ pro maiori ac longiori prospectu templi Vaticani") Hasonló meggondolásból indult ki a század végén Carlo Fontana. 1694-ben adta közre „Il Tempio Vaticano" c. munkáját, melyben két tanulmánytervet közölt. Különösen a második terv érdekes. (7. ábra) Akkor már majdnem három évtizede befejeződött a piazza Obliqua építése. Fontana ehhez egy mély, a piazza Rettához hasonlóan trapéz alakú előteret kapcsolt, s ennek folytatásaként egy térszerűen tág, a két Borgo közötti részen létesített útvonalat. Javaslatában tehát megismételte ugyanazt a gondolatot, mely a templom és a tér építőit már több, mint két évszázada foglalkoztatta. Fontana tervével tulajdonképpen le is zárul az a fejlődésmenet, melyet a fentiekben



8. Carlo Rainaldi terve. (Roma, Bibl. Vat. cod. Chig. Közli; Brauer—Wittkower: i. m. 189 c.)

röviden vázoltunk. Azok az építészek, akik a XVIII—XIX. sz. folyamán a Borgo rendezésével foglalkoztak, rendszerint az ő megoldását variálták. Lényegében ide sorolhatjuk a harmincas évek közepén megindult, modern átépítést is, melynek eredményeként a via della Conciliazione és a piazza Rusticucci mai formájában kialakult.

A terveknek azt a csoportját, mely az eddig tárgyaltaktól eltérő, ezekkel jórészt ellentétes megoldást javasol, összefoglalóan talán az átriumos tervek csoportjának nevezhetjük. Ezeknek legjellemzőbb, közös vonása az, hogy a templom elé udvarszerű, minden oldalról zárt teret helyeznek, mely visszaidézi a S. Pietro régi átriumának hangulatát. Az első ilyen tervet Carlo Maderno készítette. Olyan alaprajzi rendszert választott, mely az adottságokhoz viszonyítva a legracionálisabb megoldásnak látszott. Zárt négyszög alakú teret, melynek méretét és formáját szinte megszabta maga a templom és a vatikáni paloták együttese. Szándéka azonban nem egyedül az volt, hogy az adottságokhoz ésszerű módon illeszkedjék. Ezt már a terv felszínes elemzése is megmutatja. Maderno célja elsősorban az, hogy olyan előteret alakítson, melyen életének legnagyobb munkája, a homlokzat — és kizárólag csak az — minden zavaró, külső behatástól mentesen érvényesülhet. Mivel a homlokzat már eleve inkább palota benyomását kelti, semmint templomét, ezt a feltételt legteljesebben egy palotaudvar elégíthette ki. S Maderno tényleg ezt tervezett. Négyszintes szárnyakat, körbefutó, azonos architektúrával. Számára a tér csupán eszköz volt, s feladata az, hogy szinte semleges keretként, az elaprózott lépték kontrasztjával még lenyűgözőbbé fokozza hatásában a templomot.

Madernótól néhány évvel később többen átvették az átriumszerű tér gondolatát. Közöttük egy művészetpártoló dilettáns, Papirio Bartoli, és egy nem túlságosan ismert nevű mester, Martino Ferrabosco, akit a S. Pietro munkálatainál már korábban is foglalkoztattak. Ez utóbbi vezetésével indult meg

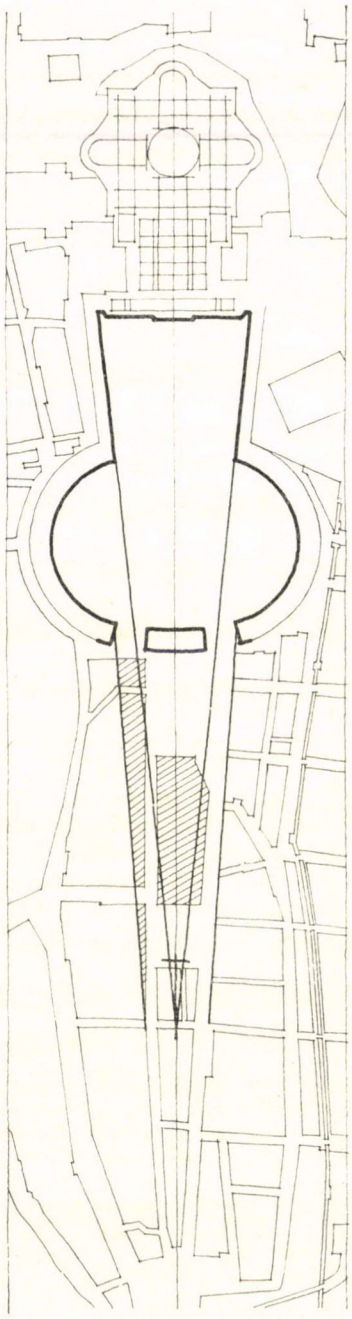
1617-ben a tényleges építés. Ferraboscóval azután le is zárult azoknak a sora, akik a tér problémájának megoldását a Maderno által kezdett úton keresték. Tervéből nem sok valósult meg. Egyetlen szárny, és ez is csak néhány évtizedig állott. Ez a néhány évtized azonban elég volt ahhoz, hogy Carlo Rainaldit — aki tervébe szervesen belekomponálta a Ferrabosco szárnyat — erősen vitatható kompromisszumokra kényszerítse. (8. ábra.)

Rainaldi 1650 után kezdett a tér építésével intenzívebben foglalkozni. Elsősorban arra törekedett, hogy az addig ellentétes szempontokat összeegyeztesse. Ez a kísérlet tervének minden változatára jellemző. Olyan megoldást keresett, melybe szervesen beépül minden lényeges javaslat, mely az V. Miklós utáni két évszázadban felvetődött. Összhangba akarta hozni a környezet s a helyszín adottságait azokkal a követelményekkel, melyeket a hagyomány tisztelete támasztott. Az, hogy ez a nagyszabású szintézis mégsem sikerült, nem csak Rainaldi képességén múlott. A Maderno-féle térelképzelést nem lehetett egy — a barokk értelemében véve korszerű — nagyobb rendszerbe beilleszteni. Így Rainaldi kudarca egyben a Maderno terv kritikája is. Tervezés közben számolnia kellet a már álló építményekkel; az obeliszkkel, Maderno kútjával és a Ferrabosco szárnnyal. Ez utóbbit pontosan megismételte a mai piazza Retta déli oldalán. Az így nyert négyszögű térhez olyan váltakozó oldalhosszú oktogont kapcsolt, melynek centrumát az obeliszk határozta meg, szélességét pedig a kút helyzete. A Borgok felől egy alacsonyabb keresztszárny zárta el a tércsoportot. (Rainaldi tervének azok a változatai, melyeken az oktogonális részt íves vonalúval, kör vagy elliptikus alaprajzú térrel helyettesíti, jellegüket tekintve a tárgyalt tervvel azonosak.) A tér túlságosan nagy volt ahhoz, hogy egy előudvar közvetlenebb hatását keltse, s architektúrája elaprózottabb, semhogy valóban monumentális lehessen. Ellentmondásai akkor váltak különösen szembetűnővé, amikor Rainaldi megkísérelte, hogy a tér zártságát kissé fellazítsa, s jobban bekapcsolja a környezetbe. Szándéka az volt, hogy a Ferrabosco szárny folytatásában és ennek déli megfelelőjeként két sugárutat nyit. De mivel a tér egész rendszere figyelmen kívül hagyja a Borgo adottságait, e rend továbbvetítéséből csak kényszerű megoldás születhet. Rainaldi két útja közül az északi belefutott volna az Angyalvárba, a déli jóval hamarabb, a mai Viktor Emánuel híd környékén ért volna ki a Tiberis partra, a kettő közötti részt meg ferdén metszette volna át az értelmetlenné vált Borgo Nuovo. Rainaldi tervének mégis van egy vitathatatlanul nagy érdeme. Nem az, hogy több gondolata átkerült a végleges megoldásba, bár ez sem elhanyagolandó. Ami azonban ennél fontosabb; az ellenpélda erejével bizonyította be, hogy a Maderno-féle zárt tér eszméje még korszerűsített formában sem valósítható meg, csak bántó megalkuvások árán. A végső megoldást tehát azon a vonalon kell keresni, melyet V. Sixtus, a XVII. sz. közepén pedig Virgilio Spada képviselt. Rainaldi tervének ezt a tanulságát Lorenzo Bernini ismerte fel.

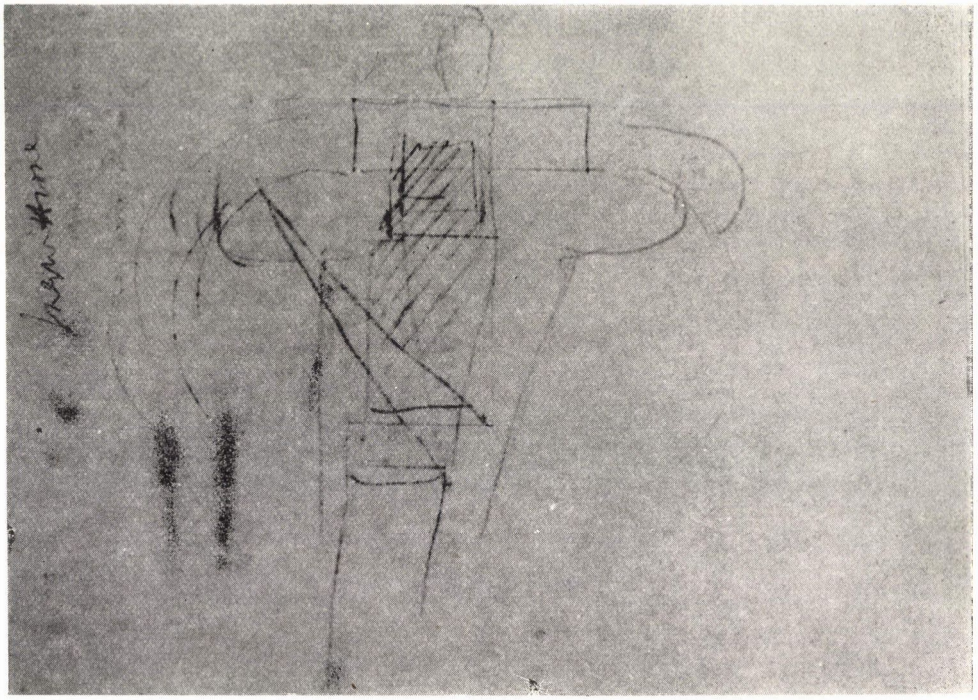
Látszólag ez ellen szól az a tény, hogy Bernini terve meglepően sok egyezést mutat Rainaldiéval, különösen annak elliptikus változatával. Úgy tűnik, mintha csak nagyvonalúbban bontotta volna ki azokat a lehetőségeket, melyek latens módon már Rainaldi tervében is adva voltak. Megszüntette a térfal szintekre való tagolását, ezzel kiküszöbölte azt a léptéktörést, mely addig a nagyméretű teret, s a hozzá viszonyítva kicsinyes architektúrát egymással szembeállította. Felfokozta a hatás gazdaságát azzal, hogy a homlokzat elé quadratikus helyett trapéz formájú térrészt helyezett, és így az alaprajzi kontúrt kissé erősebben

megmozgatta. A Borgo felőli részen azonban ő is Rainaldihoz hasonlóan lezárta a teret. Az 1667-ig készült rajzokon, vagy érmeken mindig szerepel a kolonnád ívét továbbvezető harmadik szárny. A kissé behatóbb elemzésből mégis az derül ki, hogy a két terv között az egyezés formális. Az egyezésnél jelentősebbek azok a különbségek, melyek a kettőt egymástól elválasztják. És mindkettőre, a formális egyezésre és a lényegi eltérésre is található viszonylag pontos magyarázat. Az utóbbira Bernini már vázolt szemlélete, mely a megvalósítandó feladat egy-egy részletében is a mű egészével, s ezen túl a tágabb környezettel való szerves összhangot igényelte. Az előbbire pedig az építkezést legfelsőbb szinten irányító egyházi testület, a Congregatione della Fabbrica di S. Pietro tagjainak hagyományt-őrző, a konvenciókhoz ragaszkodó magatartása.

Bernini munkássága a szt. Péter tér építésén VII. Sándor uralkodásának idejére esik, sőt, közvetlenül a pápa személyéhez kapcsolódik. VII. Sándor 1655-ben lépett a trónra, s Bernini alig néhány hónappal később 1656 elején kapta a megbízást. A munka ettől kezdve 11 éven keresztül megszakítás nélkül folyt, s VII. Sándor halálának évében, 1667-ben váratlanul és végleg abbamaradt. Ez a tény már önmagában is azt sejteti, hogy Berninit egyedül a pápai akarat támogatta, erre pedig csak a kongregáció ellenállásával szemben lehetett szüksége. Az építkezés nem maradt volna ilyen hirtelen abba — és éppen a befejezés előtt —, ha a kongregáció egyetértésével találkozik. Ezt egyébként az üléseken felvett több jegyzőkönyv is tanúsítja. Az első változattól kezdve erős kritikával fogadták Bernini javaslatait, különösen Pallotta kardinális. A bemutatottnál ünnepélyesebb, kisebb méretű, zárt teret kívántak. Az ünnepélyesség alatt pedig nem az architektúra tényleges méltóságát értették, hanem inkább a szertartások kötött, szigorú merevségét. Ezért kifogásolták már az első, egyébként elég konvencionális tervnél még azt a kis szabadosságot is, melyet a trapézalaprajzú térforma jelentett. Berniniről viszont tudjuk azt, hogy munka közben mindig gondosan felmérte a lehetőségeket, s engedett, vagy módosított akkor, ha a terv megvalósítása akadályokba ütközött. Kerülte az irreális ötleteket. A XVIII. sz. ismert,



9. A Bonacina metszetnek megfelelően rekonstruált térrendszer

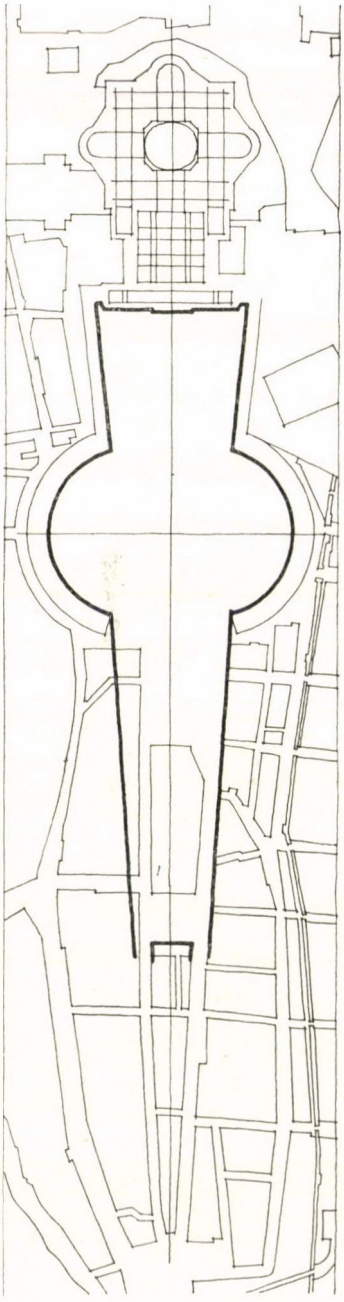


10. Bernini perspektívikus vázlata. (Roma, Bibl. Vat. cod. Chig. Közli; Brauer—Wittkower: i. m. 62 b.)

korai klasszicista teoretikusa, Francesco Milizia is idézi egyik gyakori mondását, mely szerint az építész ügyességét arról lehet felismerni, képes-e arra, hogy a helyszín adta nehézségeket szépséggé változtassa. („l'abilità dell Architetto si conosce principalmente in convertir i difetti del luogo in bellezza.") A mondást illusztráló példaként általában a Scala Regiát szokták említeni, ezt teszi Milizia is. De értelmezhetjük az idézett mondást kissé tágabban, hiszen egy építész számára nem csak az építési hely, hanem a megbízó által támasztott nehézségek is leküzdendő akadályt jelentenek, melyhez alkalmazkodni kell. Bernini pedig tudott alkalmazkodni, ezt Chantelou naplója tanúsítja. Otthonos volt az udvarok világában, a barokk etikett formáit jól ismerő társasági ember. Tudta, mikor mennyit kell engedni azért, hogy a főúri megrendelőkkel elfogadtassa, s ha lehet saját gondolatukként mondassa ki kívánságait. Ez történt most is. A piazza di S. Pietro nemcsak Bernini művészetének, hanem diplomáciai készségének is kitűnő bizonyítéka. Úgy intézte, hogy neki inkább elfogadni kellett, semmint javasolni a kedvező megoldást. Egy tőle származó feljegyzés mondja el, hogy miután a pápa pillanatok alatt átlátta, milyen hátrányokkal járna egy quadratikus alaprajzú tér, szinte már emberfeletti ítélőképességgel úgy döntött, hogy a portikusz elliptikus formájú legyen. („Havendo dunque in un'istante antiveduto S. Santità gl'inconvenienti che s'incorrevano nel far d.° Portico in forma quadra con giudito più che humano risolse farlo in forma ovata.") Bernini csak alkal-

mazkodott a pápai döntéshez, de azért figyelembe vette a kongregáció óhaját is. Olyan térrendszert tervezett, melynek a templomhoz csatlakozó két eleme önálló, zárt egységként hat, és formálásban is emlékeztet azokra a tervekre, melyeknél az alapvető cél az udvarszerű hatás elérése volt. Azonban a térnek ez a része csak ideiglenesen lehatárolt. Egyértelműen egy további, harmadik térrész felé utal, azzal együtt válik teljessé, illetve vált volna teljessé, ha VII. Sándor pápa halála ezt meg nem hiúsítja. Bernini terve így átmeneti — kis túlzással még azt is mondhatnánk, kompromisszum szülte — formájában vált „befejezetté". Hogy a fenti állításról megbizonyosodjunk, vizsgáljuk meg magát a tervet, mégpedig azt az 1659-es, zárt változatát, mely a Bonacina-féle metszethez készült. (6 és 9. ábra.)

Bernini határozottan törekedett arra, hogy a Borgo Nuovót szervesen bekapcsolja a térrendszerbe. Akkor válik ez különösen szembetűnővé, ha Maderno vagy akár Rainaldi tervével hasonlítjuk össze. A piazza Retta északi oldalán a korridor helyét nem a Ferrabosco szárny vagy a vatikáni palotaegyüttes határozta meg, hanem a Borgo Nuovo. Majdnem pontosan annak tengelyvonalát folytatja. Ha a két korridor homlokvonalát meghosszabbítjuk, azok nagyjából a Borgón álló templom, a Sta. Maria in Traspontina magasságában metsződnek, és éppen megfelezik a két Borgo külső oldalai közti távolságot. A Borgók és a tér tengelye itt találkozik először. Egy új út tehát, mely a Borgo Nuovo szimmetrikus megfelelője, akkor illeszthető be legjobban a városrész adott szerkezetébe, megvalósítása akkor kívánja a legkevesebb bontást ha erről a pontról kiindulva folytatja a Borgo Vecchio ettől keletre fekvő szakaszát. Végül még egy érdekes jelenségre érdemes felfigyelni. A két korridor felső lezárása nem vízszintes. A templom felé enyhén emelkedik, de más hajlásszöggel, mint a talajnívó. Ha a párkányvonalakat meghosszabbítjuk, ezek szintén az előbbi ponton metszik egymást és ugyanakkor a talajszintet. A piazza Retta tehát optikailag egyértelműen erre a pontra komponált. Ha figyelembe vesszük még azt is, hogy a korridor lejtése a homlokzat övpárkánya és a kollonád közötti szintkülönbséget hidalja át, akkor kiderül, hogy ez az egy centrumra irá-



11. A Bernini vázlat alapján rekonstruált térrendszer

nyított rendszer a kollonád magasságát is pontosan megszabja. Az a pont tehát, melyhez viszonyítva a tér indokolttá, logikussá válik, jóval kívül esik azon a határon, melyet a Bonacina metszet megjelöl. Ahhoz, hogy ez a szervezettség valójában hasson, szellemes optikai játékból tényleges hatóerővé emelkedjen, a kéttagú teret egy harmadik elemmel kell megnövelni. Egy olyan térrésszel, melynek formáját a Borgo Nuovo s az ennek szimmetrikusan megfelelő új út vonala, mélységét pedig az említett pont helyzete határozza meg.

A térnek ilyen magyarázata talán belemagyarázásnak, a kiegészítés pedig indokolatlanul önkényesnek tűnik. Valóban fenntartással kellene fogadnunk, ha a mondottakon kívül nem igazolná Bernini egyik vázlata. (10. ábra.) Ezt az 1667-ben készült, eléggé hevenyészett rajzot a szakirodalom alig méltatja figyelemre. Aki mégis foglalkozik vele, pl. Wittkower, úgy tárgyalja, mint a tér egyik szimbolikus, antropomorf ábrázolását, mely az ismert rajztól, a világot átölelő óriás figurájától csupán annyiban különbözik, hogy megfogalmazása architektonikusabb. Pedig eléggé nyilvánvaló, hogy több puszta szimbólumnál. Konkrét perspektíva, mely a gondolat lényegét rögzítő, gyors vonalakkal, de felismerhető módon a teret és a Borgók egy részét ábrázolja. A pontos felismerést talán az nehezíti meg, hogy a rajz látszólag eltér a valóságtól. A piazza Rettát pl. teljesen elhagyja. A templomhomlokzathoz közvetlenül a kollonád két íve csatlakozik, és ez — a sematikusan jelzett kupola tojásdad, fejre emlékeztető formájával együtt — tényleg módot ad az antropomorf értelmezésre. Bernini azonban maga oszlatja el a lehetséges félreértést. A piazza Obliquahoz a rajz előterében trapéz alakú tér kapcsolódik, melynek déli fala szimmetrikusan megismétli a Borgo Nuovo vonalát. A tér közepén sraffozott folt húzódik végig, mely feltehetően a Borgók közötti volt háztömböt jelzi, s ezt a trapéz keskenyebb végénél harántirányú négyszög szakítja meg, a régi piazza Scossacavalli. Ennek a Borgo Nuovo felé eső sarokpontjaiból két egyenes indul, melyek közül az egyik érinti a kollonád délkeleti véghomlokzatát, s tovább haladva metsződik az ív templom felé eső oldalával. A trapéz torzulásából az következik, hogy az egyenes kezdőpontja egyben a perspektíva nézőpontja is, melyet a rajz az alpasíkba transponálva jelöl. Bernini tehát azt vázolta fel, hogyan jelenik meg a térrendszer akkor, ha a Borgo Nuovón közeledve eljutunk a piazza Scossacavallihoz illetve belépünk arra a trapéz formájú térre, mely a kolonnádoktól idáig nyúlik. Ebből a nézetből pontosan úgy tárul fel a téregyüttes, ahogy azt a vázlat mutatja; a piazza Retta nélkül.

A vázlat feltárulási pontját és az előbbiekben tárgyalt optikai centrumot mintegy 50 m választja el egymástól. Vízszintes vetületben kb. ugyanezt a méretet adja — átlagos szemmagasságot véve alapul — annak a két pontnak a távolsága, melynél a korridor meghosszabított párkányvonala a horizontsíkot, illetve a talajszintet metszi. Az utóbbiból függőleges élként, az előbbiből vízszintesen lezárt keskeny felületként jelenik meg a korridor. Igaz tehát, hogy a vázlatban adott nézőpontról már éppen rálátunk a piazza Retta oldalfalaira. A nagy távolság miatt azonban a térmélység szinte elhanyagolhatóan csekély, de még ezt is tovább mérsékli az, hogy a korridor párkányvonala innen horizontálisnak tűnik, s töretlenül folytatódó síkká kapcsolja össze a homlokzatot a kolonnádokkal. Bernini vázlata mindenben megerősíti azt, amit az előbb a tér rendszeréből következő lehetőségként tárgyaltunk. A feltételezett harmadik térésznek csupán a mélységét kell kissé csökkenteni ahhoz, hogy a kettő egymással pontosan fedésbe kerüljön. De láttuk, hogy ez az eltérés

indokolható. Szükségszerűen adódik akkor, ha a horizontmagasság méretkorrigáló hatását figyelembe vesszük.

A tér kiegészítésének azt a módját, amellyel foglalkoztunk, és egyben a rekonstrukció jogosultságát elég meggyőzően igazolja Bernini tárgyalt vázlata. Ezen túl azonban az építés története is szolgáltat hozzá bizonyítékot. 1667 elején a munka befejezéshez közeledett. A piazza Obliqua teljesen, a piazza Retta jórészt készen állott, már csak a déli korridoron dolgoztak. Utána a harmadik szárny építésére került volna sor. Ennek terve évekkel korábban, a kolonnádokéval egy időben készült, s Bonacina metszetén már az a végleges megoldása szerepel, mely a későbbi rajzokon, vagy érmeken szinte változatlanul tér mindig vissza. A kongregáció február elején megtartott ülése mégsem ezt az ismert és elfogadott tervet tárgyalta, legalábbis erre enged következtetni az, hogy nagyobbméretű előkészületek fölött döntenek, mint amekkorát a 7, esetleg 9 axisos szárny felépítése igényelne. A pal. del Priorato di Malta egész tömbjének lebontásáról tárgyalnak. Bernini valószínűleg már ekkor ismertette módosított javaslatát, melynek modelljét két héttel később, febr. 19-én terjesztette a bizottság elé. Az új tervet merev ellenállás fogadta. A jegyzőkönyv szerint mindenki egyhangúlag a pápa véleményét osztotta; a tervet majd akkor vizsgálják meg s döntenek fölötte, ha a folyamatban levő munkák már befejeződtek. („Si è considerato il modello dell Orologio da farsi nella Piazza di S. Pietro, et unitamente tutti hanno riverito il pensiero di Sua Santità, il quale è che si sollecitino per hora le guide e le selciate della Piazza, e che di poi con le dovute considerationi si pigliarà risolutine . . .") A kongregáció két ülésének anyaga nem különösebben jelentős, részlet a tér történetére vonatkozó adatok sorából. Összevetésük mégis érdekes következtetésre ad lehetőséget. Az első ülésen még úgy tárgyalják a lezáró térrészt, mint az építés soronkövetkező, közeli feladatát, s megbízzák Berninit a pontos terv kidolgozásával. Két hét múlva pedig, amikorra a modell elkészült, azzal az indokkal utasítják el, hogy a harmadik szárny kérdésével foglalkozni még túl korai. Az építés feltételei közben aligha változtak. Annál inkább változhatott a terv. Erről részletes leírás, vagy rajz nem maradt fenn. Van azonban néhány olyan tény, mely arra utal, hogy lényegét tekintve egyezett az előbbiekben tárgyalt Bernini vázlattal, és ez elfogadható magyarázatot adna arra is, miért halasztották az érdemi megvitatást későbbi időpontra.

A jegyzőkönyv az új tervet Orologio néven említi. Ha a modellt nem is, a hozzá készült egyik vázlatot ismerjük. Ez egy 9 axisos építményt mutat, a nagyobb méretű középső nyílás két oldalán és a széleken kissé leszűkített oszlopállással, a főpárkány fölött toronyszerű, diadalív motívumra emlékeztető felépítménnyel. Motívumrendszere majdnem azonos a kolonnádokéval, az összkép attól mégis erősen különbözik. Formálása sokkal könnyedebb, s ez már eleve arra utal, hogy Bernini a piazza Obliquatól távolabb kívánta elhelyezni. Feltételezhető helyét is megkapjuk, ha megpróbáljuk rekonstruálni tényleges méreteit. A kolonnád oszlopainak átlagos tengelytávolságát véve alapul a rajz mintegy 35—40 m-es szélességet ad, ami majdnem pontosan megfelel a piazza Scossacavalli keleti oldalánál a Borgók közötti háztömb szélességének. Ez önmagában még nem bizonyít. Az eddig tárgyaltak után mégsem tarthatjuk ezt a méretmegfelelést puszta véletlennek. Igen valószínű, hogy az óratorony a piazza Scossacavalli-ig nyúló harmadik térrészt zárta volna le.

Hasonló eredményre jutunk akkor is, ha Carlo Fontana már említett rajzát behatóbban megvizsgáljuk. (7. ábra.) Fontana 1667 körül Bernini műhe-

lyében dolgozott, s jól ismerte az új térrész tervét, melynek munkáiban minden bizonnyal ő maga is részt vett. Ezért érthető, hogy amikor „Il Tempio Vaticano" c. könyvét kiadja — alig másfél évtizeddel Bernini halála után, 1694-ben — a tér továbbépítésére tett javaslatok között mesterének elgondolását is megismétli. Egyedül annyit változtat rajta, hogy fokozza a piazza Retta oldalfalainak konvergenciáját, s majdnem felére csökkenti le a harmadik térrész mélységét. A térre való belépés helyét azonban nála is a korridorok meghosszabbított vonalának metszéspontja határozza meg. A tér feltárulásának jellege tehát nem változott, csupán a kibontakozás időtartama vált rövidebbé.

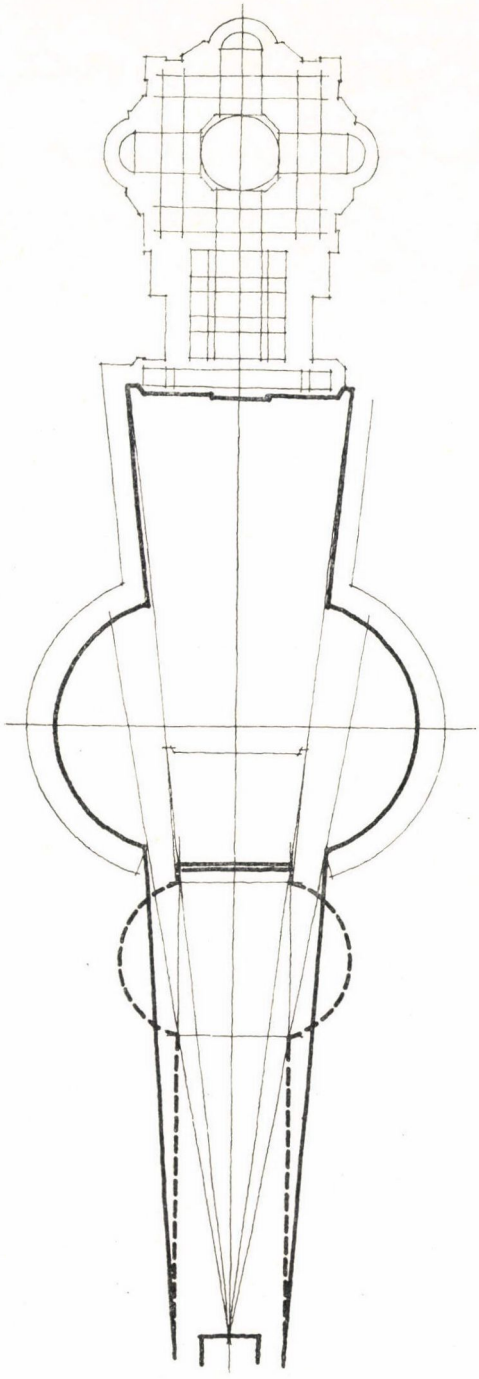
Fontana tervét a szakirodalom rendszerint elítéli. Általánosnak vehetjük Wittkower véleményét, aki azt mondja, hogy a tanítvány doktriner módon banalizálta a mestertől átvett gondolatot, s veszni hagyta azt, ami a tér hatásában legdöntőbb; a piazza Obliqua áttekinthetőségét. („... in der Fassung Fontanas geht nicht nur die entscheidende Überschaubarkeit der Piazza Obliqua vom Platzeingang aus verloren, sondern eine eigehende Analyse ergäbe auch, daß die Leistung des Schülers in allem und jedem eine doktrinäre Banalisierung des Projektes von 1667 bedeutet.") Ez az álláspont akkor lehetne indokolt, ha egyértelműen bebizonyosodna, hogy Bernini tényleg a zárt térhatás megőrzésére törekedett. Azonban láttuk, hogy az érvek — Bernini saját rajzai is — nem e mellett, hanem inkább ez ellen szólnak. Ezért jobban megközelíti a valóságot az a nézet, melyet az Istituto di Studi Romani gondozásában megjelent római várostörténet, a „Topografia ed urbanistica di Roma" szerzői képviselnek. Azt mondják, hogy Fontana néhány javaslata közel áll Virgilio Spada elgondolásához. Az a javaslata viszont, hogy a meglévőhöz kapcsolva még egy teret alakítson ki, hasonlót a későbbi piazza Rusticuccihoz, de annál mélyebbet, valószínűleg közvetlenül tükrözi Bernini utolsó terveit. („In alcune di queste proposte il Fontana giunge a soluzioni analoghe a quelle di Virgilio Spada, ... Ma la proposta, che sembra rispecchi piu direttamente gli ultimi concetti del Bernini, è quella della formazione di una piazza aggiunta, analoga a quella che fu la piazza Rusticucci, ma assai piu profonda, ...") Azt hiszem azonban, hogy a fenti véleményt megfogalmazhatjuk kissé konkrétabban, kevésbé óvatosan is. Fontana terve — bár némi módosítással — de lényegében pontosan megfelel annak a térrendszernek, melyet az 1667 előtti tervek elemzésére és Bernini későbbi vázlataira támaszkodva elég nagy biztonsággal rekonstruálni lehetett. Gondolatok ilyen mértékű véletlen egyezése majdnem teljesen elképzelhetetlen. Ha viszont Fontana már kezdettől fogva jól ismerte az utolsó Bernini-féle koncepciót, a két terv egyezik és ez az egyezés nem lehet véletlen ötlet-azonosság, akkor indokolt, hogy Fontana tervében ne csak a Bernini koncepció torzított tükörképét keressük, hanem a változtatások ellenére is magát az eredeti tervet. Ebben az esetben viszont a Fontana rajz értéke megnövekszik. Egyszerű utánzatból döntő bizonyítékká emelkedik, mely végső soron — és nem csak közvetve — igazolja azt a hipotézist, melyet a tér kiegészítésére már korábban felállítottunk.

Miután a befejezett tér alaprajzát megismertük, sétáljunk végig rajta képzeletben, s próbáljuk meg rekonstruálni a térhatást. Azt a végső élményt, melyet a végigjárás folyamán feltáruló képek együttese nyújthatott volna. (Az elemzés során erősen támaszkodom Pogány Frigyes munkáira. Nemcsak az elemzés módszerét veszem tőle át, hanem azokat a konkrét megállapításokat is, melyeket saját megfigyeléseiből kiindulva a „Terek és utcák művészete" c.

könyvének szt. Péter térrel foglalkozó részében kifejtett. Az eredmény természetesen nem minden részletében azonos. Az eltérés azonban nem nagyobb, mint amekkora a vizsgált térformák különbözőségéből elkerülhetetlenül adódik.)

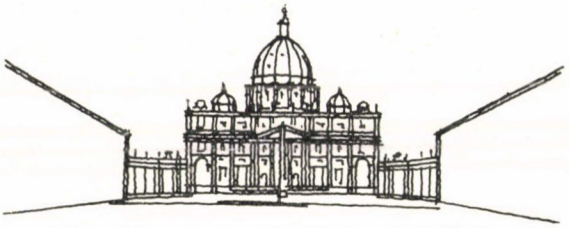
A térrel szemben támasztott igény már kezdettől fogva igen sokrétű. Kb. 100 000 ember részére kellett helyet biztosítani úgy, hogy a vatikáni palota erkélyén, vagy a templom áldásosztó loggiájában megjelenő pápát a tér minden pontjáról látni lehessen. Ez a megkötés számos problémát eredményezett, melyeknek egyidejű kielégítése szinte megoldhatatlan feladatnak látszott. Közülük kettőt érdemes külön kiemelni. Az a vízuális kapcsolat, melyet a zarándokok és a pápa között biztosítani kellett, megkövetelte, hogy a tér a templomhoz közel, egy lehatárolt területen belül bontakozzék ki. Ugyanakkor jelentkezett egy ezzel merőben ellentétes szempont. Azt kívánták, hogy Michelangelo kupolája a térre való belépés helyéről teljes szépségében érvényesüljön. Ehhez viszont a tér mélységét — az ideális határvonalhoz képest — legalább kétszeresére kellett megnövelni. A szt. Péter térhez készített tervek ezért oszthatók a XVII. sz. elejétől kezdve tisztán két csoportra. A Maderno-féle megoldásban, sőt még Carlo Rainaldinál is az első, Virgilio Spada javaslatában pedig a második szempont dominál. Egyedül Bernini terve az, mely mindkét követelménynek egyaránt megfelel. Természetesen nem egyidejűleg és egy nézőpontból. Ez egyrészt lehetetlen, de különben is tagadná a barokk kompozíció egyik alapelvét, az időbeli folyamatosságot. Azt a módszert, mely a térbeli formákat úgy szervezi, hogy a különböző nagyságrendű elemek töretlen átmenetekkel kapcsolódjanak egymásba, s ennek eredményeként az együttes egy-egy részletéről nyert, hangulatilag is átszínezett képek fokozatosan vezessenek el a végső benyomáshoz. Ahhoz az összképhez, mely nem azonos a feltárulási folyamat egyetlen megállított szakaszával sem, hanem a folyamat egészét összességében tartalmazza. A Bernini terv megértéséhez is az szükséges, hogy ne egy nézőponthoz viszonyítva elemezzük, hanem a mozgás folytonosságára épített, dinamikus hatású térrendszerként.

Az együttest két viszonylag rövid, egyenes út, a Borgo Nuovo és Borgo Vecchio megmaradt szakasza kapcsolta az Angyalvár előtti részhez. A közeledő ezeken végighaladva léphetett volna be a térre, annak a pontnak a közelében, melyet a korábbiakban már vizsgáltunk, és amelyről megállapítottuk, hogy a piazza Retta — bizonyos értelemben pedig a teljes térrendszer — optikai szervezőpontja. Egyedül már ez indokolttá tenné, hogy részletesebben foglalkozzunk azzal a képpel, mely innen elénk tárul. Ezen túl azonban van még egy nem kevésbé fontos indoka. Bármilyen jellegű legyen is egy tér, nyitott vagy zárt, könnyen áttekinthető vagy problematikus, megértésében, hatásában mindig döntő szerep jut az első benyomásnak. Statikus térformánál azért, mert az első feltárulás szinte maradéktalanul adja a teljes élmény minden szükséges feltételét. Ezért hat „befejezett", esztétikailag „teljessé" záruló, önálló egységként. Dinamikus térrendszernél pedig azért, mert az első ízben feltáruló kép adja meg azt a hangulati alapot, melyre az összhatás szervesen ráépül. Ez a hangulati alap később módosulhat, akár át is válthat az ellenkezőjére, viszonyítási alapként még ekkor is aktív szerepet játszik. Az első képhez viszonyítva válhat „intimmé" egy túltengő méretű interieur, vagy növekedhet monumentálissá egy különben nem túl nagyléptékű részlet. Mindez akkor kap különös jelentőséget — főként a barokkban — ha az építész irányított, a valóságostól eltérő, illuzív élményt akar kiváltani, s ennek érdekében az optikai hatásmó-



dosítás minden lehetséges eszközét kihasználja. Berniniről pedig tudjuk, hogy a szt. Péter térnél nem utolsó sorban a Maderno homlokzat optikai korrekciójára törekedett.

Maderno homlokzatának a nehézkes megjelenés, a nyomott arányok mellett volt egy másik jellemző tulajdonsága. Valódi, roppant méreteit alig lehetett érzékelni. Közelről még majdnem hegyként tornyosult az ember fölé, az épülettől távolodva azonban ez a monumentalitás egyre jobban csökkent. Magyarázata a felülettagolás módjában rejlik. Magassága a lépcsőzet felső szintjétől számítva meghaladja a 45 m-t. Ha ebből leszámítjuk az attika és a főpárkány méretét, még mindig egy megközelítőleg 30 m magas és 100 m-nél szélesebb felület marad, melyet csak a középrizalit és a korinthusi lizénák, illetve háromnegyed oszlopok rendje bont kisebb, vertikális szakaszokra. Az oszloprendnek viszont már az antik óta talán legsajátosabb vonása az, hogy mindig egy viszonylag steril, belső arányrendszert testesít meg, s önmagában, közbeiktatott motívumsor nélkül nem érzékelteti a valódi, abszolút méreteket. Nem alakulhatott ki a megszokás révén sem olyan méretrend, melyet szinte ösztönösen asszociálhatnánk egy-egy oszlopformához, hiszen a léptékskála már a görög építészetben igen tág határok között mozgott. Delphoiban az athéniek kincsesháza, vagy az athéni Niké Apterosz és a Lyzikratész emlék jelentheti az egyik pólust. Ezeknek közvetlen, bensőséges világából számtalan átmenet vezet a selinusi G. templom, a milétoszi Dydimaion vagy az athéni Olympeion lenyűgöző nagyságáig. Éppen ezért a S. Pietro homlokzatát is tetszés szerint növelhetjük meg, vagy csökkenhetjük le képzeletben, ez a primer tagolás jellegét, megjelenésének módját alig

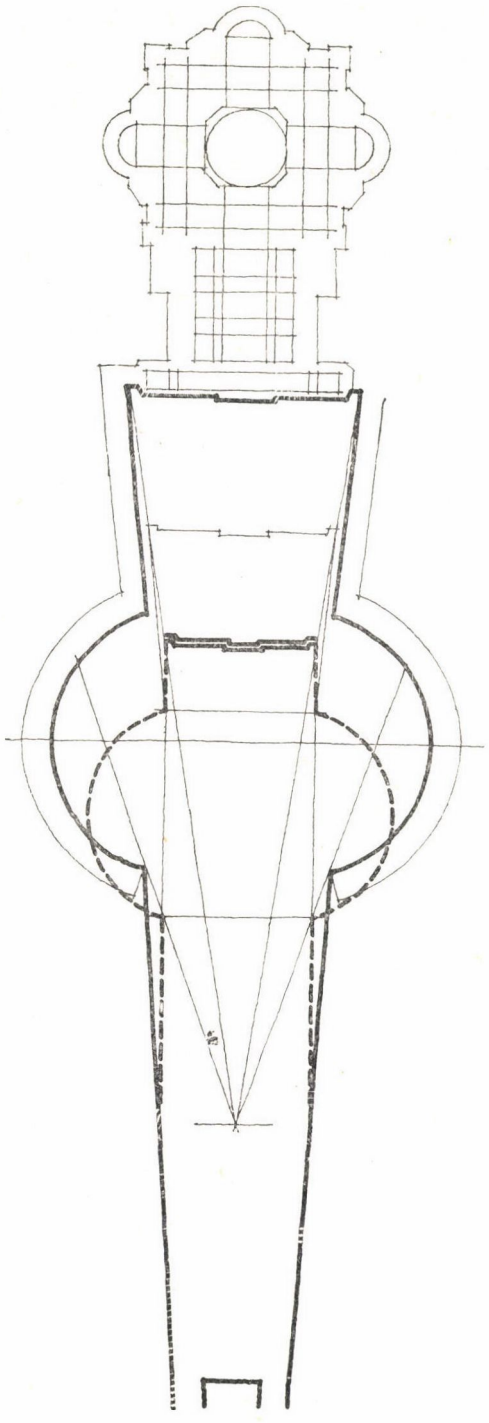


12—13. A térrendszer feltárulása a harmadik térrész elejéről. (Az alaprajzban szaggatott vonallal jelölve az érzékelhető térforma.)

befolyásolja. A tényleges méret érzékeléséhez nem az oszloprend ad támpontot, hanem azok a motívumok, melyek a közbenső falmezőket osztják; az ajtó és ablaknyílások, illetve az ablakokhoz hasonlóan keretezett fülkék. A S. Pietronál azonban ez a támpont is megtévesztő.

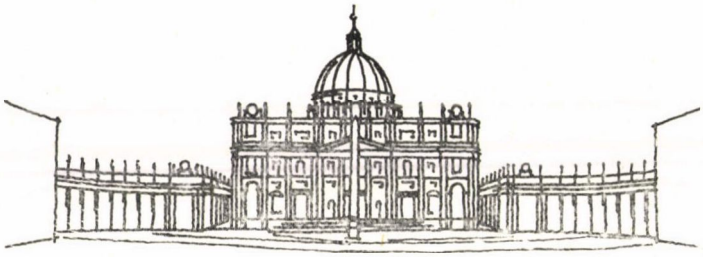
Maderno azt a tagolásrendszert vette át, melyet a szentély felőli részen Michelangelo alkalmazott. A rokonjellegű formák hatása nála mégis alapvetően módosult. Michelangelonál ez egy hangsúlyozottan centrális tömböt motívál, a kupola alépítményét. A tagoltság mértékét, egy-egy részforma nagyságát a kupola léptéke határozza meg. Ahhoz viszonyítva válnak indokolttá még olyan részletek is, melyek önmagukban, környezetükből kiemelve túlzottnak tűnnének. A nézőben fel sem merül az igény, hogy valamelyik formát a felhasználás helyétől függetlenül, analógiák alapján, ismert és megszokott épületekkel összevetve értelmezze. Maderno homlokzatánál viszont éppen ez az immanens indokoltság szűnik meg. A homlokzat elszakad a kupolától, önállóvá válik. Önállóságát a térbeli távolságon túl még csak fokozza kétdimenziós, síkban kifejlődő jellege. Ugyanaz a nyílásmotívum, melynek feladata korábban az volt, hogy a díszítendő felületet a kupola léptékéhez illő nagyságrendben ossza, — szerepe tehát kizárólag plasztikai — a megváltozott körülmények között maga is szerepet vált, s tényleges nyílásként kezd funkcionálni. A forma elsődleges, praktikus oldala válik uralkodóvá. Ez pedig egyben azt is jelenti, hogy hozzá a megszokott, a használat módjától függő tartalmat asszociáljuk. Mivel a homlokzat már eleve palotaszerű, ez az asszociált tartalom lényegében nem más, mint a S. Pietronak s hozzá hasonló megjelenésű, ismert palotáknak önkéntelen azonosítása.

A palotaépítészetben kialakult egy olyan racionális, a használhatóságot biztosító méretrend, melyet akkor is betartottak, ha az épület megjelenését, nagyságát zömmel a használattól független szempontok határozták meg. Kötött volt pl. a parapet, az erkélykorlát, vagy bármilyen fajta mellvéd mérete, mely mindig a mellmagasság alatt maradt, tehát nem haladta meg a 100—120 cm-t. Ezt a kötött méretet egyáltalán nem befolyásolta az, hogy fölötte milyen méretű nyílás helyezkedik el. Nem valami elvont arányviszony szabályozta, hanem elsősorban a praktikusság. A S. Pietro homlokzatánál Maderno fordítva járt el. Úgy ismételte meg kétszeresére növelt méretekkel a későcinquecentoban gyakori, nagyoszloprendes palotasémát, hogy közben változatlanul megtartotta az eredeti arányösszefüggéseket. Ennek eredményeként a kapuszerűen tág emeleti ablakok alatt a balluszteres mellvéd, vagy középen az áldásosztó erkély korlátmagassága nagyobb 2 m-nél. A méretnövelés emiatt elég problematikus. Kissé távolabbról nem érzékeljük azt a monumentalitást, melynek



a tényleges nagyságból adódnia kellene. Egy-egy részlethez, pl. az ablak mellvédjéhez a megszokott, a tapasztalat révén automatikussá begyakorlott méreteket asszociáljuk, s ehhez csökkentjük le képzeletben a homlokzat egészét. Nehéz eldönteni, hogy ezt az ellentmondásos jelenséget tudatos megfontolás teremtette-e, vagy véletlenszerűen keletkezett. Az azonban biztos, hogy az összhatásnak máig is egyik döntő tényezője. A homlokzat valódi, és erősen redukált, asszociatívnak nevezhető képe között olyan feszültség támad, mely nemcsak a külső hatását, hanem közvetve a belső hangulatát is jelentékenyen módosítja. Lehetséges, hogy Madernónál ez a feszültség a véletlen szülötte, Bernini azonban igen tudatosan kiaknázta. A homlokzat optikai korrekcióját olyan eszközök segítségével valósította meg, melynek érvényesülését maga a homlokzat támogatta.

Bernini végső tervében a piazza Rusticucci trapéz formájú, elnyújtott tér, melynek oldalai a templom felé enyhén széttartanak. A divergáló forma tulajdonképpen egy ellenperspektívát teremt. Korlátozza a mélység érzetét keltő rövidülést, ezáltal a látszati tér mélységét a valósághoz képest elég erősen lecsökkenti. A redukció mértéke természetesen akkor a legnagyobb, ha a Borgók betorkollásának helyéről, a teljes rendszer kezdőpontjáról szemléljük. (12. és 13. ábra.) Innen a templom és a néző közötti érzékelhető távolság megközelítőleg a felére csökken. Úgy tűnik, mintha a piazza Obliqua keleti oldalának távolságában állana egy a valódinál felényivel kisebb épület. Ez pedig pontosan megfelel annak a méretcsökkenésnek, melyet az előbbiekben tárgyaltunk. A piazza Rusticucci kezdetéről nézve a homlokzat asszociatív képe és az ellenperspektíva által kijelölt helye tö-



14—15. A térrendszer feltárulása a harmadik térrész közepéről

kéletesen fedésbe kerül. A két tényező kölcsönösen támogatja egymás hatását, úgy, hogy a feltáruló kép szinte már egy stabil, valósághű állapot benyomását kelti.

Joggal idézhetjük fel Francesco Milizia egyik megállapítását. A Scala Regiával kapcsolatban írja, hogy néha úgy tűnik, Bernini már nem is a hely adottságaihoz alkalmazkodott, hanem magát a helyszínt alakította a képcsőnek megfelelővé. („cosicchè sembra, che non la scala sia adattata al luogo, ma il luogo alla scala.") A S. Pietrora vonatkoztatva is elmondhatjuk, az előbbi képnek minden egyes eleme olyan szervességgel kapcsolódik össze, mintha Maderno a hosszházat és a homlokzatot a Bernini által később választott nézőpont ismeretében tervezte volna. Ilyen távolról szinte eltűnik a hosszhajó, rálátunk a tambur alsó párkányára. A kupola látszólag előbbre kerül, mintha közvetlenül a homlokzatsík fölött emelkedne, s ezzel majdnem maradéktalanul visszaáll a centrális hatású tömegnek az az egysége, mely Michelangelo tervét jellemezte. A kezdőpontról nézve a térrendszer egésze a templomnak ehhez az optimális feltárulásához igazodik. Nem önállóan hat. Szervezett keret csupán, melynek feladata az, hogy legelőnyösebb oldaláról mintegy bemutassa a templomot. Tulajdonképpen nem is térként jelenik meg. Térszerűvé tágult, ünnepélyes felvonulási út, mely törés nélküli, folytonos átmenetet teremt a Borgók és a templom előtti tér között, s ugyanakkor már a belépés pillanatában határozottan irányítja a tekintetet. Ezt az irányítottságot nem bontja meg egyenetlen mellékes, a figyelmet elterelő motívum sem. Azon a ponton állunk, melynél a korridorok meghosszabbított párkányvonala a horizontsíkot metszi, így a piazza Retta még egyáltalán nem jelentkezik, s a piazza Obliquát is éppen csak jelzi az út végében érzékelhető kis teresedés. A harmadik térrész rávezető, úthoz hasonló funkciója csorbítatlanul érvényesül.

Továbbhaladva a kezdő kép jellege hirtelen megváltozik. (14 és 15 ábra.) Az addigi stabilitást egy újszerű, szinte lépésenként módosuló, de állandóan egyensúlyban tartott belső dinamizmus váltja fel. A kibontakozás folyamatának egy-egy lehatárolt szakasza most sem bizonytalan. Önmagában véve továbbra is meghatározott minden egyes új kép, csupán a korábbiakhoz viszonyítva válik instabillá, s kezd egyre jobban ellentmondani az általános tapasztalatnak.

A tárgyak térbeliségének, a tér mélységének ismeretét gyakorlat útján sajátítjuk el. Mozgásélmények sorozata alakítja ki azt a képességünket, hogy egy távolságot megbecsüljünk. A belénk idegződött tapasztalat alapján tudjuk, hogy a megbecsült távolság mekkora utat jelent, megtétele milyen mozgásmennyiséget igényel, s hogy ennek során milyen ütemben közeledünk a végpontjához. A S. Pietronál ez a tapasztalat látszólag csődöt mond. Előre-

haladunk, de nem közeledünk. A templom érzékelhető távolsága változatlanul megmarad még akkor is, mikor az eleinte teljes hossznak vélt útszakaszon már végighaladtunk. Úgy tűnik, mintha az épület mozgásunkkal egyező ütemben hátrálna előttünk. E jelenség magyarázata annyira kézenfekvő, hogy nem szükséges részletesebben tárgyalni. A harmadik térrész ellenperspektívájának ereje állandóan csökken, de ugyanakkor fokozatosan megnyílik a piazza Retta, s egyre jobban kitárul a kolonnád belső íve. A három tényező pedig együtthatásában szinte rögzíti a kezdeti távolságot, de csak azt. A perspektíva adta csalódás nem változtat azon a tényen, hogy valójában mégis megtettük az út egy jó részét, s ennek megfelelően növekedtek a homlokzat relatív, a látómezőhöz viszonyított méretei. Az optikai percepcio valószerű, csalódásmentes elemei azonban itt nem a biztosabb képalkotást szolgálják, nem a térrendszer reális felismerését segítik elő. Az állandóan növekvő méret és az állandóvá rögzített távolság ellentétes, a tapasztalattól idegen egysége szinte szabad utat nyit a képzeletnek, s a látvány illuzív oldalát erősíti. Az ellentmondás egyik eredménye az, hogy majdnem tetszésünk szerint választhatjuk meg azt a határvonalat, melynél az illuzív kép és a valóság egymásnak pontosan megfelel, s így a tényleges adottságtól függetlenül, egyéni igényeink szerint fokozhatjuk a tér és a templom monumentalitását.

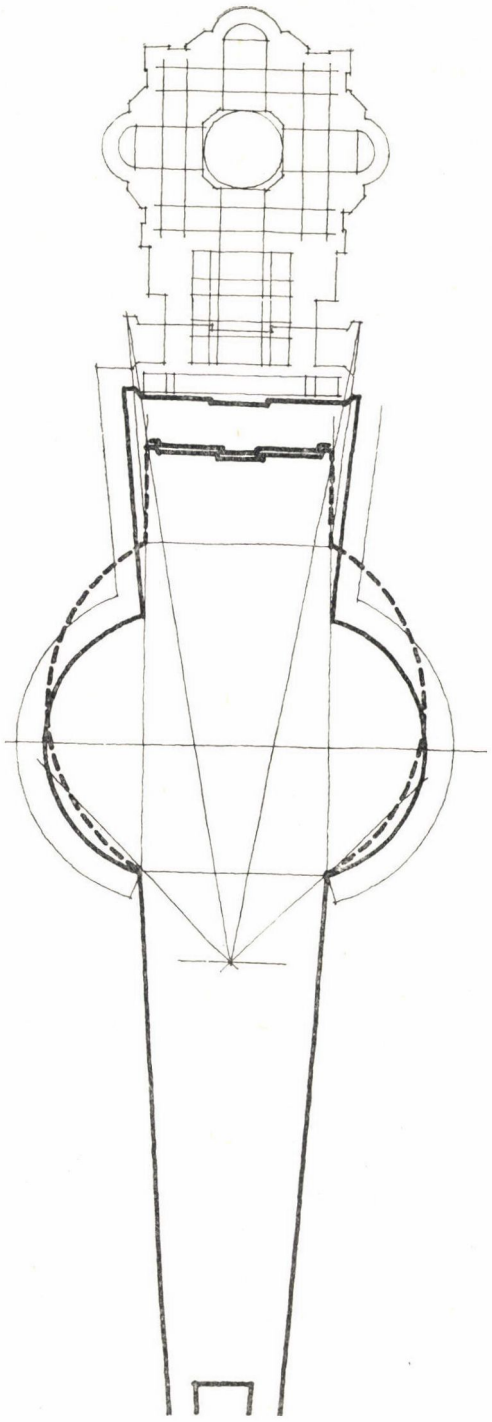
A harmadik térrész feladata éppen ez az előkészítés, a teljes élmény intonációja. Az, hogy megteremtse a néző és a templom között azt a sajátos kapcsolatot, melynek ereje hat akkor is, mikor a feltárulás feltételei már megváltoztak. Az előkészítés szakaszában tehát a mondanivaló központi témája a S. Pietro. A tér szerepe alárendeltebb, az, hogy a főtéma érvényesülését támogassa. Ez a viszony majdnem teljesen visszájára fordul, mikor a kolonnádok közelébe érkezünk. (16. és 17. ábra.) Nagyjából ez az a távolság, melynél a kupola és a homlokzat metsződése kezd kellemetlenné válni. A tambur elsüllyed a párkányvonal mögött, s a laternáig felnyúló obeliszk hátterében, a palotaszerű épülettől független motívumként jelenik meg a kupola. Mégsem érezzük bántónak ezt a szervezetlenséget. Figyelmünk más témára összpontosul. Hatalmas méreteivel, teljes szélességében tárul elénk a piazza Obliqua. Látványa a tényleges nagyság s a gyors kibontakozás miatt annyira megragadó, hogy hozzá képest szinte észrevétlenné mérséklődik az együttes többi része. Önálló, domináns hatását tovább fokozza a kiemelt, a két szökőkúttal és az obeliszkkel jelzett kereszttengely, a haladás korábbi irányát gátló kontraszt. A kompozíció hangsúlya a templomról a térre tolódik át, olyan mértékig, hogy itt tulajdonképpen nem is maga a templom vesz benne részt, hanem inkább annak a tudatban élő, az előkészítés fázisában kialakított képe.

Az illúzió és valóság társításának korábbi feltételei természetesen most is adottak. E nélkül illuzórikussá válna az a törekvés, hogy a centrális és hosszhajós tömeg kapcsolásából eredő hibákat a néző egy tudatbeli kép segítségével korrigálhassa. A piazza Obliqua elliptikus jellegű tér. Nem kimondottan ellipszis, mert egy kissé nyújtott négyszögből s az ezt két oldalon bővítő körszegmensekből áll. Első feltárulásánál mégsem az elliptikus formát és nem az összetett rendszert érzékeljük. Ha elérkezünk annak a pontnak a közelébe, ahol az együttes főtengelye és az Obliqua nagyobb méretével azonos átlójú, az obeliszk köré megvonható kör egymást metszi, a tér nem elliptikusnak tűnik, hanem kör alakúnak. A csalódás többszörösen is megalapozott. Részben az általános tapasztalaton nyugvó, pszichikai magyarázata van, de a térszint alakításának módjából is következik.

A templom eddig folytonosan hátrált, s távolsága most még nagyobbnak látszik, mint amekkora a térre való belépés pillanatában volt. Ez a mélységirányú mozgás szinte magával vonja a kolonnád velünk szemben fekvő sarokpontjait. Önmagában már ez elég lenne ahhoz, hogy a teret körré tágítsa, de ítéletünket még szilárdabbá teszi a tapasztalat. A valóságban tiszta körformával eléggé ritkán találkozunk, csak akkor, ha a kör a látókúp tengelyére merőleges síkon s ugyanakkor koncentrikusan helyezkedik el. Tudjuk viszont azt, hogy az ellipszis általában nem más, mint a kör egyik speciális megjelenési formája, mely a szükséges nézőpont megválasztásával, vagyis a megfelelő síkra transzponálva körré változik. Ez a tapasztalat annyira általános, hogy az ellipszisbe rendszerint mindenfajta transponálás nélkül belelátjuk a kört, néha még akkor is, amikor ez merőben indokolatlan. Építészeti tereknél nem minden esetben következik be az érzékelt formának ez az automatikus kiegészítése. A S. Andrea al Quirinale, vagy a S. Carlo alle quattro Fontane pl. olyan egyértelműen körülhatárolt, kisméretű tér, melynél a forma tévedésmentesen percipiálható, legfeljebb a hossz és szélesség közötti különbséget véljük a ténylegesnél kevesebbnek. A szt. Péter térnél azonban a feltételek olyanok, hogy szinte kényszerítik a nézőt valamilyenfajta kiegészítésre.

A piazza Obliqua akkor tárul fel a legteljesebben, ha a mai piazza Rusticucci középpontjára állunk. A kereszttengelyt jelző porticus innen kb 150, a kolonnádok nyugati széle pedig majdnem 200 m. A nagy távolság eleve megnehezíti a méretek pontos érzékelését. A különbségek eléggé elmosódnak, ezért a térformát a körhöz közelállónak érezzük. Tovább erősíti ezt a csalódást az, hogy az alaprajz önmagában véve nem befejezett. Határát ugyan kijelöli két oldalról egy-egy körszegmens, de ezek megszakadnak, még mielőtt félkörré zárulnának. A megkezdett vonalat viszonylag szabadon vezethetjük tovább. Önkéntelenül az egyetlen rögzített méretet, a nagytengely hosszát vesszük alapul, és a tér mélységét ennek arányában növeljük meg bezáruló körré. Bernini azonban itt sem elégedett meg azzal, hogy a tervbe vett hatást néhány tényező összjátékára bízza. Minden lehetséges eszközt felhasznált, hogy az optikai csalódásnak a teljes valóság látszatát kölcsönözze. A tér nívója nem vízszintes, a centrum felé teknőszerűen mélyül. Az enyhe lejtés nem annyira az alapfelületet, hanem inkább az alapfelületre való rálátást növeli meg, különösen a kistengely mentén, s ezzel segíti elő, hogy a tér a ténylegesnél mélyebbnek tűnjék.

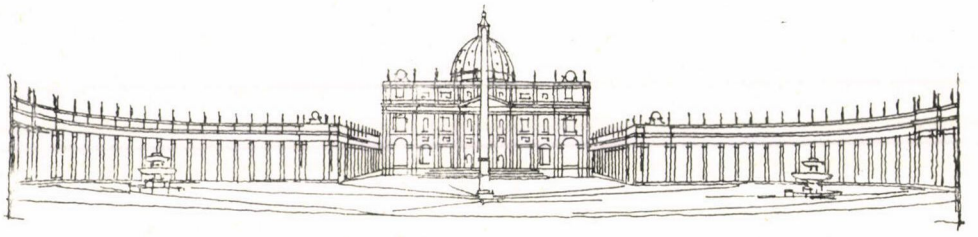
A körré táguló elliptikus tér távolítja, a trapéz formájú piazza Retta közelebb hozza a templomot. A két hatás egymás ellenében dolgozik, gyakorlatilag meg is semmisíti egymást, mégsem tekinthetjük ezt a megoldást az alaprajz öncélú raffinériájának. Egy nézőpontból, statikus szemléletben érthetetlen, a rendszer egészébe, a határok barokk sorozatába mégis szervesen beleépül. Az előbb már tárgyaltuk azt, hogy a piazza Obliqua első feltárulásánál a kompozíció súlypontja áttolódik, s a templom korábbi szerepét maga a tér veszi át. Ez a témaváltás kezdetben főként vízuálisan jelentkezik, figyelmünket a nagyszabású látvány attraktív ereje nyűgözi le. Az eleinte formális szerepcsere később telítődik tartalommal, s válik funkcionálisan igazolttá. A kolonnádok körébe lépve gyorsabban jutunk el az obeliszkig, mint ahogy ezt vártuk. A körülöttünk hirtelen kibomló, centrális jellegű tér, a haladás felgyorsult ritmusa azt az érzést kelti, hogy nem csak mi haladtunk. Mintha életre támadt volna Bernini híres vázlata, a világot átölelő óriás, maga a tér jön elénk, valós cselekvéssé váltva a fogadás szimbólumát. Levetkőzi addigi tartózkodását a



templom is. Az obeliszkig érve megszűnik az ellipszis távlatnövelő hatása, a trapéz alakú piazza Retta ellenperspektívája meg egyre erősebben érvényesül. Az ellentét révén felfokozott mozgás váratlanul szinte emberközelségbe hozza a homlokzatot. (18. és 19. ábra.)

Előkészítő szakaszában a S. Pietro előtti térsor még kissé alárendelt szerepet játszott. Egy rajta kívül álló célra irányult. Rávezető, szervező feladata volt az elsődleges. A piazza Obliquán önálló térré teljesedik. Ez az önállóság azonban nem valami renaissance szellemű önmagába zártság. Függetlensége csak viszonylagos, közvetve még ez is a templomot szolgálja. Azzal, hogy magára vonja a figyelmet, áthidalja azt az útszakaszt, melyről nézve a kupola és a homlokzat összemetsződése a legkellemetlenebb, és éppen a kritikus út megtételéhez szükséges idő tartamát tölti ki a befejezettség, a megérkezés élményével.

A feltárulás utolsó fázisában újból a templom dominál. A piazza Retta megismétli a bevezető térrész rendszerét, így hatásának jellegével is azt a folyamatot vezeti tovább, melyet a piazza Obliqua átmenetileg megszakított. De csak a módszer azonos, a téma időközben módosult. Ilyen közelről a kupola már majdnem észrevétlenül háttérbe húzódik. A kibontakozó képet egyértelműen a homlokzat uralja. A tér ennek hangulatához igazodik. Tágan lendülő kolonnád helyett tömörebb, lizénákkal tagolt korridor keretezi. Az axiális rávezetés itt kissé megtorpan. Egy udvarszerű térbe torkollik, mely az Obliquara emlékeztetően már-már önállóvá teresedik, de bizonyos mérvű gátlással átveszi az indító képsor dinamikáját is. A tér kettős jellegű. Önmagán túl, a fölé rendelt homlokzatra utal, s ezzel haladásra ösztönöz, ugyanakkor a lát-

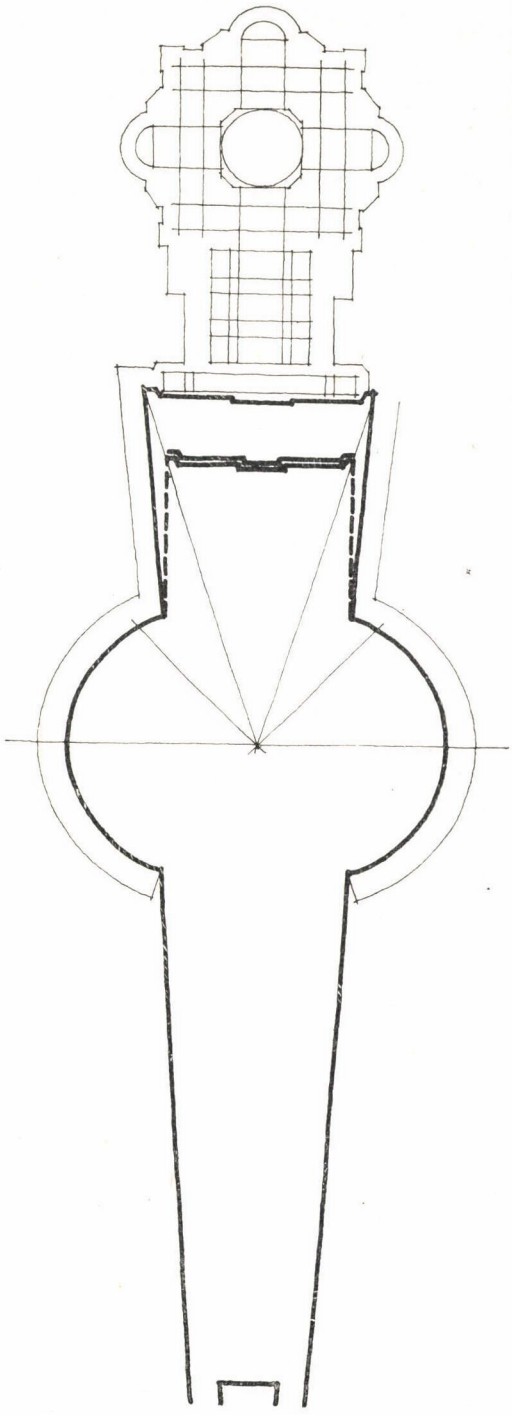


16—17. A térrendszer feltárulása a piazza Obliqua közeléből

vány nyugalmával — különösen kezdetben — megállásra késztet. A francia kastélyok előudvarára hasonlít. Azok gyűjtik be ilyen szervességgel a környezetet, s korlátozzák lassú átmenettel az épülethez illővé a tájat. Az eltérés tulajdonképpen csak az, hogy a S. Pietrónál az utolsó térrész nem a végtelen természeti teret, hanem a végtelenre csupán illuzionizmusával utaló tércsoportot kapcsol össze az épülettel.

A piazza Retta feladata az, hogy valamilyen szintézist teremtsen, hogy fokozatosan oldja fel a térrészek egymás közötti és a templomhoz viszonyítva jelentkező feszültségét. A feloldás már eleve kettős természetű folyamatot jelent, hiszen az adott tulajdonságok megőrzését és megszüntetését egyidejűleg követeli. A S. Pietrónál azonban ennek még további, speciális indoka is van. A centrális tömeg hosszirányú bővítéséből, és a homlokzat nyomott arányaiból, ellentmondásos tagolásából adódó hibákat Bernini már kezdettől fogva kettős módszerrel korrigálta. Olyan rálátást biztosított, melynél a kupola vertikalitása ellensúlyozta, s ezzel mintegy magához emelte a homlokzatot. Ezen kívül a feltárulás feltételeit úgy szabályozta, hogy sem a nagyságrendet, sem a távolságot pontosan felmérni ne lehessen. A néző így állandóan arra kényszerült, hogy a látott képet korábbi élmények asszociációk alapján folytonosan továbbépítse, s az illuzív benyomások egymást módosító sorozatából önállóan rekonstruálja a reálisnak vélt összefüggéseket. A tudat aktív, képalkotó tevékenysége azonban ezáltal a valóság korrekciójának egyik jelentős eszközévé vált. Lehetőséget adott arra, hogy a ténylegesen érzékelt helyébe egy olyan új, de szintén illuzív látványt konstruáljunk, mely tartalamazza a feltárulás korábbi képsorának számos jellemző elemét, s ugyanakkor a teljes bizonyosság látszatát adja, hiszen éppen az érzéki csalódás kiküszöbölésének igényéből keletkezett. A térkompozíciónak e két alapvonását veszi át a piazza Retta.

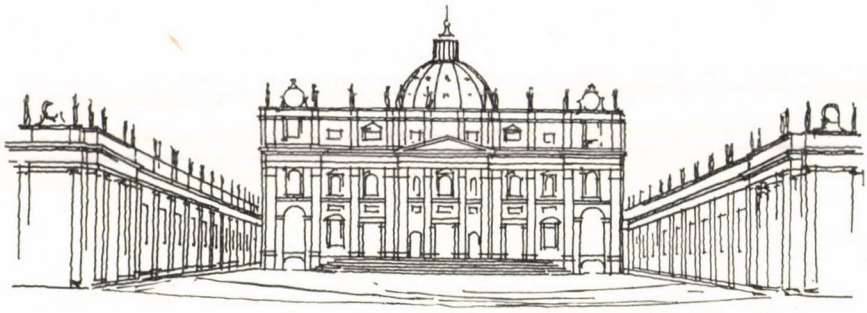
Közeli nézetből a kupola már nem érvényesül. Nem emelheti fel magához a homlokzatot, ezért — Bernini szavaival élve — a homlokzatnak kell önmaga fölé emelkednie. („. . . in certo modo si sarebbe sollevata sopra se stessa.") A szakirodalom elég részletesen tárgyalja, hogy Bernini ezt milyen eszközökkel valósította meg. Alkati adottságainkból következik, hogy helyzetünket mindig egy derékszögű koordinátarendszerben határozzuk meg. A biztos helyzetérzés vágya általában annyira erős, hogy az alaptípushoz közelálló térformákat gyakran nemcsak viszonyítjuk e koordinátákhoz, hanem ösztönösen át is formáljuk derékszögűvé. A trapézt így bizonyos határok között — természetesen csak akkor, ha a szimmetria tengelyében állunk — derékszögű négyszögnek érzékeljük. A hozzánk közelebb fekvő méretet vetítjük át automatikusan a távolabbi oldalra. A S. Pietro esetében ez azt jelenti, hogy a homlokzat szélessége látszólag a piazza Retta kisebb oldalának hosszára csökken. A magasság



helyes érzékelését azonban semmi nem gátolja, ezért a csalódás itt nem annyira a méreteket, hanem elsősorban az arányokat változtatja meg, és a homlokzatot a ténylegesnél magasabbnak tünteti fel.

A divergáló forma ugyanakkor továbbra is biztosítja azt, hogy maga a tér együtt mozogjon a rajta haladóval, s ne csak passzív keretként övezze az embert. A templomhomlokzat lassan most is hátrál. Igaz, hogy mozgásának üteme nem annyira gyors, mint eleinte. Az ellenperspektívát adó tér mélysége, ennek megfelelően ereje a korábbihoz képest lényegesen csökkent, a piazza Retta közepéről pedig, mikor a látómezőt egészében a homlokzat tölti ki, teljesen meg is szűnik. A tér önmozgásának ilyen mérvű korlátozása érthető. Feladata itt már nem az, hogy dinamikája révén közvetlenül hasson. Az épület túlságosan közel van ahhoz, hogy valósághű érzékelését az illúziót rontó, bántó torzulás nélkül módosítani lehessen. A merev térhatárok fellazításának célja inkább az, hogy a piazza Obliqua átmeneti nyugalma után újra felidézze, ébren tartsa az első benyomások hangulatát, visszaállítsa a néző és a templom korábban kialakult viszonyát, s ezzel megteremtse annak a léptékváltásnak pszichikai feltételeit, mely a végső élmény kibontásának egyik jelentős eszköze.

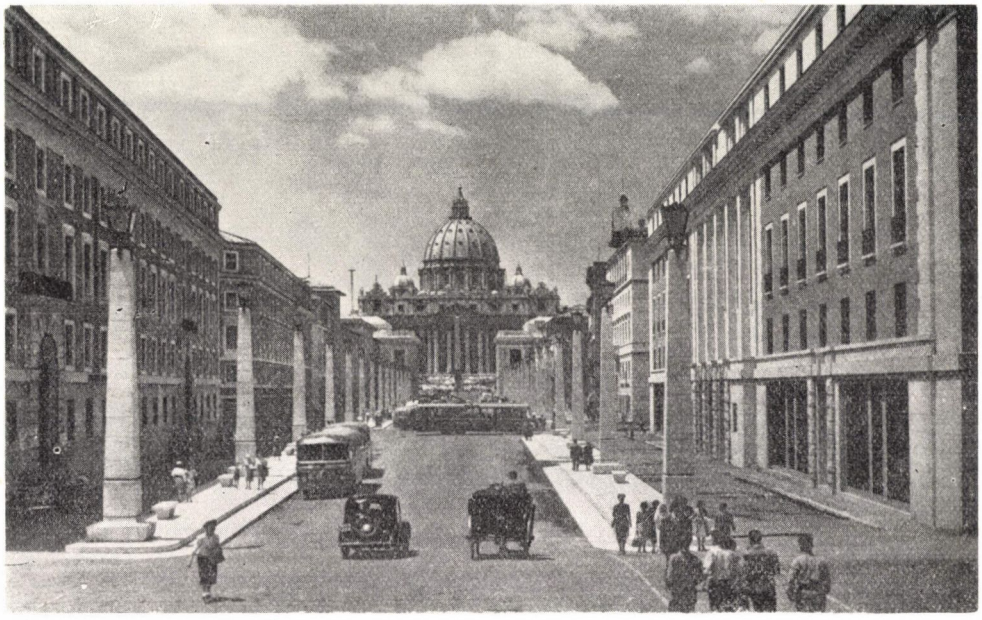
A szt. Péter térnél hiányzik az a közbeiktatott léptékrendszer, mely fokozatos átmenetekkel vezet az embertől az épületig. Ez természetes, hiszen az abszolút méretek pontos közvetítése, a térbeli viszonylatok vizuális rögzítése megszüntetné azt a lehetőséget, hogy a valóságot egy csupán a tudatban élő, de a realítás erejével ható kép segítségével korrigáljuk. A feltárulás első szakaszában — mint már tárgyaltuk — a közvetítő lépték szerepét olyan asz-



18—19. A térrendszer feltárulása a piazza Obliqua középpontjából

szociatív méretek töltik be, melyeket a megszokás, a tapasztalat adta beidegzés társít egy-egy formához. Ennek alapján a térrendszer egészét s vele együtt a templomot a tényleges nagyságnak majdnem felére redukáljuk. Ahhoz, hogy ez az asszociatív méret valójában hasson, bizonyos távolság szükséges. A piazza Rettán már érvényét veszti. Az épület fokozatosan saját méreteihez növekszik. Ekkorra viszont — kellő perspektíva hiányában — a homlokzatot csak részleteiben tudjuk áttekinteni, s most az előbbi folyamat fordítottja játszódik le. Korábban a tényleges épület hozzánk viszonyított nagyságát határoztuk meg, s az ehhez szükséges léptéket adta egy tudatunkban élő méretrendszer. Most a templom összképét őrzi tudatunk, egy bizonytalan nagyságrendű, dinamikus, tágítható képet, s ehhez viszonyítva válnak relatív léptékké azok a részletek, melyeknek abszolút méretét közvetlenül, csalódás nélkül érzékeljük. Eddig úgy éreztük, hogy a változó, egymást helyesbítő benyomások fokozatosan megközelítik, s egyre tisztábban tükrözik a valóságot. A térsort végigjárva aztán kiderül, hogy ez a közelítés látszólagos volt. Amikor alkalmunk adódna arra, hogy legalább retrospektíve, de végre tévedéstől mentesen a tér teljes rendszerét magunk számára összegezzük, nemcsak az élménysor reális elemei összegeződnek, hanem ellentmondásai is. A lépték, amelyhez viszonyítanánk, egyértelműen meghatározott. A kép azonban, melynek valós nagyságát keressük, meghatározatlan. A kétszeres áttétel, az ellentmondásból támadó feszültség szinte korlátlan szabadságot ad a képzeletnek. Végső soron a befejező élményt — a valóság adataiból elindulva — igényeink, tetszésünk, nem egy esetben hangulatunk szerint magunk alakítjuk.

Bernini kompozíciós módszere szokatlan tisztasággal áll előttünk. A tervbevett korrekcióhoz nem valami későrenaissance szellemű, egy nézőpontra szervezett álperspektívát használt segítségként. A perspektivikus hatások egész sorát alkalmazta, s kapcsolta be olyan szervességgel a mozgás folyamatába, hogy a néző akaratlanul is átveszi e rendszer logikáját, s a szükséges módosításokat önmagában, de mindig a rendszer által szabott határokon belül, egyedül végzi el. Érdemes lenne részletesebben foglalkozni a térkompozíciónak ezzel a sajátosan barokk módjával már csak azért is, mert az illúzionizmusnak és a korra elég gyakran jellemző teatralitásnak igen érdekes problémáit veti fel. A kérdés azonban annyira szerteágazó, hogy tárgyalása szinte önálló tanulmányt igényel, s ez már meghaladja e dolgozat eredeti célkitűzését. Elég, ha néhány megjegyzésre szorítkozunk, mely a vizsgált téma szempontjából elsősorban fontos.



20. A via della Conciliazione

Az az élménysor, melynek menetét az eddigiekben röviden felvázoltuk, csak akkor teljes, ha a S. Pietro előtti együttest egy nyújtott, már majdnem útként ható harmadik térrésszel kiegészítjük. Ez biztosítja azt az előkészítést, melyre alapozva a térrendszer minden további eleme, egyébként önkényesnek tűnő megoldása indokolttá válik. Az esztétikai elemzés tehát továbbmenően megerősíti azt a hipotézist, melyet az építés történetének néhány adata, s különösen Bernini perspektivikus vázlata már eddig is elfogadható módon igazolt. Látszólag ugyan ez ellen szól Bernini másik vázlata (4. ábra), melyen a piazza Obliquához csak egy kis mélységű bevezető rész csatlakozik. Azonban ha figyelembe vesszük azt, hogy mindkét vázlat egy időben, 1667 elején készült, amikor Bernini nem csupán a tér továbbépítésének elméleti lehetőségét vizsgálta, hanem konkrét tervet dolgozott ki a befejezésre, joggal tekinthetjük mindkét változatot egy egységes elgondolás részeinek, a kongregáció elé terjesztett terv résztanulmányának. Semmi nem indokolja, hogy az utóbbit önálló javaslatként kezeljük. A rajz határozottan feltünteti a piazza Rettát és a kolonnádokat, A Rusticucci helyén viszont nem teret jelöl, hanem egy pontosan nem azonosítható alaprajzot, ennek északi oldalán felismerhető módon a Borgo Nuovot, a délin pedig egy ívesen hajló, a kolonnád sarokpontjától induló útvonalat. A két út térhez viszonyított helyzete, általában a piazza Obliquától keletre eső terület ábrázolása eltér az akkori tényleges állapottól, de lényegében egyezik a perspektivikus vázlat megfelelő részével. Valószínű tehát, hogy Bernini itt nem a tér kialakításának konkrét formáját, hanem a teljes térrendszer feltárulásának egyik jellemző pontját vizsgálta. A tér feltárulását arról a pontról, melyet a 16. és 17. rajz elemez, s melynek jelentőségével, az összhatásban játszott szerepével már foglalkoztunk. Ebben az esetben viszont

az alaprajzi vázlat szervesen beilleszthető a Bernini tervbe, s nem cáfolja, hanem igazolja a rekonstrukció helyességét.

Bernini végső tervétől a szt. Péter tér mai formája elég erősen, és éppen lényeges vonásaiban különbözik. A szakirodalom méltán bírálja a harmincas években végrehajtott munkát. Ekkor ugyanis megváltozott az addigi, befejezetlenségében is hiteles állapot, de a továbbépítés figyelmen kívül hagyta a rendszer adottságait. Bernini kezdettől fogva a Borgo Nuovohoz alkalmazkodott, ennek iránya határozta meg a kolonnádok közötti nyílást és a piazza Retta keleti sarokpontjait. Az új terv azonban a Borgo Vecchio déli vonalát őrizte meg, ennek szabálytalanságát vetítette át a via della Conciliazione északi oldalára. A tér és a Borgók közötti szerves kapcsolat ezzel lényegében megszűnt. A tervezők nyilvánvaló módon arra törekedtek, hogy csak a templomot vonják be vizuálisan a városképbe. Ennek érdekében az út tér felőli végét még jobban leszűkítették, s két benyúló, pylon-szerű építménnyel akadályozták meg, hogy a tér távolabbi nézetből érvényesülhessen. Kétségtelen, hogy ez a megoldás átmentette a térhatásnak azt a váratlan, kissé középkorias jellegét, melyet az átmenetnélküliség, a hirtelen kibomlás biztosított, de ezt a feltárulást egy olyan esetleges ponthoz kötötte, melynek helyét semmi nem indokolja. A piazza Rusticucci ma túlságosan kicsi ahhoz, hogy perspektívája a tér hatásában önállóan is belejátsszon, ahhoz viszont túlságosan mély, hogy a piazza Obliquát legattraktívebben bemutató előtér szerepét játszhassa. A szt. Péter tér együttese a nagyarányú rendezési munka ellenére sem vált befejezettebbé. A kiegészítés nem Bernini tervét követte. A befejezetlenségből adódó, s három évszázad alatt megszokott ad hoc vonásokat merevítette véglegessé.

Érkezett 1965 december hóban.

Dr. GERLE GYÖRGY, a műszaki tudományok kandidátusa

MATEMATIKAI MÓDSZEREK ALKALMAZÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI A TELEPÜLÉSTUDOMÁNYBAN

I.

A tudományterületek fejlődésének általános sajátossága, hogy a *jelenségek megfigyelésének és értékelésének eredeti — qualitatív — jellege egyre inkább quantitatívvá válik.* A minőségi megkülönböztetések a megfelelő mennyiségek határértékeivel sokkal egyértelműbben és sokkal pontosabban jellemezhetők. A hullámhosszakban kifejezett színek a színvakok számára is félreérthetetlenek. A „van" és a „nincs" fogalma is már egyre több ágazatban a vizsgált elemek számának a függvénye. A vörös vérsejtek, vagy a kórokozók bizonyos mennyisége egészséget, illetve betegséget jelent. A jelenségek törvényszerű bekövetkezése nem a jelenség előzményeinek okozata, hanem a megfigyelt előzmények és jelenségek kapcsolatának quantitatíve magasfokú statisztikai valószínűsége. A fizikában már eljutottunk odáig, hogy a dolgok csak mennyiségi vonatkozásban térnek el egymástól, és a minőség csak a mennyiségi eltérések szubjektív érzékelése. Az agyunk — ez a legtökéletesebb számítóberendezés, amely csak az időegység alatt elvégezhető műveletek száma tekintetében marad le elektronikus versenytársai mögött — mennyiségi szempontból eltérő impulzusok tömegét „kódolja", összeadja, átlagolja, egybeveti a memoria-egységben elraktározott jelek, ill. számítási eredmények tömegével, és így hoz létre olyan szintetikus, minőségi információkat, mint pl. „jó" vagy „rossz". Az ilyen megállapítások — egzakt tudományos értékű következtetések céljára is alkalmas — értelmezése azonban csakis megfelelően quantifikált formában lehetséges. Ezt a quantifikációt azonban — az összetevők nagy száma, azok bonyolult kölcsönhatásai és az összehasonlításban konkurrens alternatívák tömege miatt — csak az összetevők sajátosságait és összefüggéseit szimbolizáló matematikai modellek felhasználásával, azok megoldása útján tudjuk elvégezni. Ily módon lép fel minden tudományágban — annak megfelelő fejlődési szakaszában — a matematikai módszerek alkalmazásának szükségessége.

Az előző — általánosabb jellegű — bevezetés után még szükségesnek tartom felhívni a figyelmet néhány körülményre, amelyek tisztázatlansága idézi elő azt a helyzetet, hogy ma még számos tudományágban — közöttük a településtudományban is — az alkalmazás *lehetőségéről* is beszélnünk kell, ahelyett, hogy — elismerve annak *szükségességét* — kizárólag az alkalmazás célszerű módszereivel foglalkoznánk.

Ennek során mindenekelőtt azt a kérdést kell felvetnünk, hogy tulajdonképpen mit is értünk *matematikai módszereken?* Az utóbbi időben ugyanis minden tudományág és szakma területén egyre kiterjedtebben alkalmazzák a matematikát, amely lényegében csaknem minden tudományág — így újabban már az orvostudomány, az esztétika, a zenetudomány, a nyelvtudomány,

sőt a jogtudomány — művelésének szükségszerű eszköze és így — *alkalmazott matematika* formájában — minden egyes tudományággal — annak mindenkori igényei szerint — együtt fejlődik, bővül. Vagyis maga az alkalmazott matematika olyan — minden más tudományág céljára igénybe vehető és eredményesen felhasználható — ismeretanyag, amelynek további fejlődését döntően befolyásolják azok az új gondolatok és igények, amelyek az alkalmazott matematikát felhasználó más tudományágak, illetve szakmák fejlődése során rendszeresen felmerülnek.

A matematikai módszerek alkalmazása tehát *általában* annyira korszerű, amennyire az igénybe vevő tudományágak és szakmák korszerű igényeit kielégíteni képes. Ezen az alapvető összefüggésen túlmenően azonban most már egyre inkább találkozunk olyan jelenségekkel is, hogy az egyes tudományágakban és szakmákban alkalmazott matematika eredményei — analóg jellegüknél fogva — más tudományágakba és szakmákba is — kisebb-nagyobb adaptációs eljárás eredményeképpen — átültethetők és ott is eredményesen alkalmazhatók. Ez az utóbbi jelenség különösen most vált időszerűvé azáltal, hogy egyes tudományágak — mint pl. az atomfizika, az űrkutatás, a közgazdaságtudomány stb. — kiemelkedő mértékben vették igénybe a matematikai módszerek alkalmazásának lehetőségét, és az alkalmazás technikáját is ugrásszerű mértékben fejlesztették tovább. Ennek eredményeképpen egyre nagyobb számban jönnek létre olyan módszerek, amelyek eredményes felhasználása több tudományterületen — sőt *egyre* több tudományterületen és szakmában — is lehetségesnek mutatkozik.

Míg azonban egyes tudományágakban a felmerült feladatok megoldása a rendelkezésre álló matematikai ismeretanyagok igénybevétele és továbbfejlesztése nélkül egyáltalában nem volt lehetséges — ilyen pl. az atomenergia gyakorlati (háborús és békés) felhasználási lehetőségének biztosítása vagy a mesterséges bolygók és űrhajók pályájának „megtervezése" stb. — addig számos más tudományágban — közöttük a településtudományban is — a problémákat általában és látszólag kielégítően sikerült — ilyen magas színvonalú, alkalmazott matematikai módszerek nélkül is — megoldani. Ezért az ilyen tudományágak művelői részéről rendszeresen felmerül — legalábbis kezdetben — az a kérdés, hogy indokolt-e e tudományágak egyes művelőinek — másrészt az alkalmazott matematikai tudományok művelőinek és gyakorlati felhasználóinak — az a törekvése, hogy a más tudományágak célkitűzéseinek elérése céljából kidolgozott ilyen — meglehetősen nagy felkészültséget, munkaráfordítást és költséget igénylő — módszereket átvegyék és alkalmazzák.

Nyilvánvaló, hogy minden konkrét településre vagy területre eddig is el lehetett készíteni az ezek távlati állapotát meghatározó, a fejlesztés feladatait eszerint szabályozó városrendezési, ill. regionális terveket. E terveket számos alternatívában ki lehetett és lehet dolgozni, és közülük általában *szubjektív* mérlegelés és — matematikai módszereket még nem igénylő — számítások segítségével is meg lehet állapítani — az *ilyen* mérlegelés alapján — kedvezőbbnek minősülő változatot.

E körülmények között nem könnyű rokonszenvessé tenni a településtudomány jólképzett, nagy tapasztalatokkal rendelkező, de matematikával általában nem foglalkozó művelői előtt ennek a — bizonyos mértékben idegenszerű, a gyakorlati jelenségektől elvont és csak megfelelő előtanulmányok útján megismerhető — tudományágnak a bevonását a maguk munkájába.

Mindezek ellenére a településtudomány művelőinek egyrészt szinte észrevétlenül egyre több olyan ismeretanyagot kellett és kell munkájukhoz felhasználniuk, amelyek előállítása csak matematikai módszerekkel lehetséges (ilyen pl. a népesség távlati lélekszámának és megoszlásának, vagy a forgalom távlati alakulásának előrebecslése), másrészt saját munkájukkal kapcsolatban is egyre gyakrabban merülnek fel olyan kérdések, amelyekre csak szubjektív válaszokat tudnak adni, és ezek vitatott helyességét nem képesek megvédeni objektív megállapítások (számszerű értékítéletek) útján. Így előbb-utóbb a településtudomány számos képviselője magától is rájön arra, hogy megállapításainak megalapozásához a továbbiakban már nem nélkülözheti a matematika segítségét. (Ilyenek pl. az egyes létesítmények legkedvezőbb telepítési helyével, egyes települések fejlesztésének kívánatos mértékével, vonzáskörzetük nagyságának meghatározásával stb. kapcsolatos megállapítások.) Az ilyen kérdések egyre gyakoribbakká, és az ezekre adott válaszok egyre vitatottabbakká válnak, így tehát az ilyen kérdések vitathatatlan megválaszolásához már előbb-utóbb elkerülhetetlenné válik az alkalmazott matematikai módszerek „hivatalos" igénybevétele.

Ilyennek látom a helyezetet a településtudomány oldaláról.

Az alkalmazott matematika oldaláról nézve viszont egyértelműen megállapíthatjuk, hogy ez a tudományág — bár számos más tudományág és szakma területén is nélkülözhetetlen segítséget nyújt — önmagában sem elméleti, sem konkrét gyakorlati problémákat nem képes — és nem is lehet képes — megoldani.

A matematika absztrakt tudomány, amelynek szimbolikája alkalmas arra, hogy logikailag értelmezett gyakorlati összefüggéseket és törvényszerűségeket le tudjon írni — feltéve, hogy az összefüggésre jellemző, vagy azok törvényszerűségét befolyásoló tényezők olyan sajátosságokkal jellemezhetők, amelyeket a matematika nyelvén is meg tudunk fogalmazni. Elnézést kérve a triviális hasonlatért: a matematika szerint $1 \times 2 = 2$. De ha ezt az elvont formulát a legegyszerűbb gyakorlati célra alkalmazzuk is, mindjárt kiderül eljárásunk tisztázatlansága. Pl.: ha egy bizonyos alma súlya 10 dkg, akkor az alkalmazott matematika egyszerű felhasználásával két alma súlyának összesen 20 dkg-nak kellene lennie. Ez azonban csak akkor igaz, ha a második alma is pontosan 10 dkg súlyú. A gyakorlatban azonban — különösen a településtudományban — az alkalmazott számítási módszerek elemeinek heterogenitása még sokkal nagyobb mérvű, mint az almák súlyának a gyakorlatban előforduló különbsége. Még inkább találó a hasonlat, ha a matematika alkalmazásával nemcsak a két alma egyesített súlyát akarom meghatározni, hanem más közös tulajdonságait, pl. közös színhatásukat, vagy közös illatukat. Ezek mindegyike ugyan megfelelő fizikai és kémiai sajátosságaik elemzése alapján nyilvánvalóan lehetséges, de végtelenül bonyolult, és az egyszerű szorzásnál sokszorosan nagyobb matematikai felkészültséget igényel. De még sokszorosan bonyolultabb feladatokkal találkozunk a településtudományban, ahol pl. a meghatározott törvényszerűségek szerint szaporodó mezőgazdasági népesség bevándorol a városba és elkeveredik — az ugyancsak sajátos természetes szaporulattal jellemezhető — városi lakossággal, és a városrendezőnek a kétfajta népesség közös szaporulatát kell előre figyelembe vennie.

Az elmondottak alapján most már konkrétabban felvethetjük azt a kérdést, hogy mit kell értenünk *a településtudomány korszerű problémáinak megoldásához szükséges matematikai módszereken.* A megfelelő válasz érdekében

tulajdonképpen valamilyen módon el kell határolnunk a korszerűséget képviselő matematikát mindazon számszerű feladatoktól, amelyeket a településtudomány és a településtervezés területén dolgozó szakemberek eddig is szükségszerűen és rendszeresen alkalmaztak a maguk munkájához. Nyilvánvaló, hogy az a mérnöki, közgazdaságtudományi, vagy egyéb — a felsőfokú oktatásban megszerzett — alapvető ismeretanyag, amelynek birtokában valaki településtervezővé, ill. a településtudomány művelőjévé válhat, bőségesen tartalmaz matematikai ismereteket, amelyek nagyrészét e szakemberek munkájuk során hasznosítják is.

Azt is megállapíthatjuk, hogy ezeknek a „hagyományos" matematikai módszereknek a köre már a felsőfokú oktatáson belül is egyre gyarapodik, minthogy minden műszaki és tudományos tevékenység szükségszerűen egyre nagyobb mértékben igényli a matematikai módszerek alkalmazását. A magam korosztályához tartozók nyilvánvalóan észrevették, hogy az ugyanolyan képzettséget elérni kívánó gyermekeiknek ma már lényegesen több közvetlen és közvetett (a fizikában, a statikában, a talajmechanikában és más tantárgyakban ismertetett) matematikai ismeretet kell megszerezniük. Ennek a jelenségnek ismeretében jogosan tételezhetjük fel, hogy ha időközben nem fejlődtek volna ki a településtudománnyal párhuzamosan olyan magas matematikai igényű tudományágak, mint amilyeneket említettem, úgy a fokozatosan fejlődő településtudomány szakemberei előbb-utóbb maguktól is felléptek volna azzal — a pillanatnyilag ugrásszerűnek látszó — igénnyel, amelynek kielégítése most nagyrészt az e téren gyorsabban fejlődő tudományágak természetes produktumainak felhasználásával válik lehetségessé — de semmiesetre sem időelőttivé.

Ezt igazolja az a körülmény is, hogy pl. már a múlt században is jelentek meg publikációk, amelyek az optimális telepítési hely meghatározását szolgálták — az akkori matematikai színvonalnak megfelelő módszerekkel (Thünen, Launhardt stb.). Ezek a módszerek azóta a legutóbbi időkig azért nem tudtak a korszerű követelmények kielégítésének megfelelő színvonalra emelkedni, mert a megfelelő matematikai számító apparátus hiánya miatt csak igen egyszerű — a valóság jellemzéséhez szükséges adatbőséghez képest annak csak töredékét leíró — matematikai modellek felállítása és számszerű értékelése volt lehetséges. Az absztrakció egymagában nem adott — és nem is adhatott — a gyakorlati felhasználásra alkalmas eredményeket.

Így tehát a korszerű településtudományi feladatok elvégzése során alkalmazni kívánt új matematikai módszereket egyelőre nem tudnám másként definiálni, mint azzal a meghatározással, hogy lényegükben a településtudományban szokásos és egyre fejlődő matematikai módszerekhez képest olyan — a tervezés eredményessége szempontjából minőségi ugrást elősegítő — módszerek alkalmazásáról van szó, amelyek más tudományágazatok területén már lehetővé tették az ott *ilyen* módszerek alkalmazása nélkül megoldhatatlan — és a településtudományban is fennálló, de ott szubjektívebb eszközökkel átmenetileg, de nem kielégítően megoldott — problémák célravezető megoldását.

Nyilvánvaló azonban, hogy mint minden más tudományágban és szakmában, úgy a településtudományban is, a *matematika* — módszereinek és eszközeinek bármilyen mértékű fejlődése esetében is — *csak eszköz marad* olyan összefüggések és törvényszerűségek leírásához, valamint hatásuk elemzéséhez, amelyek elemeit a településtudomány művelői és a településtudomány köré-

ben közreműködő egyéb szakemberek: szociológusok, demográfusok, higiénikusok stb. tudják csak megfelelően felismerni, a matematikus számára is appercipiálható módon megfogalmazni, és — a számszerű eredmények kézhezvétele után — azokat a konkrét tervek vagy tervezési normák kidolgozásában hasznosítani.

II.

A mondottak után most már nézzük meg konkrétabban *a településtudományban alkalmazható matematikai módszerek* felhasználási lehetőségeit, vagyis azt, hogy ezek a módszerek *milyen kérdések objektív megválaszolását tudják elősegíteni* a városrendezésben és a regionális tervezésben.

Itt meg kell mondanom, hogy nem volt — és nem is lehetett célom — a településtudomány területén alkalmazható — és nagyrészben már ma is alkalmazott, vagy legalábbis metodikailag adaptált — módszerek és az általuk megoldható konkrét részfeladatok taxatív ismertetése. Egy ilyen ismertetés csak sokkal nagyobb terjedelemben és matematikai szaknyelven is megformulázott alakban volna lehetséges, ami megnehezítené az e helyen kívánt tömör áttekintés biztosítását. Így tehát csak a felhasználás fő irányvonalainak verbális jellemzésére szorítkozom.

Az alkalmazott matematika leglényegesebb — és az alkalmazás szükségességét legélesebben felvető — lehetősége *a településtudomány módszereivel kidolgozott megoldások optimalizálása.*

Ezzel a feladattal kapcsolatban olyan filozófiai előzményt kell felvetnem, amely nemcsak a településtudományban, hanem minden — a gyakorlati életet közvetlenül szolgáló — tudományágban is új perspektívaként jelentkezik. Lényegében arról van szó, hogy *a „jó" és a „rossz" fogalmának bizonyos átértékelődése* következett be — és folyik még ma is számos olyan területen, ahol ezt az értékítéletet ez ideig a gazdasági következményeitől elvonatkoztatott kritériumok alapján ítélték meg. Ahogyan pl. az alkalmazott szilárdságtanban — hagyományos szemléletünk szerint — a „jó" fogalmát az jelentette, hogy a megtervezett monolit vasbeton szerkezet nem szakad le és több vagy kevesebb vas kell bele — de a statika szemponjából legkedvezőbbnek minősített szerkezet még korántsem jelentette az adott körülmények között gazdasági szempontból legkedvezőbbet (mert pl. nem kellett — sőt, bonyolultsága miatt nem is lehetett — vizsgálni az előregyártott szerkezettel, az acélszerkezetek különböző fajtáival és más — az adott időben figyelembe vehető — megoldással való helyettesítés lehetőségének gazdaságosságát a nemzeti jövedelem és a külkereskedelmi mérleg alakulása szempontjából). Ugyanez a helyzet a településtudományban is, ahol a terveket ez idő szerint általában még csak — nagy tapasztalatok árán, de lényegében szubjektíve kialakított — normák és irányelvek tükrében vizsgáljuk meg és ennek alapján csak ilyen megállapításokat tudunk tenni, mint pl.: „az utca *nem elég* széles", vagy „a két település *túlságosan közel* van egymáshoz", anélkül azonban, hogy objektív mértékünk vagy számítási lehetőségünk volna arra nézve, hogy az adott körülmények között melyik utcaszélesség, vagy milyen településtávolság volna gazdasági — esetleg más — szempontból a legkedvezőbb.

Az a körülmény, hogy minden műszaki megoldás — nemcsak a létesítmények minősége, hanem azok elhelyezésének és egymáshoz viszonyított elrendezésének megoldása is — minden változatában más-más gazdasági következ-

ménnyel jár (kisebb vagy nagyobb beruházási, szállítási, üzemeltetési, fenntartási stb. költséget okoz), annyit jelent, hogy *mindenfajta városrendezési vagy regionális tervnek minden változata egy vele szervesen összefüggő gazdasági vetülettel is rendelkezik.* Minden létesítmény elrendezésének — az utcák szélességének éppúgy, mint a települések távolságának — jelentős befolyása van mind a beruházási, mind az üzemeltetési ráfordítások alakulására és ezen — végtelen sok elemből álló — műszaki halmaznak minden egyes eleme általában más elemek egész sorával van kényszerkapcsolatban. Hogyha az egyiknek a helyét vagy méretét megváltoztatjuk, akkor vele együtt a többinek a helye vagy mérete is szükségképpen megváltozik — és ezzel egyidejűleg a gazdasági következmények egész sora is.

Ilyen kérdésekben — még ha a legfejlettebb szakismerettel és tapasztalatokkal rendelkezünk is — vélt evidencia alapján, „ránézésre" dönteni a változatok között, vagy „kapásból" kimondani azt, hogy valamely rendezési problémát így vagy úgy *kell* megoldani — gazdasági felelőtlenség!

A „jó" és a „rossz" hagyományos értelmezésének időszakában még nem tudtuk kellőképpen érzékelni, hogy a rendezési tervek ilyen vagy olyan konkrét megoldása milyen hatalmas gazdasági következményeket von maga után. Ennek érzékeltetése céljából csak arra kívánom felhívni a figyelmet, hogy a nemzeti jövedelemnek általában 1/3 részét kitevő beruházási keret — a felújításoktól és a gépi korszerűsítésektől eltekintve — lényegében városépítési költség, mert minden — a felhasználásával létrejött — létesítmény közvetve vagy közvetlenül települések, ill. a településhálózat fejlesztését szolgálja. Ezen az összes beruházási kereten belül világosan megkülönböztetjhetük egymástól a megvalósuló létesítményeknek mindazon ráfordításait, amelyek

a) *nem függnek a létesítmények térbeli helyétől, illetve azoknak egymáshoz viszonyított helyzetétől* (ilyenek a gépi és egyéb berendezések, valamint az épületeknek az alapozási és a városépítési szempontoktól független szerkezetei), és azokat, amelyek

b) nagysága *a létesítmények térbeli helyétől, ill. azoknak egymáshoz viszonyított elhelyezésétől függ* (ilyenek mindenekelőtt a közlekedési, vízgazdálkodási, energetikai, hírszolgálati hálózatok pályái, az alapozási és a városépítészeti összefüggésekből eredő költségek).

Ez utóbbiak az összes beruházási költségnek általában 20—25 százalékát teszik ki és ingadozásuk — az elrendezési terv minőségétől függően — 10—12%-ot is elérhet az átlagos minőségű tervhez képest.

A beruházások többletköltségeivel közel arányosan változnak az elkészült létesítmények használatának, üzemeltetésének költségei is, tekintettel arra, hogy a hálózati jellegű létesítmények használata (a teljesített tokm-ek és utaskm-ek, a továbbított vízmennyiség szivattyúzási költsége, az elektromos energia feszültségesése stb.) általában a hálózati hosszakkal közel arányos költségeket von maga után.

Bár — éppen a megfelelő szemlélet kialakulásának hiányában — ez ideig még nem történt meg annak a felmérése, hogy a szubjektív módszerekkel kialakított rendezési tervekhez képest konkréten milyen gazdasági megtakarítások volnának elérhetők a matematikai módszerekkel optimalizált tervek bevezetése után, az előző számok alapján nagyságrendileg mégis érzékelhető, hogy teljes nemzeti jövedelmünk jelentős hányadának megtakarítási lehetőségéről van szó — legalább akkora hányadáról, amelyből évenként egy-egy korszerű kisváros felépítése volna lehetséges. Ilyen nagyságrendű megtakarí-

tási lehetőségek elmulasztása nyilvánvalóan helytelen szemléletet tükröz, és tervszerűen gazdálkodó közösségben tartósan nem engedhető meg.

Ezek után még röviden rá szeretnék mutatni az optimalizálás lehetőségének bizonyos korlátaira.

Ahhoz, hogy valamilyen tervmegoldást matematikai szempontból „abszolút" optimálisnak tekinthessünk, olyan megoldást kellene létrehoznunk, amelyben minden előrelátható és előre nem látható tényező a ténylegesen bekövetkező formájában fog realizálódni és hatni. Ez természetesen — a településtudományban érvényesülő, nem törvényszerű, vagy a jelenlegi tudásunkkal előre meg nem ítélhető — jelenségek miatt nem érhető el. Ezenkívül őszintén meg kell mondanom azt is, hogy az optimumot meghatározó tényezők egész sora olyan tömegű adatfelvételt és értékelést igényel, amelyhez a megfelelő eszközök ill. kapacitás nem áll rendelkezésre és amelyek feldolgozása a legtökéletesebben gépesített számítási módszerek alkalmazásával sem volna reálisan elérhető. (Pl. feldolgozásuk túlságosan hosszú időtartamot, vagy túlságosan nagy költséget venne igénybe.) Így tehát számításainkat értelemszerűen olyan — domináns jellegű — adatok beszerzésére és feldolgozására kell alapoznunk, amelyek felhasználása gyakorlatilag még reálisnak tekinthető, de amelyekből kiadódó számszerű értékek a gyakorlati használat szempontjából még nem túlságosan nagy eltéréssel közelítik meg az optimumot.

Az adatgyűjtési módszerek és a számítástechnika fejlődésével azonban egyre több, és a számítás céljára egyre alkalmasabb adatmennyiség gyűjthető be és dolgozható fel, így tehát ezek a korlátok — ha nem is küszöbölhetők ki — a gyakorlatilag még elérhető minimumra redukálhatók.

Egyidejűleg azt is meg kell mondanom, hogy a *számított optimum* — a gyakorlati megvalósítás számos nehézsége és torzító hatású akadálya miatt, amelyeket itt most nem látok szükségesnek részletezni — a valóságban sohasem érhető el, *ismerete azonban mégis szükséges, annak érdekében, hogy a megvalósítás feltételeinek kialakítását az optimum elérésének megközelítése irányában alakítsuk vagy fejlesszük.* Ahhoz, hogy az optimumtól nem túlságosan távoleső — vagyis *racionálisnak nevezhető* — megoldást érhessünk el, legalább tájékozódás céljából *meg kell ismernünk a matematikai optimumot és létrejöttének feltételeit.* Még arra is rá kell mutatnom, hogy az optimum megkeresése a matematikai módszerekkel nem jelenti a figyelembe vehető valamennyi változat kidolgozását — ez nem is lehetséges, hiszen pl. egy-egy városrendezési terv esetében sokezer reálisnak tekinthető változat egyidejű vizsgálatáról kell gondoskodni — hanem általában elégséges egy-egy jellemző alapváltozat kidolgozása és abból kiindulva, az azoktól való eltérések hatásának logikai elemzése és a logikai elemzés útján megállapított törvényszerű összefüggések matematikai megformulázása. Így tehát a változatok zömét maga a számítóberendezés „dolgozza ki" (persze csak számszerű összefüggések formájában) és ezek között keresi meg az optimális megoldás módját és jellemzőit. Ezekben az esetekben természetesen a számszerűen kifejezett optimum jellemzőit még „vissza kell fordítani" a településtudomány nyelvére és annak hagyományos eszközeivel kell megszerkeszteni az optimum feltételeihez alkalmazkodó „racionális" tervet.

A matematikai módszerek alkalmazásának másik nagy területe: *a tervezés szempontjából irányadó távlati jelenségek bekövetkezésének előirányozása.* Mint ismeretes, a településtervezés eredménye — a területnek, ill. a telepü-

lésnek a tervekben meghatározott távlati állapota — a tényezők három jellegzetes csoportjának érvényesülése útján jön létre. Ez a három csoport:

1. A megtervezett létesítmények, ill. területfelhasználási módok megvalósítása (vagyis, a megtervezett gyárak, lakótelepek, utak, stb. létrejönnek és a meghatározott helyükön léteznek, üzemelnek, használják őket).

2. A megtervezett és megvalósult létesítmények hatása a maguk környezetére. (A lakosság egy része az oldatelepített gyárba megy dolgozni, egy részük a felépült lakótelepbe költözik, annak közintézményeit használja, — más részük oda ingázik. Megváltozik gazdasági helyzetük, megnövekednek szociális, kulturális és ellátási igényeik stb.)

3. A tervezés eredményeitől közvetlenül nem függően (de bizonyos áttételekkel annak hatása által befolyásolva) végbemenő (általában objektívnek, ill. spontánnak tekintett) jelenségek (természetes szaporulat, a népesség demográfiai megoszlása, a műszaki fejlődés, a hidrológiai viszonyok változása stb.)

Az első csoportba tartozó tényezők eredményei akaratunktól függenek. Tervszerű megvalósulást feltételezve — előre meghatározott állapot jön létre.

A tényezők második csoportjának hatása már bonyolultabb. Az a körülmény, hogy egy odatelepülő üzem hatására hányan, honnan fognak odajárni dolgozni, és hogy ezek közül kik, honnan fognak beingázni, és kik, honnan fognak a létesülő lakótelepbe betelepülni — ezt már csak feltételezni lehet. Ilyen kérdésekben ez ideig rendszerint logikusnak látszó feltevések alapján, szubjektíve foglaltunk állást. A tényleges megvalósulás azonban igen sok esetben a feltételezéstől messzemenően eltért, ami tarthatatlan lakásviszonyokra, a kommunális ellátási problémák megoldhatatlanságára, előre nem látott, hatalmas ráfordítások szükségességére vezetett. Ebben a csoportban a létesítések hatására bekövetkező vonzások törvényszerűségeinek megkutatása és a kutatási eredmények alapján alkalmazott számítások a feltételezéseket már nagymértékben objektivizálni képesek.

Hasonló a helyzet a tényezők harmadik csoportjával. Az általában objektívnak tekintett folyamatok távlati alakulásának trendjét a demográfiában, a közlekedéstudományban, és még számos más tudományos ágazatban már régóta alkalmazzák. Ezek kiszámításával irányozzák elő egyes területek, települések várható távlati lélekszámát és kormegoszlását, egyes útszakaszok várható távlati forgalmát. Mint azonban a tapasztalat igazolja, ezek a számítási módszerek — éppen a jelenségek abszolút objektivitásának feltételezése, és nagyrészt a településtudományi vonatkozású hatások mellőzése miatt — ez idő szerint nem adnak megbízható — ill. a településtervezésben kielégítő pontossággal alkalmazható eredményeket. Az egyes települések természetes szaporulatának alakulására például — a természetes szaporulat alakulására ható általános tényezők mellett, ill. azokon belül, de az alapvető trend-et módosító mértékben — hat az a körülmény, hogy a sajátos természetes szaporulati tényezővel rendelkező városi lakosság milyen sajátos természetes szaporulati tényezővel jellemezhető területről bevándorló népességgel keveredik, milyen arányban, milyen a bevándorlók nemek és kor szerinti megoszlása, milyen a város lakás- és kommunális ellátottsága, milyen jövedelmet biztosító munkahelyek állnak ott rendelkezésre stb. Hasonlóképpen, a vizsgált útszakasz távlati forgalmának meghatározására kiszámított trend alakulását meghatározó általános tényezők mellett — ill. azokon belül — kiemelt nyomatékkal hatnak a környező területre vonatkozó településtervek és azok megvalósu-

lása, egy-egy jelentősebb ipari üzem odatelepítése, vagy valamely településnek az átlagosnál nagyobbmérvű fejlődése. A tényezőknek ebben a csoportjában — a már hagyományosnak tekinthető — trendszámítások mellett — ill. azokon felül — a hagyományos trend-ek alakulását befolyásoló — településtudományi vonatkozású — hatások megkutatása és törvényszerűségeiknek a számításban való érvényesítése ezen a téren is megbízhatóbb eredmények elérésére ad lehetőséget.

E két utóbbi tényezőcsoport hatásának objektivizálása olyan sok tényező olyan sok — nagyrészben párhuzamos, részben ellentétes — hatásának együttes értékelését teszi szükségessé, ami már ismételten a matematikai módszerek alkalmazásának szükségességét veti fel.

A matematikai módszerek alkalmazásának ez a két fő területe: az *optimalizálás és az előrebecslés értelemszerűen összefügg egymással*, hiszen az optimális változat kialakításának feltételei olyan távlati állapotban jönnek létre, amelynek sajátosságait is csak az előzőekben vázolt módszerek alkalmazásával tudjuk előirányozni. Minthogy azonban a módszerek alkalmazása a gyakorlatban mindkét területen egymástól függetlenül is értékes részeredményeket produkál, célszerűnek láttam róluk külön-külön is megemlékezni.

Még külön kell foglalkoznom — bár mindkét előző munkaterülettel rokon — *a megvalósítási feladatok ütemezésének optimalizálásával*. Ezt a módszert ma már minden fejlettebb országban rendszeresen alkalmazzák a termelési, szervezési, igazgatási (és hadászati) feladatok lehető leggyorsabb és legkisebb felesleges ráfordítás árán való végrehajtásának biztosítására — *a célkitűzés végrehajtásában résztvevő tevékenységek* — az alapvető feladat szempontjából — *optimális sorrendjének, időtartamának és megkezdési időpontjának megállapítása* útján. Ez a feladat a településtudományban a településhálózat egyes elemeinek — a településeknek, a településközi hálózatoknak és egyes egyedi létesítményeknek — az egyes településeken belül pedig a városépítés fejlesztési szakaszainak optimális sorrendjét, az ennek megvalósításához szükséges feladatok legkedvezőbb ütemezését hivatott megállapítani. Ennek az alkalmazási területnek a kiemelését egyrészt azért tartottam szükségesnek, mert az optimalizáláson a településtudományban igen sokan kizárólag az optimális telepítés, az optimális területfelhasználási mód — általában a térbeli rendezés szempontjából optimális változat — meghatározását értik, másrészt azért, mivel *a településtudomány* — és a településtervezés — *feladatköre az utóbbi időben egyre közelebb kerül a gyakorlati megvalósítás* — a szószerint értelmezett városépítés — *problémájához*. A létesítmények térbeli elrendezése, a területfelhasználási mód megállapítása stb. ugyanis csak úgy értelmezhető helyesen, és csakis úgy adhat gazdasági, társadalmi és minden más szempontból optimális eredményt, ha a fejlesztési feladatok *térben és időben egyaránt koordinálva* vannak.

Világos, hogy minden létesítmény megvalósításának gazdaságossága függ attól, hogy a hozzá — létesítésük vagy üzemeltetésük szempontjából — kapcsolódó más létesítmények mikor valósulnak meg. Ha a létesítmények egyidőben megvalósuló halmaza területileg is összefüggő csoportba rendezhető, akkor kiszolgálásuk egyetlen út- és közműhálózati szakasz egyidejű megvalósítása útján is lehetséges. Ezzel szemben a különböző helyeken megvalósuló létesítmények egyidejűleg több kiszolgáló rendszer létesítését igénylik. *A „hol" és a „mikor" kérdése tehát összefügg és közös optimumot alkot*. Ennek meghatározása is nyilvánvalóan a településtudomány problémája, és ennek

megoldásához nem nélkülözheti az előbb említett sajátos matematikai módszereket.

III.

A matematikai módszerek alkalmazásának legfontosabb gyakorlati feltétele — amelynek bekövetkeztével ez a matematikai színvonal más tudományágakban is kihasználhatóvá vált — *az elektronikus számítóberendezések* megszerkesztése és elterjedése. Ezzel a megállapítással kapcsolatban előre kell bocsátanom, hogy az elektronikus számítóberendezések tulajdonképpen nem a matematika tudományos eredményeit változtatták meg, ill. bővítették ki, hanem csak más módon — kézi számítással, vagy asztali számítógépekkel — is elvégezhető számításokat olyan tömegesen és olyan sebességgel képesek elvégezni, ami egyszerűbb eszközökkel — az eredmények felhasználásához szükséges időtartam alatt — nem volna lehetséges. E számítóberendezések alkalmazása lehetővé teszi azt is, hogy a számításokat igénylő feladat matematikai szimbólumokkal történt megfogalmazásától és az elvégzendő számítási feladatok fajtáinak meghatározásától, valamint a számítások keretében feldolgozandó (behelyettesítendő) adatok megszerzésétől kezdődően minden további feladatot előre meghatározott program alapján a gép végezzen el. Ez — az időbeni és személyi megtakarítások mellett — a számítási feladatok eredményeinek megbízhatóságát (az emberi figyelmetlenségből eredő hibák kiküszöbölését) is fokozza.

A számítógép alkalmazása lényegében a következő fő műveletcsoportokat jelenti:

a) A felvetett kérdés megoldásához vezető logikai összefüggések, ill. törvényszerűségek megállapítása (pl. mely költségtényezők milyen összefüggése jelenti az adott kérdésben a gazdasági optimumot),

b) a törvényszerűségeknek matematikai szimbólumokban való leírása (a számítás alapjául szolgáló modell megszerkesztése),

c) a számításhoz szükséges adatok összegyűjtése,

d) a modell alapján szükséges számítási feladatok, ill. részfeladatok (összeadások, szorzások stb.) megállapítása,

e) a számításhoz szükséges adatoknak a gép „nyelvére" történő lefordítása (szaknyelven: kódolása) és az ilymódon transzformált adatok betáplálása a gép memóriaegységébe,

f) az elvégzendő számítási feladatok kódolása és beadagolásuk a gép memóriaegységébe,

g) a gép tevékenységének megindítása, aminek végeredményeképpen a számítási eredmények kódolt formában állnak rendelkezésre,

h) a gépi számítási eredmények „visszafordítása" (dekódolása).

A felsorolt műveletfajtákkal kapcsolatban világosan felismerhető, hogy azok közül csak az első — és az is csak részben — településtudományi feladat. Ha a településtudományi probléma megoldásának gazdasági optimumát keressük, akkor nyilvánvalóan településtudományi-közgazdasági törvényszerűségeket kell megfogalmaznunk, ha ugyanilyen probléma szociológiai szempontból optimális változatát, akkor pedig településtudományi-szociológiai törvényszerűségeket. És így tovább. Így tehát a számítás gépesítésével már a településtudomány határterületére jutottunk el, ahonnan kezdve a probléma megoldása alkalmazott matematikai, információelméleti, ill. kibernetikai és techni-

kai feladattá válik, míg azután az ezek által produkált eredmények érvényesítése a tervek kidolgozásában, vagy valamely tervezési norma megfelelő értékének meghatározásában — ismét településtudományi feladat.

A közbenső tevékenységet lebonyolító — egyébként önmagában komplex — számító-rendszer (ill. szervezeti egység) ugyanilyen sorrendben végrehajtott, ugyanilyen műveletcsoportok útján bármely más tudományág vagy szakma hasonló rendeltetésű számítási feladatait is végezheti. Ez a feladatkör és az azt ellátó szervezeti egység tevékenysége tehát nem hivatásszerűen a településtudomány, ill. a településtervezés kizárólagos kiszolgálása, hanem matematikai és számítástechnikai feladatok elvégzése tetszőleges igénylők számára.

IV.

Befejezésül még csak azt közlöm, hogy hazánkban éppen most figyelhető meg a megfelelő szerves kapcsolat létrejötte a településtudomány és a matematika képviselői között.

A regionális tervezés és a városrendezés gyakorlati feladatkörét és tudományos kutatásait hivatalból irányító É. M. Településfejlesztési Főosztály már 1960. óta rendszeresen végeztet a regionális tervezés gyakorlati követelményeinek szolgálatába állítható számítási módszerek kialakítására irányuló kutatásokat az É. M. Számítástechnikai és Ügyvitelgépesítési Vállalat kutatási osztályával (ill. annak jogelődjével: az É. M. Építésgazdasági és Szervezési Intézettel).

Ennek eredményeképpen először továbbfejlesztették az ipari üzemek optimális telepítési helyének megállapítására alkalmazható számítási módszereket, kiterjesztve az egyetlen üzem telepítési alternatíváival kapcsolatban végezhető vizsgálatok módszerét egyrészt az egymással kooperáló üzemcsoportok, másrészt az iparág egyidejűleg telepítendő valamennyi üzemének optimális elhelyzésére — figyelemmel az üzemek kommunális kapcsolódásaira is.

További fontos eredmény a különböző központi szerepkörű települések — alrégióközpontok és falukörzetközpontok — optimális vonzáskörzeteinek megállapítására irányuló módszertani kutatások és próbaszámítások sikeres elvégzése.

Hasonlóan eredménnyel járt a Nagyalföld településhálózatának optimális fejlesztési struktúráját meghatározó kutatás és próbaszámítás is.

A városépítés témakörében a Budapesti Városépítési Tervező Vállalat dolgozott ki számítási módszert a nagyvárosi új lakótelepek elhelyezési, beépítési és ütemezési változatainak optimalizálására.

Ezek a munkák egyenlőre igen jelentős elméleti, de még csak nagyon szerény gyakorlati eredménnyel jártak. Megmutatták a településtudományi problémák matematikai megfogalmazásának és számszerű megoldásának lehetőségét, és gyakorlatilag is hasznosítható szempontokat adtak a konkrét feladatok lebonyolításához — a konkrét tervekben is már közvetlenül alkalmazható számszerű eredményeket azonban még nem. Éppen ezeknek a munkáknak az eredményei mutatták meg azokat a pillanatnyilag fennálló hiányosságokat, amelyek egyelőre még akadályozzák a gyakorlati alkalmazás általános bevezetését, és így megmutatják e hiányosságok megszüntetésének feltételeit is.

Első ilyen hiányosság, hogy nem állnak rendelkezésünkre mindazok az adatok, amelyek szükségesek ahhoz, hogy a műszaki, gazdasági, demográfiai, szociológiai valóságot kellő mértékben megközelítő matematikai modelleket számszerűsíteni tudjuk. Ha a modellek tartalmát annyira teljessé tesszük, hogy az legalább a valóság leírása szempontjából domináns elemeket hiánytalanul tartalmazza, kiderül, hogy a matematikai szimbólumok zömét nem tudjuk megfelelő számszerű értékekkel behelyettesíteni. A legátfogóbb statisztikai adatoktól kezdve az egyes ipari üzemek telepítés szempontjából releváns paramétereinek nagy hányadáig egyszerűen nem lehet megválaszolni a számítóapparátus részéről felvetett kérdéseket. Így tehát maga a számítástechnika bevezetésének kísérlete vezetett bennünket arra a felismerésre, hogy eddigi telepítési, területrendezési gyakorlatunkban mennyire nélkülöztük a helyes megoldáshoz szükséges ismérveket, amelyek egyébként — ha felállítjuk és elfogadtatjuk a megfelelő követelményeket — minden nehézség nélkül (természetesen némi többletmunka árán) biztosíthatók. Az É.M. Településfejlesztési Főosztályának kezdeményezésére már két éve folyik a kutatás, amely a településtudományban szükséges statisztikai adatok rendszerét hivatott megállapítani. Ennek a munkának szerves része a korszerű számítástechnika adatigényének hiánytalan kielégítését szolgáló rendszer kidolgozása is.

A második hiányosság technikai jellegű. Bár ma is még szinte csodaszámba mennek az elektronikus számítóberendezések teljesítőképességéről forgalomba kerülő egyre újabb (egyébként hiteles) adatok, mégis kiderült, hogy a településtudomány területén megoldandó számos probléma bonyolultsága és sokrétűsége — a településtudományi szempontból értékelhető komplex sajátosságokat meghatározó összetevők és a figyelembe veendő alternatívák igen nagy száma — olyan terjedelmű számítási feladatsor megoldását teszi szükségessé, amellyel az ez idő szerint e célra nálunk rendelkezésre álló számítóberendezés nem tud hiánytalanul megbirkózni. A településtudomány gyakorlati igényeit is már kielégítő számításokat csak olyan sok lépcsőben — és emiatt olyan sok időveszteséggel — lehet az egész építésügy és építőipar rendelkezésére álló egyetlen berendezésen lebonyolítani, hogy annak kapacitását elvonná az egyéb halaszthatatlan feladatok elvégzésétől. Így tehát számos probléma esetében egyelőre még csak a próbaszámítások színvonalának megfelelő részfeladatok elvégzését tudjuk biztosítani. Ha azonban arra gondolunk, hogy amikor e sorok szerzője felvetette a korszerű matematika alkalmazásának szükségességét a hazai településtudományi feladatok megoldásának elősegítésére, akkor még semmiféle számítóberendezés nem állott rendelkezésre ilyen célokra, bizalommal számíthatunk arra, hogy a szükséges adatok biztosításának időpontjában a gépi kapacitás-igényt is ki fogjuk tudni elégíteni.[1]

A gyakorlati alkalmazás realizálása vonatkozásában örvendetes jelenség, hogy ez évben sikerült olyan operatív kapcsolatot létrehozni a VÁTERV regionális tervezői és a SZÁMGÉP matematikusai, ill. számítástechnikusai között, amelynek során, konkrét tervezési munkák kapcsán a végső eredmény kialakításánál a tervezők — többek között — a számítási eredményekre is támaszkodni fognak. Ilyen feladat pl. a raktárhálózat és az építőipari bázisok országos telepítési tervtanulmányának kidolgozása, valamint az Országos

[1] Lengyelországban pl. Varsó általános rendezési tervének kidolgozása során már 4500 alternatívát optimalizáltak számítóberendezések segítségével.

Településhálózati Tervtanulmányban kialakított egyes vonzáskörzetek felülvizsgálata.

Mindez lényegében arra mutat, hogy — a nem titkolt nehézségek ellenére — töretlenül haladunk abban az irányban, hogy a korszerű matematikai módszerek és számítástechnika megfelelő segítséget nyújtsanak a településtudomány bonyolult feladatainak lehető leghatékonyabb megoldásához. Ezt a haladást segíti elő az MTA Településtudományi Bizottságának 1965. május hó 8-i ülésén hozott határozata is, amelyben felhívja az Építésügyi Minisztérium figyelmét a korszerű matematikai módszerek e területen való alkalmazási lehetőségének igen alapos kutatási munka keretében való megvizsgálására.

Érkezett 1965 szeptember hóban

DR. DULÁCSKA ENDRE—DR. KOLLÁR LAJOS, a műszaki tudományok doktora

KONOIDHÉJKONZOL SZÁMÍTÁSA

A dolgozat a konzolszerűen kialakított konoidhéj erőjátékát tárgyalja a lapos héjak elméletének felhasználásával. Az alkalmazott közelítő feltevések segítségével a héj metszeterőit zárt összefüggésekkel fejezi ki.

A metszeterőknek a méretezéshez szükséges maximális értékeit egyszerű képletekkel adja meg.

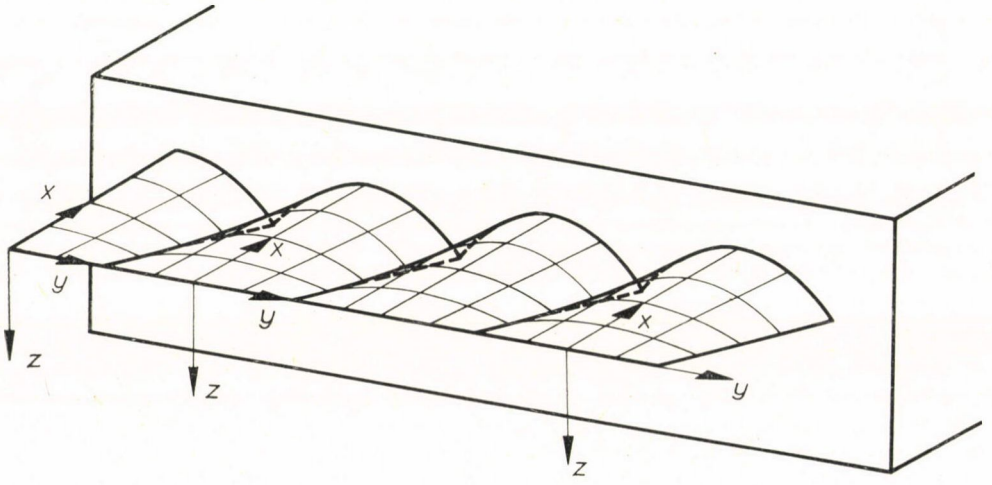
Bevezetés

A mérnöki gyakorlat a konoid alakú héjat általában boltozatszerűen működő szerkezetként alkalmazza [1]. A konoidhéj alakja igen alkalmas befogott konzolként való működésre, mert szerkezeti magassága a befogási keresztmetszet felé növekszik. A konoidhéjnak ilyen konzolos alkalmazására még nincs a gyakorlatban használható számítási módszer [1].

A következőkben egy olyan eljárást mutatunk be, mely a parabolavezérgörbéjű konoidhéj-konzolt a lapos héjak elmélete alapján vizsgálja.

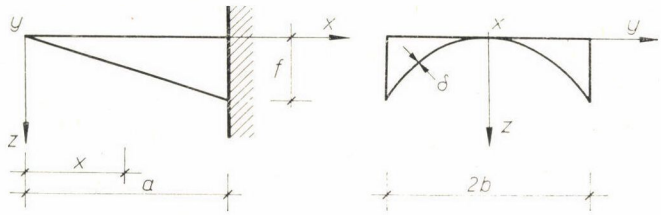
Alapfeltevések

1. Feltesszük, hogy a héj elég lapos ahhoz, hogy alkalmazható rá a lapos héjak elmélete [1], [3].



1. ábra.

2. Az előző pont miatt a héj saját súlya és hóterhe egyenletesen megoszló p_0 teherként vehető figyelembe, és a tényleges metszeterők közel megegyeznek a vetületi metszeterőkkel.



2. ábra.

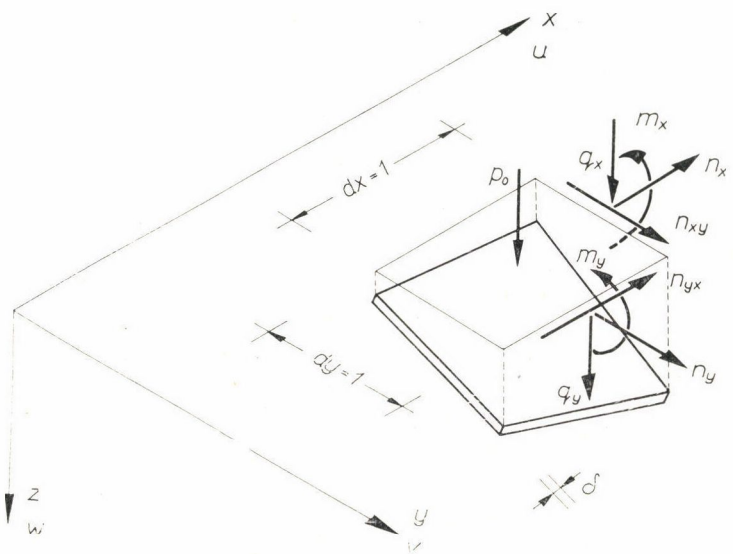
3. Az ívirányú n_y metszeterőknek az alakváltozásra gyakorolt hatását az egyszerűsített héjszámítási módszerekhez hasonlóan elhanyagoljuk.

4. A vizsgált héjszerkezet az x, z síkra szimmetrikus kialakítású.

Jelölések

A héjszerkezet geometriai jelöléseit a 2. ábra, a metszeterők pozitív értékeit a 3. ábra tünteti fel.

E a rugalmassági tényező,
p_0 az egyenletesen megoszló teher,
F a PUCHER-féle feszültségfüggvény,
w, v, u a középfelület valamely pontjának z, y, ill. x irányú elmozdulása,



3. ábra.

$'$ az x szerinti differenciálás jele,

$\cdot$ a y szerinti differenciálás jele, így pl. $\dfrac{\partial^8 w}{\partial x^4\, \partial y^4} \equiv w^{IV\cdot\cdot}$.

$$K = \frac{E\delta^3}{12(1-\nu^2)}; \quad D = E\delta\,,$$

ahol ν a harántkontrakciós együttható,

$z = f \cdot \dfrac{x}{a} \cdot \dfrac{y^2}{b^2}$ a héj középfelületének egyenlete.

A feladat egyenletei

Az alkalmazott feltevésekkel és a megadott jelölésekkel a feladat egyensúlyi és kompatibilitási egyenlete [1], ill [3] alapján a következő:

$$K(w^{IV} + 2w^{II\cdot\cdot} + w^{\cdot\cdot\cdot\cdot}) - (F^{II} \cdot z^{\cdot\cdot} - 2F^{I\cdot} \cdot z^{I\cdot}) = p_0\,, \tag{1}$$

$$2F^{II\cdot\cdot} + F^{\cdot\cdot\cdot\cdot} + D(w^{II} \cdot z^{\cdot\cdot} - 2w^{I\cdot} \cdot z^{I\cdot}) = 0\,. \tag{2}$$

Az (1) és (2) egyenletekben

$$z^{\cdot\cdot} = \frac{2f}{b^2} \cdot \frac{x}{a}, \quad z^{I\cdot} = \frac{2f}{b^2} \cdot \frac{y}{a} \tag{3}$$

a héjfelület másodrendű deriváltjai,

$$\text{és} \quad F^{II} = n_y\,, \quad F^{I\cdot} = -n_{xy}, \quad F^{\cdot\cdot} = n_x\,, \tag{4}$$

a metszeterőknek az F feszültségfüggvénnyel kifejezett értékei.
A hajlítónyomatékok az

$$m_y = -Kw^{\cdot\cdot}; \quad m_x = -Kw^{II} \tag{5}$$

ismert összefüggésekből határozhatók meg.

A feladat feszültségfüggvénye

Az (1) és (2) egyenleteket kielégítő, és a későbbiekben részletezett kerületi feltételeknek megfelelő partikuláris megoldás a következő:

$$F = \frac{15p_0a^2}{8f} \cdot \frac{x}{a}\left(\frac{y^2}{2} - \frac{y^4}{4b^2}\right) + B(x \cdot \ln x - x)\,, \tag{6}$$

$$w = w_{(x)} + w_{(y)}\,. \tag{7}$$

A (7) összefüggést behelyettesítve (2) be,

$$w^{II} = \frac{45p_0a^2}{8f^2D}, \quad w^{IV} = 0\,. \tag{8}$$

Az $x = a$ helyen a $w^{I}_{(x)} = w_{(x)} = 0$ kerületi feltételt figyelembe véve

$$w_{(x)} = \frac{45 p_0 a^2}{16 f^2 D} (a - x)^2. \tag{9}$$

Így F deriváltjait behelyettesítve, az (1) egyenlet alakja:

$$w^{\cdot\cdot\cdot\cdot}_{(y)} = \frac{p_0}{K} \left[\left(1 + \frac{2fB}{ab^2 p_0} \right) - \frac{15}{2} \left(\frac{y^2}{b^2} - \frac{y^4}{b^4} \right) \right]. \tag{10}$$

A (10) egyenletet négyszer integrálva, és a szimmetria miatt az $y = 0$ helyen a $w^{\cdot\cdot\cdot} = w^{\cdot} = 0$ feltételeket figyelembe véve

$$w_{(y)} = \frac{p_0}{K} \left[\left(1 + \frac{2fB}{ab^2 p_0} \right) \frac{y^4}{b^4} - \frac{y^6}{2b^6} + \frac{5y^8}{28 b^8} + \frac{12 C_2 \cdot y^2}{b^6} \right]. \tag{11}$$

A (9) és (10) összefüggéseket (7)-be behelyettesítve megkapjuk w függvényét. A B és C_2 állandókat az $y = \pm b$ perem menti statikai, ill. alakváltozási peremfeltételekből kell meghatározni.

Mivel a befogás helyén ($x = a$ nál) csak a $w^{I} = 0$ feltételt teljesítettük, a $w = 0$ feltételből azonban csak $w_{(x)} = 0 \cdot t$, ezért $w_{(y)}$ itt nem lesz zérus. Ez azt jelenti, hogy a héj keresztirányú alakváltozása a befogás keresztmetszetében is kialakul, tehát megoldásunk pontosan véve olyan „félmerev" diafragma esetére vonatkozik, amely az yz síkban lehetővé teszi a héj mozgásait, de az xz-síkban nem.

Ha nem tudjuk lehetővé tenni a befogási yz síkban a konoidhéj szabad deformálódását (azaz mereven befogjuk), akkor a $w_{(y)}$ alakváltozás meggátlásából olyan peremzavarok keletkeznek, mint amilyenek egyéb héjakon is létrejönnek a héj és a peremív alakváltozás-különbségéből, s amelyeket a gyakorlatban a körhengertartály képleteivel becsülhetünk meg.

A w függvény továbbiakban szükséges y szerinti deriváltjai a következők:

$$w^{\cdot} = \frac{p_0}{K} \left[\left(1 + \frac{2fB}{ab^2 p_0} \right) \frac{y^3}{6} - \frac{y^5}{8b^2} + \frac{y^7}{28 b^4} + \frac{C_2 \cdot y}{b^2} \right], \tag{12}$$

$$w^{\cdot\cdot} = \frac{p_0}{K} \left[\left(1 + \frac{2fB}{ab^2 p_0} \right) \frac{y^2}{2} - \frac{5}{8} \frac{y^4}{b^2} + \frac{y^6}{4b^4} + \frac{C_2}{b^2} \right]. \tag{13}$$

Egyedülálló héj

Ha a héj a 2. ábra szerint van kialakítva, akkor a kerületi feltételek az $y = \pm b$ peremeken:

$$w^{\cdot\cdot} = 0, \quad F^{II} = 0.$$

Ezek figyelembevételével az állandók:

$$B = 0, \quad C_2 = -\frac{b^4}{8}.$$

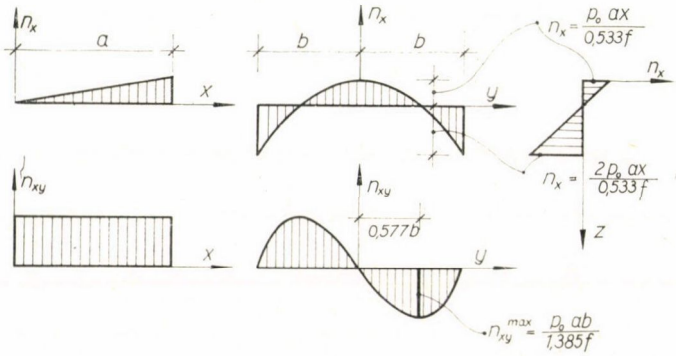
Az állandókat a (4) és (5) összefüggésekbe helyettesítve a metszeterők képletei:

$$n_x = F^{\cdot\cdot} = \frac{15a^2p_0}{8f} \cdot \frac{x}{a}\left(1 - 3\frac{y^2}{b^2}\right), \tag{14}$$

$$n_{xy} = -F^{\mathrm{I}\cdot} = \frac{15ap_0}{8f}\left(\frac{y}{b} - \frac{y^3}{b^3}\right), \tag{15}$$

$$n_y = F^{\mathrm{II}} = 0,$$

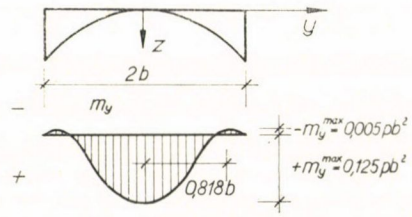
$$m_y = \frac{p_0b^2}{8}\left(1 - \frac{4y^2}{b^2} + \frac{5y^4}{b^4} - 2\frac{y^6}{b^6}\right). \tag{16}$$



4. ábra.

Az m_x hajlító nyomaték (5) és (8) figyelembevételével:

$$m_x = -\frac{15p_0a^2\delta^2}{32f^2}. \tag{17}$$



5. ábra.

A 4. ábra az n_x és n_{xy} metszeterők, az 5. ábra az m_y hajlító nyomatékok megoszlását és maximális értékeit mutatja be.

Ha az egyedülálló héj a 6. ábra szerint van kialakítva, akkor az $y = 0$ él menti kerületi feltételek:

$$w^{\cdot\cdot} = 0, \qquad F^{\mathrm{II}} = 0.$$

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA KÖNYVTÁRA

Így az állandók:

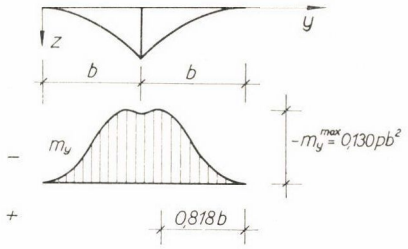
$$B = 0, \qquad C_2 = 0.$$

Az állandók értékeit figyelembe véve n_x és n_{xy} a (14) és (15), az m_x nyomaték a (17) képletekből számíthatók.

Az m_y hajlítónyomaték:

$$m_y = \frac{p_0 b^2}{8}\left(-\frac{4y^2}{b^2} + \frac{5y^4}{b^4} - \frac{2y^6}{b^6}\right). \tag{18}$$

Az m_y hajlítónyomaték megoszlását és maximális értékeit a 6. ábra tünteti fel.



6. ábra.

Az ismertetett megoldás esetén a héjnak az x, z síkkal párhuzamos síkokon fekvő peremvonalai teljesen szabadok lehetnek, az $x = 0$ peremen pedig peremtartót kell alkalmazni az n_{xy} nyíróerők és az m_x hajlító nyomaték felvételére. A peremtartó célszerűen a héj szegélyéből kialakított „rejtett" peremtartó lehet.

A peremtartóra jutó T erőt az n_{yx} nyíróerők 0-tól b-ig való integrálásával kapjuk meg.

A T erő értéke a 7. ábra szerint kialakított héj esetén:

$$T = -\frac{16ab^2p_0}{5f}\left(1 - \frac{3y^2}{b^2} - \frac{2y^4}{b^4}\right), \tag{19}$$

a 8. ábra szerint kialakított héj esetén pedig a

$$T = \frac{16ab^2p_0}{5f}\left(\frac{3y^2}{b^2} - \frac{2y^4}{b^4}\right) \tag{20}$$

összefüggésekből számítható.

A T erők megoszlását a maximális értékeit a 7. és 8. ábrák szemléltetik.

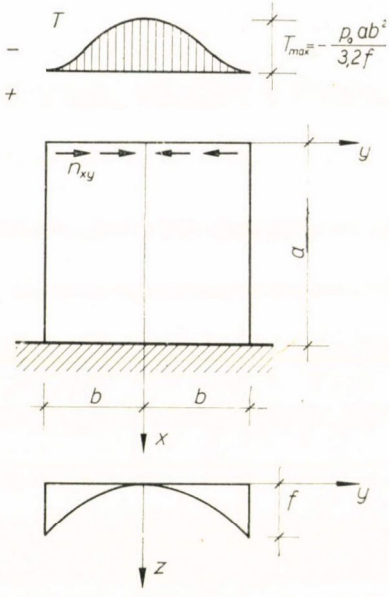
A „rejtett" peremtartó

Ha az $x = 0$ peremen nem alkalmazunk merev peremtartót, akkor a peremen az n_{xy} nyírások és m_x hajlító nyomatékok nem tudnak fellépni, és a héj szegélyében „rejtett" peremtartó alakul ki. Így az $x = 0$ helyen a külső

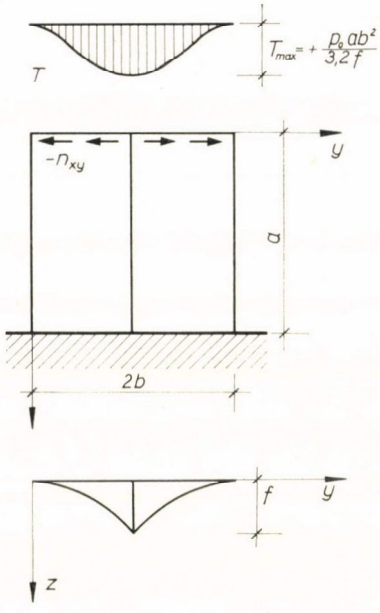
terhet csak az m_x nyomaték változásából származó $\frac{\partial m_x}{\partial x} = q_x$ lemeznyíróerők segítségével egyensúlyozhatjuk.

Az n_{xy} nyíróerő és az m_x nyomaték megváltozását egy olyan feltevés alapján számítjuk, mely a (2) kompatibilitási egyenletet csak közelítően elégíti ki. Ez megengedhető, mert az $x = 0$ helyi peremzavar rövid szakaszon elenyészik, és így e közelítés a héj teljes egészének erőjátékát nem befolyásolja.

Feltesszük, hogy a külső hajlító nyomatékon a héj íves keresztmetszete és a lemezkeresztmetszet hajlítási merevsége arányában osztozik.



7. ábra.



8. ábra.

Ez a feltevés azért jogos, mert a teljes konoidhéjnak és a konoidhéj-lemeznek — természetesen — azonos a lehajlása x minden értékénél, így görbületük is azonos. Minthogy pedig a konoidhéjban a (14) képlet szerint a magassággal lineárisan oszlanak meg az n_x metszeterők, a héjlemezben szintén, így a közös görbületből mind a konoidhéjban, mind a héjlemezben a saját inercianyomatékukkal arányos hajlítónyomaték ébred.

Az íves keresztmetszet inercianyomatéka:

$$J_{iv} = 0{,}1778 \frac{\delta b f^2}{a^2} x^2. \tag{21/a}$$

A héjlemez inercianyomatéka:

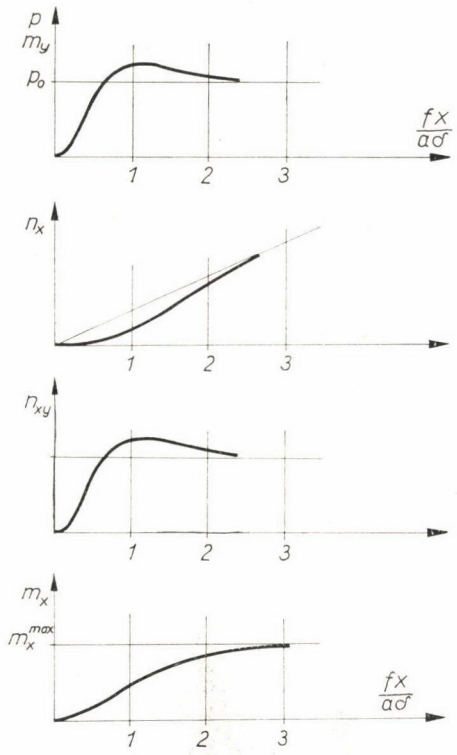
$$J_{lemez} = \frac{2b\delta^3}{12} = 0{,}1667 b\delta^3. \tag{21/b}$$

Így a héjlemezre jutó x irányú nyomaték az

$$A = \frac{\delta^2 a^2}{1{,}066 f^2 x^2} \tag{22}$$

jelölés bevezetésével:

$$m_x = \frac{-p_0 \cdot x^2}{2} \cdot \frac{I_{\text{lemez}}}{I_{\text{lemez}} + I_{\text{ív}}} = \frac{-15 p_0 a^2 \delta^2}{32 f^2} \cdot \frac{1}{1 + A}. \tag{23}$$



9. ábra.

Ha x elég nagy, akkor (23) nevezőjében a második tag mellett az egység elhanyagolható, és így megkapjuk a már korábban meghatározott

$$m_x^{\max} = \frac{-15 p_0 a^2 \delta^2}{32 f^2} \tag{17}$$

értéket, amelyhez m_x tart. Ezt a határértéket x növekedésével m_x rohamosan megközelíti. Ahol az ívmagasság eléri a lemezvastagság háromszorosát $\left(\frac{fx}{\delta a} = 3\right)$, ott már $m_x \approx 0{,}9\, m_x^{\max}$.

Az $x = 0$ peremen a metszeterők megoszlása a 9. ábrán vázolt módon megváltozik.

Az $x = 0$ perem mentén a héj $x \approx \frac{\delta a}{2f}$ szélességű szakaszán alakul ki „rejtett" peremtartó.

A héjra jutó p terhet a

$$p_{\text{héj}} = m^{\text{II}}_{\text{héj}} = \left[\frac{I_{\text{ív}}}{I_{\text{ív}} + I_{\text{lemez}}} \cdot \frac{px^2}{2} \right]^{\text{II}}$$ kifejezésből számíthatjuk.

Így

$$p_{\text{héj}} = p_0 \left[\frac{6}{1+A} - \frac{9}{(1+A)^2} + \frac{4}{(1+A)^3} \right]. \tag{24}$$

Az n_{xy} nyíróerők és m_y nyomatékok x szerinti változása az (1) egyenlet figyelembevételével (24)-hez hasonló.

Héjsorok

A konoidkonzolhéjat előnyösen lehet sorozatban alkalmazni előtetők részére. (Lásd. 1. ábra.)

Több konoid összeépítése esetén az $y = \pm b$ peremek nem tudnak szabadon elfordulni és elmozdulni, a csatlakozó élek csak függőleges, z irányú elmozdulást végezhetnek. Így a csatlakozó vonalakon vízszintes erők ($n_{y(b)}$) és y irányú hajlító nyomatékok ($m_{y(b)}$) ébrednek, és ezek módosítják a héjak m_y ábráját.

A kerületi feltételek az $y = \pm b$ peremen a következők:

$$w' = 0, \quad v = 0.$$

v értéke [2] szerint a

$$v' = - z' \cdot w' \tag{25}$$

kifejezés integrálásával állítható elő.

Behelyettesítve z' és w' értékeit, és az integrálást elvégezve

$$v = \int v' dy = -\frac{p_0}{K} \cdot \frac{2fx}{ab} \left[\left(1 + \frac{2fB}{ab^2 p_0} \right) \frac{y^5}{30} - \frac{15y^7}{840b^2} + \frac{15y^9}{3780b^4} + \frac{C_2 \cdot y^3}{3b^2} \right]. \tag{26}$$

Majd (26) és (12)-t behelyettesítve, és az $y = \pm b$ perem menti kerületi feltételeket kielégítve az állandók értékei:

$$B = - \frac{0{,}142857\, p_0 ab^2}{f}, \tag{27}$$

$$C_2 = - 0{,}029762 b^4. \tag{28}$$

Ezek után a metszeterők képletei az állandók behelyettesítésével:

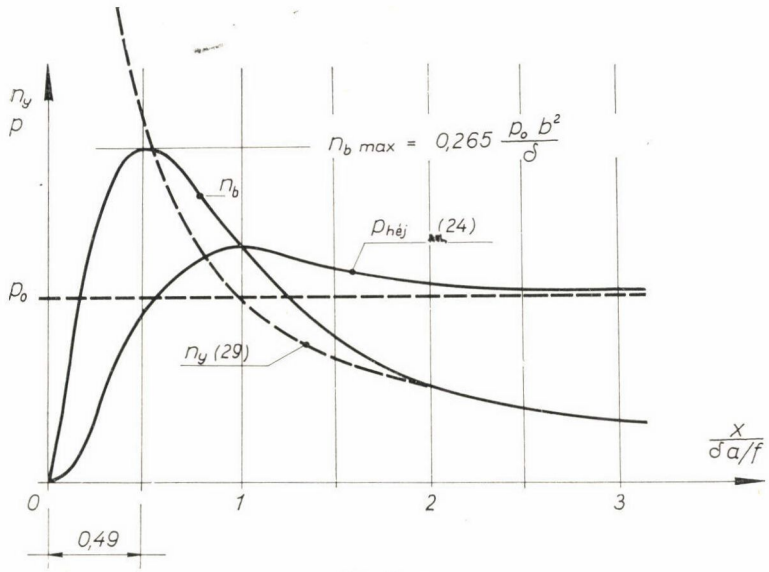
$$n_x = F'' = \frac{15a^2 p_0}{8f} \cdot \frac{x}{a} \left(1 - 3 \frac{y^2}{b^2} \right); \tag{14}$$

$$n_{xy} = -F^{I\cdot} = \frac{15ap_0}{8f}\left(\frac{y}{b} - \frac{y^3}{b^3}\right); \tag{15}$$

$$n_y = F^{II} = -0{,}142857p_0b^2\frac{a}{f\cdot x}; \tag{29}$$

$$m_y = -p_0b^2\left(\frac{5y^2}{14b^2} - \frac{5y^4}{8b^4} + \frac{y^6}{8b^6} - 0{,}029762\right). \tag{30}$$

Az m_y hajlítónyomaték megoszlását és maximális értékeit a 10., 11. ábrák közbenső héjelemein láthatjuk.



10. ábra.

A p tehernek a rejtett peremtartó okozta, a 9. ábrán vázolt megváltozása a B állandóra és így az n_y értékére is visszahat.

Ha n_y (29) szerinti képletébe az állandó p_0 helyett a (24) szerinti p terhet helyettesítjük, megkapjuk n_b-t, a megváltozott n_y közelítő összefüggését. Az n_b metszeterő x szerinti változását, maximális értékét és a maximum helyét a 10. ábra mutatja be.

A rejtett peremtartót természetesen méretezni kell az n_{xy} nyíróerőkből származó T_{max} húzóerőre (8. ábra). Ha pedig T nyomást okoz (7. ábra), akkor kihajlásra kell ellenőrizni a héj szélét.

A p tehernek az $x = 0$ perem menti változása miatt m_y x szerinti megoszlása a p teherhez hasonlóan változik.

A héjsor szélső elemeinek erőjátéka

A szélső héjelemeknek fel kell venniük a közbensőkről az $y = b$ peremen átadódó n_b vízszintes erőt és $m_{y(b)}$ nyomatékot. Tekintve, hogy a héjelemek merevsége vízszintes síkban igen nagy, így mint vízszintes konzolok támasztják meg a héjsort.

Az n_b metszeterők N eredője igen közel esik az $x = 0$ peremhez. A számítás egyszerűsítése céljából N-t a biztonság javára az $x = 0$ peremen hatónak tekintjük. A szélső héjelemben N hatására közelítően a következő többletmetszeterők keletkeznek:

a) Teljes szélső konoid esetén (1. ábra jobboldala)

$$\Delta n_x = \frac{3N}{2b^3} xy, \tag{31}$$

$$\Delta n_{xy} = \frac{3N}{4b}\left(1 - \frac{y^2}{b^2}\right). \tag{32}$$

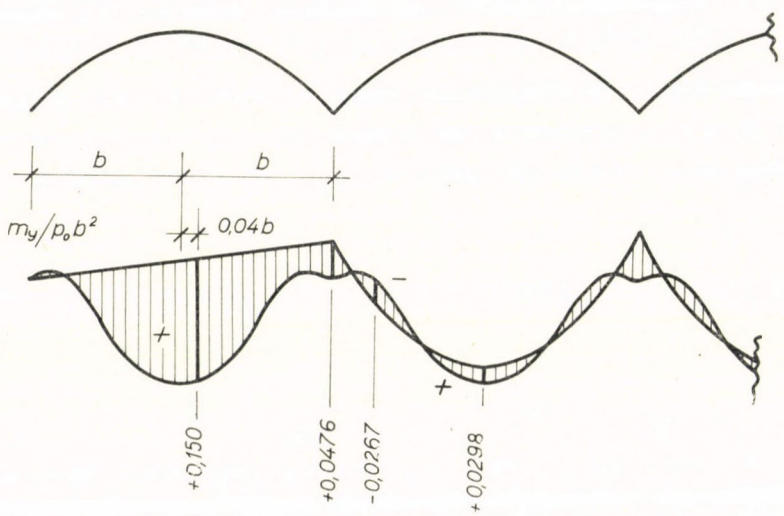
b) Szélső félkonoid esetén (1. ábra baloldala) a vízszintes erőt az első teljes konoid veszi fel, ebben keletkeznek a (31) (32) többletmetszeterők, és a szélső félkonoid nem kap n_y erőt.

Az N erő értéke n_b integrálásával

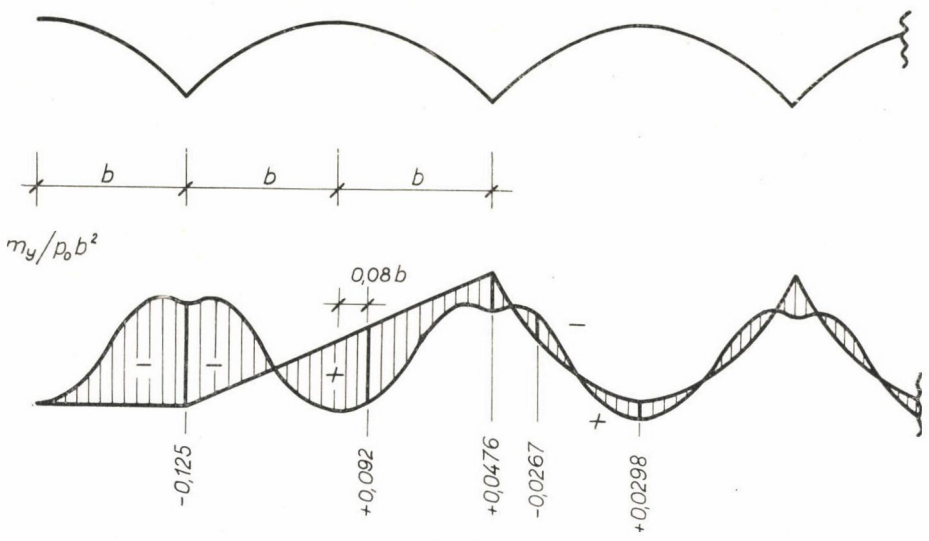
$$N = \int_0^a n_b d_x \approx 0{,}325 \frac{p_0 b^2 a}{f} \cdot \log_{10} \frac{\delta}{3f}.$$

A szélső héjelemet befogó szerkezetet természetesen méretezni kell a leírt $M = N.a$ vízszintes hajlítónyomatékra.

A keresztirányú m_y hajlítónyomatékok a következőképp alakulnak:



11. ábra.



12. ábra.

Félkonoidszél (b. eset) alkalmazásakor a félkonoid nyomatékai a szabad konoidnak felelnek meg, a félkonoid melletti teljes konoidon átmenetet képeznek a következő, belső héjelem felé.

Teljes szélső konoidnál (a. eset) a nyomatékok már a szélső mezőben átmenetet képeznek.

Az átmenetet mindkét esetben úgy vehetjük figyelembe, hogy a nyomatékábráknak az átmeneti mezőben levő, a pontosabb számítások szerint lapos görbe záróvonalát a biztonság javára történő közelítéssel egyenessel helyettesítjük. Így a 11. és 12. ábrán feltüntetett nyomatékábrákat kapjuk.

Megjegyezzük, hogy az 1. ábra jobboldalának megfelelően kialakított megoldás merevítő perem nélkül csak kisebb héjaknál alkalmazható, mert a nyomott szabad szél kihajlásra veszélyes.

Az 1. ábra baloldalának megfelelő kialakítás esetén a héj széle x irányban húzott, ezért kihajlási veszély a peremen nem áll fenn.

Számpélda: Vizsgáljunk egy, a 6. ábra szerint kialakított egyedülálló konoid-konzolhéjat, melynek adatai a következők: $b = 2{,}0$ m, $a = 4{,}0$ m, $f = 1{,}0$ m $\delta = 0{,}06$ m. $p_0 = 300$ kp/m².

A maximális metszeterők:

(14) képlet: $x = a$, $y = o$ (4. ábra)

$$n_{x\,\text{húzás}}^{\max} = \frac{15 \cdot 0{,}3 \cdot 4{,}0^2}{8 \cdot 1{,}0} = 9{,}0 \text{ Mp/m}.$$

(14): $x = a$, $y = b$ (4. ábra)

$$n_{x\,\text{nyomás}}^{\max} = \frac{15 \cdot 0{,}3 \cdot 4{,}0^2}{8 \cdot 1{,}0}(1-3) = -18{,}0 \text{ Mp/m}$$

$$\sigma_b^{\max} = \frac{18000}{6 \cdot 100} = 30 \text{ kp/cm}^2.$$

(15): $x = a$, $y = 0{,}577\ b$
(4. ábra)

$$n_{xy}^{\max} = \frac{0{,}3 \cdot 4{,}0 \cdot 2{,}0}{1{,}385 \cdot 1{,}0} = 1{,}73 \text{ Mp/m}$$

$$\tau = \frac{1730}{6 \cdot 100} = 2{,}9 \text{ kp/cm}^2$$

(20): $x = 0$, $y = b$
(8. ábra)

$$T_{\max} = \frac{0{,}3 \cdot 4{,}0 \cdot 2{,}0^2}{3{,}20 \cdot 1{,}0} = 1{,}5 \text{ Mp}$$

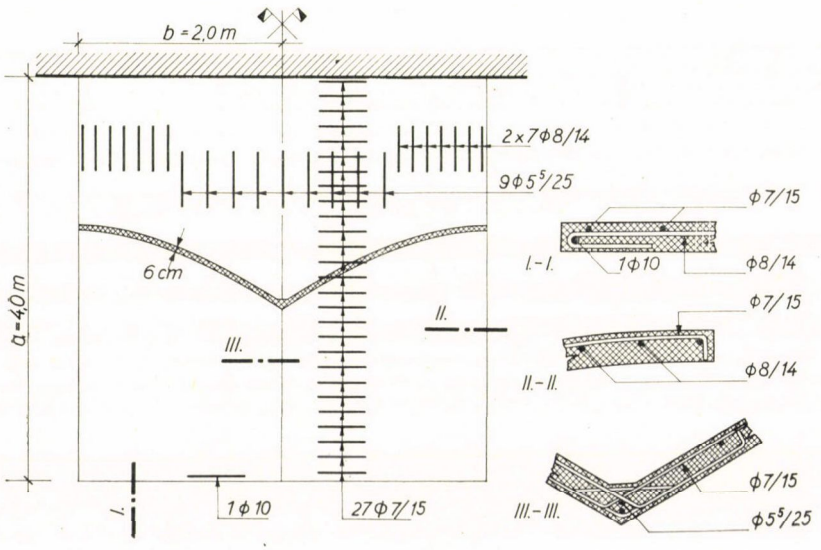
(17):

$$m_y^{\max} = \frac{-15 \cdot 0{,}3 \cdot 4{,}0^2 \cdot 0{,}06^2}{32 \cdot 1{,}0^2} = -8{,}1 \text{ mkp/m}$$

(18): $y = 0{,}182\ b$
(6. ábra)

$$m_y^{\max} = -0{,}13 \cdot 0{,}3 \cdot 2{,}0^2 = 156 \text{ mkp/m}$$

A vasalás elrendezését a 13. ábra mutatja be. Az adott esetben a szükséges vasalás erőssége az előírt minimális vasmennyiség követelményét éppen kielégíti. Nagyobb méretű héjaknál a vasalás az n_x, n_{xy} és m_y ábrák csökkenésének megfelelően ritkítható.



13. ábra.

Érkezett: 1965 szeptember hóban

IRODALOM

1. *Flügge, W.:* Statik und Dynamik der Schalen. Springer-Verlag. Berlin 1962.
2. *Bölcskei E.:* Deformation des voiles minces. Acta Techn. Acad. Sci. Hung. Tom. V. (1962). pp. 489.
3. *Bölcskei. E.:* Allgemeine Theorie der gekrümmten Schalen. Acta Techn. Acad. Sci. Hung. Tom. XXXI. (1960) pp. 391.
4. *Wlassow. W. S.*: Allgemeine Schalentheorie und ihre Anwendung in der Technik. Berlin. 1958.

DR. DULÁCSKA ENDRE

HÉJSZERKEZETEK KRITIKUS TERHÉNEK KÍSÉRLETI MEGHATÁROZÁSA

A dolgozat a lapos héjak elméletének segítségével felírja a lapos héjszerkezetek általános lengési és stabilitási differenciálegyenletét. E differenciálegyenletből olyan összefüggést vezet le, mellyel két különböző teher alatti rezgésszámból a kritikus teher meghatározható.

1. Bevezetés

A héjszerkezetek kritikus terhének meghatározása elég körülményes, ezért az elméletet csak körhenger és gömb esetére dolgozták ki. A kritikus teher közvetlen kísérleti meghatározása pedig a szerkezet tönkremenetelével jár. Szükséges lenne olyan eljárás, mely a héj tönkretétele nélkül szolgáltatja a kritikus terhet. A következőkben egy olyan módszert mutatunk be, melynek segítségével a különböző terhek alatti rezgésszámokból az elsőrendű elmélet szerinti felső kritikus teher meghatározható. A véges mértékű alakváltozásokat figyelembe vevő valóságos „Kármán"-féle alsó kritikus teher a felső kritikus teher értékének a már megoldott eseteknek megfelelő csökkentésével jól megbecsülhető.

2. Feltevések

Legyen a vizsgált tetszőleges héj középfelülete az x, y, z derékszögű koordináta rendszerben megadva. Az x, y koordináták a főgörbületek síkjában fekszenek, tehát a főgörbületi vonalak x, y síkra vett vetülete egyenes.

Tekintve, hogy a héj kihajlási vagy lengési hullámfelületének egy hullámára a lapos héjak feltételei teljesülnek, a vizsgált héj lengési-kihajlási differenciálegyenletét a lapos héjak elmélete alapján írjuk fel. [1, 2, 3]

Feltesszük, hogy a héj egy kihajlási, ill. lengési hullámdombjának határain belül a felület másodrendű differenciálhányadosai, és az n_x és n_y metszeterők állandónak tekinthetők.

3. Jelölések

w a héj középfelületének z irányú elmozdulása,

$'$ az x szerinti differenciálás jele, így pl. $\dfrac{\partial^8 w}{\partial x^4\, \partial y^4} \equiv w^{IV::}$.

$\cdot$ az y szerinti differenciálás jele.

$\nabla^2 = f'' + \ddot{f}$, azaz a LAPLACE operátor,

n_x, n_y a kihajlás, ill. lengés során a héjban x és y főgörbületi irányban működő fajlagos normálerő,

t az idő

$\alpha = z^{II}$, $\beta = z^{\cdot\cdot}$, a felület állandónak tekintett másodrendű deriváltjai.

$K = \dfrac{E\delta^3}{12(1-\nu^2)}$, $D = E\delta$, ahol E a rugalmassági tényező, δ a héjvastagság és ν a harántkontrakciós együttható.

Φ a kihajlás, ill. a lengés során fellépő membránerők PUCHER-féle feszültségfüggvénye,

ω a saját körfrekvencia,

n az önlengésszám,

μ a héj felületegységének tömege,

q a héj felületegységének terhe.

4. A lapos héjak lengési és kihajlási differenciálegyenlete

A lapos héjak [1, 2, 3] egyenleteibe vezessük be a lengési gyorsulás és a felülettömeg szorzataként képzett lengési tehertagot. A feszültségfüggvényt írjuk fel a lassan felhordott q teher, valamint a lengés-kihajlás során létrejövő erők F és Φ feszültségfüggvényeinek összegeként. Ugyanígy az alakváltozást is a lassan felhordott teher, valamint a lengés-kihajlás alakváltozásainak összegeként írjuk fel. Ha ezeket bevezetjük a lengési tehertaggal kibővített laposhéj egyenletekbe, leválasztjuk a lassú tehernek megfelelő egyenleteket, és egyszerűsítünk a másodrendűen kis mennyiségekkel, akkor a lengésre és kihajlásra a következő egyenleteket nyerjük:

$$K \nabla^2 \nabla^2 w - n_x w^{II} - n_y w^{\cdot\cdot} + \mu \frac{\partial w^2}{\partial t^2} = \alpha \Phi^{\cdot\cdot} + \beta \Phi^{II}, \tag{1}$$

$$\nabla^2 \nabla^2 \Phi = - D (\alpha w^{\cdot\cdot} + \beta w^{II}). \tag{2}$$

A következőkben az (1) egyenlet baloldalát $A = A_{(w)}$, a (2) egyenlet jobboldalát $- B = -B_{(w)}$-vel jelöljük. Ezekkel a jelölésekkel felírva a két egyenletet:

$$A = \alpha \Phi^{\cdot\cdot} + \beta \Phi^{II}, \tag{1/a}$$

$$- B = \nabla^2 \nabla^2 \Phi . \tag{2/a}$$

Az (1/a) egyenletből $\Phi^{\cdot\cdot}$ értékét kifejezve a továbbiakban szükséges deriváltak:

$$\Phi^{\cdot\cdot} = \frac{A}{\alpha} - \frac{\beta}{\alpha} \Phi^{II}, \tag{3/a}$$

$$\Phi^{IV\,\cdot\cdot} = \frac{A^{IV}}{\alpha} - \frac{\beta}{\alpha} \Phi^{VI}, \tag{3/b}$$

$$\Phi^{II\,\cdot\cdot} = \frac{A^{II\,\cdot\cdot}}{\alpha} - \frac{\beta}{\alpha} \Phi^{II\,\cdot\cdot}, \tag{3/c}$$

$$\Phi''' = \frac{A''}{\alpha} - \frac{\beta}{\alpha}\Phi^{II''}, \tag{3/d}$$

$$-B'' = \Phi^{IV''} + 2\Phi^{II''} + \Phi''', \tag{3/e}$$

$$-B^{II} = \Phi^{VI} + 2\Phi^{IV''} + \Phi^{II''}. \tag{3/f}$$

A (3/e) egyenletbe behelyettesítve (3/b, 3/c, 3/d) értékeit, rendezve és betéve (3/f) kifejezését, kapjuk
hogy

$$\nabla^2\nabla^2 A = -\alpha B'' - \beta B^{II}. \tag{4}$$

A (4) egyenletbe visszahelyettesítve A és B függvényeit, a lapos héjak általános lengési és kihajlási differenciálegyenletét nyerjük.

$$K\nabla^2\nabla^2\nabla^2\nabla^2 w - n_x(\nabla^2\nabla^2 w)^{II} - n_y(\nabla^2\nabla^2 w)'' + \mu\left(\nabla^2\nabla^2\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}\right) +$$
$$+ D(\alpha^2 w'' + 2\alpha\beta w^{II''} + \beta^2 w^{IV}) = 0. \tag{5}$$

Tekintettel arra, hogy (5)-ben csak páros számú deriváltak fordulnak elő, az egyenletet kielégíti a következő megoldás:

$$w = w_0 \cdot \sin ax \cdot \sin by \cdot \sin \omega t. \tag{6}$$

Itt $a = \frac{\pi}{l_x}$ és $b = \frac{\pi}{l_y}$, ha l_x és l_y az x és y irányú kihajlási, ill. lengési hullámhossz.

A (6) megoldást behelyettesítve az (5) egyenletbe, a karakterisztikus egyenlet a következő:

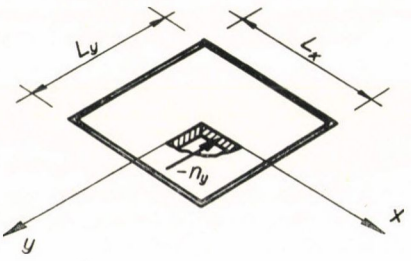
$$K(a^2 + b^2)^2 + n_x a^2 + n_y b^2 - \mu\omega^2 + D\left(\frac{\alpha b^2 + \beta a^2}{a^2 + b^2}\right)^2 = 0. \tag{7}$$

5. Példák a kihajlásra

A példáknál legyen $\nu = 0$.

a) Négyzetes síklemez kihajlása (l. 1. ábra)

Ekkor $\alpha = \beta = 0$, és $a = b = \pi/l$.

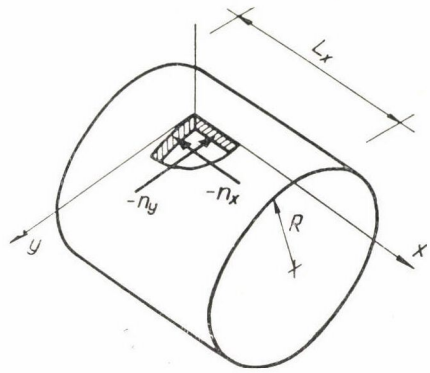


1. ábra.

Legyen $n_x = 0$, és így a (7) egyenlet $K\frac{4\pi^4}{l^4} + n_y\frac{\pi^2}{l^2} = 0$, ahonnan a kritikus erőre az $n_{y\,\mathrm{krit}} = \frac{4\pi^2 EJ}{l^2}$ ismert megoldást nyerjük.

b) Körhengerhéj kihajlása (l. 2. ábra)

Ekkor $\alpha = 0$, $\beta = \frac{1}{R}$.



2. ábra.

Legyen $n_y = 0$, és ehhez a kihajlási elmélet [2] szerint $b = 0$. A (7) egyenlet alakja $Ka^4 + n_x a^2 + \frac{D}{R^2} = 0$, ahonnan $-n_x = Ka^2 + \frac{D}{R^2 a^2}$.

Ebből a kritikus $n_{x\,\mathrm{krit}}$ értékét szélsőértékszámítással nyerhetjük.

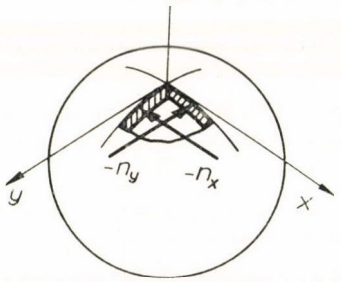
Így a $\partial n_x/\partial(a^2) = 0$ feltételből $a^2 = \frac{\sqrt{12}}{R\delta}$ és ennek felhasználásával a $-n_{x\,\mathrm{krit}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{E\delta^2}{R^2}$ ismert eredmény adódik. [2]

c) Gömbhéj kihajlása (l. 3. ábra)

Ekkor $\alpha = \beta = \frac{1}{R}$, $a = b$, és egyenletes külső nyomás esetén $n_x = n_y = -\frac{pR}{2}$.

A (7) karakterisztikus egyenletbe helyettesítve $K4a^4 - pRa^2 + \frac{D}{R^2} = 0$. Innen $p = \frac{4Ka^2}{R} + \frac{D}{R^3 a^2}$, majd szélsőértékszámítással a $\frac{\partial p}{\partial(a^2)} = \frac{4K}{R} - \frac{D}{R^3(a^2)^2} = 0$ feltételből $a^2 = \frac{1}{2R}\sqrt{\frac{D}{K}}$.

Ennek felhasználásával a kritikus nyomás értékére a $p_{krit} = \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \frac{E\delta^2}{R^2}$ ZOELLY-féle képletet nyerjük. [2]

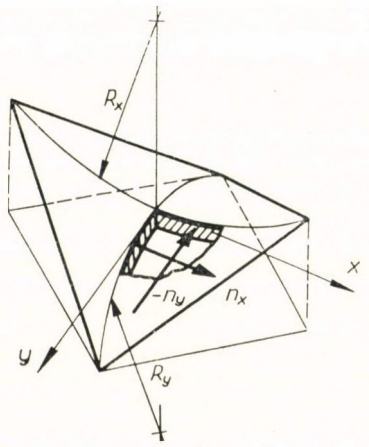


3. ábra.

d) Hiperbolikus paraboloidhéj kihajlása. (l. 4. ábra)

Ekkor $R_y = -R_x = R$, $\alpha = -\frac{1}{R}$, $\beta = \frac{1}{R}$, és egyenletesen megoszló p teher esetén

$$n_x = -n_y = \frac{pR}{2}.$$



4. ábra.

A (7) karakterisztikus egyenletbe behelyettesítve az adatokat

$$K(a^2 + b^2)^2 + \frac{pR}{2}(a^2 - b^2) + \frac{D}{R^2}\left(\frac{-b^2 + a^2}{a^2 + b^2}\right)^2 = 0.$$

Innen $p = \frac{2K}{R} \cdot \frac{(a^2 + b^2)^2}{(b^2 - a^2)} + \frac{2D}{R^3} \cdot \frac{(b^2 - a^2)}{(a^2 + b^2)^2}$.

A minimum feltételeként szélsőérték számítással az $\frac{(a^2 + b^2)^2}{b^2 - a^2} = \sqrt{\frac{12}{R^2 \delta^2}}$ feltétel adódik.

Ezt behelyettesítve p kifejezésébe, a kritikus teher: $p_{krit} = \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \frac{E\delta^2}{R^2}$.

A kritikus teher értéke az irodalomból [4] ismert értékkel egyezik.

6. Példák a lengésre

a) Négyzetes síklemez lengése.

Ekkor $\alpha = \beta = 0$, $a = b = \frac{\pi}{l}$, és legyen $n_x = n_y = 0$. Így a (7) egyenlet $Ka^4 - \mu\omega^2 = 0$, melyből az $\omega = \frac{\pi^2}{l^2} \sqrt{\frac{E\delta^3}{3\mu}}$ ismert eredményt kapjuk.

b) Dongahéj lengése.

Ekkor $\alpha = 0$, $\beta = \frac{1}{R}$, $n_x = n_y = 0$, és az 5/b esetnek megfelelően $b = 0$, $a^2 = \sqrt{12}/R\delta$. Behelyettesítve (7)-be, $Ka^4 + D/R^2 = \mu\omega^2$, ahonnan

$$\omega = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{2E\delta}{\mu}}. \tag{8}$$

Flügge [2] szerint a dongahéj sajátfrekvenciája a dongahéj elhanyagolás nélküli szigorú elméletével felírva

$$\omega = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{2}{1 + \sqrt{12} \cdot \delta/R} \cdot \frac{E\delta}{\mu}}. \tag{9}$$

A lapos héjak elmélete alapján meghatározott (8) értéknek a pontos (9) értéktől való eltérése $R/\delta = 100$ és 50 gyakorlati határok esetén 1% és 2%.

7. A kritikus teher meghatározása lengésméréssel

A továbbiakban csak olyan héjszerkezetekkel foglalkozunk, melyeknél a kihajlási és lengési hullámok külön-külön azonosak, azaz a lengési és kihajlási a és b értékek megegyeznek.

A (7) egyenletbe vezessük be a következő szimbolikus jelöléseket:

$$K(a^2 + b^2)^2 = M,$$

$$n_x \cdot a^2 + n_y \cdot b^2 = N,$$

$$-\mu \cdot \omega^2 = Q,$$

$$D\left(\frac{\alpha b^2 + \beta a^2}{a^2 + b^2}\right) = P.$$

E jelölésekkel a (7) egyenlet

$$M + N - Q + P = O.$$

Ha $Q = 0$, akkor $N = N$ kritikus, azaz

$$-N_{\text{krit}} = (M + P). \tag{10}$$

Ha $N = 0$, akkor $\omega = \omega_0$, azaz alaplengés, tehát

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{\mu}} \sqrt{(M + P)}.$$

A legkisebb alaplengést, valamint a legkisebb kritikus terhet akkor kapjuk, ha

$$(M + P) = min!$$

Tehát a legkisebb kritikus teher és a legkisebb alaplengés ugyanazon feltételek mellett következik be.
Ha ezektuán $N \neq 0$ esetén kifejezzük ω-t, akkor

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{\mu}} \sqrt{(M + P) + N}.$$

A gyökjel alatt szorozva $-N_k/-N_k$-val, a gyökjelen belül egyszerűsítve és $-N_k$-t a számlálóból kiemelve, és a kiemelt N_k értékbe az előzőleg meghatározott N_{krit} és ω_0 értékeket helyettesítve kapjuk a normálerőkkel terhelt héj sajátfrekvenciáját.

$$\omega = \omega_0 \sqrt{1 - N/N_{\text{krit}}}. \tag{12}$$

Tekintve, hogy a héjszerkezet n_x és n_y belső erőit a felületi teher egyértelműen meghatározza, és adott esetben a és b egyértelműen meghatározható állandók, és hogy a sajátfrekvencia a sajátlengésszámmal arányos, a (12) képlet a következő formában is írható:

$$n = n_0 \sqrt{1 - q/q_{\text{krit}}}. \tag{13}$$

A (13) képlet módot nyújt arra, hogy valamely héjszerkezet kritikus terhét pórbateherrel meghatározzuk. Ez a következőképpen történhet. Megmérjük a héj n_1 lengésszámát q_1, és n_2 lengésszámát q_2 teher esetén. Mindkét esetre felírva a (13) egyenletet, a q_{krit} kritikus teher meghatározható. A q_1 célszerűen a saját súly, q_2 pedig a próbateher és a saját súly összege.

Az n_0 lengésszámban a nevezőben négyzetgyök alatt szerepel a μ felületi egységtömeg. Ezért különbséget kell tennünk, hogy a próbaterhelés olyan teherrel történik-e, melynek tömege a héjszerkezettel együtt leng, vagy olyan teherrel, melynek tömege nem leng a héjjal együtt (pl. légnyomás). E két esetre az előzőek szerint kiszámított kritikus teher értékei a következők:

a) A próbateher tömege a héjjal együtt leng.

$$q_{krit} = q_2 \frac{(n_1/n_2)^2 - 1}{(n_1/n_2)^2 - q_2/q_1} . \tag{14}$$

b) A próbateher tömege nem leng együtt a héjjal.

$$q_{krit} = q_2 \frac{(n_1/n_2)^2 - q_1/q_2}{(n_1/n_2)^2 - 1} . \tag{15}$$

A (14) és (15) képletekben q_{krit} a héjszerkezetnek az elsőrendű kihajlás-elmélet szerinti kritikus felületi terhe, q_1 a héj saját súlya, q_2 a héj saját súlyának és a próbatehernek együttes súlya, n_1 a q_1, és n_2 a q_2 esetén mért legkisebb sajátlengésszám.

A héj ilyen módon meghatározott kritikus terhe alapul szolgálhat a pontosabb, másodrendű kihajláselmélettel meghatározandó kritikus tehernek.

Érkezett 1965 szeptember hóban.

IRODALOM

1. *Wlassow. W. S.*: Allgemeine Schalentheorie und ihre Anwendung in der Technik. Aufl. Akademieverlag, Berlin 1958.
2. *Flügge. W.*: Statik und Dynamik der Schalen. Aufl. Springer-Verlag, Berlin 1962.
3. *Wolmir. A. S.*: Biegsame Platten und Schalen. Aufl. Veb Verlag für Bauwesen, Berlin 1962.
4. *Ralston. A.*: On the Problem of Buckling of a Hyperbolic Paraboloidal Shell Loaded by its own Weight. Journal of Mathematics and Phisics. 1956. (53)

KOVÁCS GÁBOR—DR. RÓZSA LÁSZLÓ, a műszaki tudományok kandidátusa

KÍSÉRLETI VIZSGÁLAT VASBETON VÉDŐHÍD PÁLYALEMEZÉNEK ÜTŐTEHERRE VALÓ MÉRETEZÉSÉRE

Bevezetés

A korszerű szállítási követelmények nagymértékben ösztönzik a kötélpályák építését. Szénbányák, tégla- és cementgyárak, illetve különböző ipari üzemek szállítási feladatai kötélpályák létesítését teszik szükségessé.

A kötélpályák üzeme azonban a szállított anyag csillékből való lepergésének, esetleg a csillék leesésének veszélyét rejti magában.

Mindazokon a helyeken tehát, ahol a kötélpálya közutat, vagy vasútat keresztez, illetve lakott területen halad át, a leeső csillék által okozható károk megakadályozása céljából úgynevezett védőtetőt, vagy védőhálót építenek.

Sűrű közlekedési hálózattal átszőtt területen áthaladó kötélpálya építésénél sok ilyen védelmi berendezésre van szükség.

A különböző védekezési lehetőségek mindegyikét részletezni nem kívánjuk és a továbbiakban csak a védőhidak méretezési problémáival óhajtunk foglalkozni.

Védőszerkezetek ejtési kísérletei

A védőhidak általában acélból, vasbetonból, vagy fából esetleg ezek kombinációjából készített olyan szerkezetek, melyek az esetleg reájuk eső csille terhét tönkremenetel és káros deformáció nélkül elviselik, illetve a kiboruló, lepergő, lehulló szállított anyagot felfogják.

A kötélpálya vonalvezetését elsősorban üzemi és domborzati viszonyok befolyásolják. Ezért számos esetben a pálya a védelmi berendezés fölött nagy magasságban húzódik, a csille pedig 10—20 méterről való zuhanás után esik rá a védőhídra.

A nagy esési magasság sokszor a védőhídnak a gazdaságosság határain belül való kialakítását is lehetetlenné teszi. Ilyen esetben szokásos megoldás — az üzemeltetési követelmények rovására — az, hogy a pályát a védőhidak felett kisebb magasságban vezetik. Ezt legtöbbször a műtárgy közelében, vagy azzal egybeépített kismagasságú kötéltartó oszlop beiktatásával érik el.

A védőberendezések szerkezeti elemeit úgynevezett ütőterhelésre méretezik. Az erre vonatkozó egzakt méretezési módot még nem dolgozták ki mérnöki szerkezetekre.

A megépült védőszerkezeteken leeső csillék által okozott rongálódásának vizsgálata arra mutat, hogy ezeket a műtárgyakat jelentősen túlméretezik.

A védőszerkezetek túlméretezése építési többletköltségeket okoz.

Az utóbbi években hazánkban és külföldön is számos ejtési kísérletet végeztek, laboratóriumi modellekkel és kész építményeken, hogy megfelelő méretezési módot alakíthassanak ki.

Az elektronikus feszültségmérő műszerek nagyarányú fejlődése jelenleg már lehetővé teszi az igen rövid idő alatt bekövetkező ütközési jelenségek időbeli vizsgálatát a szerkezetek igénybevétele szempontjából. Ez jelentős fejlődést mutat a korábbi évekkel szemben, amikor csak a tönkremenéshez tartozó ütőterhelést tudták megállapítani.

Az alábbiakban néhány ejtési kísérletet és annak eredményét fogjuk ismertetni. Elöljáróban azonban röviden összefoglaljuk a méretezésnél használatos dinamikus tényező elméleti, illetve kísérleti meghatározásának módszerét különös tekintettel az elektronikus műszerek segítségével felvett feszültség, illetve megnyúlási diagramok kiértékelésére.

A dinamikus tényező és annak kísérleti megállapítása

Az ütőterhelésre való méretezésnél általánosan használatos dinamikus tényező levezetésénél az alábbiakat szokták feltételezni:

a) A szerkezet egyszabadságfokú rendszer. Az ütés helyén képzelik ennek redukált tömegét.

b) Elhanygolják a leeső test által okozott helyi deformációkat és rugalmatlan ütközést tételeznek fel a leeső test és a tartó redukált tömege között.

c) Az ütést végtelen rövid idő alatt lezajlónak tekintik, vagyis feltételezik, hogy a leeső test sebessége hirtelen lecsökken a rugalmatlan ütközés közös sebességére.

d) Az ütés után a tartó alakváltozása rugalmas tartományban marad, vagyis továbbra is érvényes a terhelés a lehajlás és a feszültségek közötti lineáris összefüggés.

A tartó ütőterhelés hatására bekövetkező y_{max} legnagyobb elmozdulását munkatétel felhasználásával könnyen meghatározhatjuk:

$$k^2 E_k = \frac{y_{max}^2}{2\delta} - m_1 g y_{max}, \tag{1}$$

amelyből

$$y_{max} = m_1 g \delta \left[1 + \sqrt{1 + \frac{2k^2 E_k}{m_1^2 \delta g^2}} \right], \tag{2}$$

ahol: m_1 a leeső test tömege,
g a nehézségi gyorsulás,
δ a tartó egységnyi terhelés hatására bekövetkező elmozdulása, az ütés helyén,
E_k a leeső test kinetikai energiája,
$k^2 < 1$, az ütközés alatt bekövetkezett energiaveszteségre jellemző tényező.

A leeső test $E_k = \frac{m_1 v_1^2}{2}$ kinetikai energiáját, továbbá a leeső test statikus súlyára a tartón bekövetkezett $y_s = m_1 g \delta$ elmozdulást az ütközés helyén a (2) képletbe behelyettesítve és rendezve, a dinamikus tényezőre a következő kifejezést kapjuk:

$$\mu = \frac{y_{max}}{y_s} = 1 + \sqrt{1 + \frac{k^2 v_1^2}{g^2 \delta m_1}}. \tag{3}$$

Vezessük be az alábbi egyszabadságfokú rendszerek körfrekvenciáját:

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{1}{m_1 \delta}} \quad \text{és} \quad \omega_0 = \sqrt{\frac{1}{(m_0 + m_1)\delta}},$$

ahol m_0 a szerkezet redukált tömegét jelenti, mivel

$$\frac{\omega_1^2}{\omega_0^2} = \frac{m_0 + m_1}{m_1} \quad \text{így} \quad \omega_1^2 = \frac{m_0 + m_1}{m_1} \omega_0^2$$

tehát,

$$\frac{\omega_1^2}{m_1 \delta} = \frac{m_0 + m_1}{m_0} \omega_0^2.$$

Ez utóbbit a (3)-ba helyettesítve, a dinamikus tényező alakja tehát a következő:

$$\mu = 1 + \sqrt{1 + k^2 \frac{m_0 + m_1}{m_1} \cdot \frac{v_1^2 \omega_0^2}{g^2}}, \tag{4}$$

Tekintettel arra, hogy rugalmatlan ütközés után a rendszer energia-tartalma:

$$k^2 E = \frac{m_1}{m_0 + m_1} E. \tag{5}$$

Így

$$k^2 = \frac{m_1}{m_0 + m_1}.$$

Figyelemmel az (5)-re, — vagyis rugalmatlan ütközés feltételezése esetén — a (4) kifejezésre a következő összefüggést kapjuk:

$$\mu = 1 + \sqrt{1 + \frac{v_1^2 \omega_0^2}{g^2}}. \tag{6}$$

Az (6) összefüggés azonos a [1] irodalomban szereplő és más úton levezetett kifejezéssel.

A szerkezet méretezését tehát a leeső test helyén bekövetkező

$$y_{\max} = \mu y_s$$

elmozdulására, vagy ugyanitt ható

$$P_{\max} = \mu P_1$$

koncentrált erőre végezhetjük, tekintettel arra, hogy az előzőkben feltételeztük a terhelés és lehajlás közötti lineáris összefüggést.

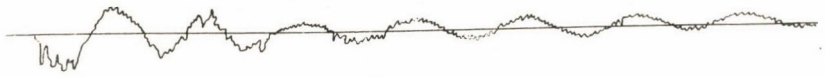
A lineáris kapcsolat miatt azonban a

$$\mu = \frac{\varepsilon_{\max}}{\varepsilon_s} = \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_s} \tag{7}$$

kifejezésnek is érvényesnek kell lennie.

Tehát amennyiben a leeső súly hatására a szerkezet valamelyik keresztmetszetében megmérjük az ε_{max}, vagy σ_{max} értékét, továbbá az ütközés helyére helyezett súly, mint statikus teher hatására ugyanabban a keresztmetszetben a ε_s, fajlagos megnyúlást, illetve σ_s feszültséget, akkor megkaphatjuk a dinamikus tényező kísérletileg megállapított értékét.

A leeső test okozta feszültségek és fajlagos megnyúlások időbeli lefutása — a mérések, de az elméleti vizsgálatok szerint is — csillapodó sinuszgörbéhez hasonlít, melyet különösen az első periódusokban magasabb felharmónikusok zavarnak meg. A diagram első szakaszát ütközési, a második szakaszát pedig a szerkezet szabadlengési fázisnak tekintjük.



1. ábra.

Ha a fajlagos megnyúlásokat időben regisztráljuk, akkor a oszcillogram szabadlengési periódusának körfrekvenciájából a dinamikus tényező — rugalmatlan ütközését feltételező — (6) képlet szerinti elméleti értéke már meghatározható.

[7] képlet alapján meghatározott dinamikus tényező ismeretében a (4) összefüggés felhasználásával a tényleges energiaveszteségre jellemző k tényező is megállapítható, ha ismerjük a leeső test m_1 tömegét és ütközés előtti v_1 sebességét, továbbá a szerkezet m_0 redukált tömegét.

A (4) összefüggést ugyanis k^2-ra megoldva azt kapjuk, hogy

$$k^2 = g^2 \frac{m_1}{m_0 + m_1} \cdot \frac{(\mu - 1)^2 - 1}{v_1 \omega_0^2} . \tag{8}$$

A leeső test m_1 tömege és v_1 sebessége általában ejtési kísérleteknél ismert, illetőleg könnyen kiszámítható.

A szerkezet és a ráhelyezett test együttes ω_0 körfrekvenciája a vonatkozó oszcillogramból pedig megállapítható.

A szerkezet redukált tömegét viszont csak akkor tudjuk meghatározni, ha két különböző súlyú leeső test hatására fellépő fajlagos megnyúlások vagy feszültségek időbeli lefolyását regisztráljuk. Ugyanis ha ismerjük a szerkezet ω_{10} és ω_{20} körfrekvenciáját a oszcillogram szabadlengési fázisából két különböző $m_1 g$ és $m_2 g$ súlyú ráhelyezett test esetében akkor, ha csak az alapharmonikusokat vesszük figyelembe, írhatjuk:

$$\omega_{10}^2 = \frac{1}{(m_0 + m_1)\,\delta} , \qquad \omega_{20}^2 = \frac{1}{(m_0 + m_2)\delta} ,$$

amiből

$$\frac{\omega_{10}^2}{\omega_{20}^2} = \frac{m_0 + m_2}{m_0 + m_1} = \alpha^2$$

és így a szerkezet redukált tömege:

$$m_0 = \frac{m_2 - \alpha^2 m_1}{\alpha^2 - 1} \tag{9}$$

A redukált tömeg ismeretében a szerkezet alapharmonikusának körfrekvenciája is meghatározható az

$$\frac{\omega^2}{\omega_{10}^2} = \frac{m_0 + m_1}{m_0} \quad \text{és} \quad \frac{\omega^2}{\omega_{20}^2} = \frac{m + m_2}{m_0}$$

az összefüggések bármelyikéből.

Így

$$\omega = \sqrt{\frac{m_0 + m_1}{m_0}}\,\omega_{10},$$

illetve

$$\omega = \sqrt{\frac{m_0 + m_2}{m_0}}\,\omega_{20}$$

alakban írható fel.

A kísérletileg így megállapított ω körfrekvencia értékét viszont már könnyen összevethetjük az elméleti úton nyert képletek segítségével számított eredményekkel.

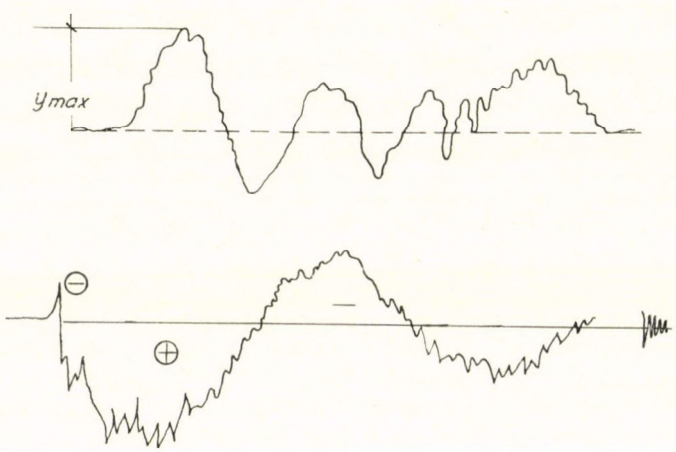
Amennyiben az ejtési kísérletek során bekövetkező lehajlások rugalmas tartományban maradnak, akkor a szerkezet az egységnyi súlyú teher hatására az ütközési hely alatt bekövetkező lehajlása, — a redukált tömeg és az önlengési körfrekvencia ismeretében — meghatározható, ugyanis

$$\delta = \frac{1}{\omega_{10}^2(m_0 + m_1)} = \frac{1}{\omega_{20}^2(m_0 + m_1)} = \frac{1}{\omega^2 m_1}. \tag{11}$$

A δ lehajlás viszont statikus terhelés esetében közvetlenül mérhető, tehát ejtési kísérletekkel egy időben végzett lehajlásmérés jó kontroll-lehetőséget kínál.

Dinamikus tényező ellenőrzése hengerelt acéltartón

A (6) képlet ellenőrzésére N. K. Sznitkó és D. D. Akimov-Peretz laboratóriumi kísérleteket végeztek 3 m fesztávú acélgerendával [1]. A kísérlet



2. ábra.

során elektromos nyúlásmérő bélyegekkel oszcilloszkop beiktatásával feszültséget és lehajlásokat mértek a gerenda különböző pontjaiban. Az ütközés hatására a tartó közepén bekövetkező lehajlásokra és a feszültségekre a 2. ábra szerinti diagramokat kapták.

A kísérletek alapján megállapították, hogy:

1. Az oszcilloszkop alapján kapott feszültségek a (6) képlettel számítottaktól 3—25%-kal térnek el.

2. A maximális dinamikus alakváltozás, illetve feszültség t_m időpontja az elméletileg levezetett

$$\operatorname{tg} \omega_0 t_m = -\frac{v_1 \omega_0}{g} \tag{12}$$

képlettel számított értékkel majdnem azonos.

3. A gerenda és a rajta lévő súly alaplengésének

$$\omega_0^2 = \frac{1}{\delta(m_0 + m_1)}$$

1. táblázat

Leeső súly kg	Ejtési magasság (cm)	Dinamikus tényező értéke		A t max időpontja (sec)		A tartó és az ejtett súly együttesen számított körfrekvenciája $\frac{1}{\text{sec}}$
		elméleti	kísérleti	elméleti	kísérleti	
12,2	5	8,7	9,0	0,022	—	78,7
	10	12,3	12,3	0,021	—	
	15	15,8	14,9	0,021		
24,0	5	8,6	9,1	0,025		69,5
	10	13,1	11,0	0,025	0,023	
	15	16,7	13,2	0,024	—	

képlettel számított körfrekvenciája mindössze 0,7%-ban különbözik az oszcillogramból meghatározható körfrekvenciától.

N. K. Sznitkó és D. D. Akimov-Peretz ejtési kísérleteinek eredményét az 1. táblázat tartalmazza.

Ejtési kísérletek

Az előzőekben ismertetett laboratóriumi kísérlet az elméletileg levezetett dinamikus tényező helyességét igazolta. Meg kell azonban jegyeznünk azt, hogy az alkalmazott kis súlyok néhány cm magasságról való ejtésekor a kísérleti acéltartó feszültségállapota minden esetben rugalmas tartományban maradt. Az ütközési jelenségnél tehát nagyobbmérvű helyi plasztikus alakváltozás a tartón nem következett be, és így lényeges energiaemésztés nem is volt.

Terepen végzett kísérleteknél nagyobb súlyok, esetleg csillék nagyobb magasságból való ejtésénél viszont ezek a laboratóriumi körülmények kevésbé feltételezhetők.

A védőszerkezetre eső test valószínűleg helyi roncsolódásokat okoz, és így az energiaveszteség meghaladhatja a rugalmatlan ütközés energiaveszteségét. Vagyis

$$k^2 > \frac{m_1}{m_0 + m_1}$$

s így a számítottnál kevesebb energia használódik fel a tartó alakváltozására.

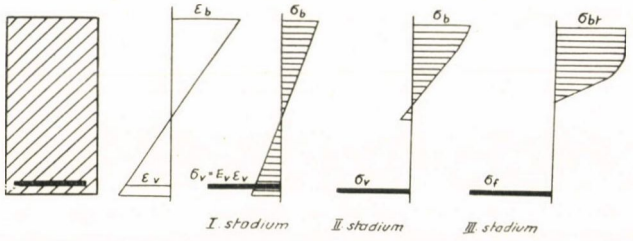
Ez a jelenség jelentős lehet védőhidaknál, a szerkezetre helyezett energiaemésztőréteg (fa, föld, kavics, cső stb.) esetében.

A leeső test az ütést — különösen helyi rongálódások esetén — a feltehetően véges hosszúságú idő alatt adja át a szerkezetnek. Az ütközés utáni közös sebességük pedig a gyakorlati esetekben lényegesen eltérhet attól, amit a rugalmatlan ütközés képletével számíthatunk.

A dinamikus tényező képlete csak a szerkezet rugalmas tartományában van értelmezve. A mérnöki szerkezeteket, de elsősorban a vasbetonszerkezeteket nem az ennek megfelelő I., hanem az II., vagy III. stádium alapján méretezik.

A dinamikus tényező kísérleti vizsgálatának tehát erre a három stádiumra kellene kiterjednie. Ez igen sok nehézséggel jár, különösen a vasbeton szerkezetek esetében. Ennek oka elsősorban a vasbeton sajátos tulajdonságában keresendő.

A vasbeton ugyanis nem homogén építőanyag. A méréstechnika jelenlegi állása szerint pedig az időben gyorsan változó nyúlásokat, illetve feszültségeket csak a betonacélban lehet megbízhatóan megállapítani.



3. ábra.

Amennyiben a dinamikus tényezőt a szerkezet rugalmas tartományában akarjuk kísérletileg megállapítani, akkor a vasbeton szerkezet keresztmetszetét elegendő nagyra kell választani, hogy leeső test hatására bekövetkező megnyúlások sehol se haladják meg a beton húzási határfeszültségével kapcsolatos fajlagos határnyúlásokat. Ez laboratóriumi mérések szerint általában $\varepsilon_h = 100 \cdot 10^{-6}$ és $150 \cdot 10^{-6}$ közötti értéknek felel meg. A keresztmetszet növelésének kísérleti vonatkozásában viszont határt szab az a tény, hogy az I. stádiumban feltételezett Hooke-Navier féle hipotézis legfeljebb a szerkezet vastagságának és a legkisebb fesztáv 1:10 aránya esetéig tekinthető érvényesnek.

Ha az acélbetétben mért fajlagos nyúlások mértéke a határnyúlások értékét meghaladja, akkor a betonkeresztmetszet a húzott oldalon felreped, ami egyben az I. stádium határát is jelzi.

Az I—II. stádium közötti átmeneti, továbbá a II. és III. stádiumnak megfelelő igénybevételi tartományban már nem lehet érvényesnek tekinteni

a Hooke-Navier féle hipotézist, azaz a lehajlás a betonacél fajlagos megnyúlása és feszültsége közötti lineáris összefüggést. A kísérletek során tehát, amennyiben a dinamikus tényező értékét, a szerkezet rugalmas tartományában kívánjuk ellenőrizni, törekedni kell olyan keresztmetszeti méretek megállapítására, amelyek esetén a leeső testek által okozott igénybevételek az I. stádiumban maradjanak.

a) Vasbetonlemez

A szerzőknek 1959. év nyarán lehetősége nyílott a vasbeton védőhidak legfontosabb szerkezeti elemével — a pályalemezzel — ejtési kísérletet végezniük.

A kísérleti vasbeton lemez négyszögalaprajzú, 50 cm vastag és 5,0 m szabad fesztávolságú volt. A lemez közvetlenül 38×38 cm-es vasbeton koszorúgerendára, ez utóbbi pedig 51 cm vastag téglafalra támaszkodott.

A lemez 500-as szilárdságú cementből, 350 kg/m^3 adagolással készült. Az alkalmazott vasbetétek átmérője 10 mm volt. Ezek egymástól 5 cm távolságban hálósan helyezkedtek el a lemez alsó oldalán. A vasbetétek minősége 50.35 Bm volt.

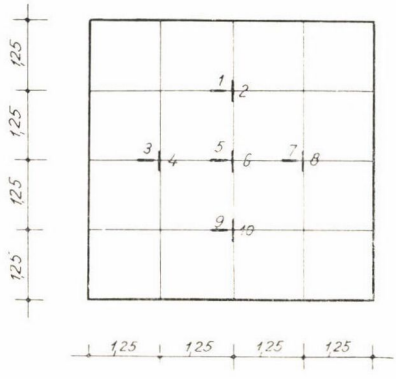
A vasbeton lemezen először statikus terhelés hatására 6 helyen elhelyezett lehajlásmérő órával lehajlásokat, a lemez közepén és negyedeiben pedig a vasbetétekre ragasztott 20 mm mérőbázisú mérőellenállásokkal az egymásra merőleges vasbetétek fajlagos megnyúlását mérték.

A terhelő erő 10 t volt, melyet hidraulikus sajtóval állítottak elő. A sajtó a lemez közepét 165 cm^2 körterületen terhelte.

A maximális lehajlás nagysága a lemez közepén $5{,}5 \cdot 10^{-2}$ mm-re adódott. Tekintettel, hogy a lemez igen nagy teherbírásához képest a kísérleti terhelés kicsiny volt, ez csak tájékoztató értéknek tekinthető, a mérőórák pontossága ugyanis $\pm\ 2.10^{-2}$ mm körül mozgott.

A 4. ábra szerinti számozású alsó vasbetétekben a fajlagos megnyúlásokat kilencszeres ismétlésben mérték meg. Ezek kiegyenlített értékeit a 2. táblázat tartalmazza.

A megnyúlások mérésénél általában tapasztalható volt, hogy a vasbetétek nem hordanak egyformán, azaz a szimmetria viszonyoknak megfelelő megnyúlások nem azonosak.



4. ábra.

Érdekes megjegyezni azonban azt, hogy ugyanazon helyen a két egymásra merőleges vasbetétben mért fajlagos nyúlások összege között már bizonyosfokú szimmetria mutatkozott.

Az elvégzett számítások azonban azt mutatták, hogy a lemezelmélet felhasználásával kapott feszültségek igen eltérnek a kísérleti értéktől. A fajlagos nyúlások alapján számított lehajlások értékei viszont jól megközelítik a mért értékeket. A szerkezet munkavégzése tehát közel azonosnak vehető a homogénnak képzelt lemezével.

A statikus terheléseket követően a lemezt ütőterhelés hatására vizsgálták.

A mérési eredmények regisztrálására hat csatornás mérőberendezést alkalmaztak. Ez a berendezés 2000 c/sec vivőfrekvenciájú mérőhíddal rendelkezett és az elektronikusan felerősített jeleket hurkos oszcillográfnak továbbította, amely papírszalagra rögzítette.

A dinamikus méréseknél az észlelőfej — a statikus mérésekhez hasonlóan — a vasakra ragasztott nyúlásmérő-bélyeg volt. A csatornák száma hat volt, így csak 6 vasbetétben mérhették egyidejűleg a leeső test hatására fellépő dinamikus nyúlásokat.

2. táblázat

Mérési hely	Fajlagos megnyúlás	Fajlagos megnyúlások összege az egymásra merőleges vasbetétekben	Mérési hely	Fajlagos megnyúlás	Fajlagos megnyúlások összege az egymásra merőleges vasbetétekben
1	$4{,}5 \cdot 10^{-6}$	$8 \cdot 10^{-6}$	7	$0{,}5 \cdot 10^{-6}$	$8 \cdot 10^{-6}$
2	$3{,}5 \cdot 10^{-6}$		8	$7{,}5 \cdot 10^{-6}$	
3	$0{,}5 \cdot 10^{-6}$	$6{,}5 \cdot 10^{-6}$	9	$5{,}5 \cdot 10^{-6}$	$6{,}5 \cdot 10^{-6}$
4	$6{,}0 \cdot 10^{-6}$		10	$1{,}0 \cdot 10^{-6}$	
5	$14 \cdot 10^{-6}$	$31 \cdot 10^{-6}$			
6	$17{,}5 \cdot 10^{-6}$				

Az ejtési kísérleteknél 5, 115, 200, és 410 kg-os öntöttvas súlyokat alkalmaztak, amelyet 1, 3, és 5 m magasból ejtettek rá közvetlenül a vasbeton lemezre. Egy kísérletsorozatnál 10 cm vastagságban földet, illetve 1,5 cm vastag fapallót helyeztek el lemezre az energiaveszteség ilyen körülmények között való megállapítása céljából.

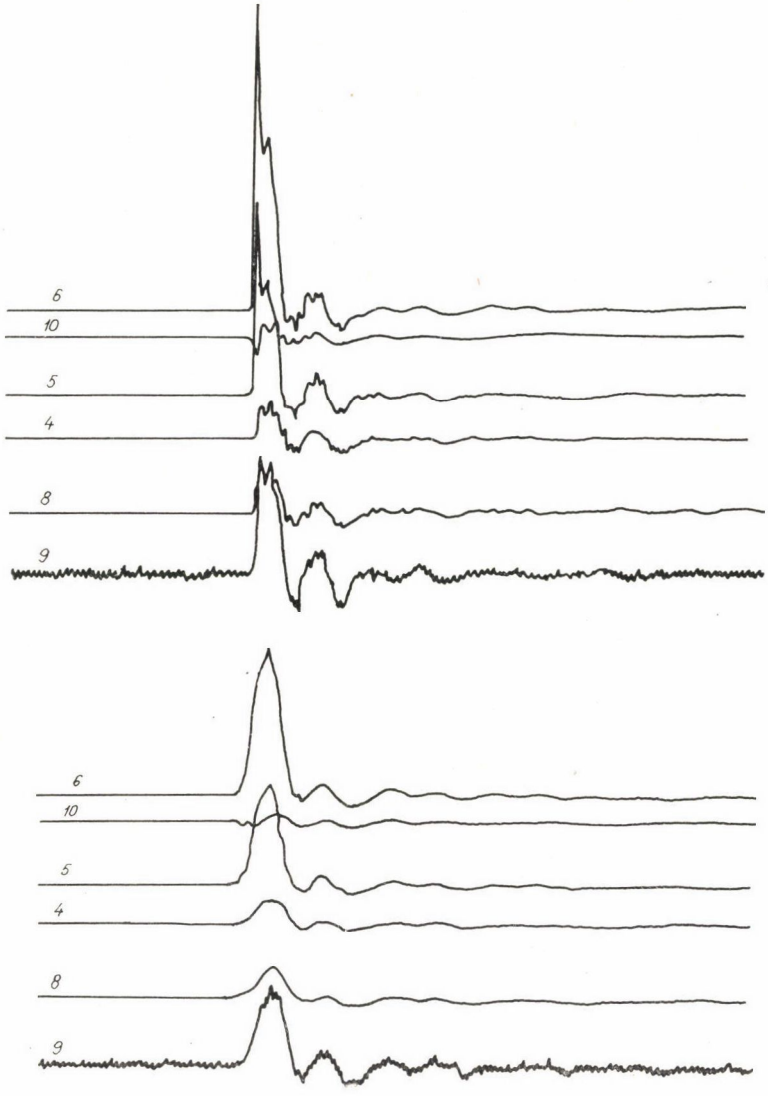
A méréseket általában kétszer ismételték meg.

A kapott diagramok lefutásukban hasonlóak egymáshoz.

1. 10^{-2}-sec-nél kisebb időtartam alatt a megnyúlások maximumot érnek el, majd sinusz rezgésszerűen hamar csillapodnak. Közvetlenül a lemezre ejtett súlyok esetén az ütközés első fázisában erőteljes páratlan felharmonikusok is észlelhetők.

A lemezre helyezett fapalló, illetve föld esetében előbb említett felharmonikusok energia tartalma lényegesen lecsökkent.

Az ejtési diagramokból azonban megállapítható, hogy a lemez különböző pontjainak elmozdulása azonos időpontban azonos irányú volt, vagyis a lengésalaknak statikus lehajlási felülettel való közelítése megfelelő. (5. ábra.)



5. ábra.

A 3. táblázatban az ejtési sorozat során kapott diagramok kiértékelt adatait foglaltuk össze.

3. táblázat

Kísérlet száma	Leeső súly (kg)	Ejtési magasság (m)	Fajlagos nyúlások értékeinek 10^{-6} szorosa				A lemez és a ráhelyezett súly közös körfrekvenciája (1/sec)	Megjegyzés
			5. sz. helyen		6. sz. helyen			
			dinamikus	statikus	dinamikus	statikus		
1	50,0	5,0	22,0	0,70	22,1	0,90	341	beton
2			15,0		18,0			
3		1,0	34,0		34,4			
4			24,2		34,7			
5	115,0	3,0	36,5	1,60	43,5	2,0	338	beton
6			52,0		47,0			
7		5,0	57,0		64,0			
8		1,0	33,0		34,6			
9			31,6		36,5			beton
10	200,0	3,0	78,0	2,80	83,0	3,50	335	
11			75,0		93,0			
12		5,0	75,5		158,0			
13		1,0	45,5		57,0			beton
14		3,0	220,0		270,0			”
15	470,0		295,0	6,60	390,0	8,30	332	”
16		5,0	234,0		380,0			”
17			165,5		237,0			fa
18			182,0		307,0			föld

A táblázatból látható, hogy a 12. sz. ejtésnél (200 kg. 5 m-ről) érte el a beton a vasbetét környezetében $\varepsilon_{max} = 150 \cdot 10^{-6}$ határnyúlási értéket. Ennél nagyobb dinamikus terhelésnél a betonkeresztmetszet a vasbetétig fel fog repedni.

Ez a feszültség állapot szempontjából az I. stádium határát jelzi.

A következő 13. számú ejtési kísérletnél (470 kg súly 1 m magasból) a vasbetétben a beton határnyúlási értékénél kisebb értéket kapunk, tehát ez a kísérlet feszültségállapot szempontjából ismét rugalmas tartományba sorolható.

A 14. sz. kísérlettől a 18 sz. kísérletig a vasbetétek fajlagos megnyúlása már lényegesen meghaladta a beton határnyúlását. A lemez feszültség állapota tehát az I. és II. stádium közötti átmeneti tartományban volt.

A 3. táblázatban feltüntettük a lemez közepén lévő vasbetétekben keletkező azokat a fajlagos nyúlásokat is, amelyek a kísérletnél használt súlyok statikus terhelése esetén keletkeztek volna. Ezeket statikus terhelési kísérletnél kapott és a 2. táblázatban található eredmények felhasználásával, lineáris interpolációval számítottuk ki.

Ezek az értékek azonban csak a vasbeton I. stádiumára elfogadhatóak. Az I. és II. stádium közötti átmeneti szakaszban illetve a II. stádiumra vonatkozó és fajlagos megnyúlások ugyanezekre a terhelésekre ennél lényegesen nagyobbak. Ha a beton keresztmetszet a terhelés hatására a húzott részen felrepedt, akkor a vasbetétben nagyobb feszültségek és így nagyobb fajlagos nyúlások fognak bekövetkezni.

A (7) képlettel kísérleti adatok alapján megállapított és (6) összefüggéssel számított dinamikus tényező értékeit a 4. táblázat tartalmazza. Az adatok-

ból látható, hogy addig, amíg a feszültségállapot az I. stádiumban volt, a kísérletileg megállapított dinamikus tényező értéke általában alatta marad, illetve közel esik az elméleti értékekhez. A 14. sz. kísérlettől kezdve viszont a vasbeton lemez I—II. átmeneti stádiumban volt. E tartományban a kísérletileg megállapított értékek általában meghaladják az elméleti úton nyert értéket. Ez azonban csak látszólagos ellentmondás. A kísérleti értékek számításánál használt (7) képlet nevezőjében szereplő ε_s értéket ugyanis a rugalmas tartománynak megfelelő értékkel helyettesítettük be.

4. táblázat

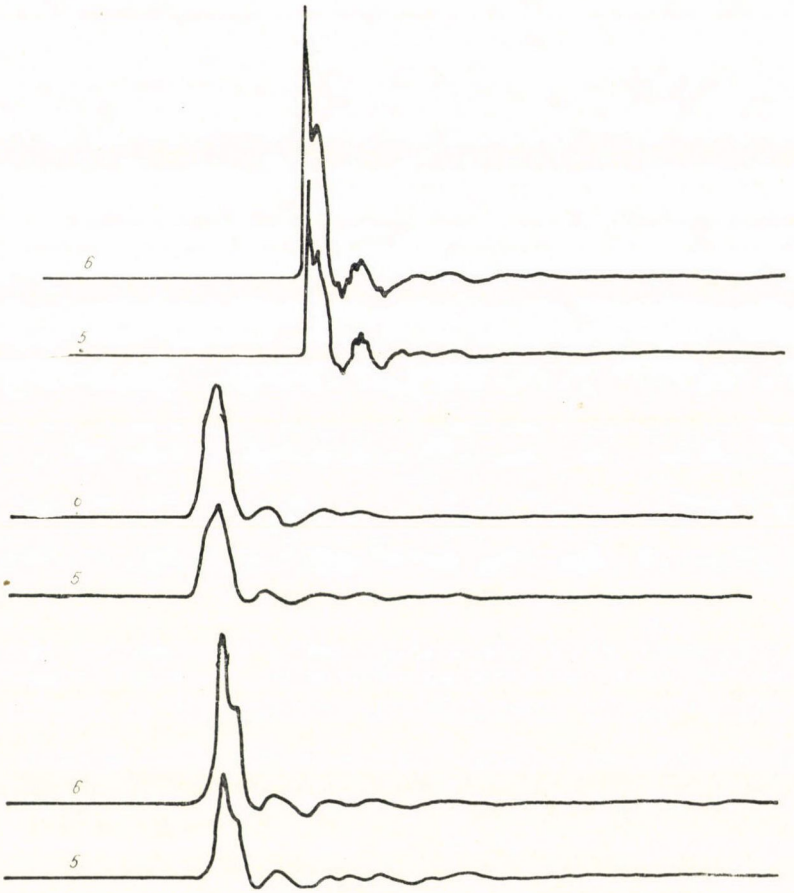
Kísérlet száma	Leeső súly (kg)	Ejtési magasság (m)	Dinamikus tényező kísérleti értéke			Elméleti érték	A feszültség maximum időpontja (sec)	
			5. sz. hely	6. sz. hely	5. és 6. átlaga		kísérl.	elméleti
1	50,0	5,0	31,4	25,0	28,2	35,0	0,0025	0,0047
2			21,7	20,1	20,9		0,0027	
3	115,0	1,0	20,9	16,9	18,9	15,9	0,0040	0,0047
4			14,9	17,1	16,0		0,0040	
5		3,0	22,5	21,5	22,0	26,8	0,0033	0,0047
6			31,5	23,2	27,4		0,0020	
7		5,0	35,1	31,2	33,2	34,8	0,0025	0,0047
8	200,0	1,0	11,8	9,9	10,9	15,8	0,0036	0,0047
9			11,3	10,2	10,8		0,0022	
10		3,0	27,8	23,6	25,7	26,6	0,0021	0,0047
11			26,7	26,0	26,4		0,0029	
12		5,0	27,0	45,0	36,0	34,4	0,0041	0,0048
13	470,0	1,0	6,9	6,9	6,9	15,7	0,0022	0,0047
14		3,0	33,4	32,7	33,1	26,5	0,0027	0,0047
15			44,7	47,4	46,1		0,0041	
16		5,0	35,4	46,0	40,7	34,2	0,0033	0,0048
17			25,0	28,9	27,0		0,010	
18			27,5	37,4	34,2		0,005	

Ez pedig — amint azt előbb kifejtettük — lényegesen kisebb mint ami I—II. átmeneti stádiumhoz valójában tartozna.

A kísérletsorozatban érdeklődésre tart számot az utolsó négy ejtés. Az energiaemésztés vizsgálatának érdekében különböző energia emésztő rétegek közbeiktatásával is meghatározták a dinamikus tényezőt. Bár a fajlagos megnyúlási értékek nem a rugalmas tartományba estek, mégis egymáshoz

viszonyítva helyesen mutatják a dinamikus tényező változását különböző energia emésztő rétegek esetében. (6. ábra)

A kísérlet szerint, ha a súly közvetlenül a vasbeton lemezre esett a dinamikus tényező $\mu = 46{,}1$, ha lemezre ráhelyezett 1,5 cm vastag fapallóra $\mu = 28{,}0$ és ha 10 cm vastag lemezre terített földre $\mu = 34{,}2$ volt. Vagyis fapalló, illetve föld emésztő réteg esetén 0,6 illetve 0,8 szorosára csökkent le a dinamikus tényező értéke.



6. ábra.

A (8) képlet segítségével közelítőleg megbecsülhetjük az energiaveszteségek arányát. Azonos nagyságú és súlyú ejtés esetében, az energiaveszteségek viszonyára ugyanis felírható, hogy

$$\frac{k_2^2}{k_1^2} = \frac{(\mu_2 - 1)^2 - 1}{(\mu_1 - 1)^2 - 1}. \tag{13}$$

Az előbb ismertetett értékek behelyettesítése után a fapalló, ill. földréteg alkalmazása esetén a vasbeton lemezhez viszonyítva kereken 0,4, illetve 0,6 adódik.

Ez azt jelenti, hogy előbb említett energia emésztőréteg alkalmazása esetén a közvetlenül vasbeton lemezre való ejtéshez képest csak 40%, ill. 60%-a használódik fel a tartó alakváltozására a leeső test rugalmatlan ütközés után megmaradó energiájának.

A 4. táblázat tartalmazza még a maximális dinamikus alakváltozások diagramokból kiértékelt időpontját, továbbá a (12) képlet alapján számított értékeit. Ezeket összehasonlítva megállapíthatjuk, hogy elméleti és kísérlet útján nyert eredmények igen távol esnek egymástól. A (12) képlet gyakorlati alkalmazása tehát ezek szerint nem ajánlható.

Az eltérések oka valószínűleg abban keresendő, hogy az alkalmazott összefüggés elhanyagolja a magasabb felharmonikusokat, amelyeknek viszont a maximális alakváltozások időpontja szempontjából jelentős szerepe van.

A 3. táblázatban feltüntettük még az egyes ejtési sorozathoz tartozó és a diagramokból kiértékelhető szabadlengési periódusok kiegyenlítéssel nyert körfrekvenciáját. Ez a vasbeton lemez és a rajta fekvő súly együttes szabadlengésének körfrekvenciájával azonos. E körfrekvenciák ismeretében a vasbeton lemez ún. redukált tömege meghatározható a (9) képlet alapján. Eredményül $m_0 = 0{,}234$ m adódik. Itt m a lemez teljes tömegét jelenti. Ez az érték kisebb a szabadon felfekvő lemezre az elméleti úton levezethető $m = 0{,}25$ m, de nagyobb a befogott lemezekre vonatkozó $m_0 = 0{,}138$ m értéknél.

Ez a tény arra utal, hogy a kísérleti lemez kerületén bizonyos értékű befogási nyomaték is fellépett vagyis nem volt teljes mértékben szabadon felfekvőnek tekinthető.

Az ejtési sorozat mérési adataiból megállapítható még (10) képlet alapján a kísérleti lemez tényleges körfrekvenciája, illetve önlengés száma is, ami kereken 60 herz-re adódott.

Ha a lemez önlengés számát az elméleti úton levezetett és szabadon felfekvő lemezekre vonatkozóan számítjuk ki, amikor is a beton rugalmassági módulusát $E_b = 300{,}000$ kg/m²-nek vesszük fel az előírásoknak megfelelően, akkor a lemez önlengésszáma 70 herz-re adódik. Ennek azonban kisebbnek kellene lenni a mérésből meghatározott 60 herz értéknél. Az előzőkben ugyanis megállapítottuk, hogy bizonyos mértékű befogás fellépett, viszont ugyanazon méretű és anyagú befogott lemez önlengés száma minden esetben magasabb mint a szabadon felfekvő lemezé. Számítással csak abban az esetben kapunk elfogadható önlengésszámot, ha a képletbe a beton rugalmassági modulusát 0,66 E_b értékkel helyettesítjük. Ezt a tényt különben más kutatók is megfigyelték. Elméleti rugalmasságtan alapján kapott dinamikus kifejezések alkalmazása esetén a szovjet előírások is 0,625 E_b érték alkalmazását javasolják.

Ez ellentétben áll azzal *az irodalomban és a MSz 1509-ben található téves megállapítással*, hogy az ilyen esetekben 1,3 E_b értéket kell figyelembe venni.

Az előzőkben ismertetett kísérletek alapján az alábbi következtetések vonhatók le:

a) A kísérleti vasbeton lemez vizsgált pontjainak elmozdulása mind az ütközési, mind a szabadlengési periódusban azonos irányú volt. A dinamikus tényező levezetésénél felhasznált az a feltevés, hogy a szerkezet egyszabadságfokú rendszernek tekinthető, helyesnek látszik.

b) A (6) képletben megadott dinamikus tényező vasbeton elemek esetében is elfogadható eredményt ad, ha a lemez feszültség állapota az ütőteher hatására az I. stádiumban marad.

c) A kísérletek azt bizonyítják, hogy a (6) képlet szerinti dinamikus tényezővel való számítási mód nem ad megfelelő eredményt, ha az ütőteher alatt a vasbeton lemez keresztmetszete a II. vagy III. stádiumba kerül.

Ez esetben ugyanis a terhelés, lehajlás és feszültség közötti lineáris összefüggés érvényét veszti, tehát a dinamikus tényező a I. stádiumhoz hasonlóan nem értelmezhető.

d) A dinamikus tényező értéke jelentősen csökkent, ha az ütőhatás nem közvetlenül a vasbeton lemezt, hanem az erre ráhelyezett fa vagy föld energiaemésztő réteget érte.

e) A leeső test hatására a vasbeton lemezben fellépő feszültség maximumok időpontja lényegesen eltér a (12) képlet szerint számítottól.

f) A vasbeton lemezek önlengés számának a rugalmasságtan elméleti képleteinek felhasználása esetén a beton rugalmassági modulusát 0,66 E_b értékkel célszerű számításba venni.*

Érkezett: 1965 január hóban.

IRODALOM

1. *Sznitko, N. K.:* Dinamika szooruzsenii
Leningrád—Moszkva 1960.

A szerkesztőbizottság megjegyzése:

„A tanulmány felhívja a figyelmet az MSZ 1509 nem indokolt 1,3 E_b dinamikus rugalmassági modulus előírására. A legújabb kutatások is igazolják e megállapítást és ennek megfelelően készül az új szabvány tervezete is. A jelen dolgozatban számszerűen 0,66 E_b-vel javasolt számításbavétel csak további gondos elméleti vizsgálat és kísérletek után képezheti szabályzati előírás alapját."

Dr. RÉTHÁTI LÁSZLÓ, a műszaki tudományok kandidátusa

ÖSSZEFÜGGÉS A TALAJ SZERVESANYAGTARTALMA, IZZÍTÁSI VESZTESÉGE ÉS KONSZISZTENCIA-HATÁRAI KÖZÖTT

A talaj szervesanyagtartalmának ismerete mind talajtani, mind talajfizikai (talajmechanikai) vonatkozásban fontos. A talaj szerves alkotóinak mennyisége és milyensége, ezek időszakos változásai döntően befolyásolják a talaj termőképességét, fizikai- kémiai viselkedését, teherbírását, és nem utolsósorban a föléje helyezett építmények stabilitását és alakváltozásait.

Bár a szervesanyagtartalom meghatározásának célja a talajtanban és a talajmechanikában különböző, az alkalmazott módszerek és eredmények összevetése rámutathat néhány érdekességre.

A szerves alkotók keletkezésének körülményei és ezek későbbi szerepe

A növényi és állati eredetű anyagok bomlása — mint ismeretes — aerob vagy anaerob körülmények között játszódhat le, a levegő mennyiségétől függően. A bomlástermék a folyamat előrehaladásától függően az első esetben humusz, humuszsav, kolloidhumusz, utóbbi esetben rostos tőzeg, érett tőzeg, lignit és ásványi szén.

A humusz bonyolult összetételű, nagymolekulájú szerves vegyületcsoport. Mezőgazdasági szempontból három tulajdonsága értékes: *a)* sok vizet tud lekötni, *b)* a talaj szerkezetét morzsássá teszi, *c)* sok tápanyagot tárol. Ezek a tulajdonságok nagyrészt a humusz kolloid-jellegéből következnek.

Visszatérve a két alapvető szervesképző folyamatra, lényeges különbséget kell a kettő között tennünk *építési szempontból* is.

Mint azt *Biczók* [2] megállapítja, az érett tőzeg veszélyes, a fiatal, szálasrostos tőzeg csak akkor, ha talajvíz alá kerül és anaerob folyamatnak van kitéve. A talajvíz ingadozásának nagy szerepe van: a vízszint süllyedése aerob folyamatot indíthat meg, a szén alakjában feldúsult anyagok a hirtelen oxidáció hatására oldatokba mennek át, a talaj e mellett még jelentékeny mértékben zsugorodhat is; a vízszint süllyedésének eredményeképpen gyakorlatilag már konszolidált épületek újra süllyedhetnek, mint arra Sopronban a csatornázás és vízhálózat kiépítése után több példa volt.

A szervesanyagképző folyamatok végtermékei építési szempontból általában kedvezőek. A szén nagyszilárdságú, csak kevéssé összenyomható anyag (bármilyen nagy is a „szervesanyagtartalma"), a kolloid-humusz (fekete agyag) jó teherbírású, különösen ha a talaj Ca-ban gazdag, amikoris a vízben oldhatatlan ulmin és humin kötésbe kerül a Ca-ionokkal és a talajt mintegy cementálja *(Viljamsz)*.

Lényeges szempont, hogyan helyezkedik el a kialakulóban levő szervesanyag a talaj többi szemcséihez viszonyítva. Három esetet különböztetünk meg:

a) önálló szerves réteg alakul ki, egyenletes, vagy változó vastagságban,

b) a szerves alkotók diszperz állapotban vannak,

c) a szerves anyag vagy annak egy része szervetlen kolloidszemcsék adszorbciós komplexumának egyik alkotója lesz.

Építési szempontból a diszperz állapot általában kedvező, az egyenlőtlen rétegződés nem, az adszorbciós kötés pedig csak bizonyos esetekben. Ez utóbbi jelenségre csak néhány éve kezdtek felfigyelni. Bizonyos agyagásványok, elsősorban a montmorillonit, nagymennyiségű szerves molekulát tud lekötni, éspedig a szemcséknek ugyanazon síkfelületén, amelyik a vizet is leköti *(Gieseking* és *Hendricks)*; ennek egyik eredménye az adszorbciós kapacitás csökkenése, vagy teljes megszűnése. *Jordan* kimutatta, hogy a montmorillonit, ha bizonyos fajta szervesmolekulát adszorbeál, organofil lesz más szervesanyaggal szemben is; az ilyen agyagásvány-szerves komplexumok víz hatására nem duzzadnak, de megfelelő szerves folyadék jelenlétében laza, igen kis teherbírású géleket alkotnak. Erre a jelenségre *Grim* [6] hívta fel a figyelmet.

A szerves talaj fizikai tulajdonságai

A talajfizikai jellemzők alapozási és általános építési szempontból kedvezőtlenül változnak a szervesanyagtartalom növekedésével. A tőzegnek nagy a víztartalma és hézagtérfogata, könnyen összenyomható (összenyomódása 1 kp/cm² feszültség hatására kb. 10—15%) és kis teherbírású (az a kevés is rendszerint a rostos szerkezet következménye, mely 2—3 Mp/m² nagyságú kohéziót ad a tőzegnek). A tőzegre alapozott épület süllyedése — akkor is, ha 1—2 m vastag jó állapotú szervetlen réteg fekszik az alapsík és a tőzegréteg között — néhány dm-t is kitehet; az alakváltozás igen lassú, ami a kis áteresztőképesség és a folytonos szerves bomlás következménye. Hőhatásra érzékeny, rendkívüli mértékben zsugorodik; rossz töltésképző anyag, nem alkalmas tereprendezésre, út- és vasúttöltések, gátak készítésére.

A tőzeg kedvezőtlen tulajdonságai megvannak a szerves talajokban (humuszos szervetlen talaj, módosult tőzeg stb.) is. Hogy milyen mértékben, az elsősorban a szervesanyagtartalom számszerű értékétől függ. Ezt úgy kell értelmezni, hogy *a)* a szervesanyagtartalom nagysága már önmagában kedvezőtlenül befolyásolja a talaj tulajdonságait, *b)* a fizikai jellemzők nem állandók időben és térben.

A szervesanyagtartalom laboratóriumi meghatározása

A jelenleg használatos eljárások három nagy csoportba oszthatók [1]: 1. izzítás, 2. CO_2-mérésen alapuló módszerek és 3. acetilbromidos kezelés.

Az egyes módszerek megbízhatósága, a velük elérhető pontosság és alkalmazási feltételeik nem azonosak. A későbbiekben részletezett vizsgálatok megfelelő értékelése érdekében szükségesnek látszik az eljárások rövid áttekintése.

a) *Izzítás*

Lényege: a talajt 5 órán keresztül 50° C hőmérsékleten súlyállandóságig kiszárítják, majd 3 órán keresztül 600° C hőmérsékletű térben izzítják. A vizsgálat számszerű eredménye az *izzítási veszteség*, az izzítás során mért súlyveszteségnek az 50°-on kiszárított minta súlyára vonatkoztatott százalékos értéke.

Gyakran alkalmaznak a szárításhoz 105° C, az izzításhoz 800° C hőmérsékletet is.

Az izzítási veszteség csak akkor jellemzi megfelelő pontossággal a talaj szervesanyagtartalmát, ha az sok szerves alkotórészt, de kevés agyagásványt és karbonátot tartalmaz (ilyen pl. a tőzeg, a szerves homok és homokliszt). Az izzítási veszteség ugyanis a következő tényezőkből tevődik össze:

a) az ásványos kolloid-szemcsék kémiailag kötött vize,

b) a szerves anyag,

c) a szénsavas sók szénsava,

d) esetleges jelenlevő olyan ásványos anyag, mely izzítva elszáll (pl. szikes talajban a konyhasó).

Ez a körülmény nagyon leszűkíti az izzítási vizsgálat — mint szervesmeghatározó módszer — alkalmazási területét. Korrekciójára vonatkozóan több javaslat szerepel az irodalomban. Így pl. a sok szénsavas meszet és magnéziát tartalmazó talajok esetében a szénsav-veszteséget úgy küszöbölhetjük ki a számításokból, hogy a kiizzított talajmintát ammóniumkarbonát-oldattal itatjuk át, amikoris az izzítás során keletkezett égetett mész újból szénsavas mésszé alakul át [1]. A kémiailag kötött víz számítására *Nowacki* azt javasolta, hogy az izzítási veszteség nyers értékéből a talajt alkotó frakciók szemcseanyagától függően 25—50%-ot vonjunk le [2].

Mindezek ellenére általánosan elismert tény, hogy az izzítási veszteségből a szervesanyagtartalom egyértelműen nem számítható, a kettő között nincs közvetlen összefüggés, így előbbit — kivételes esetektől eltekintve — még közelítő értékként is kockázatos elfogadni.

b) A *CO_2-mérésen alapuló módszerek*

A Magyar Talajvizsgálati Módszerkönyv [1] két alaptípust különböztet meg: a száraz és nedves úton való égetést. Előbbi csoportba sorolható *Gustavson*, *Liebig* és *Dennstedt* módszere, utóbbiba *Knop* krómsavas, *Tyurin* titrimetriás eljárása és a káliumpermanganátos égetés.

A száraz égetéssel dolgozó módszerek közvetlenül alkalmazhatók azokra a talajokra, melyek szénsavas sókat ($CaCO_3$, $MgCO_3$) nem tartalmaznak, ellenkező esetben ezeket kénessav-oldattal előzetesen el kell bontani. Ami a a nedves égetést illeti, a *Knop*-módszer meszes talajra is alkalmas, a káliumpermanganátos eljárás viszont csak az oxidálható alkatrészek mennyiségét adja meg, ebből pedig nem lehet a szervesanyagtartalmat egyértelműen visszaszámítani, mert minden szervesalkotó más-más mértékben oxidálódik.

A CO_2-mérésen alapuló módszerek a szerves széntartalmat adják meg. Mivel a humusz-anyagok átlagos széntartalma a megfigyelések szerint 58% körül van, az égetés eredményeképpen kiadódó értéket 1,72-vel kell szorozni. Sajnos, ilyenformán az „égetéses módszerek" sem adnak tudományos pontosságú eredményt, csak akkor, ha a talaj szervesalkotóinak széntartalma éppen 58% volt.

c) *Az acetilbromidos kezelés különleges módszer, a mérnöki gyakorlatban nem alkalmazzák.*

Hazánkban a mérnöki gyakorlatban nagyon sokáig az *izzítási veszteség* volt a szervesanyagtartalom egyedüli mérőszáma (a küszöbérték 10% volt): a jelenleg érvényben levő szabványok már a *Dennstedt*-módszerrel meghatározott szervesanyagtartalmat veszik az azonosítás alapjául (küszöbérték 5%).

A talaj képlékenységét befolyásoló tényezők; a szervesanyagok szerepe

A talaj képlékenysége a talajrészecskéket körülvevő vízhártyákkal összefüggő határfelületi jelenség. A konszisztencia-határokkal jellemezhetjük (*Atterberg*, 1911). A leggyakrabban használt konszisztencia-határok a folyási (F) és a plasztikus vagy képlékenységi határ (P): ezek különbsége a talajmechanikai osztályozás és azonosítás alapjául szolgáló plasztikus index ($P_i = F - P$).

A képlékenységi vizsgálatok során, mint ismeretes [6], először elő kell állítani a kérdéses konszisztencia állapotot (az anyagi összefüggés keresett állapotát) s utána ebben az állapotban megmérni a víztartalmát.

A továbbiak szempontjából meg kell vizsgálnunk, milyen tényezők befolyásolják a talaj konszisztencia határait, melyik irányban és milyen mértékben.

1. *A talajszemcsék nagysága és alakja*

Régóta ismert, hogy a talaj higroszkópossága, folyási és plasztikus határának értéke a szemcsenagyság csökkenésével rohamosan nő, a talaj fajlagos felületének növekedésével párhuzamosan. Minél több víz szükséges a megfelelő méretű vízhártyák kialakulásához, annál magasabbak a képlékenység határai.

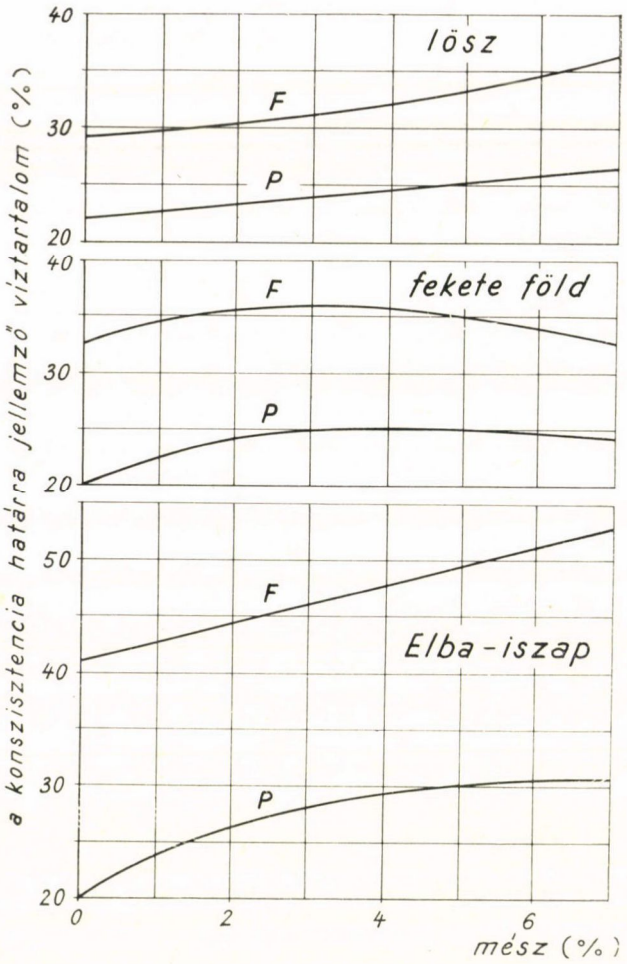
Ami a szemcsék alakját illeti, már *Atterberg* megállapította, hogy csak a lemezes és réteges szerkezetű agyagásvány (kaolinit, talkum, biotit, muszkovit, klorit) képlékeny, a tetraéderes szerkezetű (kvarc, földpát) nem. Hasonló megállapításokat tett *Baver* is, a csillámok plaszticitást növelő szerepére vonatkozóan.

Több kutató kísérelt meg összefüggést felállítani a képlékenységi jellemzők és a szemcsenagyság között. Ma már határozottan leszögezhetjük, hogy egyértelmű összefüggés nincs, mert a képlékenység nem csupán a szemnagyság függvénye. Ezért nem sikerült összefüggést találni az *Arany*-féle kötöttség és az agyagfrakció súlyszázaléka között sem [3].

2. *A talajt alkotó ásványok minősége*

Mivel a vízhártyák kialakulása elektrosztatikus jelenség és a szemcsék elektromos erőtere ásványi sajátosságként jön létre, az adszorbciós folyamatot az ásvány minősége, vagyis a talaj ásványi összetétele határozza meg. Ezen túlmenően a különböző felépítésű kristályok alakja is más és más, aminek hatása a fent említett módon nyilvánul meg.

Sokan foglalkoztak a talaj mésztartalmának szerepével. Így *Freudenberg* [4] három különböző talajhoz növekvő mennyiségben CaO-t, illetve $Ca(OH)_2$-t



1. ábra. A talaj folyási és plasztikus határának, illetve plasztikus indexének változása a mésztartalommal. *(Freudenberg* nyomán)

adagolt és megállapította, hogy a folyási és a plasztikus határ általában nő, míg a plasztikus index gyakorlatilag állandó marad *(1. ábra). Gallaway* és *Buchanan* szerint a plasztikus határ nő, de a folyási határ csökken, vagy alig változik. Az irodalomban e téren nincs összhang, aminek oka véleményem szerint az, hogy a mésztartalom kvalitatív és kvantitatív hatása a vizsgált agyagásványnak, a talaj összetételének és eredeti képlékenységi határainak is függvénye.

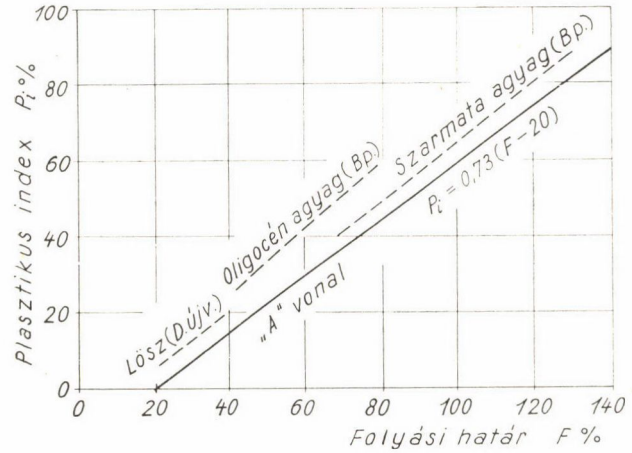
3. *Az adszorbciós komplexum jellege*

A szemcsék felületén adszorbeált kationok jelentős mértékben befolyásolják a talajnak majd minden fizikai tulajdonságát, így képlékenységét is. A Na-agyagban a vízfilmek vastagsága nagy, a H-agyagban lényegesen

kisebb, ennek megfelelően előbbiek sokkal plasztikusabbak; a Ca-agyag a kettő között foglal helyet. Ez az oka, hogy a tengeri eredetű Na-agyagok általában kedvezőtlenebbül viselkednek, mint az édesvízi eredetű Ca-agyagok és a kilúgozás eredményeképpen keletkezett H-agyagok. A kérdés gyakorlati jelentősége azért nagy, mert a kationok cserélhetők, vagyis a talaj kérdéses fizikai és kémiai tulajdonságai javíthatók. Ebben a vonatkozásban *Járay* mutatott rá sok érdekes jelenségre.

4. *A talaj szervesanyagtartalma*

Baver már évtizedekkel ezelőtt megállapította, hogy a humusztartalom növekedésével nő a talaj folyási és plasztikus határa [3]. *Casagrande* (1932)



2. ábra. A *Casagrande*-féle „*A*-vonal" és néhány hazai talajt ábrázoló pontsor a *Casagrande*-rendszerben, *(Kézdi* nyomán)

szerint a szerves iszapok és agyagok az alábbi egyenlettel jellemzett, ún. „A-vonal" alá esnek:

$$P_i = 0{,}73(F - 20), \tag{1}$$

ahol P_i — a plasztikus index (%),
F — a folyási határ (%).

Az összefüggést grafikusan a *2. ábra* mutatja be. E szerint ha pl. $F = 60\%$, $P = 40\%$ (így $P_i = 20\%$), a talaj szervesnek minősül. (Az „A-vonal" másik sajátossága, hogy az azonos eredetű talajok (P_i, F)-pontsorait összekötő egyenes a vonallal rendszerint párhuzamos.)

Biczók [2] megállapította, hogy a talajt ábrázoló pont akkor esik az A-vonal alá, ha a szervesanyagtartalom az 5%-ot meghaladja.

Laboratóriumi vizsgálatok a szervesanyagtartalom és plasztikus határ közötti összefüggés meghatározására

A Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat laboratóriumában az 1959—60. években 311 vizsgálat készült a képlékenységi jellemzők és a szervestartalom összefüggésének vizsgálatára. Az alkalmazott kísérleti módszer a következő volt.

a) *Folyási határ*

A *Casagrande* -féle készülékkel, az ún. négypontos módszer segítségével határozták meg. A talajt közel természetes víztartalom mellett dolgozták fel, hogy elkerüljék a folyási határ szárítás hatására bekövetkező csökkenését, mely szerves talajok esetében a 30%-ot is meghaladja [6].

b) *Plasztikus határ*

A talajmechanikai laboratórium a plasztikus határt — a szabványoknak megfelelően — olyan konszisztencia-állapot mellett határozta meg, mikor a 3 mm-re kisodrott talaj-hengerkék épen repedezni, törni kezdenek.

c) *Szervesanyagtartalom*

A talaj szervesanyagtartalmát *Dennstedt*-módszerrel, 600 ° C-ra felfűtött kemencében határozták meg, a szokásos módszerrel [1].

d) *Izzítási veszteség*

Az izzítási veszteséget a vegyészeti laboratórium 600° C-ra felfűtött *Dennstedt*-kemence segítségével határozta meg, a szervesanyag meghatározásával párhuzamosan, ugyanazon munkamenetben.

e) *$CaCO_3$-tartalom*

A vegyészeti laboratórium az első 143 minta $CaCO_3$-tartalmát is meghatározta a *Scheibler*-féle kalciméter segítségével.

A vizsgálatok metodikájával kapcsolatban két lényeges körülményt kell kiemelnem: *a)* az izzítási és szervesanyag-meghatározás azonos hőfokon történt, *b)* a két vegyvizsgálatot azokon a talaj-hengerkéken hajtották végre, melyekből a talajmechanikai laboratórium a plasztikus határt meghatározta, kiküszöbölve ezzel a szerves talajok közismert heterogenitásából származó hibaforrást.

A keresett statisztikai összefüggés meghatározása során induljunk ki abból a feltételezésből, hogy a *szervesanyagtartalom a Casagrande-féle „A-vonal"-tól távolodva nő.* Alakítsuk át az egyenes egyenletét úgy, hogy a baloldalon a plasztikus határ álljon:

$$P_C = 0{,}27F + 14{,}6, \qquad (2)$$

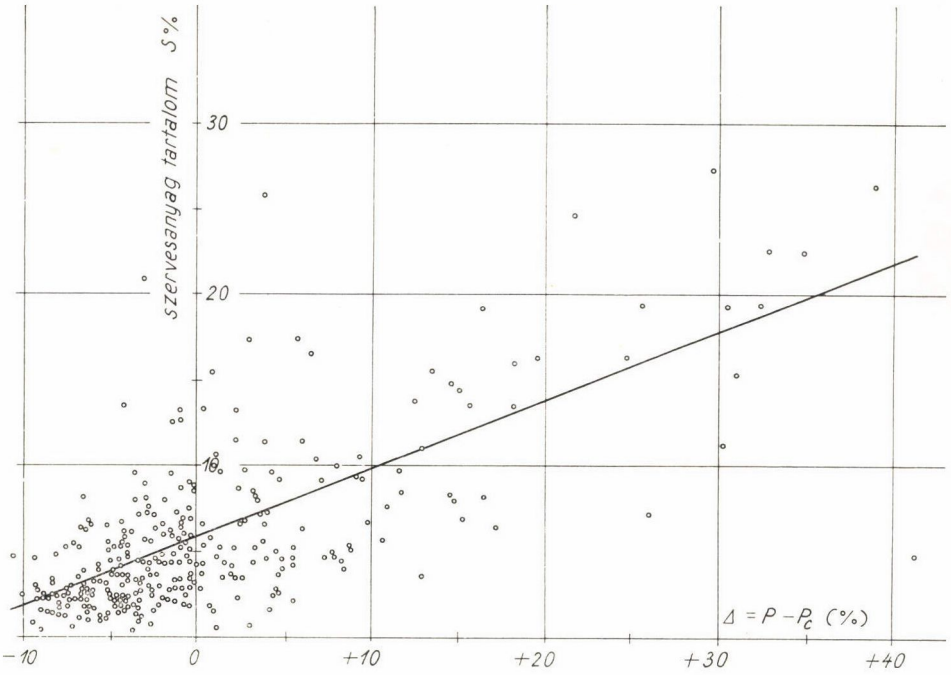
ahol a P_C annak a plasztikus határnak felel meg, mely mellett — adott F-értéknél — a talajt jellemző pont éppen az „A-vonal"-ra esik.

A talaj tényleges és fenti módon számított plasztikus határának különbsége, a

$$\Delta = P - P_C$$

érték a talajt ábrázoló pontnak az „A-vonal"-tól mért függőleges távolságával egyenlő.

A Δ-értékekhez felrakva a hozzájuk tartozó szervesanyagtartalmat *(S)*, illetve izzítási veszteséget (I), a *3. és 4. ábrán* adott képet kapjuk.



3. ábra. Összefüggés a talaj szervesanyagtartalma (S), valamint a tényleges és az *A*-vonalhoz tartozó plasztikus határok különbsége ($P-P_c$) között

Megállapítható, hogy a Δ-érték növekedésével nő a talaj szervesanyagtartalma, illetve izzítási vesztesége. Megállapítható az is, hogy ha a $P-P_c$ különbség negatív, mintegy 70% a valószínűsége annak, hogy a talaj szervesanyagtartalma 5%alatt van (vagyis, hogy a szabványok értelmében szervetlen). Szubjektív megítélés alapján az is leszögezhető, hogy szorosabb összefüggés van Δ és S, mint Δ és I között, valamint az, hogy Δ növekedésével nő a szóródás, bizonytalanabb a becslés.

Az összefüggés analitikus elemzésére rátérve, tételezzük fel, hogy S és I csak Δ függvénye, és hogy ezt a kapcsolatot lineáris egyenlet fejezi ki, mely az

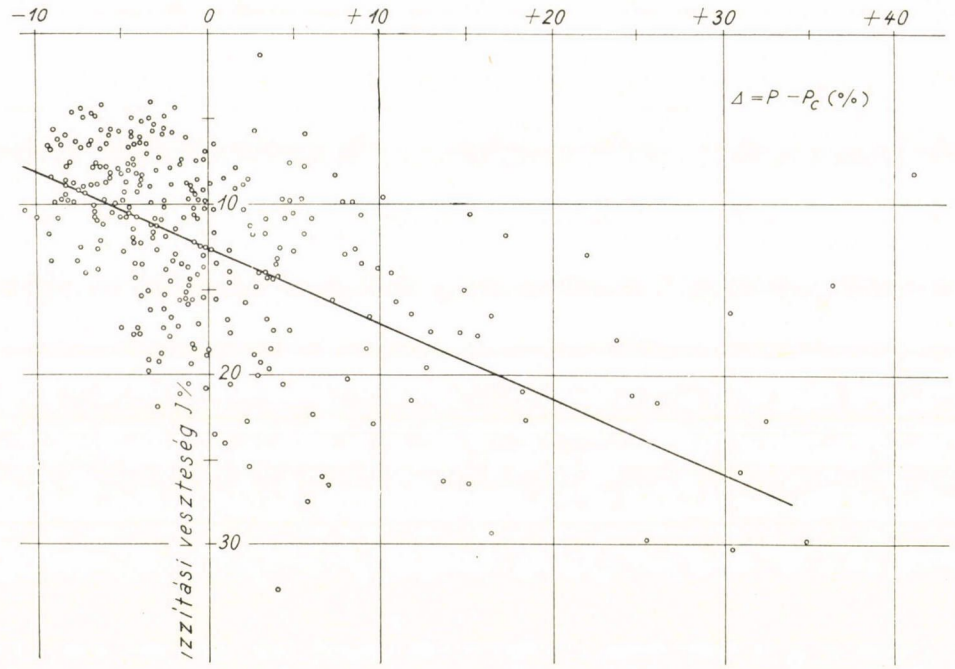
$$S = S_0 + s \cdot \Delta,$$

illetve

$$I = I_0 + i \cdot \Delta$$

alakban írható fel.

Ismeretes, hogy hasonló esetekben a „legkisebb négyzetek módszere" szerint célszerű eljárni, megkeresve azt az egyenest, melytől való eltérések négyzetösszege minimum. A számítás részleteit mellőzve, az alábbiakban közlöm a normálegyenleteket:



4. ábra. Összefüggés az izzítási veszteség (I), valamint a tényleges és az A-vonalhoz tartozó plasztikus határok különbsége ($P-P_c$) között

a szervesanyagtartalomra vonatkozóan:

$$311 \quad S_0 + \quad 541{,}2 \quad s - \quad 2\,034{,}70 = 0$$
$$541{,}2 \quad S_0 + 48\,931{,}58 \; s - 22\,811{,}44 = 0$$

az izzítási veszteségre vonatkozóan:

$$309 \quad I_0 + \quad 541{,}2 \quad i - \quad 4\,158{,}40 = 0$$
$$541{,}2\, I_0 + 48\,931{,}58 \; i - 28\,618{,}74 = 0$$

A normálegyenletek megoldása a keresett összefüggésekre vonatkozóan a következő eredményt szolgáltatta:

$$S = 5{,}8 + 0{,}402\, \Delta, \text{ illetve} \tag{3}$$

$$I = 12{,}7 + 0{,}445 \Delta. \tag{4}$$

A két utóbbi egyenlet segítségével a folyási és plasztikus határ ismeretében megbecsülhetjük a talaj szervesanyagtartalmát, illetve izzítási veszteségét. A (2) és (3), illetve (2) és (4) egyenletek összevetésével a következő kifejezéseket nyerjük:

$$S = -0{,}03 + 0{,}402\,P - 0{,}109\,F \tag{5}$$

és

$$I = 6{,}18 + 0{,}445\,P - 0{,}120\,F \tag{6}$$

Legyen pl. $F = 100\%$, $P = 50\%$, akkor

$$S = -0{,}03 + 20{,}10 - 10{,}9 = 9{,}2\% \text{ és}$$
$$I = 6{,}18 + 22{,}5 - 12{,}0 = 16{,}7\%$$

Ha a (3) és (4) képletben $\Delta = 0$-át helyettesítünk, megkapjuk a *Casagrande*-féle „A-vonal"-on fekvő pontok szervesanyagtartalmának és izzítási veszteségének várható értékét, e szerint

$$S_0 = 5{,}8\% \text{ és } I_0 = 12{,}7\%.$$

Ez az eredmény jól egyezik *Biczók* [2] adataival, aki — mint erről fentebb szó volt — azt találta, hogy az „A-vonal" alá eső talajok szervesanyagtartalma 5%-nál nagyobb.

A (3) és (4) egyenlettel jellemzett egyenesek grafikus képe a 3. és 4. ábrán látható.

Bár a számítások teljes mértékben igazolták azt a feltételezést, hogy a szervesanyagtartalom és az izzítási veszteség nő az „A-vonal"-tól távolodva, és erre számszerű összefüggés is adódott, kérdés, mennyiben használható ez a gyakorlatban.

A pontok szórásának két alapvető oka van: 1. a laboratóriumi vizsgálatok pontatlansága és 2. az a körülmény, hogy a szervesanyagtartalom (és az izzítási veszteség) nem egyetlen tényező függvénye, illetve, hogy a képlékenységi határok értékét nem kizárólag a szervesanyagtartalom határozza meg.

Ami a laboratóriumi vizsgálatok pontatlanságát illeti, a kiegyenlítő számítás ilyen nagyszámú vizsgálat esetében kiejti a „véletlen jellegű" hibákat, a kapott összefüggés csak az ún. „szabályos jellegű" hibákat tartalmazza. Ilyen szabályos jellegű hiba lehet pl. az, hogy a plasztikus határ értéke — ha a kísérlet nem szélső pontossággal készül — valamivel nagyobb lehet az előírások szerint meghatározott értéknél, éspedig azért, mert a hengerkék szétesnek, ha a plasztikus határnál szárazabbak, a nagyobb víztartalom irányában viszont könnyebb tévedni.

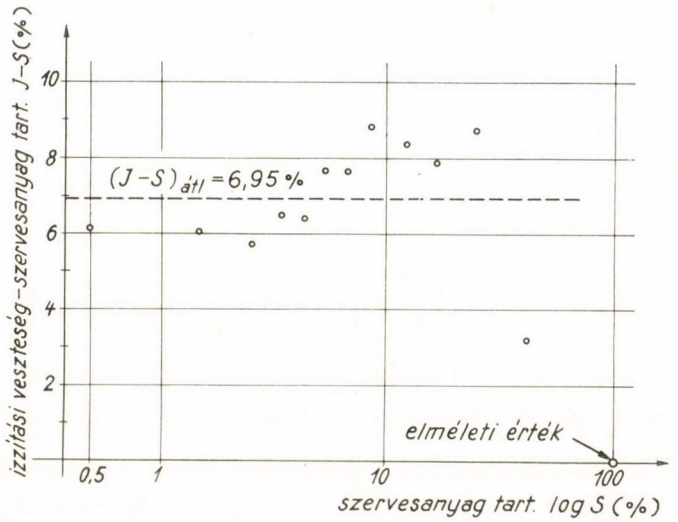
Más a helyzet a képlékenységi határokat befolyásoló tényezőket illetően (vö. előző fejezettel). Tekintettel arra, hogy a vizsgált minták több száz, az ország legkülönbözőbb pontjain lemélyített fúrásokból származnak, ásványi összetételük, a szemcsék alakja és adszorbciós komplexuma általában más és más kellett, hogy legyen. Ez azt jelenti, hogy a vizsgált talajok — ha szervestartalmukat elveszítenék — a *Casagrande*-féle „A-vonal"-hoz viszonyítva nem azonos módon helyezkednének el, hanem különböző távolságra attól (vö. 2. ábrával, melyen *Kézdi* nyomán néhány hazai talaj jellegzetes *Casagrande*-egyenese is fel van tüntetve).

Meg kell itt még jegyeznem, hogy a $CaCO_3$-tartalom nem befolyásolta az összefüggést, ami abban nyilvánult meg, hogy a mintákat mésztartalmuk szerint két egyenlő nagyságú csoportba osztva, a két különböző csoportba tartozó pontok (számszerint 143) vegyesen, szabálytalan szóródásban helyezkedtek el. Ennek oka a vegyészeti vizsgálatokat irányító *Czerny Gy.* szerint az, hogy a kemence hőfoka 600° C volt.

Végeredményben tehát a kapott összefüggés *átlagos fizikai-kémiai tulajdonságokkal rendelkező hazai talajokra* vonatkozik, a fent leírt laboratóriumi vizsgálati feltételek mellett.

Összefüggés a szervesanyagtartalom és az izzítási veszteség között

Mint arról már az előzőekben szó volt, a szervesanyagtartalom és az izzítási veszteség között egyértelmű összefüggés nem állhat fenn, mert az izzítás során a szerves alkotórészeken kívül a kötött víz, a szénsavas sók szénsava és egyéb anyagok is megsemmisülnek, ezek mennyisége viszont — függetlenül a szervesanyagtartalomtól — talajonként változó. A rendelkezésre álló adatok nagy száma lehetővé teszi, hogy ezt a kérdést közelebbről megvizsgáljuk.

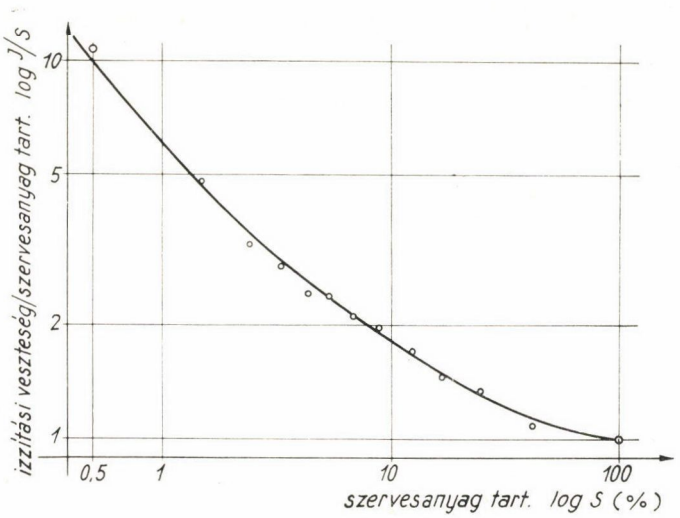


5. ábra. Az izzítási veszteség és szervesanyagtartalom különbségének (I—S) változása a szervesanyagtartalommal

Rendezzük az I-értékeket a szervesanyagtartalom egyes intervallumai ($S = 0 - 1, 1 - 2, \ldots 30 - 50$) szerint és számítsuk ki az egyes intervallumokba eső $I - S$ különbségek átlagos értékeit. A megfelelő pontokat ($\log S$, $I - S$) koordinátarendszerben ábrázolva azt tapasztaljuk, hogy az izzítási veszteség és szervesanyagtartalom különbsége független a szervesanyagtartalomtól, a pontok az $I - S = 6{,}95\%$-os átlag körül (ahhoz feltűnően közel) helyezkednek el *(5. ábra)*. Ez azt fejezi ki, hogy az izzítási veszteség *átlagosan* 6—8%-al nagyobb volt, mint a szervesanyagtartalom, függetlenül utóbbi értékétől.

Megváltozik a helyzet, ha az I/S hányadosokat ábrázoljuk a szervesanyagtartalom függvényében *(6. ábra.)* Az így kapott pontok meglepően jól kiegyenlíthetők egy hiperbolikus görbével, mely azt a törvényszerűséget fejezi ki, hogy a szervesanyagtartalom növekedésével az izzítási veszteség mind kisebb százalékban haladja meg a szervesanyagtartalom értékét.

Mint említettem, a „szerves talaj" kritériuma építési szempontból az $I > 10\%$ volt, ma az $S > 5\%$ feltétel. A kétszeres szorzó, mint átszámítási



6. ábra. Az izzítási veszteség és szervesanyagtartalom hányadosának változása a szervesanyagtartalommal

kulcs alkalmazása nem szerencsés. A (3) és (4) egyenletek szerint az „A-vonal"-on fekvő pontokra

$$I/S = 12{,}7/5{,}9 = 2{,}17,$$

a 6. ábra szerint pedig

$S = 5{,}8\%$-nál $\quad I/S = 2{,}25,$
$S = 5{,}0\%$-nál $\quad I/S = 2{,}43$ adódik.

Ezek az adatok azt bizonyítják, hogy az $I < 10\%$ általában szigorúbb feltétel, mint az $S < 5\%$.

Összefoglalás

A szervesanyagtartalommal változik a talaj képlékenysége és változnak az ezt számszerűen kifejező képlékenységi határok. Ez a kapcsolat felhasználható arra, hogy a talaj folyási és plasztikus határából következtessünk annak szervesanyagtartalmára. Több mint 300 laboratóriumi kísérlet anyagát feldolgozva bizonyítást nyert, hogy

a) a szervesanyagtartalom növekedésével nő a *Casagrande*-féle „A-vonal"-tól mért távolság;

b) az „A-vonal"-on fekvő pontok átlagos szervesanyagtartalma 6%, izzítási vesztesége 13% körül van;

c) azonos folyási határ mellett $\Delta P = 10\%$-al nagyobb plasztikus határ átlagosan $\Delta S = 4\%$-al nagyobb szervesanyagtartalmat jelent.

A szervesanyagtartalommal párhuzamosan az izzítási veszteség is nő — általában — az „A-vonal"-tól távolodva. Jóllehet I és S között egyértelmű összefüggést nem lehet felállítani, a kísérletsorozat adataiból arra lehet következtetni, hogy

a) az $I - S$ különbség 40—50%-os szervesanyagtartalomig 7% körüli érték és — nagyszámú kísérlet átlagára vonatkoztatva — gyakorlatilag független a szervesanyagtartalom nagyságától,

b) az I/S hányados a szervesanyagtartalom növekedésével rohamosan csökken.

Az $I < 10\%$ és $S < 5\%$ szerves-kritériumok közül — a statisztikai adatok szerint — utóbbi szigorúbb feltételt jelent: $S = 5\%$-hoz $I \simeq 12\%$-os érték tartozik, amit az átszámítás során figyelembe kell venni.

Érkezett: 1965 június hóban.

IRODALOM

1. *Ballenegger R.:* Talajvizsgálati Módszerkönyv. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest, 1952.
2. *Biczók I.:* Untersuchung der Böden organischen Gehaltes mit Rücksicht auf den Grundbau. Gedenkbuch für Prof. dr. J. Jáky. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1955.
3. *Di Gleria Dr.—Klimes-Szmik Dr.—Dvoracsek:* Talajfizika és talajkolloidika. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1957.
4. *Freudenberg:* Der Versuchsstreckenbau in der Landwirtschaft. Strassentechnik 8. (1960) 2. sz.
5. *Grim, R. E.:* Some fundamental factors influencing the properties of soil materials. Proceedings of the II. Int. Conf. of Soil Mech. and Found. Eng. III. kötet. Rotterdam, 1948.
6. *Kézdi Á. dr.:* Talajmechanika I., 2. kiadás. Tankönyvkiadó, Budapest, 1960.

DR. VÁGÁS ISTVÁN, a műszaki tudományok kandidátusa

ÖNTÖZŐ CSŐKUTAK GEOMETRIAI ELMÉLETE

Magyarországon az öntözéses gazdálkodásnak egyre kiemelkedőbbé válik a szerepe a mezőgazdasági termelésben. A felszíni vizek hasznosítása mellett vízföldtani, hidrológiai és vízminőségi szempontból e célra alkalmas területeken *a felszín alatti vizek hasznosítása*, elterjedt kifejezéssel: *a csőkutas öntözés* ígér kedvező megoldást.

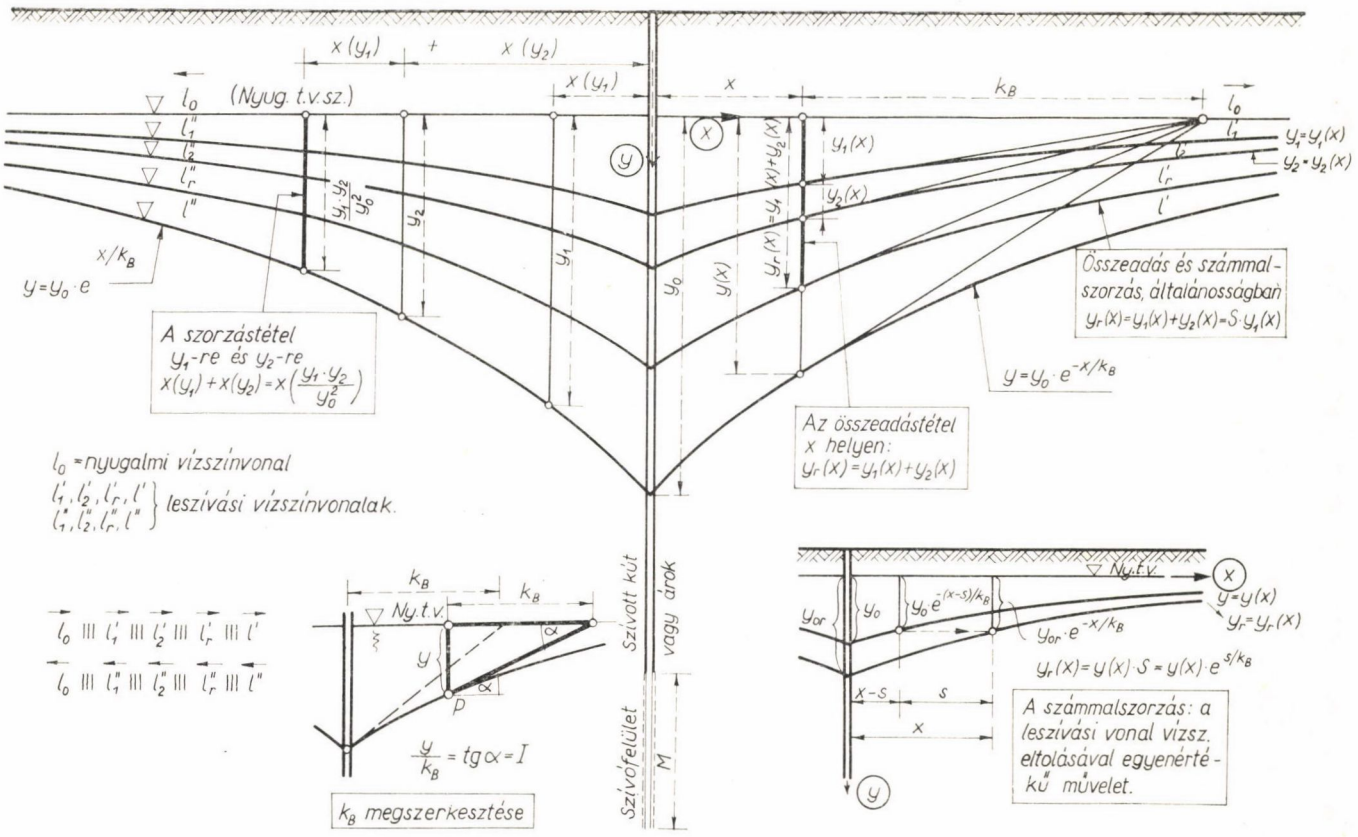
Az öntözés céljára történő csőkutas vízkivételek új elméleti és gyakorlati kérdéseket hoztak felszínre. Célszerűnek mutatkozott tehát a talajvízszinsüllyesztés elméleteinek olyan kiegészítése, amellyel az öntözéses vízhasználat által adott különleges feltételeket is figyelembe vehetjük.

A felszín alatti vizeket az öntözés céljára a legelterjedtebben *csőkutakból*, ritkábban falazott *aknakutakból*, illetőleg csövezetlen és szűrőzetlen *expresskutakból*, esetleg *nyílt árkokból*, az ún. *sírkutakból* szokták kitermelni. A felsorolt kútféleségeken belül is széles változatosságot találhatunk a kutak átmérője, anyaga, szűrőberendezése stb. tekintetében és a beépítés adottságai további eltérő vízszolgáltatási feltételeket teremtenek.

Az öntöző kutak telepítésénél a mezőgazdaság igényeinek kielégítése gyakran előbbre való a vízföldtani lehetőségek legokszerűbb kihasználásánál. Az öntöző kutaknál a talaj rétegeződése inhomogén,a réteghatárok gyakran nehezen különíthetők el, és a talajvíz szabad felszínű vagy nyomás alatti jellegét olykor nehéz megnyugtatóan megállapítani. A kutak rendszerint „belógó kutak", és csak ritkán „teljes kutak". Az alkalmazott szűrőszerkezet vagy szívó rész nem követi pontosan a víznyeréshez legalkalmasabb talajréteg határait, esetleg egyes rétegeket összekapcsol. Számos további, itt fel nem sorolt tényező hatásával együtt mindezek kétségessé teszik az ismert és használatos kútelméletek alkalmazásának feltétlen indokoltságát.

A különféle módokon, különböző feltételek között épített talajvízkutak működésének közös vonása a *nyugalmi talajvízszin süllyesztése*. A lesüllyesztett talajvíztükör alakváltozásainak vizsgálata elvonatkoztatható annak hidraulikai tartalmától és *tisztán geometriai kérdésként* kezelhető. A leszívási vízszínvonalak geometriája függetlenítheti magát a sokféle és egységes elméletben pontosan figyelembe nem vehető hatótényezőtől, illetőleg ezekre csak rendszerének kidolgozását követően kell, hogy számot tartson.

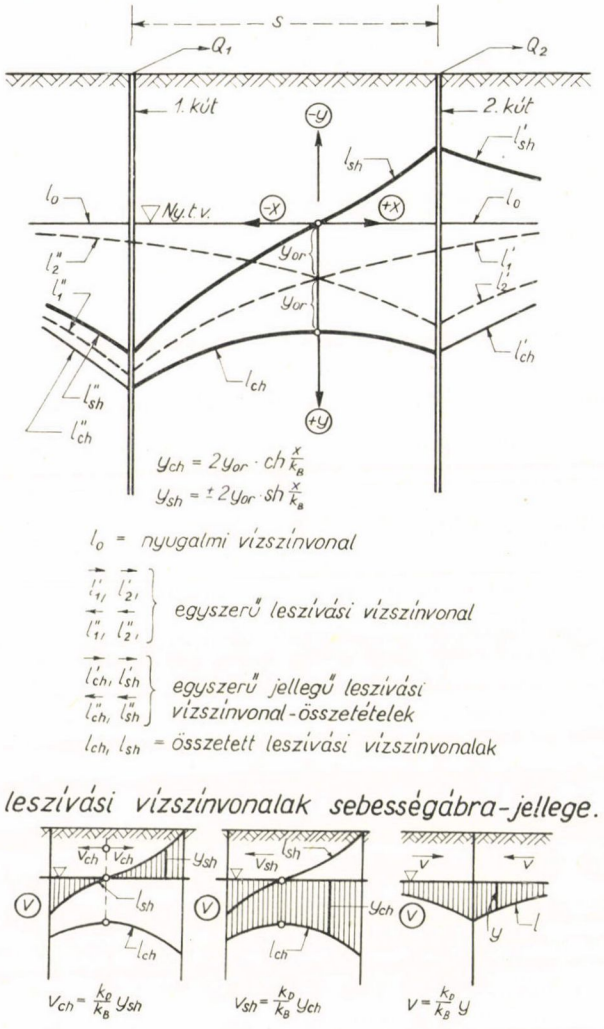
A talajvíz felszíne (piezometrikus szintje), végtelen kiterjedésű, homogén nehézségi erőtérben alkotott függőleges síkmetszetében szemlélve, nyugalmi állapotában *vízszintes egyenes*. Leszívás vagy feltöltés hatására ez a vízszintes egyenes *görbült leszívási (feltöltési) vonallá* alakul. *(1. ábra)* Egyetlen függőlegesben végzett szivattyúzás *egyszerű leszívási vízszínvonalat*, két vagy több függőlegesben egyidejűleg végrehajtott szivattyúzás az egymásrahatások kö-



1. ábra. Egyszerű leszívási vízszínvonalak és tulajdonságaik a lineáris leszívási rendszerben

vetkeztében *összetett leszívási vízszínvonalat* eredményez. *(2. ábra)* A feltöltést (talajvízdúsítást) *negatív leszívásnak* tekintjük [9. 10].

A leszívási vízszínvonalak egyenletének meghatározása szempontjából megkülönböztetjük a *lineáris* és a *nem-lineáris* leszívási rendszereket. Geomet-



2. ábra. A leszívási vízszínvonalak összetétele a lineáris leszívási rendszerben

riai vizsgálatunk alapja az ún. lineáris rendszerek jellemzőinek megállapítása, amelyből átszámításokkal esetleg a nem-lineáris rendszerek vizsgálatára is következtethetünk [10].

Lineáris leszívási rendszerek

A leszívási rendszerek lineárisak, ha vízszínvonalaik között érvényben van az alábbiakban kifejtendő *összeadási* és *szorzási* tétel; ellenkező esetben nem lineárisak.

a) *A leszívások összeadása*

A lineáris rendszerbeli leszívások minden függőlegesben előjelhelyesen összegezhetők [10].

Ha tehát előállítunk egy $y_1 = y_1(x)$ egyenletű leszívási vonalat — ahol y-nal a függőleges irányú leszívást, x-szel pedig egy alapul választott függőlegestől mért vízszintes távolságot jelöltünk — majd ettől függetlenül létrehozunk egy másik, $y_2 = y_2(x)$ egyenletű leszívási vonalat, akkor a kétféle leszívást egyidejűleg előidézve az

$$y_r(x) = y_1(x) + y_2(x) \tag{1}$$

egyenletű eredő leszívási vonalat állítjuk elő *(1. ábra.)*

Ha az $y_1(x)$ és $y_2(x)$ függvények egyaránt többszörösei egy $y = y(x)$ függvénynek, az S szorzótényező bevezetésével

$$y_r(x) = S \cdot y(x) \tag{2}$$

alakban a leszívások *számmal szorzását* is értelmezhetjük.

b) *A leszívások szorzása*

Lineáris rendszerbeli egyszerű leszívási vízszínvonalnak abban a függőlegesében mérhető egyéb függőlegesekhez tartozó leszívási értékek szorzata, amelynek távolsága az egységnyi leszívás függőlegesétől ugyanannyi, mint a szorzásban szereplő leszívások függőlegeseinek ugyaninnen számított, előjelhelyesen összegezett távolsága. *(1. ábra.)* [10].

Ha tehát a leszívási vízszínvonal egyenletét az előző kifejezésekhez képest inverz, $x = x(y)$ alakban fejezzük ki és azon meghatározzuk az y_1 és y_2 leszívásokhoz tartozó, olyan $x = O$ kezdőfüggőlegestől számított $x(y_1)$ és $x(y_2)$ vízszintes távolságokat, amely kezdőfüggőlegesben $y_1 = 1$, ezeknek összegezéséből kapott eredő függőlegesben az $y_r = y_1 \cdot y_2$ leszívást mérhetjük:

$$x(y_1) + x(y_2) = x(y_1 \cdot y_2). \tag{3}$$

Amennyiben az $x = 0$ helyen $y = y_0 \neq 1$, a (3) jobboldalán y_1 helyett $\frac{y_1}{y_0}$, y_2 helyett pedig $\frac{y_2}{y_0}$ irandó.

c) *Egyszerű leszívási vízszínvonalak egyenlete*

A líneáris rendszerbeli leszívások szorzástétele egyúttal az egyszerű leszívási vízszínvonal függvényegyenlete. Ennek az $x(y)$-ra vonatkozó megoldása bármely, $a > 1$ alapú *logaritmusfüggvény* lehet. Az alapszám feltüntetése he-

lyett a természetes — $e = 2{,}718\ldots$ alapú — logaritmusrendszer használata mellett bevezetett, *a leszívási rendszert jellemző, hosszúságdimenziójú* k_B *tényező* is alkalmas a függvényegyenlet általános megoldásának kifejezésére. A $k_B = (\ln a)^{-1}$ értékmegválasztás az $a > 1$ esetekben ugyanis mindenkor lehetséges. Tekintve, hogy az egyszerű leszívási vízszínvonalakat a szivattyúzási függőlegestől mért x-távolság növekedésével csökkenő y-leszívás jellemzi, a (3) egyenlet megoldása:

$$x(y) = -k_B \cdot \ln \frac{y}{y_0} \tag{4}$$

Ezt y-ra kifejezve:

$$y(x) = y_0 \cdot e^{-x/k_B} \tag{5/a}$$

A szivattyúzás függőlegesének előzőekhez képest ellenkező oldalán:

$$y(x) = y_0 \cdot e^{+x/k_B} \tag{5/b}$$

Az (5) egyenletpár fejezi ki az egyszerű leszívási vízszínvonalak egyenleteit. Egy szivattyúzási függőlegesen áthaladó egyszerű leszívási vízszínvonalak serege a nyugalmi vízszín vonalával egybeeső x-tengelyre vonatkozóan ortogonális affinitásban levő rendszert alkot. *(1. ábra.) [9, 10]*

d) *Összetett leszívási vízszínvonalak egyenlete*

Az egyszerű leszívási vízszínvonalak az (5) egyenletek értelmében olyan exponenciális görbék, amelyek csak együtthatójukban és kitevőjük előjelében különbözhetnek egymástól. Az x-tengely kezdőpontjának esetleges különbözősége ugyanis az együtthatóban is kifejezésre juttatható:

$$y_r = y_0 \cdot e^{-(x-s)/k_B} = y_0 \cdot e^{s/k_B} \cdot e^{-x/k_B} = y_0 \cdot S \cdot e^{-x/k_B} = y_{r0} \cdot e^{-x/k_B} \tag{6}$$

A koordinátarendszer $+s$ mértékű oldalirányú eltolása tehát az eredeti rendszerbeli leszívási értékek $S = e^{s/k_B}$-szorosukra növelésével egyenértékű, és az S szorzó beleolvasztható az egyenlet együtthatójába. *(1. ábra.)*

Minden, kitevőjében azonos előjelű egyszerű leszívási vonal egyenlete a közös x-tengelyre való redukálás után az együtthatók előjelhelyes összegezésével alakítható át az összetett leszívási vonal egyenletévé, tekintve, hogy ugyanannak a leszívási rendszernek vizsgálata esetén k_B, mint alapállandó, mindig ugyanakkora értékű. Ez a fajta összegezés a leszívási vonal egyszerű jellegét nem változtatja meg.

Más a helyzet, ha kitevőjükben ellenkező előjelű egyszerű leszívási vonalakat teszünk össze. Az azonos előjelű kitevők szerinti összegezést ilyenkor előzetesen elvégezhetjük, sőt módunkban áll olyan közös koordinátarendszert is választani, amelyben az együtthatók abszolút értéke mind a pozitív, mind pedig a negatív kitevők mellett egyenlő (y_{0r}). Most már csak két lehetőség marad:

1. az azonos előjelű együtthatók esete. (Vagy csak leszívások, vagy csak feltöltések összegezése):

$$\pm y_{ch} = y_{0r} \cdot e^{+x/k_B} + y_{0r} \cdot e^{-x/k_B} = 2y_{0r} \cdot ch \frac{x}{k_B} \tag{7a}$$

Ezt az összetételt *ch-típusú összetételnek* is nevezhetjük és ezt y indexében is kifejezésre juttathatjuk.

2. Ellentétes előjelű együtthatók esete. (Leszívások és feltöltések összegezése egymással):

$$\pm y_{sh} = y_{0r} \cdot e^{+x/k_B} - y_{0r} \cdot e^{-x/k_B} = 2y_{0r} \cdot sh\frac{x}{k_B} \qquad (7/b)$$

Ezt az összetételt viszont az y indexében is kifejezésre juttatható *sh-típusú összetételnek* nevezhetjük.

Lineáris leszívási rendszerekben az összetett leszívási vízszínvonalak egyenlete vagy az (5) egyenletekben kifejezett, az egyszerű leszívási vízszínvonalakat is jellemző *exponenciális típusú*, vagy a (7) egyenletekben leírt *ch-, illetőleg sh-típusú* alakban írható fel, hozzátéve, hogy a nyugalmi vízszín egyenese, illetve a szivattyúzási helyeken felvett függőleges egyenesek ezeknek különleges eseteiként szintén előfordulhatnak. *(2. ábra.)* [10].

e) *A lineáris leszívási rendszer hidraulikai jelentése*

Az összeadástétel azt fejezi ki, hogy a leszívási tevékenység ugyanolyan hatást gyakorol a természetes körülmények által kialakított nyugalmi vízszínvonalra, mint a műszaki beavatkozások által előzetesen már létrehozott, dinamikus egyensúlyban levő alapvízszínvonalra. Több szivattyúzási egység (kút, szívóárok stb.) együttesen kifejtett leszívási hatásán nem változtat a leszívások sorrendje és mértéke [1, 2].

A szorzástétel értelmében az egyszerű leszívási vízszínvonalak alakja független a szívattyúzás helyétől. Adott függőlegesben ugyanolyan mértékű leszívást és a leszívási vonal érintőjének ugyanolyan hajlását — tehát ugyanazt a vízszínesést — különböző helyeken végzett (azonban nyilvánvalóan különböző mértékű) leszívásokkal egyaránt előállíthatjuk. A (6) egyenlet értelmében a számmalszorzás és a leszívási vonalrendszer eltolása egyenértékű művelet, így bármely x-abszcisszájú függőlegesen átmenő egyszerű leszívási vonalak részei az s tetszőleges megválasztása melletti $(x - s)$ abszcisszájú függőlegesen átmenő leszívási vonalaknak is. *(1. ábra.)*

A leszívási vízszínvonalak geometriai rendszere a valóságban gyakran nem lineáris. A lineáris rendszer azonban határátmenetben, a kisebb mértékű leszívások felé haladva, mindenfajta nem-lineáris rendszert megközelíthet [10].

Nem-lineáris rendszereknél az összeadástétel módosul, s ennek a módosulásnak egyik kifejezési formája általánosságban az alábbi lehet:

$$y_r = \frac{y_1 + y_2}{1 - f(y_1, y_2)} . \qquad (8)$$

A jobboldali kifejezés nevezőjében szereplő, közelebbről meg nem adott f függvény a módosítás függvénye, amelynek negatív előjelét az a tapasztalati tény indokolja, hogy nagyobb leszívások mellett az azonos mértékű vízhozamnövekedéshez viszonylag nagyobb további leszívások szükségesek, mint a kisebbek mellett.

Fejtsük sorba a (8) kifejezés jobboldalát végtelen lánctört alakjában:

$$y_r = (y_1 + y_2) \cdot \{1 + f(y_1, y_2) + [f(y_1, y_2)]^2 + [f(y_1, y_2)]^3 + \ldots\} \qquad (9)$$

Kis leszívásoknál $f(y_1, y_2) \to 0$, így $y_r \to (y_1 + y_2)$, vagyis ebben az esetben a lineáris rendszer (1) szerinti összeadástételét kapjuk.

Nem-lineáris rendszereknél a szorzástételnek is van valamilyen módosult alakja, amelyből a leszívási görbék egyenletére következtethetünk. Legyen ez általánosságban a következő alakú:

$$y = f(x) = y_0 - I_0 \cdot x + \frac{1}{2!} \cdot \frac{dI_0}{dx} \cdot x^2 - + \ldots \qquad (10/a)$$

A sorbafejtésnél tekintetbe vettük, hogy az $x = 0$ helyen $y = y_0$, továbbá ugyanitt $f'(x) = -I_0$, ahol I_0 a vízszínesés értéke az $x = 0$ helyen.

A (10/a) egyenletben a lineáris rendszerekre vonatkozó egyszerű leszívási vízszínvonalon: $I_0 = -f'(0) = \frac{y_0}{k_B}$, így:

$$y = y_0 \cdot e^{-x/k_B} = y_0 - I_0 \cdot x + \frac{1}{2!} \cdot \frac{I_0}{k_B} \cdot x^2 - + \ldots \qquad (10/b)$$

Látható, hogy a (10 a és b) egyenletek jobboldalán az első két tag mindenkor megegyező, a további tagok közötti különbség annál inkább csökken, minél inkább $x \to 0$.

Mindezek azt igazolják, hogy a lineáris rendszer nem a valósággal ellentétes elvonatkoztatás, hanem a leszívásoknak a valóságot megközelítő különleges esete. Ezért indokolt az esetleges figyelembe veendő nem-lineáris rendszereknek a lineáris rendszerből történő kifejlesztése [10].

Hidraulikai tételek lineáris leszívási rendszerekben

a) *A vízszínesés meghatározása*

A vízszínesés a leszívási vonal adott pontbeli érintőjének iránytangense; az (5) egyenletekben értelmezett koordinátarendszerben a derivált függvény negatív előjellel vett megfelelő értéke. Egyszerű leszívási vonalakon:

$$I = -\frac{d}{dx}(y_0 \cdot e^{-x/k_B}) = \frac{y_0}{k_B} \cdot e^{-x/k_B} = \frac{y}{k_B} . \qquad (11/a)$$

Ch-típusú összetett leszívási vonalakon: (7/a-ból):

$$I_{ch} = -\frac{d}{dx}\left(2y_{or} \cdot \mathrm{ch}\frac{x}{k_B}\right) = \frac{2y_{or}}{k_B} \cdot \mathrm{sh}\frac{x}{k_B} = -\frac{y_{sh}}{k_B} . \qquad (11/b)$$

Sh-típusú összetett leszívási vonalakon: (7/b-ből)

$$I_{sh} = -\frac{d}{dx}\left(2y_{or} \cdot \mathrm{sh}\frac{x}{k_B}\right) = \frac{2y_{or}}{k_B} \cdot \mathrm{ch}\frac{x}{k_B} = -\frac{y_{ch}}{k_B} . \qquad (11/c)$$

A *ch-típusú* összetételnél a vízszínesés a megfelelő *sh-típusú* leszívással, az *sh-típusú* összetételnél viszont a megfelelő *ch-típusú* leszívással arányos. A (11) egyenletek a k_B értékek számítására is alkalmasak. Különösebb jelentőségű az egyszerű leszívási vízszínvonalakra érvényes (11/a) összefüggés, amelyből az igen fontos [9, 10]

$$y = k_B \cdot I \tag{12}$$

tétel is következik. Eszerint a lineáris rendszerekben a leszívás a rendszert jellemző állandó k_B melett a vízszíneséssel arányos. *A k_B érték hidraulikai jelentése: a vízszínesés egységéhez tartozó leszívás.* Ez egyébként k_B megszerkesztésére is módot ad: a leszívási vízszínvonal tetszőleges pontjához tartozó függőlegest és érintőt a nyugalmi vízszín vonaláig meghosszabbítva, e két egyenes a nyugalmi vízszínvonalból az ábra léptékében k_B-vel arányos hosszat metsz ki. *(1. ábra.)*

A (12) összefüggés emlékeztet *Darcy-törvényére*. A következőkben a kétfajta összefüggést egyetlen egyenletben egyesítjük.

b) *A szűrési sebesség meghatározása*

A leszívási rendszerben szivárgó talajvíz mozgására tekintsük érvényesnek *Darcy törvényét*, amely szerint:

$$v = k_D \cdot I, \tag{13}$$

ahol v az áramlás ún. szűrési — tehát a talajszemcsék eltávolításával képzelt átáramlási felületre vonatkoztatott — sebessége, I a talajvízszín esése k_D-vel pedig az egyébként k-val jelölt, sebességdimenziójú *szivárgási együtthatót* jelöltük, hogy a már bevezetett k_B, hosszúságdimenziójú alapértéktől jól megkülönböztethessük. Ha a (11) egyenleteket, illetőleg a (12) egyenletet I kifejezésével összevonjuk a (13) egyenlettel, a következőket kapjuk:

Egyszerű leszívási vonalak esetén:

$$v = \frac{k_D}{k_B} \cdot y, \tag{14/a}$$

ch-típusú leszívásösszetételeknél:

$$v_{ch} = \frac{k_D}{k_B} \cdot y_{sh}, \tag{14/b}$$

sh-típusú leszívásösszetételeknél:

$$v_{sh} = \frac{k_D}{k_B} \cdot y_{ch}. \tag{14/c}$$

Az egyszerű leszívási vízszínvonalak tehát k_D/k_B arányosítással egyúttal *sebességábrák* is, amelyek a szűrési sebességet az x-változó, tehát a hely függvényében fejezik ki; az összetett leszívások vízszínvonalai pedig ugyanezzel az arányosítással az *ellentétes típusú párjuk sebességábrái. (2. ábra)*. [9, 10].

c) *Kutak és szívóárkok vízhozamának számítása egyszerű leszívásoknál*

A kútpalást külső felületén meghatározható leszívást y_0-nak tekintve, a (14/a) egyenlet értelmében kiszámíthatjuk az ennek megfelelő, tehát a kútba áramláshoz tartozó v_0 szűrési sebességet. A kútpalást szívófelülete, $F = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot M$, ahol r a kút sugara, M pedig a szívófelület magassága. Szívóárkoknál — ha az ároknak a szivárgás síkjára merőleges hossza: l — $F = 2 \cdot M \cdot l$. A vízhozam eszerint kutak esetében:

$$Q = F \cdot v_0 = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot M \cdot \frac{k_D}{k_B} \cdot y_0 . \tag{15/a}$$

Szívóárkok (galériák) esetében:

$$Q = F \cdot v_0 = 2 \cdot l \cdot M \cdot \frac{k_D}{k_B} \cdot y_0 . \tag{15/b}$$

M értéke lehet változó és lehet állandó, attól függően, hogy a leszívási vízszínvonal kívülről belemetsz-e, vagy nem metsz bele a kút szívófelületébe. Ha az M változását figyelembe kell vennünk, erre vonatkozóan külön összefüggéseket írhatunk fel. Ha M változatlannak tekinthető, vagy változásai az egyéb hatások miatt elhanyagolhatók, az y_0-on kívül minden további betűkifejezést összevonhatunk Q_f-ben. Q_f az egységnyi leszívásra eső vízhozamot, az ún. *fajlagos vízhozamot* jelenti. Hazánkban *Bélteky Lajos* vezette be használatát elsősorban a mélyfúrású kutak vízadóképességének jellemzésére, de használata a sekélyebb kutak esetében is meglehetősen elterjedt. [4].

Öntöző csőkutak esetében általában az $M = const.$ feltétel áll fenn, ezért nagyon gyakori az az eset, hogy a vízhozam és a leszívás a

$$Q = Q_f \cdot y_0 \tag{16}$$

képlet szerint — Q_f állandó lévén — lineárisan függenek össze. A *lineáris leszívási rendszer* elnevezésnek — matematikai okokon kívül — ez is egyik oka volt.

Geometriai vonatkozások a lineáris leszívási rendszerekben

a) *Az axiómák értelmezése a leszívási vízszínvonalakon*

1. tétel: A lineáris leszívási rendszer síkjának bármely két pontjára egy és csak egy leszívási vízszínvonal illeszkedik.

Bizonyítás: Válasszunk két tetszőleges (P_1 és P_2) pontot a leszívási rendszer síkjában *(3. ábra.)*. A pontokhoz tartozó leszívási függőlegesek távolsága s, a pontokkal megadott leszívások: y_1 és y_2. A lineáris rendszerben lehetséges összetételekhez két kútnál többnek működésére nincs szükség. Ennek megfelelően az y_1 leszívás az 1 jelű kút önálló működésével létrehozható y_{11}, és a 2 jelű kút önálló működésével létrehozható y_{12} leszívási értékekből tevődik össze, míg az y_2 leszívás a 2 jelű kút önálló működésével létrehozható y_{22} és az 1 jelű kút önálló működésével létrehozható y_{21} leszívások összege. Az 1 jelű kút önáló működése által kialakított egyszerű leszívási vízszínvonalon az (5) egyenletek értelmében fennáll az $y_{21} = y_{11} \cdot e^{-s/k_B}$ összefüggés, a 2 jelű kút önálló műkö-

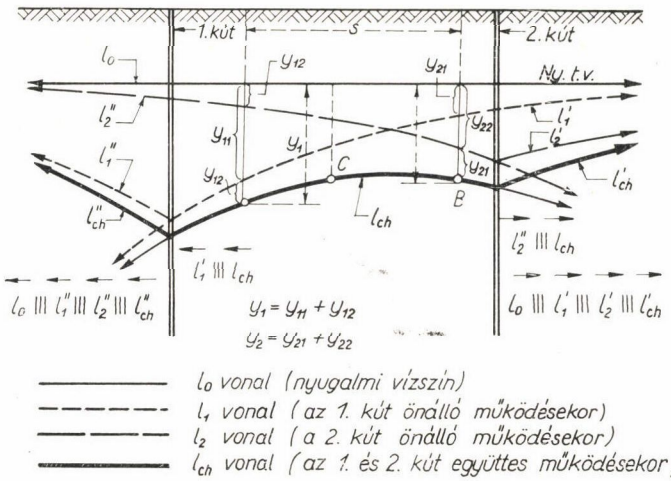
dése által kialakított egyszerű leszívási vízszínvonalon pedig az $y_{12} = y_{22} \cdot e^{-s/k_B}$ összefüggés.

Az együttműködő két kút által okozott leszívások P_1 és P_2 függőlegesében:

$$y_1 = y_{11} + y_{12} = y_{11} + y_{22} \cdot e^{-s/k_B}, \tag{17/a}$$

$$y_2 = y_{21} + y_{22} = y_{11} \cdot e^{-s/k_B} + y_{22}. \tag{17/b}$$

A (17) egyenletrendszerben szereplő mennyiségek közül y_1, y_2, s és k_B előre megadottak, y_{11} és y_{22} pedig ismeretlenek.



3. ábra. Két ponton keresztül a lineáris leszívási rendszerben csak egy leszívási vízszínvonal haladhat

Az ismeretlenekre vonatkozó megoldás:

$$y_{11} = \frac{y_1 - y_2 \cdot e^{-s/k_B}}{1 - e^{-2s/k_B}} \tag{18/a}$$

$$y_{22} = \frac{y_2 - y_1 \cdot e^{-s/k_B}}{1 - e^{-2s/k_B}} \tag{18/b}$$

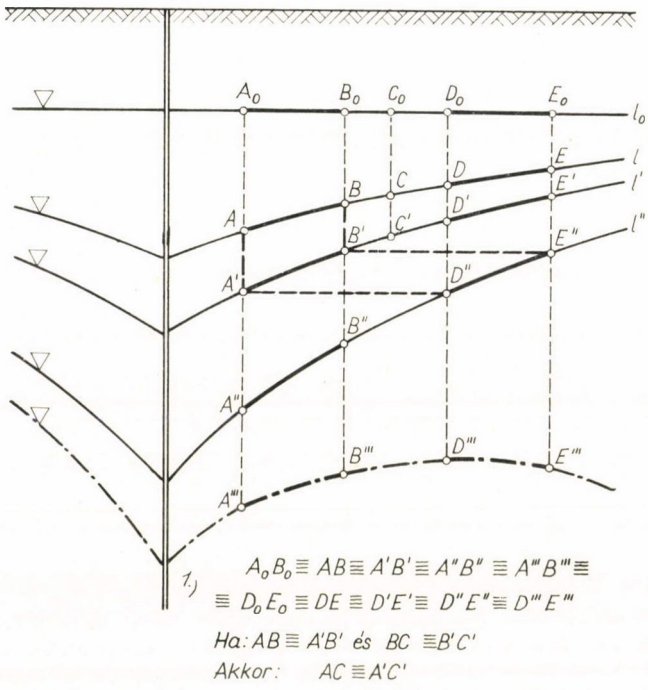
Látható, hogy megoldás létezik, és minden ismeretlenre csak egyfajta, ha $s > 0$. Az *1. tételben* megadott illeszkedési feltételt tehát a két kútban létesíthető leszívási változatoknak egyike, de csak az egyike mindenképpen kielégíti. Az $s = 0$ esetben viszont a közös függőlegesen levő két pontot összekötő egyenes a (18) egyenletek további elemzése nélkül is magától értetődő megoldás. Mindezekkel tételünk bizonyított [10].

Amennyiben a szivattyúzással nem tartjuk magunkat a (18) egyenletekből számított értékekhez, a leszívási vonal az illeszkedés adott feltételeit nem elégíti ki. A két adott ponton kívül tehát mindenkor felvehetünk legalább

egy olyan harmadikat, amely a két pont által meghatározott vízszínvonalra nem illeszkedik.

2. *tétel*: Ha a lineáris leszívási rendszer nyugalmi vízszínvonalán a rendezés (közbetartozás) alábbiakban kifejtendő axiómái értelmezhetők, akkor azok az adott lineáris rendszer bármelyik más leszívási víszínvonalára is értelmezhetők.

A rendezés tételben szereplő axiómáit *Hilbert* megfogalmazását követve az alábbiakban idézzük [5]:



4. ábra. Eredetazonos vonalszakaszok egyszerű és összetett leszívási vízszínvonalakon

1. Ha a B pont egy A és egy C pont között van, akkor A, B, C egy leszívási vízszínvonalnak három különböző pontja, és akkor a B pont a C és az A között is van.

2. Két ponthoz, A-hoz és C-hez az A és C által meghatározott leszívási vízszínvonalnak legalább egy olyan B pontja tartozik, hogy a C pont az A és B között van.

3. Egy leszívási vízszínvonalnak bármely három pontja közül egyik, de csak az egyik van a másik kettő között.

Bizonyítás: A leszívás lineáris rendszerében a nyugalmi vízszínvonalat vízszintes egyenessel ábrázoltan idealizáltuk. Ezt az egyenest szemléletünk alapján jellemezhetjük azokkal az axiómákkal, amelyeket rá nézve a geometria érvényesnek tekint vagy követel. A nyugalmi vízszín leszívásával vagy feltöltésével bármilyen vízszínvonalat is állítsunk elő, a leszívási függőlegesek

kölcsönösen egyértelmű vonatkozást hoznak létre a nyugalmi vízszínvonal mindenegyes pontja és a leszívási vízszínvonal mindenegyes pontja között. Ezt kifejezik az (5) és a (7) egyenletek is, hiszen az exponenciális, a ch- illetőleg az sh-egyenlettípusú vonalak közös sajátsága az, hogy a független változó minden lehetséges értékére értelmezve vannak, de csak egyféleképpen. A nyugalmi vízszínvonal különböző pontjain átmenő leszívási függőlegesek a pontok közbetartozására vonatkozó törvényeket a maguk viszonylatában semmiképp sem változtathatják meg, tehát az általuk létesített kölcsönösen egyértelmű vonatkozás viszonylatában sem tehetnek ilyet. *(3. ábra)* [10].

3. tétel. Ha a lineáris leszívási rendszert jellemző műveletekkel (leszívási vonal hozzáadása, számmalszorzás, adott leszívási értékekkel való szorzás, illetőleg ezek ellentett műveletei) az egyik leszívási vízszínvonal A és B pontjai közötti szakasz átvihető egy másik leszívási vízszinvonal A' és B' pontjai közötti szakaszba, akkor ezt az említett két vonalszakaszt *eredetazonosnak* nevezzük, s eredetazonosságukat *végpontjaik függőlegesének egyező távolsága* jellemzi. Ha a nyugalmi vízszínvonal tetszőleges szakaszait hosszúságuk egyenlősége esetén egybevágóknak, vagy egyenlőknek nevezhetjük, úgy a nyugalmi vízszínvonal egybevágó vonalszakaszait a lineáris leszívási rendszert jellemző műveletekkel átalakítva feltétlenül eredetazonos leszívási vonalszakaszokhoz jutunk. *(4. ábra)*

Bizonyítás: A leszívási vonalak összeadása és számmalszorzása e műveletek meghatározása szerint a leszívási függőlegesek helyzetén nem változtathat, így a transzformált vonalszakaszok végpontjaihoz tartozó leszívási függőlegesek egymástól való távolságán sem. A leszívási értékkel történő szorzás ugyan a leszívási függőlegesek oldalirányú eltolódásával jár, de egy leszívási vízszínvonal adott szakaszának ugyanazzal a leszívási értékkel való szorzása az egész szakasznak azonos mértékű eltolásával jár. Ez viszont a leszívási függőlegesek egymáshoz viszonyított helyzetén megint csak nem változtathat. Az eredetazonosság fogalma tehát mindig visszavezethető a nyugalmi vízszínvonalon értelmezett egybevágóság fogalmára, [10].

Mindezek tudatában átírhatjuk Hilbert egybevágósági axiómáinak megfelelően a transzformációs eredetazonosságra vonatkozó axiómákat: *(4. ábra.)* [5].

1. Ha A és B egy l jelű leszívási vízszínvonalnak két pontja és ha továbbá A' egy l' leszívási vízszínvonalnak pontja, akkor egy, az A' által az l' vonalon létesített, mehatározott vonaloldalon mindig van egy B' pont, hogy az AB vonalszakasz az $A'B'$ vonalszakasszal eredetazonos. Ennek jelölése: $AB \equiv A'B'$

2. Ha egy $A'B'$ szakasz és egy $A''B''$ szakasz ugyanazzal az AB szakasszal eredetazonos, akkor egymással is eredetazonosak.

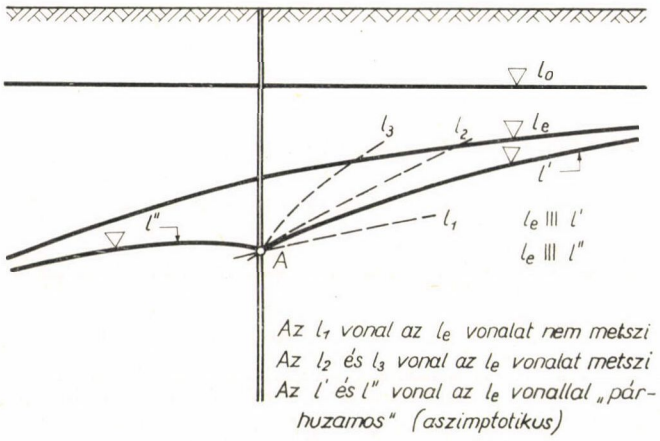
3. Legyen adva az l jelű leszívási vízszínvonalon két, közös pont nélküli szakasz, AB és BC, legyen továbbá adva ugyanazon, vagy egy másik, l' jelű leszívási vízszínvonalon két, közös pont nélküli szakasz, $A'B'$ és $B'C'$; akkor, ha $AB \equiv A'B'$, és $BC \equiv B'C'$, egyben $AC \equiv A'C'$.

A szögekre és a háromszögekre vonatkozó folytonossági és egybevágósági aximómák Hilbert-féle megfogalmazásának lineáris rendszerbeli leszívási vonalakra való átírásától itt eltekintünk, de megemlítjük, hogy ez minden elvi nehézség nélkül az előzőkhöz hasonlóan megtehető volna.

4. tétel: Ha a lineáris leszívási rendszerben l_e tetszőleges leszívási vízszínvonal és A egy rá nem illeszkedő pont, akkor mindig van két A ponton átmenő l' és l'' leszívási vízszínvonal, amelyek nem egészítik ki egymást egyet-

len törésmentes leszívási vízszínvonallá, és amelyek nem metszik az l_e vonalat, viszont minden, az l' és l'' szögtartományba eső, A-n áthaladó leszívási vízszínvonal metszi az l_e vonalat. Ez esetben azt mondjuk, hogy l_e párhuzamos l'-vel és l''-vel és így jelöljük: $l_e \parallel l'$ és $l_e \parallel l''$. (*5. ábra.*) [5].

Bizonyítás: Képezzük az l' és l'' vonalakat úgy, hogy l_e-hez egy, az A függőlegesében levő kút által előidézhető egyszerű leszívási vízszínvonalpárt adunk hozzá. Az $y = y_0 \cdot e^{-x/k_B}$ vagy az $y = y_0 \cdot e^{+x/k_B}$ egyenletű vonalak hozzáadása egy másik, alapfeltevéseink szerint nyilvánvalóan hasonló egyenletű vonalakból összetettekhez: az összeadandó vízszínvonalhoz aszimptotikusan közeledő eredő vízszínvonalat eredményez. Ha ezek után az l_e vonalhoz összetett vízszínvonalat adunk hozzá, úgy azonban, hogy az eredő vízszínvonal A-n továbbra is átmenjen, az előbbi, egyszerű vízszínvonalpárhoz



5. ábra. A párhuzamosság Bolyai-féle értelmezése leszívási vízszínvonalakon

képest vagy mindenhol nagyobb leszíváshoz jutunk, s ekkor az eredő vízszínvonal nincs a megkívánt l'—l'' szögtartományban és l_e-t nem metszi, vagy jutunk kisebb mértékű leszívásokhoz is, és akkor az eredő vízszínvonal egyik része belekerül az l'—l'' szögtartományba. Minthogy abból l'-t vagy l''-t még egyszer nem metszhetvén — már ki nem kerülhet, és összetett voltánál (ch-illetve sh-típusú egyenletnél) fogva azokhoz aszimptotikusan sem közeledhet, az l_e vonalat metszenie kell [10] a lineáris leszívási rendszerben.

5. tétel: Ha az 1—4. tételekben a *„leszívási vízszínvonal"* kifejezést *„egyenes"* kifejezéssel, az *„eredetazonos"* kifejezést, *„egybevágó"* kifejezéssel, míg az *„aszimptotikus közeledés"* kifejezést *„párhuzamosság"* kifejezéssel helyettesítjük, a *Hilbert* által összeállított axiómarendszerhez jutunk, a párhuzamossági axióma *Bolyai-Lobacsevszkij*-féle megfogalmazása mellett. A leszívási vízszínvonalak lineáris rendszere tehát egyúttal olyan geometriai rendszerrel egyenértékű, amelyben az egyenesekre vonatkozó tételek a leszívási vízszínvonalakra érvényesek, úgy azonban, hogy az egybevágóság feltételeit az eredetazonosság feltételeivel helyettesítjük és a párhuzamossági axiómát Euklidesszel ellentétben, a Bolyai-geometria szellemében mondjuk ki [10].

A tétel az eddig ismertetett bizonyító anyagon kívül külön bizonyítást nem igényel.

6. tétel: A leszívási vízszínvonalak lineáris rendszereit leíró geometriai modell olyan közelítésben azonosítható a Bolyai-geometriával, amilyen közelítésben azonosítható az egybevágóságot definiáló meghatározás az eredetazonosságot definiáló meghatározással, [10].

Bizonyítás: A leszívási vonalak lineáris rendszere és a Bolyai-geometria rendszere között csak az egybevágósági axiómában áll fenn különbség. Ha ez az axióma esetleg ugyanazt jelentené, ezekben az esetekben a kétfajta geometriai modell is azonos lehetne egymással.

A hidraulika gyakorlatában előforduló talajvízszínsüllyesztések, valamint az öntöző kutak eseteinek döntő többségében a leszívási vízszínvonalak esése olyan kicsiny, hogy az egyébként tangens jelentésű esésérték akár a lejtésszöggel, akár pedig annak sinusával is mérhető, az adott vizsgálatoknál megengedett pontossági tűrés határain belül. Ebben a közelítésben azonban az egybevágósági feltétel és az eredetazonossági feltétel olyan pontossággal azonos egymással, amilyen pontossággal közeledik a leszívási vízszínvonal adott pontjában az érintő hajlásszögének cosinus függvénye az egységhez. Az ennek a feltételnek megfelelő lineáris leszívási rendszerekben a Bolyai-geometria által levezetett összefüggések is használhatók, figyelemmel azonban arra, hogy a $tg\alpha \approx \alpha \approx sin\alpha$ egyszerűsítéseket ezekben is érvényesíteni kell.

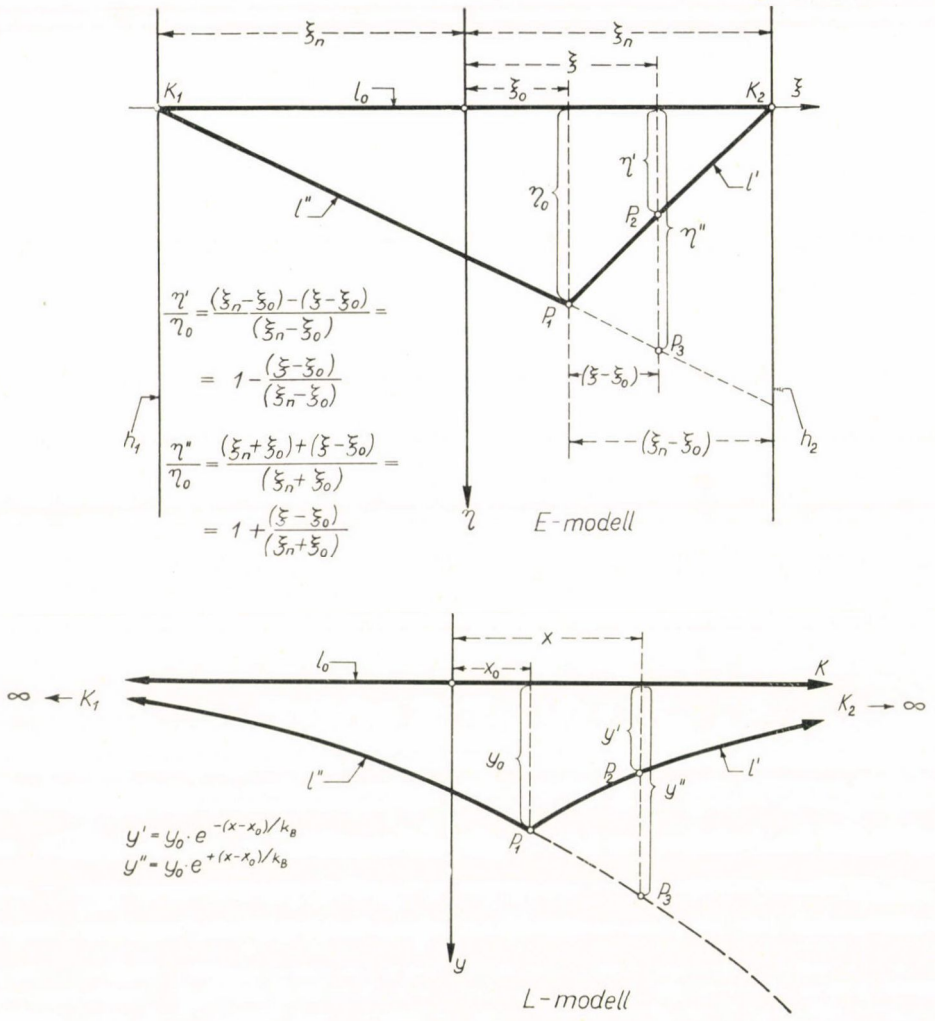
7. tétel: Ha a euklideszi geometria ellentmondásmentes, úgy a leszívási vízszínvonalak lineáris rendszerében az előzőkben értelmezett geometriai modell is ellentmondásmentesen írja le az általa tükrözött hidraulikai jelenségeket, [5, 10].

Bizonyítás: A *lineáris leszívási rendszernek* megfelelő geometriai modellt jelöljük L-lel. Az L-beli axiómák „*pont*"-ról, „*egyenes*"-ről és ezeknek ama vonatkozásairól szólnak, amelyeket az „*illeszkedik*", „*közte van*", „*egybevágó*", illetve „*eredetazonos*", és „*párhuzamos*" szavakkal fejezünk ki. Tekintsük az E-vel jelölendő *euklideszi geometriai rendszer* bizonyos elemeit — nem feltétlenül a pontjait vagy más alapelemeit — s tekintsük azokat „*pontok*"-nak, bizonyos másfajta elemeit „*egyenesek*"-nek. Tekintsünk ezek között az euklideszi fogalmak között értelmezett bizonyosfajta vonatkozásokat — amelyek lehetnek az euklideszi alapvonatkozásból leszármaztatott összetett vonatkozások is — „*illeszkedés*"-nek, „*közte levés*"-nek, „*egybevágóság*"-nak („*eredetazonosság*"-nak), továbbá „*párhuzamosság*"-nak. Ilyen módon az E-rendszerben mintegy „*térképet*" készíthetünk az L-beli axiómarendszer logikai szerkezetének ábrázolására, amelyen ezek az axiómák valamilyen euklideszi állítás formájában visszatükröződnek. Ha ezzel az átalakítással („letérképezéssel") az L-rendszer minden axiómája az E-rendszer helyes tételébe megy át, akkor mondhatjuk, hogy az E-beli modell megvalósítja az L-beli modell axiómarendszerét, és akkor az L axiómarendszerét *ellentmondásmentesnek* tekintjük. [5, 10].

Alkossuk meg ennek megfelelően az L axiómarendszerének E-beli megfelelőit:

Feleljenek meg az L-ben ábrázolt leszívási vízszínvonalaknak E-ben egyenesek, (ezek között a nyugalmi vízszínvonal képe legyen a vízszintes egyenes), az L-beli pontoknak az E-ben is pontok. Az L-beli végtelen távoli pontok E-beli megfelelői helyezkedjenek el két függőleges, — h_1 és h_2 jelű — egyene-

sen. Két leszívási vízszínvonal *metsző* voltát a megfelelő euklideszi egyeneseknek a két függőleges közötti síkrészben való metsződése, *Bolyai-értelmezésű párhuzamosságát* a függőlegesek valamelyikére illeszkedő metsződése, *nem-*



6. ábra. A leszívási vízszínvonalak lineáris rendszerének (*L*-modell) ellentmondás mentességét a rendszer geometriai képének euklideszi modellre (*E*-modell) való leképzésével igazolhatjuk

metsző voltát pedig a függőlegesek közén kívüli metsződése tükrözi. Az illeszkedés és közben levés axiómái *L*-ben is, *E*-ben is egyformák, az egybevágóság és eredetazonosság pedig az alább közlendő transzformációs összefüggések segítségével értékelhető át *(6. ábra)*.

Hogy az egyszerű leszívási vízszínvonalak általánosabb, $y' = y_0 \cdot e^{-(x-x_0)/k_B}$ egyenletét, az E-rendszerben bevezetendő ξ és η koordinátarendszerben

$$\frac{\eta'}{\eta_0} = 1 - \frac{\xi - \xi_0}{\xi_n - \xi_0} \tag{19}$$

egyenletű egyenessé transzformálhassuk (amelyben ξ_0 a kút függőlegesének E-beli abszcisszáját, ξ_n a két határfüggőlegesnek a kezdőponttól mért vízszintes távolságát, η_0 pedig a $\xi = \xi_0$ függőlegesben mért ordinátát jelenti), szükséges:

$$(\xi - \xi_0) = (\xi_n - \xi_0) \cdot (1 - e^{-(x-x_0)/k_B}) \tag{20/a}$$

és:

$$\frac{\eta'}{\eta_0} = \frac{y'}{y_0}. \tag{20/b}$$

A leszívások összetételénél még szükségünk van a leszívási vízszínvonal emelkedő, $y'' = y_0 \cdot e^{+(x-x_0)/k_B}$ egyenletű szakaszának transzformációjára is. Tekintve, hogy a ξ-re vonatkozó (20/a) egyenletet már nem változtathatjuk meg, a másik változóra felírt egyenletet kell megváltoztatnunk, azzal a feltétellel, hogy a leszívási vízszínvonal emelkedő szakaszának L-rendszerbeli egyenletét E-ben

$$\frac{\eta''}{\eta_0} = 1 + \frac{\xi - \xi_0}{\xi_n - \xi_0} \tag{21}$$

egyenletű egyenessé transzformálhassuk. Ennek lehetőségét az

$$\frac{\eta''}{\eta_0} = 1 + \frac{\xi_n - \xi_0}{\xi_n + \xi_0} \cdot \left(1 - \frac{y_0}{y''}\right) \tag{22}$$

egyenlet teremti meg. A (22) egyenlet használatának feltétele: $\frac{y''}{y_0} > 1$; a (20/b) egyenleté pedig: $\frac{y'}{y_0} < 1$. Az $\frac{y}{y_0} = 1$ esetben a két egyenlet azonos eredményre vezet.

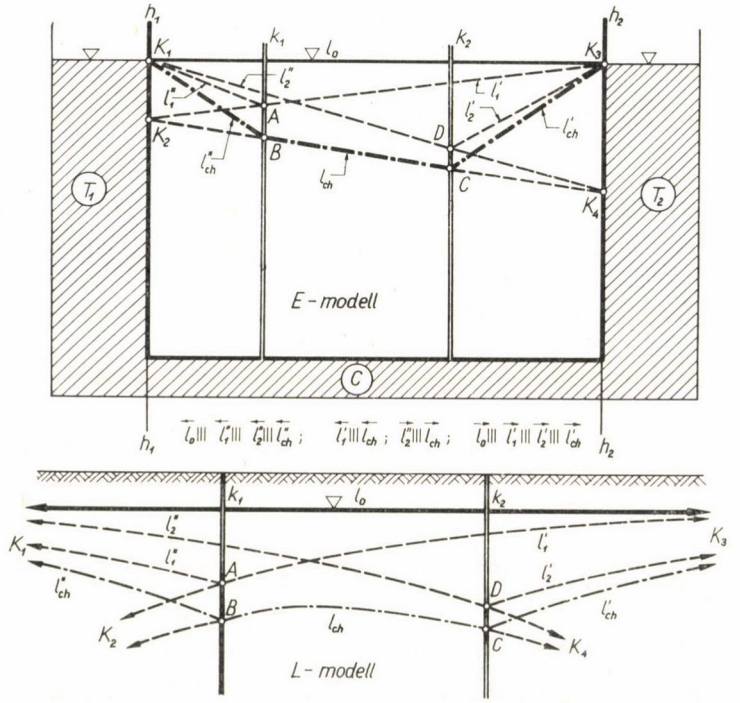
Az összetett leszívási vonalak transzformációja alkalmával az η változó leképzésének kétfajta módjára tekintettel kell lenni, s mindegyik változatot csak a maga helyén, érvényességi határán belül lehet alkalmazni.

Az L-rendszer és az E-rendszer egymásra való leképzési módjának megadása tulajdonképpen tételünk bizonyítása. Minthogy azonban hidraulikai jelenséget ábrázoló geometriai kép átalakításáról van szó, megkereshetjük ennek hidraulikai jelentését is.

Hozza létre az E-rendszerben a K_1K_3 egyenest — a nyugalmi vízszin transzformációt követően is változatlan helyzetű vonalát — a h_1 és h_2 jelű határoló függőlegesek vonalában elhelyezett, a c jelű csővel összekötött T_1 és T_2 jelű tartályokban biztosított állandó magasságú vízszin a közlekedőedények törvénye szerint hidrosztatikus nyomásvonalként *(7. ábra)*. A k_1 jelű felszálló vezetéken vegyünk ki vizet úgy, hogy a vízkivételi szint az A pontba kerüljön, s a T-tartályokban az utánpótlás megfelelő mértéke következtében

a vízszint ne változzék. A nyomásveszteség csak a c jelű cső megfelelő hosszával legyen arányos, minden egyéb veszteség — beleértve a k_1, illetve a k_2-csőbeli veszteségeket is — elhanyagolható. Így az A pontbeli vízkivétel a K_1A és az AK nyomásvonalakat eredményezi. Ezek a nyomásvonalak egyenesek és a K_1 K_3 egyenessel megállapodásunk szerint „párhuzamos"-ak.

Vegyünk ki ezek után a k_2 jelű csövön is vizet, a vízkivételi szintet a C pontba süllyesztve. Az egyidejűleg szintén működő k_1 cső vonalában létezik olyan B pont, amelynek szintjére pótlólag leszállítva a k_1-beli vízkivétel



7. ábra. Egymásnak megfelelő, hidraulikai értelmezéssel felruházott E és L geometriai modell

szintjét, létrehozható a K_2K_3 és a K_2C egyenesek megállapodás szerinti „párhuzamossága". Eredő nyomásábránk (K_1B — BC — CK_3) a k_1 és k_2 vezetékekben eszközölt vízkivételek együttes hatását jellemzi. Az eredő nyomásábra az összetevő nyomásábrák azonos függőleges menti összegezése.

A hidraulikai folyamat elvén nem változtat, ha a T-jelű víztartályok mint az L-rendszerben is — a végtelenbe kerülnek, a c-jelű csővezetéket a vízáteresztő talaj helyettesíti, a k-jelű felszálló vezetékekből pedig szívott kút vagy árok lesz. A talajvíz mozgása és a csőben való vízmozgás ilyen módon transzformációs kapcsolatban áll egymással és a transzformációs egyenletek alkalmazásával számszerű következtetéseket is tehetünk kölcsönösen közöttük. Egyúttal igazoltuk a két *hidraulikai leírás* egymáshoz viszonyított ellentmondásmentességét is.

A lineáris leszívási rendszer mechanikai vonatkozásai

A mechanika fontos fejezetei közé számít az *erők geometriája* vagy *a mozgások geometriája* a különböző tartórendszerekre vonatkozó igénybevételek meghatározásánál. A talajvízszintsüllyesztés hidraulikai feladatait az előzőkben szintén geometriai eszközökkel igyekeztünk megoldani. Kézenfekvő, hogy ott, ahol a geometriai leírás módja azonos volt, a hidraulikai és a mechanikai jelenség analógiáira is rámutassunk és ezeket hasznosítsuk [3, 6].

a) *A leszívási vízszínvonal kötélgörbe-jellege*

A kötélgörbe: meghatározott, $q = q(x)$ függvény szerint változó megoszló erőrendszerrel terhelt, két pontján alátámasztott, súlytalan kötél vagy lánc egyensúlyi alakja. Az egyensúlyi alakot kifejező $y = y(x)$ függvény és a terhelési függvény kapcsolatát az alábbi differenciálegyenlet fejezi ki:

$$\frac{d^2y(x)}{dx^2} = \frac{q(x)}{H}, \tag{23}$$

ahol H az alátámasztási pontokon alkalmazott vízszintes húzóerő. Ha a (23) egyenletből H-t elhagyjuk, akkor y helyett M-et kell írnunk és M-et nyomaték jelentéssel kell felruháznunk. A kötélgörbe ugyanis egyúttal mindig H-val osztott nyomtékábra. [3, 6].

A leszívási vízszínvonalrendszer létrehozása és fenntartása kétségtelenül csak erőrendszerek működtetése árán lehetséges. A vízszínsüllyesztést abbahagyva ugyanis a víz felhajtó ereje azonnal érvényesül, és a vízszint a nyugalmi vízszín vonalába igyekszik visszaemelni. Ezt a felhajtó erőt kell tehát a szivattyúzásnak legyőznie és ezáltal, mint egyensúlyi tartóalakzatot, a leszívási vízszínvonalat létrehoznia. Ennek megfelelően a terhelést biztosító megoszló erőrendszer a leszívási értékekkel arányos: $q = y \cdot \gamma$. Az y változó egyszerű leszívási vízszínvonalakra az (5) egyenletekből, összetett leszívási vízszínvonalakra pedig a (7) egyenletekből fejezhető ki, mint x-nek a függvénye. Amennyiben ezeknek a függvényeknek az x-szerinti második differenciálhányadosa a (23)-nak megfelelően legfeljebb csak egy konstansban tér el az eredeti függvényalaktól — minthogy a terhelési függvény egyúttal a leszívási vonal egyenletét kifejező y függvénytől csak a γ vízfajsúly értékében tér el —, *a leszívási vízszínvonal a felhajtóerő terhelésre befüggő és a kútbeli leszívások pontjában megrögzített súlytalan kötél egyensúlyi alakja (8. ábra).*

A kívánt feltétel teljesül, ugyanis:

a) Az egyszerű, vagy az ilyen jellegű, exponenciális típusú leszívási vonalakra:

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{d^2}{dx^2}\left(y_0 \cdot e^{\pm x/k_B}\right) = \frac{1}{k_B^2} \cdot y_0 \cdot e^{\pm x/k_B} = \frac{y}{k_B^2} = \frac{q(x)}{\gamma \cdot k_B^2}. \tag{24/a}$$

b) A ch-típusú összetett leszívási vonalakra:

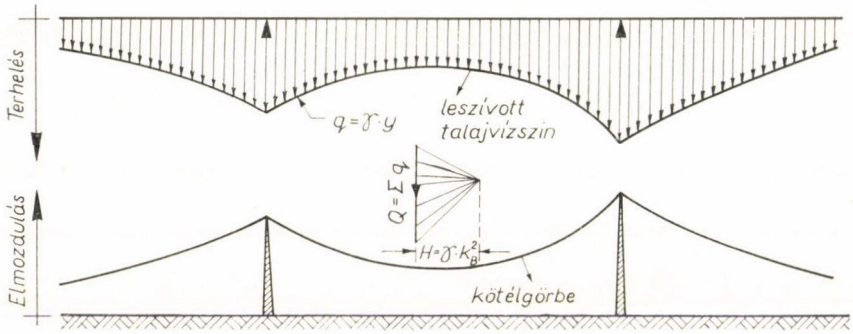
$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{d^2}{dx^2}\left(2y_0 \cdot \operatorname{ch}\frac{x}{k_B}\right) = \frac{1}{k_B^2} \cdot 2 \cdot y_0 \cdot \operatorname{ch}\frac{x}{k_B} = \frac{y}{k_B^2} = \frac{q(x)}{\gamma \cdot k_B^2}. \tag{24/b}$$

c) Az sh-típusú összetett leszívási vonalakra:

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{d^2}{dx^2}\left(2 \cdot y_0 \cdot \operatorname{sh}\frac{x}{k_B}\right) = \frac{1}{k_B^2} \cdot 2 \cdot y_0 \operatorname{sh}\frac{x}{k_B} = \frac{y}{k_B^2} = \frac{q(x)}{\gamma \cdot k_B^2}. \qquad (24/c)$$

Ha tehát $H = \gamma \cdot k_B^2$, akkor a leszívási vízszínvonal tényleg a $q = y \cdot \gamma$ terhelésnek megfelelően belógó kötél egyensúlyi alakja. Az erőrendszerek egyébként mindig a leszívási síkra merőlegesen egységnyi vastagságban képzelt tartórendszerre vonatkoznak.

A leszívási vízszínvonal y-ordinátáinak a $H = \gamma \cdot k_B^2$ értékkel való megszorzása a leszívási vonalat a sajátmaga által kifejezett terhelési ábrára vonatkozó nyomatékábrába viszi át *(8. ábra)*.



8. ábra. A leszívási vízszínvonal kötélgörbe-jellege

A lineáris leszívási rendszerről az euklideszi síkon alkotott E-modellen a leszívási vízszínvonalak képe: koncentrált erőkkel terhelt, kéttámaszú tartó nyomatékábrája, illetőleg kötélpoligonja. Az E-modellben érdekesség, hogy végtelent jelképező határfüggőlegesben ébrednek a kútterheléseket jelképező erők reakciói. Az L-modellen ezek a reakciók zérus értékűek, s ott a kútterhelésekkel a felhajtóerők tartanak egyensúlyt *(7. ábra)*.

b) *Munka- és teljesítményegyenletek*

A mechanika fogalmai szerint a tartókra ható erők a tartó elmozdulása (elfordulása vagy eltolódása, azaz lehajlása) közben *munkát* végeznek, s ez a munka a *ható erőnek és a hatásvonalán történő elmozdulásnak a szorzatából* számítható. Hasonlóan: a nyomatékok is végezhetnek munkát, amely a nyomatéknak és az elfordulásnak a szorzata. (Ez utóbbi munkával azonban nem foglalkozunk a továbbiakban.) Attól függően, hogy az erő függőlegesében sajátmaga az ott működő erő vagy más, idegen függőlegesben ható erő okoz elmozdulást, *saját munkáról*, illetve *idegen munkáról*, az okozó erő külső vagy belső jellegének megfelelően pedig *külső* vagy *belső munkáról beszélünk* [6].

A leszívást előidéző szivattyúzás: *munkavégzés*. A T időn keresztül változatlanul fenntartott szivattyúzási folyamat alatt a Q vízhozamnak y magasságra való felszívásával végzett munka:

$$L = Q \cdot y \cdot \gamma \cdot T. \qquad (25)$$

A T idő az egész vizsgálatra nézve ugyanaz, a viszonyszámok képzésében tehát nincs jelentősége. Elhagyásával *teljesítmény* jellegű mennyiségek kerülnek egyenleteinkbe. Ugyancsak elhagyható az egységnyi vízfajsúly is. A teljesítmény *(E)*:

$$E = Q \cdot y \,. \tag{26}$$

Ez a kifejezés alakilag már hasonlít a tartók sztatikájában használatos *„munka"* kifejezéséhez. *„Saját" teljesítménynek* nevezzük adott vízhozamnak a vízkivételi helyen okozott leszívással előidézett hatását, *„idegen" teljesítménynek* pedig más vízkivételi hely által létesített leszívás hatását. A szivattyúzott kutak *„külső" teljesítményt* létesítenek, a talaj szivárgási viszonyai alapján pedig *„belső" teljesítmények* értelmezésére adnak lehetőséget. (Belső teljesítményekkel azonban itt nem foglalkozunk.) A két kút együttes szivattyúzásának tárgyalásánál bevezetett jelölések szerint az $E_{11} = Q_1 \cdot y_{11}$ és az $E_{22} = Q_2 \cdot y_{22}$ teljesítmények *saját teljesítmények*, az $E_{12} = Q_1 \cdot y_{12}$ és az $E_{21} = Q_2 \cdot y_{21}$ teljesítmények pedig *idegen teljesítmények*. Ha a két kútban a fajlagos vízhozam egyenlő. ($Q_{f1} = Q_{f2} = Q_f$), a $Q_1 = Q_f \cdot y_{11}$ és a $Q_2 = Q_f \cdot y_{22}$ összefüggés érvényes, és ugyancsak érvényes az (5) egyenletekből származó $y_{12} = y_{22} \cdot e^{-s/k_B}$ és az $y_{21} = y_{11} \cdot e^{-s/k_B}$ összefüggéspár is.
Ezekből:

$$E_{12} = Q_1 \cdot y_{12} = Q_f \cdot y_{11} \cdot y_{22} \cdot e^{-s/k_B}, \tag{27/a}$$

$$E_{21} = Q_2 \cdot y_{21} = Q_f \cdot y_{22} \cdot y_{11} \cdot e^{-s/k_B}, \tag{27/b}$$

vagyis:

$$E_{12} = E_{21}. \tag{28}$$

Ennek megfelelően:

$$Q_1 \cdot y_{12} = Q_2 \cdot y_{21}. \tag{29}$$

Ez a szilárdságtan *Maxwell-tételével* egyenértékű összefüggés, és kifejezi hogy két kútnak egymás hatására létrehozott idegen teljesítménye egymással egyenlő. Ha $Q_1 = Q_2$, akkor $y_{12} = y_{21}$, aminek jelentése: az egyik kút működése a másik kút helyén ugyanolyan leszívást létesít mint a másik kút működése az egyik kút helyén. Ez a körülmény — a mechanikához hasonlóan — annak belátására is vezet, hogy a leszívási vízszínvonal: egyúttal *leszívási hatásábra („eltolódási hatásábra")* is.

A lineáris leszívási rendszer gyakorlati megvalósulásának kérdései

Geometriai szemlélettel megalapozott, mechanikai vonatkozásainak feltárásával is alátámasztott lineáris leszívási rendszerünk alkalmazhatóságát — az elméleti meggondolásokon túlmenőleg — kísérleti úton feltétlenül igazolnunk kell. Nyilvánvaló ugyanis az a megállapítás, hogy a lineáris leszívási rendszer feltételezése mindenkor csak közelítésben lehetséges, és annak megállapítása az elsődleges, hogy ez a közelítés a gyakorlati esetekben kellő hűségű-e, és használhatóságának köre eléggé kiterjedt legyen.

A lineáris leszívási rendszer gyakorlatban való alkalmazhatóságának igazolására felhasználtuk azoknak a méréseknek az eredményeit, amelyek 1959 és 1964 között a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézetben a cső-

kutas öntözések hazai lehetőségeinek feltárására folytak. A részletek ismertetésére itt nem térünk ki, csak a végeredményeket foglaljuk össze [10]:

1. Az öntözés céljait szolgáló talajvízszínsüllyesztések gyakorlatában a lineáris leszívási rendszer feltételezésével levezetett számítási módszerek kielégítő pontosságúak voltak, feltéve, hogy a kútpalláston és annak 1—2 m-es környezetében kialakuló különleges viszonyokat (vízszínelszakadás, a leszívási tölcsér kút körüli alakja stb.) e célra kidolgozott elméleti vagy tapasztalati módszerekkel pótlólag figyelembe vettük. A lineáris leszívási rendszer — kidolgozása során — eleve függetlenítette magát a kút körüli viszonyoktól, így ezek alakulása elvi zavarra nem vezethet ugyan, azonban a kiegészítő adatok ismeretét mindenkor megkívánja.

2. A gyakorlatban esetleg előforduló nem-lineáris leszívási rendszerek döntő többsége matematikai vagy geometriai módszerek alkalmas igénybevételével, (pl. léptékváltoztatással, görbéknek húrpoligonnal való közelítésével általában linearizálható. Ilyen módon a lineáris rendszertől való eltérések kérdése elvi problémák megoldása helyett együttható meghatározási kérdéssé egyszerűsbödhet.

3. Mérési adatokat tekintve a lineáris leszívási rendszer geometriai leírásában szereplő k_B görbületi hossz értékére a következő tapasztalati jellegű, közelítő képletet vezettük le [10]:

$$k_B = 24 + 6 \cdot \log D_{10}\,, \tag{30}$$

ahol k_B-t *méter*ben kapjuk, ha a vízadó talajréteg 10 súlyszázalékához tartozó szemcseátmérőt (D_{10}) *mm*-ben helyettesítjük a képletbe, 10-alapú logaritmus használata mellett. Az adott képlet tájékoztató, s arra mutat, hogy a k_B számértéke a talajminőségtől függően változik ugyan, de nem túlzottan. Finomabb szemű, iszapos talajoknál — ahol D_{10} értéke 10^{-2} *mm* is lehet — $k_B = 12$ *m*. Durvaszemű kavicstalajoknál, $D_{10} = 10$ *mm* esetén viszont $k_B = 30$ *m*. Általában mondhatjuk, hogy a k_B értéke a gyakorlati esetek többségében 10 *és* 30 *m* között ingadozik, átlagos értéke pedig kereken 20 *m*-re vehető.

Bár a lineáris leszívási rendszer elmélete kedvező távlatokat és több analóg alkalmazási lehetőséget mutat és gyakorlati felhasználása sem jár nagyobb pontatlanságokkal, mint bármely más járatos talajvízszínsüllyesztési elméleté [7, 8], mégsem mondhatjuk, hogy emellett egyéb elméleti kiindulás, szintén alkalmas közelítések igénybevétele mellett, ne lehetne egyenlően jogosult a vizsgált hidraulikai folyamat; a talajvízszínsüllyesztés leírására. A csőkutas öntözések műszakilag meglehetősen nehezen értékelhető, szerteágazó feltételei között azonban kétségtelenül célszerű olyan elméleti meggondolásokhoz folyamodnunk, amelyek viszonylag kevés határfeltételre érzékenyek. Elméletünk alkalmazását ennek tudatában ajánlhatjuk, és remélhetjük, hogy a csőkutas öntözések vizsgálatában és más hasonló feltételeknek megfelelő kérdések megoldásában előnyös vonatkozásait érvényesíthetjük.

Érkezett 1965 október hóban.

IRODALOM

1. *Almássy Bálint—Holnapy Dezső:* Számítási eljárás kutak egymásrahatásának vizsgálatára. *Hidraulikai Konferencia, Budapest, 1960. 4/1* tanulm.
2. *Altovszkij M. E.:* Metodicseszkoje rukovodsztvo po raszcsotu vzajmogyejsztvujuscsih artezianszkih i gruntovih vodozaborov. *(Moszkva, 1947.)*
3. *Dr. Barta József:* Mechanika. Műegyetemi előadások. *Kézirat. 1949.*
4. *Bélteky Lajos:* A kismélységből való víznyerés gazdaságossága és eredményei. *Hidrológiai Közlöny,* 1954. 1—2. sz.
5. *Bolyai János:* Appendix. *(Kárteszi Ferenc megjegyzéseivel, kiegészítéseivel, továbbá D. Hilbert:* „A Bolyai-Lobacsevszkij f. geometria újabb megalapozása" c. dolgozatával.) *Akadémiai Kiadó, Budapest, 1952.*
6. *Dr. Korányi Imre:* Tartók sztatikája. *Tankönyvkiadó, Budapest, 1953.*
7. *Dr. Németh Endre:* Hidromechanika. *Tankönyvkiadó, Budapest, 1963.*
8. *Dr. Öllős Géza:* Alkalmazott hidraulika. *Mérnöki Továbbképző Int. kiadása, 1963.*
9. *Vágás István:* A Bolyai-geometria talajvízszínsüllyesztés-elméleti vonatkozásai. *Hidrológiai Közlöny, 1962. 5.* sz.
10. *Vágás István:* A talajvízből való öntözés egyes hidrológiai és hidraulikai feltételei Kandidátusi értekezés, *Budapest, 1965. Kézirat.*

SZEMLE

A NEMZETKÖZI HÉJSZERKEZETI EGYESÜLET 1965. ÉVI BUDAPESTI SZIMPÓZIUMA

A Nemzetközi Héjszerkezeti Egyesület (International Association for Shell Structures, IASS) 1965. augusztus 31—szeptember 3 között Budapesten „Héjszerkezetek a mérnöki gyakorlatban" címen nemzetközi szimpóziumot rendezett.

A szimpozium tárgykörét az IASS elnöksége az illetékes hazai szervekkel egyetértésben az alábbiakban határozta meg:

I. Törekvések a tervezés egyszerűsítésére
   a) Közelítő számítási eljárások, különleges numerikus módszerek, táblázatok és nomogrammok alkalmazása.
   b) A számítások gépesítése és automatizálása.

II. Törekvések a kivitelezés egyszerűsítésére
   a) Zsaluzat, állványozás, munkaerő megtakarítás.
   b) Előregyártás, tipizálás.

A szimpóziumon 26 ország 199 képviselője vett részt. A meghirdetett témakörökre 72 dolgozat érkezett be. Ezek tartalmukban fedték ugyan a kitűzött témákat, de jelentős eltolódás mutatkozott az elméleti kérdések irányában.

A tárgyalás módja olyan volt, hogy az egyes témakörök referensei szóban ismertették és értékelték a beérkezett dolgozatokat.

A membránhéjak témakörének főelőadója, dr. Csonka Pál rámutatott arra, hogy a héjszerkezetek vonalán a fejlődés első lépcsője minden esetben a membránelmélet kidolgozása volt. E viszonylag egyszerű feltevéseken alapuló vizsgálat is másodrendű parciális egyenletre vezet, melynek megoldása a legtöbb esetben komoly matematikai nehézségekkel jár.

A hengerhéjak témakörének főelőadója L. Hahn (Franciaország) professzor volt. Ezek számításánál a legritkább esetben kielégítő a membránelmélet, s a bonyolultabb hajlításelmélethez kell folyamodni. A hosszadalmas számítás egyszerűsítése régi törekvés, melyet a szimpóziumra beküldött több előadás ugyancsak célul tűzött ki.

Az általános héjelmélet és lemezműveket felölelő témakör dolgozatait dr. Szmodits Kázmér ismertette. A nagy matematikai felkészültséget igénylő általános héjelmélettel több dolgozat foglalkozott, míg egyesek a lemezművek kérdését vizsgálták.

A kettős görbületű héjak hajlítási elmélete, és a héjszerkezetek stabilitása témakör főelőadói tisztségét dr. Kollár Lajos látta el. Ezek az ugyancsak elméleti jellegű témák irodalma az utóbbi időben erőteljes fejlődésnek indult, és ezt a szimpóziumra beküldött ilyen jellegű előadások nagy száma is bizonyította.

A számítások gépesítése és automatizálása című téma főelőadója H. Tottenham (Nagy Britannia) volt. A kérdéssel szovjet és nyugati szerzők számos dolgozata foglalkozott.

Sajnálatos, hogy a gyakorlati, kivitelezési kérdésekkel viszonylag kevesen foglalkoztak. Egyes szerzők az előregyártás, mások a tipizálás kérdését érintették.

Végül említést kell tenni néhány különleges témakörről, mely a szimpózium eredeti célkitűzései között nem szerepelt, mint pl. a héjak földrengéssel szembeni viselkedése, lamellatetők stb.

A szimpózium dr. Bölcskei Elemér elnöki összefoglalójával zárult. A szimpózium egészének munkáját értékelve megállapítható, hogy az előbbiekben említett súlypont eltolódás ellenére is eredményes és hasznos volt. A vita az építőipar fejlődése szempontjából jelentős területekre (a tervezés egyszerűsítésére és a héj-építés iparosítására) irányította a figyelmet. Lehetővé vált, hogy a szimpózium résztvevői hasznos tapasztalatokat szerezzenek, saját elméleti és gyakorlati eredményeiket nemzetközi vitafórum elé bocsássák.

Dr. Bölcskei Elemér

NEMZETKÖZI TANÁCSKOZÁS A HIDROLÓGAI ÉSZLELŐHÁLÓZATOK TERVEZÉSÉRŐL

1965. jun. 15—22. Quebec, Kanada

Az 1965. január 1-én megkezdődött „Nemzetközi Hidrológiai Decennium" világszerte előtérbe hozta a hidrológiai adatgyűjtés elvi és módszertani kérdéseit. Ez jutott kifejezésre a Nemzetközi Hidrológiai Szövetség *(IASH)* és a Meteorológiai Világszervezet *(WMO)* által rendezett szimpóziumon, amelyen 32 ország 180 szakembere vitatta meg a hidrológiai észlelőhálózatok fejlesztésének időszerű kérdéseit. A tíz kérdéscsoportra felosztott tárgykör megvitatását a rendezőség által előzetesen felkért bevezető előadások indították meg. Ezeket követően számos további tanulmányt és hozzászólást hallgattak meg a résztvevők. A tanácskozás eredményeinek összefoglalására és a Decennium idevágó programjának részletesebb kidolgozására külön munkabizottság alakult, amely a szimpóziumot követő napokban tartotta első ülését.

Magyarországot a szimpóziumon *dr. Szesztay Károly*, a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet osztályvezetője képviselte, akit a rendezőség kért fel „*A domborzati adottságok figyelembevétele a hidrológiai észlelőhálózatok tervezésében*" c. bevezető előadás elkészítésére, és hívott meg a szimpóziumon való részvételre. Bemutatásra került a szimpózium ülésein az alábbi négy további magyar tanulmány is:

Dési F.—Czelnai R.—Rákóczi L. (Országos Meteorológiai Intézet): A csapadékmérő hálózatok célszerű sűrűségéről.

Salamin Pál (ÉKME, Vízgazdálkodási Tanszék): A hótakaróra vonatkozó észlelések fejlődése Magyarországon.

Muszkalay L.—Starasolszky Ö. (Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet): Tavak hidrológiai észlelőhálózata.

Csermák B. (Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet): Hidrológiai adatgyűjtés különös tekintettel a vízgazdálkodási tevékenységre.

A beküldött tanulmányokat a rendezőség sokszorosította, és a résztvevők között előzetesen szétosztotta.

A szimpóziumra 84 tanulmányt nyújtottak be, amelyek közül összesen 71-et mutattak be a szerzők, vagy megbízottaik. Tárgykör és országok szerinti megoszlásukról az alábbi *táblázat* nyújt áttekintést. A táblázat utolsó oszlopa a 182 résztvevő országok szerinti megoszlását mutatja.A benyújtott tanulmányok és a vita anyaga a Nemzetközi Hidrológiai Szövetség kiadványsorozatában előreláthatólag az év végéig nyomtatásban is megjelenik A szimpozium tárgyalási nyelve angol és francia volt, amelyeken folyamatos szinkron tomlácsolást is biztosított a Rendezőség.

Az előadó üléseket három alkalommal tarkította a szimpózium programjába illesztett fogadás (az elsőre a házigazda „Laval" egyetem rektora, a másodikra Quebec tartomány kormánya, a harmadikra Kanada szövetségi kormánya hívta meg a résztvevőket). Ezen kívül félnapos tanulmányi kirándulás keretében alkalmat adtak a résztvevőknek a Szt. Lőrinc folyam egyik mellékfolyója vízmérőállomásának és a Quebec-i repülőtéri meteorológiai állomásnak a meglátogatására, és — természetesen — a város megtekintésére is.

Az elhelyezésre és az előadó ülések megtartására a város zöld övezetében, a Szt. Lőrinc közelében fekvő „Laval" egyetem „campus"-a nyújtott igen jó lehetőséget.

Szesztay Károly

Quebec (Kanada) 1965. jún. 15—22

№	A résztvevő országok (A bemutatott tanulmányok számának sorrendjében)	A benyújtott tanulmányok tárgykör szerinti megoszlása										Benyújtott tanulmányok összesen	Bemutatott tanulmányok összesen	A résztvevők száma
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j			
1	Egyesült Államok	7	2	1	2	2			4	2	1	21	21	24
2	Franciaország	1	1		2			2		1	1	8	8	9
3	Nagybritannia	2	1			1		1			1	6	6	7
4	Szovjetunió		1			3	1	1				6	6	4
5	Magyarország	2	1						1	1		5	5	1
6	Csehszlovákia	4							1			5	4	3
7	Románia		2					1		1		4	4	1
8	Kanada	1	1							1		3	3	101
9	Ausztrália	1						1				2	2	2
10	Ghana	1	1									2	2	2
11	Tajvan		1						1			2	2	2
12	Belgium								1			1	1	2
13	Brazília								1			1	1	1
14	Hollandia					1						1	1	3
15	India							1				1	1	2
16	Izrael					1						1	1	2
17	N.SZ.K.			1								1	1	1
18	Norvégia									1		1	1	2
19	Venezuela									1		1	1	1
20	Lengyelország	1					2	1		2		6	0	0
21	Olaszország		1			1			1		1	4	0	0
22	Japán								1			1	0	0
23	Marokkó									1		1	0	0
24	Trinidad											0	0	3
25	Jamaica											0	0	2
26	Brit Guinea											0	0	1
27	Fülöp szigetek											0	0	1
28	Kongo											0	0	1
29	Nigéria											0	0	1
30	Nyugat India											0	0	1
31	Spanyolország											0	0	1
32	Svájc											0	0	1
	Összesen:	20	12	2	4	9	3	8	11	11	4	84	71	182

a Csapadék és hótakaró
b A folyók vízjárása
c Vízhőmérséklet és vízminőség
d Hordalék
e Talajvíz
f Talajnedvesség
g Párolgás
h A különböző rendeltetésű hálózatok összehangolása
i A különböző éghajlatú területek különleges szempontjai
j Az adatok feldolgozása és közreadása

*Lewis Mumford: Sticks and Stones** (Első kiad. 1924. Második 1955, Dover Publications Inc, New York, 238 old. 21 kép.)

A könyv alcíme szerint „Tanulmány az amerikai építészetről és civilizációról". Valóban első kiadása idején kevés szerző tárgyalta e kettőt együtt. Már a pionírok építkezéseit is a településsel kapcsolatban jellemzi, ahol a közösség együtt-tartása sokféle szempontból fontos volt, nemcsak az indiánokkal szemben. Rendelet írta elő, hogy a közösség házától ½ mérföldnél messzebb senki sem építheti házát. A szerző ez első épületek egyszerűségét és célszerűségét dicséri. A későbbi gazdagsággal, a kereskedelemmel gyorsan bővülő kapcsolatok ide is elhozzák a kínai, indiai hatásokat, majd a klasszicizmus építészetét, melyet valamely meg nem magyarázott okból reneszánsznak nevez. Megtudjuk könyvéből, hogy Thomas Jefferson nemcsak államférfi, hanem építész is, aki finom ízlésű otthonát klasszicista stílusban építi. Virginia számára az ő tervei szerint épített egyetem épületei és az együttes telepítése mintaszerű, de úgy látszik, nem a sokkal később élt Frank Lloyd Wright az egyetlen jó építész, akit honfitársai vonakodnak követni. A Walpole-féle angol romantikus építészet amerikai változatairól egy jó szava sincs, és l'Enfant rendezési tervéről (Washington, 1791) is azt mondja, hogy az párizsi mintára készült átlós útjaival, melyek csak a középületekre vannak tekintettel, a város más funkcióit nem veszi figyelembe. Ebben a tervben is döntő a sakktábla rendszer, mely később annyi városuknál elterjedt, és kézenfekvősége minden más gondolatot kizárt. Egyébként sincs az akkori városrendezőkről nagy véleménye, mert azok úgy vélték, a város egyedüli célja, hogy megfeleljen a kereskedelemnek, emelje a telekértékeket és növekedjék, semmi más. A koloniális klasszicizmus kedves, kívül-belül fehér épületei közül legtöbb sajnálatosan áldozata lett a forgalmi kívánságoknak. A virginiai Williamsburgban koloniális stílusban rekonstruált épületeket bántóaknak mondja, mert bár lakóikat is egykori öltözetekben járatják — és az egész város mintegy szabadtéri múzeum —, „nem hagytak semmit az ember képzelete számára". Williamsburg kétségtelen nevelési értékei mellett legnagyobb tanulságának mondja, hogy a múltat nem lehet térben visszaadni, ha hiányzik az egészből az idő, mely a változásokat, átalakításokat is magával hozza.

Képet közöl a New York-i kristály palotáról (1853), mely bár más elrendezésű, mégis méreteivel és vas-üvegszerkezetével nyilván a londoni példa (1850) hatására készült. Az eklektika legkülönbözőbb válfajai következnek ezután Amerikában, miközben a füstös városok csokoládébarna épülettömegétől egyre többen igyekeznek szabadulni. A Central Park terve New Yorkban (1853) az első nagyszabású tájkert, mely a közt szolgálja — és mint szerző írja: „ma is parkjaink azok, amilyeneknek városainknak lenniök kellene". Általában baj van az építészettel, mert a romantika nem hozta vissza az elveszett múltat, sem a most kezdődő induszrializmus nem tudta kívánatossá tenni a jövőt. „Az építészet két világ között bolyongott; egyik halott, másik gyenge ahhoz hogy megszülessék." Mégis a polgárháború utáni industrializmus nyersesége és csúnyasága közepette talál egy egészséges elemet is. Az ipar vezetőinek önbizalma, ha brutális is, őszinte, és a chicagói vasút mentén az új áruházakat és felhőkarcolókat korszerű

* E számunkban dr. Gerő László alapvető építészetelméleti művekkel foglalkozó ismertetéssorozata számára biztosítottunk helyet. E régebben megjelent — ma már klasszikusnak számító — művekkel a magyar szaktudomány eléggé keveset foglalkozott. *Szerk.*

anyagokból építik, olyan formákban, melyek hasznosan szolgálják céljukat. Ez a szellem érvényesül egy olyan építészet születésében, mely önálló és öntudatos, teszi hozzá Mumford könyvének második kiadásában.

Mumford szerint az utolsó építőmester Richardson, akinek működése 1860 után kezdődik. A régi rendszerű falazott házat nem lehet hét emeletnél magasabbra húzni, még az ő tudása mellett sem (chicagói Field Building). Közben a periféria lakóházai szörnyű összevisszaságot mutatnak és a városban még rosszabb a helyzet. A sakktáblán belüli blokkok keskenyek és mélyek, és az itt kialakított lakások egészségtelenek, víz, nap nélkül, kilátásaik börtönszerűek. Az ipari civilizáció e korszakára az általános ízléstelenség jellemző, amit csak Thomas Hardy — aki maga is gyakorló építész — véd meg, amikor azt írja: „. . . valóban az a kérdés, vajon az ortodox szépség uralma nem érte-e meg utolsó szakaszát?" A groteszk zűrzavarból csak a hidak emelkednek ki, melyek egyedül közvetítik máig a méltóság, szilárdság érzetét. (New York, Brooklyn Bridge, 1884). A Brooklyn-híd csúcsívekkel, párkányokkal bíró két hatalmas pilona finomvonalú óriási méretű kábelhidat hord (John és Washington Roebling mérnökök terve). 1886-ban meghal Richardson, és az amerikai építészetben új korszak kezdődik. A romantikusok szerző szerint sohasem néztek szembe a társadalmi és gazdasági problémákkal, amelyek építészeti feladataik megoldása körül adódtak. Csak az új kiadásban teszi hozzá, hogy a romantikus mozgalom rousseau-i kezdetében volt bizonyos energia és élet, nevezetesen a természetbe vetett hit, bizalom az ember vitális erejében, organikus érzékében és a szociális szükségletek felfedezésében. Ami a romantikában tartós érték, az később, Richardson nagy utódjának Louis Sullivan alkotásaiban fejeződik ki és méginkább Sullivan legkitűnőbb tanítványa műveiben, Wrightében, ki mindig figyelemmel van a természetre és az emberre; az emberre, kinek életét könnyebbé teheti a gép. Ők azok, akik el tudták kerülni a romantika buktatóit: az archaizálást, történetieskedést, és (John Welborn Roottal) lefektették az igazi organikus építészet alapjait, mely képes megfelelni minden új gyakorlati feladatnak és szellemi követelménynek.

1890 táján alakulnak ki a nagy amerikai monopóliumok, az építés az „új milliomosok" kezében van. Az elburjánzó épületek között a vasúti állomások viszonylag a legjobbak. Az amerikai helyzetet ebben a korban Mumford a császári Rómához hasonlítja. A most készülő monumentális hömlokzatok lehetnek szépek, ha valaki nem néz mögéjük, és nem látja a városba zsúfolódott proletárság visszataszító lakásviszonyait, melyek nem lettek különbek III. Napóleon Párizsának Haussmann-féle fényes boulevardjai mögött épült bérházak tömegében sem. Az építészet hű tükre a társadalomnak, olyan, amilyet az megérdemel. „Ha az építészet időszakonként megfagyott muzsikává válik, és pompázatos, de jelentés nélküli hangokká, magunknak köszönhetjük."

Az amerikaiak vezetik be a bérházakba az első központi fűtéseket, még a polgárháború előtt, és a gépeknek egyre nagyobb szerepe van az épületben (világítás, szellőzés, gyorslift stb.). Ezt az ún. „gépkorszakot" úgy jellemzi, mint ahol sikerült kizárni a napfényt, hogy villanyvilágítással pótolhassuk; ahol túlterheltük a közterületeket, oda alagutakat fúrunk; ahol túlzsúfoltuk a város lakosságát, oda messziről vezetjük a vizet, hogy megmosdhassanak; ahol a friss zöld és a friss levegő nyomait eltüntettük, oda utakat építünk, hogy a lakosság egy kis hányada egyszer egy héten ellátogathasson rajtuk a zöldbe. „Mindez nagy hasznot hajtó üzlet a társaságoknak, amelyek a világítást adják, a gyors közlekedés eszközeit, lifteket, autókat stb." E mechanikai berendezések, a földalatti labirintusok, a merész tornyok és az aszfaltutak végtelen mérföldjei nem képviselik az emberiség eredményinek győzelmét, csak rosszul alkalmazását. „Amint az építészet egyre gépjellegűbbé válik — írta valaki az American Architect c. újságban —, úgy a tervezését, szerkesztését és az építés munkáját olyan szabályok irányítják, mint — a lokomotívét". A most induló felhőkarcoló-építkezésben nem az a feltűnő, hogy bizonyos anyagokat használnak, hanem az, hogy egyetlen formulát alkalmaznak mindenféle feladatra. Kétségtelen — mondja szerző —, hogy a felhőkarcoló tisztán mechanikus burkában kevés építészeti részlet-variánsra van mód. Burnham és Root építészek chicagói Monadnock Buildingje, melynek a német építészetre oly nagy hatása volt, kivétel, és jellemző, hogy nem mutatott acélvázas szerkezetet. Az akadémikusok úgy képzelték el a felhőkarcolót, mint egy oszlopot: lábazattal, törzzsel, fejezettel. Majd megpróbálták úgy kezelni, mint egy tornyot, melyben a pillérek hangsúlyosak (pl. Woolworth Tower, C. Gilbert, New York, 1913). Ezek még a legmegnyugtatóbbak. Sem az oszlopnak, sem a hevedernek nincs belső szerkezeti szerepe a felhőkarcolóban, ezek csak apli-

kált, hamis formák. A felhőkarcolók építészeti kiképzése főleg a belépés, liftek, ablaknyílások kialakítására szorítkozott. Az ismert fényképek, különösen a városképekre a fotografusok művei, ilyen képben az utcáról soha nem láthatók. Egy épület pedig a környezetével együtt áll, vagy bukik. Lépték nélkül — és a felhőkarcoló szétrombolta érzékünket a lépték iránt — minden épület hatása megsemmisül.

Ezután arról olvasunk, hogy a gép minden felsorolt, az építészetre káros hatása mellett újat is hozott: a pontos, kemény vonalak, a mérlegelt tökéletesség, a tisztaság szépségét. Új érzékünk a használati tárgyak formái iránt és annak pusztán gyakorlati szerkezetei iránt kitűnő jelei ennek. Nem meglepő, hogy ez az érzékenység először a művészek között született. A tévedés az új formák körül ott van, ahol azokat *mindenűvé* alkalmazzák, ahelyett, hogy a szelleme szerint járnának el, melyben az új formák fogantak. A lakóház, mely nem veszi figyelembe az ember fizikai szükségleteit, éppúgy elhibázott, mint az az esztétika, mely az acélvázat öntöttvas virágokkal díszítette, vagy az olyan terv, mely az otthonokat úgy rendezi be, mintha a gyermekek az inkubátorokból származnának és „mintha a világot valamiféle kerekek, nem pedig a szerelem és éhség mozgatná".

Szerző arra mutat, hogy ha az akademizmus hibás az egyik oldalon, a „mechanikusok" hibásak a másikon. Láttuk, hogy az új feladatokat a történelmi köntösökben nem tudták megoldani. Ezért a modern építészek a modern formák új szótárát keresték, melyek a gyárakban, a felhőkarcolókban, gabonasilókban alakultak ki, mint saját kifejezésükre minden esetben alkalmas formákra. „Ennyiben a mi mechanikus építészetünk egy bizonyos szerkezeti *esperanto* nyelv: van szótára, anélkül, hogy irodalma lenne, és ha nyelvtanának elemei mögé nézünk, akkor, amit találunk, nehezen fordítható le azoknak a költeményeknek és drámáknak nemes nyelvére, amiket a római, görög és középkori építők hagytak maguk után."

A modernizmus vezető építészei valóban nem követnek el oly hibákat, mint legtöbb követőjük. Wright villái és szállói nem emlékeztetnek garázsokra vagy silókra. Ugyanazokat a törekvéseket mutatják, de az ember céljainak tiszteletével. Stílusára jellemző, hogy a mérnöki világnak teljesen hátat fordít, és miközben az acélváz kialakítja a függőleges hangsúlyú felhőkarcolót, Wright terveiben a házak nyújtottak, és lapos tetejükkel együtt a vízszintes vonalakat hangsúlyozzák. Vagyis a legjobb modern művek nem a gépet tisztelik, hanem használójukat, az embert. Sullivan mutatott rá „The Autobiography of an Idea" c. művében arra, hogy az amerikai imperializmus építkezéseiben gyökeredzik a modern stílus sok alapvonása. Európában különösen Finnország, Németország és Hollandia területén alakul ki hatására oly építészet, melyben nem a formák mechanikus szigorúsága lesz döntő, hanem alkalmazásuk játékos szelleme. „Éppen azért jó építészet ez, mert valamivel több, mint pusztán mérnöki." Sajnos maroknyi jó példán túl Amerikában mi sem fejezi ki ezt az elevenséget, mert mint a súlyos önkritikával élő Mumford megállapítja: „... a gép ránk feküdt, és mi nem ellenkeztünk". A mechanikus szemlélet pedig megbosszulja magát, mert a végén előzi az épületről még azt az építészt is, aki értékeli a szerkezeti eredményeket.

A gépi ház gépi környezete egyre hasonlatosabbá lesz Sinclair Lewis Babbittjában vázolt szatirikus képhez. A lakás lassan kiszorul ebből a környezetből, vagy ahogyan Henry Wright jellemzi a helyzetet, melyben az addig csak járulékos költségrészek — utak stb. — rohamosan megnőnek, és a lakóház 1970 táján el fog tűnni. Az autó, garázs részesül előnyben, és ezek az inkubusok lassan elfoglalják a város körüli utolsó terecskéket is, ahol még egy nemzedékkel előbb sok kert volt, a gyerekek játszóhelyei és néhány gyümölcsfa.

Miközben a hétvégi kirándulás a zsúfolt országutakon csak alig jobb, mint az emberi tartózkodás számára reménytelenül tönkretett városi környezet, a gép produkálta e „tökéletességek" közepette megint akad a kézművességnek támogatója. Mumford szerint Ruskin is csodálkozna, ha látná, micsoda belső dekorációk készülnek, és milyen neo-Viktoriánus világa jön divatba a művirágoknak stb., mintegy tiltakozásul a gép-világ puritánsága ellen, „melynek szállást adtunk és kitúrt a helyünkből". Ideje — mondja —, hogy ettől az élősködőtől megszabaduljunk, és körülnézzünk, hogyan lehetünk újra emberek. Az építészek terveit nem lehet elválasztani a közösségekétől. Amint — teszi hozzá az új kiadásban — társadalmunknak megint érzéke lesz az emberi szellem iránt, a gép nem lesz egy mindent irányító fenomenon, hanem gazdaságunk hasznos eleme.

A közösségnek oly fontos otthon, gyűlekezőhely, munkahely — megmaradnak a történelem változásai folyamán. Csak burkolatuk változik, amikor új anyagok, munkamódszerek, a szokások és érzelmek új világa jön. Civilizációnk jövője függ attól, hogy képesek legyünk kiválogatni múltbeli örökségünket, megváltoz-

tatni mai szokásainkat és friss formákat tervezni, olyanokat, amelyekben energiáink szabadon érvényesülhetnek. Ahogyan a középkor végén vissza tudták hozni a klasszikus irodalmat és felfedezték Róma műemlékeit, vagy ahogyan be tudtak vezetni új elemeket, amelyeket a múlt századvég fizikai tudományának köszönhetett, és gépi technikákat, melyektől mai helyzetünk függ, ugyanúgy nekünk is van reményünk, mint alkotóknak. Az utolsó században a kép megváltozott a gép alkotóitól a gépi módszer megteremtőiig, és talán itt volna az ideje hogy mi is új elemeket használjunk, olyanokat, amelyek megint képesek lényegesen megváltoztatni civilizációnk képét. Mumford a tervezés mai nehézségeit főleg abban látja, hogy a fizikai tudományok mellett az emberre vonatkozó tudományok elmaradtak, és jószándékú törekvéseink hajótörést szenvednek a szükséges elemző apparátus hiányában. Az emberi közösség, a nép szükségleteiből kell ismét elindulni, abból a komplex együttesből, melyből az építész, építő és építtető születik, és melybe az épület beállítható, legyen az családi ház vagy felhőkarcoló. Ezután néhány témát maga kezd elemezni. Ír az első telepesek erdőpusztításairól és főleg a hasznot néző magatartásáról. Ma ezeken a helyeken éppen a tájszépség visszaállítása egyik főfeladat Amerikában. Ezután sorra veszi az ipart, ahol a felbomló céhrendszert a „kalózkodó úri kalandorok társasága birtokában megjelenő gépek" váltották le. Ennek eredménye lett *gépkorszakunk* aszociális jellege: találmányok, melyek az emberiség jólléte helyett a monopolisták és vállalkozók gazdagodását szolgálták. Az építészetben a művészt visszaszorította a tőkés spekulációja, a telektulajdonos maximális profitra törése. Szerző sokat vár a jó standardizálástól és a túlméretezett ipartelepek decentralizálásától. Nem a kézművesség és a gépi munka sokat vitatott kérdései a döntőek, és nem a termelvények mennyisége, hanem azok *tartóssága*.

Mumford utal arra, mennyire függvénye a jó építészet a társadalom gazdasági alapjai jó átszervezésének. Addig, amíg az épületek túlnyomó része igénytelen blokkokból áll, csak azért, hogy fedelet nyújtson a hajléktalanoknak — fölösleges építészetről beszélni; és a mai amerikai épületek többnyire ezen az alapon állván, bizonyságai a jelenlegi gazdasági szerkezet elégtelenségének. Csak néhány város körüli új település és néhány új ipari város, néhány iskola és műhely példázza azt, mennyire meg volna a lehetősége egy új építészeti arculat kialakításának mindenütt. De ma még szerző nem tudja eldönteni, vajon a mechanikus szemlélet lesz-e győztes, vagy az építészeknek mégis alkalmuk nyílik megreformálni a gépi módszereket és megtartani valamit a korábbi szabadságból. Világos, hogy a városok nem azért lettek, hogy legyen egy hely, ahol az emberek 2 óra hosszat közlekedhessenek a földalattin, amíg a lakóhelyükről a munkahelyükre érnek. A házak tömege még nem város, hanem — főképpen — emberi lények társulása. Ahol ez már nehézségekbe ütközik, ott megszűnik a város. Az intézmények, amelyek valóban alkotják a várost — iskolák, klubok, könyvtárak, sporthelyek, színházak stb. — a primitív közösségre vezethetők vissza, de a népességnek csak korlátozott számára megfelelők. Ahol a lakosság száma megkettőződik, ott az intézményekből is kettő-kettő kell, különben az élet — mely ezeken az intézményeken át működik — eltűnik. A lakosság viszonya is fontos ezekhez a társadalmi és gazdasági intézményeihez. E viszonyok világos kifejezése az épületekben, utcákban és kertekben, amelyek egységei egyéniségek, azonban a város egészének alárendelten — ez a végső célja a közösségi tervezésnek. Az építészeti hatás nem annyira az építész tehetségétől lesz függő, nem egy épület díszeitől vagy eredetiségétől, hanem kiterjed az egészre, a legegyszerűbb üzlettől a középületekig. Hivatkozik Európa sokszáz városának szépségére az iparosodást megelőző korból, és hogy ez ismét igaz lehet azt, az angliai Letchworth és Welwin és más kertes városok bizonyítják, más országokban is, ahol követték Ebenezer Howard javaslatait.

Szerző néha talán túlságosan is élesen világít rá a hibákra, hogy azokat tudatosítsa és kiküszöbölésüket elősegítse a mai települések, sőt mondhatjuk településeink, egyáltalán építészetünk egész területének megjavítása szándékával, és e szándék végig áthatja érdekes, gyakran nekünk is sok tanulságot rejtő fejtegetéseit.

Lewis Mumford: From the Ground up (Harvest Books, New York, 1963. 243 old.)

A neves építészet-kritikus e kötete 1947—1956 között a „The New Yorker"-ben megjelent cikkeinek sorozatát adja. Köztük szó van a newyorki Fresh Meadows településről, mely 11 000 ember számára épült, és ahol kivételesen — mint Mumford mondja — nem az épületekbe fektetett tőke kamatozása volt a legfontosabb, hanem oly építészeti kompozíció megvalósítása, melyben a növények, a fény és árnyék játéka, az épületek emberi

méretei, a színek érvényesültek, vagyis csupa olyan elem, mely régóta eltűnt az amerikai városépítők szótárából. Szerzőnek csak két 13 emeletes ház nem tetszik az együttesben. Ezekben az avult együttesek szanálásánál alkalmazott szkémát látja, amelyek azért 13 emeletesek, mert egy gazdasági számítás ezt a magasságot hozta ki legrentábilisabbnak. Elismeri, hogy az építészeknek más okai is lehettek a két magasház megválasztásában, köztük a változatosabb városkép. De utóbbi elérésének nem ez az egyetlen és nem is a legszerencsésebb útja. A túlnyomóan három emeletsoros épületek laza négyszögeket alkotnak, ahol a szomszédba át lehet látni, mégis intim egységek vannak. A zöld területen kanyargó görbevonalú utcák, az ép gyepmezők, szép fák és a legapróbb részletek átgondolt megtervezése (a szemét, tejeskannák tárolóhelyei stb.), organikus egész kompozícióra vallanak, és arra, hogy a rend az alapja minden jó tervezésnek. Hozzájárul a Fresh Meadows településképének színességéhez, hogy a lakóknak megengedték kis virágoskertek létesítését a zöld területben, és ezzel felszabadították a mindenkiben, — még a „megkeményedett New York-iban" is — alvó kertészt.

Több tanulmány szól a Népszövetség New York-i palotájáról, és ezt az épületet is felhasználja Mumford arra, hogy élesen támadja a szűkös elhelyezést és a felhőkarcolót, melyet, mint írja, itt még a másutt szokásos profit-érv sem indokol. Az ENSZ székháza szerinte nem az egyesült nemzetek legszebb reményeit képviseli, hanem New York legesúnyább gyakorlatát. Nyilvánvaló, hogy a tervezők Le Corbusier hatása alatt állottak, Le Corbusier pedig a felhőkarcolók hatása alatt, melyekről azt hitte, ezek a modern kor szimbólumai. Tény — mondja M. — hogy mindkettő: a felhőkarcoló és Le Corbusier is ódivatúak. Az emberi lépték nélkül tervezett felhőkarcolók valóban szimbólumok, de a divat, profit, a presztizs és elvont esztétikai formák szimbólumai, vagyis egyszóval a „kereskedelmi csomagolásé", mely fontosabb lett, mint az ember életének munka- és lakóhelye (1951-ben írta). Szerző elkeseredése a zsúfolt amerikai nagyvárosok láttán érthető, és ez viszi arra is, hogy a modern építészet nagy tanítómesterét is divatjátmúltnak nevezze. Bizonyos az, hogy az építészetben van a divatnak szerepe, és nem is kevés. Ezért félő, hogy miközben ez a divathullám elterjed és hozzánk is eljut, és valami nyugatimádat gőzében nagyvárosiasnak gondolt felhőkarcoló-utánzatú magasházak nálunk is meg fognak jelenni, olyan időkben, amikor azok keletkezési helyükön — Amerikában — túlhaladottak. Ott legalább a zsúfolt városokban hihetetlenül felszökött telek- és profitárak indokolták létrejöttüket — nálunk és ma a helyzet természetesen egészen más.

M. következő cikkei Amerika nagy építészéről, a nemrég elhunyt Wrightről szólnak. Beszél az építész zseniális egyéniségéről, mely a régi anyagoknak is új alkalmazást tudott adni, és egyben az emberről, aki azonban talán túlságosan is bizott sokoldalú egyéniségében, és eközben nem sok gondot fordított arra, hogy a közösségek gondolatait a magáévá tette volna. Wright kifejezetten városellenességét is ebből vezeti le M., azt mondja róla, hogy „1932-ben hátat fordít a városnak, és azok eltűnését jövendöli". Broadacre City- tervében a közösség legkisebb tagjának is egy acre (azaz 0,406 hektár, vagy 0,703 kat. hold) nagyságú helyet szán, mely esetben persze a vidék és a város egyformán eltűnne. Az emberek ily mértékű széttelepítése arra vezetne, hogy az ember nem tudna oly helyet találni, ahol végre egyedül lehetne, szomszédok nélkül, de ugyanakkor eltűnnének a város előnyei is, nem lenne mód közös eszmecserékre sem. A laksűrűség egészségtelenül magas száma (Stuyvesant Townban 24 000 lakos akkora területen, mely 6 000-nek volna elég), és a lakóépületekbe fektetett tőkétől kívánt magas kamatlábak (5—6%) vezettek oda, hogy ma sok városrész nem rendelkezik a szomszédsági egységekben elengedhetetlen zöldterületekkel és intézményekkel: üzletek, iskolák, játszóterek stb. A ritkább, de sokkal magasabb beépítés a hírhedt korai „slum"-öket (vigasztalan egyformaságú és sűrűségű munkásházak) felváltotta ugyan, de csak hogy helyükbe „superslum"-öket kapjanak.

Külön tanulmányban foglalkozik a „Lever House" épületével, melynek építészei, Gordon Bunshaft, Skidmore, Owings és Merrill, a szokástól eltérően mértéktartóan építették be épületüket a felhőkarcolók rengetegébe, ahol a szomszédos házaktól minden irányban szabad teret hagytak. Az óriási üvegfelületeket a tetőn körbehaladó tisztítószerkezet tartja tisztán, ami egyben az építő szappan- és tisztítószercégnek ötletes reklámja. A csillogó tisztaságban tartott üvegburkolatú épület maga a legjobb reklám — emellett külön hirdetésre nincs is szükség. De a jelentékeny külsőnél is hatásosabbnak mondja M. a belsők elegáns anyag- és színválasztékát. Az épületet valóban a térben fogantnak mondja, fontos lépésnek egy egészséges tervezés és építés irányában.

Ennél is, mint Skidmore, Owings és Merrill üvegfalú választékos banképületénél, az üvegköpenyt nem ellenzi, pedig máshol gyakran olvastuk M. kirohanásait az amerikai klímának nem megfelelő túlzott üvegfelületek ellen. Itt előnyeit ecseteli, amennyiben a banknál, annak alacsonysága és szomszédoktól leárnyékoltsága miatt az üvegfelületeket nem szükséges ernyőzni. Az épületnél alkalmazott válogatott anyagok szolidságát és drágaságát vitatja, illetve az épületek drágaságának relativításáról beszél. A világ legolcsóbb épületeinek mondja — hosszú távra — a párizsi Place Vendome-ot körülvevő palotákat, melyek 250 év óta ma is elég tágasak és egészségesek ahhoz, hogy az itt elhelyezett hivatalok után magas béreket szedjenek. Nem a kezdeti költségek számítanak tehát, hanem a végsők.

Bemutatja J. Yoshimura japáni házát a „Modern Museum"-ban, melynek előzményei voltak Amerikában, többek között az 1893. évi chicagói világkiállítás japáni háza. Ez befolyásolhatta M. szerint a fiatal Frank Lloyd Wrightet is. Az anyagok árnyalati különbségei, a belső terek finom összhangja a népi eredetű vidéki házban van, melynek faszerkezeteit veszik át. Régi japáni festmények bizonyítják a ház tömegének modern formáját a XIII. században. A japán egyszerűség a részletek finomságai, a térarányok összefüggései fontosságát emelte ki. A modernség valóban nem jelentheti pusztán a mai szerkezetek alkalmazását és a díszesebb alakítás kerülését azon az alapon, hogy a „kevesebb több". Bizonyos, ha valakinek nincs ötlete, az kevesebb, mint ha van.

A japáni példa vezetett a belső és külső közötti lehatárolás évszázadokon át merev keménységének feloldásához. A kis belső udvar vagy „patio" kertje eleven szépséget ad az ide nyíló belső tereknek. A kötetlen alaprajz, vagyis a belsőknek a szerkezetektől nem meghatározott, független alakításának tanulsága és a sokoldalúan használható belsőtér alakítása mellet eddig kevés figyelmet fordítottak a tolóajtókra, melyekkel e terekben intimebb elválasztások lehetségesek a nagyobb lakótér ürességéből. Másik tanulsága a japáni háznak, hogy az ablakok ablakok, és nem üvegfalak. Sok amerikai építész az ablakot módfelett modern anyagnak vélvén, készíti azokat az üvegházakat, amelyek a bennük tartózkodóknak az ottani éghajlat mellett kényelmetlenek.

Mumford e könyvében is találunk néhány elemzést a nagyváros forgalmáról, melyekben rámutat arra, hogy a városnak mily bonyolult az összetétele, és mennyire nem egyetlen szempontja a forgalom jó megoldása. Sőt arra is hoz példát, hogy a forgalomnak kedvezés néha csak a forgalomnak jó, a városnak nem Az út kiszélesítése lehet, hogy a városmag forgalmi és más problémáit, a zsúfoltságot megnöveli, mert ahelyett, hogy levezetne, hozzávezet olyan forgalmat, ami eddig nem juthatott idáig. Az utak ugyanis kétirányúak! A forgalmi problémákon átmenetileg lehet segíteni az ellátó forgalom éjjeli elrendelésével, ahogyan Julius Caesar tette a milliós Rómában. A távolsági utak semmi esetre se menjenek át a városmagon, illetve a szomszédsági egységek közepén, hanem azok szélein. M. beszél arról, hogy New York laksűrűségét 4 emeletsor beépítettségre tervezték. Ez azonban a sűrűn beépített felhőkarcolókkal felborult. Az út szélességének növelése nem mindig vezet célra. Egész kivételes szakértőként idézi Robert Mitchellt, aki e témáról könyvet is írt, és aki Philadelphia egyik tanácsosának, aki kevesellette a forgalom kutatására általa előirányzott összeget, azt válaszolta: „Nem több forgalomszámlálásra van szükségünk, hanem több gondolkodásra — és a gondolkozás olcsó". Az egészségesebb város alakítására talált módok elő kell segítsék a jobb városi élet feltételeit, de egyáltalán nem tartja M. sem valószínűnek, hogy ezek, — a köz érdekében javasolt intézkedések — a magánosok profitját emelni fogják.

Szerző ezután panaszkodik arról, milyen idilli volt a New York melletti Long Island rurális környéke, mely a várost friss levegővel, zöldséggel, korai krumplival ellátta — mindaddig, amíg a világ legrosszabb autóútja kötötte avval össze. Ma már ennek a békés életnek vége, az új utak megszüntették Long Island régi formáit és életét is.

Az angol tipográfia egyszerű eleganciájával kiadott „paperback" (papírkötésű) tanulmánysor írója széles látóköre és mondanivalóinak éles és szellemes fogalmazása miatt is érdekes olvasmány, és bár jobbára az építészek által ismert művekről van szó, mégis a szélesebb közönség számára nélkülözzük Mumford kis, hasznos könyvében is azoknak az épületeknek illusztrációit, amelyekről szó van.

Frank Lloyd Wright: The future of architecture. (Az építészet jövője. Mentor Books, New York, 1963. 352 old. 32 kép.)

A zsebformátumú „paperback" a nemrég elhunyt világhírű építész legfőbb nézeteinek kifejtését tartalmazza a múlt és a jelen építészetéről. Itt olvashatjuk előadá-

sait, melyeket Princetonban (1930), Chicago Művészeti Intézetében (1931) és az „organikus építészetről" Londonban (1939) tartott. Végül kifejti szerző nézetét a jövő általa elképzelt építészetéről és az organikus építészet nyelvéről. A széles látókörű, számos nagy megbízást teljesítő, sokat utazott, sokat élt építész egyéni, mindig vitatkozni kész szellemét követhetjük e lebilincselő olvasmányban, melyből megismerkedhetünk számos egyéni nézetével — még ha sokban nem is értünk vele egyet. Érdekesen fejti ki a kézműves-világ és a jövő gépkorszakának ütközését, melyben a régi világ formaképzését és annak eredetét, eredeteit taglalja, hogy azután a mai világ gépi adottságainak megfelelőt keresse. Eközben ír a japánok és más népek kiváló művészetéről, melyek őrá oly nagy hatással voltak; a perzsák ókori építészetéről elragadtatással nyilatkozik, viszont elkeseredéssel arról, hogy Amerika — e magát szabadnak tekintő ország — mennyire az európai építészetfelfogás jármában mozog. Pedig ez az európai építészet Wright szerint már a reneszánsz óta halott, és csak utánozni képes.

Wright munkásságát és tanítását — ha ma elég közelinek érezzük is — magas kora mellett mégis bizonyos mértékben történelemnek látjuk, és ezért megértjük keserű hangját, amikor azt írja: „... a dicsőséget a görögök jelentették, a nagyságot Róma, a mi korunkat Itália követése, óh Palladio, óh Vitruvius, óh Vignola, óh istenek, és ezt nevezitek az amerikai építészet szabadságának!" Valóban szerzőnek fiatal korában nem kis küzdelmet kellett vívnia az akadémikus építészet megrögzött hagyományaival szemben. Leírja, hogy pl. milyen nagy volt a párkány-mánia. Még a felhőkarcolóknál is csak akkor hagytak fel vele, amikor a párkánydarabokat tartó horgonyok elrozsdásodván, azok a járókelőkre hullottak, köztük néhány jelentős New York-i polgárra. Wright azt írja, azért ment Sullivan irodájába, mert megtudta, az sem szerette a párkányokat. Ír arról, mily döntő szerepe volt édesanyjának abban, hogy építész lett. Mennyire hatott rá gyermekkori környezete, olvasmányai, köztük V. Hugo Párizsi Notre-Dame-ja. Elhatározó fontosságú lehetett a wisconsini State Capitol új szárnyának összedőlte kapcsán Wright személyes élménye, amit szerző vérfagyasztóan részletez, a fejjel lefelé lógó bennszorult munkással; végül élmény volt számára Viollet-le-Duc: Dictionnaire Raisonné de l'Architecture Francaise-e. Az új formák kifejlődését leginkább akadályozzák, és legnagyobb ellenségük a történelmi építészet — szerző szerint —, és ezért azt hazugnak, hamisnak, stb. nem győzi gyalázni. Furcsa módon egyben megállapítja, hogy a régi civilizációkban az építészetnek vezető szerepe volt, és ez helyes is, mert az emberben a veleszületett és minden problémánál újraszületó alkotás-készség, az ember művészetre való hajlama különbözteti meg az állattól. Azt írja, a civilizáció fokmérője a vizsgált civilizációban a művészetek szerepe. Szerinte a jövő civilizációjában az építészetnek ismét azon a vezető helyen kell állnia, mint a régi civilizációkban állt. Ehhez azonban még sok „európai csomag terhétől" kell megszabadulniok, és ilyen az épülettel kapcsolatban a *párkány*, melyre meglepetésszerűen mindig visszatér. Azt írja, a párkányt az európai építészek úgy tekintették, mint a jó vacsorához elengedhetetlen *dessert*et. Egyetértünk Wrighttal abban, hogy az építészet nem lehet hamis. A kő legyen kő, a fa legyen fa, a vas vas, az üveg üveg. A japánok magatartását idézi példának, ahol mindennek — a szépségnek is — alapja a *tisztaság*. Ez a legfőbb. Legyen az épület tiszta, és az ember is elsősorban tiszta legyen. Ez az emberről is a legfőbb jó, amit el lehet mondani. A továbbiakban azt fejtegeti, hogy a jövőben a gép fogja építeni a házakat, éspedig — állítja Wright — természetesen és jól. Ami nem jelenti, hogy az épület maga is gép. A párkány elvetése nem jelenti egyben azt, hogy az épületnek egy fürdőkádra, autóbuszra vagy repülőgépre kell hasonlítania. Organikus egyszerűséget ajánl. „Nézzétek meg a mezők liliomait ... Salamon az ő nagy dicsőségében nem volt oly szép, mint egy ezek közül . . ." — mondták már 2000 évvel ezelőtt. Gyakorlatilag ezt úgy képzeli el, hogy a lakóház szükséges helyiségrészeit minimumra csökkenti, és valamennyiből egységes teret képez, majd további 8 pontban fejti ki elképzeléseit. Felhívja a figyelmet arra, hogy a géppel készült nem jelenti szükségszerűen az egyszerűt. Talán valóban semmit sem tekinthetünk önmagában egyszerűnek, de úgy gondolja, elérhetjük az egyszerűséget úgy, mint valamely organikus egész tökéletesen megvalósított részét. Öt vonal ott, ahol három is elég — bolondság. De hogy tudjuk, mit hagyjunk el, és mit ne, éppen ez az, amit az egyszerűség tudásában tanítani kell. Az irányzat kezdetén a modern ház új egyszerűsége volt a „fekete bárány". Újabb fejezetben a „jövedelmező terek készítői" ellen küzd, a felhőkarcolók, az értelmetlen magasbatörés, a zajos és zsúfolt utcák, egyáltalán a város ellen. A gép csak addig vívmánya a civi-

lizációnak, amíg az embert szolgálja. Ha az ember lesz a gép szolgája, akkor már baj van, és ez a helyzet a „demokratikusan szabad Amerikában", ott, ahol pedig mindenkinek meglehetne a maga 1 acre (cca két hold)-nyi földje. (Ez Wright mániája.) Ötlete védelmében elmondja, hogy ma a televízió, a rádió az ember házába visz sok mindent, ami miatt valaha a város annyira áhított volt. A jó utak és a „szomszédsági egységek" (a maguk közintézményeivel) elérhető közelbe hozzák azt a kevés közintézményt, amire a jól decentralizált adminisztráció mellett az embereknek szükségük van. A jövő városát úgy képzeli el, mint „amelybe hetenként 3-szor 10 órakor lépnek be, és 4 órakor elhagyják. A hét másik négy napján máshol fogunk lakni, az emberhez közelebb álló feltételek közepette". Angliában a fiatal építészeknek tartott előadásaiban is fentieket fejtegeti, de tömörebben és még kiélezettebben. Rendkívülinek nevezhető az a szenvedély, amivel az új építészeten csüng, és csak ezzel magyarázható a múlt építészetével szembeni lobogó gyűlölete. Ez ragadtatja olyan túlzásokra, amiket nem fogadhatunk el. Az építészetben 500 év óta csak másolást lát, és gyakran hozakodik elő Michelangelóval, „akinek a S. Pietro kupolája megrepedezett, és baj lett volna, ha a kovácsok nem sietnek a lánccal". A görögöket sem tartja természetesnek, csak ünnepélyesnek. Nem beszél arról, hogy a hajózást is nekik köszönhetjük, és azt a vállalkozó szellemet, mely e hajósokat eltöltötte, ahogyan Homérosz ezzel bennünket megismertetett, és ami nélkül talán Amerika sem lenne sehol. Semmi esetre sem tudta volna édesanyja Wrightot, a középkori építészetet újra felfedező híres francia építész munkájával megismertetni.

A japáni ház egyszerűsége és intim emberre-szabottsága nekünk is tetszik, de nem tudjuk honnan veszi szerző a régi perzsa építészet magasrendűségét. Csak nem az angol rekonstrukciós rajzokból? Szimpatikus viszont, ahogyan tanítómesteréről, Louis Sullivanról ír, akit — nem tudni miért — németül — „*Lieber Meister*"-nek nevez. Máshol a munkahelyeket hasonlítja össze az általa épített Taliesinnel. És itt inog meg az egész Wright-i építmény hitele számunkra, mert sem nálunk, de Amerikában sem látjuk, hogy mindenki számára nyitott az a lehetőség, hogy ilyen luxus-villában, egyedül, a vad táj közepén dolgozzék, ill. munkahelyét, közműveit „egyszerű ember módjára" maga és tanítványai építsék fel — ahogyan ezt oly egyszerűen adja elő a tisztelt ősz szerző. Mi attól tartunk, hogy egy Taliesin-méretű és igényességű épület létesítése és üzemben tartása még az egyéniségek között sem mindenkinek lehetséges. Az egyéniség szélsőséges kultusza pedig számunkra nem fogadható el, még Wright valóban imponáló életművében sem. Bár épületről csak személyes élmény után volna szabad ítélnünk, mégis ezek tőlünk kissé távol vannak, ezért pl. a Guggenheim Múzeumról fényképei és tervei alapján alkothatunk fogalmat, amiről nehezen képzelhető el, hogy a helyszínen pozitív színezetet kapna. Miért kör, ill. spirális? Azért, mert egyszerű, vagy egyszerűen azért, mert ilyen még nem volt? És mi köze van ennek a japánokhoz? Lám — szerző könyvének olvasása közben — akaratlanul is átvesszük polemikus hangját és nem állunk ellen a csábításnak, hogy az olvasóval két egymással szembe állított tétel közül egyiknek igazságát akarjuk elfogadtatni, miközben talán magunk sem gondoltunk arra, vajon nincs-e alapvető baj esetleg mindkét tétellel.

Wright meghatározása szerint az organikus építészet az ideális demokrácia szabad építészete (354. old.). Ebben az építészetben a *természet* nemcsak mindazt jelenti, ami a lakáson kívül rekedt: felhőket, fákat, vihart, a földet és az állati életet — hanem úgy viszonyul hozzá, mint ahogyan az anyagok „természetéhez", mintegy belülről. Az *organikus* az építészetben a részek viszonyát jelenti az egészhez, ugyanúgy, ahogyan az egész viszonyul a részekhez. A „forma követi a funkciót" jelszava félrevezető. Természetesen e jelszó igaz, de csak egy alacsonyabb szinten, mint ahogyan a csontváz nem végső formája az emberi testnek, és a nyelvtan nem „formája" a költészetnek. Így viszonylik a funkció az építészeti formához. A „kevesebb több" hasonló jelszó. Ez is csak akkor igaz, ha a „több" nem jó.

A formát eleve meghatározza ugyan a funkció, de ez magában üres frázis, és csak így igaz: „Forma és funkció ugyanaz." A *romantika*, hasonlóan a *szépség*-hez, a minőséggel függ össze. E tiszteletreméltó, de szentimentális ízű jelzők reakciós használata a kritikusok és mai írók részéről — általános zavart okoz. Az organikus építészet szerint a romantika az új minőség, melyet az alkotó tisztel. Az (építő)bizottság az ihletett egyéniség ajándékát láthatja benne. Az organikus építészet birodalmában az emberi elképzelésnek össze kell egyeztetnie a szerkezetek nyers nyelvét a forma keletkező humánus kifejezéseivel — a lélektelen homlokzati raszterek helyett. A forma költészete a valóban nagy építé-

szet számára annyira szükséges, mint a levelek a fának, a rügyek a növényeknek vagy a hús a testnek. Mindaddig, amíg az épület gépesítését fogja szolgálni az alkotó építészet, és nem fordítva, nem lesz nagy építészetünk. A *hagyomány*-okról azt mondja, „talán egyiknek sincs alkotó kapacitása, mert valamennyi csak változat". Az utánzatok szétrombolják az eredeti hagyományt. Ezzel szemben az *igazság* az építészet egyik istensége.

A díszítmény elszakíthatatlan része az építészetnek. *Belőle* van, és nem *rajta*. A jól felfogott díszítmény nemcsak költészet, de a szerkezet jellege is. Ha nem jól értik, az építészetet a díszítmény tönkre teheti. Az organikus építészetben a *szellemi* nem valami magasból leszállottat jelent, valami megvilágosodás-félét, hanem magában a dologban létezik, mint annak valós életeleme. A szellem belülről fejlődik ki és terjed szét. A *harmadik dimenzió*, az általánosan elterjedt népszerű felfogással szemben, nem vastagság, hanem mélység. Az organikus építészetben a „harmadik dimenziót" úgy használják, mint aminek a mélység érzetét kell megadnia, és mely az épület*ből* fakad, nem *vele* van. *Tér* az új valóság, amelyet az organikus építészet szolgál. A művészeti mű számára a lélegzetvétel. Ezek Wright „organikus építészetének" axiomái.

Végül azt mondja Wright, ha valaha írt építészetről vagy eddig (1953) épített saját épületei egyikéről, mindig a fenti szóértelmezéssel tette. Mindig hirdette: az építészet legyen alapja az alkotó művészetnek és így legyen az egész világ jótevője. Ezzel szemben a „múzeumi tudósok, bizottságok, egyetemi uralkodók által kultivált építészet" abban a veszélyben van, hogy a gép lesz az élet szabályozója ahelyett, hogy azt eszközként használnák. A mechanizált középszerűség pedig veszélyes, mint a kondicionált értelem a felvilágosodott értelem helyén.

Jürgen Pahl: Die Stadt im Aufbruch der perspektivischen Welt (A város a perspektivikus világ kezdetén. — Ullstein Bauwelt Fundamente. Berlin-Frankfurt/M.-Wien, 1963. 176 old. 85 kép.)

A városkialakulásokat tárgyaló nagyszámú könyv között speciális nézőpontot választott ki szerző. Foglalkozik a régi városábrázolásokkal és a városalakulás főbb tényezőivel, ahogyan azokat a legújabb irodalomban *(Planitz, Braunfels,* stb.) olvashatjuk. Arról is ír, hogy a polgári guelfek a pápai-egyházi elsőbbség hívei, akik az itáliai középkori városok virágzását segítik, míg az arisztokratikus gibellinek a császári állam elsőbbsége mellett vannak, és uralmuk alatt a városok stagnálnak, nem építenek, inkább az építést szabályozzák. Szó van arról, hogy bizonyos utcákat bizonyos mesterségek kézművesei vagy bizonyos kereskedők csoportja kap meg. A város perifériáján vannak a legszegényebbek kunyhói, míg a patríciusok lakóházai a település magjában. Utcáik nevében is jelentkezik ez: „Obern strasse, Herren gasse" — a budai várban nálunk is fennmaradt az „Uri utca". Itáliában a feudális nemesség hamar beköltözik a városokba, és itt átalakul városi-polgárivá. Részt vesz a pénzgazdálkodásban és a kereskedelemben. Ezzel tulajdonképpen saját politikai hatalmát ássa alá, amennyiben elősegíti a polgári szabad-városi világ kialakulását. A városiasság másik alapvető tényezője a *piac*. A piactartási kiváltság ezért a legelső és legfontosabb városjog. A piacon zajlik le a gazdasági forgalom, éspedig nemcsak a közvetlen mezőgazdasági környezettel, vagyis nemcsak a kézművesipari városi termékek cseréje a mezőgazdasággal, hanem a *távolkereskedelem* helye is itt van, ami a legkedvezőbb fekvésű településekben mindinkább világkereskedelmi méreteket ölt, legalábbis az akkori idők fogalmában, ahol különböző országok és kultúrák érintkeztek. A piac a kereskedő vállalkozó elemek helye, akik alakítják azt. A császároktól privilegizált kereskedők a IX—X. században telepednek meg, vagy egy vár lábánál alakult „Wik"-ben, vagy egy kolostornál, vagy egy már meglevő telephez kapcsolódóan, melyet szolganépek vagy más függő viszonyú kézművesek alkottak: az ún. „burgum"-ban (borgho, fauburg). A távolkereskedelem fejlődésével ez a kereskedőelem — mely nemrégen még vándorló volt — letelepedése után csakhamar belenő a városba, és részt vesz annak alakításában. A céhek formájában a kereskedők vezetőréteget alkotnak a város közösségében. A polgárság fogalma éppen a „burgum"-ból ered. A középkor virágzása idején ez a kereskedőréteg határozza meg a városi társadalmat és a város építészeti arcát is. A leggazdagabbak — bár mindig szabályokhoz és mértékhez kötötten — épített házai a fő utcákon és a piactéren állnak. A vezetők a kereskedők a tanácsban, és ezért mértékadók a reprezentatív és közhasznú épületek terén is (városház, céhházak, hospiták, szegényházak, menhelyek). Ők alakítják a piacot, és tágabb értelemben az egész város piac. A kereskedő-vállalkozó elem alkotja a középkori

város társadalmának vezetőrétegét. A városi rendek tagozódása abban különbözik lényegében a feudális tagozódástól, hogy nem születésénél fogva tagja rendjének, hanem egyéni, vállalkozói teljesítménye, gazdasági eredményei alapján. Itt szerző nem gondol a feudális arisztokrácia olyan tagjaira, akik háborús érdemekkel, családi kapcsolatokkal és más egyéni utakon szerezték meg rend-tagságukat. Mindenesetre a vállalkozói rendek harcolják ki a városok közössége számára azok önkormányzatát. A vidék földesurai hatalma alól egyre többen keresik „a városok szabad levegőjét". Itáliában a toszkán nemesség korán felismeri a városi élet gazdasági előnyeit, és maga is beköltözik a városba, ahol várat, ill. családi lakótornyot épít magának. A templom uralkodó tömege és a városfalak, védőtornyok övezetével kialakult korábbi városképet most egyszerre megbontják a családi tornyok. A legújabb olasz kutatások Firenze első — szűk területet övező — falain belül több, mint 100 ilyen torony állt. Természetesen nemcsak a korábbi városkép rendje szűnt meg ezzel, de a társadalomé is. Az egész város a viszálykodó családok közötti támadásra és védelemre állítódott be. Ez az anarchisztikus helyzet csak a peremen telepedett *borghi*knak a városba való behatolásával szűnt meg, melyek kényszerítették a nemességet a város szervezetéhez alkalmazkodni, és az maga is mindinkább átalakul kereskedővé és telektulajdonossá. Ezzel elhagyják a nemesek tornyaikat és maguk is „palazzi"-kat építenek a város más részeiben. A nemességnek a polgári társadalomba olvadásával és a nagypolgári életmód felvételével elmaradnak a lovagi védelmi berendezkedések, a tornyokból eltűnik az élet. Értelmetlenül és üresen állanak, rommá lesznek és a „plebe declassata" helyei; míg végül a XVIII. században az összes maradványaikat lebontják. Csak néhány hely marad kivétel (Volterra, San Gimignano). A középkorral lezárul a fejlődés egy szakasza, vége egy „nem perspektivikus világ"-nak, melyben az emberi tudatot a mítoszok határozták meg. „A térnek az egyénre vonatkoztatott perspektivikus elkülönítése még nincs meg." Szerző gondolatpárjai itt nem világosak: „Belső és külső tér olyan poláris kapcsolatban vannak, mint a lélek és természet" *(Gebsner* után). A lelki-szellemi erők alkotószerepéről írt fejezet bevezetése sem világos. A szimbolikának a középkor világképében való szerepe általánosan ismert, de szerettünk volna valamit a „geistig—religiösen Durchdringung und Erfüllung des alltäglichen Lebens" általánosságon túl hallani. Pahl azt fejtegeti, hogy a társadalom rendi „helyeinek" megfelelnek az építészetileg kijelölt „helyek", ahogyan az egyes polgárházak beleilleszkednek az együttesbe — amellett hogy az egész együttes megőrzi egyéniségét —, ezekbe a „helyekbe", és azokon keresztül az egész városba (41. old.). De a tisztán szervezetiben is érvényesülnek a rendező elvek. Így pl. a plébánia közössége általában nemcsak az egyházi közösség életének megtestesítője, hanem az igazgatásé is. A felső-itáliai városállamokban pl. a XII. században az adószedés és a lakóutak karbantartása, valamint a védelemre kötelezettek fölötti parancsnoklat egy-egy *szomszédságon* belül az elöljárók feladata. E szomszédságok azonosak a plébániák kerületével. Firenzében egészen a XIX. századig a házakat nem az utcák szerint jelölték, haem a plébániák szerint. A világi életet az egyházi hierarchia mintájára rendezték be, hol a kisebb egységeket lényegükben egy nagyobb egység határozza meg. Ez abból a módból is látható, ahogyan a városokat bővítik. Csak ritkán sarjad, vagy burjánzik tovább a város ilyenkor, csak ritkán robban szét már kialakult mértéke, „csak nagyon ritkán vész el tagozott felépítésének áttekinthetősége és tisztasága". A város nagysága „optimumának" elérése esetén a szaporulat a régi város melletti *újváros* alapítására vezetett. Ez ismét csak zárt egységként, saját plébániatemplommal, saját igazgatással, gyakran saját városházzal és városfallal épül meg. Ha kész az újváros, és ismét nagyobbításra van szükség, megint újabb, önmagukban zárt, önálló egységek, városrészek keletkeznek. Valamennyien egymással egy nagyobb rendben kötődnek össze. A középkori város épületei formálására nincsenek írásos szabályok, mégis a társadalmi és világnézeti „magától érthetőségből" (mondja szerző) kifolyólag az egészben rend van és harmónia. A polgárház és melléképületei udvara és kertje a várossal való viszonyában egységes. Önmagában is zárt világ, egymástól lehatárolt funkciókkal, és alakjában mind gazdaságilag, mind szellemileg az egészből meghatározott, és éppen ebben az alakjában csak az egész együttesben képzelhető el. Már a ház állása az utcában, meredek oromzatával, földszintjén az áruraktárral, a kereskedő „Diele"-jével vagy más, a ház tulajdonosa mesterségét szolgáló terekkel. Ehhez kapcsolódnak hátul, ill. felfelé a család terei. A városi ház gosslari példája, melyet Pahl közöl, ellentétben van a városi telek beépítésének olyan módjával, amilyenre a lengyel városkutatók utalnak, és

melyek szerint az első ház a telek végében épült fel (kincstár), és a műhelyek a középkori város színterével — az utcával — szoros kapcsolatban álltak, amennyiben ahhoz közvetlenül kapcsolódtak. Csak később fordul meg a helyzet és alakul ki a zárt utcasor (Vö. K. *Junghanns*: Deutsche Städte im Frühmittelalter. Berlin, 1960). A szimbolika a középkorban az egész életet átszövi. Erre vezethető vissza a középkori városképet meghatározó templomok kereszt alakban való telepítése vagy a templomok keleti irányba tájolása. E dominánsok csak épülettömegükkel emelkednek ki, perspektivikus hatás kereséséről itt még nincs szó. A templomok mellett itt-ott látható szabad területek sem szándékolt keletkezésűek, hanem temető, halottas kápolna, csontház céljára maradtak. Nem is alkotnak teret. A városkapuk száma is gyakran követi a keresztény számmisztikát (12 apostol, 4 hitvalló). A középkori tér-fogalom nem jelent mást, mint a helyet két dolog között. Nincs iránya, és nem perspektívikus. A középkori görbe utca nem térművészet tudatos eredménye, hanem más gyakorlati törvényszerűség szülte, mint amilyen a kör alakú település, városszerkezet vagy földrajzi, védelmi okok. A gondolat, hogy a görbevonalú utcában a házak érvényesüljenek, újkori, és szerző hivatkozik Burkhardtra, aki még a felsőolaszországi quattrocentoban is rendkívülinek tartja Alberti véleményét a hajlított utcák szépségéről. A. *Weber*re hivatkozva azt írja, hogy a kereszteshadjáratok megindulása után, a XII. sz. elejétől a keleti kereskedelem túlnyomóan Itálián át bonyolódik, a korábbi oroszországi út helyett. Ezt mi fordítva tudtuk, vagyis, hogy a tengeri utak ekkor elbizonytalanodván, ismét a szárazföldi kereskedelmi utakat használják, éspedig Magyarországon keresztül. Ideje volna ebben az elemi történeti-földrajzi kérdésben tisztán látni, és az utakat térképeken lerögzíteni, hasonlóan a só, a borostyánkő útjaihoz, és az állatkerekedelem ló, marha stb. útjaihoz, amelyekről szintén állandóan van szó, de mindenkinél mást jelent. — Az északolaszországi városok a pápa és császár küzdelmeit kihasználták, és a korábbi anarchia helyén hamar kialakultak a független városállamok, a nyugati kapitalizmus bölcsői, és egyben annak a kulturális mozgalomnak, mely mint „itáliai reneszánsz" egész Európát megejti, és a feloszlóban levő középkor helyébe lép. A polgárságból választott püspök egykor a város első polgára volt. Ez a polgárok közüli választás a fejlődés egy rövid szakaszán a demokratikus szabadság felé haladást jelentette — állapítja meg szerző. Másik ilyen vonás az idegen, „küldött" püspök és az idegen gibellin városi nemesség ellen szervezkedett polgárság magatartása. — Míg a kereskedelem északon még jó ideig csere alapon történik, Felső-itáliában nagyon korán pénzgazdálkodás váltja fel, — feltehetően az arab—iszlám kultúrkör hatására, melynek erőteljesen racionális eredményeit egyre inkább átveszik. A X. sz. végén terjed el Európában az arab számrendszer. Az egymilliós Cordoba arab könyvtára 400 000 könyvből áll. Kairóban 988-ban alapítják az arab El-Azhar egyetemet, és 950 körül keletkezett egy 25 kötetes enciklopedikus lexikon. — A pénzgazdálkodás európai bevezetésével a gazdasági értékek kötöttsége megszűnik, és elvonttá, könnyűvé szabadul fel. Nem a telekhez és földhöz kötött birtok az egyedüli gazdagság, hanem egyre inkább a termelőeszközök, a hitel-, váltó-, adóslevelek értékpapírok. Ez a helyzet az egyéni kezdeményezéseknek új utakat nyit. A középkori kontemplatív élet helyett most erőfeszítést látunk arra, hogy a kapitalista játékszabályokfelett győzzenek, gazdasági sikerekre tegyenek szert, ezzel a szabadság nagyobb fokára és hatalomra. Ha a középkor „homo religiosus"-a elsősorban a lét felé fordul, az újkor „homo oeconomicus"-a a jövő, a tett és eredmény felé. A középkori „rend" kozmikus világképét felváltják a kereskedői-vállalkozói „haladó" liberális erők. Az előre meghatározott világkép helyébe lép az emberi konstrukció elve. A középkori világ statikáját egyéni dinamika váltja fel, a földöntúli metafizikát földi fizika. Albertinél a tér már mint fogalom jelentkezik . . . A perspektíva az épület és annak az egyénhez való viszonyát, az én-tudat fokozódását jelenti, a görög „gnothi seauton" felelevenítését. Az új önérzet teremti meg a „virtù" polgári ideálját, az egyén kiválóságáról a korábbi világkép helyébe, melyben az „isteni gondviselést" most egyszerűen a „szerencse" foglalja el. A világ ebben a szemléletben nem Istentől adott és rendezett, hanem az egyes ember számára perspektivikusan előálló. Ahogyan a művészi alkotásban egyre fontosabb lesz a „virtù", úgy bontakozik ki a középkor kézműves közösségének névtelenségéből az egyéni „alkotókészség" — a tehetség — késői fogalma. A pisai és sienai Campok elemzése után Pahl említi a *Braunfels*től idézett adatokat, amelyek szerint az 1200-as évektől egyre szaporodnak az építészeti előírások, melyek mindinkább fordulnak esztétikai irányokba. Már nemcsak az előépítmények megtiltásáról, az utca szélességé-

ről és burkolatáról van szó, hanem pl. Firenzében 1325-ben „pro maiorem pulchritudinem civitatis" kötelező lesz az épülethomlokzatnak egy bizonyos magasságig kőből való kiképzése. A sienai Campo térfalaira egységes előírás készül, mely még az ablakosztásokat is tartalmazza (1297). A középkori gazdagok háza, a patrícius-ház csak fokozatban tér el a többi lakóháztól, de az együttesbe illeszkedik, míg a reneszánsz „palazzo" nem. Pahl elmondja, hogy egyes városképi szempontból szükséges módosításokat már a firenzei dóm építésekor elrendeltek, a pármai példát is idézi, amikor 1270 körül a keresztelőtemplom jobb hatása kedvéért egy sor házat lebontottak. Vannak tehát a perspektivikust megelőző jelenségek a reneszánsz előtt is. Ilyennek tekinthető a firenzei Dóm és a Piazza Signoria összekötése. A középkori város demokratikus egységét, — mint minden virágzást — hanyatlás követte. A városi közösségbe kezdetben beilleszkedő nemesség és patríciátus lassan egyre hatalmasabb dinasztiákat alkot, és ezek uralkodó vonásaikkal visszafordulnak a feudalizmushoz. A XIII. sz. végi Firenzében a *nép* hatalmát a vezető cégek, a nagykereskedők veszik át. A kormányzásban a nép alsóbb rétegei csak névlegesen vesznek részt. A bérmunkások nem teljes jogú polgárok, közösséget sem szabad alkotniok (A. v. *Martin)*, „kíméletlen gazdasági kizsákmányolás tárgyai" (79. old.). A születési arisztokráciát felváltja a pénz arisztokráciája. A quattrocento hatalomért való küzdelmét a megszerzett javak megtartása — vagyis egy statikus állapot — váltja fel. Ennek őrzésére szerveződik az *állam*, az örökölhető dinasztiával, ami az abszolút monarchiába torkollik. A feltörekvés reneszánsz ideját felváltja az udvari barokk. A középkor „istenközponti" gondolata helyet ad az „emberközponti" (antropocentrikus) gondolatnak. A nyereséggel veszteség is jár. Az új szemlélet megfeledkezik az egészről, és a részletet látja, amit perspektivikus képébe be tud fogadni. A város, mint egész, elveszti egységes alakját, és egyre inkább szervezeti formákba redukálódik, ahol a kevésbé fontos a fontosak kulisszájává válik. Egyes — perspektivikus — hatótényezőkre épül. A város *rend*jét egyes részeinek *szépsége* váltja fel. Az oromzatos — a középkor íratlan törvénye szerint épített — házsorokat (Itáliában nem ! — G. L.) most hirtelen felváltják az ereszes házsorok (pl. Braunschweig, *O. Stelzer)*, hogy az utcafalak vízszinteseinek tér-perspektivikus hatását fokozzák. Mindezt hatósági utasításra. Több német város középkori szerkezetében a dominánsok perspektivikus érvényesítésének taglalása után szerző a középkor ideálvárosáról, Jeruzsálemről ír. Jeruzsálem a rupertsbergi apátnő, Hildegard von Bingen (1098—1178) írásaiban mint alegorikus világkép városi megfelelője szerepel. Még idealizáltabb a Cambrai kép Jeruzsáleme. Mennyire más ezekhez képest Filarete ismert ideálvárosa 1460 körül, mely a városi lakosság művelődését szolgáló iskoláknak is helyet szán, központjában a városvezetőség épületével, hasonlóan a sokkal későbbi Perret ideálvárosával (1601), melyben a központ a város urának lakóhelye, amelyre a város összes perspektívája mintegy abszolutisztikusan irányított. — Az új szemléletnek megfelelő városi példákat a római Kapitoliummal vezeti be, melyet mint a pogányság szent helyét a kereszténység első századaiban pusztulni hagynak. A X. századtól azonban megfigyelhető, hogy ide tömörül a városigazgatás, itt működnek a céhbíróságok és a konzervátorok. Csak a XVI. sz. közepén ad parancsot a pápa a Michelangelo tervek szerinti rendezésre, egy pápai Kapitolium számára, ami az ő hatalmát van hivatva reprezentálni a város fölött. Annyira e szándék a döntő, hogy az épületeknek önmagukban nincs is meghatározott céljuk. Cél a Kapitolium új perspektivikus rendezése és hatása. Hasonlóan egyéni akarat és hatalmi kifejezés a célja a S. Pietronak is, melynek építése II. Gyula idejében a pápa addig példátlan hatalmi helyzetével magyarázható. Az óriási centrális téralkotás a hatalom kifejezője kíván lenni. Ezért elég ellentmondásos Pahl gondolatmenetében a S. Pietro szerepeltetése, melynek városrendezési nagyhatású távolabbi környezetre kiterjedő perspektivikus megjelenéséről nem gondoskodtak, hanem csak a közvetlenül előtte adódó tér Bernini-féle rendezéséről. A centrális kupola más irányokból adódó építészeti hatásának érvényesítése fel sem merült. Kétségtelen, hogy a római S. Pietro építészeti tere — a megvalósított piazza rettában és obliquában is — páratlan, és e keretben megjelenő épület a pápa hatalmának messze ellátszó kifejezője akkor is, ha építészeti előkészítés a főtengelyen kívül más irányban nem található. Kifejezője e hatalomnak a polgársággal szemben, abban az értelemben, ahogy az XIV. Lajos versaillesi székhelye. Ugyane principium kisebb példáját adja Würzburg, Salzburg, középkori városokból érseki székhelyekké alakulása. A rezidenciák egy abszolút hatalom kifejezőiként erőteljes perspektivikus vonatkozást kapnak a városképben. Kasselban a hercegi —

abszolutisztikus — építő akarat szerencsére nem telepedett rá a középkori magra, hanem melléje építette szellemesen telepített új városát, annak szép térkapcsolataival. München „perspektivikus" kialakulása hasonlatos Würzburgéhoz. A harmincéves háború után azonban, a XVIII. sz. elején a fejlődés nagy lendületet kap, a védőövet lebontják, és a régi városmaghoz észak felé új, szabályos utcahálózatú település épül, mint Kasselban, új tengellyel, ennek két oldalán az új középületekkel: a „Siegestor"-tól kezdve a „Feldherrnhalle"-ig, e tartalmat teljességében nélkülöző, tisztán perspektivikus hatást szolgáló építményig, mely — mint Pahl írja — a firenzei Loggia dei Lanzi kissé szerényebb utánzata. Az új reprezentatív müncheni út számára kellett a régi „Schwabinger Tor"-nak helyet adnia. És itt kaptak helyet a „Residenz" kisérőjelenségeiként az „Universität", a „Priesterseminar", egy nevelőintézet, a „Bibliothek", „Damenstift", „Odeon".

Az előbbi középkori polgárvárosokkal szemben kezdettől merev szabályosság jellemezte Manheim városát, mely teljesen az abszolút hatalomnak alávetve épült, és csillagrendszerű szabályos magjához, dél felé, szintén szabályos, derékszögű utcarendszerű városrész bővül.

Szerző összefoglalása szerint a változott társadalmi tudat új valóságokra, új fogalmi tartalmakra vezetett, és új formákra, mint eszközökre, az új valóságok kifejezésre juttatására. Ahogyan a képzőművészetben, költészetben, zenében láttuk, az új valóságokat új formák fejezik ki — úgy, ahogyan ez más területeken is megfigyelhető. A város — szerző felfogása szerint — komplex alkotás, nem egyes művek összessége, hanem azok lényeges kapcsolatainak kifejezője — egy magasabb rendben. Az egyes alkotás alávetett az együttesnek, ahhoz való viszonyának változása lesz döntő a városkép változásaiban is. Az alkotó, ható tényezők változása folytán változik a viszony a ház és utca és tér között, és velük a formák, amelyekben ezek a lényeges viszonyok kifejeződnek.

Dr. Gerő László

INHALT

Erinnerung an Gy. Mihailich 175
V. I. Piljavszkij: Die Charakteristiken des Barocks und des Klassizismus in der russischen Architektur 179
A. Zádor: I. Henszlmann und die Entwicklung der Theorie des »Gotisierens«.... 207
Z. Szentkirályi: Der Plan von Bernini zur Vollendung des Sankt-Peter-Platzes.. 229
G. Gerle: Möglichkeit der Anwendung von mathematischen Methoden in der Siedlungswissenschaft 265
E. Dulácska—L. Kollár: Berechnung von Konoidschalen-Konsolen 279
E. Dulácska: Experimentelle Bestimmung der kritischen Belastung von Schalenkonstruktionen 293
G. Kovács—L. Rózsa: Experimentelle Untersuchungen über die Bemessung der Bahnplatte einer Eisenbetonschutzbrücke für den Fall von Schlagbelastung 301
L. Rétháti: Zusammenhang zwischen dem Inhalt an organischen Stoffen, Glühverlust und Konsistenzgrenzen des Bodens 317
I. Vágás: Geometrische Theorie von Grundwasserbrunnen für Bewässerung..... 331
Rundschau 353
Buchbesprechung 356

CONTENTS

Memory of Gy. Mihailics 175
V. I. Piljavszkij: Characteristics of the Baroque and of the Classicism in the Russian Architecture 179
A. Zádor: I. Henszlmann and the Development of the Theory of Gothicism..... 207
Z. Szentkirályi: The Plan of Bernini for Completing Saint-Peter's Square..... 229
G. Gerle: Possibilities of Application of Mathematical Methods in the Science of Settlementation 265
E. Dulácska—L. Kollár: Computation of Conoidal Cantilever Shells 279
E. Dulácska: Experimental Determination of the Critical Load of Shell Structures 293
G. Kovács—L. Rózsa: Experimental Investigations into Designing of the Slab-Elements of Protecting R. C. Bridges for Impact Loadings..... 301
L. Rétháti: Connection between the Content of Organic Matter, Heating Loss and Consistency-Limits of Soil..... 317
I. Vágás: Geometrical Theory of the Irrigation-Groundwater Wells..... 331
Reviews 353
Book reviews 356

CONTENU

Souvenir du Gy. Mihailich 175
V. I. Piljavszkij: Les caractéristiques du baroque et du classicisme dans l'architecture russe 179
A. Zádor: I. Henszlmann et le développement du gothisme 207
Z. Szentkirályi: Le plan du Bernini pour l'achèvement de la place de Saint-Pierre ... 229
G. Gerle: Les possibilités d'application des méthodes mathématiques dans l'urbanisme 265
E. Dulácska—L. Kollár: Calculation des consoles à coquille conoïdale 279
E. Dulácska: Détermination expérimentale du chargement critique des structures à coquille 293
G. Kovács—L. Rózsa: Recherches expérimentales concernant la calculation des panneaux formant des ponts de protection en beton armé pour des effets de choc 301
L. Rétháti: Corrélation entre la teneur en matériaux organiques, perte de chauffage et limites de consistence du sol 317
I. Vágás: Théorie géométrique des fontaines pour arrosage 331

Chronique 353
Livres 356

СОДЕРЖАНИЕ

Воспоминание на Д-ра Дь. Михайлича 175
В. И. Пилявский: Характеристические черти барок и классицизма в русском архитектуре 179
А. Задор: И. Генселманн и сформирование готицизма 207
З. Сенткиральи: План Бернини для заканчивания площади Святово Петра 229
Дь. Герле: Возможности применения математических методов в науке поселения 265
Е. Дулачка—Л. Коллар: Расчет оболочного коноидического консоля 279
Е. Дулачка: Експериментальные определение критическоой нагрузки оболочных структур 293
Г. Ковач—Л. Рожа: Експериментальное изучение измерения пластин пути железобетонного защитного моста 301
Л. Ретхати: Связь между содержанием органического материала, проигришей при раскаливании и границей консистенции почвы 317
И. Вагаш: Геометрическая теория поливных трубчатых колодцев 331

Обозрение 353
Обзор книг 356

A kiadásért felel az Akadémiai Kiadó igazgatója — Műszaki szerkesztő: Merkly László
A kézirat beérkezett: 1966, III. 30. — Példányszám: 600 Terjedelem: 17,5 (A/5) ív

66.62199 — Akadémiai Nyomda, Budapest — Felelős vezető: Bernát György

A kiadvány előfizethető vagy példányonként megvásárolható:

az AKADÉMIAI KIADÓ-nál, Budapest, V. Alkotmány utca 21.
telefon: 111—010. MNB egyszámlaszám: 46,

az AKADÉMIAI KÖNYVESBOLT-ban
Budapest, V. Váci u. 22., telefon: 185—612;

a POSTA KÖZPONTI HIRLAP IRODA 1. számú
HIRLAPBOLTJÁ-ban, Budapest, V. József nádor tér 1.
és *bármely postahivatalban*
Csekkszámlaszám: egyéni 61.257, közületi: 61.066.
MNB egyszámlaszám: 8.

Előfizetési díj egy évre: 100,-- Ft.

Külföldön terjeszti a
KULTÚRA KÖNYV ÉS HÍRLAP KÜLKERESKEDELMI VÁLLALAT
Budapest, II., Fő utca 32. Telefon: 429—760

Ára: 30,— Ft
Évi előfizetés: 100,— Ft

INDEX: 26.213



AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST

309.504

Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények

X. kötet 3

ÉPÍTÉS- ÉS KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK

Szerkesztő bizottság:

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

Technikai szerkesztők: HORVÁTH TIBORNÉ és dr. VÁMOSSY FERENC

Szerkesztőség:

BUDAPEST, XI., MŰEGYETEM RAKPART 3., ÉPÍTŐIPARI ÉS KÖZLEKEDÉSI MŰSZAKI EGYETEM
K. II. 60. SZ. (ÉPÍTÉSZETTÖRTÉNETI TANSZÉK)

ÉPÍTÉS- ÉS KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK

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

Főszerkesztő:

Dr. MAJOR MÁTÉ

X. KÖTET 3. SZÁM

BUDAPEST, 1966

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA KÖNYVTÁRA

TARTALOM

Dr. Csanádi György: A magyar közlekedéstudományok fejlődése 375

Dr. Kádas Kálmán: A közlekedési ökonometria célkitűzései, módszertani problémái és eredményei 381

Dr. Kánya Ernő: Közhasználatú távolsági közlekedési eszközök néhány gazdasági jellemzője 393

Westsik György: Közlekedésszervezés és az információátviteli pontosság 405

Dr. Kerkápoly Endre: A hevederes sínillesztésnél fellépő többletellenállás meghatározása 421

Dr. Nagy József: A korszerű vágány oldalirányú ágyazati ellenállása, tekintettel a stabilitás fokozására 443

Dr. Halász Tibor: Korszerű vasúti vontatójárművek kihasználtságának hatása a vontatási önköltségre 463

Dr. Kaján Béla: Járművek személygépkocsi-egyenérték számának meghatározása 475

Dr. Bényei András: A jelzőlámpával nem szabályozott forgalmú városi közúti csomópontok kapacitásának meghatározása 487

Dr. Fekete György: Néhány műszaki-gazdasági elemzési módszer a Duna-tengerhajózás önköltség- és rentabilitásszámításához 505

A kiadásért felel az Akadémiai Kiadó igazgatója — Műszaki szerkesztő: Merkly László
A kézirat beérkezett: 1966. XI. 23. — Példányszám: 600. Terjedelem: 13,3 (A/5) ív

67.63145 — Akadémiai Nyomda, Budapest — Felelős vezető: Bernát György

DR. CSANÁDI GYÖRGY levelező tag, az MTA Közlekedéstudományi Bizottság elnöke

A MAGYAR KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYOK FEJLŐDÉSE

A *hazai közlekedéstudományok* felszabadulás óta elért eredményeinek áttekintéséhez e szakterület haladó hagyományainak sajátosságaiból kell kiindulnunk. A modern közlekedés kialakulását felölelő egy-másfél évszázad folyamán kiváló — a közlekedés fejlesztésében nemzetközi viszonylatban is jelentős eredményeket felmutató — tudósokkal, konstruktőrökkel, közlekedéspolitikusokkal büszkélkedhettünk, akiknek hivatástudata, alkotó munkássága ma is példaképül szolgálhat. E kiemelkedő személyiségek tevékenysége azonban sok tekintetben elszigetelt maradt. A közlekedés problémáinak intézményes, szervezett tudományos művelése hiányzott, nem volt megfelelő tudományos bázis, kellő anyagi támogatás, A közlekedés egészére kiterjedő tudományos kutatás ezért nem folyhatott, s a társadalmi-gazdasági körülmények annak kialakítását nem is kívánták meg.

A *felszabadulás után* hatalmas méretekben megindult újjáépítés, majd iparosítás azonban teljesen új helyzetet teremtett. A háborúban jóformán teljesen szétzúzott közlekedésünk helyreállításával egyidejűen rohamosan növekvő szállítási feladatok olyan kapacitáshiányokat, műszaki-üzemi problémákat vetettek fel, amelyeknek legyőzése csak tudományos módszerekkel volt elérhető. Az első útmutatást a *Szovjetunió* szakirodalma, a tudományos alapokon kidolgozott és a gyakorlatban nagy sikerrel alkalmazott munkamódszerek tanulmányozásának lehetősége adta meg. A közlekedés mind jobban növekvő szerepe a termelésben, a szocialista tervgazdálkodás útjára való áttérés, a közlekedéstudományok világszerte tapasztalható fejlődése érlelte meg azt az elhatározást, hogy a magyar közlekedés egész területét tudományosan feltárjuk, fejlesztését, üzemeinek irányítását tudományos alapokra helyezzük.

A közlekedéstudományok intézményes művelésében az első kezdeményező lépéseket a MTESZ keretében megalakult *Közlekedés- és Mélyépítéstudományi Egyesület* tette meg. A gyorsan kibontakozott egyesületi munka készítette elő a *Magyar Tudományos Akadémia* keretében a közlekedéstudományi szervek megalakulását, a közlekedési kutatóbázis megteremtését. A tudományos segítséget e munkához a *műszaki egyetemek* közlekedési témákkal foglalkozó tanszékei adták, amelyek kutatási tradícióikkal és eredményeikkel, tudományosan képzett kádereikkel lelkesen kapcsolódtak be a munkába.

1951-ben az egész közlekedés területén folyó tudományos munka elvi irányítására, összehangolására és ellenőrzésére az *MTA Műszaki Tudományok Osztálya* keretében megalakulhatott a *Közlekedéstudományi Főbizottság*. Az a tény, hogy ezzel a közlekedéstudományok az MTA kereteiben megfelelő szervezeti bázist, magas szintű erkölcsi támogatást nyertek, megadta az alapot a kutatóbázisok kialakításához, a szervezett kutatómunka szélesebbkörű

megindításához. Az MTA Műszaki Tudományok Osztályának döntő szerepe volt abban, hogy hazánkban a közlekedés tudományos problémáinak művelésében új fejlődési szakasz bontakozhatott ki. Kellő mértéktartással is állítható, hogy a közlekedést érintő valamennyi tudománypolitikai, elvi és tudományszervezési kérdésben a kezdeményező és irányító a Közlekedéstudományi Főbizottság volt. A közlekedés 1951-től megalakult ágazati tudományos kutató intézetei (Vasúti Tudományos Kutató Intézet, Autóközlekedési Tudományos Kutató Intézet, Útügyi Kutató Intézet) életrehívásának támogatása, tudományos munkájuk elvi alapjainak kialakítása, irányítása és ellenőrzése, akadémiai céltámogatással az egyetemi kutatások segítése, majd az érdekelt tanszékeknek egy szervezet: a *Közlekedéstudományi Munkaközösség* keretébe való összpontosítása a Főbizottság munkájának eredménye. Működésének köszönhető, hogy a régi „klasszikus" tudományok körében a *közlekedéstudományok*, mint önálló tudománycsoport nemcsak formálisan, hanem érdemben is elismerést nyert.

Az eltelt 15 év munkájának áttekintése, a közlekedés gyakorlatában felhasznált és sok vonatkozásban külföldön is elismert elméleti eredmények arra utalnak, hogy a hazai közlekedéstudományok kibontakoztatására irányuló erőfeszítés gyümölcsöző volt.

A közlekedéstudományok hazai kibontakozásának előzményei érthetővé teszik, hogy az első években a kutatómunkák a közlekedés egyes ágazatai, főként a vasút teljesítőképességének növelését, az üzemvitel rugalmasabbá tételét szolgálták, döntően a rohamos ütemben növekvő — az egész népgazdaság fejlődését tükröző — szállítási szükségletek kielégítési lehetőségeinek megteremtése érdekében. Néhány év alatt jól kidolgozott módszerek születtek a vasúti közlekedés egyes berendezéseinek, járműveinek *teljesítőképesség-számítására*, s ezek *fokozottabb kihasználási lehetőségeinek* feltárására. E módszerek alapozták meg a rendelkezésre álló teljesítőképesség jobb kihasználását, az addig rejtett tartalékok feltárását, új, hatékonyabb üzemi technológiák bevezetését. Hasonló módszereket dolgoztak ki a gépjárműközlekedés, a hajózás és a városi közlekedés területeire is.

A szállítási szükségletek döntő részének kielégítésére hivatott *vasúti közlekedés* háború előtti — sok tekintetben elmaradott — színvonalra való helyreállítása csak az ország vérkeringésének biztosítását szolgálhatta, a rekonstrukcióra akkor még lehetőségek nem voltak. A tudományos kutatás feladata volt a vasúti közlekedés helyzetének, műszaki-üzemi és gazdasági állapotának sokoldalú tudományos feltárása, a kívánatos *fejlesztés irányainak* meghatározása. Hasonló feladatokat kellett a *gépjárműközlekedés*, a *közúthálózat*, a *hajózás* és a *városi közlekedés* területén is elvégezni.

A tudományos munka első periódusában tehát a közlekedés mindennapi munkája által felvetett, tudományos vizsgálódást igénylő problémák megoldására kellett irányítani a figyelmet. A közlekedés egészére vonatkozó, az egyes ágazatokat szintetikusan szemlélő alapvető tudományos kutatásokra csak később kerülhetett sor.

A közlekedéstudományok irányítói és művelői minden lehetőséget megragadtak arra, hogy a tudományos kutatásokat tervszerűvé téve, azok ne csak az éppen felmerülő, hanem a *jövő fejlesztési igényeinek* is megfelelő műszaki-gazdasági problémák megoldását segítsék elő. Következetesen arra törekedtek, hogy a népgazdasági igényekkel összhangban olyan *alap, alkalmazott és fejlesztési, kellően koordinált kutatások* induljanak meg, amelyek a magyar

közlekedés távlati fejlesztésének, a közlekedési üzem racionálisabb, gazdaságosabb működésének tudományos előkészítését biztosíthatják.

Az *alapkutatások* közül a közlekedés és a népgazdaság sokoldalú kapcsolatainak vizsgálata során a *szállítási szükségletek* előrevetítési módszerei, a *területi fejlesztés* összefüggései, a *szektormodellek* kidolgozása terén értek el részleges eredményeket. Feltárást nyertek azok a tényezők is, amelyek a népgazdaság általános fejlődésével *arányos közlekedésfejlesztést* törvényszerűen meghatározzák. Eredményes kutatások folytak a közlekedés irányításánál szükséges gazdasági döntések matematikai megfogalmazására és olyan módszerek kialakítására, amelyekkel e kérdéseket részben *kibernetikai alapokra* lehet helyezni. Ide sorolhatók a nem gazdaságos fuvarozások megszüntetését célzó sokrétű tudományos kutatómunkák is. Eredményesen feltárásra kerültek a népgazdaságilag *ésszerűtlen fuvarozások* típusai, és olyan módszereket dolgoztak ki, amelyek alkalmasak arra, hogy a nem gazdaságos fuvarozások felszámolása rendszeresen, a gyakorlati életben is érvényesüljön. Az e téren eddig elért eredmények igen biztatóak, de a további gyakorlati utak keresése ma is egyik igen fontos feladatunk.

A *közlekedési ágazatok arányos fejlesztése, koordinációja*, közöttük a forgalom optimális megosztása terén nemzetközi viszonylatban is jelentős elvi és módszertani eredményeket értünk el. E munkák során feltártuk a vasút, a gépjárműközlekedés és a hajózás kooperációjának, a kombinált fuvarozásoknak a hazai lehetőségeit. A rövidtávú fuvarozások, az egyes gócpontokon belül és azok körzetében lebonyolódó fuvarozások, illetve a kisforgalmú vasútvonalak áru- és személyforgalmának vasútról—közútra való terelése terén a vizsgálatokat követően számottevő gyakorlati eredmények is születtek.

E komplex vizsgálatok egyik legfontosabb előfeltételét: az *önköltségszámítási módszerek* kialakítását és állandó továbbfejlesztését sikerrel oldottuk meg. Az önköltségszámítási metodikák terén sok vonatkozásban úttörő eredményekkel gazdagítottuk a közlekedéstudományokat, ilyen pl. az árucikkenkénti fuvarozási önköltség kiszámítására, a vasúti vonali önköltség meghatározására, a marginális önköltségek számítására, az eltérő üzemi-forgalmi viszonyokkal rendelkező különböző közlekedési ágazatok összehasonlítható önköltségének megállapítására szolgáló módszerek kidolgozása. A kidolgozott metodikák alapján tudományos intézményeink konkrét számításokat is végeztek arra vonatkozóan, hogy a vasút, gépkocsi és hajózás tevékenységi területe az önköltségre figyelemmel miképpen határolható el.

Ma már elmondhatjuk, hogy a közlekedési koordináció hatékonysági vizsgálatára a legfontosabb módszerek rendelkezésre állanak, s a döntésekhez szükséges vizsgálati-számítási munkák elvégezhetők. Így nemcsak a kisforgalmú (normál- és keskenynyomközű) vasútvonalak, a kisforgalmú vasútállomások fenntartásának hatékonysági elemzéseire van mód, hanem a mindezen problémákat átfogó és a közlekedés távlati fejlesztése, a vasúti és közúti hálózat összehangolása szempontjából alapvető jelentőségű *körzeti állomási rendszer* kialakításánál esetenként szükségessé váló részletes elemzések is elvégezhetők.

A közlekedési önköltségszámítás fejlettsége tette lehetővé az önköltségre épülő egységes *új díjszabási rendszer* elveinek, rendszerének kialakítását, a díjtételek meghatározását.

Az alapkutatás jellegű elméleti munkák keretében kell utalnunk a *közlekedéstudományok rendszertani problémáinak* úttörő módon elvégzett fel-

tárására, amely nemcsak tudományszervezési problémáink megoldását segítette, hanem a komplex problémakezelést is előre vitte a közlekedési kérdések tudományos művelése területén.

Az eddigiekben vázolt átfogó problémákat vizsgáló kutatásoktól semmivel sem maradtak el azok a kifejezetten műszaki és üzemi, *alkalmazott és fejlesztési kutatások*, amelyek a korszerű közlekedési eszközök és berendezések hazai viszonyaink közötti legeredményesebb felhasználásának lehetőségeit, a velük szemben támasztott igényeket tárják fel.

A közlekedési rendszerünknek ma is gerincét képező *vasúti közlekedés* egyik alapvető problémája: a vontatás korszerűsítése, a gőzvontatásról a *diesel- és villamos vontatásra* való fokozott ütemű áttérés megoldása sokrétű tudományos kutatást igényelt. A különböző rendszerek hazai viszonyaink közötti alkalmazási területeit, a bevezetés előfeltételeit és kihatásait feltáró vizsgálatok sok segítséget nyújtottak az új vontatási módok meghonosításánál. E mellett a még ma is uralkodó *gőzvontatás* gazdaságosságának fokozását, a szénfogyasztás csökkentését szolgáló szerkezeti tökéletesítések is számottevő eredményekre vezettek (új rostélyszerkezet, korszerű olajtüzelési berendezés kialakítása stb.). Meghatározásra kerültek a *vasúti teherkocsik* fejlesztésének irányai, az *önműködő kapcsolószerkezetre* történő áttérés lehetséges módszerei. Az új vontatási nemek nagyobb arányú bevezetése, a járművek korszerűsítése új üzemeltetési, kiszolgálási, karbantartási, javítási, építési feladatokat vetett fel, amelyek megoldására megfelelő tudományos módszerek kerültek kidolgozásra. Számos eredményes kísérletet folytattak a vasúti járművek futásjóságának és futásbiztonságának növelése, a járművek jellemzőinek meghatározása, a vontatási számítások gépi útra való programozása, a korszerű vontatási üzemeltetési módszerek és mérőberendezések kidolgozása terén.

A *vasúti pálya* alépítményi és felépítményi szerkezeti elemeivel foglalkozó kutatások eredményei nemzetközi szinten is elismerést váltottak ki. Az *előfeszített vasbetonaljak* fejlesztése, a vasbetonaljak elektromos viselkedésére vonatkozó megállapítások, az *alépítmény* terhelés okozta igénybevételének vizsgálata, a *hézagmentes felépítmény* hazai alkalmazására vonatkozó feltételek (statikus és dinamikus igénybevételek) sok tekintetben úttörő kísérletekkel való meghatározása, a *nagy sebességre alkalmas pályák* kiképzésével kapcsolatos elméleti problémák tisztázása nemcsak a pálya műszaki állapotának javítását, a hálózat fejlesztését, hanem fenntartásának gazdaságosabbá tételét is szolgálják. Jelentősek a vasúti pályák építésének és fenntartásának *gépesítése* terén végzett elméleti és kísérletes kutatások, amelyek a mi viszonyainknak legjobban megfelelő megoldások kiválasztását tették lehetővé.

A vasúti üzemi munka szervezésének, tervezésének tudományos vizsgálata és ezek eredményei alapján az újabb üzemi eljárások, technológiák, munkamódszerek kidolgozása — most már nemcsak a kapacitás növelése, de a gazdaságosság fokozása érdekében is — jelenleg is folyamatban van. Ezek az operációkutatási jellegű vizsgálatok vannak hivatva megalapozni a vasútnál a modern forgalomirányítás és üzemvezetés megvalósítását, a kibernetikai módszerek és majdan a teljes *automatizálás* bevezetését.

A közlekedésben mind nagyobb szerepet betöltő *közúti közlekedés* tekintetében a legsürgősebb feladat az elmaradott *úthálózat fejlesztését* szolgáló kutatások folyamatba tétele volt. Közúthálózatunk állapotának tudományos alapokon történt feltárása, a *közúti forgalomtechnika* kifejlesztése, a forgalomszámlálási és előrevetítési módszerek kidolgozása módot nyújtott az országos

úthálózatfejlesztési terv elkészítéséhez. Az *útpályaszerkezetek* korszerű méretezése, új talajstabilizációs eljárások kidolgozása, a hazai bitumenek fokozottabb mértékű felhasználása, az építés és fenntartás mikénti megoldása terén elért eredmények jelentősen elősegítették az útépítések műszaki színvonalának, gazdaságosságának növelését. E kutatásokban messzemenően szem előtt tartották az út és gépjármű kölcsönhatásának feltárása során kialakított összefüggéseket. Jelentős a közúti közlekedés hatékonyságát feltáró metodikák kidolgozása is.

A tudományos kutatómunka a *gépjárműközlekedés* műszaki, üzemi és gazdasági területeire is kiterjedt. Hasznos eredményekre jutottak a gépjárművek biztonságát befolyásoló berendezések vizsgálati módszereinek kialakítása, a gépjárműalkatrészek élettartamának növelése, korszerű felújítása, az üzem- és kenőanyagok ellenőrzése, a fogyasztás csökkentése stb. terén.

A *nagyüzemi gépjárműközlekedés* szervezésére, üzemeltetésére, gazdaságosságának növelése érdekében jelentős számú kutatási eredmény hasznosítása történt meg. Kialakították és állandóan fejlesztették az önköltségszámítási módszereket, szerteágazó vizsgálatokat végeztek a mezőgazdasági áruszállítások szervezésére és a haladó szállításszervezési módszerek elterjesztésére.

Külön kell kiemelnünk a radióaktív *izotópok* felhasználásával a vasúti és közúti közlekedés területén végzett különféle kopásvizsgálatokat, a talaj- és ágyazat-tömörség, a talaj nedvességtartalma meghatározására szerkesztett berendezéseket, illetőleg ezek módszereinek kifejlesztését.

A *vízi közlekedés* terén kifejtett tudományos munka is számos tekintetben eredménnyel járt. Megállapítást nyert a hazai víziutak, kikötők állapota és teljesítőképessége, a korszerű hazai igényeknek legjobban megfelelő hajótípusok jellemzői. Tudományos módszerekkel dolgozták ki a vízi úthálózatfejlesztés, a kikötők fejlesztésének távlati terveit. Nemzetközi téren is jelentősek a vízi utak osztályozására, jellemzőinek vizsgálatára vonatkozó kutatások.

A *városi közlekedésben* — különösen *Budapest* tömegközlekedésében — számos műszaki és forgalomtechnikai probléma került megoldásra. Ilyenek pl. a villamos motorkocsi és autóbusz tervezési irányelvei, a korszerű villamosvasúti al- és felépítmény kialakítása, a jelzőlámpával szabályozott keresztezések, csomópontok teljesítőképességének meghatározása, méretezésének irányelvei, a „zöld hullám" kialakításának elméleti és gyakorlati feltételei.

E rövid összefoglaló korántsem lehetett teljes, azonban talán képet nyújt arról, hogy a felszabadulás óta eltelt két évtized tudományos munkássága nemcsak megteremtette a közlekedéstudományok intézményes hazai művelésének feltételeit, hanem jelentős eredményekkel segítette is a közlekedést feladatainak megoldásában, fejlesztésében.

A sok szempontból fiatal közlekedéstudományok eddig elért elméleti és gyakorlati sikerei további erőt adnak az előttünk álló, még nagyobb feladatok megoldásához. Az eddigi kutatások tematikai gazdagságának kibontakozása, a kutató-apparátus kifejlesztése után most már határozottabban törekednünk kell a kutatások ésszerű, a mi népgazdaságunk igényeinek megfelelő koncentrálására. Az a tény, hogy századunkban a tudomány behatol a termelésbe, maga is közvetlen termelőerővé válik, előtérbe állítja a kutatásra fordítható szellemi és anyagi erőkkel való legjobb gazdálkodás követelményét. Messzemenően aktualizálja ezt a követelményt hazánkban *az új gazdasági*

mechanizmus irányelveinek előttünk álló fokozatos érvényesítése, ami elsődlegesen az alkalmazott tudományokat, így a közlekedéstudományokat is közvetlenül érinti. Ez — többek közt — azt jelenti, hogy azokra a fejlesztést segítő kutatásokra, amelyeket a mi népgazdaságunk adottságai közt magunknak kell elvégeznünk, a maximális erőket kell koncentrálnunk. Ugyanakkor szélesebb skálán kell kihasználnunk a nemzetközi tudományos kooperáció előnyeit, a külföldi eredmények adaptálásának lehetőségeit, hogy minél kisebb ráfordítással és kockázatvállalással legyünk képesek az új és új tudományos-műszaki vívmányok meghonosítására.

Mindez szükségessé teszi a közlekedéstudományi kutatások jelenlegi tematikájának átértékelését, a kutatásban is sok tekintetben új szemlélet és módszerek kialakítását. Bízom abban, hogy a közlekedéstudományok lelkes és felelősségérzettől áthatott hazai művelői a következő években ezt a feladatot is sikerrel fogják megoldani és ezzel új szakaszt nyitnak nemcsak a tudományuk fejlődésében, hanem a tudomány eredményeinek a magyar közlekedés, egész népgazdaságunk javára való hasznosításában is.

DR. KÁDAS KÁLMÁN, a műszaki tudományok kandidátusa

A KÖZLEKEDÉSI ÖKONOMETRIA CÉLKITŰZÉSEI, MÓDSZERTANI PROBLÉMÁI ÉS EREDMÉNYEI[1]

A közgazdaságtudományoknak, köztük a közlekedésgazdaságtannak is a természettudományokhoz való közelítése hatásosan elősegíti, hogy a közgazdaságtudomány s így a közlekedésgazdaságtan maga is közvetlen termelőerővé váljék. Ez a közelítés jobbára két fő irányban jelentkezik: a) *a matematika és közgazdaságtan* (esetünkben a közlekedésgazdaságtan), b) a *technika és a közgazdaságtan* (esetünkben a közlekedésgazdaságtan) *határterületén.* Az előbbi határterületen a gazdaságmatematikai módszerek egész rendszere ötvöződik már, sőt megszületik a közgazdasági kibernetika (esetünkben a közlekedésgazdasági kibernetika) is. Az utóbbi határterületen pedig szinte szemünk láttára jön létre, mint új fontos közgazdaságtudományi ágazat: a technikai fejlődés gazdaságtana,[2] (esetünkben a közlekedés műszaki fejlődésének gazdaságtana).[3]

A matematikai módszerek, főképpen pedig a matematikai statisztikai módszerek alkalmazásai, a szabatosság tekintetében igényesebb gazdasági vizsgálatokban, hívják életre azt a tudományágazatot, amelyet mintegy 45 évvel ezelőtt, első körvonalainak jelentkezésekor, *Ragnar Frisch* kiváló norvég gazdaságmatematikus találóan *ökonometriának* nevezett el, mégpedig a múlt század végén elterjedt „biometria" szó hasonmásaként. Ma már van „szociometria", van „pszichometria", sőt legújabban megjelent az „organometria" is mint ilyen jellegű határterületen, a szervezéstudományi vizsgálatokkal kapcsolatosan, született egzakt tudományágazat. Még 1930-ban nemzetközi ökonometriai társaság (Econometric Society) alakult és 1933 óta önálló nagy folyóirata van az „Econometrica",[4] amely fennállása óta sokszor foglalkozott nehéz közlekedésgazdasági kérdések egzakt vizsgálatával, mint pl.: vasúti termelési és költségfüggvények mint sztochasztikus matematikai modellek kidolgozása, közúti forgalmi torlódások gazdaságmatematikai vizsgálata, közlekedési rendszer optimális üzemeltetése, gépkocsi és motorkerékpár kereslet

[1] A *szerző* a Mérnöki Továbbképző Intézet 1965. évi tavaszi „Úttervezés és hídtervezés"-i tanfolyamán és a Magyar Közgazdasági Társaság 1965. év végi „Oskar Lange emlékülés"-én hasonló címen tartott előadásainak, valamint az 1962, 63, 64. években a Közlekedéstudományi Egyesületben a matematikai módszerek közlekedésgazdasági alkalmazásairól tartott előadásainak kiegészített összefoglalója.

[2] *Gatovszkij, L.:* Ekonomicseszkaja nauka i nekotorüe problémü technicseszkovo progressza. (Voproszü Ekonomiki, Moszkva, 1965. 12. sz.)

[3] Lásd pl. mint kezdeményezést e tekintetben *Kádas K.* (szerk.): Közlekedési üzemek műszaki fejlesztésének gazdaságtana. (Művelődésügyi Minisztérium, Üzemgazdasági jegyzet 1962.)

[4] Hasonló nevezetes nemzetközi tudományos folyóirat a „Biometrics" és újabban a „Technometrics".

A *szerzőt* az Econometric Society 1946-ban tagjává választotta.

alakulásának elemzése, vasúti tarifák vizsgálata, légi közlekedési utasszállítás programozása stb.

Összefügg a vázolt matematizálódási irányzat azzal, amit már nem csak a természettudományok, hanem a társadalomtudományok fejlődése is mind határozottabban mutat, nevezetesen, hogy egyre több és több összefüggés található alkalmasnak a számszerűsítésre és egzakt formában való kifejezésre. E körülmény azok szabatosabb tárgyalását lényegesen elősegíti. Hovatovább, talán éppen ezért, mind több és több olyan összefüggés kerül feldolgozásra, amelyeknél ezt a számszerűsítést korábban úgyszólván elképzelhetetlennek tartották. Így volt ez jórészt néhány száz évvel ezelőtt pl. magánál a fizikánál is, amely tudomány területén pedig az egzakt kifejezési formák régebben is már szinte kézenfekvőek voltak. Korunkban a matematika és a számítógépek hatalmas fejlődése a kvantifikálási lehetőséget más, addig kevésbé egzaktnak látszó tudományterületeken is már megteremtik.

Ahhoz hasonlóan, ahogy az ágazati gazdaságtanok között — elsősorban a Szovjetunióban — kifejlődött a közekedés mint fontos népgazdasági ágazat önálló gazdaságtana,[5] *a közlekedésgazdaságtan*, nemzetközi nevén a transzportökonomia, újabban kialakulóban van a *közlekedési ökonometria*, illetőleg a *gazdaságmatematikai módszerek közlekedési alkalmazásának módszertana* szintén, amely — a tervgazdaság viszonyai között — a közlekedéstudományoknak mind fontosabb ágazatává válik.[6] Méghozzá olyan ágazatává, amely az egységes szocialista közlekedés gazdasági irányításánál máris jelentős gyakorlati szerepre hivatott.

A drezdai Hochschule für Verkehrswesen „Friedrich List" gazdaságmérnöki karán évek óta külön docentura működik a *közlekedési ökonometria* tudományos ismeretanyagának az oktatására és fejlesztésére. Hasonlók tapasztalhatók számos országban a közlekedés[7] és a többi nagy népgazdasági ágazat: így az ipar, építőipar, a mezőgazdaság, belkereskedelem stb. vonatkozásában. Nálunk az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Gazdasági Mérnöki Szakán, mintegy 10 év óta jelentős terjedelemben kerül oktatásra a gazdaságmatematikai módszerek közlekedési és építőipari alkalmazása. A közlekedés feladatainak megoldásánál is igen értékesen felhasználható gazdaságmatematikai ismeretanyag oktatása valósult meg az utóbbi években a Marx Károly Közgazdaságtudományi Egyetem tervmatematikai disciplináinak keretében.

Az egyes gazdasági ágazatok területén egymásután terebélyesednek ki az üzemgazdasági matematikai diszciplinák, az ún. *ágazati mikroökonometriák*[8]

[5] Egyik alapvető munka e tekintetben *Hacsaturov, T. Sz.:* Ekonomika transzporta (1959. Moszkva) c. könyve.

[6] A közlekedési ökonometria megjelenését időben kissé megelőzte az ún. *geoökonometria* fogalmának a felvetése, amely az ökonometriába a tér dimenziójának beépítését javasolta.

[7] A „Schriftenreihe des Bundesministers für Verkehr" 26-ik füzete, amely 1963-ban Bonnban jelent meg pl. a következő című: *Ökonometrische Beiträge zur Lösung von Verkehrsproblemen*. Közvetlenül a jelen tanulmány kinyomtatása előtt jelent meg a drezdai *Richter Kl.-J. Trasportökonometrie* (Berlin, 1966, Transpress Verlag) c. könyve.

[8] Klasszikus megalapozó munka e tekintetben a svéd *Carlson, S.:* A Study on the Pure Theory of Production c. könyve (1939. London). Közlekedés vonatkozásában kapcsolódik ehhez több tekintetben *Pirath C.:* Die Grundlagen der Verkehrswirtschaft (1949, Berlin) könyve, majd részben *Kodytek, B.:* Ekonomika dopravy I. (Vysoká skola zeleznica jegyzete) 1956. Praha. továbbá *Kánya E.:* A közlekedés önköltsége. 1966. Budapest és *Szántó E.:* Módszer rakodógépek sztochasztikus gazdasági optimumának meghatározására, (kandidátusi értekezés) 1966. Lásd még *Jándy G.:* Szállítási és telepitési operációkutatás. 1965. Budapest.

is. Egyébként az újabban gyorsan terjedő operációkutatás, amelynek a „szállítási probléma" közismert lineáris programozási megoldása volt az egyik első nagyszabású eredménye sem más jórészt, mint üzemi vállalati ökonometria,[9] illetőleg *üzemökonometria*,[10] amely az üzemgazdaságtan és a vezetéstudomány fejlődésének szinte új korszakát nyitja meg. A vasúti üzemben kedvező technológiai adottságok folytán a mikroökonometriai módszerek alkalmazásának különösképp nagy lehetőségei vannak. Jó lehetőségek vannak erre a többi közlekedési ágnál szintén.

Lange Oszkár múlt évben elhunyt világhírű lengyel közgazdász, a Lengyel Tudományos Akadémia tagja, írja, egyetemi előadásait tartalmazó 1958-ban Varsóban megjelent „Bevezetés az ökonometriába" c. munkában[11] a következőket: . . . „az *ökonometria az a tudomány, amely statisztikai módszerekkel igyekszik megállapítani a gazdasági élet konkrét mennyiségi törvényszerűségeit.*" — Majd később még részletesebben kifejti: „*az ökonometria kapcsolatot teremt a gazdaságelmélet és gazdaságstatisztika között és arra törekszik, hogy matematikai módszerek segítségével konkréten, mennyiségileg fejezze ki a gazdaságelmélet által megállapított általános, sematikus törvényszerűségeket*". Az ökonometria tehát bizonyos gazdaságelméleti törvényszerűségeket a társadalmi-gazdasági adottságoknak megfelelően, korszerű statisztikai módszerekkel, kvantitative konkretizál.[12] Mintegy hidat alkot az elmélet és a gazdasági valóság között. Pontosabb kifejtésben: az ökonometria és így a közlekedési ökonometria is a gazdaságeméleti (ez esetben közlekedésgazdaságtani) összefüggéseket különböző meggondolások alapján felvett matematikai modelljeiknek megfelelően statisztikai módszerekkel konkretizálja. Ez gyakorlatilag azok paramétereinek a rendelkezésre álló megfigyelési adatokból való számszerű meghatározását jelenti. Tehát a *statisztikai indukció* alkalmazását, amikor is tapasztalati megfigyelési adatokból történik következtetés, a matematikai statisztika, illetőleg a valószínűségszámítás módszereivel a gazdasági összefüggések konkrét alakjára. A gazdasági irányításnál éppen erre van szükség. Ez a statisztikai indukció viszonylag egyszerű módszerekkel történhet, ha csak egyetlen regressziós egyenletről és kevés változóról van szó. Sokkal bonyolultabb módszerekre kényszerül már, ha a modell sok változót tartalmaz és több regressziós egyenletből áll. Ilyenkor a változók közötti ún. autoregresszió (idősoroknál) a multikollinearitás különösen pedig az ún. *identifikáció* problémája erősen bonyolulttá teheti a számításokat. Multikollinearitás a „független" változók közötti kapcsolatot jelenti. Ilyen esetekben az ún. korrelációsmátrix, illetőleg elemei hasznos segítséget nyújtanak. Identifikáció a paraméterek számíthatósága matematikai előfeltételeinek teljesülését jelenti. Nevezetesen, ha biztosítva van, hogy adott egyenlet paraméterei (ún. struktu-

[9] *Tintner, G.:* Observations in economics: some thoughts about the state of econometrics. 1965. Los Angeles.

[10] *Adam, A.:* Messen und Regeln in der Betriebswirtschaft 1959. Würzburg.

[11] *Lange, O.:* Wstep do ekonometrii, magyar nyelvű fordítás (KSH és az MTA Közgazdaságtudományi Intézete könyvtárainak kiadásában (1961). Ford.: *Szepesi László* (Orosz nyelvű kiadása 1964-ben jelent meg Moszkvában, az angol nyelvű még 1959-ben, Londonban.)

[12] *Tinbergen J.: (Mátyás Antal* bevezetőjével) Ökonometria (Magyar nyelvű kiadás), 1958. Budapest (Fordította: *Szakolczai György*), lásd még *Kádas K.*: Az ökonometriai kutatás célkitűzései és módszerei. (Közg. Szemle 1957. 5. sz.) továbbá a régebbi hazai irodalomban *Theiss E.:* Az ökonometria főbb szempontjai és problémái. 1937. Budapest.

rális paraméterei) a redukált egyenletek (a modell endogén változói szerint megoldott egyenletek) paramétereiből egyértelműen kiszámíthatók.[13]

A gazdasági törvények, esetünkben a közlekedésgazdasági törvények matematikai modellek formájában való megfogalmazását főképpen az ún. *matematikai gazdaságelmélet* tekinti feladatának.[14] Az ún. *ökonometriai elmélet* pedig azoknak a statisztikai módszereknek a kidolgozásával foglalkozik, amelyekkel e modellek, illetőleg gazdaságmatematikai tételek számszerűleg konkretizálhatók.[15]

Kissé részletesebb fogalmazásban — már az újabb fejlődésnek megfelelően — az *ökonometria meghatározása* a következő lehetne: A politikai gazdaságtani, általában gazdaságtani (természetesen ágazati, sőt üzemgazdaságtani, esetünkben közlekedésgazdaságtani) általános törvények, meghatározott — a vizsgált jelenségek (pl. a közlekedésfejlődés folyamata) gazdasági (esetünkben közlekedésgazdasági), lényegszemléletének megfelelő — matematikai modell szerinti kvantitatív konkretizálásai,[16] majd e konkretizált modellek igazolása (verifikálása), illetőleg valóságtartalmuk ellenőrzése. Az összefüggéseknek mind a kvantitatív konkretizálása (jórészt statisztikai regressziós elemzéssel és regressziós egyenletek formájában), mind a kvantifikált modellek formális verifikálása statisztikai, illetőleg matematikai statisztikai, sőt egyre fejlettebb matematikai módszerekkel történik.[17] Mind e módszereknek a gazdasági adatokra való alkalmazása maga az *empirikus ökonometria*.

Az ökonometria s így a közlekedési ökonometria fegyvertárában tehát a gazdaságelmélet (esetünkben a közlekedésgazdaságtan), a statisztika (esetünkben súlypontilag a közlekedésstatisztika) és a matematika módszerei szinte egybe kapcsolódva nyernek alkalmazást. Jól szemléltethető ez a következő sematikus ábrán (1. sz. ábra),[18] amely egyúttal a *matematikai gazdaságtan, a matematikai statisztika és a gazdaságstatisztika* helyét az ökonometriai vizsgálatokban szintén megvilágítja. Mint az ábra is érzékelteti, s mint ezt az eddigi eredmények világosan mutatják, az ökonometria még inkább a fejlődése, a legkorszerűbb statisztikai módszerek nélkül ma már el sem képzelhető.[19]

A gazdaságelméleti, esetünkben a közlekedésgazdaságtani megalapozás, mégpedig a vizsgálatokhoz szükséges elméleti absztrakció, alapvető szerepet játszik a matematikai módszerekkel vizsgálandó összefüggések és jelenségek lényeges vonásainak a megállapításánál. Hangsúlyozni kívánom, hogy ezek gondos szem előtt tartásával lehet csak alkalmasan megfogalmazni a lényeges sajátosságokat kvantitatíve tükröző s kezdetben egyszerű, majd — a figyelmen kívül hagyott vonatkozások mind nagyobb részének a beépítésével — egyre bonyolultabb (a valóság ui. rendszerint még bonyolultabb-) matematikai modellek típusát. A vizsgált összefüggésre vagy jelenségre, illetőleg konkrét jelentkezésére vonatkozó mértékadó *statisztikai megfigyelési adatok*, mint

[13] *Theiss E.:* Makroökonomiai modellek statisztikai problémái. (Statisztikai Szemle, 1965. 4. sz.) lásd még: *Valavanis, S.:* Econometrics. 1959. New York.

[14] *Allen, R. G. D.:* Mathematical Economics. 1957. London.

[15] *Goldberger, A. A.:* Econometric Theory. 1964. New York.

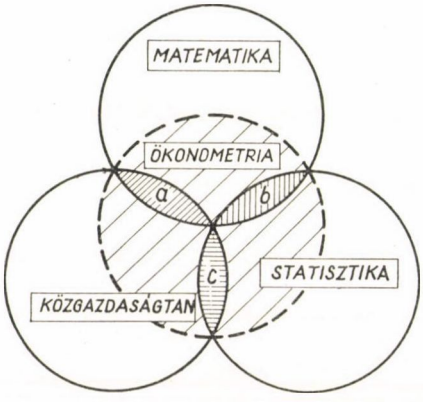
[16] Lásd pl. *Kádas K.:* Matematikai modellek a közlekedési teljesítmények perspektív alakulásának statisztikai vizsgálatára. (MTA Építés- Közlekedéstudományi Közlemények, 1961. 3. sz.)

[17] Lásd e módszerekkel kapcsolatosan a magyar irodalomban *Krekó—Párniczky—Pintér—Theiss:* Korreláció és trendszámítás. 1958. Budapest.

[18] *Menges, G.:* Ökonometrie. 1961. Wiesbaden.

[19] *Malinvaud, E.:* Méthodes statistiques de l'économétrie. 1964. Paris.

tényadatok, felhasználásával lehet ezután megállapítani a matematikai modell paramétereinek számszerű nagyságát, mégpedig a *matematikai statisztika* ismert fejlett és elvileg úgyszólván tetszőlegesen változtatható hibahatárokkal dolgozó esztimáló módszereivel. Már maguknak az adatoknak az összegyűjtése sajátos statisztikai információszerzési módszereket kíván.[20] Ezek általános típusa ma már a tudományos módszerekkel megalapozott *reprezentatív statisztikai megfigyelés*, illetőleg reprezentatív statisztikai információszerzés,[21] amely a közlekedésben, különösen a forgalomszámlálásoknál már régebben



a = matematikai gazdaságtan
b = matematikai statisztika
c = gazdaság statisztika

1. ábra

is ismert volt. Ez a reprezentatív adatfelvétel kell, hogy fokozatosan kiszorítsa a gyakorlatban igen elterjedt „részleges" adatfelvételt, amelynek információtartalma általában messze nem ér fel a reprezentatív megfigyelésével. A reprezentatív adatfelvétel szigorú valószínűségelméleti szabályait a gyakorlatban sajnos sokszor még a műszaki méréseknél sem tartják be. Az információszerzés helyes módszereinek a terjedése érdekében a tudományok, sőt éppen az alkalmazott tudományok jelentős területén — a kutatók körében — még nem kis szemléletbeni változásra van szükség. Sajnos a gazdaságmatematikai módszerek alkalmazásának eredményességét is gyakran beárnyékolja a felhasználásra rendelkezésre álló adatok csökkent mértékű alkalmassága és megbízhatósága.

E kérdés jelentőségét csak még aláhúzza az a körülmény, hogy a megfigyelési adatok, az elsődleges információk, képezik az alapot a további másodlagos információk kidolgozásához. Nevezetesen e tényadatokban úgyszólván rejtve levő igen fontos összefüggések feltárásához. A statisztikai *regresszió*

[20] *Morgenstern, I.:* On the Accuracy of Economic Observations, 1965. Princeton.

[21] Lásd magyar nyelven *Kádas K.:* A statisztikai indukció alkalmazása termés-eredmények becslésénél, 1948. KSH kiadása, továbbá *Párniczky—Csepinszky:* Reprezentatív megfigyelés a gazdasági statisztikában. 1956. Budapest, lásd még *Kádas K.:* Matematikai statisztika közúti forgalomtechnikai alkalmazásai (ÉKME Mérnöki Kar jegyzete), 1965.

analízis szolgál általában e célra, természetesen a matematikai gazdaságelmélet iránymutatásainak megfelelően.

Ugyancsak a matematikai statisztika módszereivel (mégpedig a különböző tesztekkel) végezhető el a konkretizált összefüggések verifikálása, tehát a matematikai modellre vonatkozó feltevés (hipotézis) valóságtartalmának az ellenőrzése. Ez már egyébként az említett paraméterek kiszámított értékeinek megállapított valószínű hibáiban is kifejezésre jut. A statisztika igen helyes állandó törekvése, hogy minden számszerű megállapításának az ugyancsak számszerű valószínű hibáját megadja.

Tekintve, hogy a cél a valóság, esetünkben a közlekedésgazdasági folyamatok lényeges vonásainak természetesen minél kisebb torzítással való tükröztetése a konkrét modellek útján, ezért legtöbbször — a vizsgált valóság ismert természetéből következően (ui. igen sok tényező hatása érvényesül) — *sztochasztikus összefüggések* vizsgálatáról, és *sztochasztikus modellek* alkalmazásáról van szó.[22] Sőt a gazdasági jelenségek alapvető természetéből kifolyólag legtöbbször *dinamikus-sztochasztikus modellek kialakítására van szükség*, ami lényegesen bonyolítja a vizsgálatokat. Hiszen a gazdasági folyamatok hasonlóképp a közlekedésgazdasági folyamatok jó része ún. *sztochasztikus folyamat.*

A kezelt változók, összefüggések és folyamatok sztochasztikus jellege a kutatásoknál és az alkalmazásoknál megkívánja, hogy az eluralkodó átlagszámokbani szemléletet legalábbis kiegészítse a változók eloszlásokbani szemlélete. Az ún. sorállási elmélet közlekedési alkalmazásai, pl. a vertikális közlekedési kooperációnál, a rakodásoknál stb. instruktív leckét szolgáltattak e tekintetben.

A sztochasztikus jelleg mellett a valósághű szemlélet biztosítása érdekében természetesen az „idő" tényezőjét, illetőleg az idő dimenzióját is messzemenően figyelembe kell venni. Ilyen folyamatok matematikai tárgyalásának megfelelő teljesítőképességű módszerei tulajdonképpen még csak most vannak igazán kifejlődőben.

Hacsaturov, T. Sz. szovjet akadémikus még 1946-ban Moszkvában megjelent megalapozó közlekedésgazdaságtani munkájában, az „Osznovi ekonomiki zseleznodorozsnovo transzporta"-ban, az idő tényezőjének figyelembevételére a beruházási hatékonysági vizsgálatokban, igen előremutató kezdeményezést tett.[23]

Az elméletileg, a lényeges vonások kidomborítása végett, erősen absztrahált gazdasági, illetőleg közlekedésgazdasági összefüggések említett fokozatos kvantitatív konkretizálásával mind jobban elérhető az összefüggések és jelenségek tényleges érvényesülésének — a lényeges vonásoknak megfelelő — mind hűebb kvantitatív leképezése, ami jelentős mértékben megalapozhatja és elősegítheti azok eredményes figyelembevételét a gazdasági tervmunkában, illetőleg a gazdasági irányításnál.[24] Lehetővé teszi ui. a gazdasági magatartá-

[22] Lásd e sztochasztikus fogalmakkal kapcsolatosan a magyar irodalomban *Rényi Alfréd:* Valószínűségszámítás. 1954. Budapest, *Prékopa András:* Valószínűségelmélet műszaki alkalmazásokkal 1962. Budapest.

[23] Hatékonyságelemzési modelljének első ismertetését lásd *Kádas K.:* Gyakorlati módszer a vasúti szállítási technika gazdasági tervezésére. (Magyar Közlekedés, Mély- és Vízépítés, 1949. 10. sz.) lásd még: Új típusú járművek gazdaságos élettartama. (Magyar Közlekedés Mély- és Vízépítés, 1950. 5. sz.)

[24] *Nemcsinov, V. Sz.:* A matematika alkalmazása a közgazdasági kutatásokban *(Lurje* professzor értékes közlekedési vizsgálódásaival), Magyar fordítás 1962. (Fordította: *Rácz Jenő)* Budapest, lásd még: On political economy and econometrics. 1964. Warszawa.

sok és döntések várható következményeinek, illetőleg hatásainak bizonyos *pontossággal és megbízhatósággal* való felmérését. Így pl. meghatározott tarifaszínvonal csökkentésével együttjáró szállítási vagy utazási „kereslet" növekedését.[25] Ezzel lehetővé válik megbízható előrejelzések (prognózisok) készítése szintén. Ennek biztosítása a reális és sikeres tervezésnek szinte az előfeltétele.

Nyilvánvaló, hogy az ökonometriának, s így a *közlekedési ökonometriának* is, a gazdaságelmélet és a statisztikai információs módszerek, valamint a matematikai statisztikai módszerek fejlődésével mind több lehetősége nyílik a mind bonyolultabb, nem egyszer erősen rejtett, gazdasági összefüggések konkretizálására és ezzel a valóság egyre szorosabb nyomon követésére. A gazdasági irányításnak a tervezésnek, egyáltalában az ún. gazdasági mechanizmusnak ezzel mind eredményesebb módszerei fejlődhetnek ki.[26] A gazdaságirányítás módszereinek tudományos megalapozásánál így az ökonometria eredményeire sajátos fontos szerep vár.

A gazdasági irányítás, amely voltaképpen sorozatos döntésekből áll, alkalmas — lehetőleg optimális — gazdasági tevékenységi programok kidolgozását kívánja meg, amelyek a döntéseit és így terveit megalapozzák. A gazdasági programozás egyszerűsített logikai felépítése általában a következőképp vázolható fel:

1. *Elérendő célok* (matematikai jelölésük: *Z)* pl. adott termelési volumennél minél kisebb összköltség, adott kapacitások esetén minél nagyobb nettó hozam és így tovább.

2. *A dottságok*
   - *korlátok*
     - különböző (műszaki, gazdasági stb.) objektív összefüggések,
     - termelőerő (pl. létszám) korlátok,
   - *lehetőségek*, illetőleg a döntési (programozási) változók *(x*-ek) az ún. akcióparaméterek[27] és értelmezési tartományaik (variációs intervallumaik).

A korlátok között szereplő objektív összefüggések (pl. termelési függvények) jórésze éppen statisztikai regressziós elemzésekkel, tehát ökonometriai módszerekkel konkretizálhatók.

3. Az elérendő cél *(Z)* kifejezése az akcióparaméterek *(x*-ek) függvényében, az ún. *célfüggvény*, illetőleg *hatékonysági függvény*, mint matematikai modell szintén ökonometriai kimunkálás eredménye. Általános alakja

$$Z = f(x_1, x_2, \ldots x_n)$$

A célfüggvény nyilván igen sokszor sztochasztikus dinamikai modell.

[25] *Kádas K.:* Die matematische Begründung der Transporttarifermässigungen zur Erhöhung der Verkehrsrentabilität. (Colloquium on the Application of Mathematics to Economics), 1963. Budapest.

[26] *Kádas K.:* Közlekedésgazdaságtan II. (ÉKME Közl. Mérnöki Kar jegyzete) 1965.

[27] *Schneider, E.:* Einführung in die Wirtschaftstheorie II. 1960. Tübingen.

4. A „Z" célfüggvény, mint progamozási matematikai modell szélső értékének, illetőleg az ehhez tartozó x-változóértékek megállapítása a 2.-ben feltüntetett korlátok, mint feltételek figyelembevételével.

Nyilvánvaló, hogy alapjában véve *feltételes szélső érték problémáról* van szó. A megoldás algoritmusa a megfelelő matematikai követelmények teljesülése esetén az ismert *Lagrange-féle* módszerrel, az indefinitszorzók (multiplikátorok) segítségével, általában könnyen kidolgozható.[28]

A megoldás megfelelő matematikai feltételek esetén történhet marginális programozással. Amennyiben a megoldásnál differenciálási nehézségek vannak, jó szolgálatokat tesz, feltéve, hogy lineáris a probléma, a lineáris programozás. Ma már rendelkezésre állanak nem lineáris programozási módszerek is.

A gazdasági programozás számos fontos közlekedésgazdasági feladat optimális megoldását segítheti elő. Így mindenekelőtt a szállítások optimális lebonyolítását. Egyes közlekedésüzemi feladatok (pl. üres kocsi elosztás, mozdonyvezénylés, forgalmi telepek helykijelölése, járműselejtezés, alkatrész készletezés, műszaki fejlesztés, stb.) optimális megoldását.

A vázolt programozási eljárással, megfelelő ökonometriai megalapozás mellett számos gazdasági feladat lehető legkedvezőbb (optimális) megoldása is nagymértékben elősegíthető. Az *operációkutatás* voltaképpen ilyen optimális feladatmegoldások konkrét módszeres kidolgozásával foglalkozik s mint ilyen, szoros kapcsolatban van a gazdasági hatékonysági elemzéssel.[29]

Egyébként feladataiból kifolyólag az operációkutatást végző szakember kb. úgy viszonylik a gazdasági teoretikushoz, mint a mérnök az elméleti fizikushoz.

A matematikai programozás természetesen mindig csak a matematikai modellt, a célfüggvény szélső értékproblémáját oldja meg. Egyúttal magát a valóságos megoldandó problémát is, ha a modell és korlátai (amelyeknek alakja lehet egyenlet-, illetőleg egyenlőtlenségrendszer is) a valóságos adottságokat hűen tükrözik. Következik ebből, hogy a realisztikus modell kialakításán van általában a legnagyobb hangsúly. Emellett természetesen a felhasználásra kerülő adatoknak is megbízhatóknak kell lenniük. Amennyiben mindez előfeltételek nem teljesülnek, maga a programozás könnyen csak látványos matematikai műveletekké válhat.[30] Ez esetben hiába állanak rendelkezésre kitűnő statisztikai és matematikai módszerek és a legkorszerűbb számító gépek, az eredmények messze el fognak maradni a jogos várakozásoktól.

Sikeresen alkalmazták egyes feladatok megoldására az ökonometriát már a kapitalista monopóliumok. De maga az intervenciós gazdaságpolitikát folytató kapitalista állam is eredményesen alkalmazhatja. Újabban itt-ott már alkalmazza is. Még inkább van lehetőség az ökonometria módszereinek és

[28] Lásd *Lange, O.:* Politikai gazdaságtan. (Magyar nyelvű kiadás) 1965. (Fordították: *Nemény Vilmos* és *Erő Mátyás)* Budapest, továbbá: Optimalne decyrje. 1964. Warszawa. (Magyar kiadás sajtó alatt; Fordító: *Andorka Rudolf)*, lásd még *Samuelson, P. A.:* Foundations of Economic Analysis. 1958. Cambridge.

[29] *Baumol, W. J.:* Economic Theory and Operations Analysis. 1961. Prentice-Hall. Lásd még: *Massé, P.:* Le choix des investissements. 1959. Paris.

[30] *Keynes, J. M.:* A foglalkoztatás, a kamat és a pénz általános elmélete. (Magyar fordítás) 1965. (Fordította: *Erdős Péter)* Budapest, lásd még *Kádas K.:* A közlekedés és az építőipar döntési algoritmusainak gazdasági problematikája (MTA Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények, 1964. 3—4. sz.)

eredményeinek a felhasználására a *szocialista tervgazdaságban*, sőt éppen itt van igazán erre bőséges lehetőség. Éppen az optimális tervek és gazdasági tevékenységi programok kidolgozása során. Egyrészt arra szolgálhatnak e módszerek, hogy a figyelembe veendő összefüggéseket minél tüzetesebben fel lehessen tárni, másrészt pedig arra, hogy ezen és más objektív adottságok számbavételével a realisztikus optimális tervmegoldás, illetőleg program — mégpedig a modern számítógépek segítségével gyorsan — kidolgozható legyen.[31] Az már csak metodikai fejlődési fokozat kérdése, hogy a tervezés, illetőleg programozás éppen mert dinamikus modellekről van szó, a nem is olyan egyszerű és a megfelelő visszacsatolásokat alkalmazó dinamikus programozás formájában történjen.[32] Mindennek során szinte szükségszerűen a kibernetika módszerei [33] is egyre szélesebbkörű alkalmazást nyernek.

Nyilvánvaló, hogy az ökonometria, illetőleg a gazdasági programozás módszereinek segítségével hatásosan csökkenthető az a veszteség, amely előáll mindig, ha a gazdasági tevékenység nem a lehető optimális. E veszteség (V) nem más mint az optimális megoldásoknak megfelelő eredmények ($\text{Eredm.}_{\text{opt.}}$) és a nem optimális megoldásoknak megfelelő eredmények ($\text{Eredm.}_{\text{n.opt.}}$) különbsége. Vagyis

$$V = \text{Eredm.}_{\text{opt.}} - \text{Eredm.}_{\text{n.opt.}}$$

Ez a veszteség adott esetekben tetemes lehet, ami azután a társadalmi-gazdasági fejlődést jelentősen lassíthatja.

Ma már a *makroökonometria* mellett erősen kifejlődött a *mikroökonometria* módszertana is. Sőt a fejlődés e tekintetben kevesebb módszertani nehézségekbe ütközik. A kapitalista gazdaságban a monopol piaci formációk, egyáltalában a nagyvállalatok és üzemek ún. tudományos vezetése kívánta ezt meg. A múlt század 30-as éveiben erre még *Cournot, A.* francia matematikus kidolgozta az első elvi matematikai modellt,[34] amelyet azóta jelentősen továbbfejlesztettek. A marginális programozás egyik fontos kiinduló pontja lett e kezdeményezés.[35]

A szocialista gazdaságban a gazdaságirányítás folyamatban levő bizonyos mértékű decentralizálása veti fel a mikroökonometria eredményeinek az alkalmazását szinte hangsúlyozottan. A közlekedés nagyüzemeinél e tekintetben máris figyelemre méltó kezdeményezésekkel találkoztam, s néhányat saját magam indítottam el. Egyeseket éppen az MTA Közlekedéstudományi Munkaközössége támogatásával az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Közlekedésgazdasági Tanszékén folyó kutatások keretében.

[31] *Beckmann, M.—Mc. Guire, C. B.—Winsten, CH. B.:* Studies in the Economics of Transportation. 1957. New Haven.

[32] *Förstner, K.* és *Henn, R.:* Dynamische Produktionstheorie und Lineare Programierung. 1957. Meisenheim, lásd még: *Bellman: R.* Dynamic Programing. 1957. Princeton, továbbá *Hadley, G.:* Nonlinear and Dynamic Programming. 1964. Reading.

[33] *Turányi István* és *Westsik György:* Bevezetés a közlekedési kibernetikába. (ÉKME Közl. Mérnöki Kar, jegyzete, 1965).

[34] *Cournot, A.:* Recherches sur le principes mathématiques de la theorie des richesses. 1838. Paris. Hasonló matematikai módszereket javasolt gazdasági kérdések megoldására félévszázaddal később *Launhardt, W.:* Mathematische Begründung der Volkswirtschaftslehre (1885, Leipzig) c. könyvében.

[35] *Kuhn, T. E.:* The Economics of road transport. 1957. Montreal.

A dolog természetéből következik, hogy a mikro- és makroökonomiai modellek és paramétereik egymást feltételezik.[36] Hiszen a részek a nagy egész komponensei, Lange egyik alapvető népgazdasági szervezéstudományi, illetőleg népgazdaságkibernetikai munkáját[37] e fontos kérdések szinte egyedülálló tudományos vizsgálatának szenteli. Így lesz a tágabb értelemben vett ökonometria — Lange szavaival kifejezve — „a szocialista gazdaság helyes tervezésének és irányításának szükséges eszköze". Esetünkben a közlekedésgazdaság helyes tervezésének és irányításának az eszköze. Természetszerűleg az adott módszerek alkalmazási korlátai között.

Az ökonometria, mégpedig, ha szabad úgy kifejeznem a *szocialista ökonometria* célkitűzéseit Lange világosan megfogalmazta azzal, hogy azokat a politikai gazdaságtani általános összefüggések adott fejlődési időszak viszonyai, elsősorban a *racionális gazdálkodás* viszonyai közötti mennyiségi, illetőleg statisztikai konkrétizálásaiban jelölte meg, hozzáértve e kvantitatív konkretizálások matematikai statisztikai verifikálását is. Külön aláhúzta az ökonometria, illetőleg gazdaságmatematikai módszerek felhasználásának jelentőségét a racionális gazdálkodás hatékonysági (efficiencia) színvonalának az emelésében. E tekintetben tisztán látta az *operációkutatás, a programozás és a gazdasági kibernetika* fontos szerepét éppen a szocialista gazdaság irányítási problémáinak a sikeres megoldása szempontjából. Ez egyértelmű felismerésekkel magyarázható Lange nagy hatása saját hazájában és a szocialista országokban. Langét emellett más országokban is a világ legjobb közgazdái közé sorolják.

Jórészt az ő munkássága nyomán kezdődött meg mintegy 10 évvel ezelőtt a szocialista országokban a gazdaságmatematika, illetőleg ökonometria módszereinek az intenzívebb tanulmányozása, majd szocialista tervgazdasági így a közlekedésgazdasági feladatok megoldásának elősegítésére való kiterjedtebb alkalmazása. Nagy lendületet adott e fejlődési irányzatnak az a körülmény, hogy a lineáris programozási módszereket már kezdetben szinte átütő sikerrel alkalmazták a közlekedésben a „szállítási probléma" majd ennek példája nyomán egyéb fontos üzemi feladatok megoldására.[38] A módszerek sikeresen alkalmazhatók ezek operatív megoldására éppen az elektronikus számítógépek segítségével.[39] Azok a közlekedésgazdasági feladatok, amelyek minél kedvezőbb, minél eredményesebb megoldását a gazdaságirányítás megkívánja, s amelyek optimális megoldásánál a közlekedési ökonometria sokat segíthet általában a következő fő feladatok köré csoportosíthatók:

1. a meglevő közlekedési apparátus és berendezések optimális üzemeltetése (jórészt operatív jellegű feladatok), mégpedig olyan módon, hogy megvalósuljon a társadalmi-gazdasági újratermelési folyamat közlekedési szükségleteinek optimális kielégítése;

2. a minél hatékonyabb (az optimális) közlekedésgazdasági szerkezet (struktúra) tehát optimális (ágazati és üzemi) munkamegosztási és szervezeti

[36] *Kornai János:* A gazdasági szerkezet matematikai tervezése. 1965. Budapest.
[37] *Lange, O.:* Calosc i rozwij w swiete cybernetiki, Warszawa, 1962.
[38] *Dantzig, G. B.:* Application of the Simplex Method to a Transportation Problem, *Koopmans, T C.—Reiter, S.:* A Model of Transportation (Activity Analysis of Production and Allocation) New York. 1951.
[39] *Jándy Géza:* A szállítástervezés elemző módszerei. 1960. Budapest (KPM kiadása).

arányok kialakítása (jórészt perspektív természetű, fokozatos fejlesztéssel elérhető feladatok);

3. optimális átmenet a mindenkori 1-ből a 2-állapotba, amely a dinamikus programozás szabályainak megfelelően alkalmazott tervezési visszacsatolások folytán, gyakran a technikai fejlődés hatására, időről időre változhat, illetőleg helyesbítést nyerhet. Ide tartozik a feladatok optimális ütemezése szintén.

Az 1. csoportba tartozó tipikus feladat pl. a szállítások, az üzemvitel programozása, csúcsforgalmi várakozó sorok optimális csökkentése. A 2, csoportba tartozó állandó feladat a távlati közlekedés fejlesztési terv (jórészt műszaki fejlesztési terv) kidolgozása és időről időre a figyelembe vett„ adottságok" várható változásainak megfelelő helyesbítése, különös tekintettel az optimális ágazati és üzemi szerkezeti arányok biztosítására. — A 3. kategóriába tartozó típusfeladatok, többek között, a 2-ben rögzített céloknak megfelelően berendezés és szervezet folyamatos korszerűsítése, a technikai-gazdasági avulás kívánta berendezéscserék és fejlesztések megvalósítása, a 2-be beilleszkedő kapacitás változások optimális eszközlése stb. Valamennyi feladatra természetesen az optimális ütemezés kidolgozása.[40]

Minél inkább sikerül a felsorolt és kapcsolódó más feladatok lehető leghatékonyabb (optimális) megoldása, annál messzebbmenően realizálhatóvá válnak az adottságokban levő lehetőségek és annál kisebb színvonalra szoríthatók le a lehetőségek (amelyekkel a szocialista tervgazdaság bőségesen rendelkezik), csökkent mértékű kiaknázásából eredő veszteségek és annál gyorsabb lehet ennek megfelelően, a társadalmi-gazdasági fejlődés is. Az említett lehetőségek minél messzebbmenő kihasználásának az elősegítésében a közlekedési ökonometria már az eddigi tapasztalatok alapján is fontos szerepet tölthet be.

[40] Számos, a felsoroltakhoz hasonló ökonometriai problémát tárgyalt az ÉKME 1961-ben rendezett nemzetközi Közlekedéstudományi Kollokviuma. (ÉKME Tudományos Közleményei. 1963. IX. köt. 2. sz.), valamint a Közlekedéstudományi Egyesület 1959-ben és 1964-ben rendezett nemzetközi kibernetikai konferenciája. (Kibernetikai módszerek alkalmazása a közlekedésben és a közlekedésépítésben, 1959; Kibernetika a közlekedésben és építőiparban II. konferencia, 1964.) Sok értékes közlekedésökonometriai anyag található továbbá az OMFB közlekedésfejlesztési bizottságainak jelentéseiben és az ÉKME Tudományos Közleményeiben, valamint a Közlekedéstudományi Szemlében közölt ilyen tárgyú tanulmányokban szintén. Ezeken kívül a Mérnöki Továbbképző Intézet is több olyan előadásának (pl. *Fekete András:* kibernetika, mint a modern vasúti üzemvezetés eszköze, 1965.) szövegét tette közzé, amelyek témái jelentős részben közlekedési ökonometria körébe sorolhatók. — Ugyancsak sok értékes közlekedés ökonometriai vonatkozású anyagot tartalmaznak a KPM kutató intézeteinek (Vasúti Tudományos Kutató Intézet, Autóközlekedési Tudományos Kutató Intézet és az Útügyi Kutató Intézet) évkönyvei és más kiadványai is.

DR. KÁNYA ERNŐ, a közlekedéstudományok doktora

KÖZHASZNÁLATÚ TÁVOLSÁGI KÖZLEKEDÉSI ESZKÖZÖK NÉHÁNY GAZDASÁGI JELLEMZŐJE

A közhasználatú közlekedési eszközök elterjedtségét és részesedését a szállításokban műszaki és gazdasági tulajdonságaik szabják meg. Emellett műszaki tulajdonságaik és azok a feltételek, amelyekkel szállításaikat végzik, visszahatnak gazdasági mutatóik alakulására, de ezen túlmenően szállításaik használati értékére, a szállítások minőségére is. A szállítások használati értéke közismert, hiszen ha a szállító eszközöknél a kapacitás rendelkezésre áll, akkor a tarifán kívül éppen a használati érték dönti el — adott esetekben — a választást. Ennek numerikus kifejezése mégis csak speciális esetekben lehetséges, akkor is csak közelítően. Lényegében ugyanez a helyzet a használati értéken belül a szállítások minőségét illetően is. Ennek ellenére kétségtelen, hogy különféle szállítóeszközökkel eltérő minőségben jönnek létre a szállítások, használati értékük nem egyenlő. A fogyasztói oldalhoz hasonlóan általában a szállítások létrehozása oldalán is eltérő áldozatok, ráfordítások jelentkeznek, amelyek a közlekedési eszközök fajtáinál jellemzően alakulnak és számszerűsíthetők is. Hangsúlyozva, hogy adott esetekben a hatékony szállítási módot természetesen a két oldal egybevetése határozza meg, a következőkben a ráfordítási oldallal, a közlekedési eszközök néhány gazdasági jellemzőjével foglalkozunk, a hazai viszonyok alapján.

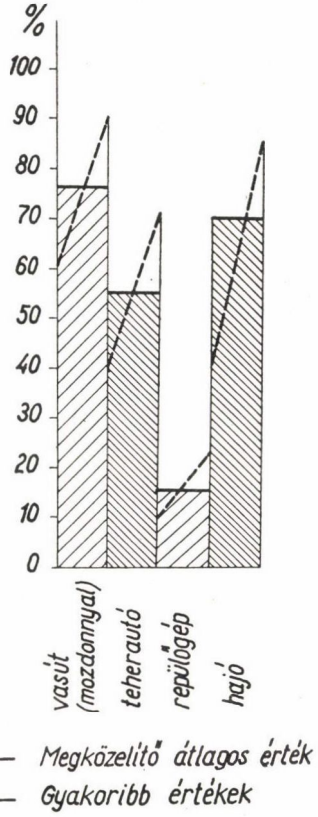
Az 1. és 2. ábra különféle közlekedési eszközöknél *a szállított hasznos súly és az önsúly* százalékos arányát mutatja. Ennek az aránynak alakulása befolyásolja a szállítás energiaszükségletét és egyéb ráfordításait, valamint többnyire az eszközök előállításának költségét is.

Az 1. ábra szerint ez az arányszám a vasúti áruszállításnál a legkedvezőbb; nagyobb, mint a hajózásnál és a gépjárműveknél és többszörösen jobb, mint a légiközlekedésnél. Ennek alapvető oka a sínpályából ered, amelynek kicsi az ellenállása és vezeti a járműveket. Ezáltal lehetővé válik, hogy egyetlen vontatójármű sok — hajtógépet nem tartalmazó — kocsit továbbítson. Ez a vasút legfőbb műszaki, de egyben gazdasági előnye is, mert nagy mértékben növeli az egy egységben továbbítható áru- vagy utasmennyiséget, jó alkalmazkodási lehetőséget biztosít a szállítás volumenéhez és fokozza a pálya átbocsátóképességét. Viszont ismeretes, hogy a sínpályán hosszú a fékút, ami a közlekedés különleges szabályozását, illetve biztosító berendezések létesítését teszi szükségessé. Ez növeli a ráfordításokat, de egyúttal csökkenti a baleseti veszélyt.

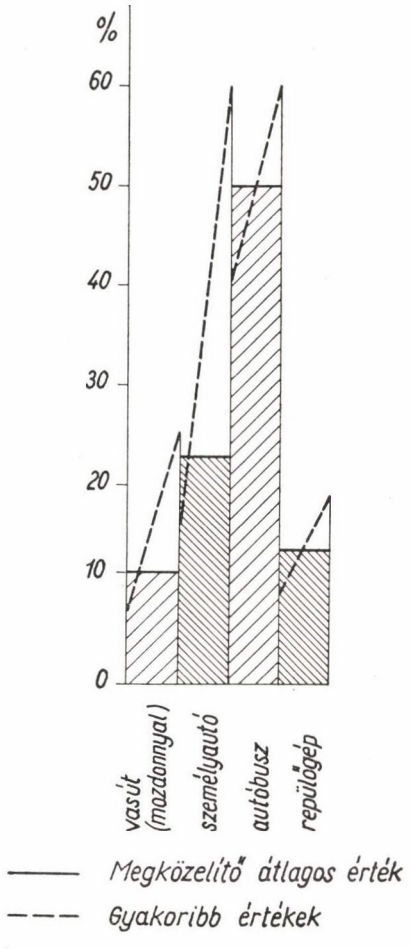
Ismeretes, hogy a csak árubefogadásra szolgáló járműegységek összekapcsolása gépes járművekkel a gépjárműközlekedésnél is lehetséges és előnyös, de az összekapcsolható járművek száma meg sem közelítheti a vasúti tehervonatszerelvények járműegységeinek mennyiségét. A belvízi hajózásnál

— sőt korlátozottabban tengeren is — használatosak a hajtómű nélküli uszályok, egy-egy járatban azonban csak néhány uszály szállítható, ezért a hajózásnál önsúly tekintetében kisebb az alkalmazkodási lehetőség az egy egységben szállítandó mennyiséghez, mint a vasútnál. A repülőgépek hasznos súlyának kedvezőtlen aránya az önsúlyhoz képest csak a szállítás időszükséglete iránt különösen érzékeny áruk szállításánál engedi meg a légi közlekedés szerepvállalását az áruszállításban.

Érdekes, hogy amíg a hasznos súly és holt súly aránya tekintetében az áruszállításnál a vasúti közlekedés a legelőnyösebb, addig személyszállításnál (2. ábra) a vasút arányszáma a legrosszabb, jobb a repülőgépeké és sokkal jobb az autóbuszoké. Ennek oka abban található, hogy a vasúti közlekedésnél az idők folyamán igyekeztek a kényelmi igényeket a fajlagos önsúly növelése

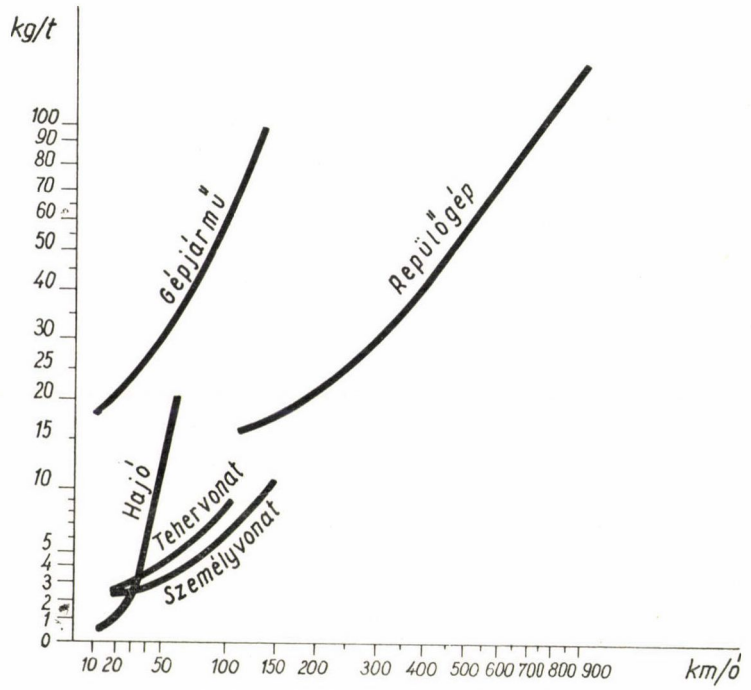


1. ábra A szállított hasznos súly és az önsúly viszonya százalékban áruszállításnál, az üres menetek beszámításával



2. ábra Az ülőhelyek alapján számított hasznos súly és az önsúly viszonya százalékban, személyszállításnál

árán is messzemenően kielégíteni. Hozzájárult a fajlagos önsúly növekedéséhez a sebesség növekedése is. Emellett a könnyű szerkezetű vasúti személykocsik gyártása a legújabb időben is eléggé szűk körre korlátozódik, mert a különleges minőségű acélból és a könnyű fémekből gyártott kocsik drágák. Lényeges fejlődés inkább csak a vasúti motorvonatok kocsijainál mutatkozik. A vasúti közlekedésnél az üzemeltetési költségek kevésbé helyezik előtérbe a személykocsik önsúlyának csökkentési kérdését, mint az autóbusznál, a repülőgépeknél és a személyautóknál; utóbbiak közül is leginkább a kisebb



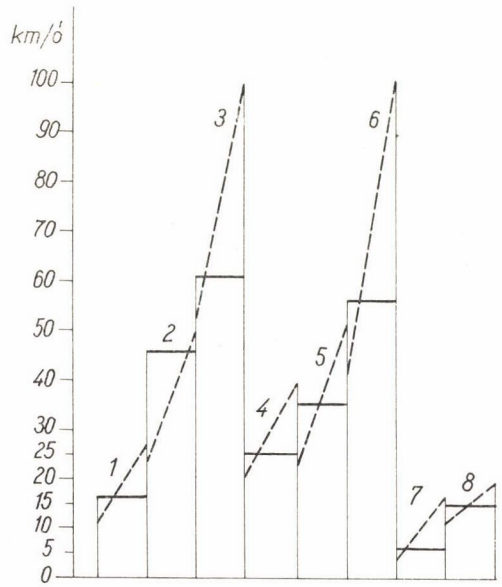
3. ábra Fajlagos menetellenállás

típusoknál, amelyeknél az üzemanyag-fogyasztás igen lényeges kérdés. Ezeknél a járműveknél a szerkezeti anyagok megválasztásával és igen gondos konstrukcióval igyekeznek az önsúlyt csökkenteni. Az autóbusznál és méginkább a repülőgépeknél hozzájárult a fajlagos önsúly csökkenéséhez a nagyobb típusok kialakítása is.

A szállítás energiafogyasztásánál a mozgatott súlyon kívül a menetellenállás és az energiahordozók átalakításának hatásfoka játszik még fontos szerepet.

A 3. ábra szerint az egyes közlekedési eszközök mozgatott tonnánkénti — fajlagos — menetellenállása nagy eltéréseket mutat és a fellépő ellenállást erőteljesen befolyásolja a sebesség. A menetellenállás és a sebesség között mérések eredményeiből kialakított összefüggések az irodalomból ismeretesek. Legnagyobb arányban a hajók menetellenállását befolyásolja a sebesség. Kis sebességeknél az összes közlekedési eszközök között a hajók ellenállása a

legkisebb, 25 km/ó-nál nagyobb sebességnél azonban már felülmúlja a vasúti szerelvényekét és 60 km/ó sebességnél már mintegy ötszöröse amannak. Ez az oka a hajók viszonylag kis sebességének. Nagyobb sebességek elérése miatt újabban hordszárnyas, illetve légpárnás személyszállító hajókat is építenek.



——— Tájékoztató átlagos érték

——— Gyakoribb értékek

1 – Tehervonat
2 – Személyvonat
3 – Gyorsvonat
4 – Teherautó
5 – Távolsági autóbusz
6 – Személyautó országúton
7 – Teherhajó (belvizi)
8 – Személyhajó (belvizi)

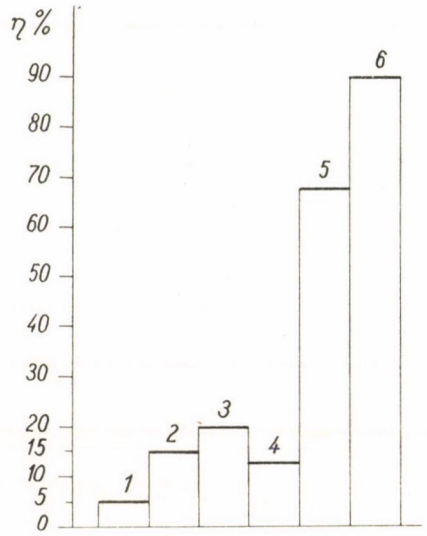
4. ábra Forgalmi sebességek

A vasúti szerelvények menetellenállása a sínpálya anyaga és a pálya horizontális és vertikális vonalvezetése miatt igen kedvező. A vasúti pályán kisebb emelkedők fordulnak elő és nagyobb sugarúak az ívek, mint közúton. A fajlagos menetellenállás csak mintegy hatod-hetedrésze a keményburkolatú úton haladó gépjárművekének. Emellett, a vágányokat csak ritkán belepő hótól és a széltől eltekintve, az ábrán szereplő átlagos értékeket csak az emelkedők, az ívek és a járműszerkezet befolyásolja. Ezzel szemben gépjárműveknél ezeken a tényezőkön kívül az útpálya fajtája és állapota is erősen kihat

a fajlagos ellenállásra. Földutakon, vagy rossz állapotú útburkolatnál az ábrán szereplő értékek többszörösre növekednek.

Az ábrán szereplő tájékoztató jellegű menetellenállások egyenletes sebességnél érvényesek. A gyorsítások, emelkedők és ívek további ellenállást okoznak.

A 4. ábra az indulási és az érkezési hely közötti átlagos *sebességek* (forgalmi sebességek) hazai közepes értékeit tartalmazza. A feltüntetett sebességek



1 – Gőzmozdony
2 – Otto-motoros gépkocsi
3 – Diesel-motoros mozdony, gépkocsi vagy hajó
4 – Villamosmozdony az erőmű rostélyától számítva
5 – " " " generátor kapcsaitól számítva
6 – " a mozdony áramszedőjétől számítva

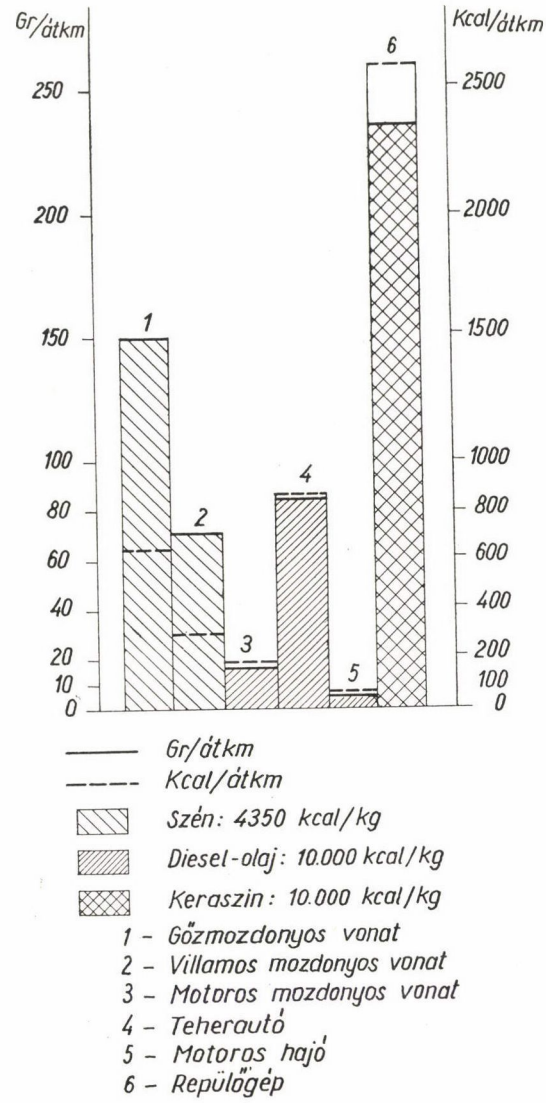
5. ábra Átlagos üzemi hatásfok

a menetidőkön kívül a szállítás közben előforduló állásidőket is tartalmazzák. A menet közben előforduló legnagyobb sebességek az ábrán szereplőknél jóval nagyobbak, viszont a szállítási sebességek — amelyek a rakodási stb. időket is tartalmazzák — az áruszállítások során az ábrán szereplőknél kisebbek, különösen a vasútnál és a hajózásnál. Ezeknél a szállítási sebesség alig éri el az ábrán szereplő sebesség ötödrészét. Ezt figyelembe véve az áruszállítás sebessége legkisebb a hajózásnál, majd a vasútnál. Ezeknél 2—8-szor nagyobb a gépjárműveknél, bár nagyobb szállítási távolságnál, speciális gyors- és expressz vonatokkal nagyobb áruszállítási sebesség érhető el, mint gépjárművekkel. Csővezetékes szállításnál a sebesség 2—6 km/ó (kőolajnál).

A személyszállítás sebessége legkisebb a hajózásnál, jóval nagyobb az autóbuszoknál, távolsági értelemben még nagyobb a vasútnál és kiemelkedően nagy a repülőgépnél.

A maximális sebességet illetően vasúttal és személyautóval kb. egyenlő sebesség érhető el, eltekintve a speciális, nem közlekedési célra épült járművektől. Repülőgéppel 10—15-ször nagyobb sebesség is elérhető, mint vasúton vagy autóbusszal.

A sebességnövelés minden közlekedési ágnál nehéz feladat, nagy áldozatokat kíván, de tapasztalat szerint a fejlődés törvénye, ha túlzott erőltetése nem is látszik indokoltnak.



6. ábra Az áruszállítás összes tüzelőanyag fogyasztása a szokásos menetrendi sebességeknél

Az 5. ábra átlagos üzemi viszonyok között mutatja *az energiafelhasználás átlagos hatásfokait*. Üzemi viszonyok között az előforduló legjobb hatásfokok a következők (vasúti járműveknél a mozdony vonóhorgán mérve):

— vasúton gőzmozdonynál és hajónál széntüzelés esetén 8,5%
— vasúton gőzmozdonynál és hajónál fűtőolaj tüzelésnél 14,0 „
— villamos mozdonynál (az erőmű rostélyától) ..... 26,0 „
— diesel mozdonynál és hajónál ..... 25,0 „
— Ottó-motoros közúti gépjárműnél ..... 18,0 „
— Diesel-motoros közúti gépjárműnél ..... 25,0 „

Az átlagos üzemi hatásfokok fentieknél az ábra szerint kisebbek, viszont kísérleti meneteken lényegesen jobb hatásfokok voltak elérhetők.

A 6. ábra különféle közlekedési eszközöknél az árutonna-kilométerenkénti *tüzelőanyagfogyasztás* tájékoztató értékeit mutatja, természetes egységekben és kcal-ban. Az ábrában szereplő értékek a következő alapadatoknál érvényesek.

Fűtőértékek:

szén	4 350 kcal/kg
gázolaj (keraszin)	10 000 „
Hasznos súly és önsúly aránya	1. ábra szerinti.

Sebességek:

vasút (menetrendi alapsebesség)	40 km/ó
gépjármű (menettartam sebesség)	40 „
hajó (menettartam sebesség)	15 „
repülőgép (blocksebesség)	250 „

A feltüntetett fogyasztások fedezik a tolatások, üresmenetek és egyéb kiegészítő teljesítmények energiaszükségletét is; vasútnál és gépjárműnél közel vízszintes pályára, villamos vontatásnál az erőmű rostélyára, gépjárműnél közepes állapotú kemény útburkolatra, hajónál normális vízállásra és oda-vissza irányra érvényesek.

Ha az energiahordozók egységárát

szénnél 60 Ft/q, illetve	138	Ft/10^6kcal
gázolajnál 2,10 Ft/kg, ill.	210	„

értékben vesszük számításba, akkor az árutonna-kilométerenkénti tájékoztató jellegű költségek a következők:

gőzmozdonyos továbbításnál	9,0 fillér/átkm
villamos mozdonyos továbbításnál	4,2 „
Diesel-mozdonyos továbbításnál	3,6 „
teherautónál	17,8 „
Diesel-motoros hajónál	0,9 „
repülőgépnél	50,0 „

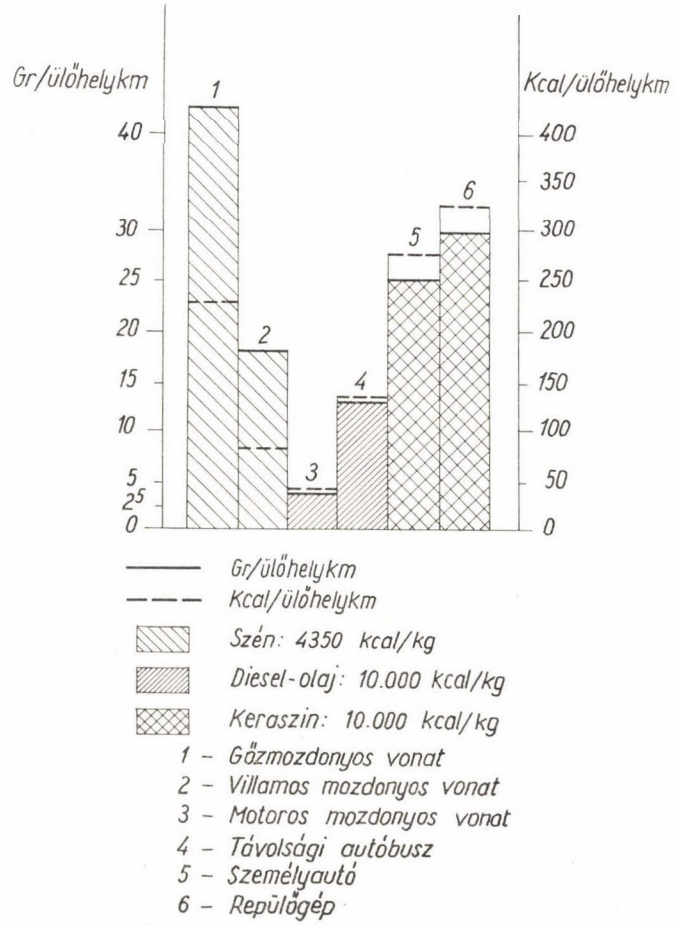
Az energiahordozók egységárai — még arányukat tekintve is — egyes országokban elég nagy eltérést mutatnak. Ez befolyásolja a használt szállítóeszközök arányát.

Személyszállításnál az energiahordozó fogyasztás tájékoztató mennyiségeit a 7. ábra mutatja. Itt az alapul vett sebességek a következők:

vasút (menetrend szerinti alapsebesség)	80 km/ó
távolsági autóbusz (menettartam sebesség)	80 ,,
személyautó	80 ,,
repülőgép	300 ,,

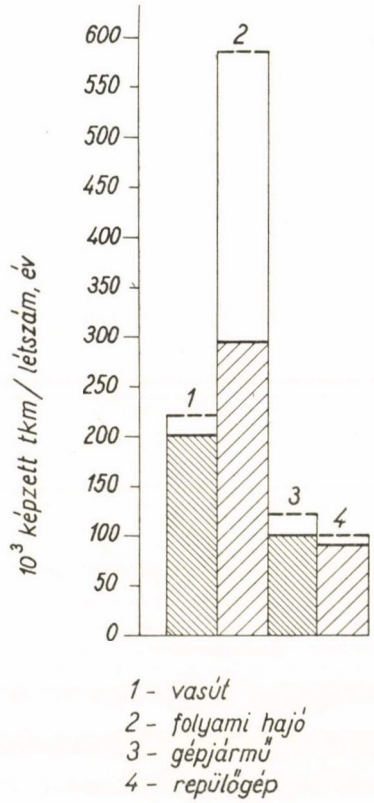
Az ülőhely-kilométerenkénti tájékoztató energiaköltségek a következők:

gőzmozdonyos vonat	2,6	fillér/ülőhelykm
villamos mozdonyos vonat	1,1	,,
motoros mozdonyos vonat	0,9	,,
távolsági autóbusz	2,7	,,
személyautó	10,0	,,
repülőgép	6,3	,,



7. ábra A személyszállítás összes tüzelőanyag fogyasztása a szokásos menetrendi sebességeknél

A szállítási munka termelékenységét a vasútak nemzetközi statisztikájában az árutonnakilométer és utaskilométer összegében — a képzett tonnakilométerben — kifejezett szállítási munkára vetítve fejezik ki. Ez az eljárás a hagyományokban gyökerezik, ugyanis régebben a vasutak nem tudták elég megbízhatóan elhatárolni a kétféle szállításra fordított munkát. Fennmaradását csak a megállapítási mód egyszerűsége indokolja, mert a kétféle szállítási produktum egységének létrehozása nem egyenlő munkamennyiséget igényel és változásuk aránya sem egyenlő, különösen a motoros közúti közle-



8. ábra Munkatermelékenység

kedés kifejlődése óta. Az alábbiakban a 8. ábrán bemutatjuk ilyen alapon a munkatermelékenység tájékoztató értékét mind a vasútnál, mind a többi közlekedési ágnál, noha a gépjármű és a légi közlekedésnél a kétféle szállítás fajlagos munkaszükséglete még sokkal eltérőbb, mint a vasútnál és a hajózásnál.

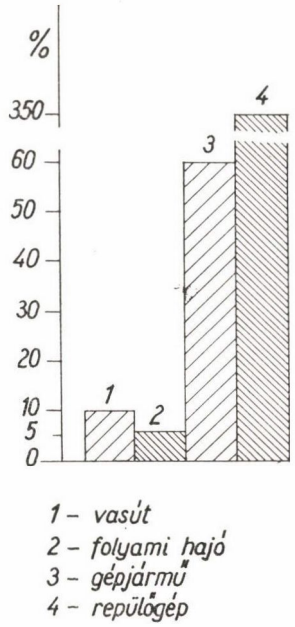
A közlekedési ágazatoknak a 8. ábrán felső szakadozott vonallal jelölt és az ágazati nyilvántartásoknak megfelelő adatai összehasonlításra alig alkalmasak, mert általában nem a szállítások létrehozásához szükséges összes munkaráfordítás számításbavételével képzettek. Nevezetesen a mutató képzésénél számításba vett létszám nem foglalja magában:

a) a vasúti közlekedésnél a járműjavító és egyéb üzemi vállalatok létszámát, viszont magában foglal jelentékeny mennyiségben fenntartással és építéssel foglalkozó munkaerőt;

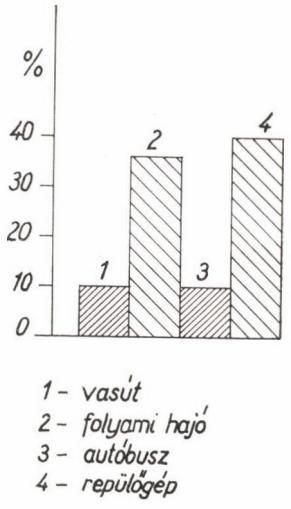
b) a hajózásnál a javító ipar, a kikötők és a pálya létszámát;

c) a gépjármű közlekedésnél az autójavító ipari vállalatok és a közutak létszámát;

d) a légi közlekedésnél bizonyos kiegészítő tevékenységek létszámát.



9. ábra Önköltségi arányok az áruszállításnál



10. ábra Önköltségi arányok az utasszállításnál

Közös értelmű nevezőre a mutatók a szervezeti és számviteli adottságok, valamint elméleti akadályok miatt csak hozzávetőlegesen hozhatók. Az építési és gyártási, valamint az egyéb nem szállítási profilba tartozó tevékenység levonásával, viszont a teljes fenntartási tevékenység számításbavételével hozzávetőlegesen becsülhető értékeket az ábra teljes vonallal határolt részei mutatják. Összehasonlításra ezek a munkatermelékenységi mutatószámok már alkalmasabbak, de ezek is csak feltételesen. Nem tartalmazzák pl. — kevés kivétellel — az áruszállítási folyamatban néha többszörösen is szereplő rakodások munkaráfordításait.

Elkülönítve vizsgálva a közlekedési ágaknál az áruszállítás és a személyszállítás munkatermelékenységét, már mindenképpen ezek tényleges munkaráfordítását kell alapul venni. Ilyen formán a munkatermelékenység a következő tájékoztató számadatokkal jellemezhető:

Áruszállítás:

vasút	$170 \cdot 10^3$	árutkm/létszám, év
folyami hajózás	$300 \cdot 10^3$	,,
gépjármű	$30 \cdot 10^3$	,,
repülés	$13 \cdot 10^3$	,,
csővezeték	$800 \cdot 10^3$	,,

Személyszállítás:

vasút	$220 \cdot 10^3$	utaskm/létszám, év
hajózás	$50 \cdot 10^3$	,,
gépjármű (autóbusz)	$200 \cdot 10^3$	,,
repülés	$95 \cdot 10^3$	,,

A szállítási teljesítmény önköltsége pontosabban meghatározható, mint a munkatermelékenység. A jelenlegi hazai szállítási feltételeknél az önköltségek arányát a közlekedési ágazatoknál a 9. és 10. ábra mutatja. Megjegyezzük, hogy a pálya költségei csak a vasúti önköltségben szerepelnek.

*

Befejezésül ismét hangot kell adni azoknak a tanulmány bevezető részében vázolt minőségi és feltételbeli eltéréseknek, amelyek megkívánják, hogy a bemutatott gazdasági mutatók a szükséges mérlegeléssel kerüljenek összehasonlításra. A szállítások átlagos forgalmi feltételeinek változása, vagy az eszközök műszaki jellemzőinek lényeges módosulása a mutatószámok értékeit jelentékenyen módosítja. Ugyanígy adott szállítások speciális feltételei is.

Érkezett: 1966. május hó.

WESTSIK GYÖRGY

KÖZLEKEDÉSSZERVEZÉS ÉS AZ INFORMÁCIÓÁTVITELI PONTOSSÁG

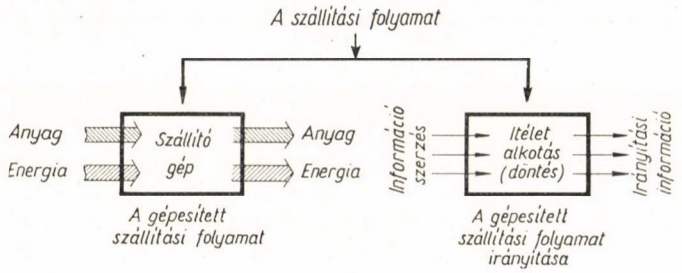
Bevezetés

A népgazdasági termelő tevékenység felfutása egyre nagyobb szállítási igényeket támaszt a közlekedési vállalatok teljesítőképességével szemben. Ezek kielégítése érdekében egyrészt a közlekedési apparátus bővítését, másrészt a meglevő közlekedési szervezetek hatékonyságának emelését szokásos előmozdítani. Tekintve, hogy beruházásokat az igények felfutása szerinti ütemben nem feltétlen célszerű megvalósítani, állandóan figyelemmel kell kísérni azokat az egyébirányú lehetőségeket, amelyekkel a közlekedési vállalatok alkalmassá tehetők a fokozott feladatok megoldására. Ilyen értelemben foglalkoznunk kell azokkal az eszközökkel, amelyeket a legújabb időkben a kibernetika köréből előnyösen használnak fel a kiterjedt szervezetek hatékonyságának megjavítására.

1. Az információ és a közlekedési üzemek szervezése

A közlekedési szervezeteken belül a teljes szállítási folyamatban két alapvető szervezeti elemtípus vesz részt. Az egyik a gép, amely azzal jellemezhető, hogy a szállítással kapcsolatos energiafolyamatokat valósítja meg, lényegében az élő munkát iktatja ki. A másik szervezeti elemtípus a szállítással kapcsolatos energiafolyamatok irányítását valósítja meg. Ehhez a művelethez ismét és ismét információkat szerez, azok felhasználásával ítéleteket alkot, melyeknek eredményeként a szállítási folyamatot irányító rendelkezéseket ad ki ugyancsak információk formájában (lásd az 1. ábrán).

Az információról *három aspektusban kell* fogalmat alkotnunk [9].



1. ábra

a) Az információ legáltalánosabb fogalmát Wiener adta meg. Szerinte információt képez minden jel vagy jelzés, amelyet a szervezet saját cselekvésének irányítására alkalmazni képes. Következésképpen *a szállítási folyamatok irányítása megoldhatatlan megfelelő információk nélkül*, mert nincs biztosítva a dinamikus működés.

b) A közlekedési rendszerek szervezése szempontjából az információ más fontos ismérvvel is rendelkezik. Nevezetesen a rendszer egyes elemei úgy kapcsolódnak egymáshoz, hogy jelek segítségével meghatározott információkat küldenek egymásnak azokról a folyamatokról, amelyek saját magukon belül lezajlanak. *Az információ tehát összekapcsolja a szállítási folyamatban részes valamennyi összetevőt.* A közlekedési szervezet szétesik, dinamikus feladatait nem képes megoldani a szervezetébe tartozó elemek között kiépített optimális információs kapcsolat nélkül. A szervezetben az információs kapcsolatok információátviteli eszközök (emberi, gépi) segítségével valósulnak meg. Ilyen okból a közlekedési vállalatok szervezésének alapvető eszköze az információs kapcsolatok szervezése.

c) Az információ a már említettek értelmében jelentős a szervezetben levő összetevők működési irányának kialakulása szempontjából is. Az információ valamely tényt vagy eseményt követ nyomon, amely eszerint ezt a jellemzőt mintegy magán hordja. A közlekedési szervezet egyes összetevői csak akkor vehetik fel helyes cselekvési irányukat, ha az információk tartalmuk szerint pontosan úgy érkeznek, mint ahogyan azok más összetevőkkel kapcsolatos tények vagy események bekövetkeztekor létrejöttek. A közlekedési szervezet helyes funkcionálásához ezért az összetevők között megvalósított információátviteli kapcsolat csak szükséges, de nem elégséges feltétel.

Az információátviteli kapcsolattal szemben a kapacitás (mennyiségi) jellegű követelményekhez minőségi követelmények csatlakoznak. A közlekedési szervezetek irányítása szempontjából *akkor járunk el helyesen, ha a szervezeten belül levő információátvitel nem torzít (pontatlan) a szervezet által elviselhető mértéknél erősebben. Ellenkező esetben a közlekedési szervezetben levő egységek működése között megbomlik az összhang, ami egyértelmű a szervezetlenség fogalmával.*

A kibernetika mind az élő, mind a gépi szervezetekben lejátszódó információs folyamatokkal foglalkozik. Számos eszközt kínál felhasználásra az említett valamennyi, információval kapcsolatos szervezési jellegű probléma megoldására. Az adott keretek nem engedik meg valamennyinek a bemutatását, ezért itt csak az átviteli pontosság kérdésével foglalkozhatunk.

2. Információátviteli pontosság és fokozásának fő irányai

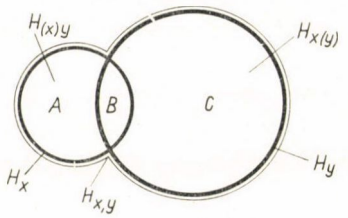
A közlekedésen belül elhelyezkedő rendszerelemek között az információk pontos átvitelét számos tényező befolyásolja. Ezek között elsődlegesek a zavarok, amelyek egyrészt új információkat kevernek az átviendő információk közé, másrészt megakadályozzák azt, hogy valamennyi átviendő információ átvitelre kerüljön.

Az átvitelre kerülő információk az elmondottak szerint a zavarok következtében bizonyos mértékig eltorzítják az információtartalmat is, amit számszerűen az entrópia fejez ki. A torzítás miatt a szervezet információt vevő eleme tehát információtartalom veszteséggel kapja meg a szervezetbe tartozó

más elemekről származó információkat, amit a 2. ábra alapján a következő módon fejezhetünk ki [6].

Az átviteli rendszerbe (az információt adó szervnél) beadott információk entropiáját jelöljük H_x-el.

$$H_x = -\sum_{x=1}^{k} p_x \, ld \, p_x.$$



2. ábra

Az átviteli rendszerből (az információt vevő szervnél) nyert információk entropiáját jelöljük H_y-al.

$$H_y = -\sum_{y=1}^{k} p_y \, ld \, p_y$$

Az adott és vett információk együttes entropiája

$$H_{x,y} = -\sum_{x=1}^{k} \sum_{y=1}^{k} p_{x,y} \, ld \, p_{x,y} \, .$$

A 2. ábrán halmazokkal ábrázoltuk az említett entropiákat, amikoris H_x hírtartalmat az A + B, a H_y-t a C + B felület jelképezi, a $H_{x,y}$-t pedig az A + B + C felület.

Az információátvitel pontosságára nézve a B rész nagysága mérvadó, mert ez jelenti az adott és vett információkban meglevő közös részt. Ezt a részt helyesen átvitt információnak vagy *transzinformáció*nak (R) szokás nevezni és az alábbi módon nyerjük szimmetrikus vizsgálat esetén:

$$R = H_x + H_y - H_{x,y}$$

A közlekedési rendszer elemeinek helyes tevékenysége szempontjából számunkra annak a megállapítása fontos, hogy a közlekedési szervezet egyes elemi mozgása által létrehozott információk milyen arányban állnak azzal az információval, amely ebből eljut más elemekhez. Ezt az arányt az információelméleti hatásfok fejezi ki.

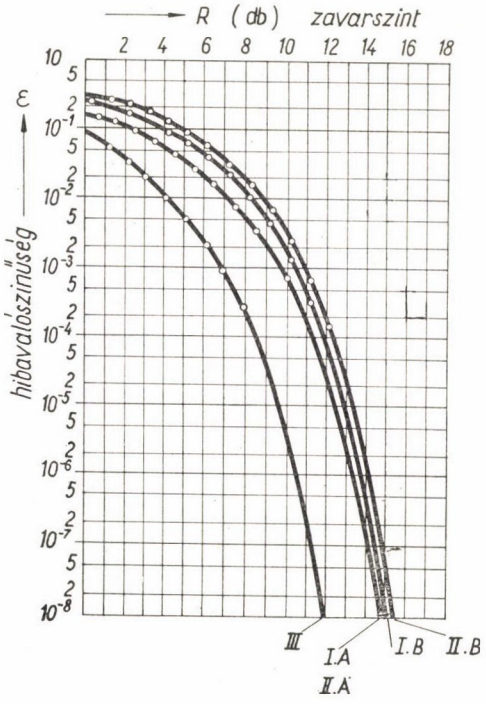
$$\eta_t = \frac{H_x + H_y - H_{x,y}}{H_x} = \frac{R}{H_x}$$

Minél nagyobb az η_i értéke, annál jobb a szervezetben az információátvitel, tehát annál pontosabban képes a szervezet egyik eleme felvenni a mozgásának irányát a szervezet másik eleménél bekövetkezett mozgáskor termelt információ hatására.

A közlekedési szervezet irányítási színvonalának emelése általában egyre több információátvitelt kíván meg a szervezet elemei között, ami által az infor-

mációelméleti hatásfok kérdése is egyre fontosabbá válik a meddő irányítási tevékenység kiküszöbölése szempontjából.

A korszerű közlekedési szervezetben a nagytávolságú hálózati információátvitel szempontjából elsődlegesen a diszkrét információk átvitelének technikai eszközei jönnek számításba, ezért a továbbiakban ezekre korlátozzuk az információátvitel pontosságára vonatkozó vizsgálódásainkat.



3. ábra

Az említett technikai eszközök esetén az információátviteli pontosság két fő szempont szerint elemezhető. Az egyik szempont az, hogy hogyan függ össze az információátvitel pontossága a különféle rendszerű átviteli csatornatípusokkal. A másik szempont azzal függ össze, hogy milyen lehetőségeket kínál a kódtechnika a diszkrét információk átviteli pontosságának fokozására. Az előbbi kérdéscsoport részletesebben ismert, ezért itt elegendő Reiger kísérleteire és számításaira hivatkozni, amelyeknek eredményét a 3. ábra foglalja össze [11]. Az ábrán levő görbék, amelyek a különféle átviteli módokat jellemzik, az alábbi azonosításnak felelnek meg.

I A amplitúdomoduláció (szinkron demodulátorral)
II B amplitúdomoduláció (spec. mod.)
III A frekvenciamoduláció (szinkron demodulátorral)
II B frekvenciamoduláció (spec. mod.)
III fázismoduláció

A görbék relatív helyzete szerint a fázismoduláció biztosítja a legpontosabb átvitelt és itt jegyezhető meg, hogy az egyenáramú átviteli rendszer valamennyi az ábrán feltüntetett átviteli rendszernél kedvezőtlenebb pontossági tulajdonsággal bír.

A diszkrét információk átvitele szempontjából legkedvezőbb eljárást választva is az információátviteli eszközök mindig létrehoznak valamilyen torzítást az átvitel folyamán. Az átvitel pontatlanságát kifejező ε hibavalószínűségi érték csupán a lehetséges technikai eszközök megválasztásával nem csökkenthető tetszőlegesen alacsony értékig és ezért igen nagy jelentősége van az átvitel pontosságának fokozásában a kódtechnikai eszközök felhasználásának. Napjainkban a különféle közlekedési szervezeteken belül egyre inkább gépi információátvitellel rekonstruálásra kerülő élőszervezeti információátviteli kapcsolatok szempontjából a kódtechnika területén több olyan újszerű ismeret került előtérbe, amelyeket a közlekedési rendszerek szervezésében kiterjedten hasznosíthatunk és amelyek néhány fontos megállapítását a következőkben mutatjuk be.

3. Kódtechnikai eljárások a diszkrét információk átviteli pontosságának fokozására

3.1. Ismételt adással történő hibajavítás

A legegyszerűbb, de egyben kevésbé hatékony mód az átviteli hibák csökkentésére az ismétléses adással történő információátvitel. Ennek során az információk különféle mennyiségét egymásután kétszer, esetleg többször viszik át, s az így átvitt információkat a vétel oldalán egymáshoz hasonlítják, egyeztetik. Ha az átvitel optimális kóddal történt, akkor maguk a kódok nem adnak lehetőséget a hibák közvetlen javítására. A hibák javítását a valószínűség alapján lehet a vétel oldalon eszközölni az ismételt adás megvalósítása után [2].

3.11. Kétszeres adás

Kétszeres információátvitel esetén a vételi oldalon minden átvinni kívánt információról két információt nyerünk. Ha a két vett információ egymással megegyezik, igen nagy a valószínűsége, hogy az átvitel helyes volt. Ennek ellenére mégis bizonytalanság áll elő, mert előfordulhat, hogy a két vett információ egyformán hibás. Ezt a lehetőséget azonban nem áll már módunkban feltárni. Ezért kénytelenek vagyunk megalkudni, s a vett két azonos jelet hibátlannak tekintjük. A valószínűségszámítást alkalmazva tájékozódhatunk, hogy ezzel a módszerrel mekkora hibavalószínűség marad az átviteli rendszerünkben. Az információelmélet a binomiális eloszláson alapuló valószínűségi függvényből kiindulva kimondja, hogy binér kódoláskor az m szimbólumból (jelből) álló információblokkban az S-szeres hiba tetszőleges elrendezés mellett való fellépésének valószínűsége ($W_m(S)$), az egyes jelek ε eredeti hiba valószínűsége mellett:

$$W_m(S) = \binom{m}{S} (1 - \varepsilon)^{m-s} \cdot \varepsilon^s ,$$

ahol:

$$S \leq m \text{ és } \binom{m}{S} = \frac{m!}{S!\,(m - S)\,!} .$$

A függvénykapcsolatot felhasználva a hibátlan ($S = 0$), egyszeres hibák ($S = 1$) és kétszeres hibák ($S = 2$) átvitelének valószínűségei az alábbi módon alakulnak [2]:

$$W_2(0) = (1 - \varepsilon) \approx 1 - 2\varepsilon$$

$$W_2(1) = 2(1 - \varepsilon)\,\varepsilon \approx 2\varepsilon$$

$$W_2(2) = \varepsilon^2$$

A kétszeres adás esetén az ε^2 valószínűséggel fellépő hibát semmi módon nem tudjuk felfedni és javítani. Az eljárás lényege értelmében azonban a 2ε valószínűségű hibát a vételoldalon fel lehet fedni és az adóoldal valamilyen ismételt felkeresésével javítani lehet. A vételi oldal egymaga csak az egyszeres hibák 2ε mértékének felfedésére képes.

3.12. Háromszoros adás

A kétszeres adásnál hivatkozott hiba valószínűségi függvények a háromszoros adásnál a következő értékeket veszik fel.

$$W_3(0) = (1 - \varepsilon)^3 \approx 1 - 3\varepsilon$$

$$W_3(1) = 3(1 - \varepsilon)^2\varepsilon \approx 3\varepsilon$$

$$W_3(2) = 3(1 - \varepsilon).\ \varepsilon^2 \approx 3\varepsilon^2$$

$$W_3(3) = \varepsilon^3$$

A háromszoros hiba fellépte a háromszoros átvitel esetén nem fedhető fel a vétel oldalon. Ez a hiba tehát mindenképpen benne marad a rendszerben. Elég kicsi ε érték esetén úgy vehetjük, hogy ugyanazon adott jel háromszor vett értékei közül kettő egyezésekor e kétszeri előfordulásnak megfelelő átvitel a helyes, vele szemben az egyedül maradt átviteli példány a hibás. Ekkor a három jel közül a kettő egyezésének esetén egyszeres hibának értékeljük és javítani is tudjuk. Ezáltal a vételoldal az egyszeres hibákat (3ε) az adó oldal ismételt igénybevétele nélkül javítani tudja. Ilyen eljárással csak minden kétszeres és háromszoros hiba ($3\varepsilon^2 + \varepsilon^3$) marad felfedetlenül, ill. javítatlanul.

3.2. Hibaellenőrzés keresztösszegekkel, hibafelfedő és hibajavító kódolási eljárások

A hibafelfedő kódokat az jellemzi, hogy a vételoldalon alkalmasak a hibásan vett jelek kimutatására, de e hibás jelek kijavításához újból összeköttetést kell teremteni az adó és vételoldal között. A hibajavító kódok ezzel szemben a vett hibás jeleknek a kijavítását az adóoldallal való ismételt kapcsolat nélkül, automatikusan teszik lehetővé.

Az ismételt adás hatékonysága nem minden szempontból egyértelmű, jóllehet kiterjedt lehetőséget nyújt a hibák felfedésére. Az ismételt adás terén szerzett tapasztalatok egyrészt megmutatták a hibák felfedésének és javításának a lehetőségét, másrészt olyan kódrendszerek megalkotására inspiráltak, amelyek gazdaságosabbak a hírátvitel egésze tekintetében az ismételt adásnál. A vonatkozó sokoldalú kutatások eredményeként számos összefüggést, ill. kódrendszert kutattak ki. Az ún. kódblokktávolság függvényében — ami két azonos mennyiségű bináris elemi jelből álló információn belül azoknak az elemi

jeleknek, biteknek a száma, amelyeknél egymástól eltérnek — megállapítható a felfedhető illetőleg javítható, vagy a felfedhető és javítható hibák száma. Erre utal az 1. táblázat [2]. Az optimális kódolás esetén a biner kódrendszert figyelembe véve $m = ld\ N$ elemi jel szükséges az N tagú halmaz kódolásához.

1. táblázat

Adott kódblokktávolság esetén javítható és felfedhető „s"-szeres hiba

Minimális kód-blokktávolság	s-szeres javítható és megállapítható, valamint kiegészítésként felfedhető hibák		
D_{min}	s_k	s_f	s_{fz}
1	0	0	0
2	0	1	1
3	1	1	0
vagy	0	2	2
4	1	2	1
vagy	0	3	3
5	2	2	0
vagy	1	3	2
vagy	0	4	4

s_k = javítható;
s_{fz} = javítható és felfedhető;
s_f = felfedhető

A hibák felfedése végett az optimális kódot redundánssá kell tenni. Ez az eljárás már az ismételt adásnál is formát ölt. Láttuk azonban, hogy ezen említett eljárás esetén nagy redundanciával érhetünk csak el bizonyos eredményeket. Ezért inkább azt a gyakorlatot követik, hogy már az átvitel előtt, előre meghatározott rendben ún. ellenőrző (kiegészítő) jeleket (k) tesznek hozzá a tulajdonképpeni információt hordozó jelekhez (m). Így a kódblokk eredő hossza

$$n = m + k.$$

Az ellenőrző jelek száma a hivatkozott kutatások szerint

$$m = 2^k - k - 1$$

egyenletnek megfelelően korlátozza a ténylegesen információközvetítésre felhasználható binér jelek számát. Ezért az első egyenetbe behelyettesítve:

$$n = 2^k - 1$$

egyenlet adja meg az összes átviendő jelek számát az ellenőrző jelek számának függvényében.

D min $= 3$ esetén a minden egyszeres hibát javító kódnál az összetartó m, k, n értékeket a 2. táblázat foglalja magába. D min $= 4$ esetén a minden egyes hibát javító és minden kétszeres hibát felfedő kódot választva m, k, n értékeket a 3. táblázat mutatja [3]. Ha például a távgépíró kód 5 eredeti információhordozó bitjét kell kiegészíteni az összes egyszeres hibát javító kódra, akkor az 1. táblázat szerint $k = 4$ kiegészítő ellenőrzőhely szükséges.

2. táblázat

A minden egyszeres hibát javító kód esetén, az előre adott ellenőrzőhelyek számához tartozó, információt hordozó helyek maximális száma, ha $D_{\min} = 3$ (Hamming szerint)

k	$m_{\max}$	n
1	0	1
2	1	3
3	4	7
4	11	15
5	26	31
6	57	63
7	120	127

3. táblázat

A minden egyszeres hibát javító és minden kétszeres hibát felfedő kód esetén, az előre adott ellenőrzőhelyek számához tartozó, információkat hordozó helyek maximális száma, ha $D_{\min} = 4$ (Hamming szerint)

k	$m_{\max}$	n
2	0	2
3	1	4
4	4	8
5	11	16
6	26	32
7	57	64
8	120	128

A $k = 3$ esetén a tényleges információt szállítani képes bitek száma 4, ami csak $2^4 = 16$ kódblokk alkotására ad lehetőséget. Ezért az úgynevezett 9-ből 5 kódot kell alkalmazni a kitűzött cél elérésére. Ebben a kifejezésben a 9 az összes, az 5 pedig az információk tényleges átvitelére szánt biteket jelenti.

Az ellenőrző bitek azáltal fejtik ki hatásukat, hogy a tényleges információt hordozó biteknek páros, ill. páratlan összegét adják meg ellenőrző egyenlet segítségével, a moduló 2 szerinti összeadás szabályát felhasználva. Az ellenőrző egyenletekbe meghatározott szabály szerint kell a tényleges információt hordozó biteket beírni. Az ellenőrző egyenlethez egy ellenőrző bitet kell hozzárendelni. Az ellenőrző bit értéke 1, ha az illető ellenőrző egyenletbe bevont eredeti bitek 1-es állapotának a száma páratlan. A moduló kettes összeadás szabálya szerint, ha minden bit az ellenőrző egyenlet bal oldalán van, akkor az ellenőrző egyenlet jobb oldalára 0 kerül. Az adó oldalon ilyen elrendezésben leadott jelek csak akkor mutatnak egyszeres hibát, ha a vételoldalon az ellenőrző egyenlet jobboldalán a megvalósított ellenőrzés eredménye nem 0, hanem 1 lesz. A 4. táblázat a minden egyszeres hiba ellenőrzésére alkalmas egyenletrendszer elemeit foglalja össze [3]. Az egyes sorok arra utalnak, hogy hányadik ellenőrző egyenletbe, az n tagú kódblokknak hányadik bitjeit kell bevonni. A táblázatból az is megállapítható, hogy hány ellenőrző bit (k) illetőleg hány

ellenőrző egyenlet szükséges a különféle kódblokkhosszúságok (n) mellett. A derékszögű határolóvonalak jelzik, hogy hány ellenőrző egyenlettel mekkora n értékig lehet dolgozni.

4. táblázat

A minden egyszeres hibát javító kódhoz tartozó ellenőrző helyek (Hamming szerint

ellen-őrzések	ellenőrzendő helyek							
1.	1.	3.	5.	7.	9.	11.	13.	15.
2.	2.	3.	6.	7.	10.	11.	14.	15.
3.	4.	5.	6.	7.	12.	13.	14.	15.
4.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.

Az ismertetett összefüggéseket hétből-három kód bemutatásával szemléltetjük. [3] Ha a tíz decimális számjegyet leképező négy bináris jelet három ellenőrző kóddal egészítjük ki, akkor az egyszeres hibáknak nemcsak felfedése, hanem a vételoldali azonnali javítása is lehetséges. A kódrendszert a 5. táblázat mutatja be, segítségével megadható, hogy melyik bit volt hibás a vételnél, ennek inverzét képezve a helyes jel állítható elő. Mint látható az A—D bináris jelek a 10 decimális szám leképezéséhez szükségesek. Az E—F jelek ellenőrző jelek.

5. táblázat

Decimális számjegyek kódolása hétből három kóddal

decimális számok	bináris számok	
	információs bitek	ellenőrző bitek
0	A B C D	E F G
0	0 0 0 0	0 0 0
1	0 0 0 1	0 1 1
2	0 0 1 0	1 0 1
3	0 0 1 1	1 1 0
4	0 1 0 0	1 1 0
5	0 1 0 1	1 0 1
6	0 1 1 0	0 1 1
7	0 1 1 1	0 0 0
8	1 0 0 0	1 1 1
9	1 0 0 1	1 0 0

Az E jel akkor 1, ha az ABC helyi értékeken levő 1-esek száma páratlan
Az F jel akkor 1, ha az ABD helyi értékeken levő 1-esek száma páratlan
A G jel akkor 1, ha az ACD helyi értékeken levő 1-esek száma páratlan
A javításhoz egy alkalmas szerkezet az alábbi részösszegeket képezi minden 7 jelből álló csoportra nézve.

$$A + B + C + E = S_1$$
$$A + B + D + F = S_2$$
$$A + C + D + G = S_3$$

a) Hibamentes átvitel esetén mindhárom összeg páros, hiszen a páratlan számú egyes értékű jelhez még egy egyes értéket adtunk hozzá (B-t, vagy F-et, vagy G-t).

b) Ha a három ellenőrző összeg közül csak egy hibás, akkor a hiba abban az ellenőrző helyi értékben van, amely csak ebben az ellenőrző összegben szerepel.

S_1 esetén tehát E helyen
S_2 esetén tehát F helyen
S_3 esetén tehát G helyen

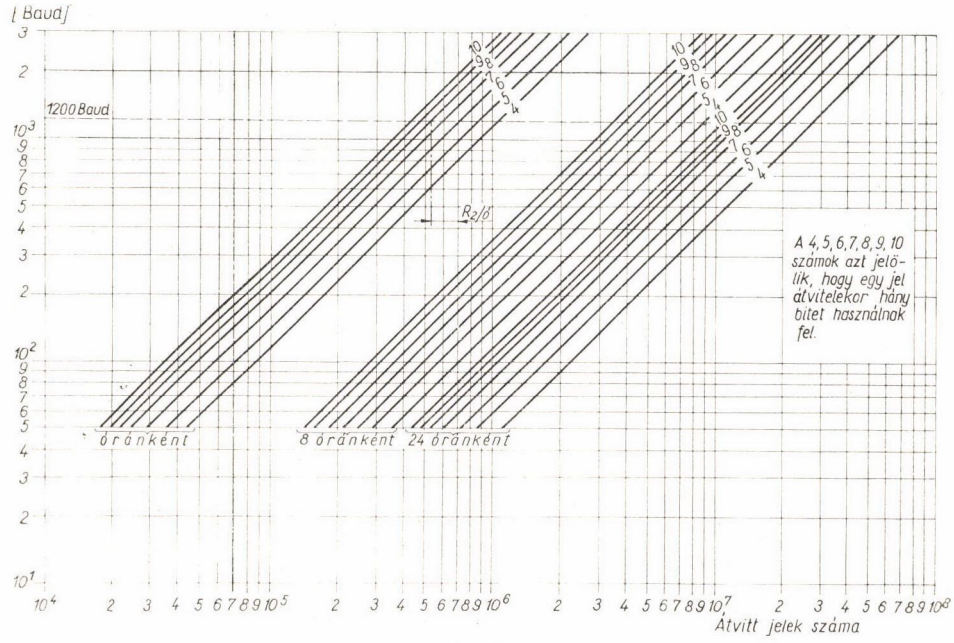
c) Ha egyidejűleg két ellenőrző összeg hibás, akkor a hiba abban a helyi értékben van, amely a két összegben közös, de nem fordul elő a harmadik összegben. Azaz, ha

S_1 és S_2 egyidejűleg hibás, akkor a hiba a B jelnél van
S_1 és S_3 egyidejűleg hibás, akkor a hiba a C jelnél van
S_2 és S_3 egyidejűleg hibás, akkor a hiba a D jelnél van

d) Ha mindhárom ellenőrző összeg egyidejűleg hibás, akkor a hiba az A helyen van.

A 7-ből 3 kóddal tehát a vevőoldalon nemcsak fel lehet fedni az egyszeres hibákat, hanem automatikusan, az adóoldal ismételt bekapcsolása nélkül javítani is lehet.

A kereszt-összegekkel történő átvitel esetén az átvitt jelek száma attól függően csökken, hogy mennyi a kiegészítő bitek száma, amit a 4. ábrán levő nomogram szemléltet.



4. ábra

3.3. *Longitudinális hibaellenőrzés*

Amikor a tényleges információt átvivő binér jelek mellé ellenőrző biteket rendeltünk és ezek segítségével végeztünk hibaellenőrzéskor hibafelfedést, vagy hibajavítást, akkor jelenkinti ún. keresztösszegekkel képzett eljárásról volt szó. Valamely információcsoportban azonban a jelek egymás után kerülnek átvitelre és így nemcsak jelenkinti, hanem több egymásután adott jelből álló ún. hosszanti kódblokk ellenőrzése is lehetséges. Ezt az eljárást longitudinális ellenőrzésnek mondják [1]. A lényege az, hogy az adóoldalon is és a vevőoldalon is külön-külön nemcsak keresztösszegeket képeznek, hanem moduló kettő szerinti összegezéssel mindig az egymásutáni jeleket lekódoló kódblokkok egyes helyiértékein levő biteket is összeadják göngyölítve. A hiba kimutatása végett azután egy előre optimálisnak számított longitudinális blokk átvitele után, a longitudinális ellenőrzéshez képezett összegeket visszaviszik az adóoldalra és ott egyeztetik. Ha ekkor az adóoldali és a vevőoldali longitudinális összeg nem egyezik, akkor az illető longitudinális blokkot újra átviszik a vételi oldalra. Az eljárás lényegét a 6. táblázat mutatja.

6. táblázat

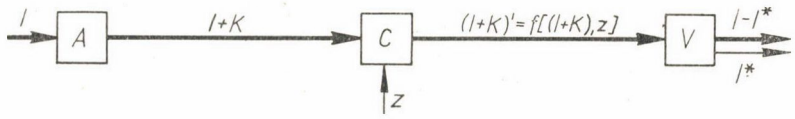
Longitudinális hibaellenőrzés

	adó oldal		csatorna	vevő oldal	
	jel	keresztblokk		keresztblokk	jel
l n	I	1 0 0 1 0 1 1 0	→	1 0 0 1 0 1 1 0	I
o á	B	+0 1 0 0 1 1 1 0	→	+0 1 0 0 1 1 1 0	B
n l		1 1 0 1 1 0 0 0		1 1 0 1 1 0 0 0	
g i					
i s	M	+0 0 1 0 1 0 1 1	→	+0 0 1 0 1 0 1 1	M
t		1 1 1 1 0 0 1 1 = ?	←	1 1 1 1 0 0 1 1	
u b					
d l		a longitudinális ellenőrző összeg egyezik-e ↑ –			
i					

3.4. *A hibafelfedéssel és hibajavítással kapcsolatos hírátviteli rendszerek elvi felépítése*

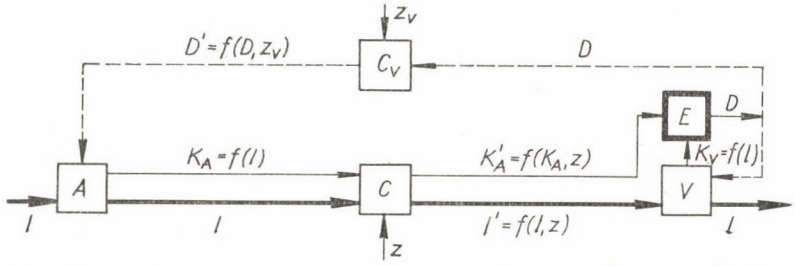
A hibajavító kódolás esetén az átvitt jelek a vevőoldalon, a kódrendszertől függő pontossággal, automatikusan javíthatók. Az adóoldal az automatikus hibajavításba nem folyik már bele. Ezért az átviteli berendezés csak az információt ténylegesen hordozó (I) és az ellenőrző (K) jeleket viszi át egy irányban. Az adóoldalra visszacsatolás nem lévén, visszacsatoló csatornára nincsen szükség. Az átvitel tehát, csak az adócsatornára épül fel. Az információáramlatot az 5. ábra mutatja. Amint a hibafelfedő kódoknál láttuk, a vételi oldalon először automatikusan megtörténik a hibák felfedése. Ezután, minthogy az ilyen kódrendszer magában nem rendelkezik elég redundanciával, vissza kell csatolni az adóoldalra a javításhoz szükséges redundancia előállítása érdekében. Leggyakoribb formája az adott, de hibásan vett kódblokk ismételt átvitele. Az ismételt átvitel útján előállt redundancia felhasználásával, vagy a vételi

oldalon (6. ábra), vagy az adóoldalon (7. ábra) történik meg a hibák javítása. Az ábrák feliratai alapján világossá teszik az egyes technikai rendszerekben a különféle információk áramlását, illetőleg a rendszerek elvi technikai felépítését. Az eddigi gyakorlat a háromféle átviteli rendszer közül csaknem kizárólag a vételoldali hibaellenőrzést alkalmazza [10].



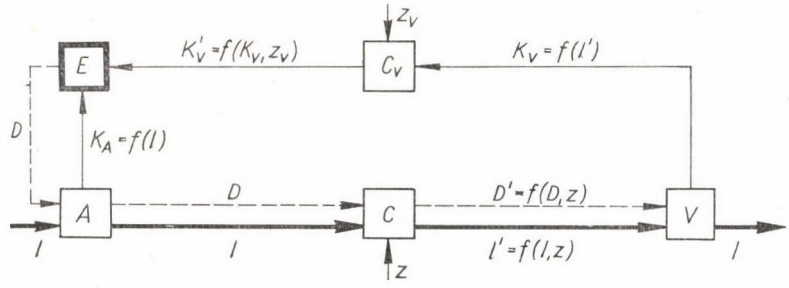
A = adóoldali berendezés
V = vevőoldali "
C = átviteli "
I = ellenőrző" blokkonkénti információk
K = ellenőrző" "
z = zavarhatások az átviteli úton
I* = nem ellenőrizhető információk

5. ábra



C_V = visszcsatorna
z_V = zavarhatás a visszcsatornában
E = ellenőrző szerv
K_A = adóoldalon képzett ellenőrző információ
D = a javításhoz szükséges vezérlő információk

6. ábra

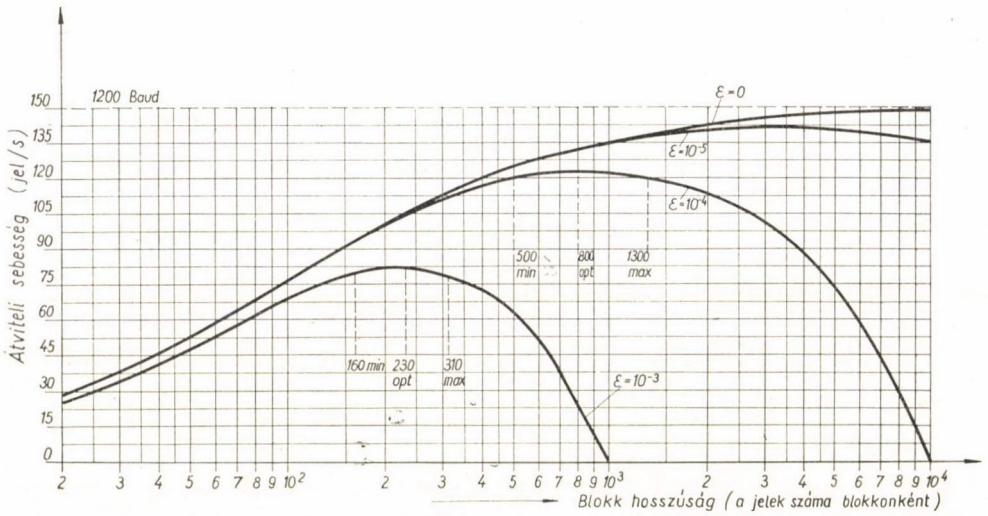


K_V = vevőoldalon képzett ellenőrző információ

7. ábra

3.5. *A kódblokkok optimális hossza*

Mind a longitudinális ellenőrzés során, mind az összes eddig említett kódolási eljárásnál igen fontos kérdés, hogy mekkora legyen az egy hosszmenti egységben átvitelre kerülő jelek száma, azaz a longitudinális blokk. Ha ezek hossza túl nagy, akkor a felfedett hibák javítása végett igen sok információt kell újra átvinni. Ha rövidek a blokkok, akkor számos longitudinális ellenőrzés szakítja meg a tényleges információátvitelt. Az átviteli biztonság természetesen csak az átvitt értékes jelek számának csökkenésével növelhető. Minél gyakoribb a vezetékeken a hibafellépés, annál többször kell a hibás blokkokat



8. ábra

ismételni javítás végett. Az ismétlés viszont annál tovább tart, minél hosszabb a blokk. Következésképpen a gyakorlatilag időegység alatt átvihető értékes információk száma a csatorna hibagyakoriságának és a kódblokk hosszúságának a függvénye. A különböző hibavalószínűségekhez számítással hozzárendelhető az optimális kódblokkhosszúság. A gyakorlat szempontjából azonban csak a felhasználni kívánt átviteli csatornán végzett hibavalószínűségi mérés alapján jelölhetjük ki, hogy a mérés eredményeként kapott csatornahibavalószínűség esetén a számítás szerint mekkora az optimális kódblokkhosszúság. A 8. ábrán levő diagram azt mutatja, hogy hogyan változik az optimális kódblokkhosszúság jelekben mérve, ha 1200 Baudos csatornát kívánunk felhasználni, amelynek $\varepsilon = 0$, $\varepsilon = 10^{-5}$ $\varepsilon = 10^{-4}$ és $\varepsilon = 10^{-3}$ hibavalószínűsége jöhet szóba. Mint látjuk az $\varepsilon = 10^{-4}$ hibavalószínűség esetén a diagramon függőleges szaggatott vonalakkal meghatározott intervallumon belül (500—1300 jel) nyerjük a kedvező blokkhosszúságokat, amelyek közül az optimális a 800 jeles hosszúság [1].

4. Egymásután kapcsolt átviteli rendszerek biztonsága

Gyakran előfordul, hogy az információkat nem egy, hanem több egymásután kapcsolt átviteli rendszeren keresztül kényszerülünk szállítani. Az egymásután kapcsolt rendszeren át megvalósuló hírátvitelnek szintén befolyása van az átvitt információk pontosságára. Az egyes átviteli rendszerben fellépő hibahányad ilyenkor összeadódik. Abban az esetben, ha például az információt három átviteli rendszeren keresztül kell eljuttatnunk a felhasználóhoz és ezeknek külön-külön $3 \cdot 10^{-5}$ a hibahányaduk, akkor $3 \cdot 10^{-5} + 3 \cdot 10^{-5} + 3 \cdot 10^{-5} = 9 \cdot 10^{-5}$ lesz az együttes rendszer eredő hibahányada. Az információátvitel egymásután kapcsolt átviteli rendszerek szokásos számát figyelembe véve megállapíthatjuk, hogy általában az egymásután kapcsolt hírátviteli rendszerek egy nagyságrenddel rontják a hibahányadot.

5. A közlekedési üzem által megkívánt hírátviteli pontosság

A hazai közlekedés kibernetikai eszközökkel történő irányításához szükséges információátviteli pontosság mértéke még nem nyert elegendő mélységű elemzést ahhoz, hogy egyértelműen és számszerűen meg lehessen adni. A vonatkozó adatnak a jelenlegi igényeket, valamint az igények növekedésének a dinamikáját is figyelembe vevő kimutatásához még szintén hosszabb időre lesz szükség. Néhány tájékoztató adat azonban eligazít bennünket az e pillanatban legszükségesebb mértékig.

A szovjet közlekedéskibernetikai szakemberek az egyes vasútüzemi munkafolyamatoknál a következő pontossági értékeket tartják szükségesnek [5]

könyvelési adatok és egyes összesített információk	10^{-6}
kocsiparkra vonatkozó adatok kis része a fennmaradó információkkal kapcsolatban pl. be- és kirakás	10^{-4} 10^{-5}.

Ennek a pontossági adatsornak az alapján a 10^{-6} hibahányaddal dolgozó átviteli rendszert tartják kielégítőnek a vasúti közlekedésben [4].

Nem vasúti adatok szerint [10] a csekkszolgálatnál és az adatfeldolgozó folyamatoknál 10^{8} — 10^{10} jelbiztonságot követelnek meg. A távvezérléshez és telemechanikához megkívánt jelbiztonság pedig 10^{10} értéket érte el. Mindezen adatokból azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a vasúti üzem kibernetizálásának kifejlesztési időszakában az alkalmazott számítógép és hírátviteli apparátus relatíve gyors elévülését is figyelembe véve a 10^{8} jelbiztonsági értéket a szükséges pontosság legfelső értékének tekinthetjük, de általában kielégítő lesz a 10^{-6} — 10^{-7} hibahányadnál nem rosszabb érték is [7, 8]. A távlatokat tekintve tudatában kell lennünk, hogy az információfeldolgozás gépesítésének előrehaladásával megkívánt pontosság feltétlenül emelkedni fog.

Befejezésül meg kell említeni, hogy akár az információ, akár átvitelének pontossága nem öncélú a közlekedési szervezeten belül. A velük kapcsolatos követelmények felállítása alá van rendelve a teljes közlekedési rendszer optimalizálási követelményének. Az információátvitellel kapcsolatos feladatok megoldása tehát össze van kapcsolva az egész közlekedési szervezet rend-

szerének megtervezésével, amely során a benne levő elemeket vagy részeket úgy kell illeszteni, kombinálni egymással, egy oszthatatlan egésszé, hogy abból az egész rendszer és egyes kritikus összetevőinek optimális működése adódjék.

Az említett kutatások jelenleg e megadott irányban koncentráltan folynak. A feladat nagy, de a módszertani elvek lefektetése után most a számszerűségek kimunkálása folyik. Ennek eredménye mennyiségi és minőségi tervezési alapot szolgáltat majd a hazai közlekedési vállalatok korszerű gépi információs rendszerének kialakításához.

IRODALOM

[1] *Adolphi:* Datenfernverarbeitung (IBM Nachrichten H. 158. 1962.)
[2] *Fey P.:* Informationstheorie (Akademie V. Berlin. 1963.)
[3] *Hamming R. W.:* Error Detecting and Error Correcting Codes (BSTI 1950. 26.)
[4] *Haupt:* Ein Beitrag für die unerlässlichen Voraussetzungen zur Netzgestaltung von Datenübertragungsnetzen im Verkehrswesen. (Kibernetik im Verkehrswesen, Konferenzmaterial des Ministeriums für Verkehrswesen 1964. Berlin.)
[5] *Katajev:* Az operatív tervezés automatizálása és gépesítése a vasútüzemben. (Zseleznodorozsnüj transzport. 1962. 1. sz.)
[6] *Meyer—Eppler:* Grundlagen und Anwendungen der Informationstheorie. (Springer-Verlag, Berlin, 1959.)
[7] *Petrov:* Das System der Rechenzentralen der Eisenbahnen mit Fernübertragung der Angaben. (Kybernetik und Elektronik bei den Eisenbahnen 1964. 9. sz.)
[8] *Petrov:* Az adatszolgáltató helyekkel közvetlen összeköttetésben levő számológépközpontok rendszerének kiépítése a vasúton. (Vesztnyik 1961. 6. sz.)
[9] *Poletajev:* Kybernetik (Deutscher Verlag der Wissenschaften. Berlin. 1964.)
[10] *Steinbuch K.:* Nachrichtenverarbeitung (Springer V. 1962.)
[11] *Reiger:* Error probabilities of Binary Data Transmission System in the Presence of Random Noise (Conv. Rec. I. R. E. 1953. Part B.)

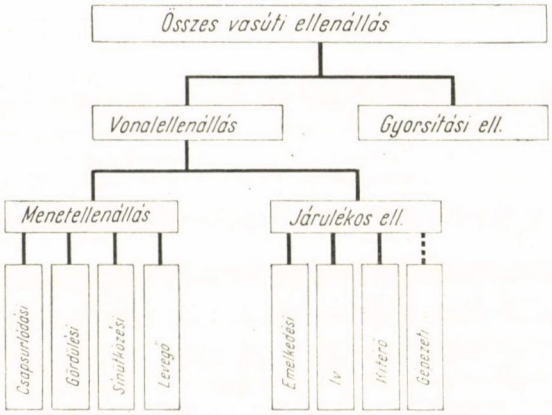
DR. KERKÁPOLY ENDRE, a műszaki tudományok kandidátusa

A HEVEDERES SÍNILLESZTÉSNÉL FELLÉPŐ TÖBBLETELLENÁLLÁS MEGHATÁROZÁSA

1. Bevezetés

A vasúti üzem lebonyolításának, a vonatmozgások helyes irányításának nélkülözhetetlen segédeszköze a *menetdiagram*, amely mind a sebesség és a menetidő, mind pedig az üzemanyagfogyasztás pontos meghatározásának alapját képezi. A menetdiagramok a pálya- és állomási felújítások tervezése során is mind nagyobb jelentőséget kapnak, elsősorban a nyílt vonal magassági vonalvezetésének kialakításával, valamint a rendezőpályaudvarok esésviszonyainak, a gurított kocsik mozgásviszonyainak meghatározásával kapcsolatban. Minden ezzel kapcsolatos dinamikai számítás vagy szerkesztés legfontosabb kiinduló adatai a *vasúti ellenállások*, tehát azok az erők, amelyekkel szemben a vonóerő a járművet mozgásban tartja. A vonóerők és ellenállások, illetve ezek munkájának viszonya szabja meg a vonat mozgásának változását.

A vasúti járművekre ható összes ellenállás igen sok tényezőből tevődik össze, amelyet a mellékelt 1. ábra jól szemléltet.



1. ábra A vasúti ellenállások csoportosítása

A *menetellenállás az egyenes, vízszintes pályán szélcsendben, állandó sebességgel haladó vasúti jármű összes ellenállása*. Ezt az ellenállást a hazai szakirodalom sok helyen — rendszerint külföldi fordítások alapján — futási ellenállásnak, alapellenállásnak is nevezi. A menetellenállás tehát a vasúti jármű legfontosabb ellenállása, amely annak mozgásakor mindig fellép. A menetellenálláshoz a pályaviszonyoktól függően egyéb ellenállásfajták is hozzáadódnak, amelyeket gyűjtőnéven *járulékos ellenállásoknak* nevezhetünk.

A járulékos ellenállások csoportjába tartozik az *emelkedési ellenállás* és az *ívellenállás* vagy kanyarulati ellenállás. Ide sorolható a rendezőpályaudvarok gurítódombjáról leguruló kocsiknál figyelembe veendő *kitérőellenállás*, valamint a vontatójárművek *gépezeti ellenállása* is.

A fenti ellenállásfajták mind állandó sebességgel mozgó járműre vonatkoznak. Gyorsuló mozgás esetén — indításkor, gyorsításkor — egy újabb többletellenállás, az *indítási*, vagy *gyorsítási ellenállás* is fellép.

A *járulékos ellenállások* közül az *emelkedési ellenállás* igen egyszerű mechanikai összefüggés alapján pontosan meghatározható. Az *ívellenállás* pontos meghatározása ennél sokkal nehezebb feladatot jelent s a korábban meghatározott sokévtizedes gyakorlati képletek *(Röckl, Protopapadakis, Hoffmann, Hiller, Parodi* stb.) a járművek futóműveinek fejlődése és a nagysebességű pályák megváltozott nyomtávolságviszonyai miatt (nyomszűkítés, 1 : 40-es síndőlés stb.) ma már igen vitatható pontosságú eredményeket adnak. Egyes külföldi kutatók *(Schramm)* ez irányban igen szerteágazó tudományos munkásságot fejtenek ki és e téren a hazai kutatómunka is folyamatban van. A változó sebességnél fellépő *gyorsítási ellenállás* meghatározása elméleti úton szintén egyszerűen és egyértelműen végrehajtható.

E tanulmány a vasúti ellenállások vizsgálatát a legtöbb problémát adó *menetellenállásra* szűkíti le.

2. A menetellenállás összetevői

Már a vasutak tervezésének és építésének kezdeti korszakában is foglalkoztak az előzőekben vázolt ellenállási értékek meghatározásával. Az elméleti kutatások már sok évtizeddel ezelőtt is azt mutatták, hogy a fajlagos ellenállási értékek meghatározása s olyan gyakorlati képletek bevezetése, amelyek az egyes járműtípusokra nézve általánosíthatók, megbízhatóan csak *kísérletsorozatok* útján történhet.

A kísérletekből kapott adatok képletbefoglalásakor azonban a kutatók az egyes ellenállások elméleti alapját, azok összetevőit igyekeztek meghatározni. Különösen nehéz feladatot jelentett ez a menetellenállás esetében, amelynek előidéző okai között számos, a jármű és a pálya szerkezeti kialakításától függő, tág határok között változó tényező is van.

A továbbiakban részletesebben tárgyalom a menetellenállás részellenállásainak meghatározását, csoportosítását.

Az idevonatkozó *magyar szakirodalmat* áttekintve megállapítható, hogy *Kisfaludi-Lipthay Sándor* professzor 1885-ben megjelent Vasútépítéstan c. könyvében, amely az első magyar nyelvű összefoglaló vasútépítési munkának tekinthető, már felhasználja a franciák *(Dieudonné, Vuillemin* és *Guébhard)*, valamint a németek és az osztrákok kísérleti eredményeit s a gyakorlati menetellenállási képletek megállapításánál ezeket elsőrendű fontosságúaknak tartja. A menetellenállásokat az alábbi részellenállásokra bontja:

1. *Csapsúrlódási ellenállás*, amely a csapágyban a csap és a csésze között fellépő súrlódási ellenállásokat jelenti.
2. *Gördülési ellenállás*, amely a kerekek és a sín felületének terhelés alatti benyomódásából keletkezik.
3. *Légellenállás*, amely a nyugodt levegőben haladó jármű felületén lép fel.
4. *Szél hatására keletkező ellenállás*, amely ellenszél vagy oldalszél esetén keletkezik.

5. *A kerék felületén fellépő egyéb ellenállások*, amelyek a jármű szabálytalan — kígyózó, bólintó és támolygó — mozgásaiból keletkeznek.

Több évtizeddel később *Zelovich Kornél* professzor [13] az előző felosztásból csupán a *csapsúrlódási ellenállást, a gördülési ellenállást és a levegő ellenállást* tekinti a menetellenállás részellenállásainak. Munkájában foglalkozik a vasúti járművek szabálytalan járásával, a kígyózó, bólintó és a támolygó menettel, azonban véleménye szerint az ezekből keletkező ellenállás-komponenseket elméleti úton meghatározni nem lehet s azokat csak kísérleti uton közelíthetjük meg. A kísérleti eredményekből nyert képleteknél ezt az ellenállásfajtát a gördülő ellenállás értékében veszi figyelembe. Véleménye szerint azonban az e hatások következtében keletkező ellenállásnak a sebességgel négyzetes arányban kellene növekednie, így egyértelműen nem oldja meg a problémát.

Az előzőkkel teljesen azonos módon foglalkozik a menetellenállások részellenállásaival *Dr. Jáky József* professzor is és az egyetemi tananyagban évtizedeken keresztül ez a tárgyalásmód szerepelt. [3, 6, 8]

Az elmúlt évtizedekben a *külföldi szakirodalom* is hasonló értelemben foglalkozott ezzel a kérdéssel. Így *Wilhelm Müller* közismert alapvető munkájában a menetellenállás összetevőit az alábbiakban adja meg: [10]

1. *a mozdony gépezeti ellenállása*,
2. *csapsúrlódási ellenállás*,
3. *gördülési ellenállás*,
4. *maradéktag*,
5. *levegő ellenállás*.

Új tagként jelentkezik itt az ún. „maradéktag" (Restglied), amely *Müller* szerint a vágány állapotára, a sínillesztések hatására és a kocsiknak a járművek szerkezetéből előálló szabálytalan egyedi mozgásaira vezethető vissza. Ugyanakkor azonban, amikor a másik négy részellenállás számszerű értékeit elméleti vizsgálatokkal támasztja alá, a „maradéktag"-ot *Müller* sem tárgyalja részletesen, csupán annyit állapít meg róla, hogy a sebességgel egyenes arányban változik. Végeredményben tehát e felosztásnál — *Kisfaludi-Lipthay*hoz és *Zelovich*-hoz hasonlóan — már említés történik a pálya egyenetlenségeiből, a sínillesztésekből származó részellenállásról, de számszerűen, elméletileg e tag nincs meghatározva.

Babicskov és Jegorcsenko szovjet kutatók munkájukban az alábbi felosztást adják a menetellenállás részellenállásaira vonatkozóan: [1]

1. *csapsúrlódási ellenállás*,
2. *gördülési ellenállás*,
3. *levegő ellenállás*,
4. a *kerék csúszó súrlódása a síneken*,
5. *az ütésekből és a jármű szabálytalan mozgásából adódó lendületveszteségek*.

A felosztásban az 1—3. részellenállások megegyeznek a korábbi klasszikusnak mondható ellenállás összetevőkkel, újszerű azonban a 4. és 5. alattiak tárgyalása.

Hans Nordmann összefoglaló jellegű munkájában [11] szintén az előzőkben részletezett csoportosítást veszi alapul azzal, hogy a csapsúrlódáson felül,

a pálya egyenetlenségeiből és a jármű szabálytalan mozgásából keletkező részellenállási tagot „mozgási ellenállás"-nak (Bewegungswiderstand) nevezi.

E néhány hazai és külföldi tudományos munka — köztük közismert, általánosan elfogadott és a vonatkozó szaktudományok alapjául vett mű — idevonatkozó fejezetei egyértelműen igazolják, hogy hosszú évtizedeken keresztül a menetellenállások részellenállásának tartották:

1. *a csapsúrlódási ellenállást,*
2. *a gördülési ellenállást és*
3. *a levegő ellenállást.*

Ezeket elméletileg is meghatározták. Valamennyi említett szerző érezte azonban, hogy a fenti 3 részellenállás mellett még *kell egy további tagnak is lennie*, amelyet a pálya felépítményének egyenetlenségei, a sínillesztések, a járművek szabálytalan mozgásai stb. hoznak létre. E tagot azonban — éppen a létrehozó tényezők sokfélesége miatt — nem definiálták elméletileg s különböző elnevezésekkel látták el. Minthogy pedig a menetellenállási képleteket kísérleti úton határozták meg s ezek a jelenségek a kísérleti pályákban is mindig fennálltak — így hatásuk a mérési eredményekben jelentkezett — az elméleti meghatározás hiánya nem volt észrevehető.

3. A sínütközési ellenállás elméleti meghatározása

Az előzőkben felsorolt tényezők közül az utóbbi évtizedben különös jelentőséget kapott a hevederes — tehát terjeszkedési hézaggal kiképzett — sínillesztéseknél fellépő ellenálláshányad, minthogy a hézagnélküli, hegesztett felépítmény bevezetése folytán az illesztési hézagok megszűnnek s így a menetellenállás összértékének természetszerűen csökkennie kell.

Ezt a részellenállást a továbbiakban *„sínütközési ellenállás"*-nak nevezhetjük s e tanulmány ennek elméleti és kísérleti meghatározásával foglalkozik [7].

A külföldi és hazai szakirodalomban ennek a részellenállásnak vizsgálatával nem találkozhatunk, mindössze *Nyikolajev és Tretyakov* szovjet szerzők 1950-ben megjelent munkájukban [12] tárgyalják külön a hevederes illesztéssel és dilatációs hézaggal kiképzett vágányokon az illesztéseknél fellépő ütközési ellenállást, amelynek egy egyszerű *tapasztalati képletét* adják meg, elméleti indokolás nélkül.

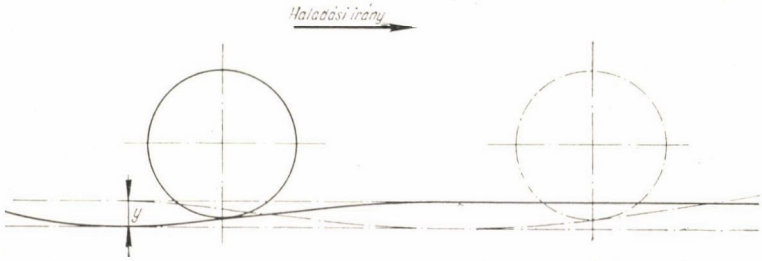
Az illesztési hézagon átgördülő járműkerék szabatos gördülését az alábbi tényezők befolyásolják:

a) Terjeszkedési hézag a sínvégek között;
b) Függőleges lépcső a sínvégek között;
c) Vízszintes lépcső a sínvégek között.

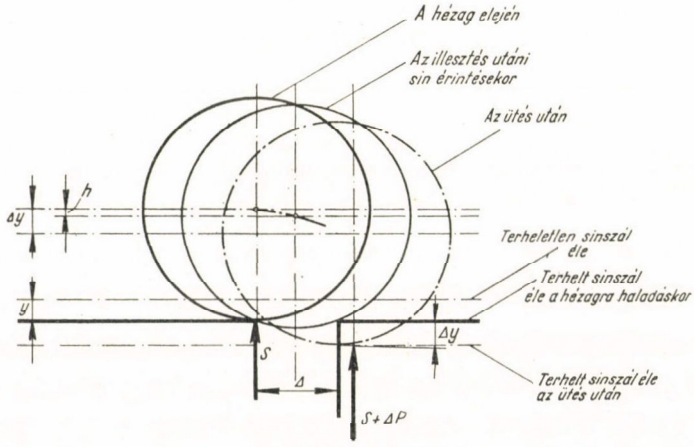
Ezek közül az *a)* alatti terjeszkedési hézag — a nagy nyári melegben bekövetkező sínvégösszezáródástól eltekintve — mindig megvan, míg a másik kettő, együttesen vagy külön-külön, kisebb vagy nagyobb mértékben, a felépítmény rendszerétől, fenntartottsági állapotától függően változik.

a) *Terjeszkedési hézag a sínvégek között*

A rugalmas alátámasztású sínszál az álló kerék terhelése alatt is lehajlik és a kerék egy besüllyedésében, hullámvölgyben áll. E besüllyedés mértéke 1,6 — 2,4 mm, átlagosan 2 mm. Ez a hullám természetesen a futó kerék alatt is létrejön, úgy, hogy azzal együtt továbbhalad, ami azt jelenti, hogy a kerék mindig a hullám emelkedő, felfelé mutató ágára igyekszik felfutni (2. ábra). Jól fenntartott hevederes illesztésnél e hullám miatt függőleges lépcső nem keletkezik, minthogy a sínvégek közötti Δ hézag mérete eltörpül a sínhosszhoz, illetve a hullám hosszához képest.



2. ábra Hullámképződés a jármű kereke alatt



3. ábra A járműkerék helyzete a terjeszkedési hézagon való átugráskor, kis sebesség esetén ($v < v_0$)

Amidőn a kerék ráfut az illesztésre, a hézagba való beesés miatt a besüllyedés y méretén túlmenően a sínvégek tovább süllyednek, amelynek mértékét a 3. ábrán Δy-nal jelöltem.

A felépítmény rugózási együtthatója:

$$r = \frac{S}{y},$$

ahol:

r = a felépítmény rugózási együtthatója, [kp/cm]
S = keréksúly, [kp]
y = besüllyedés, [cm].

Az előző 3. ábra alapján megállapítható, hogy az állandó y besüllyedés az álló kerék S súlyával, míg a Δy változó besüllyedés a keréknek a hézagon való átugrásakor keletkező ΔP többleterővel arányos:

$$\frac{y}{S} = \frac{\Delta y}{\Delta P} = \frac{y + \Delta y}{S + \Delta P} .$$

Ebből ΔP számítható. Minthogy az állandó S keréksúly hatására keletkezett y besüllyedés álló és mozgó kerekeknél egyaránt állandóan megvan, elegendő a továbbiakban a ΔP erővel, illetve a Δy besüllyedéssel foglalkozni. Ezért a koordinátarendszert eltolva, y-t nem vesszük figyelembe, $y = 0$.

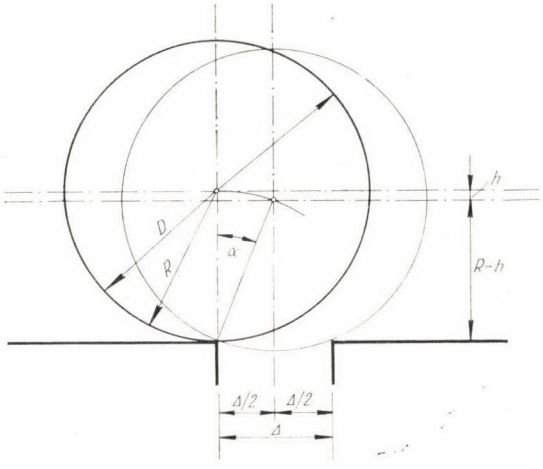
α) A terjeszkedési hézagon átgördülő kerék vizsgálata kis sebességnél

A 4. ábrán a fenti egyszerűsítés alapján a hézagon átugró kerék geometriai viszonyait tüntettem fel. A kerék középpontja egy R sugarú köríven mozog és az illesztés utáni sínvég érintésekor a középpont a hézag közepe fölött van (az ábrán vékony vonallal ábrázolt helyzet).
A 4. ábra alapján:

$$\sin \alpha = \frac{\Delta}{2R} = \frac{\Delta}{D} ; \quad \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{\Delta^2}{D^2}} = \frac{1}{D} \sqrt{D^2 - \Delta^2} .$$

A kerék esési magassága:

$$h = R - R\cos \alpha = R - \frac{\sqrt{4R^2 - \Delta^2}}{2} ,$$



4. ábra A terjeszkedési hézagon átugró járműkerék geometriai helyzete

ahol:

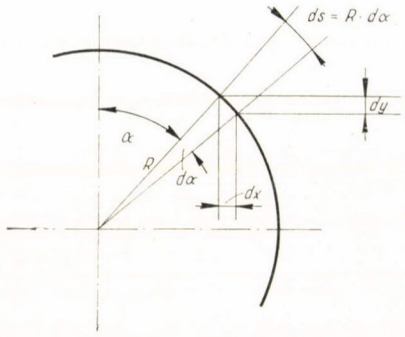
Δ = terjeszkedési hézag, [cm]
D = kerékátmérő, [cm]
R = keréksugár, [cm]
h = esési magasság, [cm].

Az alábbi vázlat szerint meghatároztam a kerék beesésének irányába eső függőleges s'_y sebességet:

$$dy = \sin\alpha\, ds = R \sin\alpha\, d\alpha\,; \qquad dx = \cos\alpha\, ds = R\cos\alpha\, d\alpha.$$

Vízszintes, tehát haladási irányban a sebesség állandó:

$$\frac{dx}{dt} = s'_x = \frac{R\cos\alpha\, d\alpha}{dt} = \text{const.}$$



5. ábra Vázlat a s_y sebesség meghatározásához

Innen:

$$dt = \frac{R\cos\alpha\, d\alpha}{s'_x}$$

$$s'_y = \frac{dy}{dt} = \frac{R\sin\alpha\, d\alpha}{R\cos\alpha\, d\alpha}\, s'_x = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}\, s'_x = \frac{\Delta}{\sqrt{4R^2 - \Delta^2}}\, s'_x\,.$$

Célszerű a képletben szereplő vízszintes irányú haladási sebességet — a gyakorlatnak megfelelően — v km/órában behelyettesíteni. Így az esési sebesség végeredménye:

$$s'_y = \frac{100\,\Delta\, v}{3{,}6\sqrt{4R^2 - \Delta^2}} \tag{1}$$

Az illesztési hézagba beeső kerékpár mozgási energiája, a s'_y ismeretében: (Q'_{tr} = a rugózatlan tengelysúly [kp])

$$L_y = \frac{m\, s'^2_y}{2} = \frac{m}{2}\left(\frac{100\,\Delta\, v}{3{,}6\sqrt{4\,R^2 - \Delta^2}}\right)^2 = \frac{Q'_{tr}}{2\,\varrho}\,\frac{10\,000\,\Delta^2}{3{,}6^2(4R^2 - \Delta^2)}\, v^2\,. \tag{2}$$

A L_y ismeretében a H cm távolságra levő sínillesztéseknél fellépő ellenállás meghatározható:

$$E_{ü} = \frac{L_y}{H} = \frac{Q'_{tr}\ 10\,000\ \Delta^2}{2g \cdot 3{,}6^2(4R^2 - \Delta^2)\,H}\ v^2\ [\text{kp}] \tag{3}$$

A fajlagos érték meghatározásához a (3.) képletet az egy tengelyre jutó teljes súllyal, azaz a Q_t [Mp] tengelynyomással kell osztanunk, minthogy az egész számítást egy tengelyre és nem az egész járműre nézve végeztem: ($Q_{tr}/Q_t \cong \cong 1/10$)

$$\mu_{ü} = \frac{E_{ü}}{Q_t} = 0{,}393\ \frac{\Delta^2}{(4R^2 - \Delta^2)H}\ v^2\ [\text{kp/Mp}] \tag{4}$$

β) A jármű rugózásának hatása

A jármű rugózása a terjeszkedési hézagba történő beesés során növeli a nehézségi erő okozta gyorsulást.

A kerékpár esési sebessége:

$$s = bt$$

A képletben szereplő b gyorsulás a nehézségi gyorsulásból és a rugóerők okozta gyorsulásból tevődik össze:

$$b = g + \Delta b$$

A Δb értéke nem állandó, hanem a tengely függőleges irányú mozgásaitól függ:

$$P_{r0} = \frac{P_r + (P_r - \Delta P_r)}{2} = \frac{2P_r - \Delta\, Pr}{2}\ ,$$

ahol:

P_{r0} = átlagos rugóerő
P_r = rugóerő
ΔP_r = a rugóerő változása a terjeszkedési hézagon átugráskor.

$$\Delta P_r = ch,$$

ahol:

c = a jármű hordrugójának rugóállandója
h = a kerékpár esési magassága.

A rúgóerők által okozott gyorsulás, tengelyenként 2 rugó esetén:

$$\Delta b = 2\,\frac{P_{r0}}{m} = 2\,\frac{2P_r - ch}{2 \cdot m} = \frac{2P_r - ch}{Q'_{tr}}\ g\ .$$

Egy rugó rugóereje a hézagra futáskor:

$$P_r = \frac{Q'_t - Q'_{tr}}{2}$$

A c átlagos értékét, $c = 2000$ kp/cm-t behelyettesítve:

$$\Delta b = \frac{\left[Q'_t - Q'_{tr} - 2000\ \frac{1}{2}\ (2R - \sqrt{4R^2 - \Delta^2})\right] g}{Q'_{tr}} \tag{5}$$

Minthogy azonban a $ch = 2000 \frac{1}{2} 2R - \sqrt{4R^2 - \Delta^2})$ érték a fenti (5) egyenlet többi tagjához képest igen kicsiny, így elhanyagolható:

$$\Delta b = \frac{(Q'_t - Q'_{tr})\, g}{Q'_{tr}} \tag{6}$$

E közelítés előnye, hogy a c rugóállandó értéke kiesett, s így a kapott eredmény a járművek egyedi rugózási tulajdonságaitól független.

γ) A terjeszkedési hézagon átgördülő kerék vizsgálata nagy sebességnél.

Nagyobb v menetsebességnél a tengelyközéppont nem körív mentén mozog, amint azt az előzőekben tárgyaltam. Ilyen esetben a tengelyközéppont egy *parabolikus pályán* mozog, melynek összetevői a v vízszintes sebességű mozgástól és a hézagba beesés mozgásától függenek, mely utóbbinak gyorsulását az előző 6. képletben már meghatároztam.

Az alábbi 6. ábra jelölései alapján az esési magasság:

$$h' = \frac{b}{2} t^2 = \frac{g + \Delta b}{2} t^2$$

Az ábrán azt is feltüntettem, hogy ideális esetben a hézagon való átugráskor a felépítmény rugóállandójának is szerepe lehet. A sínvégek a lelépő kerék okozta tehermentesülése — a sínanyag rugalmassága folytán — a bal oldali sínvég felemelkedését eredményezheti. Ha a sínszálat tömegnélküli vonalnak tételezzük fel, ez a tehermentesülés következtében bekövetkező felemelkedés a kerék lelépésével egyidőben olymódon következnék be, hogy a felemelkedő sínvég a kerékkel mindaddig érintkezésben maradna, amíg a kerék a következő — jobboldali — sínre fel nem lépett. Ezt a helyzetet tünteti fel a 6. ábra b kerékhelyzete.

A tényleges felépítménynél ez a sín tömegének tehetetlensége folytán nincs így és a kerék az y állandó besüllyedés helyzetében (l. 3. ábra) levő sínről lelépve csak akkor jut érintkezésbe a következő sínvéggel, amidőn tengelyközéppontja a terjeszkedési hézag függőleges felezővonalát (l. 6. ábra) már meghaladta.

A sínszálnak a korábbi 4. ábrán már bemutatott terhelés alatti alakja is alátámasztja azt a megállapítást, hogy a sínvégeket a kerék átugrásakor elméletileg azonos magassági szintűnek tekinthetjük és az említett tehermentesülés következtében előálló visszarugózásnál az átugrás pillanatában nem kell számolnunk.

Ilyen esetben tehát a tengelyközéppontnak a 6. és 7. ábrákon bejelölt mozgásvonala parabola.

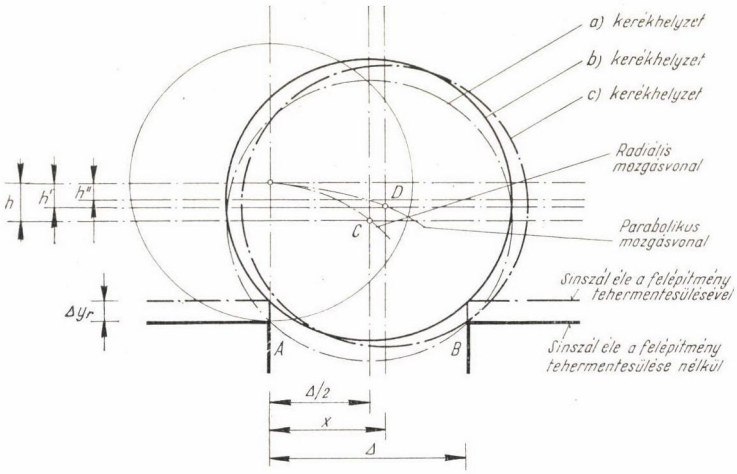
A kerékpár esési sebessége:

$$s'_y = bt = (g + \Delta b)t = \frac{(g + \Delta b)3{,}6\, x}{100\, v}.$$

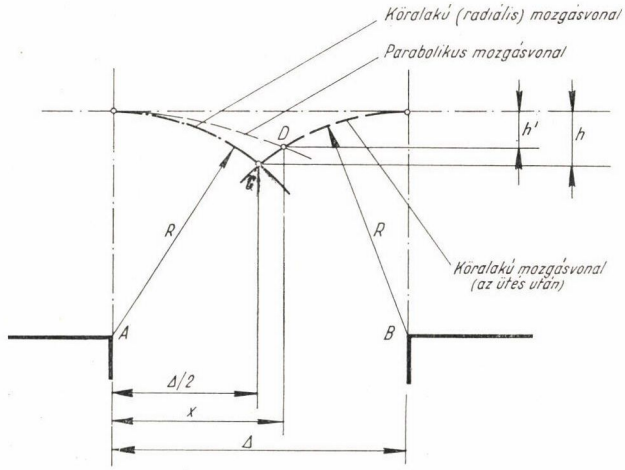
minthogy:

$$t = \frac{3{,}6x}{100v},$$

ahol: x = a 6. és 7. ábrákon értelmezett távolság



6. ábra A járműkerék helyzete a terjeszkedési hézagon való átugráskor, nagy sebesség esetén ($v > v_0$)



7. ábra A tengelyközéppont mozgásvonalai

A Δb korábban meghatározott, (6.) képlet szerinti értékét behelyettesítve:

$$b = g + \Delta b = g + \frac{(Q'_t - Q'_{tr})}{Q'_{tr}} g = g \frac{Q'_t}{Q'_{tr}}.$$

Így:

$$s'_y = bt = \frac{3{,}6(g + \Delta b)x}{100\, v} = \frac{3{,}6\, gQ'_t x}{1000\, Q'_{tr}\, v} \text{ [cm/sec]} \tag{7}$$

A mozgási parabola az alábbi egyenlettel egyértelműen meghatározott:

$$h' = \frac{b}{2} t^2 = \frac{b}{2} \frac{3{,}6^2 x^2}{100^2 v^2} \tag{8}$$

A kerék mozgása szempontjából van egy olyan v_0 *határsebesség*, amely a tengelyközéppont mozgásánál az előzőkben tárgyalt körívalakú és a parabolaalakú mozgásvonalak közötti átmenetet jelenti. E határhelyzetben: $x = \Delta/2$ Tehát:

$$h' = \frac{b}{2} \frac{3{,}6^2 \left(\frac{\Delta}{2}\right)^2}{100^2 v_0^2} \tag{9}$$

A mozgási görbének a 7. ábrán bejelölt D ponttól jobbra levő második, emelkedő része a (7.) képlet szerint határozható meg:

$$h' = \frac{b}{2} \frac{3{,}6^2(\Delta - x)^2}{100^2\, v_0^2}$$

Természetesen a D pontban a (8.) és (9.) egyenleteknek azonos h' értékeket kell adniok:

$$h' = \frac{b}{2} \frac{3{,}6^2 x^2}{100^2 v^2} = \frac{b}{2} \frac{3{,}6^2(\Delta - x)^2}{100^2 v_0^2}$$

$$\frac{x}{v} = \frac{\Delta - x}{v}$$

Az x távolság meghatározása:

$$x = \frac{\Delta\, v}{v_0} - \frac{xv}{v_0}$$

$$x = \frac{\Delta\, v}{v_0 + v}$$

Az esési sebesség a korábbi (7.) összefüggés szerint:

$$s'_y = \frac{3{,}6\, gQ'_t \Delta}{100 Q'_{tr}(v_0 + v)} \tag{10}$$

Az illesztési hézagba nagy sebesség esetén beeső kerékpár által végzett munka, függőleges irányban:

$$L_y = \frac{m}{2} s'^2_y = \frac{m}{2} \frac{3{,}6^2 gQ'^2_t . \Delta^2}{100^2 Q'^2_{tr}(v_0 + v)^2}$$

Egyszerűsítve:

$$L_y = \frac{3{,}6^2\, g Q_t'^2 \Delta^2}{2 \cdot 10000 Q_{tr}' (v_0 + v)^2} \quad [\text{cmkp}] \tag{11}$$

A H cm távolságra levő sínillesztéseknél fellépő ellenállás:

$$E_{ü} = \frac{3{,}6^2\, g Q_t'^2 \Delta^2}{2 \cdot 10000 Q_{tr}' (v_0 + v)^2 H} \quad [\text{kp}] \tag{12}$$

A fajlagos érték, Q_t Mp-vel osztva és egyszerűsítve:

$$\mu_{ü} = \frac{E_{ü}}{Q} = 63{,}57 \frac{\Delta^2}{(v_0 + v^2) H} \quad [\text{kp/Mp}] \tag{13}$$

δ) A határsebesség megállapítása:

E sebességnél a s_y'-ra vonatkozóan a kis és nagysebességű esetekre megállapított (1.) illetve (10.) valamint a munkára vonatkozó (2.) illetve (11.) képleteknek meg kell egyezniök:

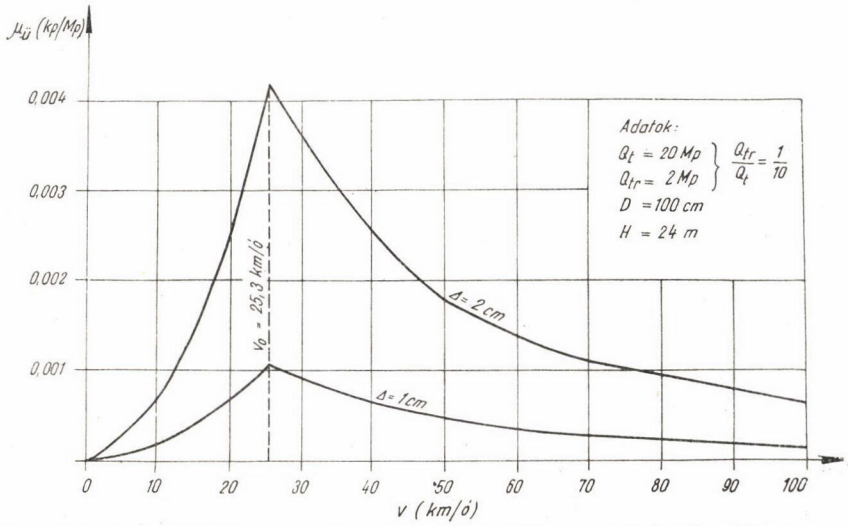
$$s_y' = \frac{100 \Delta v}{3{,}6 \sqrt{4R^2 - \Delta^2}} = \frac{3{,}6\, g Q_t' \Delta}{100 Q_{tr}' (v_0 + v)}$$

Minthogy a kritikus sebességnél $v = v_0$

$$\frac{100 \Delta v_0}{3{,}6 \sqrt{4R^2 - \Delta^2}} = \frac{3{,}6\, g Q_t' \Delta}{100 Q_{tr}' 2 v_0}$$

innen:

$$v_0 = \sqrt{\frac{3{,}6\ g\ Q_t'\ \Delta\ 3{,}6 \sqrt{4R^2 - \Delta^2}}{100\ Q_{tr}'\ 2 \cdot 100\ \Delta}} = 0{,}797 \sqrt{\frac{Q_t'}{Q_{tr}'} \sqrt{4R^2 - \Delta^2}}$$



8. ábra A terjeszkedési hézagon átugró kerékpár fajlagos többletellenállása, azonos magassági szintben fekvő sínvégek esetén

Minthogy $\Delta^2 \ll R^2$, az alábbi egyszerűsítés megengedhető, s így egy jól használható képletet kapunk:

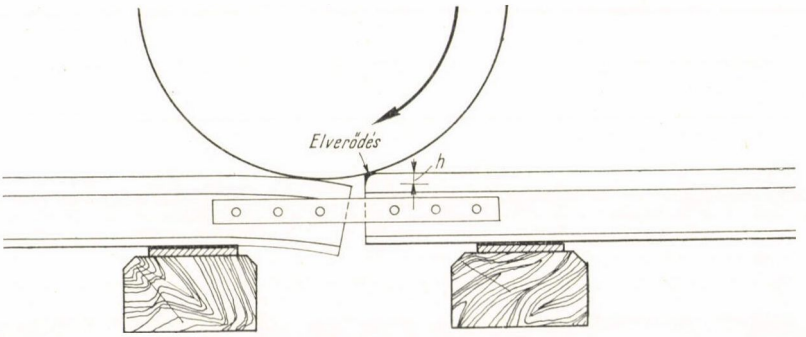
$$v_0 \cong 0{,}8 \sqrt{\frac{Q'_t 2\,R}{Q'_{tr}}} \text{ [km/ó]} \tag{14}$$

A terjeszkedési hézagon átugró kerékpár elméleti vizsgálatát az előbbi 8. ábrában összegezem. Kiszámítottam egy, az ábrán feltüntetett adatokkal jellemzett átlagos járműkerékpár fajlagos többletellenállását, amely $\Delta = 1$ cm és $\Delta = 2$ cm terjeszkedési hézagon való átugráskor keletkezik, feltételezve, hogy — az előző részletes tárgyalás szerint — a sínvégek magassági helyzete az illesztésnél változatlan.

A számítás eredménye szerint *az itt keletkező többletellenállás csekély mértékű, különösen nagy sebességek esetén.*

b) *Függőleges lépcső a sínvégek között*

A hevederes sínillesztésnél az előző *a)* pontban vázolt ideális eset — amely szerint a kerék átfutásakor a sínvégek teljesen azonos magassági szinten maradnak — azonban csak a legritkább esetben, igen jól fenntartott pályán,



9. ábra Függőleges lépcsőképződés

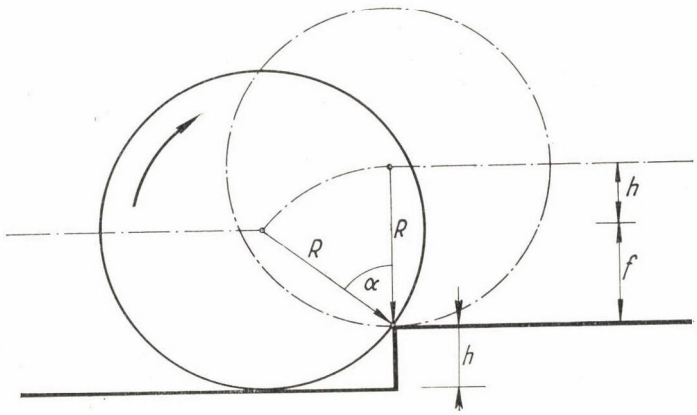
ikeraljas síniillesztés esetén fordul elő. Rendszerint az *illesztés előtti sínvég a kerékterhelés hatására kisebb-nagyobb mértékben lehajlik*, amit a hevederkötés játéka megenged. Így a 9. ábrán bemutatott függőleges lépcső keletkezik a két sínvég között, amelyre a keréknek fel kell ugrania. A kerék az illesztési hézagon átugorva, a függőleges lépcső következtében az illesztést követő sín végét üti, kalapálja, ami természetesen munkát és így többletellenállást jelent. Ezek a sínvégelverődések, kicsorbulások a hevederes illesztések sínvégein jól megfigyelhetők. Ez a hatás természetesen nagyobb, mint az előző *a)* pontban tárgyalt jelenség.

A függőleges lépcsőre a keréknek a sebességtől függetlenül *mindig fel kell ugrania*, vagyis az így meghatározható munka értéke nagyobb sebesség esetén sem csökkenhet, amint az az ideális hézagon való átugrásnál, az előző *a/γ* pont szerint volt.

A függőleges lépcsőre felugró kerék vizsgálatánál az előző fejezetben tárgyalt gondolatmenetet folytatom. A kerék geometriai helyzetét az alábbi 10. ábra tünteti fel. Az ábra jelölései szerint:

$$\cos\alpha = \frac{f}{R} = \frac{R-h}{R}\,; \qquad \sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \sqrt{1-\frac{f^2}{R^2}}$$

$$s'_y = \frac{dy}{dt} = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}\, s'_x = \frac{\sqrt{1-\frac{f^2}{R^2}}}{\frac{f}{R}} = \frac{R\sqrt{1-\frac{f^2}{R^2}}}{f} \quad [\mathrm{cm/sec}] \qquad (15)$$



10. ábra Függőleges illesztési lépcsőn áthaladó járműkerék geometriai helyzete

A függőleges lépcsőre felugró kerékpár függőleges irányú munkája:

$$L_y = \frac{10\,000 Q'_{tr}\,[R^2-(R-h)^2]}{2\cdot 3{,}6^2\, g(R-h)^2}\, v^2 \ [\mathrm{cmkp}] \qquad (16)$$

Ebből a többletellenállás H sínhosszak alapulvételével meghatározató:

$$E_{ü} = \frac{10\,000\, Q'_{tr}\,[R^2-(R-h)^2]}{2\cdot 3{,}6^2\, g\,(R-h)^2\, H}\, v^2 \ [\mathrm{kp}] \qquad (17)$$

Az 1 Mp tengelysúlyra átszámított fajlagos ellenállás:

$$\mu_{ü} = 0{,}393\,\frac{R^2-(R-h)^2}{(R-h)^2\, H}\, v^2 \ [\mathrm{kp/Mp}] \qquad (18)$$

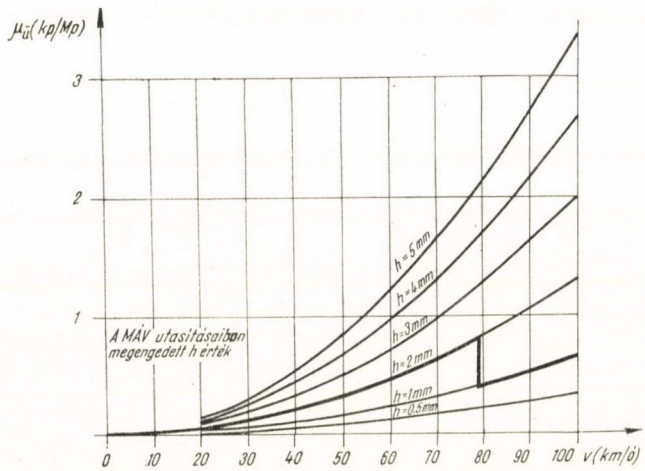
Ez a többletellenállás igen jelentős és a sínütközési ellenállás jelentős részét alkotja. Az alábbiakban bemutatom a 11. ábrát, amely különböző, $h = 0{,}5$—5 mm függőleges lépcsőkre felugró tengely fajlagos többletellenállási értékeit ábrázolja. A korábbi példákhoz hasonlóan itt is meghagytam a teljes és a rugózatlan súlyok közötti $Q_{tr} : Q_t = 1 : 10$ arányt, az adatok megegyeznek a korábbi 8. ábra adataival.

A Magyar Államvasutak érvényben levő előírása fenntartásnál, az illesztéseknél az alábbi függőleges lépcsőt engedi meg:

$$v \geqq 80 \text{ km/ó sebességnél: } h_{max} = 1 \text{ mm.}$$

$$v < 80 \text{ km/ó sebességnél: } h_{max} = 2 \text{ mm.}$$

Ezek az adatok azt mutatják, hogy *1—2 mm függőleges lépcső még szabályszerűen fenntartott hevederes illesztésű pályán is előfordulás megengedett.* A tapasztalat szerint régebbi, elverődött és lehajlott sínvégeknél a fenti értékeknél nagyobb h függőleges lépcsőkkel is találkozunk. A 11. ábrán az említett MÁV



11. ábra A függőleges lépcsőn felugró kerékpár fajlagos többletellenállása

előírásban szereplő határértékeket vastagabb vonallal feltüntettem. Szembetűnő, hogy pl. a gyakorlatban előforduló — és megengedett — 2 mm függőleges lépcsőnél már közepes sebességeknél is 0,3—0,5 kp/Mp többletellenállási értékekkel számolhatunk, amelyek a teljes menetellenállás értékének 10%-át is meghaladják.

c) *Vízszintes lépcső a sínvégek között*

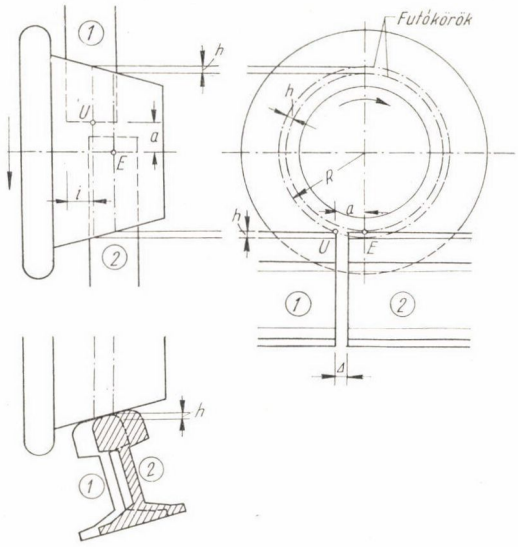
A hevederes illesztésnél a sínvégek között elvileg vízszintes irányú eltérés, lépcső is létrejöhet, amelynek rövid tárgyalása a teljesség kedvéért indokolt.

A vizszintes lépcsőnél a kerék áthaladásakor mind vízszintes, mind függőleges irányban irányeltérítés keletkezik, amely a jármű nyugodt haladása szempontjából rendkívül káros. A 12. ábra egy vízszintes lépcsőn áthaladó kerék helyzetét ábrázolja. Látható, hogy egyrészt a sínnek a vezetést biztosító oldalfelülete mentén ugrás van, amely *oldalirányú lökést* ad a járműnek, másrészt pedig a kerék kúpossága miatt a vízszintes lépcsőképződés folytán *magassági ugrás is* létrejön.

Miközben ugyanis a kerék az illesztés előtti 1. számmal jelölt sínt elhagyja és a 2. számmal jelölt sínt eléri, átugrik az U és E pontok közötti a hosszúságú vízszintes távolságon, s magassági helyzete a h értékkel változik (süllyed vagy emelkedik a vízszintes lépcső irányának és a kerék helyzetének megfelelően).

A felvázolt geometriai helyzetből az i méret ismeretében a h és a méretek, valamint az ezek miatt keletkező munka értéke az előzőekben vázolt gondolatmenetnek megfelelően számíthatók.

A szabványos hevederkötések — a hevedereknek a sín hevederkamrájába történő befeszülése miatt — általában a vízszintes lépcső képződését meg-



12. ábra Vízszintes lépcsőképződés a sínillesztésnél

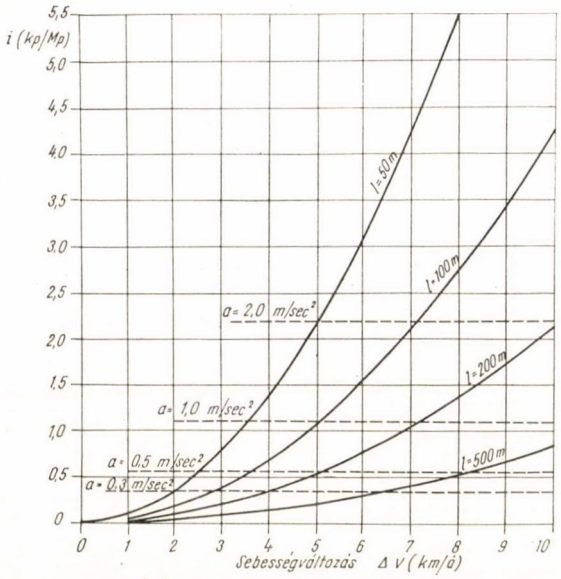
gátolják s a tapasztalatok szerint ilyen csak egészen kivételesen fordul elő. A vonatkozó magyar előírások nem is engedik meg a vízszintes lépcsőt. Így a vízszintes lépcsővel kapcsolatos elméleti vizsgálatok részletezését e helyen nem tartom szükségesnek, minthogy e problémának a hézagnélküli vágánnyal történő összehasonlítás szempontjából sem elméleti, sem gyakorlati jelentősége nincs.

4. Ellenállásmérések

A hézagnélküli vágányban fellépő menetellenállások meghatározására az előző fejezetekben ismertetett elméleti bizonyítást *kísérleti mérésekkel is igazolni kívántam.* Rendkívül nagy segítséget jelentett számomra a Magyar Államvasutak hozzájárulása, amely az ilyenirányú kísérletsorozatok megindítását lehetővé tette. Ennek megfelelően a *Vasúti Tudományos Kutatóintézet Járműkísérleti Osztálya, Pápay István* okl. gépészmérnök vezetésével méréssorozatokat végzett, amelyek céljául azt tűztük ki, hogy azok *összehasonlító adatokat* szolgáltassanak a hézagnélküli és a hevederes illesztésű vágányokon haladó vonatok tényleges ellenállási viszonyaira vonatkozóan.

A kétféle vágányon haladó szerelvények menetellenállásai közötti eltérés — az előző fejezetek szerint — a sínütközési ellenállás elmaradásából származik. Ezt úgy lehet meghatározni, ha teljesen azonos körülmények között, azonos sebességfokozatoknál megmérjük a vizsgált vonat menetellenállását hézagnélküli és hevederes vonalrészeken, s a kapott értékeket összehasonlítjuk.

Az ismert mérési módszerek közül e célra a *dinamométeres eljárás* a legmegfelelőbb.



13. ábra A gyorsítási ellenállás értékei, különböző úthosszakon fellépő sebességváltozások függvényében

E mérési módszernél a vontató jármű és a vizsgálandó jármű (járműcsoport) közé dinamométerrel ellátott mérőkocsit kapcsolnak, amely a mozdony vonóhorgán fellépő vonóerőt méri.

Egyenletes sebesség mellett a $V = E$ egyenlőség alapján a szerelvény menetellenállása meghatározható.

Ez az aránylag egyszerűnek látszó mérés a gyakorlatban számos nehézséggel jár:

— A feltételként megjelölt *állandó sebesség biztosítása* rendkívül nehéz. Legcélszerűbb e célra villamos mozdonnyal vontatott szerelvényt használni, amelynél a hajtómotor szinkron sebessége biztosítható. A sebesség kis határok közötti változása is jelentősen megváltoztatja a kapott értékeket. Ennek igazolására mellékelem a 13. ábrát, melyből látható, hogy párszáz méteres mérési hosszon néhány km/órás sebességváltozás (gyorsítás, vagy lassítás) is 0,2—0,3 kp/Mp értékkel változtatja meg — növeli, vagy csökkenti — a teljes, mért ellenállás értéket. Ilyen kis, alig mérhető sebességingadozás pedig még villamos mozdonnyal vontatott vonatoknál is nehezen kerülhető el, viszont a fenti 0,2—0,3 kp/Mp érték a teljes ellenállás 10%-a körül mozog.

— Rendkívül befolyásolja a mérés pontosságát a *szél iránya és erőssége*. Célszerű tehát a mérés időpontjául szélcsendes napot választani. A széllökések teljesen meghamisítják a mért vonóerő értékeket.

— A *pálya körívei* szintén pontatlanná teszik a mérést, minthogy az ívellenállás pontos értékét — a járművek tengelytávolságai, a kerékpárok játéka stb. erősen befolyásolják. Ezt hosszú szerelvénynél pontosan meghatározni igen nehéz. Célszerű tehát a menetellenállás mérést egyenes pályaszakaszon végrehajtani.

A dinamométeren lemért vonóerő értékek és a sebesség ismeretében a menetellenállás meghatározható, illetve különböző sebességeknél végrehajtott sok méréssorozat után: [9]

$$\mu_1 = \frac{V_{m1}}{Q_k} = a + cv_1^2$$

$$\mu_2 = \frac{V_{m2}}{Q_k} = a + cv_2^2$$

$$\vdots$$

$$\mu_n = \frac{V_{mn}}{Q_k} = a + cv_n^2$$

A fenti összefüggésekből meghatározható a $\mu = f(v)$ görbe:

$$c = \frac{\mu_1 - \mu_2}{v_1^2 - v_2^2} \tag{19}$$

$$a = \mu_1 - cv_1^2 = \mu_2 - cv_2^2 \tag{20}$$

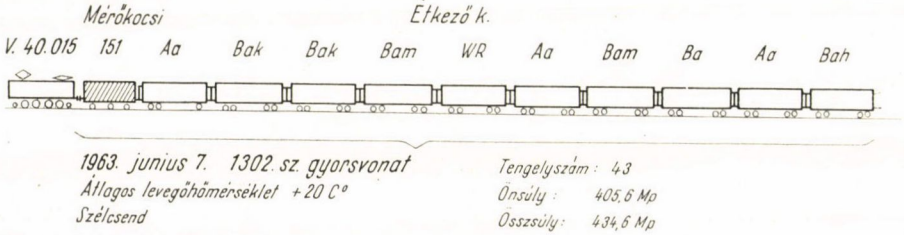
Az ismertetett feltételek folytán a kísérleti mérések helyét nagy körültekintéssel kellett kijelölnünk. Minthogy a dinamométeres ellenállásmérés feltétlenül megkívánja az állandó sebesség tartását, a mérőkocsi vontatására elsősorban villamos mozdonyt kell használnunk. Állandó, szinkron — 25, 50, 75, 100 illetve 125 km/ó — sebesség tartására a Magyar Államvasútak V.40, V.55 és V.60 sorozatú fázisváltós mozdonyai alkalmasak, amelyek jelenleg a 16 kV feszültségű budapest—hegyeshalmi fővonalon közlekednek. E vonal egyes rövidebb szakaszai hézagnélkülivé vannak kiképezve, így azok e kísérletek céljaira alkalmasak.

A kísérleti úton meghatározott ellenállás értékeket a szél iránya és erőssége jelentősen befolyásolja, így a méréseket ugyanannál a vonatnál hosszabb szakaszon, gyors egymásutánban gyakran ismételve hézagnélküli és hevederes pályarészeken váltakozva hajtottuk végre, ami által remélhető volt, hogy a légmozgás hatásából származó eltérések kiküszöbölhetők.

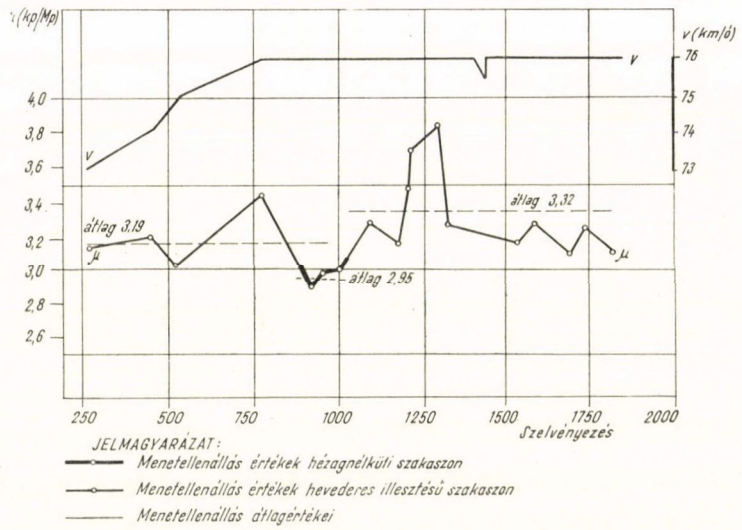
A sűrű vonatforgalom valamint egyéb vasútüzemi és időjárási nehézségek ellenére számos menetet bonyolítottunk le és ezek alapján jól kiértékelhető méréssorozatokat kaptunk. Ezek közül bemutatom az 1963. június 7-én, a Budapest—Győr között közlekedett 1302. sz. gyorsvonattal végzett mérés eredményeit. A 14. ábra a szerelvény adatait tünteti fel, a következő 15.ábrán a mérés feldolgozott eredményeit ismertetem.

A mérés helyeiül a vonal egyenes és lehetőleg vízszintes szakaszait választottuk. Az emelkedőben végzett méréseknél a kapott értékeket az emelkedési ellenállás pontosan meghatározható e [‰ = kp/Mp] értékeivel módosítottuk. A 15. ábra már ezeket a módosított értékeket tartalmazza.

E kiragadott példa igen szemléltetően mutatja, hogy *a hézagnélküli pályaszakaszokon ténylegesen kisebb a menetellenállás*, akár az egyenkénti



14. ábra Az 1963. június 7-i kísérlet szerelvényének adatai



15. ábra Az 1963. június 7-i vonali ellenállásmérés eredményeinek részlete

mérések értékeit, akár több mérés átlagát hasonlítjuk össze. A 15. ábrából kitűnik, hogy a hevederes illesztésű szakaszon kapott μ értékek kivétel nélkül mindig magasabbak a hézagnélküli szakaszon mérteknél. Az átlagértékek összehasonlítása azt mutatja, hogy a hézagnélküli vágányon haladó kocsisor menetellenállásának átlagértékei 7,5%-kal, illetve 11%-kal kisebbek, mintha az a hevederes illesztésű szakaszon haladna. Az egyes azonos jellegű méréshelyek eredménye közötti, aránylag kis eltérések a sebesség kismértékű ingadozására, esetleges minimális levegőmozgásra, illetőleg az ilyen méréseknél még a leggondosabb végrehajtásnál is elkerülhetetlen vonatrángatózásra és a műszerek hibaforrásaira vezethetők vissza.

Több más méréssorozat hasonló eredményeket adott. Ugyanakkor néhány más alkalommal az azonos feltételek között végzett mérések jelentős szórásokat mutattak, s a hézagnélküli és a hevederes pályán mért értékek közötti eltérés nem volt kimutatható. Ennek okát abban látom, hogy egyes mérési napokon váltakozó erejű és irányú, lökésszerű szél volt, más alkalommal a nyári meleg miatt a hevederes illesztésű szakaszokon a terjeszkedési hézagok teljesen záródtak, ami gyakorlatilag a sínütközési ellenállás számottevő csökkenését jelentheti. A vizsgált pályaszakasz egyes helyein természetszerűen, a fektetés és fenntartás hiányosságai folytán nyomtáv- és irányhibák is fordultak elő. Ilyen feltételek mellett a szabálytalan járműmozgásokból származó ellenállás nagyrészt megmarad, illetve a sínvégek összehegesztése önmagában nem jár számottevő ellenállás csökkenéssel.

A zavartalan körülmények között végzett kísérletek eddigi eredményeiből megállapítható, hogy a hézagnélküli vágányban a menetellenállásnak az előzőkben elméletileg igazolt *csökkenő tendenciája kétségtelen.* Az eddig végzett kísérletsorozatok módszerileg helyeseknek, s a kívánt vizsgálati célnak megfelelőeknek bizonyultak. A hézagnélküli pályában elérhető vontatási munkamegtakarítás mértékének pontos, számszerű alátámasztására még éveken át tartó számtalan kísérletsorozat szükséges, mert a vontatási munkamegtakarításból származó gazdasági előnyöknek a vontatási normák megváltoztatásában mutatkozó pénzügyi realizáláshoz teljesen egyértelmű, s igen sok mérés eredményéből, statisztikus módszerekkel számított mérési adatok szükségesek.

5. Összefoglalás

A hézagnélküli pályán haladó vasúti járművel kapcsolatban elvégzett elméleti vizsgálataim és a vonali mérések eredményeit összegezve megállapítható, hogy a hevederes illesztésű pályával szemben *a hézagnélküli pályán a jármű kedvezőbb körülmények között, kisebb menetellenállással halad.* Ezt az ellenálláskülönbséget az alábbi meggondolás szerint határoztam meg:

a) Az azonos szintben levő, mozdulatlan sínvégekkel kiképzett, ideálisnak nevezhető illesztésnél a terjeszkedési hézagon átugráskor kis sebességnél, a (4.) képlet alapján:

$$\mu_{ü} = 0{,}000164 \left(\frac{v}{10}\right)^2 \tag{21}$$

nagy sebességnél a (13.) képlet alapján:

$$\mu_{ü} = \frac{2{,}648}{(v_0 + v)^2} \tag{22}$$

b) A sínvéglehajlásból és sínvégelverődésből származó *függőleges lépcső esetén,* a (18.) képlet alapján:

$h = 1$ mm lépcsőnél:

$$\mu_{ü} = 0{,}0066 \left(\frac{v}{10}\right)^2 \tag{23}$$

$h = 2$ mm lépcsőnél:

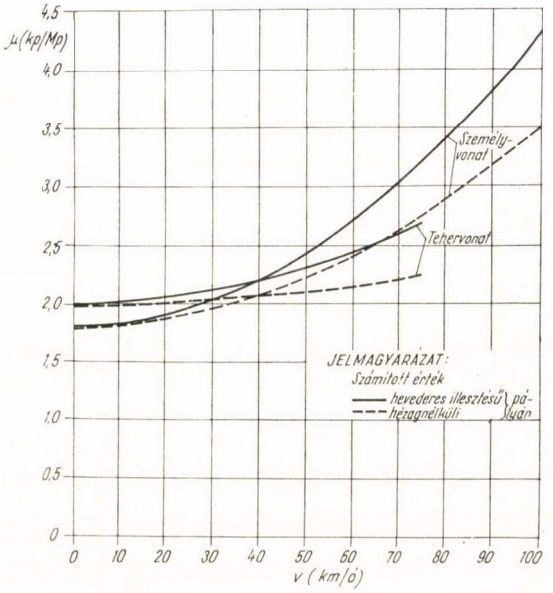
$$\mu_{ü} = 0{,}0132 \left(\frac{v}{10}\right)^2 \tag{24}$$

Vizsgálataim szerint elsősorban az illesztésnél előálló *függőleges lépcsőképződést* kell a többletellenállás szempontjából mértékadónak tekinteni. A 435. oldalon részletezett okok folytán 1—2 mm függőleges lépcső üzem közben megengedett és a sínvéglehajlások és sínvégelverődések folytán ennél lényegesen nagyobbak is előfordulnak.

A hézagnélküli pályán a terjeszkedési hézagok elmaradásából elérhető ellenállás csökkenést, vagyis *a fajlagos sínütközési ellenállás értékét az alábbi képlettel javaslom meghatározni:*

$$\mu_{ü} = 0{,}008\left(\frac{v}{10}\right)^2 \quad [\text{kp/Mp}] \tag{25}$$

A 16. ábrán egy személy- és egy tehervonat menetellenállásának kiszámított értékeit ábrázoltam. Az ábrán szaggatott vonallal tüntettem fel e



16. ábra Személy- és tehervonat fajlagos menetellenállása és annak javasolt $\mu_{ü}$-vel csökkentett értékei

képleteknek a fenti (25.) ütközési ellenállási képlet alapján meghatározott, csökkentett értékeit. A fajlagos menetellenállásnak a hézagnélküli pályán elérhető csökkenése ebből az ábrából szemléltetően kitűnik.

Kétségtelen, hogy a terjeszkedési hézagok elmaradása folytán előálló ellenállás-csökkenésnek — éppen a járművek szabálytalan mozgásai, lengései folytán keletkező bizonytalanságok miatt — *nem szabad egyes hatások viszonylagos túlértékelésével* (pl. nagyobb hézag, nagyobb függőleges lépcső is gyakran előfordul) *túlzott jelentőséget tulajdonítani*, de a fenti képletben javasolt közelítés óvatosnak és megfelelő átlagértékeket adónak minősíthető.

A fenti 25. képlet a vasúti ellenállások egyik fontos és eddig még pontosan meg nem határozott részére vonatkozóan ad elméletileg alátámasztott és vonali kísérletekkel is ellenőrzött s a gyakorlatban is használható összefüggést.

A sínütközési ellenállás értékének ismeretében igen kiterjedt gazdaságossági elemzések végezhetők [4,5] amelyek *értékes adatokat szolgáltatnak a hézagnélküli felépítmény kialakításának mindazokra a kedvező, aktív gazdasági hatásaira vonatkozóan, amelyek a vontatási munka csökkenéséből származnak.* Az így meghatározható vontatási munka — illetve üzemanyag vagy energiamegtakarítás — a hézagnélküli felépítménykiképzés gazdasági indokoltságának egyik fontos tényezője.

Az MTA Közlekedéstudományi Munkaközössége keretében az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem *Vasútépítési tanszéke* már évek óta folytat elméleti kutatásokat a vasúti jármű és pálya kölcsönhatásával, valamint a vasúti ellenállások meghatározásával kapcsolatban. [14, 15, 16, 17] E munka során a fenti tanulmányban ismertetett eredmények mellett többek között igen értékes munkát végeztünk a gurítódombról leguruló kocsik saját ellenállásának valamint a kitérőellenállás számszerű értékeinek kísérleti meghatározása terén. Munkánkat a közeli években a hazai viszonyok között még csak bizonytalan értékekkel figyelembe vehető egyéb részellenállások kísérleti és elméleti meghatározásának irányában folytatjuk.

IRODALOM

[1] *Babicskov, A. M.—Jegorcsenko, V. F.:* Vonóerőszámítások. (fordítás), Budapest, 1952.

[2] *Búza Kiss L.:* A vasúti vágányok építési méretelőírásainak kritikája. (MTI-jegyzet) Budapest, 1960.

[3] *Ertl R.:* Vasútvonalak tervezése. Budapest, 1955.

[4] *Kerkápoly E.:* Hézagnélküli pályák gazdaságossága és fejlesztése. A hézagnélküli vasúti pályák c. könyv VI. fejezete. Budapest, 1960.

[5] *Kerkápoly É.—Unyi B.:* A hézagnélküli felépítmény gazdaságosságának vizsgálata. (Közlekedéstudományi Szemle, 1961. 8. sz.)

[6] *Dr. Kerkápoly E.:* Közlekedésdimanika. Szakmérnöki jegyzet. Budapest, 1965.

[7] *Dr. Kerkápoly E.:* Der lückenlos geschweisste Oberbau aus der Sicht des Eisenbahnbetriebs. Eisenbahntechnische Rundschau, 1965. 1/2. sz.

[8] *Dr. Kerkápoly E.:* Vasútépítéstan. Egytemi jegyzet. Budapest, 1966.

[9] *Kopasz K.:* A vonattovábbítás mechanikája. Budapest, 1953.

[10] *Müller, W.:* Eisenbahnanlagen und Fahrdynamik I—II. Berlin, 1950—1953.

[11] *Nordmann, H.:* Die Mechanik der Zugförderung. Berlin, 1952.

[12] *Nyikolajev, I.—Tretyakov A.:* Podvizsnoj szosztáv i tjaga poozdov. Moszkva, 1950.

[13] *Zelovich K.:* A vasúti üzem. Budapest, 1918.

[14] A vasúti vágány megengedhető függőleges irányú méreteltéréseinek és irányhibáinak együttes hatása. Az Út- vasútépítés és közlekedésügyi tanszék beszámoló jelentése, 1963.

[15] A vasúti vágány megengedhető túlemelés eltéréseinek vizsgálata. A Vasútépítési tanszék beszámoló jelentése, 1964.

[16] A vasúti vágány megengedhető függőleges és vízszintes sínlépcsőinek vizsgálata a járműfutás szempontjából. A Vasútépítési tanszék beszámoló jelentése, 1965.

[17] A menetellenállások elméleti és gyakorlati vizsgálata, különös tekintettel a gurítódombos rendezőpályaudvarok üzemére. A Vasútépítési tanszék beszámoló jelentése, 1965.

DR. NAGY JÓZSEF, a műszaki tudományok kandidátusa

A KORSZERŰ VÁGÁNY OLDALIRÁNYÚ ÁGYAZATI ELLENÁLLÁSA, TEKINTETTEL A STABILITÁS FOKOZÁSÁRA

Ismeretes, hogy a korszerű (hézagnélküli) vágány fekvésbiztonságának elérése céljából fokozott követelmények merülnek fel, a vágány ágyazati kialakítása szempontjából.

Az ágyazat *a)* a vágányt rugalmasan alátámasztó, a járműterheléseket és erőhatásokat elosztó, valamint *b)* a nap hősugárzó és a járműterhelés hatására a sínszálakban mind oldal, mind hosszirányban keletkező erőhatások elleni ellenállást biztosító szerkezet azáltal, hogy a vágány aljazatai fiókjaiban és homlokfelületei (bütük) előtt felhalmozva, közel megoszló terhelést biztosít az említett erőkkel szemben. Ezenkívül *c)* feladata az ágyazatnak a csapadék vizek jó elvezetése is.

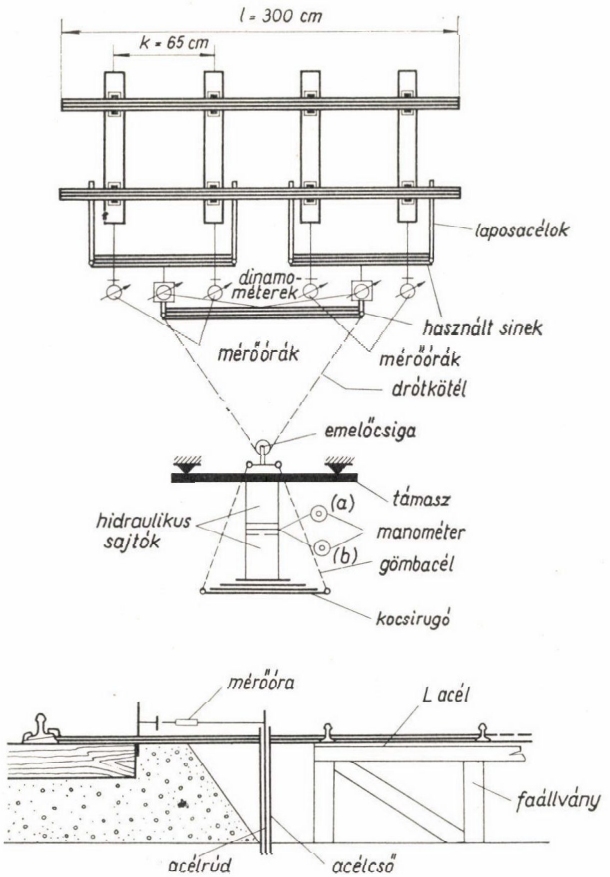
A *b)* pont alatt említett szerepe az ágyazatnak döntő fontosságú. Ennek alátámasztására elég, ha megemlítjük, hogy a vágány keretmerevségéből származó ellenállóképességen kívül, az ágyazati ellenállástól függ a stabilitás biztonsága, a felépítmény terheletlen állapotában. Jellemzésül megemlítjük, hogy azok az erők, amelyek a nap hősugárzó hatására a hézagnélküli vágány sínszálaiban keletkeznek igen jelentősek, (pl. a hazai viszonylatban várható $+60\,C^\circ$ sínhőmérsékletet feltételezve 137 tonna) éppen ezért nem közömbös sem az építés után, sem pedig a vágány bizonyos használati idejének elteltével, az ágyazat említett erőkkel szembeni ellenálló képessége. Azt kell mindenképpen biztosítani, hogy az ágyazat a hőigénybevétel és a járműterhelés hatására keletkező változó igénybevételekkel szemben, jelentős ellenállással, illetve rugalmassággal rendelkezzen.

E kérdés biztosításának feltételeit, számos neves kutató vizsgálta és vizsgálja ma is. Az eddig ismert kutatások eredményeiből azonban még mindig nem lehet végleges állásfoglalást alkotni, hiszen a vélemények nem egy kérdésben különböznek. Abban, hogy a vágány oldalirányú ágyazati ellenállásának kérdése a vasúti felépítmény stabilitása szempontjából döntő fontosságú, mindenki egyetért. Nem látunk azonban tiszta képet, hogy ezt miképpen lehet műszakilag leghelyesebben, leggazdaságosabban biztosítani.

Különösen hiányoznak ismereteink az ágyazati anyag és a vágány aljazatai egymásra gyakorolt hatása, az ágyazat tömörítésének szükséges mértéke, szennyeződése, rugalmassága tekintetében. Nem rendelkezünk továbbá kellő ismeretekkel a tekintetben sem, hogy az egyes építési és fenntartási módszerek milyen hatással vannak az oldalirányú ágyazati ellenállás alakulására. Gondolunk itt elsősorban az aljak aláverésének, alázuzalékolásának hatására.

E gondolatokból kiindulva kísérleti munka keretében, a korszerű vasúti pálya oldalirányú ágyazati ellenállást befolyásoló tényezők elemző vizsgálatát tűztük ki feladatunkul.

A vizsgálatok során egy 48,3 kg/fm súlyú, k = 65 cm aljazatosztású talpfás és előfeszített vasbetonaljas kísérleti vágányon több ezer oldalirányú huzatási kísérletet végeztünk, szabványos (50 cm vastagságú) különféle szemnagyságú ágyazatban (1. ábra).



1. ábra A kísérleti vágány, illetve húzatóberendezés elvi elrendezése

Az igen nagyszámú kísérleti adatok értékelését a súrlódási elmélet alapján végeztük el, amelyek eredményeiről az elméleti vizsgálatokat érintve — a lényeges megállapításokra és javaslatokra utalóan — kívánunk ismertetést adni.

1. A súrlódási elmélet, mint az ágyazat ellenállás vizsgálatának eszköze

Feladatunk elvégzéséhez szükségesnek tartjuk felsorolni, hogy milyen belső és külső erők terhelik a vágányt oldalirányban és ezekkel szemben milyen tényezők következtében fejt ki ellenállást.

A vágányt oldalirányban:

a) dilatációs és
b) dinamikus erők terhelik.

a) A dilatációs terhelés, a nap sugárzó hatásának következtében keletkezik a vágány sínszálaiban. Ez a terhelés a vágány hosszában egyenletesen hatónak, tehát hosszirányú erőnek fogható fel. Jól megközelítő értéke a

$$P_t = \alpha \cdot E \cdot F \cdot \Delta t \qquad (1)$$

összefüggés alapján számítható. A jelölések: P_t = a sín tengelyirányú erővel, α = a hőtágulási tényezővel, E = az acélanyag rugalmassági modulusával, F = a sínkeresztmetszet területével, $\Delta t = (t_2 - t_1)$ = a sínhőmérsékletkülönbség értékével.

b) Az az igénybevétel, amelyet a dinamikus terhelés okoz a vágányra horizontálisan, a tengelyterhelésen kívül a járművek mozgási sebességétől is függ.

A sebességtől függő oldalirányú vágányigénybevételt okozzák:

α) a jármű kígyózó mozgásából (oldalgyorsulás),
β) a szélnyomásból,
γ) a centrifugális erőkből származó hatások.

Ez utóbbit (γ) csak ívben fekvő vágány esetében kell figyelembe venni.
A felsorolt oldalirányú erőhatásokkal szembeni ellenállása a vágánynak:

c) a sín merevségétől,
d) a sínleerősítő szerkezetek szorítóhatásától,
f) az ágyazat oldalirányú ellenállásától függ.

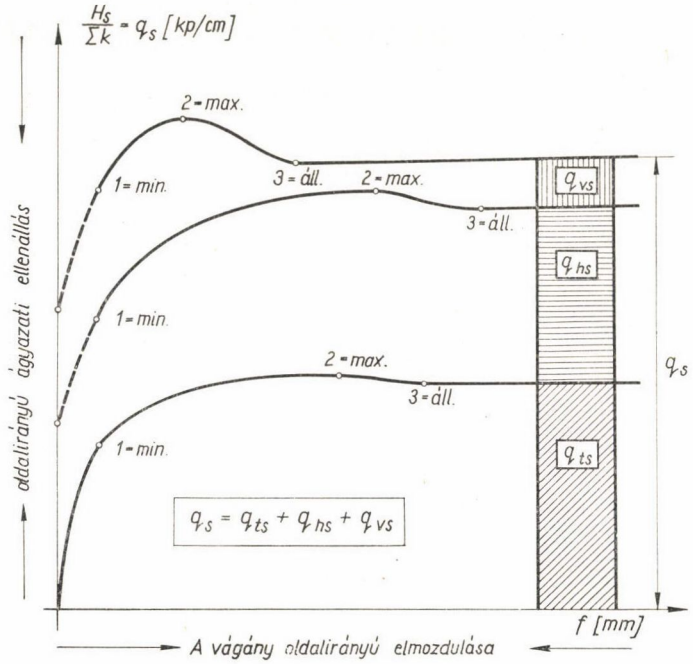
Ezt az együttes hatást *(c, d, f)* nevezhetjük a vágány teljes oldalirányú ellenállásának. E dolgozatban nem kívánjuk a vágány teljes oldalirányú ellenállási feltételeit részletesen elemezni. Feladatunkul csupán az *(f)* oldalirányú ágyazati ellenállás alapos vizsgálatát tűztük ki. A továbbiakban vizsgáljuk meg tehát, hogy milyen tényezők okozzák az említett oldalirányú erőkkel szembeni ellenálló képességét az ágyazatnak.

A súrlódó ellenállás függ:

g) a járműterheléstől (V),
h) a vágány önsúly terhelésétől (sín, alj, kapcsolószerek súlya) (Q),
i) az aljak kiosztásának távolságától (k),
j) az alj anyagától és méreteitől,
k) az alj alakjától és felületi kiképzésétől,
l) az ágyazat anyagától és tömörítésének hatásától,
m) az ágyazati zúzottkő szemnagyságától és tömegétől,
n) az ágyazat szennyeződésétől,
o) a levegő hőmérsékletétől (fagyott állapot).

A *g—o* pontokban említett tényezők befolyásának hatása, a vágány oldalirányú ágyazati ellenállás alakulása tekintetében, végeredményben az aljak ágyazaton felfekvő és oldalfelületeire jutó súrlódó ellenállásból, valamint az aljak homlokfelületeit (bütük) terhelő, zúzottkő passzív, földnyomáshoz

hasonló ellenállásából tevődik össze. A fentiek értelmében tegyük vizsgálat tárgyává a vágány oldalidrányú huzatási kísérletek átlagértékeiből szerkeszthető — az oldalirányú ágyazati ellenállási diagramok jellegére vonatkozó — 2. ábrát. Az ábrán látható jelölések értelmezése a következő:



2. ábra A vágány oldalirányú ágyazati ellenállásának elvi diagramjai

q_s = a beágyazott kísérleti vágány, teljes oldalirányú ágyazati ellenállásával,

q_{ts} = a kísérleti vágány aljazatai talp (felfekvési) felülete, illetve a zúzottkő ágyazati anyag érintkezéséből származó súrlódási ellenállással,

q_{hs} = a kísérleti vágány aljazatai oldal felületei, illetve a zúzottkő ágyazati anyag érintkezéséből származó súrlódási ellenállással,

q_{vs} = a kísérleti vágány aljazatai homlokfelületeire ható, passzív zúzottkő nyomásból származó ágyazati ellenállással.

A 2. ábrán látható, hogy a stabil—labil egyensúlyi határhelyzethez egy

$$H_s = q_s \cdot \Sigma\, k \tag{2}$$

oldalirányú erő tartozik, amit a diagramokból extrapolálással határozhatunk meg. Ebben az esetben a vágányt függőlegesen terhelő statikus V_s erő (vágányönsúly és tengelyterhelés) egyensúlyban van azzal a H_s erővel, amely a vágányt oldalirányban terheli. Ez a tény a statika ismert Coulomb-féle törvények szerinti

$$H_s = V_s \cdot \operatorname{tg} \varphi, \tag{3}$$

illetve $$H_s = V_s \cdot \mu \tag{4}$$

összefüggés alapján áll fenn, ahol

$$\mu = \operatorname{tg} \varphi \tag{5}$$

a súrlódási tényezőt jelenti.

Az említett ábra diagramjait (q_{ts}, q_{hs}, q_{vs}, q_s) tekintve azt látjuk, hogy f_{min} elmozdulás után még enyhén emelkedő tendenciát mutatnak, egészen az f_{max} elmozdulásig. Ettől a ponttól az említett ellenállási értékek csökkennek, majd $f_{áll}$ elmozdulás után állandósulnak.

Véleményünk szerint ennek oka az, hogy amikor a vágány aljazatai elmozdulása bekövetkezik, a τ fajlagos nyíróerő, a fajlagos nyírási ellenállás értékét meghaladja. A nyírási ellenállás a további Δf elmozdulások folyamán, az ágyazat tömörödése miatt növekszik. A mozgás folyamata alatt az ágyazati anyag egy minimális tömörségi értéket ér el, amely mintegy magához rendeli a maximális fajlagos nyírási ellenállást, hivatkozott ábránk esetében a $q_{s\ max}$-ot. Az aljak elmozdulásának további folyamatában az ágyazati anyag fellazulása tapasztalható, minek következtében a nyírófeszültség fokozatosan csökken. Ezután az ágyazat eléri kritikus tömörségi értékét, amely mellett a mozgás fenntartásához szükséges H_s oldalirányú erő állandósul.

Minthogy a vágány oldalirányú elmozdulását okozó erőben három jellegzetes értéket különböztetünk meg, ($H_{s\ min}$, $H_{s\ max}$, $H_{s\ áll}$) így véleményünk szerint az oldalirányú ágyazati ellenállást tekintve is mindenkor a $q_{s\ min}$, $q_{s\ max}$, $q_{s\ áll}$ értékeket kell vizsgálni, illetve meghatározni. Ezek az adatok alkalmasak az ágyazat oldalirányú erőkkel szembeni ellenállóképesség számszerű értékelésére.

A 4. képlet ismeretében a súrlódási ellenállásból származó oldalirányú ágyazati ellenállás elméletileg a

$$q_s = \frac{V_s \cdot \mu}{\Sigma k} = \frac{H_s}{\Sigma k} \tag{6}$$

képlettel számítható, ahol k a vágány aljazatai kiosztásának távolságát jelenti.

Az ágyazat és a vágány aljazatai súrlódó ellenállása következtében fellépő fajlagos nyíróerő is felírható a

$$\tau = \frac{H_s}{F} \tag{7}$$

összefüggés alapján, ahol az F az aljak ágyazattal érintkező felületét jelenti.

A fent említett 4, illetve 6 feltételek számításához mindenkor a μ súrlódási tényező ismerete szükséges. Ezeknek értékeit beható vágányhuzatási kísérletek alapján lehetett megállapítani az aljazatok ágyazaton felfekvő (talp) és oldalfelületeire.

A vágány ágyazata és aljazatainak talpfelülete közötti súrlódásból származó q_{ts} oldalirányú ágyazati ellenállásra jellemző μ_{ts} súrlódási tényező elvi diagramjait a 3. ábrán szemléltetjük.

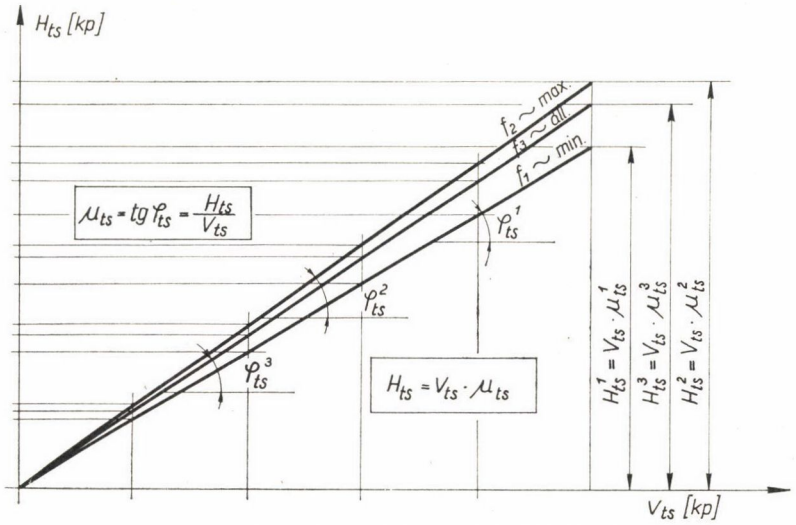
Ugyanígy állapítottuk meg az aljak oldalfelületein ébredő q_{hs} oldalirányú ágyazati ellenállásra jellemző μ_{hs} súrlódási tényező értékeit is.

Ezenkívül meg kellett állapítanunk ugyancsak kísérletek alapján azt az E_s passzív ágyazati nyomóerő értékét is, amely a H_s oldalirányú erő felléptekor, az aljazatok homlokfelületeit (bütük) terheli.

Kísérleteink azt igazolták, hogy a vágány

$$q_s = q_{ts} + q_{hs} + q_{vs} \tag{8}$$

teljes oldalirányú ágyazati ellenállása valóban az ágyazat és a vágány aljazatai talp (q_{ts}), oldal (q_{hs}) súrlódó, illetve az aljak homlokfelületeit terhelő (q_{vs}) passzív földnyomáshoz hasonló ellenállásokból tevődik össze.



3. ábra A vágány ágyazata és aljazatai között ébredő súrlódási ellenállásra jellemző, μ_{ts} súrlódási tényező elvi diagramjai

Az oldalirányú erő, amely a vágányt f mértékben elmozdíthatja helyéről, a

$$H_s = (V_{ts} \cdot \mu_{ts}) + (H_{hs} + E_s)\,\delta \tag{9}$$

képlet felhasználásával számítható.

A 9) formula felhasználásával tehát a

$$q_s = \frac{H_s}{\Sigma k} = \frac{(V_{ts} \cdot \mu_{ts}) + (H_{hs} + E_s)\,\delta}{\Sigma k} \tag{10}$$

teljes oldalirányú ágyazati ellenállás értéke egyértelműen meghatározható.

A 9—10 képletekben szereplő jelölések értelmezése a következő:

H_s = a beágyazott vágány oldalirányú elmozdítását előidéző erővel,
V_{ts} = a vágány önsúly, illetve statikus külső (jármű) terhelésével,
μ_{ts} = az aljak talpfelületei és az ágyazat közötti súrlódásból származó, súrlódási tényezővel,
H_{hs} = az aljak oldalfelületeinél beágyazott vágány oldalirányú elmozdítását előidéző erővel,
E_s = az aljak homlokfelületeinél beágyazott vágány oldalirányú elmozdítását előidéző erővel,

δ = az ágyazatnyomás tényezőjével,
Σ_k = a vizsgált vágány hatásos hosszával,
k = az aljak kiosztásának távolságával.

A súrlódási tényező (3. ábra)

$$\mu_{ts} = \operatorname{tg} \varphi_{ts} = \frac{H_{ts}}{V_{ts}} \tag{11}$$

értékével, ahol a H_{ts} az az oldalirányban ható erő, amely a beágyazatlan vágány f mértékű elmozdítását idézi elő.

Az aljak oldalfelületei és az ágyazat érintkezéséből származó súrlódási ellenállást legyőző oldalirányú erő

$$H_{hs} = H_x - H_{ts} \tag{12}$$

értékével, ahol a H_x az aljak fiókjaiban beágyazott, homlokfelületeinél szabadon hagyott vágány oldalirányú elmozdítását előidéző erőt jelenti.

Mindezek alapján az

$$E_s = H_s - H_x \tag{13}$$

a vágányt terhelő — már ismert — erők különbségével.

$$\delta = \frac{H'_{hs} + E'_s \text{ tömörített}}{H_{hs} + E_s \text{ tömörítetlen}} \tag{14}$$

értéke nem más, mint az ágyazat tömörségét (különféle ágyazattömörítést) kifejező tényező, ahol a $H'_{hs} + E'_s$, illetve $H_{hs} + E_s$ a vágány aljazatai oldal, illetve homlokfelületeire ható ágyazatnyomások együttes értékét jelenti.

2. A vágány oldalirányú ágyazati ellenállási vizsgálatok eredményeiről általában

Az 1. részben szereplő összefüggésekből megállapítható, hogy a q_{ts} talpsúrlódási ellenállás értékét az aljak anyaga, talpfelületeinek kiképzése, az ágyazati zúzottkő anyaga és szemnagysága, illetve a vágány önsúlya és függőleges terhelésnek (járműterhelés) nagysága határozza meg. A külső terhelés növekedésével tehát a q_{ts} talpsúrlódási ellenállás is arányosan növekszik.

A vágány aljazatai oldalfelületein ébredő — ugyancsak súrlódás jellegű — q_{hs} oldalirányú ágyazati ellenállás alakulásában az ágyazati anyag tömörségének (az aljak fiókjaiban az ágyazat tömörítése) van döntő szerepe. A q_{hs} értékét természetesen az aljak anyaga, oldalfelületeinek megmunkálási viszonyai (síma, érdes), továbbá a zúzottkő szemszerkezete, minősége is befolyásolja. Elméleti és kísérleti megállapításaink szerint a q_{hs} oldalirányú ágyazati ellenállás értéke a vágány függőleges terhelésétől (járműterheléstől) nem függ.

A vágány aljazatai homlokfelületein ébredő q_{vs} oldalirányú ágyazati ellenállás jellegét tekintve passzív földnyomáshoz hasonló ellenállásnak tekinthető. A q_{vs} ellenállás értéke mint ilyen, a függőlegesen ható terheléstől szintén független.

A Z 40/65 mm szemnagyságú különféleképpen tömörített zúzottkő ágyazatban fekvő, új építésű kézi erővel alávert, $k = 65$ cm kiosztású előfeszí-

tett vasbetonaljas és talpfás terheletlen vágány (csak önsúly terhelés) oldalirányú ágyazati ellenállási értékeit részletezve az 1. táblázat tünteti fel.

1. táblázat

Előfeszített vasbetonaljas, illetve talpfás új építésű vágány oldalirányú ágyazati ellenállási értékeinek megoszlása, Z 40/65 mm szemnagyságú különféle tömörségű zúzottkő ágyazat esetében

Ágyazat tömörítés jellege	Előfeszített vb. alj				Talpfa (bükkfa)			
	q_{ts}	q_{hs}	q_{vs}	q_s	q_{ts}	q_{hs}	q_{vs}	q_s
	kp/cm				kp/cm			
Tömörítetlen (bevillázott)	3,32	2,03	0,29	5,64	1,85	2,13	0,31	4,29
Kézi úton egy rétegben (aljfiókokban és aljak előtt)		2,30	0,41	6,03		2,44	0,44	4,73
Kézi úton két rétegben (aljfiókokban és aljak előtt)		2,73	0,47	6,52		2,83	0,59	5,27
Gépi úton (aljfiókokban és aljak előtt)		3,04	0,60	6,96		3,20	0,73	5,78

Megjegyezzük, hogy az 1. táblázat adatai a legkisebb kezdeti f_1 vágányelmozdulásokhoz tartozó ágyazati ellenállási értékeket tükrözik. A vágány további oldalirányú mozgása következtében ugyanis f_2-höz: $q_{s\,max}$, illetve f_3-hoz: q_s állandósult — tehát tovább növekvő — ágyazatellenállások tartoznak. Ez utóbbiak kisebb jelentőséggel bírnak, mivel az f_1 elmozdulás mellett az ágyazat — eltekintve a tömörítés nélkülitől — rugalmas ellenállással rendelkezik.

Az 1. táblázat számértékeit vizsgálva az ellenállások megoszlása — a q_s teljes ágyazati ellenállást 100%-nak véve — a 2. táblázatban foglaltak szerint alakul.

2. táblázat

A q_s teljes oldalirányú ágyazati ellenállás %-os megoszlása

Ágyazat tömörítés jellege	Előfeszített vb. alj			Talpfa (bükkfa)		
	$q_s = 100\%$			$q_s = 100\%$		
	q_{ts}	q_{hs}	q_{vs}	q_{ts}	q_{hs}	q_{vs}
	%			%		
Tömörítetlen	58	37	5	43	49	8
Kézi úton egy rétegben	55	38	7	39	51	10
Kézi úton két rétegben	51	41	8	35	53	12
Gépi úton	47	43	10	31	55	14

Az a tény, hogy a q_{hs} aljak oldalfelületeire jutó ágyazati ellenállás — talpfás felépítménynél — eléri, sőt meg is haladja a q_{ts} aljak talpfelületére (ágyazaton felfekvő felület) adódó ellenállás hasonló értékeit, ez az ágyazati anyag különféle tömörítése, illetve az alj oldalfelületek (vasbetonalj és talpfa) kialakításának különbözősége miatt következik be. Elősegíti a q_{hs} értékek emelkedé-

sét az is, hogy a talpfák rostjaiba a zúzottkőszemcsék bevágódnak. Ez a vasbetonaljaknál nem lehetséges.

A tömörítéssel elérhető, hogy a vágány q_s teljes oldalirányú ágyazati ellenállásának hatása, az alábbiak szerint fokozódjék, a tömörítetlen ágyazat hasonló adataihoz viszonyítva:

Előfeszített vasbetonaljas vágánynál:

egyrétegű kézi tömörítés mellett	8%
kétrétegű kézi tömörítés mellett	16%
gépi úton tömörítés esetében	24%

Talpfás vágánynál:

egyrétegű kézi tömörítés mellett	12%
kétrétegű kézi tömörítés mellett	22%
gépi úton tömörítés esetében	30%

Ezekből az adatokból az látszik, hogy az ágyazat tömörítésének igen jelentős szerepe van a vágány stabilitása szempontjából.

3. A rezgéshatások befolyása, a vágány oldalirányú ágyazati ellenállása szempontjából

A vágány q_s teljes oldalirányú ágyazati ellenállásának alakulását megvizsgáltuk a járművek futása következtében keletkezhető rezgések hatására. A rezgéseket a kísérleti vágányon 950 kp önsúlyú, 6 Mp. dinamikus erőhatást kifejtő, vibrációs hengerrel idéztük elő.

Azt tapasztaltuk, hogy a rezgéshatást kifejtő jármű (esetünkben a vibrációs henger) önsúlyának 45%-ában maradt hatásos, az aljak talpfelületére jutó q_{ts} talpsúrlódási ágyazati ellenállás fokozásához.

Ez egyben azt is jelenti, hogy a rezgéseket keltő jármű önsúlyának 55%-a emésztődik fel az ágyazat és a vágány rezgésbe hozott állapota miatt, a felépítmény oldalirányú igénybevétele során.

Mindezekből azt lehet megállapítani, hogy a helyes technológiával épített, illetve az üzemeltetés során jól fenntartott (fekszinttartó) vágány q_s teljes oldalirányú ágyazati ellenállásának csökkenése a járművek mozgásából származó rezgéshatások következtében nem történik meg. Hangsúlyozni kell különös nyomatékkal az aljak talpfelületére jutó q_{ts} ágyazati ellenállás biztosításának fontosságát. Ennek elengedhetetlen feltétele az ágyazat aljak alatti és közötti (aljfiókok) összefüggő egyenletes tömörsége, vaksüppedés és vízzsák mentesség, kisebb vágányhosszakban a függőleges és vízszintes fekszintváltozások elkerülése.

Amennyiben ezek a feltételek nincsenek biztosítva, előfordulhat, hogy a vonat futása közben nagymértékben rezonanciába hozott — a nap sugárzó hatása által tetemes síntengelyirányú nyomóerővel terhelt, a fektetéskor nem kielégítően feszültségmentesített vágány — kivetődése bekövetkezhet.

Ez a gondos utasítást betartó építésre és fenntartásra hívja fel a figyelmet, melyet mindenképpen meg kell követelni.

4. Az ágyazati zúzottkő szemnagyságának befolyása, a vágány oldalirányú ágyazati ellenállásának alakulására

Vágányhuzatási kísérleteinkből megállapítottuk, hogy a zúzottkő szemnagysága jelentős mértékben befolyásolja a q_s teljes oldalirányú ágyazati ellenállásának alakulását.

Azt tapasztaltuk, hogy a hazai szabványaink szerinti zúzottkő anyagok, illetve azok egy részének 1:1 arányú keverése folytán V. kategória állapítható meg, az említett ellenállás fokozásának kifejezéséül. Ezek a következők:

I Z 25/65 és Z 25/40 mm, 1:1 arányban kevert,
II Z 40/65 és Z 25/40 mm, 1:1 arányban kevert,
III Z 25/65 mm,
IV Z 40/65 mm,
V Z 25/40 mm szemnagyságú zúzottkő ágyazati anyag.

A felsorolt zúzottkő szemnagyságok melletti, q_s teljes oldalirányú ágyazati ellenállások értékeit vizsgálva — a Z 40/65 mm szemszerkezetű szabványos zúzottkőanyag ellenállási értékeit 100%-nak véve — a 3. táblázatban foglalt %-os ellenállás változások történtek.

A 3. táblázat adatait tekintve egyértelműen megállapítható, hogy a Z 25/65 és Z 25/40 mm szemnagyságú zúzottkő 1 : 1 arányú keverése esetén, mind előfeszített vasbetonaljas, mind talpfás vágánynál, 20%-os teljes oldalirányú ágyazatellenállás növekedés érhető el.

3. táblázat

A zúzottkő szemnagyság növelő, illetve csökkentő hatása a q_s teljes oldalirányú ágyazati ellenállás alakulására

Alj neme	Zúzottkő szemnagysága	$q_{s\ min}$ átlaga
	mm	%
Előfeszített vasbeton	Z 40/65	100
Fa (bükk)	Z 40/65	100
Előfeszített vasbeton	Z25/65 és Z25/40,1 : 1 keverésű	120
Fa (bükk)	Z25/65 és Z25/40,1 : 1 keverésű	120
Előfeszített vasbeton	Z40/65 és Z25/40,1 : 1 keverésű	116
Fa (bükk)	Z40/65 és Z25/40,1 : 1 keverésű	116
Előfeszített vasbeton	Z25/65	114
Fa (bükk)	Z25/65	113
Előfeszített vasbeton	Z25/40	90
Fa (bükk)	Z25/40	88

Ugyancsak növeli a q_s értékét 16%-ban a Z 40/65 és Z 25/40, 1 : 1 arányban kevert frakciójú zúzottkő is. E %-os növekedéstől nem nagymértékben, mintegy 2—3%-ban marad el, a Z 25/65 mm szemnagyságú zúzottkő felhasználás melletti, q_s ágyazati ellenállás értéke.

Mindezek mellett az is látható a táblázatból, hogy Z 25/40 mm-es szemnagyságú zúzottkő használata esetén, 10—12%-os q_s ellenállás csökkenéssel

kell számolni. Ebből az következik, hogy ilyen zúzottkövet a vasútépítésnél és fenntartásnál, felhasználni nem kívánatos.

A fentiekből azt lehet megállapítani, hogy a 65 mm-es zúzottkő anyaghoz — a jelenleg használatos 40 mm-esnél — feltétlenül kisebb szemnagyság adagolása szükséges. Ennek legalkalmasabb mérete 25 és 35 mm között van. Hazai viszonylatban az építésnél és fenntartásnál legalkalmasabbnak a Z 30/65, illetve Z 25/55 mm-es szemnagyságú zúzottkő látszik. Amennyiben ezt huzamosabb ideig nem lehetne megvalósítani, átmenetileg az I. kategóriába sorolt zúzottkő keverék felhasználását ajánljuk.

5. Az alázúzalékolás hatása, a vágány oldalirányú ágyazati ellenállásának alakulására

Az alázúzalékolással történő vágány fenntartási módszert tekintve — amely sok gondot okozó kérdés a külföldi vasutaknál is — megállapítottuk, hogy közvetlenül a fenntartási munka befejeztével a 4. táblázatban foglaltak szerint csökken, különféle zúzalékanyagok felhasználása mellett átmenetileg, a q_s talpsúrlódási, illetve q_s teljes oldalirányú ágyazati ellenállás értéke.

4. táblázat

Előfeszített vasbetonaljas és talpfás vágány q_{ts} aljak talpfelületére jutó, illetve q_s teljes oldalirányú ellenállásának csökkenése az alázúzalékolás következtében

Alázuzalékolás az alj alatt	Zuzalék szemszerkezet	Előfeszített vb. alj		Talpfa (bükkfa)	
		q_{ts} csökkenés	q_s csökkenés	q_{ts} csökkenés	q_s csökkenés
cm	mm	%-ban			
40—40 = 80	Z 10—25	23	13	24	8,3
az alj teljes hosszában	Z 10—25	28	14,6	28	10
40—40 = 80	Z 5—15	30	15,3	31	11,3
az alj teljes hosszában	Z 5—15	36	18,6	36	13

Hazai és külföldi adatok szerint az tapasztalható, hogy ezek az ágyazat ellenállás csökkenések igen rövid ideig léteznek, mivel a járműterhelések néhány nap alatt megszüntetik azokat.

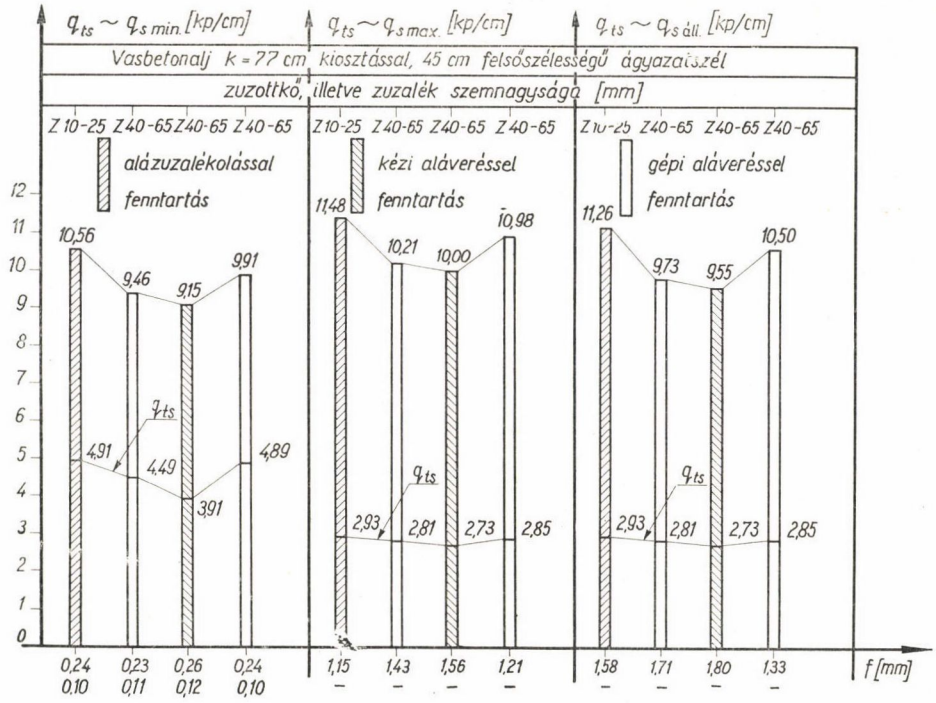
A) *Üzem alatt levő vágány oldalirányú ágyazati ellenállása*

A folyamatos üzem alatt álló korosabb vágányok ágyazati ellenállásának vizsgálata során valóban azt állapítottuk meg, hogy a járműigénybevétel nagymértékben növeli a q_{ts} talpsúrlódási ellenállását (4—5. ábra).

Különösen jók az alázúzalékolással fenntartott vágányok említett értékei — 33% (vasbeton), 58% (talpfa) — szemben a kézi aláveréssel elérhető 6, illetve vibrációs aláverő géppel fenntartott 25%-os értékekkel. Ebből az látszik, hogy

alázúzalékoláskor az aljak alá bekerülő tiszta zúzalékanyag — a vágány üzemi igénybevétele során — hatékonyabban segíti elő a q_{ts} talpsúrlódási ellenállási értékek fokozódását, mint az aláveréses fenntartás, mely során a megülepedett zúzottkő gerendákat minden esetben meg kell bontani.

A közölt %-os értékek az új vágány hasonló adatainak összehasonlítása alapján adódtak (1. táblázat).



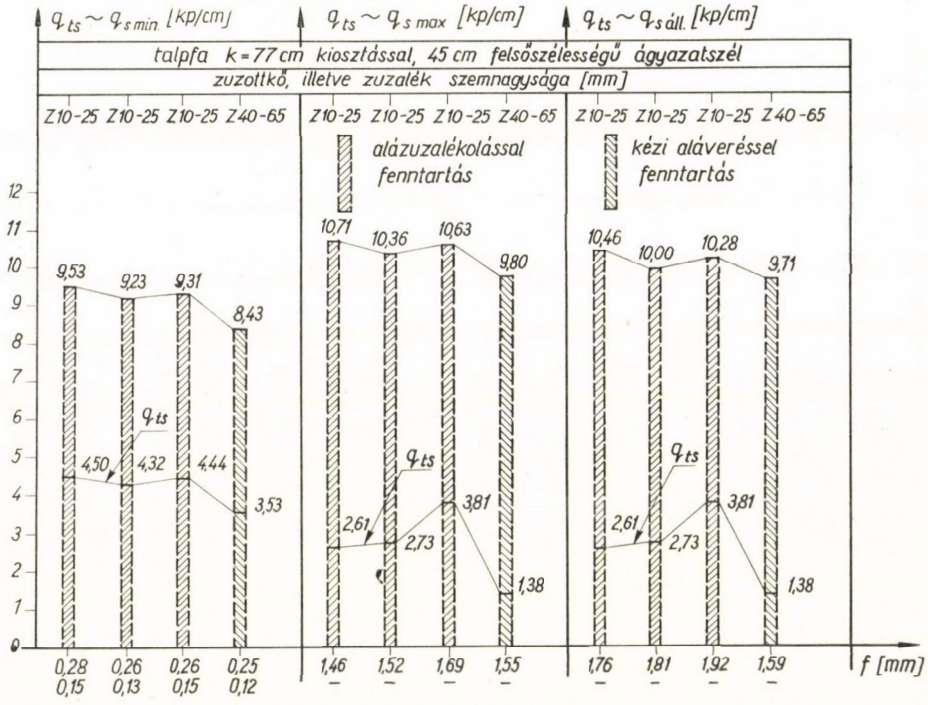
4. ábra A folyamatosan üzemeltetett Z 40/65 mm szemnagyságú zúzottkő ágyazatban fekvő alázúzalékolással és aláveréssel fekszintszabályozott vasbetonaljas vágány, oldalirányú ágyazati ellenállás értékei

A talpsúrlódási q_{ts} ellenállás növekedések végeredményben mint láttuk, a q_s teljes ágyazati ellenállás növekedésében jutnak kifejezésre. A q_s ellenállás növekedés vizsgálataink szerint pl. a vágány 3—5 éves üzemi használata után, az új vágányokra megállapított hasonló ellenállási értékeknek kétszeresét is elérheti.

Az is megállapítást nyert, hogy az üzemi igénybevételek hatására az új vasbetonaljas és talpfás vágányok közötti, q_s teljes oldalirányú ágyazati ellenállás különbség kiküszöbölődik. A talpfás vágány tehát közel eléri a vasbetonaljas vágány q_s ellenállását. Ennek oka, hogy a zúzottkő a terhelések hatására belevágódik a fa rostjaiba.

B) *Az aláverés és alázúzalékolás hatása, a vágány fekszinttartósságára*

Az aláveréssel és alázúzalékolással fenntartott vágány fekszinttartósságát tekintve az volt tapasztalható, hogy az alázúzalékolással történő fenntartásánál a terhelés rezgéshatásai következtében az aljak (előfeszített vasbeton és talpfa) 61—65, illetve 59—63%-kal kisebb, maradó fekszintváltozása

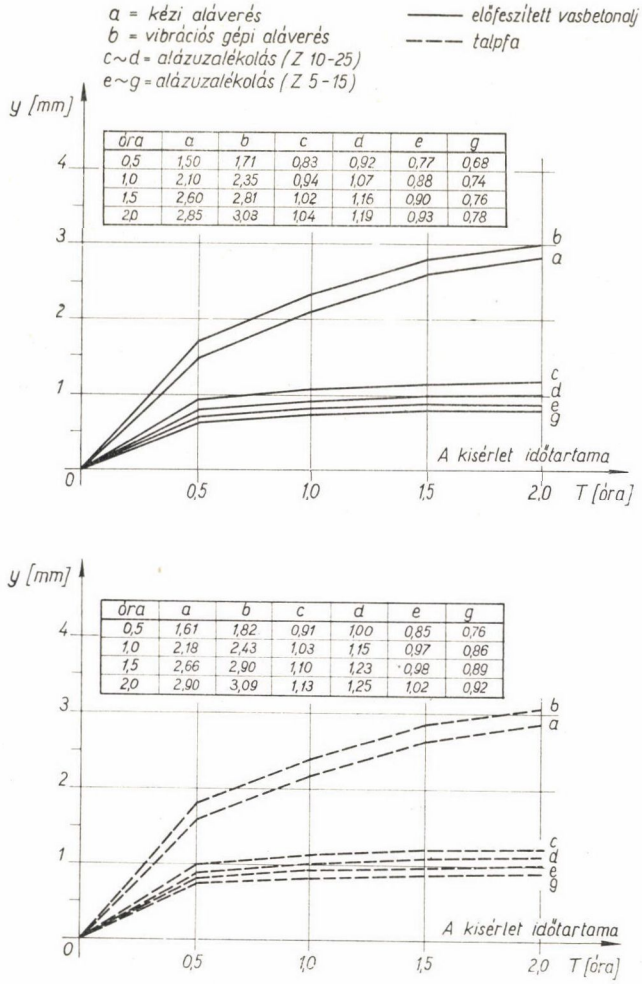


5. ábra A folyamatosan üzemeltetett Z 40/65 mm szemnagyságú zúzottkő ágyazatban fekvő alázúzalékolással és aláveréssel fekszintszabályozott talpfás vágány, oldalirányú ágyazatellenállás értékei

(besüllyedése) következik be, mint a kézi úton aláveréssel fenntartott aljaknál (6. ábra).

Meglepő, hogy legrosszabb vágányfekszint a vibrációs gépi aláverés eredményezte. Ennek oka, hogy az aláveréssel történő fenntartáskor, meg kell bontani a megülepedett zúzottkőgerendát. Ekkor az ágyazatnak mindig egy tömörebb, illetve kevésbé tömörített része képződik. A járművek dinamikus hatására a tömörségbeli különbség fokozatosan megszűnik, amikoris a vágány aljazatainak újabb süppedése, illetve fekszintjének romlása következik be.

Ez a jelenség sajnos az új vágányépítésnél is fennáll — az aláverés rovására —, mivel a jól tömörített ágyazatpárnát bontják meg az aljak aláverésekor.



6. ábra A Z 40/65 mm szemnagyságú ágyazatban fekvő vágány aláverés, illetve alázúzalékolás utáni fekszintváltozása a dinamikus igénybevételek hatására

C) *Az ágyazat szennyeződésének hatása, a vágány oldalirányú ágyazati ellenállására*

Vizsgálva az ágyazat szennyeződésének hatását azt tapasztaltuk, hogy esős, nedves időben az üzemközben nagymértékben megnövekedett száraz állapotú, q_{ts} és q_{hs} (aljak talp és oldalfelületeire jutó) oldalirányú ágyazati ellenállás igen jelentős csökkenése következik be. Ugyancsak csökken az aljak homlokfelületére jutó $q_{\ddot{o}s}$ ellenállás értéke is.

Megállapítottuk, hogy a q_s teljes oldalirányú ágyazati ellenállás csökkenés, pl. egy 40%-ban (súlyszázalék) homokos-agyag és szénsalak ágyazatszennyeződés mellett, vasbetonaljas vágánynál 46, talpfásnál pedig 47%-ra tehető. Ugyanez az érték agyag és szénsalak szennyeződés mellett 59, illetve

63%-ra adódik. Mindezek következtében már alig biztosított az a q_s teljes oldalirányú ágyazati ellenállás, amely újonnan épült vágányok esetében nyerhető.

A kísérletekből az volt látható, hogy 40—50%-os szennyeződésnél már nem a zúzottkő, hanem a szennyező anyag dominál, az ágyazati ellenállás értékének alakulására. Ez a telítettség zúzalék használatánál, 20—25%-os szennyeződés mellett következik be. A kisebb szemszerkezet miatt azonban a szennyeződést befogadó képesség kisebb, mint a nagy szemszerkezetű (Z 40/65 mm) zúzottkőnél. Ez a tény előnyösen befolyásolja, a q_s teljes oldalirányú ágyazati ellenállás alakulását, zúzalékolás esetén.

Kitűnt vizsgálatainkból, hogy a teljesen tiszta ágyazatú vágány q_s ellenállása, nagy esőzések idején 13—20%-kal magasabb értékűre adódik. Ennek oka a csapadék hatására megváltozott zúzottkőanyag belső súrlódási viszonyának alakulásában kereshető.

Mindezekből az következik, hogy 20%-os (súlyszázalék) szennyeződés után, részleges ágyazattisztítás látszik szükségesnek. Ez az aljak előtti és az aljfiókokban levő zúzottkőanyagra vonatkozik. Ezt a munkát kis hosszúságokban nem célszerű végeztetni.

Az ágyazat 40%os szennyeződését, a szennyezettség felső fokának kell tekinteni, (100%-os szennyeződés) amikor teljes vastagságában kell gondoskodni az ágyazat tisztításáról, az értéktelenné vált zúzottkő anyag egyidejű pótlásával.

Az 5. fejezet és A, B, C részeinek áttekintése alapján az tapasztalható, hogy az alázúzalékolásos fenntartási módszernek igen sok előnye van. Ezek alkalmassá teszik arra, — nem is említve a gazdaságosság kérdését — hogy úgy a vasbeton, mint a talpfás hézagnélküli vágányaink fenntartási módszereként bevezessék.

Ugyancsak ajánlatos új vágányok építésénél, a jól tömörített (vibrációs tömörítés) ágyazatpárnán elhelyezhető zúzalékszalagokra fektetni a sínmezőket. Majd a végleges hézagmentesítés után a járművek hatásától megülepedett vágányt újabb zúzalékolással kiemelni, illetve az egyenlőtlen süppedéseket megszüntetni.

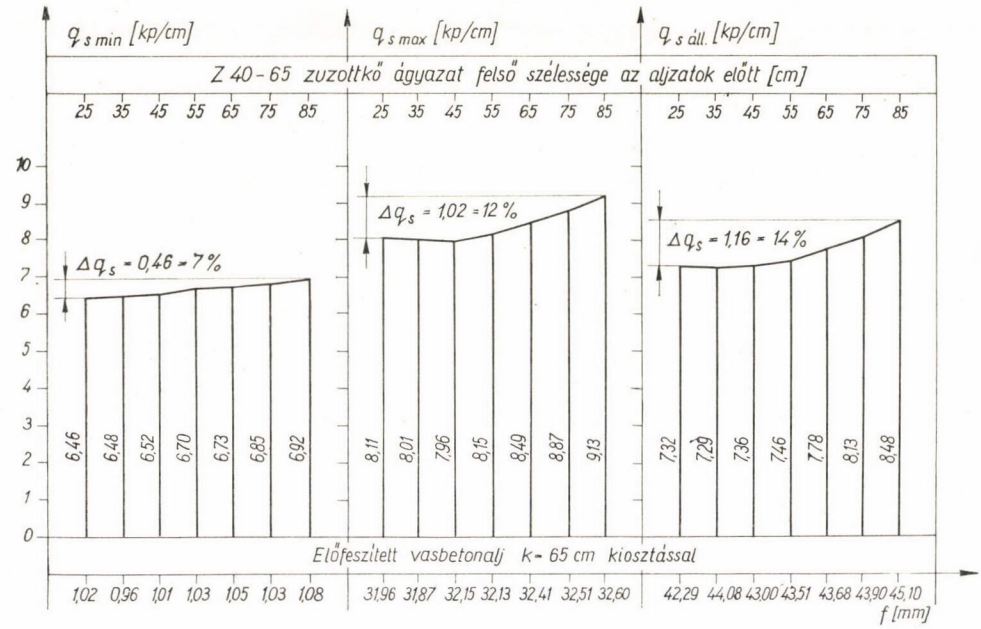
6. Az ágyazat és az alj alakjának hatása, az ágyazati ellenállás alakulására

Kísérleteink azt eredményezték, hogy (7—8. ábra):

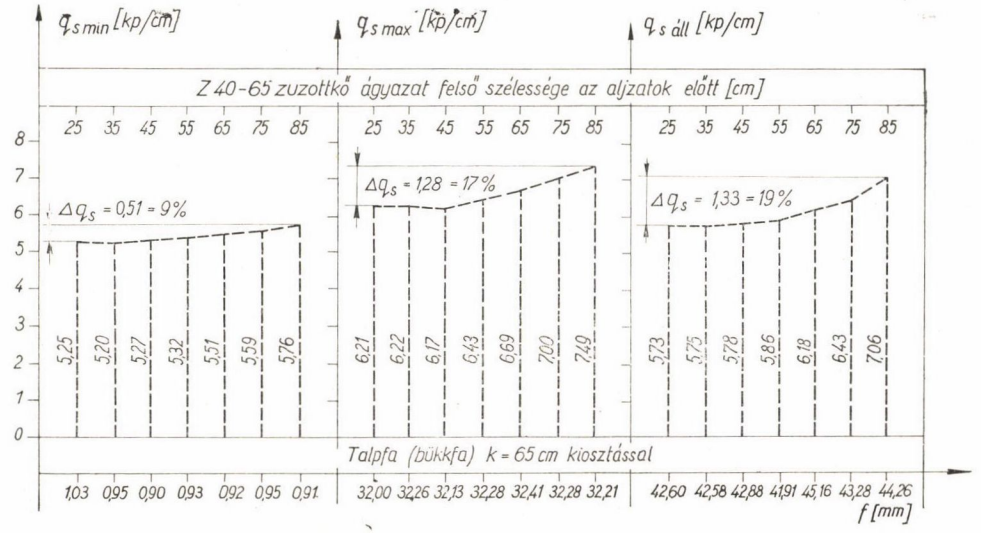
a) a 25—85 cm-ig történő aljak előtti ágyazat felső szélesség növelése hatásosan, előfeszített vasbetonaljak mellett 7, talpfák esetében pedig 9%-kal növeli, a q_s teljes oldalirányú ágyazati ellenállás értékét. Az összehasonlítás a 25 cm-es felső ágyazatszél mellett kapott ellenállások adataihoz történt.

Ennek okát keresve azt láttuk, hogy az aljak előtti ágyazattömeg igénybevétele $\alpha_1 = 45°$-os határolt területen következik be. Ez azt jelenti, hogy a vágány 10 cm-es oldalirányú elmozdulása során a q_{vs} aljak homlokfelületére jutó ágyazati ellenállást növelő képesség hatásvonala 30 cm-nél van (9. ábra).

b) A 45 cm felsőszélességű ágyazat, aljak előtti 1:5 arányú felpúpozása, illetve ennek az aránynak megfelelően az aljak fiókjaiban mellőzése az ágyazati anyagnak, 18—25%-kal rontja a q_s teljes oldalirányú ágyazati ellenállást, a szabványos kialakítású ágyazatban fekvő vágány hasonló értékeihez viszonyítva.

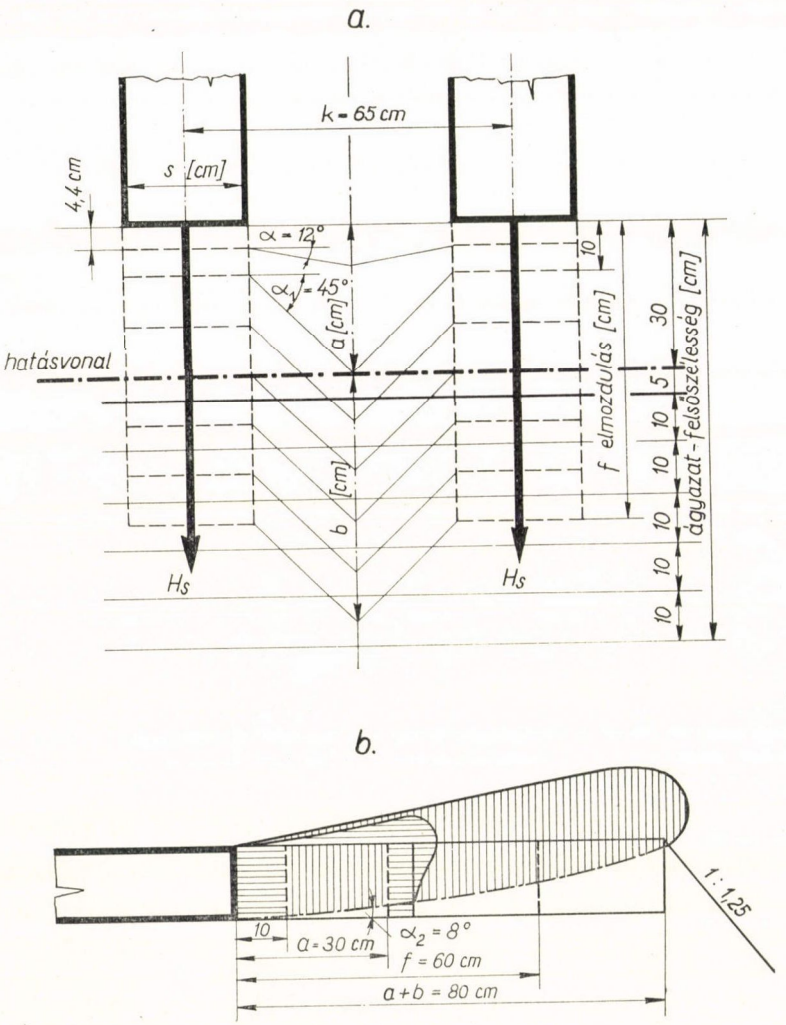


7. *ábra* A Z 40/65 mm szemnagyságú alj magasságában két rétegben tömörített ágyazatban fekvő előfeszített vasbetonaljas vágány, teljes oldalirányú ágyazati ellenállása, az ágyazat felső szélességének növelése mellett



8. *ábra* A Z 40/65 mm szemnagyságú alj magasságában két rétegben tömörített ágyazatban fekvő előfeszített talpfás vágány, teljes oldalirányú ágyazati ellenállása, az ágyazat felső szélességének növelése mellett

c) Az ágyazati anyag aljközökből való elhagyása nélkül, a zúzottkő 1:5 arányú felpúpozása az aljak előtt, 5—7%-kal növeli a 45 cm felsőszélességű ágyazatban fekvő vágány, q_s teljes oldalirányú ágyazati ellenállását.



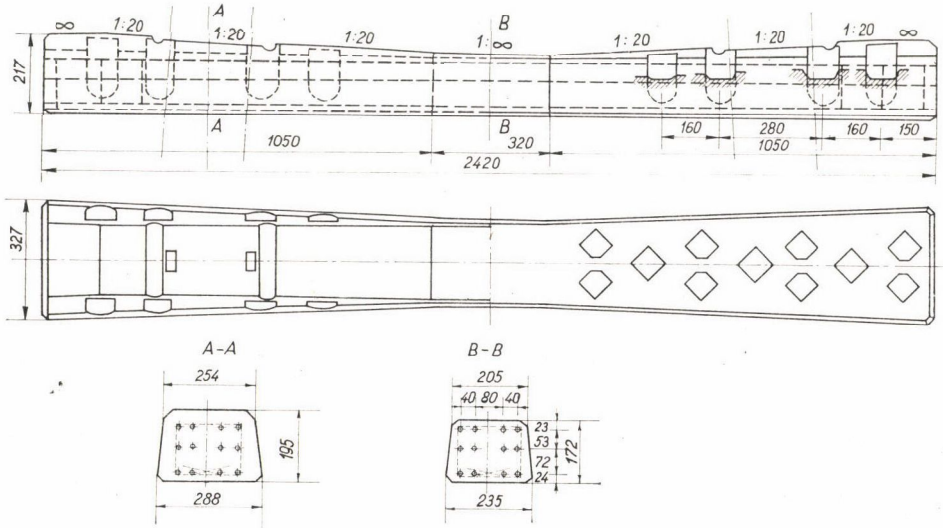
9. ábra A Z 40/65 mm szemnagyságú zúzottkő ágyazatszél igénybevétele, a vágány oldalirányú elmozdulása következtében

d) Az alj egysíkú oldalfelületeitől eltérő *alakváltoztatás* a vágány q_s teljes oldalirányú ágyazati ellenállását nagymértékben növeli. Ennek kimutatására terveztük meg a 10. ábrán látható kettős legyező alakú kísérleti vasbetonaljakat, mintázott talp és oldalfelületekkel. E vasbetonaljakkal végzett vágányhúzatási kísérleteink azt bizonyították, hogy a kettős legyezőalakú

vasbetonalj összfelülete, (oldal és homlokfelületek) 21,6%-kal növekedett, a „*T*" típusú jelenleg használatos alj összfelületéhez viszonyítva.

Azt tapasztaltuk, hogy a síma oldal és talpfelületekkel kialakított kettős legyező alakú vasbetonaljakkal, az ágyazat tömörítetlen állapotában átlagosan 22,06%-kal, mintázott oldal és talpfelületekkel rendelkező aljaknál pedig 34,16%-kal lehet növelni a q_s teljes oldalirányú ágyazati ellenállás értékét, a „*T*" típusú aljak mellett nyerhető ágyazatellenállási értékekkel szemben.

A teljes oldalirányú ágyazati ellenállás az aljak magasságában két rétegben tömörített ágyazat mellett, síma talp és oldalfelületű kettős legyező alakú aljak esetében mintegy 24,4%-kal, illetve mintázott talp és oldalfelületek mellett 35,63%-kal növekszik.



10. ábra Kettős legyező alakú vasbetonalj mintázott talp és oldalfelületekkel

Ez a nagymértékű q_s teljes oldalirányú ágyazati ellenállás növekedés egyértelműen azt bizonyítja, hogy a 10. ábrán látható kettős legyező alakú előfeszített vasbetonaljak, megnövelt és mintázott talp és oldalfelületek melletti kivitelezésével, illetve gyártásával foglalkozni kell. Csak egy ilyen aljtípus elégítheti ki a korszerű nyagysebességű pálya fekvésbiztonságának követelményeit.

e) Az ágyazati zúzottkő szemnagyság javasolt változtatása, az ágyazat felületi gépi tömörítésének megvalósítása (aljak előtt és fiókokban), illetve az aljak alakjának átformálása esetén, az egyenesben fekvő vágányoknál az ágyazat felső szélességét az aljak előtt a jelenleg szabványos 40—45 cm-ről, 35 cm-re lehetlec sökkenteni. Az $R = 600$ m-nél kisebb ívekben fekvő vágányoknál a ágyazati ellenállást az aljak előtt, 1:5 arányú ágyazat felpúpozással szükséges fokozni. Hiányos ágyazatot az aljak fiókjaiban megtűrni nem szabad.

7. Az ágyazat rugalmas ellenállása

Az ágyazat rugalmas ellenállása a vágány irányhiba mentes helyzetét befolyásoló tényezőnek tekinthető.

Vizsgálataink alapján azt tapasztaltuk, hogy a tömörítetlen (bevillázott) ágyazati zúzottkő, teljesen rugalmatlan. Ezzel szemben pl. a gépi úton felületileg tömörített ágyazat, 1,4 mm nagyságrendű rugalmas ellenállással bír. Ez azt jelenti, hogy a kísérleti vágány 1,4 mm-es kihajlását (alj elmozdulások) okozó H_s oldalirányú erő megszüntével, visszatolódott rugalmasan eredeti helyzetébe.

Ebből következik, hogy a vágány ágyazatának aljak előtti és fiókjaiban történő tömörítése, az ágyazati ellenállás nagymértékű fokozása mellett, hozzájárul a felépítmény alakváltozás nélküli (irányhibamentes) fekvésének biztonságához is.

Megállapítható tehát, hogy az ágyazat tömörítését elsősorban nem a q_s teljes oldalirányú ágyazati ellenállás növelésére való törekvés indokolja. Ezt a célt — mint láttuk — az ágyazati anyag szemszerkezetének megváltoztatásával, az aljak alakjának újabb kialakításával stb. is el lehet érni.Vizsgálataink azt bizonyítják, hogy az ágyazat tömörítését elsősorban az ágyazat rugalmas ellenálllásának biztosítása a zúzottkő térfogatsúlyának növelése, illetve a teljes ágyazatvastagság összefüggő tömörítettségének szükségessége indokolja, a pálya teljes hosszában.

Éppen ezért az ágyazat felületi tömörítését vibrációs gépek felhasználásával szükséges biztosítani az aljak előtt és azok fiókjaiban egyaránt. E célra megfelelő vibrációs gépeket kell szerkeszteni, illetve beszerezni. A gépi tömörítés megvalósításáig kézi úton célszerű az ágyazatot az aljak magasságában kétrétegben tömörítetni. Amennyiben az ágyazatszél tömörítése már a Bigmann-féle géppel történik, úgy csak az aljfiókokban levő ágyazati anyag kétrétegű tömörítése szükséges.

Az ágyazattömörség egyenletességét a pálya hosszában és az ágyazat vastagságában, izotópos mérőműszerekkel szükséges megállapítani.

IRODALOM

Nagy József: A vágány oldalirányú ágyazati ellenállását befolyásoló tényezők vizsgálata, tekintettel a hézagnélküli felépítmény fekvésbiztonságára. (Kézirat) Bp. 1963.

DR. HALÁSZ TIBOR a műszaki tudományok kandidátusa

KORSZERŰ VASÚTI VONTATÓJÁRMŰVEK KIHASZNÁLTSÁGÁNAK HATÁSA A VONTATÁSI ÖNKÖLTSÉGRE

A vasút üzemében évtizedek óta kialakultak gyakorlati szabályok, amelyeket elméleti levezetésekkel is megerősítettek, a leggazdaságosabb üzemviteli mód megválasztására. Ezeket a szabályokat, a megváltozott körülmények miatt, újra meg kell vizsgálni és megfelelően módosítani. A vasúti üzemben és gazdálkodási rendszerben napjainkban lényeges változások történnek. Ezek közé tartoznak a következők:

1. A gőzvontatást fokozatosan felváltja a Diesel- és villamosüzem.
2. Az értékcsökkenési leírás alapját a jövő évtől kezdve a vontatójárműveknél nem az idő, hanem a jármű futási teljesítése képezi.
3. Jövő évtől kezdve a járművek után eszközlekötési járulékot kell fizetni.

Mind az első pontban említett műszaki, mind a második és harmadik pontban feltüntetett gazdasági változások a fejlődésnek jelentős lépcsői, amelyek egyrészt a vasút gazdaságosabb üzemeltetését, másrészt a tényleges gazdasági eredmények helyesebb értékelését teszik lehetővé. A változással együtt jár, hogy az eddig kialakult munkamódszerek egy részét módosítani kell.

A gőzüzemről a korszerű vontatási nemekre való áttérés mind a műszaki, mind a gazdasági viszonyokat lényegesen befolyásolja. Gazdasági szempontból legjelentősebb, hogy a Diesel- és villamos vontatásnál az üzemi költségek kisebbek, mint a gőzüzemnél, viszont a korszerű vontatójárművek beszerzési költsége nagy.

Az alábbiakban megvizsgáljuk, hogy a vontatójárművek kihasználtságát miként lehet helyes beosztással úgy fokozni, hogy az a vasút — sőt az egész népgazdaság — szempontjából is minél kedvezőbb legyen.

Feltételezzük — mint az a valóságnak is teljesen megfelel — hogy a korszerű vontatójárművek típusai adottak, azok műszaki jellemzőit nem módosíthatjuk. Az alábbi levezetés közvetlen, távolsági tehervonatokra és olyan viszonylatokra vonatkozik, amelyekben a vonal kapacitása megfelelő, tehát az átbocsátóképesség növelése érdekében nem kell a gazdaságosság rovására kényszermegoldásokat alkalmazni.

A korszerű villamos- és Diesel-mozdonyok beszerzési költsége sokszorosa a gőzmozdonyokénak, azonkívül a nagyteljesítményű Diesel-járműveket külföldről kell behozni, ezért azok jó kihasználtságára kell törekedni. A vontatójárművek kihasználtságát az alábbi három mérőszám alakulása mutatja:

1. A vontatójármű havi üzemideje.
2. A havi kilométer futása.
3. A havi elegytonnakilométer teljesítése.

Ad 1. A havi üzemidő megállapításakor, ha a forduló- és a honállomáson üzemkész állapotban eltöltött várakozási időt is üzemidőnek tekintjük, — jól megszervezett üzemben — csak a javításokra és vizsgálatokra szükséges időtartamot kell levonni a havi 720 órából. Ezen a címen az alábbi időkieséseket vesszük figyelembe:

a) egy alkalommal nagyobb vizsgálatra és javításra 48 órát,	48 óra,
b) ezenkívül három alkalommal (heti vizsgálatra) egyenként 8, összesen	24 óra,
c) a fennmaradó 25 napra, napi vizsgálat és várakozás céljára 4—4, összesen	100 óra
összesen	172 óra

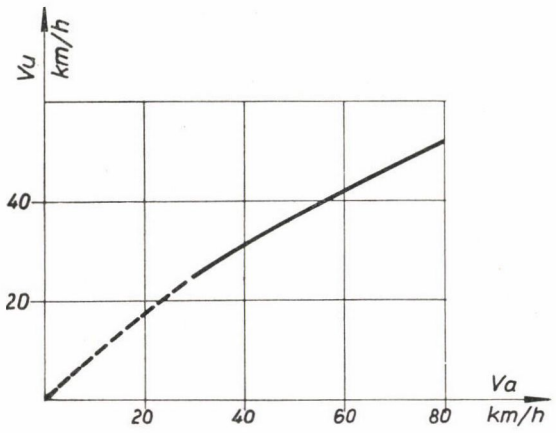
A fennmaradó üzemidő $T = 720 - 172 = 548$ óra.

Ad 2. A mozdony által havonta megtett út függ a havi üzemidőtől, az utazási sebességtől, a vontatási szakasz hosszától, valamint a forduló- és honállomáson töltött ki- és behaladási, várakozási stb. időtől.

Az utazási sebesség és az alapsebesség között nincs egyenes összefüggés, nagyobb alapsebesség esetén a két sebesség közötti eltérés nagyobb, mert egyrészt a megállások alkalmával a gyorsítási és lassítási időveszteség nagyobb, másrészt többször szükséges íveken, váltókon, javításban levő pályarészeken a sebességet csökkenteni. Számos tényszám figyelembevételével az alapsebesség V_a és az utazási sebesség V_u között Diesel- vagy villamosüzemben az alábbi összefüggést állapítottuk meg:

$$V_u = \sqrt{84\ V_a + 1600} - 40$$

A képletet ábrázoló görbét az 1. sz. grafikonon tüntettük fel.



1. ábra

A forduló és a honállomáson eltöltött várakozási idő egyrészt a vontatási szakasz hosszával, másrészt a naponta közlekedő vonatok számával korrelációs összefüggésben van.

A gőzmozdonyoknak a fordulóállomáson eltöltött ideje és a vontatási szakaszhossz közötti összefüggést a felvett statisztikai adatok alapján 1957-ben megállapítottam és a következő összefüggést találtam:[1]

$$i_{fg} = 634,\ 3 + 2{,}29\ (L—117{,}1),$$

ahol i_{fg} = a forduló állomáson eltöltött idő percben,
L = a vontatási szakasz hossza.

E szerint a fordulóállomáson eltöltött idő feltűnően hosszú, a kezelési munkához szükséges idő többszöröse. Ezt az eredményt a kellően meg nem szervezett — sok esetben fordulóterv nélkül közlekedő — gőzmozdonyos forgalom tényszámaiból kaptuk, az utazási sebességet a gyakori tűzkezelések ideje is csökkentette, ezért sok esetben a fordulóállomáson a mozdonyszemélyzet részére pihenőidőt kellett biztosítani. Kétségtelen, hogy a hosszú várakozási idők — még a gőzüzemben is — nagyon gazdaságtalanok.

Korszerű vontatójárművek esetén a kezelési és fordítási idők nagy mértékben csökkennek, sőt el is maradnak, ezért lényegesen rövidebb i_f idővel kell számolni. Jól szervezett üzemben, kellő forgalomsűrűség esetén, az alábbi összefüggést vehetjük figyelembe:

$$i_f = 1{,}5 + 0{,}005\ L,$$

ahol i_f a forduló- és a honállomáson eltöltött idő órában. Egy forduló időszükséglete

$$t = \frac{2\,L}{V_u} + 2\,i_f\,.$$

A havonta megtehető fordulók száma:

$$n = \frac{T}{t} = \frac{T}{\frac{2\,L}{V_u} + 2\,i_f}$$

A mozdony által havonta megtehető út:

$$H = 2\,Ln = \frac{2\,LT}{\frac{2\,L}{V_u} + 2\,i_f} = \frac{L\,T}{\frac{L}{V_u} + i_f}$$

A fenti képletből $T = 548$ óra és i_f értékének behelyettesítése után 50, 100, 150 és 250 kilométer hosszú vontatási szakaszok esetén kiszámítottuk a havi kilométer futást a sebesség függvényében. A kiszámított adatokból nyert görbéket a 2. sz. grafikonon tüntettük fel.

A grafikonból látható, hogy a sebesség emelése kis sebességeknél még számottevően növeli az egy hónap alatt megtehető utat, nagyobb sebességeknél azonban az útnövekedés csökkenő arányú. A görbék olyan egyenlő szárú hiperbolának a részei, amelynek egyik aszimptotája a

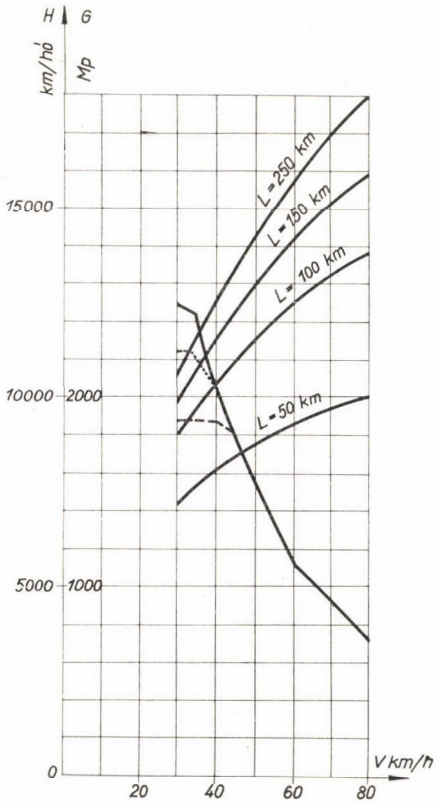
$$H_1 = \frac{L\,T}{i_f} \text{ magasságban}$$

húzott vízszintes egyenes.

[1] Halász Tibor: A vasútvillamosítás hatása a szükséges üzemi járműállagra. Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Tudományos Közleményei 1957. III. köt. 6. szám.

Nagy mértékben növekszik a havonta megtehető út, ha a vontatási szakasz hosszát növelik.

Ad 3. A havonta teljesíthető elegytonnakilométer megállapításához a mozdony által továbbítható vonatsúlyt kell ismerni. Egy korszerű, közel teljesít-



2. ábra

ménytartó Diesel-mozdony vonóhorgon mért vonóerejét, továbbá ebből a

$$w_0 = 2{,}5 + \frac{V^2}{3000} \text{ kp/Mp}$$

fajlagos vonatellenállási képlettel $p_2 = 2^0/_{00}$ emelkedőre számított vonatsúlyokat az 1. sz. táblázatban tüntettük fel.

A gyorsítás erőszükségletére való tekintettel 30 km/h sebességnél csak 2500 Mp terhelést vettünk fel. Az így kiszámított terheléseket azonban a kocsik súlyától függően csak nagy tengelyszámmal lehet elérni, ezt azonban az állomások befogadóképessége is korlátozza. Ezért kiszámítottuk, hogy legfeljebb 75 kocsi (150 tengely) esetén milyen vonatterhelés adódik először, ha a kocsik bruttósúlya 25, másodszor, ha 30 Mp. Ezeket a bruttósúlyokat az alábbiak szerint kaptuk:

1. táblázat

Vonatterhelés különböző sebességeknél

Megnevezés	Az alapsebesség V [km/h]							
	30	35	40	45	50	60	70	80
Vonóerő Z [Mp]	14 000	12 000	10 500	9400	8500	6800	5700	4800
A vonóerő szerinti vonatsúly G_1 [Mp]	2 500	2 450	2 080	1815	1590	1190	930	706
25 Mp súlyú kocsik esetén a vonatterhelés G_2 [Mp]	1 875	1 875	1 875	1815	1590	1190	930	706
a kocsik száma n_2	75	75	75	73	64	48	37	28
30 Mp súlyú kocsik esetén a vonatterhelés G_3 [Mp]	2 250	2 250	2 080	1815	1590	1190	930	706
a kocsik száma n_3	75	75	69	61	53	40	31	24

12 Mp önsúlyú kocsik és 18 Mp átlagos statikus terhelés esetén, figyelembe véve a kb. 30%-os üresfutást, az átlagos bruttósúlya 25 Mp. Az új kocsik terhelési határa 29 Mp, erre való tekintettel az átlagos statikus terhelés kedvező esetben 27 Mp, ebből 30%-os üresfutást számítva, az átlagos bruttósúly kb. 30 Mp.

A 2. sz. grafikonon a vonatterheléseket is feltüntettük, mégpedig a vonóerőből számítottat teljes, a 25 Mp bruttósúlyú kocsikból adódót szaggatott, a 30 Mp súlyú kocsikra vonatkozót pontozott vonallal.

A havonta megtett út és a vonatterhelés szorzata a teljesíthető elegytonnakilométer, ezt a választott vontatási szakaszhosszaknak megfelelően a 3. sz. grafikonon tüntettük fel, szintén teljes, szaggatott és pontozott vonallal. A grafikonból látható, hogy a legnagyobb teljesítés 35—40—45 km/h sebességnél van, azért, mert a kisebb sebességeknél a vonatterhelést a gyorsítási lehetőségek végett csökkenteni kellett. Nagyobb sebességeknél a teljesítés rohamosan csökken, 80 km/h sebességnél kb. a fele a legnagyobb értéknek. Úgyszintén nagyobb a teljesítés, ha a vontatási szakaszok hosszabbak. Jelentősen emelkedne az elegytonnakilométer, ha a kocsik tengelyszáma a vonatsúlyt nem korlátozná.

A 3. sz. grafikon adataiból látható, hogy a mozdony teljesítésének fokozása végett:

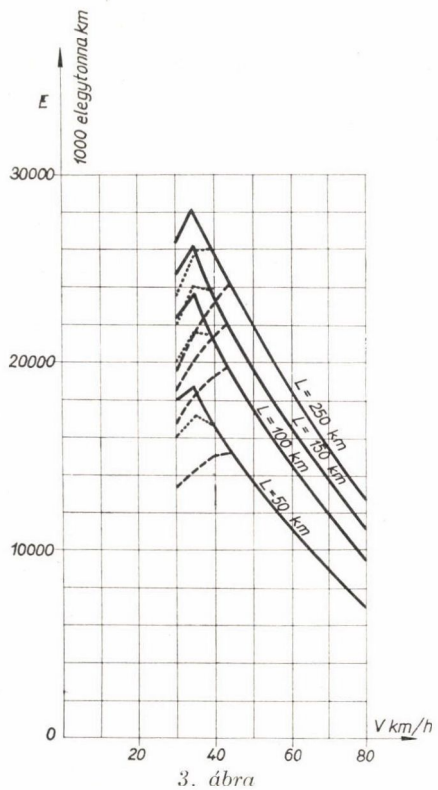
1. A vontatási szakasz lehetőleg hosszú legyen.
2. A vonatterhelés lehetőleg nagy legyen, ha vonóerő szabja meg a felső határt, a vonatterhelést még a sebesség csökkentése árán is érdemes növelni.

Vizsgáljuk meg az alapsebesség és a vonatterhelés változásának hatását a költségekre:

A vontatási és a vonattovábbítással szorosan összefüggő — pl. vonatkíséreti költségeket — az alábbi főcsoportokba oszthatjuk:

1. Vontatási energia költsége.
2. Egyéb üzemanyag (olaj) költsége.
3. A mozdony- és vonatkísérő személyzet bére.
4. A mozdony javítási költsége.
5. A vontatási telepen végzendő munkák (üzemanyag-feladás, mozdonytisztítás stb.) költsége.
6. A kocsik javítási költsége.

7. A vontatójármű értékcsökkenési leírása.
8. A kocsik értékcsökkenési leírása.
9. Eszközlekötési járulék a vontatójármű után.
10. Eszközlekötési járulék a kocsik után.



3. ábra

Ad 1. A vontatási energiafogyasztás a gőzüzemben azonos sebesség esetén a virtuális-összes-tonnakilométerrel arányos. Ha a sebesség növekszik, a szénfogyasztás is emelkedik, ennek mértéke ritkán megálló vonatoknál az úgynevezett sebességi-virtuális-összes-tonnakilométerrel arányos. Elvileg hasonló a helyzet Diesel-üzemben is, itt azonban a mozdonyok virtuális súlyát még nem állapították meg. A magyar és külföldi irodalomban közölt, a vonat- és a mozdonyellenállásra vonatkozó gyakorlati képletekből az tűnik ki, hogy a Diesel-mozdony menetellenállása nem különbözik számottevően a vele egyenlő súlyú kocsisor ellenállásától. Így pl. az általunk is használt

$$w_0 = 2{,}5 + \frac{V^2}{3000} \quad [\mathrm{kp/Mp}] \text{ kocsisor-ellenállási,}$$

$$W_0' = 3\,G_m + 0{,}3\,F\left(\frac{V}{10}\right)^2 \quad [\mathrm{kp}] \text{ mozdonyellenállási képlet szerint,}$$

amelyben

G_m = a mozdony súlya Mp-ban,
F = a mozdony homlokfelülete m²-ben ($F = 10$ m²)

100 Mp súlyú mozdony esetében a virtuális szorzó 30 és 100 km/h sebességek között 1,17—1,03 között változik. Ez azonban csak a mozdony haladási ellenállása, ebben még nincs figyelembe véve, hogy az erőgép és erőátviteli berendezések belső súrlódásának a leküzdéséhez, valamint a segédberendezések (légsűrítő, szellőző, világítás stb.) üzembentartásához is kell energia. Diesel-mozdonyoknál erre a célra szükséges gázolaj mennyiségét — tekintettel arra, hogy a motor fordulatszáma a vonat sebességétől és a terhelésétől független — az idővel arányosnak vehetjük. A belső súrlódások leküzdésére és a segédüzemek fenntartására óránként 10 kg gázolajat számítunk. A vonattovábbításhoz szükséges olajfogyasztást pedig a sebességi-összes-tonnakilométerrel (amely alatt a mozdony és a vonat együttes súlyának a megtett úttal és az utazási sebességgel való szorzatát értjük) arányosnak vehetjük, mégpedig 1000 sebességi-összes-tonnakilométerenként 0,13 kg-nak.

Ad 2. Az egyéb üzemanyag —kenőolaj— költsége gyakorlatilag a megtett úttal arányos.

Ad 3. A mozdony- és vonatkísérő személyzet bére a szolgálati idővel arányos.

Ad 4. A mozdonyjavítási költségeket első megközelítésként a megtett úttal arányosnak tekintik, annál is inkább, mert a Diesel-mozdonyok tervszerű megelőző fenntartási rendszerének az alapja a megtett út. Magunk részéről ezzel nem értünk teljesen egyet, mert magának a Diesel-motornak az elhasználódása elsősorban attól függ, hogy mennyi ideig jár a motor.[2] Ezért a javítási költségeket felerészben az üzemidővel, felerészben a megtett úttal arányosnak tekintjük. A tényszámok alapján kilométerenként 3 Ft és mozdonyóránként 39,6 Ft javítási költséget számolunk.

Ad 5. A vontatási telepen végzett munkák költségeit az elegytonnakilométerrel arányosnak szokták venni, bár ez nem teljesen helyes, de mivel az eltérés a többi tételhez viszonyítva elhanyagolható, eszerint számolunk.

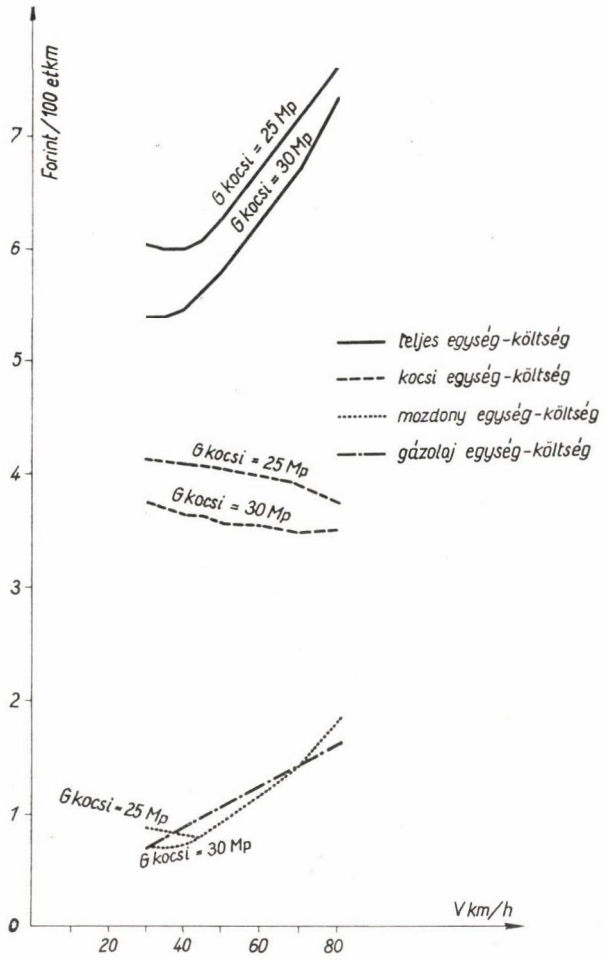
Ad 6. A kocsik elhasználódása közel a megtett úttal arányos, ezért annak ellenére, hogy a tervszerű megelőző vizsgálatokat — mivel a futási teljesítéseket kocsinként nem tartják nyilván — időarányosan végzik, a javítási költségeket a teljesített kocsikilométerrel arányosnak tekintjük. A tényszámok alapján ez — függetlenül a kocsiterheléstől — 0,337 forint kocsikilométerenként.

Ad 7. A vontatójárművek értékcsökkenési leírása címén befizetendő összeg 1967-től kezdve a megtett úttal lesz arányos, számításunk szerint 3,73 Ft/km.

Ad 8. A kocsik értékcsökkenési leírása címén befizetendő összeg a kocsik értékével és az idővel arányos, évi 2,5%. A kocsik felhasználási idejénél nem csak a vonatban töltött, hanem a várakozási időket is figyelembe kell venni. Ezek közül az elegygyűjtési idő a naponta egyirányban közlekedő vonatok számával fordítottan arányos. Ennek a megállapítása végett felvettünk egy elszállítandó árumennyiséget — példánkban napi 4000 Mp-t — ezt osztottuk az egy vonattal továbbítható árusúllyal, ebből megkaptuk a naponta indítandó vonatok számát. A 24 órát osztva a napi vonatszámmal adja az átlagos indítási időközöket, amelynek a fele az átlagos elegygyűjtési idő. Tekintettel az

[2] Halász Tibor: Vasúti járművek tervszerű fenntartási rendszerének elvi szempontjai. Közlekedéstudományi Szemle 1961. 1. szám.

oda-vissza útra az elegygyűjtési idő kétszereséhez adjuk a fordulóidőt, valamint a le- és feladási, továbbá a rendezési időket. Az utóbbi három címén 82,6 órát számítunk. Egy kocsifordulóban ezek a műveletek összesen 59 órát tesznek ki, ez 215 km útra vonatkozik, mivel példánkban a megtett út 300 km, az időtartamot is arányosan növelni kell.



4. ábra

Ad 9. és 10. Mind a vontató-, mind a vontatott járművek eszközlekötési járuléka a beszerzési érték 5%-a évenként. A mozdony értékét 14 000 ezer, egy teherkocsi értékét 25 Mp átlagos terhelés esetén 220 ezer, 30 Mp esetén 240 ezer forintra vettük fel.

Az egy vonatpár továbbításához szükséges mozdonyóra megállapításánál a menettartam időből indultunk ki, amelyhez a forduló és honállomáson eltöltött időket adjuk. Az így kapott fordulóidőt a vontatási telepen eltöltött

fenntartási időkre való tekintettel 720 : 548 arányában és a nagy műhelyi 10% javítási állag miatt összesen 1,45-dal megszoroztuk.

A 2. táblázatban $L = 150$ km vontatási szakaszhosszon egy vonatra (oda-vissza) számított, különböző sebességek esetén érvényes legfontosabb adatokat tüntettük fel, külön 25 és külön 30 Mp bruttósúlyú kocsik esetén.

A 3. táblázatban az egy vonatra számított költségeket mutattuk ki, ha $L = 150$ km és a kocsik átlagos bruttósúlya 25 Mp, a sebesség pedig 30 és 80 km/h között változik. A 4. sz. táblázatban ugyanez látható, de 30 Mp súlyú kocsikra vonatkozóan.

Az egység-önköltségeket és azoknak leglényegesebb részeit a 4. sz. grafikonban tüntettük fel. Ebből látható, hogy 30—45 km/h alapsebességek között az egység-önköltség alig változik, azontúl már rohamosan nő. Azt, hogy a kis sebességeknél az egység-önköltség közel azonos, a tengelyszám korlátozott volta okozza, a mozdony vonóerejét ilyen esetben nem lehet kihasználni.

Nagyobb kocsisúly esetén, mint az a 25 és 30 Mp súlyú kocsikkal végzett számítások összehasonlításából látható, a ráfordítások csökkennek. Ha tovább növelhető a kocsik átlagos bruttósúlya, akár korszerű járművek beszerzésével, akár az üres- és rakott kocsifutás arányának megváltoztatásával a költségek nemcsak kedvezőbbek lesznek, hanem a görbe jellege is kismértékben megváltozik.

A kocsikkal kapcsolatos költségek a nagyobb sebességeknél valamelyest csökkennek. Ha ezeket a költségeket, amelyeknek nagy része akkor is felmerül, ha a kocsik nem dolgoznak, figyelmen kívül hagyjuk, a kisebb sebesség használata előnyösebb lesz. Olyan időszakban, amikor nincs kocsihiány, a kocsikkal összefüggő költségeknek gyakorlati jelentősége nem nagy.

A mozdonnyal kapcsolatos költségek (javítási-, értékcsökkenési költség és eszközlekötési járulék) a sebesség növekedésénél nagyobb mértékben emelkednek. A gázolaj fogyasztás a sebességgel közel arányosan emelkedik. Itt meg kell említeni, hogy míg a gőzvontatásnál az energiaköltség a legjelentősebb ráfordítás volt, a korszerű vontató-járműveknél ennek az aránya lényegesen kisebb, viszont a vontatójárművekkel kapcsolatos egyéb ráfordítások nagyobbak.

Kisebb teljesítményű mozdonyoknál, vagy nagyobb emelkedők esetén a vonatterhelést a tengelyszám nem korlátozza, ezért ott a teljesítések és költségek görbéi máskép alakulnak, ezeknek a hatásával egy más tanulmányban foglalkozunk.

Mint látható a legkedvezőbb utazási sebesség megválasztását rendkívül sok körülmény befolyásolja, ezért minden esetet külön meg kell vizsgálni, nem helyes általános érvénnyel egy értéket megállapítani. A sok befolyásoló ok közül egy igen jellegzetesre már most rá kell mutatni. Az átmeneti időben amíg mind gőz-, mind Diesel-mozdonyok bonyolítják le a forgalmat, arra kell törekedni, hogy a Diesel-üzem teljesítésének aránya lehetőleg nagy legyen, mert ennek egységköltsége jóval kedvezőbb a gőzüzeménél. A 3. sz. grafikonból kitűnik, hogy egy mozdony által továbbítható súly és így a teljesítés is, kisebb sebességeknél jóval nagyobb, mint esetleg más szempontjából kívánt 50—60 km/h alapsebesség esetén. Ha tehát a Diesel-mozdonyok jobb kihasználását helyezzük előtérbe, az egész vasút szempontjából jobb eredményt érünk el, mintha csak külön a gőz- és külön a Diesel-üzem költségeit vizsgáljuk.

2. táblázat

Legfontosabb adatok egy oda-vissza útra

Megnevezés	A kocsi bruttósúly Mp	Alapsebesség V km/h							
		30	35	40	45	50	60	70	80
Utazási sebesség (km/h)	—	24,2	27,4	30,4	33,3	36,2	41,5	46,5	51,2
Vonatsúly a 100 Mp mozdony súlyával együtt (Mp)	25	1 975	1 975	1 975	1 915	1 690	1 290	1 030	806
	30	2 350	2 350	2 180	1 915	1 690	1 290	1 030	806
Sebességi-összes-tonnakm (1000)	25	14 339	16 235	18 012	19 131	18 353	16 006	14 368	12 380
	30	17 061	19 317	19 882	19 131	18 353	16 006	14 368	12 380
Fordulóidő várakozással együtt (óra)	—	16,90	15,44	14,36	13,50	12,78	11,72	10,96	10,36
A vonattovábbítás gázolaj fogyasztása. (ezer seb. ö. tkm-ként 0,13 kg) (kg)	25	1 864	2 110	2 341	2 487	2 385	2 080	1 867	1 609
	30	2 218	2 511	2 585	2 487	2 385	2 080	1 867	1 609
A segédüzemek gázolaj fogyasztása (kg)	—	169	154	144	135	128	117	110	104
Összes gázolaj fogyasztás (kg)	25	2 033	2 264	2 485	2 622	2 513	2 197	1 977	1 713
	30	2 387	2 665	2 729	2 622	2 513	2 197	1 977	1 713
Kocsikilométer (km)	25	22 500	22 500	22 500	21 900	19 200	14 400	11 100	8 400
	30	22 500	22 500	20 700	18 300	15 900	12 000	9 300	7 200
Szükséges vontatójármű (db)	—	1,02	0,93	0,87	0,82	0,77	0,71	0,67	0,63
Egy vonattal elszállítható árusúly (Mp)	25	975	975	975	939	822	614	486	370
	30	1 350	1 350	1 152	1 083	954	710	558	418
Naponként egy irányban közlekedő vonatok száma	25	4,10	4,10	4,10	4,26	4,87	6,51	8,21	10,80
	30	2,96	2,96	3,46	3,94	4,20	5,63	7,17	9,56
Az átlagos elegygyűjtési-idő kétszerese (óra)	25	5,85	5,85	5,85	5,63	4,93	3,68	2,92	2,22
	30	8,10	8,10	6,94	6,09	5,71	4,26	3,34	2,51
Szükséges kocsióra kocsinként (menetidő + 2-szer elegygyűjtési idő + 82,6 óra)	25	105,35	103,89	102,81	101,73	100,31	98,00	96,48	95,18
	30	107,60	106,14	103,90	102,19	101,09	98,58	96,90	95,47
Szükséges kocsinap (nap)	25	329,2	324,7	321,3	309,5	267,5	196,0	148,8	107,5
	30	336,3	331,7	298,7	259,8	223,2	164,3	125,2	95,5

3. táblázat

Vontatási költségek egy oda-vissza útra, ha a kocsisúly 25 Mp

A költség megnevezése	Az alapsebesség V [km/óra]							
	30	35	40	45	50	60	70	80
Gázolaj (2 Ft/kg)	4 066	4 528	4 970	5 244	5 026	4 394	3 954	3 426
Egyéb üzemanyag (0,5 Ft/km)	150	150	150	150	150	150	150	150
Mozdony- és vonatkísérő személyzet bére (70 Ft/óra)	1 180	1 080	1 010	945	895	820	770	648
Mozdonyjavítási költség 3 Ft/km + 39,6 Ft/óra	1 870	1 784	1 727	1 680	1 632	1 575	1 536	1 498
Vontatási telep munkái (0,03 Ft/100 etkm)	169	169	169	163	143	107	84	64
Kocsijavítás (0,337 Ft/kocsikm)	7 582	7 582	7 582	7 380	6 470	4 853	3 741	2 831
Vontatójármű értékcsökkenése (3,73 Ft/km)	1 119	1 119	1 119	1 119	1 119	1 119	1 119	1 119
Kocsik értékcsökkenése (16 Ft/kocsinap)	5 267	5 195	5 141	4 952	4 280	3 136	2 381	1 720
Eszközlekötési járulék vontatójármű után (évi 5%, 1920,— Ft/nap)	1 958	1 786	1 670	1 574	1 478	1 363	1 286	1 210
Eszközlekötési járulék a kocsik után (évi 5%, 32 Ft/kocsinap)	10 534	10 390	10 282	9 904	8 560	6 272	4 762	3 440
Összesen:	33 895	33 783	33 820	33 111	29 753	23 789	19 783	16 106
100 elegytonnakm	5 625	5 625	5 625	5 445	4 770	3 570	2 790	2 118
Egységköltség	6,03	6,01	6,01	6,08	6,24	6,66	7,09	7,61

4. táblázat

Vontatási költségek egy oda-vissza útra, ha a kocsisúly 30 Mp

A költség megnevezése	Az alapsebesség = V [km/óra]							
	30	35	40	45	50	60	70	80
Gázolaj (2 Ft/kg)	4 774	5 330	5 458	5 244	5 026	4 394	3 954	3 426
Egyéb üzemanyag (0,5 Ft/km)	150	150	150	150	150	150	150	150
Mozdony- és vonatkísérő személyzet bére (70 Ft/óra)	1 180	1 080	1 010	945	895	820	770	648
Mozdonyjavítási költség (3 Ft/km + 39,60 Ft/óra)	1 870	1 784	1 727	1 680	1 632	1 575	1 536	1 498
Vontatási telep munkái (0,03 Ft/100 etkm)	202	202	202	163	143	107	84	64
Kocsijavítás (0,337 Ft/kocsikm))	7 582	7 582	6 976	6 167	5 358	4 044	3 134	2 426
Vontatójármű értékcsökkenése 3,73 Ft/km	1 119	1 119	1 119	1 119	1 119	1 119	1 119	1 119
Kocsik értékcsökkenése 17,5 Ft/kocsinap	5 885	5 805	5 227	4 546	3 906	2 875	2 191	1 671
Eszközlekötési járulék vontatójármű után, évi 5%, 1920 Ft/nap	1 958	1 786	1 670	1 574	1 478	1 363	1 286	1 210
Eszközlekötési járulék a kocsik után évi 5% 35 Ft/kocsinap	11 770	11 610	10 454	9 092	7 812	5 750	4 382	3 342
Összesen:	36 490	36 448	33 993	30 680	27 519	22 197	18 606	15 554
100 elegytonnakm	6 750	6 750	6 240	5 445	4 770	3 570	2 790	2 118
Egységköltség	5,40	5,40	5,45	5,63	5,77	6,22	6,67	7,34

DR. KAJÁN BÉLA, a műszaki tudományok kandidátusa

JÁRMŰVEK SZEMÉLYGÉPKOCSI-EGYENÉRTÉK SZÁMÁNAK MEGHATÁROZÁSA

Bevezetés

A közúti közlekedési létesítmények tervezésénél, forgalomtechnikai vizsgálatoknál és a közúti forgalom irányításánál állandó igény, hogy a számításokhoz, a méretezések elvégzéséhez olyan átszámítási szorzószám álljon rendelkezésünkre, mely a sokféle járműből összeálló közúti forgalmi áramlat egységes kifejezésére alkalmas.

A fenti célkitűzés megvalósításához meg kellett először is vizsgálni, hogy milyen célok elérése érdekében és milyen feladatok megoldásánál használjuk fel a személygépkocsiegység-szorzót, hogy ennek megfelelően alakíthassuk ki a vizsgálati alapelveket.

A téma kidolgozásához az Útügyi Kutató Intézetben a követési időközmérési eredményeket felhasználva vizsgáltuk meg az úton haladó járművek helyigényét és ebből vontunk le következtetéseket. Második vizsgálati lépésként új összehasonlító módszert dolgoztunk ki, melynek lényege az volt, hogy az egyes járműfajták személygépkocsi-szorzóját abból a feltételből határoztuk meg, hogy a forgalomban haladó személygépkocsik akadályozása, sebességcsökkenése meghatározott mértékű legyen a különböző forgalomösszetétel esetén.

1. Kiindulási alapelvek és adatok

1.1 Vizsgálati alapelvek

Az úton haladó járművek mozgását legdöntőbben az út műszaki jellemzői és az úton haladó forgalom nagysága befolyásolja. Ez a befolyásolás abból adódik, hogy a járműfolyam, az egyes járművezetők a saját képességeik, igényeik, valamint kocsijuk állapota, motorikus ereje stb. szerint különböző sebességgel kívánják az utat használni. A különböző sebességek betarthatóságát azonban a nyomok számának korlátozott volta mindig befolyásolja és fellép az előzések szükségessége. Az előzések számát a forgalomban résztvevő járművek száma és azok sebességkülönbségei szabják meg. Nagyobb forgalmi mennyiségeknél a forgalomban döntő részesedésű a személygépkocsik forgalma és azok mozgásának jellemzői. Vizsgálatunknál tehát a személygépkocsik mozgását és előzési lehetőségeit jellemző *személygépkocsi átlagos menetsebességet* kell használnunk.

Különböző forgalmi terheléseknél a lassúbb járművek akadályozó hatása nem azonos. Nagyobb forgalomnál erősebb ez az akadályozás, kisebb forgalomnál kisebb, kevésbé jelentős. Döntő kérdés ezért, hogy a személygépkocsi-egy-

ség (továbbiakban: szgke.) szorzó meghatározása, vizsgálata milyen forgalmi mennyiségeknél történjen. A szgke. szorzó értékének helyes meghatározására leginkább a tervezési teljesítőképesség körüli forgalomnál van szükség, hogy a méretezés ezen a szakaszon legyen a leghatározottabb és forgalmi igénynek megfelelő tervezési teljesítőképességű út legyen tervezhető. Meglevő utak vizsgálatánál ugyancsak a tervezési teljesítőképesség körüli forgalmi mennyiségek helyes átszámítására van szükség ahhoz, hogy a telítődés, átépítés, bővítés időpontjai helyesen számíthatók legyenek. Leszögezhető tehát, hogy a különböző utak *tervezési teljesítőképessége körüli forgalmi jellemzőinek* vizsgálata a döntő a szgke. szorzó jól alkalmazható meghatározásához.

A téma tárgyalásánál foglalkozni kell azzal a kérdéssel is, hogy a különböző hálózati elemeknél, úgymint *a külső szakasznál, átkelési szakasznál, csomópontoknál* milyen hatása van a forgalom változó összetételének. Az egyes járművek hatása más a csomópontokon lelassuló, vagy az átkelési szakaszokon korlátozott sebességű forgalom esetén.

1.2 A vizsgált járműosztályozás

A vizsgálatoknál ezenkívül meg kellett határozni azokat a járműkategóriákat, melyekre a felvételeket, elemzést és számítást elvégezzük. A járművek kategórizálásánál döntő szempont részben a forgalomban való viselkedésük, tehát sebességük, valamint lelassulásuk, gyorsulásuk és részben pedig a járművek kiterjedése, méretei. Nem célszerű azonban a számítási munka aránytalan megnövelése azzal, hogy igen finom, gyakorlati értékben eltéréseket nem okozó osztályozást alkalmazzunk. Ennek megfelelően az alábbi *öt kategóriára* bontottuk a forgalomban résztvevő járműveket:

1. *Személygépkocsi:* Ide tartoznak négy vagy háromkerekű személyszállító járművek, mentőautók, kisautók, mikrobuszok és nyitott vagy zárt kis tehergépkocsik 3,4 t teherbírásig.

2. *Motorkerékpár:* két vagy háromkerekű motorkerékpárok és robogók

3. *Kerékpár, moped:* vegyesmeghajtású kerékpárok, segédmotoros kerékpárok, lábhajtású kerékpárok

4. *Nehézmotoros járművek:*

4a *Autóbusz:* autóbusz (9 ülőhely felett) bódés busz, városnéző busz pótkocsival vagy pótkocsi nélkül

4b *Tehergépkocsi:* 3,4 t feletti teherbírású tehergépkocsik, tűzoltó és rendőrségi kocsik, tartály-, műhely- és labor-, daruskocsik pótkocsival vagy pótkocsi nélkül, traktor és dömper

5. *Fogat:* állati erővel vontatott jármű

A külső szakaszok vizsgálatainál a fenti járműtípusok közül a kerékpár és fogat vizsgálatára nem volt mód. A nehézmotoros járművek részletesebb osztályokra bontott vizsgálatára ugyancsak nincs mód, mert nagyobb forgalmi mennyiségeknél csak igen kis százalékát teszik ki a forgalomnak és így megbíz-

ható eredmények a típus szerint bontott adatokból már nem kaphatók. De a 3,4 t-nál nagyobb tehergépkocsik és autóbuszok mozgásánál sem találhatunk lényeges különbségeket és a számítás egyszerűsítése is az összevonást indokolja.

1.3 A vizsgálat módszerei

A szgke. szorzó meghatározására használt módszerek a következők:

1. *Követési időközök* elemzése csomópontoknál és a követési időközök arányából a szgke. szorzó meghatározása.

2. *Előzések* számának elemzéséből a lassúbb jármű által keltett szükséges előzések számából ugyancsak számítható a szgke. szorzó.

3. A *forgalmi mennyiség* különböző forgalmi arányoknál található változásának értékeiből is megkísérelték levezetni a szgke. szorzót. Ennek a módszernek nagy hátránya, hogy a forgalmi mennyiség változása legtöbb esetben szükségszerűen a járművek forgalmi arányának változásával jár együtt.

4. A külső szakaszokra a kapacitás és a forgalmi akadályozás szempontjából legjellemzőbb a járművek sebessége. A forgalomban résztvevő *személygépkocsik sebességének* azonossága, ill. bizonyos elfogadható csökkenése alapján szintén azonos értékűnek vehetünk különböző nehézmotoros arányú és különböző nagyságú forgalmakat. A kétféle forgalom viszonyából meghatározható a szgke. szorzó.

2. Külföldi eredmények és az eddig használt hazai értékek

Igen sok javaslat, vizsgálat és ajánlás készült már a szgke. szorzók értékére vonatkozóan.

Az eddigi vizsgálatok eredményeit külső szakaszokra vagy általánosan ajánlott értékekkel az 1. táblázatban foglaltuk össze. Az NDK-ban városi szakaszokra előírt szgke. szorzó értékeket a hazai adatok között ismertetjük.

A csomópontokra, városi szakaszokra érvényes személygépkocsiegység-szorzók meghatározására az ÉKME Út-Vasútépítés és Közlekedésügyi Tanszéke 1962—63-ban végzett vizsgálatokat. A szgke. szorzó meghatározását a csomópontoknál mért követési időközök alapján végezték el és az ott kapott eredményeket az 1963. évi forgalomszámlálásnál már fel is használták.

A 2. számú táblázatban felsorolt értéknél látható, hogy városi vonatkozásban a szgke. szorzó meghatározásánál nincsenek ellentétek. Így a táblázat hetedik oszlopában összefoglaltuk a hazai és külföldi eredmények alapján a javasolható szgke. szorzók értékeit.

Külső szakaszokra vonatkozóan eddig egységesnek nevezhető hazai felfogás és értékek nem alakultak ki. Ezért vizsgáltuk meg a következő fejezetben szereplő módszerrel a hazai viszonyokra javasolható szgke. szorzó kérdését.

3. Hazai mérések és feldolgozások

A nálunk használt személygépkocsiegység-szorzó helyességének ellenőrzésére az előzőekben elmondottak alapján két vizsgálati módszert használtunk. Az első módszer a követési időközök elemzése és ebből a forgalmi terhelés

1. táblázat

Külső szakaszok személygépkocsiegység szorzója. Külföldi értékek.

Jármű	H. C. M. 1949.	Feuchtinger 1954.	Leibrand 1957.	RAL Q 1962.	Korte 1960.	NDK. Landstrassen 1960
Személygépkocsi	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Könnyű tgk. (3,4 t)						
Közepes tehergk.						
Nehéz tehergépk.	2,0—2,5	2,0	2,0	2,0	1,5	2,5, 4,5, 6,0
Közepes pótkocsival						
Nehéz tgk + pótkocsi, nyerges vontató		3,5	2,5	3,5	3,5	4,0, 6,0, 7,5
Motorkerékpár (kis)					0,33	
Motorkerékpár átl.		0,5	0,5	0,5	0,7	0,5
Autóbusz	2,0—2,5	2,0	2,0	2,0	1,5	2,5, 4,5, 6,0
Autóbusz pótkocsival					3,5	4,0, 6,0, 7,5
Kerékpár		0,33	0,25	3,5	0,33	
Fogat						

maximális értéke körül kialakuló helyfoglalás alapján meghatározható szgke. szorzó számítása volt. A második módszert, mint új módszert, úgy alakítottuk ki, hogy a tervezési teljesítőképesség körüli forgalmi terheléseknél a forgalomban levő személygépkocsik idővesztesége, azaz sebességcsökkenése alapján vizsgálhassuk a szgke. alkalmazható értékét.

3.1 Követési időközök vizsgálata

A mérési eredményeket feldolgozva az adatokat összesítettük. Mivel a személygépkocsi szorzó használata a forgalmi méretezésnél a tervezési kapacitás körüli forgalomnál szükséges, így a feldolgozásnál csak a tervezési kapacitás körüli forgalomhoz tartozó követési távolságokat vizsgáltuk.

A vizsgált időszakok követési időközei olyan forgalmi helyzetnek felelnek meg, amikor a járművek legnagyobb része a kritikus követési időköznél kisebb követési időközzel követi az előtte haladó járművet és a járművek sebessége már csak kis különbségeket mutat. Ilyen forgalmi helyzetben kapott követési időközök átlagolása megmutatja, hogy az előzések hatásának figyelembevétele nélkül hogyan alakul egyes járműfajtánként a helyfoglalás értéke.

A vizsgált szakaszon és forgalomnál talált átlagos követési időközöket és abból a 700—800 jm/ó forgalomhoz 54 km/ó (15 m/sec) átlagos menetsebes-

2. táblázat

Városi szakaszokra és csomópontokra érvényes személygépkocsi szorzók

Járműfajta	Egyesületi munkabiz. ajánlásai (ÉKME)	1963. évi forgalomszámlálás	Városi utak terv. irányelvei tervezet	Korte 1959.	NDK. ajánlás (Berthold)	Javaslat
Személygépkocsi	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Könnyű teher (3,4 t-ig)	1,1	1,1	1,0			1,0
Közepes tgk. (3,5—5 t-ig)	1,4	1,4	2,0		2,0	
Nehéz tgk.		1,8		1,5		2,0
Közepes tgk. pótkocsival	2,0	2,0	2,0			
Nehéz tgk. pótkocsival nyerges vontató		2,5		2,0	3,5	2,5
Autóbusz, trolibusz	1,7	1,8	2,0	1,5	2,0	2,0
Autóbusz, trolibusz pótkocsival, ill. csuklós	2,3	2,3	2,5	2,0	—	2,5
Motorkerékpár, moped	0,7	0,7	0,8	0,5	0,5 könnyű 0,4 oldalkocsis 1,0	0,8
Kerékpár	—	0,3	—	0,33	0,33	0,3
Fogat	—	3,0	—		5,0	3,0

séggel számítottuk át átlagos követési távközökre és járművek átlagos hosszát is figyelembe véve átlagos követési távolságra. A számított értékeket a 3. táblázat tartalmazza.

3. táblázat

Átlagos követési távolságok 720—900 jm/ó. forgalomnál

Járműfajta	Átlagos követési		Járműhossz m	Követési távolság	Szgk.-ra vonatkoztatott viszonyszám
	időköz sec	távköz m			
Személygépkocsi	3,30	49,6	4,20	53,8	1,00 = 1,0
Motorkerékpár	3,61	54,2	1,60	55,8	1,04 = 1,0
Nehézmotoros jm.	6,42	96,2	9,00	105,2	1,96 = 2,0

A táblázat alapján látható, hogy 1,0 a motorkerékpárok és 2,0 a tehergépkocsik minimális szgke. szorzója. A nehézmotoros járművek alacsonyabb sebességükkel még a helyfoglaláson túl egészen bizonyosan akadályozzák a

személygépkocsik forgalmát, tehát a nehézmotoros járművek szgke. szorzója ennél magasabb kell legyen.

A motorkerékpárok kisebb sebességükkel szintén előzésekre kényszeríthetik a személygépkocsikat és így csökkenthetik sebességüket. Bár az ilyen előzések mindig könnyebben hajthatók végre, mégis ha az akadályozás döntő, akkor a motorkerékpárok szgke. szorzója is magasabb kell legyen egynél. Ennek a kérdésnek eldöntésére vizsgáltuk meg a sebességek alakulását.

3.2 A személygépkocsik akadályozása

Az előző forgalmi- és sebességvizsgálatok azt mutatták, hogy egy adott járműszámban meghatározott forgalmi mennyiségnél csak a személygépkocsik forgalmánál a személygépkocsikat vizsgálva viszonylag magasabb sebesség alakul ki, mint abban az esetben, ha ugyanilyen járműszámú forgalmi terhelésnél a nehézmotoros járművek is résztvesznek a forgalomban. Az új vizsgálati módszer alapján olyan szgke. szorzót kell meghatározni, hogy különböző nehéz motoros részesedési aránynál a forgalomban résztvevő személygépkocsik átlagos menetsebessége vagy egyáltalán ne, vagy pedig csak elfogadható mértékben csökkenjen.

A szgk. szorzó vizsgálatot két lépésben hajtottuk végre. Az első lépés a nehézmotoros járművek, a második a motorkerékpárok hatásának és szorzójának vizsgálata volt.

3.21 A személygépkocsik akadályozása a nehézmotoros járművek részéről

A vizsgált útszakaszok sebességméréseiből először kigyűjtöttük a különböző forgalmi terhelési órák nehézjármű forgalom arányát és a forgalomban résztvevő személygépkocsik átlagos menetsebességeit számítottuk. A vizsgálat első lépéseként feltételeztük, hogy motorkerékpárok szgke. szorzója egy, ill. közel egy lesz.

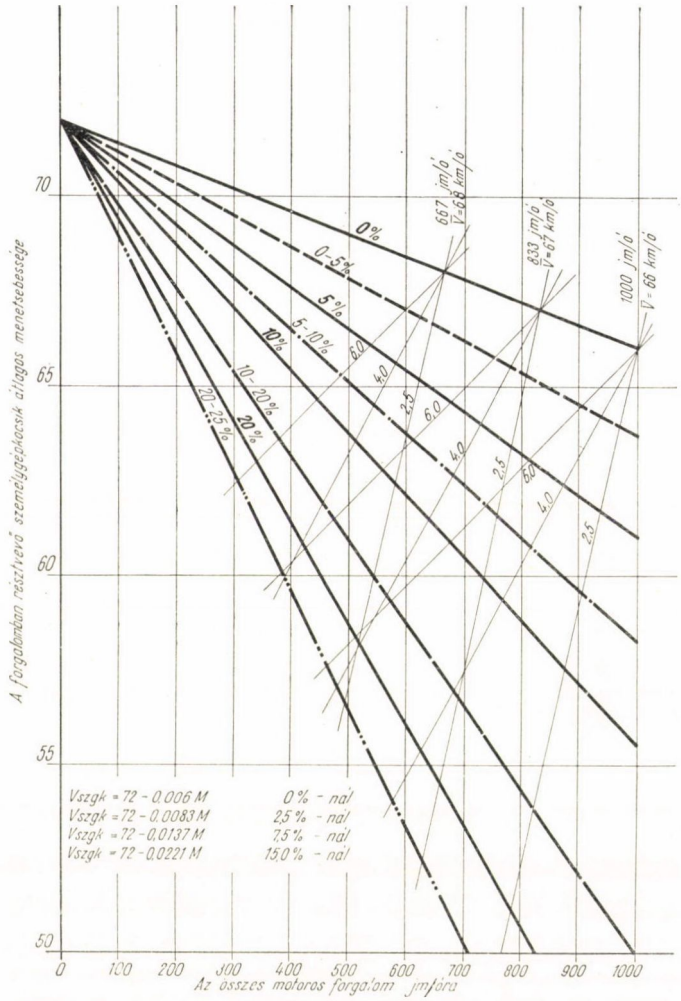
A feldolgozott értékeket a forgalom függvényében kiegyenlítettük lineáris korrelációt felvéve, mivel előzetes vizsgálataink ennek helyességét már igazolták. A kiegyenlítő egyenesek hajlásának irányhatározói a sík és dombvidéken a nehézmotoros-részesedés függvényében egy másodfokú görbével kiegyenlíthetők voltak, míg a hegyvidéki szakaszon az irányhatározók egy egyenesen helyezkedtek el.

A kiegyenlített értékeket az 1, 2, 3 sz. ábrákon mutatjuk meg.

A vizsgálati alapelvnek megfelelően először azt vizsgáltuk meg, hogy a személygépkocsik sebessége különböző nehézjárműarány esetén milyen szgke. szorzó használatánál marad változatlan. Ezek a számítások azt az eredményt adták, hogy a változatlan szgk. sebességet a sík- és dombvidéki szakaszon csak 10—11 körüli, hegyvidéki szakaszon 7-es szorzó használata biztosítaná.

A rendkívül magas szorzó használata azonban az ábrák részletesebb elemzése után mégsem javasolható. Ugyanis a további vizsgálatok során arra a kérdésre kerestünk választ, hogy az alacsonyabb szgke. szorzó használata a kiinduló feltételezéssel szemben milyen arányú sebességcsökkenéseket eredményez a forgalomban résztvevő személygépkocsiknál. Azt tapasztaltuk, hogy kisebb nehézmotoros arányú forgalmi mennyiségek esetén a személygépkocsik

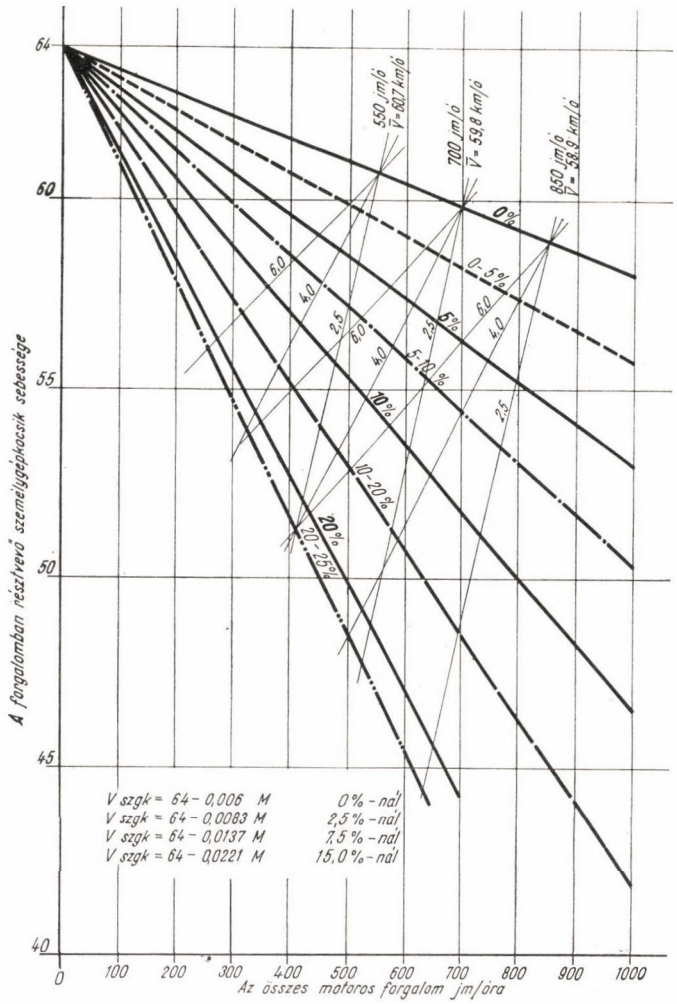
sebességcsökkenése, azaz akadályozása még elfogadható mértékű. Így kiinduló feltétel, hogy a forgalomban résztvevő személygépkocsik sebessége ne csökkenjen, úgy módosítható, hogy a forgalomban résztvevő személygépkocsik sebessége csak 5%-ot csökkenjen.



1. A forgalomban résztvevő személygépkocsik átlagos menetsebessége különböző tehergépjármű aránynál síkvidéki úton

A fenti feltételeknek megfelelően megvizsgáltuk különböző szgke. szorzók alkalmazása esetén a forgalomnak és abban a nehézmotoros járművek arányának és a szgk. sebességének kapcsolatát. A sebességcsökkenés egyenes arányban nő a nehézmotoros járművek arányával és a forgalmi mennyiség növekedésével. A levehető sebességcsökkenés értékeket a tervezési teljesítőképesség körüli forgalmi mennyiségeknél külön sík-, domb- és hegyvidéki út-

szakaszra vonatkozóan vizsgáltuk és 5%-os sebességcsökkenést megengedve megállapítható, hogy síkvidéki és dombvidéki utaknál 6,4%-os nehézmotoros arány esetén megfelelő a 2,5-es szgke. szorzó használata. Hegyvidéki utaknál az út műszaki jellemzői miatt egyébként is beálló sebességcsökkenés folytán



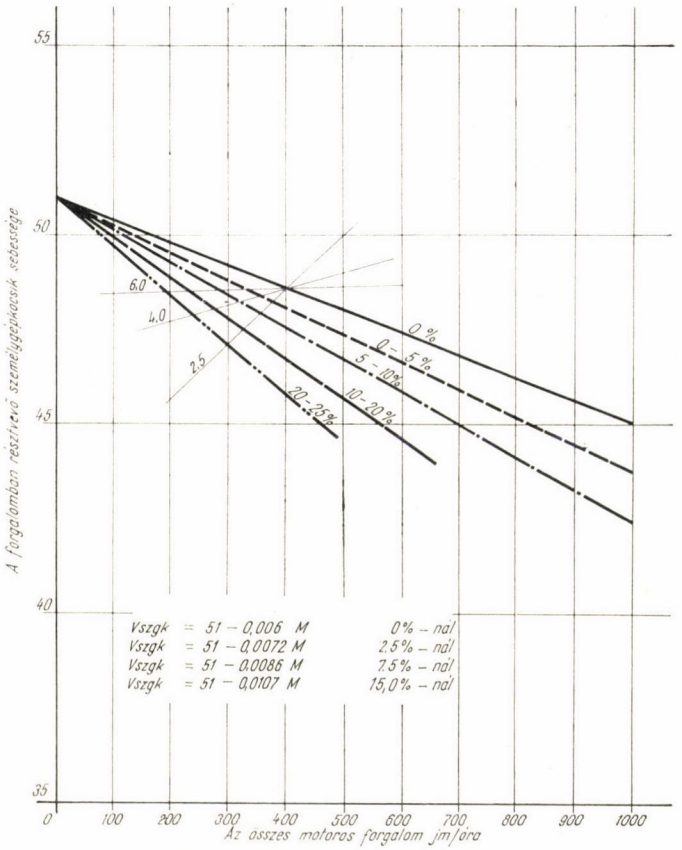
2. A forgalomban résztvevő személygépkocsik átlagos menetsebessége különböző teher gépjármű aránynál dombvidéki úton

az ábrából láthatóan a szgke. szorzó használatára csak 20%-os nehézmotoros arány felett volna szükség.

Az 1963-ban lefolytatott óracsúcs vizsgálatok szerint a különböző forgalmi jellegű (gazdasági, üdülő és hétvégi jelleg) utakon a mértékadó 30. óracsúcs terhelésnél a nehézmotoros forgalom részesedése különböző mértékű, de általában igen alacsony. Az „E" jellegű forgalomnál (Baracska) ez a része-

sedés 1,3%, a „B" jellegű forgalomnál (Gödöllő) pedig 5,9% és az „A" jellegnél (Vecsés) 14,5%.

A fentiek alapján azokon az útszakaszokon, ahol erősebb a hétvégi- és üdülőforgalom és ennek következtében a csúcsórák forgalmában kisebb arányban (6% alatt) jelentkezik a nehézmotoros forgalom az eddig használt 2,5-es szgke. szorzó megfelelő. A gazdasági forgalomjellegű utaknál, ahol magasabb



3. A forgalomban résztvevő személygépkocsik átlagos menetsebessége különböző tehergépjármű aránynál hegyvidéki úton

nehézmotoros arány a csúcsórák forgalmában erősebb akadályozást jelent, a csúcsórákban várható nehézmotoros aránytól függően kell előírni a szgke. szorzó használatát. Ennek megfelelően a 4. sz. táblázatban foglalt szorzók használata javasolható.

A 4. sz. táblázatban javasolt értékek 15%-os nehézmotoros arányig érvényesek. Ennél magasabb nehézmotoros arány a csúcsórákban csak városi szakaszokon várható, ahol egyébként is más szgke. szorzókat kell használni a forgalomáramlási jellemzők változott értékei miatt.

4. táblázat

Javasolt szgke. szorzók a nehézmotoros járművek átszámításához

A mértékadó csúcsóra nehézmotoros forgalmának %-a	A forgalmi jellegnél	B, D, E forgalmi jellegnél
6%	2,5	2,5
6—10%	4,0	
10—15%	6,0	

3.22 A személygépkocsik akadályozása a motorkerékpár forgalom által

A nehézmotoros járművek szgke. szorzójának vizsgálata után a motorkerékpárok szorzójának javasolható értékének megállapítására is vizsgálatokat végeztünk. A vizsgálatokat ugyancsak a személygépkocsik sebességeinek elemzésével folytattuk le. Az elemzésben a megállapított 2,5-es szgke. szorzóval átszámítottuk az előző vizsgálatnál szerepelt három útszakasz forgalmait a szgke.-re, a motorkerékpárokat viszont az előzőekben a nehézmotoros járműveknél követett eljárás szerint felszorzás nélkül szerepeltettük. Az így kapott forgalmi mennyiségek függvényében most is a forgalomban résztvevő személygépkocsik sebességeit vizsgáltuk és most a motorkerékpár forgalmi részesedésének megfelelően több csoportba (15—30, 30—45, 45—60) soroltuk azok átlagos menetsebességeit.

Az elemzések tanúsága szerint a forgalom növekedésével a személygépkocsik sebessége jelentősen csökken, de semmiféle elkülönülés nem található a különböző motorkerékpár-részesedéshez tartozó értékek között. Megállapítható tehát, hogy a motorkerékpárok kisebb vagy nagyobb aránya sem nem csökkenti, sem nem növeli a forgalomban résztvevő személygépkocsik sebességét. Ez azt jelenti, hogy a motorkerékpárok sebességeloszlása közel azonos a személygépkocsikéval — főleg a nagyobb forgalmi mennyiségek esetén — és így előzések keletkeztetésével, vagy akadályozásával nem hatnak a személygépkocsik sebességére. De mint láttuk helyfoglalás szempontjából sem előnyösebb a motorkerékpár, mint a személygépkocsi. Ezért a szgke. szorzóját az előző pontban a helyfoglalásnál is eredményül kapott 1,0-ás értékre javasoljuk felemelni.

4. Összefoglalás

A külföldi és hazai vizsgálatok eredményeképpen a forgalmi vizsgálatokhoz, forgalmi méretezéshez az 5. táblázatban összefoglalt hazai viszonyokra érvényesnek elfogadható szgke. szorzók használatát javasoljuk.

A táblázatban szereplő „N" értékek a mértékadó csúcsóra nehézmotoros járműveinek százalékát jelentik tényleges darabszám alapján számítva. Az „A" forgalmi jellegű utakhoz általános esetben az N = 6—10%-hoz tartozó 4,0-s szorzó használandó. Egyéb különleges esetekben, amikor a mértékadó csúcsóra nehézmotoros aránya ettől eltérő, kell alkalmazni a felsorolt értékeket.

5. táblázat

Jármű	Városi szakaszok és csomópontok	Külső szakaszok	
		B, D, E forgalmi jelleg	„A" forgalmi jelleg
Személygépkocsi (könnyű tehergépkocsi 3,4 t teherbírásig)	1,0	1,0	1,0
Motorkerékpár	0,8	1,0	1,0
Tehergépkocsi, autóbusz, trolibusz	2,0	2,5	N = 0— 6% esetén 2,5 N = 6—10% esetén 4,0 N = 10—15% esetén 6,0
Közepes és nehéz tehergépkocsi pótkocsival, nyerges vontató, csuklós vagy pótkocsis autóbusz	2,5		
Kerékpár	0,3	0,3	0,3
Fogat	3,0	3,0	3,0

IRODALOM

[1] *Norman, O. K.,—Walter W. P.:* Highway Capacity Manual

[2] *Schwender, H. C.—Norman, O. K.—Granum I. O.:* New Methods of Capacity Determination for Rural Roads in Montainous Terrain Highway Capacity Studies, HRB. Bull. 167. 1957.

[3] *Leibrand, K.:* Verkehrsingenieurwesen
Korte, I. W.: Strassenverkehrsplanung. Bauverlag. Wiesbaden—Berlin 2. Aufl. 1960.

[4] *Schlums I.:* Das Problem der Leistungsfähigkeit in der Strassenplanung.

[5] *Rotach M.:* Die Leistungsfähigkeit von Strassenknoten (Vortrag auf einer VSS-Versammlung in Luzern)

[6] *Retzkó, H. G.:* Ein objektiver Maßtab zur zahlenmässigen Bewertung der Behinderung des Verkehrs bei vergleichenden Untersuchungen. Strasse und Autobahn 14 (1963) 4.

[7] *Berthold:* Zur Problematik des PKW—Einheiten. Die Strasse 1964. 3.

[8] *Balogh Tibor:* A közutak átbocsátóképessége az új tervezési irányelvekben. Közlekedéstudományi Szemle 1963. 7. sz.

[9] *Balogh Tibor :*Előzések a közúti forgalomban. Közl. Tud. Szemle 1963. 12. sz.

[10] *Dr. Bényei András:* A nehézgépkocsik, tehergépkocsik, motorkerékpárok és autóbuszok forgalmának időbeli lefolyása Budapesten. Közl. Tud. Szemle 1964. 11. sz.

[11] *Berg Arthur —Mészáros—Komáromy László:* Hatékonysági vizsgálatok a közúti közlekedésben. UKI. 23. sz. kiadvány

[12] *Dr. Kaján Béla:* A forgalom hatása a közlekedés sebességére kétnyomú utakon. Közl. Tud. —Szemle 1962. 9. sz.

[13] *Dr. Kaján Béla:* Átlagos menetsebességek mérése különböző utakon. Közl. Tud. Szemle 1960. 7. sz.

[14] *Dr. Kaján Béla:* Előzések elemzése kétnyomú útakon. Közl. Tud. Szemle 1962. 7. sz.

DR. BÉNYEI ANDRÁS, a közlekedéstudományok kandidátusa

A JELZŐLÁMPÁVAL NEM SZABÁLYOZOTT FORGALMÚ VÁROSI KÖZÚTI CSOMÓPONTOK KAPACITÁSÁNAK MEGHATÁROZÁSA

A személygépkocsik számának örvendetes növekedésével a városi úthálózaton fokozódnak a forgalmi nehézségek, egyre több szakaszon és egyre hosszabb ideig fordul elő forgalomtorlódás. Ez a jelenség természetesen elsősorban a csomópontokon tapasztalható. Egyre több lesz azon, jelzőlámpával nem szabályozott forgalmú becsatlakozások és keresztezések száma, ahol a forgalomnagyság eléri azt az értéket, hogy valamilyen *forgalmi, vagy építési intézkedést kell tenni*, a forgalomlebonyolódás megjavítására. Ehhez természetesen ismerni kell ezen csomópontok kapacitását. Így merül fel egyre sürgetőbben a jelzőlámpával nem szabályozott forgalmú, városi közúti csomópontok kapacitásmeghatározásának kérdése.

A kérdés jelentőségét még jobban aláhúzzák az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Útépítési Tanszékén *a budapesti csomópontok kapacitástartalékának meghatározása* során megállapított, és az 1. táblázatban közölt adatok.[1] Eszerint a vizsgált, legjelentősebb jelzőlámpával nem szabályozott forgalmú csomópontok 44%-án (számszerint 51 db-on) 1971 előtt forgalmi nehézségek jelentkeznek.

1. táblázat

A forgalmi nehézségek jelentkezésének időpontja a legjelentősebb, jelzőlámpával nem szabályozott forgalmú budapesti csomópontokon

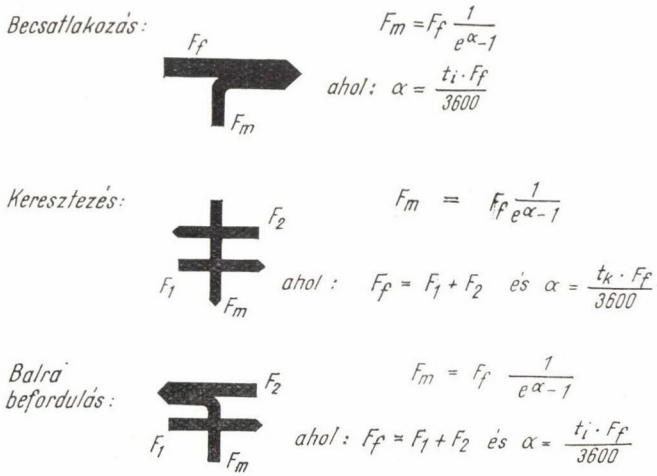
A forgalmi nehézségek jelentkezésének időpontja	A csomópontok száma a vizsgált csomópontok közül	
év	db	%
1968 előtt	29	25
1968—1971	22	19
1971—1975	19	16
1975—1980	12	10
1980—1990	9	8
1990 után	25	22
	Össz.: 116	Össz.: 100

1. Az eddig hazánkban használt módszerek összefoglaló ismertetése

A jelzőlámpával nem szabályozott forgalmú csomópontok kapacitásának meghatározása hazánkban eddig általában *kétféle módon* volt szokásos:

1. A *Grabe-féle*, határidőközökön alapuló valószínőségszámítási módszer [2]. Ez a módszer abból indul ki, hogy zavartalan forgalom esetén az egymást követő járművek követési időközeinek eloszlása a *Poisson-féle valószínűségi eloszlást* követi. Ez lehetővé teszi, hogy a forgalmi áramlásokat vizsgálva a valószínűségszámítás elméletét felhasználja. A feltételezés az, hogy a főirányok forgalma áthaladási elsőbbséggel rendelkezik, vagyis a főirányok forgalmát a mellékirányok forgalma nem zavarja.

A Grabe-féle módszer elsősorban *egyes csomópontrészletek* kapacitásának meghatározására alkalmas. A becsatlakozás, a keresztezés és a balra (nagyíves)



1. ábra A mellékirányból átbocsátható legnagyobb számú jármű az egyes alapesetekben W. Grabe szerint

befordulás alapeseteire érvényes kapacitásszámítási képleteket az 1. ábra tartalmazza. A közölt képletek arra a kérdésre adnak választ, hogy a főirány forgalmának zavarása nélkül a mellékirányból hány jármű képes szándékolt mozgását végrehajtani. Az 1. ábrán közölt képletekben *alkalmazott jelölések:*

F_f a főirány forgalma jármű/óra-ban

F_1, F_2 a főirány egyes irányainak forgalma jármű/óra-ban

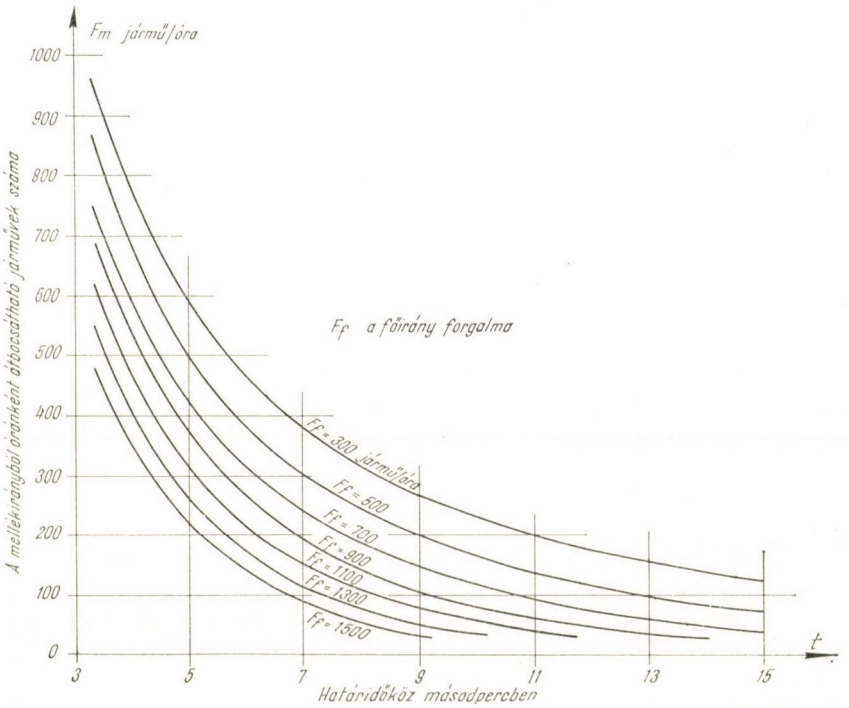
F_m a mellékirány lehetséges legnagyobb forgalma jármű/óra-ban

t_i, t_k, t_l a határidőköz becsatlakozás, keresztezés és balra fordulás esetén, s-ben.

Megállapítható, hogy a Grabe-féle módszer szerint a mellékirányból átbocsátható F_m járműszám csak a főirány F_f forgalmától és a t határidőköztől függ. A 2. ábrán a mellékirány lehetséges forgalma látható a főirány forgalma és a határidőköz függvényében. Legyen például: $F_1 = F_2 = 250$ jármű/óra ($F_f = 500$ játmű/óra) és $t_k = 6{,}3$ s, úgy a 2. ábrából F_m-re 360 jármű/óra érték adódik.

2. A másik ismertebb módszer a függő foglaltságok elvén alapuló *Rapp-féle módszer* [3]. Ennél a módszernél a számítások alapja a nyomok metszése. *Kiindulásul* a metszéspontok száma, alakja, a nyomok járművel való fog-

laltsága közötti összefüggés szolgál, egyszerűsítő feltevésekkel kialakított forgalmi modell útján. A módszer egy csomóponttal kapcsolatban különböző *változatok összehasonlítására alkalmazható*, a kapacitásérték számszerű meghatározására azonban nem.



2. *ábra* A mellékirány lehetséges forgalma a főirány forgalma és a határidőköz függvényében W. Grabe szerint

2. Kapacitásszámítás a Monte-Carló módszer alapján

Az eddig ismertetett és nálunk használatos módszerek azonban a gyakorlatban felmerülő kapacitásszámítási igényeknek *nem feleltek meg*. A *Grabe-féle módszerrel* számított értékeknél ugyanis lényegesen nagyobb forgalmat észleltek, a *Rapp-féle módszer* pedig csak összehasonlításra alkalmas. Szükséges volt ezért a jelzőlámpával nem szabályozott forgalmú közúti csomópontok kapacitásának meghatározására a *tényleges viszonyoknak jól megfelelő* módszert kidolgozni.

A *kidolgozott módszer* lényege az, hogy a főirány forgalmát időszalagon előállítva kiszámítható a mellékirányból átbocsátható járművek száma, feltételezve, hogy a főirány forgalmának áthaladási elsőbbsége van, és a mellékirányban állandóan várakoznak járművek az áthaladásra.

2.1. A főirány forgalmának előállítása

A főirány forgalmának előállítására a *Monte-Carló elnevezésű* numerikus módszert használtuk fel [4]. A módszer alkalmazásának *alapgondolata* a forgalmi folyamok előállítása során a következő: az általában szokásos követési időközmérésnél az időszalagra a járművek keresztmetszetbe érkezésének időpontját jelöljük be és ezáltal regisztráljuk a követési időközöket, ami a járműfolyamot egyértelműen meghatározza. Tudjuk, hogy ezek a követési időközök zavartalan forgalom esetén a *Poisson-féle* valószínűségi eloszlást követik. Ennek ismeretében „mesterségesen" előállítható egy ilyen követési időköz sor és a követési időközök egy időszalagra bejelölhetők. A követési időközök ilyen mesterséges előállítása történik Monte-Carló módszerrel. Alkalmazása az alábbi gondolatmenet szerint érthető meg:

Legyen valamely keresztezéshez érkező járművek irányonkénti aránya a következő:

balra nagyívben fordul	(b)	= 0,2
jobbra kisívben fordul	(j)	= 0,3
egyenesen továbbhalad	(e)	= 0,5
összesen		1,0

Ha egy ilyen forgalomeloszlású keresztezésnél N számú járművet észlelünk, úgy várható, hogy

$0{,}2 \cdot N$ jármű balra
$0{,}3 \cdot N$ jármű jobbra
$0{,}5 \cdot N$ jármű egyenesen

halad tovább. Ha az érkező járműveket a *véletlen szerint* akarjuk elrendezni, figyelembe véve a fenti arányokat, úgy a *véletlen számokat tartalmazó táblázatból* (MNOSz 245—54) mindig egy r számot kivéve, a járműveket az egyes irányokba az alábbiak szerint sorolhatjuk: Ha $0 < r < 2$, úgy a jármű balra kanyarodik, ha $2 < r < 5$, úgy jobbra, ha pedig $5 < r < 10$, a jármű egyenesen halad tovább. A számok egymásutáni sorrendje és fenti értelmezése megfelel a tényleges forgalomlefolyásnak a vizsgált keresztezésben.

Ismeretes, hogy állandó t időtartam alatt *valamely keresztmetszeten áthaladó járművek száma* a Poisson-féle valószínűségi eloszlás alapján adható meg [4]. Legyen M a vizsgált keresztmetszeten óránként áthaladó járműszám és jelöljük λ-val a másodpercenkénti átlagos járműszámot, úgy

$$\lambda = \frac{M}{3600} \text{ jármű/s}$$

Annak valószínűsége, hogy n számú jármű haladjon át t idő alatt:

$$\varphi_{n(t)} = \frac{(\lambda \cdot t)^n}{n!} \cdot e^{-(\lambda \cdot t)}$$

Ha: $M = 300$ jármű/óra, $t = 12$ s, úgy

$$\lambda \cdot t = \frac{300}{3600} \cdot 12 = 1$$

A $\varphi_{n(t)}$ összefüggésből kiszámítva az n különböző értékeihez tartozó valószínűségeket, továbbá ezek $\varnothing_{n(t)}$ összegeit a 2. táblázatban látható értékeket nyertük.

2. táblázat

n	$\varphi_{n(t)}$	$\varnothing_{n(t)}$
0	0,368	0,368
1	0,368	0,736
2	0,184	0,920
3	0,061	0,981
4	0,015	0,996
5	0,003	0,999
6	0,001	1,000
7	0,000	1,000

Vizsgáljuk meg $N = 1000$ darab, $t = 12$ s hosszúságú intervallumot. Ebben az esetben várható, hogy 368 intervallumba nem érkezik egyetlen jármű sem, 368 intervallumba 1 jármű érkezik, 184 intervallumba 2 jármű, . . . stb. Vizsgáljuk meg most egy T_0 időponttól kezdve az egymásután következő intervallumokat. Használjuk fel ismét az r véletlen számokat. Ha: $000 < r < 368$, úgy az intervallumhoz nem rendelünk járművet. $368 < r < 736$ esetén az intervallumhoz egy járművet rendelünk, $736 < r < 920$ esetén két járművet. $920 < r < 981$ esetén három járművet, . . . stb, és végül $999 < r < 1000$-hez 6 járművet. 7 jármű 1000 intervallum vizsgálata esetén egynél kevesebbszer fordul elő.

Tételezzük fel, hogy az intervallumok N száma nem adott, úgy a véletlen r szám első számjegye elé helyezve a tizedes vesszőt, *mindjárt valószínűséget kapunk:*

$$0 < r < 1$$

Általánosan megfogalmazva a kérdést: legyen E_1, E_2, . . . E_n független, egymást kölcsönösen kizáró esemény, és p_1, p_2, . . . p_n a megfelelő valószínűségeik ($\Sigma p_i = 1$), úgy az előbb bemutatott példa szerint az E_i esemény előfordulásának valószínűsége az alábbi összefüggésből határozható meg:

$$\sum_{j=1}^{j=i-1} p_j < r < \sum_{j=1}^{j=1} p_j$$

Ez az összefüggés *diszkrét elosztásokra vonatkozik.*

Folytonos eloszlás esetén legyen $p(x)dx$ annak valószínűsége, hogy az x az x, $x + dx$ intervallumban fekszik, ahol

$$a < x < b, \text{ és } \int_a^b p(\xi)\, d\,\xi = 1,$$

úgy x az r függvényeként az alábbi összefüggésből határozható meg:

$$r = p(x) = \int_a^x r(\xi)\, d\,\xi \qquad (1)$$

Ha r a $0 < r < 1$ intervallumban egyenletesen oszlik meg, úgy x a $p(x)\,dx$ gyakorisággal esik az x, $x + dx$ intervallumba.

2.2. Az időszalag meghatározása

A leírtak szerint a véletlen számtáblázat segítségével az M óránkénti járműszám függvényében — ismerve a követési időközök eloszlását — valamely t követési időköz az alábbi módon határozható meg:

A követési időközök eloszlásának sűrűségfüggvénye közismerten az alábbi: [4]

$$\varphi(t) = \lambda e^{-\lambda t}\, dt, \text{ ahol } \lambda = \frac{M}{3600},$$

és

$$\int_0^\infty \varphi(t)\, dt = \int_0^\infty \lambda\, e^{-\lambda t}\, dt = 1$$

Behelyettesítve az *1.* jelű összefüggésbe:

$$r = P_{0t} = \int_0^t \lambda\, e^{-\lambda t}\, dt$$

Elvégezve a műveleteket:

$$r = 1 - e^{-\lambda t}$$

Ebből

$$t = \frac{-1\, n(1 - r)}{\lambda}$$

Ilymódon tehát a véletlen számtáblázatból kivett minden r szám függvényében meghatározható a hozzá tartozó követési időköz. Ezeket *a követési időközöket egymásután felírva a keresett időszalagot kapjuk.*

2.3. A számítások alapjául szolgáló forgalomlefolyás

A mellékirány lehetséges legnagyobb forgalmának meghatározásánál a számítások alapjául szolgáló forgalomlefolyást a *KRESZ* (2/1962. IX. 29. BM-KPM együttes rendelete) *előírásainak figyelembevételével* határoztuk meg. A feltételezés az volt, hogy nagyobb forgalom esetén az egyik útvonal forgalmának áthaladási elsőbbséget, vagy

1. *elsőbbségadás kötelező*, vagy
2. *állj, elsőbbségadás kötelező* jelzőtáblával biztosítják.

A két esetben a mellékútvonalról érkező járművek forgalmának lefolyása eltérő.

Elsőbbségadás kötelező tábla esetén a főútvonalra ráhajtani szándékozó járműveknek a főútvonalon haladó gépkocsik számára áthaladási elsőbbséget kell biztosítani. Ez azt jelenti, hogy a főirány forgalmának zavarása nélkül keresztezhetik csak a mellékirány járművei a főútvonalat. Szándékolt mozgásukat tehát csak a főútvonal járművei közötti megfelelő nagyságú időköz *(határidőköz)* esetén hajthatják végre. Amíg ennél az időköznél kisebb követési időközre érkeznek a főútvonal járművei a keresztezéshez, a mellékútvonalon a járműveknek várakozniok kell.

A főútvonal előtt megállni kényszerült járművek, ha a főirányban megfelelő forgalommentes időszak van, zárt oszlopban, kis sebességgel haladva keresztezhetik a főútvonalat.

Ha a főútvonalat keresztező mellékútvonalon az útkeresztezés előtt, forgalombiztonsági szempontok miatt *állj, elsőbbségadás kötelező* tábla van, úgy a főútvonalra ráhajtás előtt — az áthaladási elsőbbség megadásán felül, az útburkolati jelek által meghatározott helyen — meg kell állni. Az előbbi esethez képest ez azt a lényeges eltérést jelenti, hogy a mellékirány valamennyi járművének *minden esetben meg kell állni*. Ebből következik, hogy:

1. a főirányban más lesz a határidőköz, mert a mellékirány minden járműve álló helyzetből indul,

2. a zárt oszlopban történő behaladás esete a mellékútvonalról nem lehetséges. Még abban az esetben is, ha a főútvonalon megfelelő forgalommentes időszak van a mellékirány mindenegyes járművének a stopvonalon meg kell állni.

2.4. *A számítások során felhasznált, a járművek mozgására jellemző értékek*

A számítások során nagyjelentőségű a *határidőköz*, vagyis az a mértékadó időköz a főirány járműoszlopában, melyet a mellékirány járművei még éppen fel tudnak használni szándékolt mozgásuk végrehajtására. [5] A határidőköz értéke számos tényezőtől függ. Így függ a mozgás jellegétől (keresztezés, becsatlakozás, balra fordulás), a jármű típusától, a főirány forgalmának irányonkénti arányától, a főirányban haladó járművek sebességétől és a főútvonal szélességétől.

A határidőköz meghatározására az *Útépítési Tanszéken* módszert dolgoztunk ki, [6] és a mérési eredmények figyelembevételével a különböző tényezők függvényében meghatároztuk a határidőközt. Az eredményeket a 3. táblázat tünteti fel.

Összehasonlításként a 4. táblázatban *W. Grabe* által a Német Szövetségi Köztársaságban mért értékeket közöljük. [2]

A mellékútvonalon oszlopban várakozó járművek, ha a főútvonalon nem jön jármű, *oszlopban haladhatnak* át a keresztezésen. Ebben az esetben ennek a járműoszlopnak mozgása lényegében ugyanúgy folyik le, mintha a járművek jelzőlámpával szabályozott forgalmú keresztezésbe lépnének be a zöld jelzés felvillanása után. Ez a megállapítás elsősorban az *elsőbbségadás kötelező* jelzőtábla esetén érvényes.

Ha *állj, elsőbbségadás kötelező* tábla van kitéve, — mivel a stopvonalon minden járműnek meg kell állni — a járműoszlop járművei között nagy és állandó követési időközök lesznek.

A kapacitásszámítás során a mellékirány járműveinek *indulási időveszteségét* nem vettük figyelembe, mivel ez az érték a határidőközben benne van.

A *követési időközöknél* — a szokástól eltérően — nem különböztettünk meg állandó és változó időközöket. Nagyságának meghatározásánál figyelembe kellett venni.

1. *Elsőbbségadás kötelező* tábla esetén az óvatos vezetéssel együttjáró kis sebességeket, továbbá azt, hogy rövid járműoszlopokról van szó, és ezekre a gyorsulás alatti változó, tehát nagy követési időközök a jellemzőek.

2. *Állj, elsőbbségadás kötelező* tábla esetén a követési időközök nagyságának meghatározásánál figyelembe kellett venni, hogy a stop vonalnál minden járműnek meg kell állni. Az „előhúzás" és újra indulás időigénye nagy.

3. táblázat

A határidőköz nagysága s-ben, a különböző tényezők függvényében

Alapeset	A keresztező vagy forduló jármű típusa	A főirány forgalmának irányonkénti aránya $F = F_1 + F_2$	A főirányba haladó járművek sebessége							
			30 km/h		40 km/h		50 km/h		60 km/h	
			A főirányba haladó járművek pályájának szélessége m-ben							
			7,20	10,80	7,20	10,80	7,20	10,80	7,20	10,80
Keresztezés	szgk.	$F_1 = 0{,}6\ F_2$	5,8	5,9	6,0	6,1	6,2	6,4	6,6	6,7
		$F_1 = F_2$	5,5	5,6	5,7	5,8	6,0	6,0	6,4	6,4
		$F_1 = 1{,}4\ F_2$	5,3	5,3	5,5	5,5	5,8	5,8	6,1	6,1
	tgk.	$F_1 = 0{,}6\ F_2$	7,1	7,1	7,2	7,2	7,5	7,5	7,8	7,8
		$F_1 = F_2$	6,8	6,8	6,9	6,9	7,2	7,2	7,5	7,5
		$F_1 = 1{,}4\ F_2$	6,6	6,5	6,7	6,6	7,0	6,9	7,3	7,2
	mkp.	$F_1 = 0{,}6\ F_2$	4,4	4,6	4,7	4,9	5,0	5,2	5,4	5,6
		$F_1 = F_2$	4,2	4,4	4,5	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4
		$F_1 = 1{,}4\ F_2$	4,1	4,2	4,4	4,5	4 7	4,8	5,1	5,2
Fordulás kisívben	szgk.	—	9,4	9,5	11,5	11,6	13,5	13,6	15,1	15,2
	tgk.	—	10,2	10,3	12,1	12,2	14,1	14,2	—	—
	mkp.	—	8,2	8,3	11,4	11,5	12,4	12,4	—	—
Fordulás nagyívben	szgk.	$F_1 = 0{,}6\ F_2$	6,9	7,2	7,8	7,9	8,6	8,8	9,4	9,5
		$F_1 = F_2$	6,9	7,1	8,0	8,1	9,1	9,2	10,1	10,1
		$F_1 = 1{,}4\ F_2$	6,8	7,0	8,2	8,2	9,4	9,4	10,4	10,4
	tgk.	$F_1 = 0{,}6\ F_2$	8,0	8,1	8,8	8,8	9,5	9,6	—	—
		$F_1 = F_2$	8,0	8,0	8,9	8,9	9,9	9,9	—	—
		$F_1 = 1{,}4\ F_2$	7,9	7,9	9,0	8,9	10,2	10,0	—	—
	mkp.	$F_1 = 0{,}6\ F$	5,8	6,0	6,7	6,8	7,5	7,6	—	—
		$F_1 = F_2$	5,9	6,0	7,0	7,0	8,0	8,0	—	—
		$F_1 = 1{,}4\ F_2$	6,0	6,0	7,2	7,1	8,4	8,2	—	—

4. táblázat

A határidőköz értékei W. Grabe szerint

Alapeset	A kereszteő vagy beforduló jármű típusa	Határidőköz (*s*)
Keresztezés	személygépkocsi	6,6
	tehergépkocsi	7,3
	motorkerékpár	4,7
Fordulás kisívben	személygépkocsi	6,1
	tehergépkocsi	7,7
	motorkerékpár	—
Fordulás nagyívben	személygépkocsi	7,8
	tehergépkocsi	8,6
	motorkerékpár	3,6

2.5. *A kapacitás meghatározása*

Valamely jelzőlámpával nem szabályozott forgalmú keresztezés *kapacitása* — ha a főútvonal forgalma áthaladási elsőbbséggel rendelkezik, — az a legnagyobb számú jármű, amely egy óra alatt a keresztezésbe beléphet, feltételezve, hogy a mellékirányban állandóan várakoznak járművek. Nyilvánvaló, hogy a főirány forgalmának változásával változik a mellékútvonalról belépni tudó járművek száma is. A *kérdés helyesen* tehát így hangzik: a főútvonal forgalmának függvényében a mellékútvonalról egy óra alatt hány jármű léphet be a keresztezésbe a mellékútvonalon állandó járműtorlódást feltételezve.

A számítást a következő gondolatmenet alapján végeztük el:[7] a már ismertetett módon előállítva a főútvonal járműveinek időszalagját, meghatároztuk az egyes időközök alatt a mellékirányból a főirányt keresztezni képes járművek számát, majd ezeket egy órai időtartamra összegeztük.

A számításokat mind az *elsőbbségadás kötelező*, mind az *állj, elsőbbségadás kötelező* forgalomszabályozás esetére elvégeztük.

A kapacitást különböző határidőközök és követési időközök felvételével határoztuk meg. A határidőközöket és követési időközöket úgy választottuk, hogy a figyelembeveendő legkisebb és legnagyobb érték is szerepeljen. Ilymódon mód nyílott a *tényezők változásának hatását megvizsgálni* a kapacitásra.

Az 5. táblázatban a főirány időközeinek nagysága függvényében a mellékirányból átbocsátható járművek számát tüntettük fel a különböző határidőközök és követési időközök esetében.

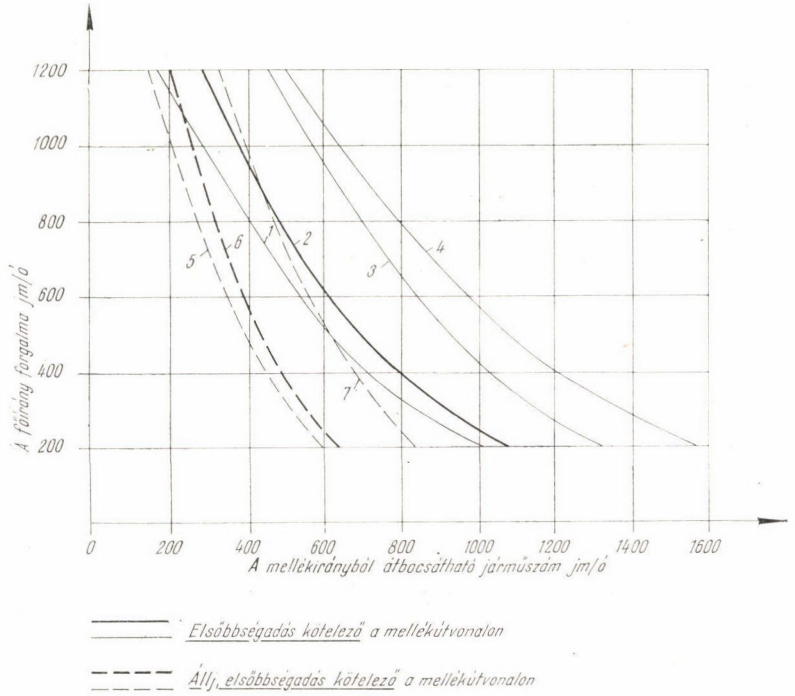
5. táblázat

A mellékirányból átbocsátható járműszám a főirány járművei követési időközeinek függvényében

A forgalomszabályozás módja:		„Elsőbbségadás kötelező" táblával				„Állj! Elsőbbségadás kötelező" táblával		
		1	2	3	4	5	6	7
Alkalmazott értékek: (s-ben)	Határidőköz	5,0	5,0	6,0	7,0	5,0	6,0	7,0
	Követési időköz	2,0	2,4	2,8	2,8	4,0	5,0	5,0
Átbocsátható járműszám:		Követési időköz a főútvonalon						
1		5,0	5,0	6,0	7,0	5,0	6,0	7,0
2		7,0	7,4	8,8	9,8	9,0	11,0	12,0
3		9,0	9,8	11,6	12,6	13,0	16,0	17,0
4		11,0	12,2	14,4	15,4	17,0	21,0	22,0
5		13,0	14,6	17,2	18,2	21,0	26,0	27,0
6		15,0	17,0	20,0	21,0	25,0	31,0	32,0
7		17,0	19,4	22,8	23,8	29,0	36,0	37,0
8		19,0	21,8	25,6	26,6	33,0	41,0	42,0
9		21,0	24,2	28,4	29,4	37,0	46,0	47,0
10		23,0	26,6	31,2	32,2	41,0	51,0	52,0
11		25,0	29,0	34,0	35,0	45,0	56,0	57,0
12		27,0	31,4	36,8	37,8	49,0	61,0	62,0
13		29,0	33,8	39,6	40,6	53,0	66,0	67,0
14		31,0	36,2	42,4	43,4	57,0	71,0	72,0
15		33,0	38,6	45,2	46,2	61,0	76,0	77,0

A 3. ábrán a főirány forgalma függvényében megadtuk a *mellékirányból átbocsátható járművek számát* az 5. táblázatban szereplő határidőközök és követési időközök felvételével. A görbék számai az 5. táblázatban szereplő oszlopok számának felelnek meg.

A 3. ábrán a vastagon kihúzott görbéket a jelenlegi átlagos forgalmi viszonyoknak megfelelő értékek alapján számoltuk.



3. ábra A mellékirányból átbocsátható járműszám a főirány forgalma függvényében

Ezekre az esetekre kiszámítottuk és a 4. ábrán feltüntettük *az egymást keresztezni tudó forgalom* együttes nagyságát a főirány forgalma függvényében.

A 6. táblázatban összehasonlítás céljából a mellékirányból átbocsátható legnagyobb számú járművet adtuk meg a főirány forgalma függvényében. A táblázat egyik oszlopában az előbbiekben részletesen ismertetett módon, az *időszalag alapján* számított, és a 3. ábrán feltüntetett forgalom, a másik oszlopban a *Grabe-féle módszer* alapján számított, és a 2. ábrán felrakott értékek szerepelnek. A forgalomlefolyás módjára beírt számok az 5. táblázat megfelelő oszlopszámával azonosak. A *Grabe-féle módszerrel* — amint a 6. táblázatból látható — 3 féle határidőközre határoztunk meg értékeket.

A közölt ábrákból, ill. táblázatból az alábbi következtetések vonhatók le:

1. A 3. ábrából látható, hogy a mellékirányból átbocsátható járműszám milyen mértékben változik a határidőköz, illetve követési időközök nagyságának függvényében. A legkedvezőbb (1. ill. 5. jelű görbe) és legkedvezőtlenebb eset között (4. ill. 7. jelű görbe) az eltérés:

6. táblázat

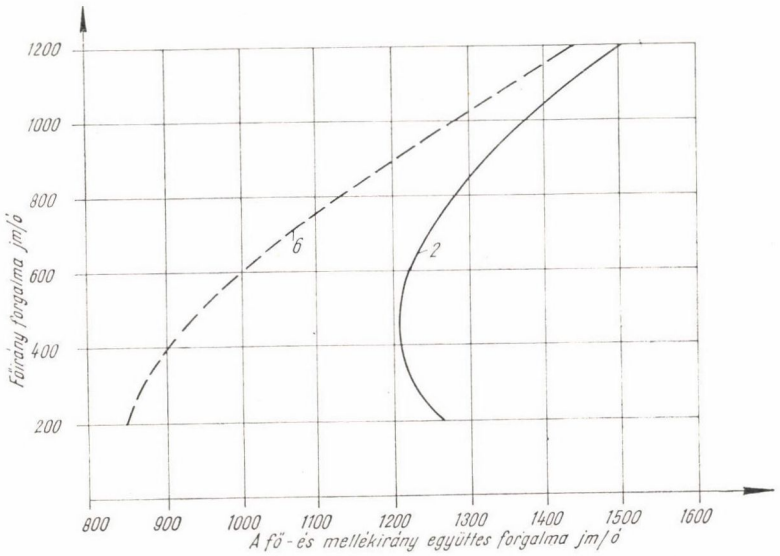
A mellékirányból átbocsátható legnagyobb járműszám „időszalag" alapján számolva és a Grabe-féle módszer szerint

A főirány forgalma	A forgalomlefolyás módja	A mellékirányból átbocsátható legnagyobb számú jármű	
		„időszalag" alapján számolva	A Grabe-féle módszer szerint
200	1	1560	
	2	1324	660
	3	1081	520
	4	1016	440
	5	826	
	6	647	
	7	607	
400	1	1215	
	2	1021	550
	3	806	430
	4	715	340
	5	681	
	6	499	
	7	445	
600	1	958	
	2	834	460
	3	618	350
	4	516	270
	5	568	
	6	408	
	7	348	
800	1	822	
	2	704	390
	3	506	280
	4	414	220
	5	494	
	6	352	
	7	292	
1000	1	630	
	2	563	340
	3	378	240
	4	265	180
	5	418	
	6	270	
	7	195	
1200	1	504	
	2	462	280
	3	297	190
	4	198	140
	5	324	
	6	222	
	7	165	

a) *elsőbbségadás kötelező* jelzőtábla esetén, ha a főirány forgalma 200 jármű/ó; 35%, ha a főirány forgalma 1200 jármű/ó; 61%

b) *állj, elsőbbségadás kötelező* jelzőtábla esetén, ha a főirány forgalma 200 jármű/ó; 26%, ha a főirány forgalma 1200 jármű/ó; 49%.

2. A főirány forgalmának növekedésével a mellékirányból átbocsátható járművek száma természetesen csökken. A jelenlegi átlagos forgalmi viszonyoknak megfelelő, a 3. ábrán vastagon kihúzott *2.* és *6.* jelű görbék adatai szerint, ha a főirány forgalma 200 jármű/ó-ról 1200 jármű/ó-ra növekszik, a mellékirány lehetséges forgalma 1081-ről 297-re, illetve 647-ről 222-re csökken.



4. ábra Az egymást keresztezni tudó forgalom együttes nagysága a főirány forgalma függvényében

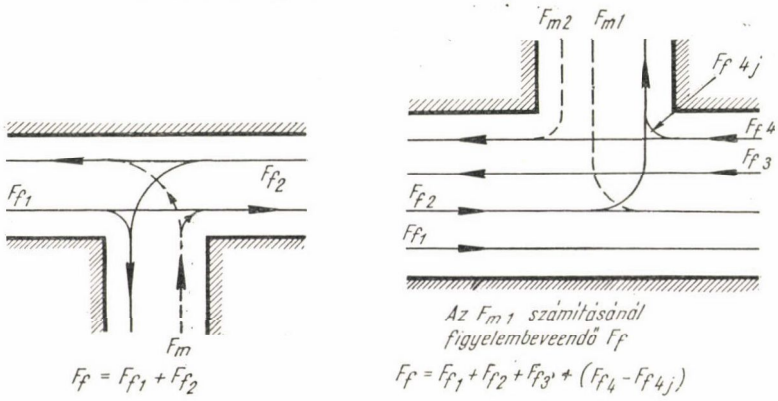
3. Összehasonlítva a mellékirányból a keresztezésbe belépni képes járművek számát a 2. és 6. jelű görbék esetében, megállapítható, hogy az eltérés — abban az esetben, ha a főirány forgalma 200 jármű/óra — kereken 430 jármű/ó, tehát igen jelentős; míg ha a főirány forgalma 1200 jármű/ó, az eltérés mindössze 75 jármű/ó.

4. A 6. táblázat szerint az *időszalag alapján* és a *Grabe-féle módszerrel* számolt kapacitás értékek összehasonlításából látható, hogy az *időszalag alapján* számolt mellékirányú forgalom lényegesen nagyobb, mint a *Grabe-féle módszer* alapján számolt. Különösen nagy az eltérés — mintegy kétszeres — ha a főirány forgalma kicsi. Ez a jelentős eltérés abból adódik, hogy a *Grabe-féle módszer* nem veszi figyelembe azt, hogy a járművek oszlopban is áthaladhatnak a főútvonalon, és mindenegyes jármű áthaladására a határidőköznek megfelelő időközt használta fel. Ezért a *Grabe-féle módszerrel* számolt kapacitásértékek aránylag jól egyeznek az *állj, elsőbbségadás kötelező* jelzőtábla esetén számolt értékekkel. (Az előbbi mintegy 15—20%-kal kisebb értéket ad.)

2.6. *Megjegyzések és példák a kapacitásszámítás végrehajtására*

Az ismertetett kapacitásszámítási módszer — melynek végeredménye a 3. ábra 2. és 6. jelű görbéje — alkalmazásával kapcsolatban szükséges néhány megjegyzést tenni.

A *főirány forgalma alatt* mindazon forgalmi áramlatok forgalmának összessége értendő, melyek áthaladási elsőbbségét a mellékirány járműveinek egyidejűleg figyelembe kell venni. Az F_f főirány forgalmának meghatározására az 5. ábrán mutatunk be példákat.



Jelölések:

F_f = a főirány egyidejüleg figyelembeveendő forgalma

F_m = a mellékirány forgalma

Az F_{m1} számításánál figyelembeveendő F_f

$$F_f = F_{f3} + (F_{f4} - F_{f4j})$$

5. ábra Példák a főirány forgalmának meghatározására

Amennyiben a csomópont kialakítása olyan, hogy *egyidejűleg mellékirányú járműfolyam haladhat át* a csomóponton anélkül, hogy egymás forgalmát befolyásolnák, úgy a csomópont kapacitását a főirányban, és a két mellékirányban átbocsátható járművek számának összege adja. Ha a *mellékirányok egymást metszik* úgy a főirányon átbocsátható járműszám a két egymást metsző mellékirány együttes forgalmát adja.

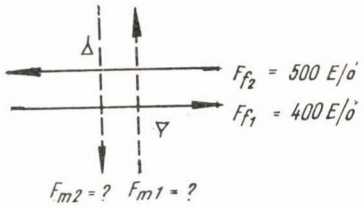
A kapacitásszámítás végrehajtására példák a 6. ábrán láthatók. Az F_m értékeket a 3. ábrán látható 2. jelű görbén olvastuk le.

A 6. ábrán példaként bemutatott kapacitásszámítási módszer alkalmazandó az olyan *körforgalmú csomópontok kapacitásszámításánál* is (az útvonalak betorkolásánál), ahol

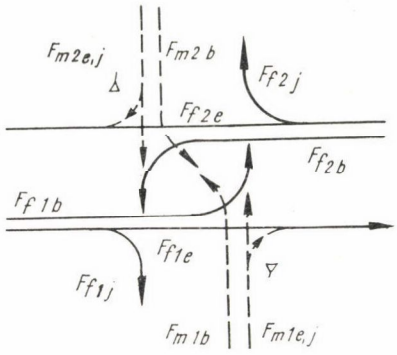
1. nincs meg a megfelelő — legalább 32,0 m-es — fonódási hossz,
2. nincs meg a szükséges — legalább 3 nyomú — pályaszélesség ahhoz, hogy a fonódási szakaszokon *fonódás* alakulhasson ki.

3. A villamosforgalom figyelembevétele körforgalmú csomópontokon

A körforgalmú csomópont körpályájának metszése villamosvasúti vágányokkal a körforgalmú csomópont kapacitása szempontjából mértékadó lehet. Ennek a *mértékadó pontnak kapacitásszámítása*, ha a villamosoknak áthaladási elsőbbségük van, a következő módon hajtható végre[8]:



$F_f = 500 + 400 = 900$ E/ó
$F_{m1} = F_{m2} = 330$ E/ó
A keresztezés kapacitása:
$F_f + F_{m1} + F_{m2} = 1560$ E/ó



A főirány forgalmi adatai

F_{f1}	F_{f2}
$j =$ 50 E/ó	$j =$ 80 E/ó
$e =$ 350 E/ó	$e =$ 400 E/ó
$b =$ 150 E/ó	$b =$ 70 E/ó
550 E/ó	550 E/ó

A vizsgált mellékirány	A főirány forgalma	A vizsgált mellékirány kapacitása
F_{m1e}, $j + F_{m2b}$	$F_{f1e} + F_{f1b} + F_{f2b} + F_{f2e} + F_{f2j}$ $350 + 150 + 70 + 400 + 80 = 1050$	230 E/ó
F_{m2e}, $j + F_{m2b}$	$F_{f2e} + F_{f2b} + F_{f1b} + F_{f1e} + F_{f1j}$ $400 + 70 + 150 + 350 + 50 = 1020$	250 E/ó

Megjegyzés: Mivel F_{m1e}, j és F_{m2b}, továbbá F_{m2e}, j és F_{m1b} metszik egymást, a két metsző mellékirány együttes kapacitása számítható.
A keresztezés kapacitása:

$$F_{f1} + F_{f2} + F_{m1} + F_{m2} = 550 + 550 + 230 + 250 = 1580 \text{ E/ó}$$

6. ábra Példák a kapacitásszámítás végrehajtására

Először meg kell határozni a mértékadó villamosforgalmat egységszerelvényben. Kétvágányú villamosvonal esetén a két vágány forgalma összeadandó. Az egységszerelvényre történő átszámítás szorzói a következők:

1	kocsis szerelvény	1,0
2	kocsis szerelvény	1,2
3	kocsis szerelvény	1,5

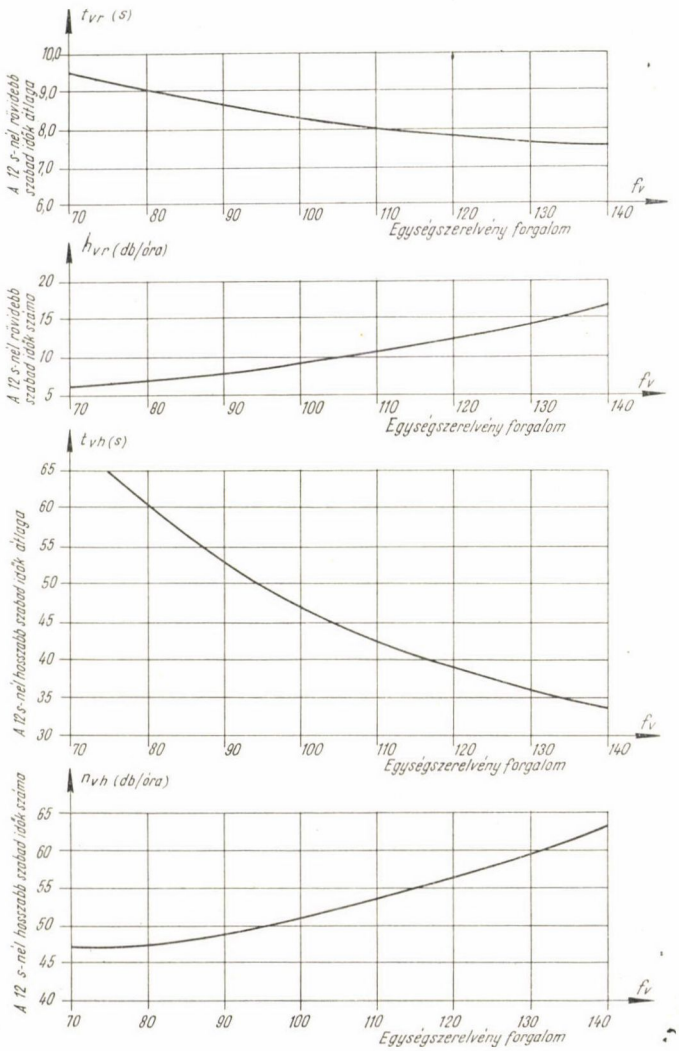
Ezután az egységszerelvényben kifejezett villamosforgalom nagyságának függvényében meghatározandó a közúti forgalom áthaladására rendelkezésre

álló szabad idők hossza és azok megoszlása. Ennek, továbbá a gépjárművek közötti követési időközöknek ismeretében a körpálya kapacitása felállási nyomonként számítható. Az itt alkalmazott módszer alapgondolata a *követési időköz eljárással* azonos.

A 7. ábrán az egységszerelvényben kifejezett össz-villamosforgalom függvényében

— a 12 s-nél rövidebb szabad idők átlagos hosszát *s*-ben és ezek előfordulásának számát db/órában

— továbbá a 12 *s*-nél hosszabb idők átlagos hosszát *s*-ben és ezek előfordulásának számát db/órában

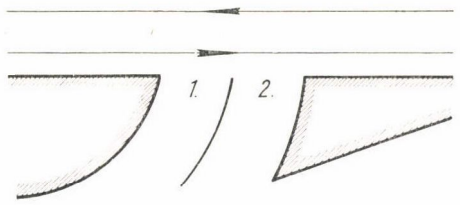


7. ábra. Kapacitásszámítási adatok az egységszelvényben kifejezett összvillamosforgalom függvényében

adtuk meg. A 12 *s* szétválasztási határ a gyorsuló (változó követési időközzel) és állandó sebességgel (állandó követési időközzel) haladó járműoszlop szerinti szétválasztást veszi figyelembe.

Jelenleg ezeken a helyeken a személygépkocsik követési időköze
— a gyorsuló járműoszlopban: 3,0 *s*
— a felgyorsult járműoszlopban: 2,7 *s*

A kapacitásszámítás végrehajtására az *alábbi példát* mutatjuk be:



8. ábra Helyszínrajzi elrendezés

Adatok: A helyszínrajzi elrendezés a 8. ábrán látható. A két irány mértékadó villamosforgalma:

1 kocsis szerelvény	35 db
2 kocsis szerelvény	22 db
3 kocsis szerelvény	48 db

$f_v = 35 \cdot 1{,}0 + 22 \cdot 1{,}2 + 48 \cdot 1{,}5 = 133$ egységszerelvény/óra.

Az 1. jelű nyom kapacitása:

A 7. ábrán az f_v függvényében leolvasott értékek:

$t_{vr} = 7{,}6$ *s* $\qquad t_{vh} = 35{,}5$ *s*

$n_{vr} = 15{,}0$ db/óra $\qquad n_{vh} = 61$ db/óra

A 12 *s*-nél rövidebb szabad idők alatt átbocsátható járművek száma:

$$\frac{t_{vr}}{3{,}0} \cdot n_{vr} = \frac{7{,}6}{3{,}0} \cdot 15 \cong 38 \text{ E/ó}$$

A 12 *s*-nél hosszabb szabad idők alatt átbocsátható járműszám:

$$\left(\frac{12{,}0}{3{,}0} + \frac{t_{vh} - 12{,}0}{2{,}7}\right) n_{vh} = \left(4 + \frac{35{,}5 - 12{,}0}{2{,}7}\right) \cdot 61 = 780 \text{ E/ó}$$

$$K_1 = 38 + 780 = 818 \text{ E/ó}$$

A 2. jelű nyom kapacitásának meghatározásánál figyelembe kell venni, hogy a helyszínrajzi elrendezés következtében a 2. jelű nyom csak 3 jármű számára biztosít felállási lehetőséget. Ezért a rövid szabad idők alatt esetenként 2 jármű, a hosszú szabad idők alatt esetenként 3 jármű bocsátható át. A kapacitás tehát:

$$K_2 = 2 \cdot n_{vr} + 3 \cdot n_{vh} = 2 \cdot 15 + 3 \cdot 61 \cong 213 \text{ E/ó}$$

A vizsgált körpályaszakasz kapacitása:

$$K_1 + K_2 = 818 + 213 = 1031 \text{ E/ó}$$

*

Befejezésként szükséges megjegyezni, hogy a jelzőlámpával nem szabályozott forgalmú csomópontok bizonyos nagyságúnál nagyobb forgalma esetén nem csak kapacitásnövelési, hanem biztonsági és gazdaságossági szempontból is kívánatos a jelzőlámpaszabályozás bevezetése.

IRODALOM

[1] A budapesti útvonalak és csomópontok kapacitástartalékának meghatározása. A Fővárosi Tanács Közlekedési Igazgatósága megbízásából kidolgozta az ÉKME Útépítési Tanszéke. Budapest, 1964.

[2] *W. Grabe:* Leistungsermittlung von nicht lichtsignalgesteuerten Knotenpunkten des Strassenverkehrs. Kirschbaum Verlag. Biefeleld, 1954.

[3] *Rapp:* Die Leistungsfähigkeit von ungesteuerten Verkehrsknotenpunkten. Birkhäuser Buchdruckerei. Basel, 1954.

[4] *Dr. Ing. Steierwald:* Die Leistungsfähigkeit von Knotenpunkten des Strassenverkehrs. Strassenbau und Strassenverkehrstechnik, 1961. Heft 11.

[5] *dr. Bényei András:* Útak és közúti csomópontok kapacitása. Mérnöki Továbbképző Intézet, Budapest, 1962. (75. oldal).

[6] *dr. Bényei András:* A közúti forgalmi csomópontok kapacitásánál használatos határidőköz meghatározása a közlekedésdinamikán alapuló új módszerrel. Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Tudományos Közleményei, Budapest, 1960.

[7] *dr. Bényei András:* A közúti jelzőlámpával történő forgalomirányítás bevezetése. MTA Közlekedéstudományi Munkaközösség jelentése, Budapest, 1965. Kézirat.

[8] *dr. Bényei András—Kálnoki Kis Sándor*: A villamos forgalom figyelembevétele a budapesti körterek kapacitásának meghatározásánál. Közlekedéstudományi Szemle, 1963. május.

DR. FEKETE GYÖRGY, a műszaki tudományok kandidátusa

NÉHÁNY MŰSZAKI-GAZDASÁGI ELEMZÉSI MÓDSZER A DUNA–TENGERHAJÓZÁS ÖNKÖLTSÉG- ÉS RENTABILITÁS-SZÁMÍTÁSÁHOZ

A közlekedés területén a munkamegosztás helyes arányai kialakításánál nagy súllyal esnek latba az egyes közlekedési ágak tevékenységét gazdasági szempontból tükröző önköltség- és rentabilitás-számítások eredményei. A különböző közlekedési ágak és teljesítményeik, valamint eredményeik összehasonlításánál és értékelésénél mindenekelőtt objektív és reális módszerekre van szükség.

Ebből a szerteágazó kérdéskomplexumból csak egy közlekedési ág, a hajózás s annak is csak egy lehatárolt területével, a Duna-tengerhajózás önköltség- és rentabilitás-számításához kapcsolódó néhány kérdéssel és azok javasolt módszerbeli megoldásával foglalkozom.

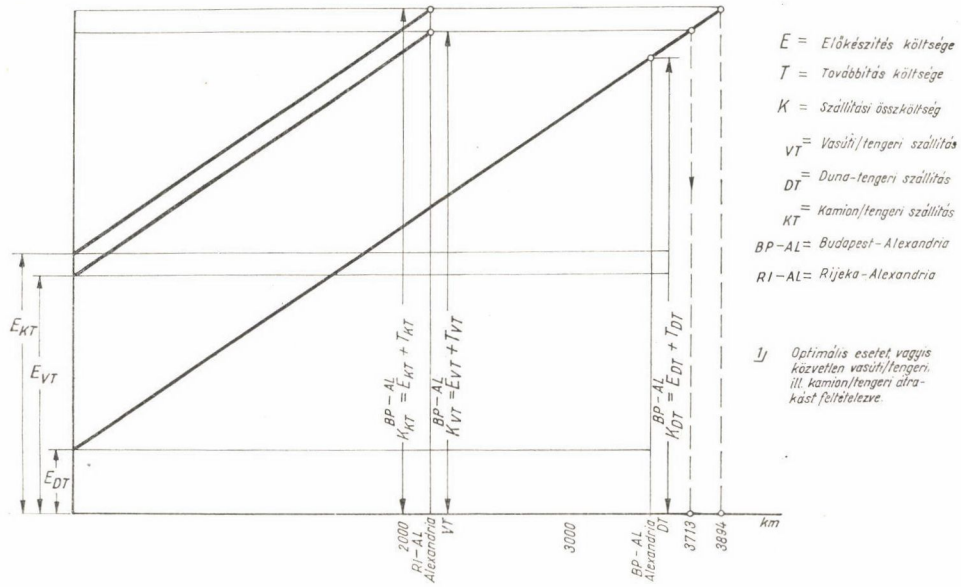
A Duna-tengerhajózás bevezetését megelőzően végzett önköltség- és rentabilitás-számítások természetszerűleg feltevéseken alapultak, hiszen még nem állottak rendelkezésre konkrét, gyakorlati tapasztalatok és adatok. Ma már — éppen ezért — csak mint közlekedéstörténeti érdekességet kezelhetjük pl. az 1933-ban egy 550 tonna befogadóképességű Duna-tengeri hajó rentabilitására készített számítást.

Az azóta eltelt évtizedek alatt kialakított egyre korszerűbb, új Duna-tengeri hajótípusokra végzett önköltség- és rentabilitás-számítások mindinkább támaszkodhattak és támaszkodhatnak napjainkban is e speciális hajózási módozat gyakorlati eredményein alapuló tényszámokra. Nem lesz azonban talán érdektelen megkísérelni néhány gondolattal hozzájárulni az eddigi vizsgálódások jövőbeni kiegészítéséhez; elméleti megfontolásokból kiindulva s tényleges adatok, paraméterek behelyettesítésével összekapcsolni az elméletet a gyakorlattal. Ettől a céltól vezéreltetve néhány olyan kérdéskomplexumra és vizsgálati, elemzési módszerre szeretném felhívni a figyelmet, amelyeknek alkalmazása és az eredményeknek a gyakorlatba történő átültetése az önköltségi és rentabilitás-számítási eljárásokat a Duna-tengerhajózás területén elméletileg megalapozottabbá, gyakorlatilag pedig egzaktabbá teheti.

Számos önköltségszámítási módszer ismeretes és kerül alkalmazásra népgazdaságunk különböző területein. A közlekedés önköltségének meghatározására szolgáló egyik jól bevált módszer a *Kánya* professzor és munkatársai által kidolgozott számításmenet [1], amely lehetőséget ad az önköltség megfelelő pontossággal történő meghatározására. A módszer lényege az, hogy egyrészt a szállítási távolságtól független költségekre épül — amelyek az előkészítés (E) költségei fogalmába tartoznak —, másrészt a távolsággal összefüggő költségeket veszi figyelembe, vagyis azokat a költségeket, amelyek a továbbítással (T) kapcsolatosak. Az előbbi költséget tonnára vetíti, a távolsággal arányos költséget pedig árutonnakilométerre.

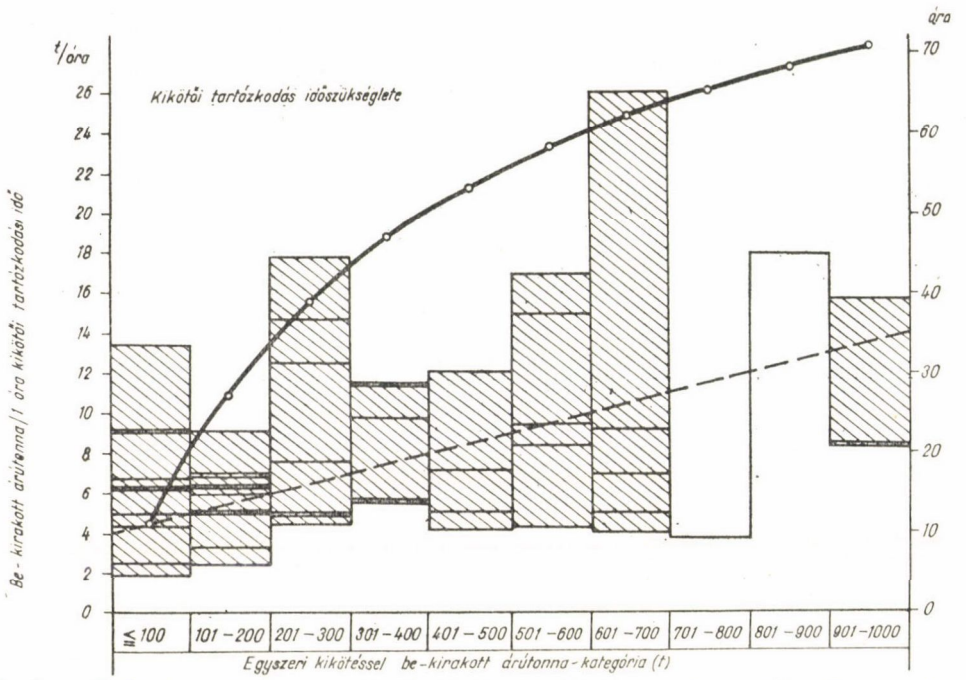
A Duna-tengerhajózás egyik hajójának egy adott évben előfordult tényleges ráfordításait, valamint tényleges teljesítményeit figyelembe véve megállapítható volt, hogy 1 tonna árura jutó előkészítési költség (E) az adott évben megfelelt 1 tonna árúnak kereken 580 km távolságra történő továbbítási (T) költségének. Ez az érték természetesen árukategóriánként különböző; a számítások VIII. díjszabású árura vonatkoznak. Más vizsgálódások alapján kiszámítható volt, hogy a vegyes, vagyis szárazföldi és tengeri szállítás esetén — pl. Budapest—Alexandria viszonylatban — Budapesttől pl. Rijeka tengeri kikötőig az előkészítési költségek vasúti fuvar esetén (E_{VT}) 2130 km Duna-tengeri továbbítási költségnek, kamionon történő szállítás esetén (E_{KT}) pedig 2320 km-re történő továbbítás költségének felelnek meg. Ezekből az értékekből nem szabad mechanikusan végkövetkeztetést levonni, mivel a példaként felvett Budapest—Alexandria viszonylatban a tengeri út Rijekából kiindulva megrövidül, s ezáltal a tengeri továbbítási költségekben megtakarítás mutatkozik. A végeredményeket, vagyis a folyam-tengeri, vasúti/tengeri, illetőleg kamion/tengeri szállítás összköltségeit és egymáshoz viszonyított nagyságát az *1. ábrán* láthatjuk (a VIII. díjszabású árúra végzett számítások alapján). Az ábra végső fokon a Duna-tengeri szállításnak a két összehasonlított kombinált áruszállítási módozattal szembeni előnyösebb voltát bizonyítja. Ez a módszer egyébként a gazdaságos szállítási határtávolság meghatározására is támaszpontot adhat.

A kikötői rakodásoknak és tartózkodásoknak az önköltségre gyakorolt hatásaival is érdemes foglalkoznunk. A kikötői tartózkodások elemzésének eredménye látható a *2. ábrán*, amelyen megkíséreltem az egyszeri kikötéssel — egy kikötői befutással — be-kirakott árumennyiség és az árukategóriákhoz tartozó tonna/óra átlagos rakodási teljesítmények figyelembe-



1. ábra. Gazdaságos határtávolság meghatározása a szállítási összköltség alapján (VIII. díjszabású árura)

vételével meghatározni az átlagos kikötői tartózkodási időket. Ezeknek nagyságrendje nem kis mértékben befolyásolja — hosszabb periódust vizsgálva — az önköltség alakulását.



2. *ábra.* Különböző árutonnamennyiségek be-kirakásának átlagos kikötői tartózkodási időszükséglete

Az ábra vízszintes tengelyén 10 árutonna-kategória szerepel tonnaléptékben; a függőleges tengelyen az ábra baloldalán a tonna/óra fajlagos teljesítmények, az ábra jobboldalán pedig a kikötői tartózkodási órák szerepelnek. Az egyes árutonna-kategóriákban és 52 vizsgált kikötőben az előfordult legmagasabb, illetőleg legalacsonyabb fajlagos tonna/óra értékeket összekötve, megkapjuk azt a tartományt, amelyen belül helyezkedtek el a többi fajlagos tonna/óra teljesítményi értékek. Az egyes árutonna-kategóriák középértékét elosztva a hozzátartozó tonna/óra értékkel, megkapjuk azt az óraszámot, amely a kategória középértékét képező tonnamennyiség be-kirakására fordítandó, mint tartózkodási idő, az adott kikötőcsoportokban. Például a 101—200 tonnás árutonna-kategória középértéke 150 tonna, az ehhez tartozó tonna/óra fajlagos be-kirakodási átlagteljesítmény a szaggatott vonalról leolvasva 5,5 tonna/óra, a két szám hányadosa 27,2 órát eredményez. Ezt az időt, a vastag vonalról is leolvashatjuk a megfelelő helyen (150 tonnánál). A kapott óraszám tehát azt mutatja, hogy a kérdéses árumennyiség be-kirakásával kapcsolatos kikötői tartózkodási idő mintegy 27 órát tehet ki.

A Duna-tengerhajózás gazdasági, önköltségi és rentabilitási vizsgálata azonban nem terjedhet ki csak a tengeren végzett fuvarok elemzésére. Sokkal összetettebb problémák merülnek fel a Duna-tengeri hajókkal bejárt dunai szakaszokon. A Dunán ugyanis számos tényező játszik közre, illetőleg igen

Sorszám	$\frac{m-n}{m-1}$ Hordképesség (t)	$\frac{m-2}{m-1}$ Vízmélység kategória (dm)	Duna-szakasz[1] A		B	C		D	
			$\frac{m-n}{m-1}$	$\frac{m-n}{tn}$		$\frac{m-n}{m-1}$	$\frac{m-n}{tn}$	$\frac{m-n}{m-1}$	$\frac{m-n}{tn}$
1.	299,3	23—22	9	2693,7	..	13	3890,9	5	1496,5
2.	259,4	22—21	14	3631,6	..	18	4669,2	34	8819,6
3.	219,7	21—20	11	2416,7	..	22	4833,4	14	3075,8
4.	180,3	20—19	5	901,5	..	32	5769,6	9	1622,7
5.	141,2	19—18	15	2118,0	..	3	423,6	13	1835,6
6.	102,6	18—17	21	2154,6	..	6	615,6	3	307,8
7.	64,4	17—16	22	1416,8	..	6	386,4	—	—
8.	26,6	16—15	22	585,2	..	—	—	—	—
9.	00,0	<15	35	—	..	—	—	—	—
10.	Σ		154	15918,1	..	100	20588,7	78	17158,0

[1] A = 2379—2202 km C = 1879—1791 km E = 1707—1433 km G = 1048—931 km J = 375
B = 2202—1879 km D = 1791—1707 km F = 1433—1048 km H = 931—375 km

Megjegyzés: a hajó teljes hordképessége 23 dm merülésnél 420,6 tonna; a hajótest alatt

sok paraméter szab határt a különböző típusú Duna-tengeri hajók kihasználhatóságának, ami közvetve tükröződik az önköltség alakulásában és az egész fuvarozás rentabilitásában is. Egy korábbi tanulmányomban [2] felsoroltam azokat a főbb befolyásoló tényezőket (főméreteket, paramétereket), amelyek a hajópark kihasználhatóságára hatást gyakorolnak.

E helyen bemutatom 6 különböző Duna-tengeri hajótípusra első ízben elvégzett ún. *TN*-, illetőleg *TK*-vizsgálatok eredményeit.

A *TN*-mutató, vagy *TN*-faktor nem egyéb, mint az a viszonyszám, amely kifejezésre juttatja, hogy egy bizonyos vizsgált hajótípus egy bizonyos vizsgált víziútszakaszon — mind a hajó jellemző főméreteinek, mind pedig a víziút mélység-, esetleg magasságkorlátozó hatásának, a jégrezsimnek, ködrezsimnek stb. hatására — milyen mértékben tudná kihasználni tonnanap kapacitását (az elméleti tonnanaphoz viszonyítva).

A *TK*-mutató, vagy *TK*-faktor pedig az 1 naptári nap alatt felfelé, illetőleg lefelé elméletileg teljesíthető tonnakilométerszámot mutatja 15 paramétert figyelembe véve.

Mindenekelőtt szükséges ismerni a konkréten vizsgált hajótípus köbözési bizonyítványkivonatát, vagy vízkiszorítási görbéjét. Ismerni kell továbbá az egyes víziútszakaszokra jellemző keresztmetszetekben a vízmélységek tartósságait, illetőleg előfordulásait. A deciméterenként felvett vízmélység-csoporthoz tartozó s a köbözési kivonatból megállapított merülésnek megfelelő tonna-

T-2 táblázat 5. és 11. sorának kiszámításához M/S. „BUDAPEST" T—1

jele[1]

E		F	G		H		J	
$\frac{m-n}{n}$ $m-1$	$\frac{m-n}{tn}$ $m-1$		$\frac{m-n}{n}$ $m-1$	$\frac{m-n}{tn}$ $m-1$	$\frac{m-n}{n}$ $m-1$	$\frac{m-n}{tn}$ $m-1$	$\frac{m-n}{n}$ $m-1$	$\frac{m-n}{tn}$ $m-1$
3	897,9	..	6	1795,8	10	2993,0	3	897,9
13	3372,2	..	5	1297,0	8	2075,2	—	—
8	1757,6	..	1	219,7	12	2636,4	—	—
7	1262,1	..	13	2343,9	1	180,3	2	360,6
12	1694,4	..	7	988,4	5	706,0	1	141,2
14	1436,4	..	2	205,2	1	102,6	3	307,8
6	386,4	..	13	837,2	12	708,4	—	—
4	106,4	..	9	239,4	9	239,4	—	—
12	—	..	9	—	9	—	—	—
79	10913,4	..	65	7926,6	67	9641,3	9	1707,5

[1] 0 km

$b_a = 2$ dm biztonsági vízmélység-tartalékok szerepelnek a számításokban.

hordképesség szorzata a napok számával megadja az ezeken a napokon kihasználható tonnanap értéket. Az egész évre elvégezve ezt a vizsgálatot (természetesen nincs akadálya, hogy hosszabb periódusra történjék a vizsgálat) megállapítható a *T-1. jelű táblázatból* — továbbiakban mindenütt csak a „Budapest" nevű Duna-tengeri hajó vizsgálati eredményeit, mint példát mutatom be —, hogy a Duna *J*-jelű szakaszán 9 napon keresztül fordult elő olyan vízmélységkorlátozás, amely a hajó teljes hordképességének, vagyis 420,6 tonnának 9-cel történt szorzata, tehát 3785,4 tonnanap érték helyett csak 1707,5 tonnanap kihasználási lehetőséget biztosított. A többi Duna-tengeri hajótípusra vonatkozólag elvégzett analóg számítások közlését itt mellőzöm.

A bemutatott táblázat világosan mutatja a számítás menetét, a Duna *A*—*J*-ig terjedő szakaszain és különböző vízmélység-csoportok szerinti felosztásban.

Úgy gondolom, lehetséges rögtön rátérnem a számítás további menetére, utalva e helyen is a belvízi hajótípusra végzett korábbi számításokra [2]. Hangsúlyozandó, hogy a hajó és a víziút kölcsönhatása nemcsak statikusan, vagyis a hajó bemerülése szempontjából, hanem dinamikusan is vizsgálandó, tehát be kell vonni a vizsgálódásokba a mozgásban levő vízet és a mozgásban levő hajót is.

Az egyszerűség kedvéért a szöveges magyarázatot a minimumra igyekszem csökkenteni, éppen ezért csak egy hajónak — a már említett „Budapest"-

Sorszám	Művelet	2379 km	TK-faktor A	TK-faktor B
1.	$t_m =$			
2.	$v_0 =$			
3.	$n_{max} =$ [2]			
4.	$tn_{elm} = t^m \cdot n_{max} = t^m \cdot 365$	1 · 3		
5.	$\sum_{m-1}^{m-n} n = \sum_{23}^{15} n =$	kiszámítás külön lapon (T—1)	154	..
6.	$nj =$		22	..
7.	$nk =$		..	..
8.	$n_{á} =$		..	..
9.	$n^m = n_{max} - \left(\sum_{m-1}^{m-n} n + n_j + n_k + n_{á} \right) =$	3—(5+6+7+8)	189	..
10.	$t^m \cdot \sum_{m-1}^{m-n} n = t^m \cdot \sum_{23}^{15} n =$	1 · 5	64 772,4	..
11.	$\sum_{m-1}^{m-n} tn =$	kiszámítás külön lapon (T—1)	15 918,1	..
12.	tn-veszteségek: $t^m \cdot \sum_{m-1}^{m-n} n - \sum_{m-1}^{m-n} tn =$	1 · 5—11	48 854,3	..
13.	$t^m \cdot n_j =$	1 · 6	9 253,2	..
14.	$t^m \cdot n_k =$	1 · 7	..	..
15.	$t^m \cdot n_{á} =$	1 · 8	..	..
16.	tn = a tonnanap veszteségek együttes összege	12+13+14+15	58 107,5	..
17.	$t^m \cdot n^m =$	1 · 9	79 493,4	..
18.	$tn_{leh} = \sum_{m-1}^{m-n} tn + t^m \cdot n^m =$	11+17	95 411,5	..
19.	$TN = \frac{tn_{leh}}{tn_{elm}} =$	$\frac{18}{4}$	0,622	..
20.	$v_v =$	felvett érték	6,0	..
21.	$i =$	felvett érték	14	..
22.	$T = \frac{tn_{leh}}{n_{max}} =$	$\frac{18}{3}$	261,4	..
23.	F = felfelé: $v_{pv}^F = v_0 - v_v$	2—20	10,5	..
24.	$K^F = i \cdot v_{pv}^F$	21 · 23	147,0	..
25.	$TK^F = T \cdot K^F$	22 · 24	38 425,8	..
26.	L = lefelé: $v_{pv}^L = v_0 + v_v$	2+20	22,5	..
27.	$K^L = i \cdot v_{pv}^L$	21 · 26	315,0	..
28.	$TK^L = T \cdot K^L$	22 · 27	82 341,0	..

[1] A = 2379—2202 km B = 2202—1879 km C = 1879—1791 km D = 1791—1707 km
[2] - 1961.

Duna-szakasz jele[1]						0km
C	D	E	F	G	H	J
420,6						
16,5						
365						
153 519						
100	78	79	..	65	67	9
21	24	31	..	10	15	18
..	..	..	..	..	..	..
..	..	..	..	..	..	..
244	263	255	..	290	280	338
42 060,0	32 806,8	33 227,4	..	27 339,0	28 180,2	3 785,4
20 588,7	17 158,0	10 913,4	..	7 926,6	9 641,3	1 707,5
21 471,3	15 648,8	22 314,0	..	19 412,4	18 538,9	2 077,9
8 832,6	10 094,4	13 038,6	..	4 206,0	6 309,0	7,570,8
..	..	..	..	..	..	..
..	..	..	..	..	..	..
30 303,9	25 743,2	35 352,6	..	23 618,4	24 847,9	27 648,7
102 626,4	110 617,8	107 253,0	..	121 974,0	119 029,8	142 162,8
123 215,1	127 775,8	118 166,4	..	129 900,6	128 671,1	143 870,3
0,803	0,832	0,770	..	0,846	0,838	0,937
8,0	5,0	5,0	..	10,0	4,0	3,0
14	16	16	..	9	16	16
337,6	350,1	323,7	..	355,9	352,5	394,2
8,5	11,5	11,5	..	6,5	12,5	13,5
119,0	184,0	184,0	..	58,5	200,0	216,0
40 174,4	64 418,4	59 560,8	..	20 820,2	70 500,0	85 147,2
24,5	21,5	21,5	..	26,5	20,5	19,5
343,0	344,0	344,0	..	238,5	328,0	312,0
115 796,8	120 434,4	111 352,8	..	84 882,2	115 620,0	122 990,4

E = 1707—1433 km F = 1433—1048 km G = 1048—931 km H = 931—375 km J = 375—0 km

nek — a Duna *J*-szakaszára vonatkozó számításmenetét ismertetem szövegesen is. A megállapítások a *TK*-faktor vizsgálata című, *T-2. jelű táblázat* 1—28 sorszámmal ellátott vízszintes soraira vonatkoznak és minden esetben a Duna legalsó, *J*-jelű szakaszát, a 0—375 folyamkilométer közötti részt érintik.

T—2

ad 1. t^m = a hajó teljes merüléséhez tartozó hordképesség, esetünkben 420,6 tonna.

ad 2. v_o = a hajó holtvízi sebessége, esetünkben 16,5 km/óra.

ad 3. n_{max} = 365 nap, vagyis a vizsgált időszak 365 napja.

ad 4. tn_{elm} = az elméletileg lehetséges tonnanapok száma, ez pedig nem más, mint a vizsgált hajó legnagyobb hordképessége szorozva a vizsgált időszak napjainak a számával; esetünkben 153 519 tonnanap.

ad 5. $\sum_{m-1}^{m-n} n$ = $\sum_{23}^{15} n$, tartalmazza a *T-1. jelű táblázat* végeredményeit, vagyis azoknak a napoknak a számát, amidőn a vizsgált szakaszon mélységkorlátozás fordult elő; esetünkben 9 nap.

ad 6. n_j = a vizsgált időszakban előfordult jeges napok száma (ügyelve más jelenségek egyidejűségének kizárására), esetünkben 18 nap.

ad 7. n_k = a ködös napok száma; esetünkben erre vonatkozó konkrét megfigyeléseken alapuló adatok nem állottak rendelkezésre, nincs azonban elvi akadálya annak, hogy ilyen jellegű adatok megfelelő rendszeres gyűjtés után figyelembe vehetők legyenek. Természetesen csak olyan ködös napok kell, hogy mint hajózási akadályok szerepeljenek, amelyek egy teljes napig, vagy annál hosszabb ideig szüneteltették a hajózást. (Ennél is ügyelni kell más jelenségek egyidejűségének a kizárására). Ezeknek az adatoknak a gyűjtése és feldolgozása érdekes lehet pl. a radarral történő hajózás gazdaságossági kérdéseinek a vizsgálata során.

ad 8. $n_á$ = az árvízi napok száma, erre vonatkozólag ugyanaz mondható, mint ad 7. alatt.

ad 9. n^m = azoknak a napoknak a száma a vizsgált időszakban, amidőn a hajó mélységkorlátozás nélkül közlekedhetett. Esetünkben 338 nap.

ad 10. $t^m \cdot \sum_{m-1}^{m-n} n$ = azon tonnanapoknak a száma, amelyek kihasználhatók lettek volna, ha az ad 5. alatti mélységkorlátozásos napok tartama alatt is teljes hordképességet lehetett volna kihasználni. Esetünkben 3785,4 tonnanap lett volna ez az érték.

ad 11. $\sum_{m-1}^{m-n} tn$ = azt az értéket képviseli, amelyet egyébként a *T-1. jelű táblázat*ról mint végeredményt hozunk át, a vizsgált hajó mélységkorlátozásos napok alatt képviselt tonnanap értékét. Esetünkben 1707,5 tonnanap.

ad 12. $t^{m} \cdot \sum_{m-1}^{m-n} n - \sum_{m-1}^{m-n} tn$ = tartalmazza a mélységkorlátozásból eredő tonnanap veszteségeket; esetünkben ez az érték 2077,9.

ad 13. $t^{m} \cdot n_{j}$ = a jeges napok következtében előálló tonnanapveszteségek értéke; esetünkben 7570,8 tonnanap ez a veszteség.

ad 14. $t^{m} \cdot n_{k}$ = a ködös napok okozta tonnanap veszteségek értéke (esetünkben adatok hiánya miatt ez az érték nem szerepel).

ad 15. $t^{m} \cdot n_{á}$ = az árvízi napok okozta tonnanap veszteségek értéke (esetünkben adatok hiánya miatt ez az érték nem szerepel).

ad 16. Ez a rovat a tonnanap veszteségek együttes összegét tünteti fel; esetünkben 27 648,7 tonnanap.

ad 17. $t^{m} \cdot n^{m}$ = a merüléskorlátozás nélküli, vagyis teljes merülést lehetővé tevő napok alatt elérhető tonnanapérték, ami nem más, mint a hajó legnagyobb tonnahordképessége szorozva a merüléskorlátozás nélküli napok számával; esetünkben 142 162,8 tonnanap.

ad 18. $tn_{leh} = \sum_{m-1}^{m-n} tn + t^{m} \cdot n^{m}$ = a merüléskorlátozásos és a merülés korlátozásmentes napokból adódó tonnanapok összege; esetünkben 143 870,3 tonnanap.

ad 19. $TN = \frac{tn_{leh}}{tn_{elm}}$ = a lehetséges tonnanapok hányada az elméleti tonnanapokhoz viszonyítva, másszóval az összes elméleti tonnanapok kihasználásának lehetséges százaléka, amennyiben százalékban fejezzük ki ezt a mutatószámot.

A számítás menetében most jutottunk el az egyik fontos részeredményhez. Az esetünkben kiadódó 0,937 mutatószám arra utal, hogy a „Budapest" típusú hajó a Duna *J*-szakaszán (amely mint már említettem a Duna 0 km-től 375 km-ig terjedő részét öleli fel), a vizsgált évben tonnanapok szempontjából 93,7%-ra lett volna kihasználható maximálisan, a víziút és a hajó egymásrahatásának következtében.

Ennél a részeredménynél érdemes egy rövid pillantást vetni nemcsak a *J*-szakaszra, hanem a Duna teljes hosszára, vagyis *A*—*J*-ig terjedő szakaszok *TN*-mutatójára. (A táblázatban szereplő .. jelölés arra utal, hogy a kérdéses szakasz, ahol ilyen jelölés szerepel, kellő adatok hiányában nem volt vizsgálható.)

Láthatjuk, hogy

az *A*-szakaszon a tonnanapok lehetséges kihasználhatósága 62,2%
a *C*-szakaszon a tonnanapok lehetséges kihasználhatósága 80,3%
a *D*-szakaszon a tonnanapok lehetséges kihasználhatósága 83,2%
az *E*-szakaszon a tonnanapok lehetséges kihasználhatósága 77,0%
a *G*-szakaszon a tonnanapok lehetséges kihasználhatósága 84,6%
a *H*-szakaszon a tonnanapok lehetséges kihasználhatósága 83,8%
a *J*-szakaszon a tonnanapok lehetséges kihasználhatósága 93,7%

amint azt már fentebb láttuk.

A TN-, majd az ezt követőleg ismertetésre kerülő TK-faktor vizsgálatait azért végeztem el a Duna teljes hajózott hosszára, hogy áttekintést kapjunk a különböző Duna-tengeri hajók esetleges kihasználhatóságára nézve. Meg kell azonban említeni, hogy a Duna-tengeri hajók jelenleg általában csak Budapestig, vagyis a Budapest–Csepeli Nemzeti és Szabadkikötőig, az 1641-ik folyamkilométerig közlekednek a Dunán. Ez a folyamkilométer az E-szakaszban foglaltatik, így tehát a mai helyzetet tekintve a Duna-tengeri hajók gyakorlatilag csak az E—J-ig terjedő szakaszon közlekednek.

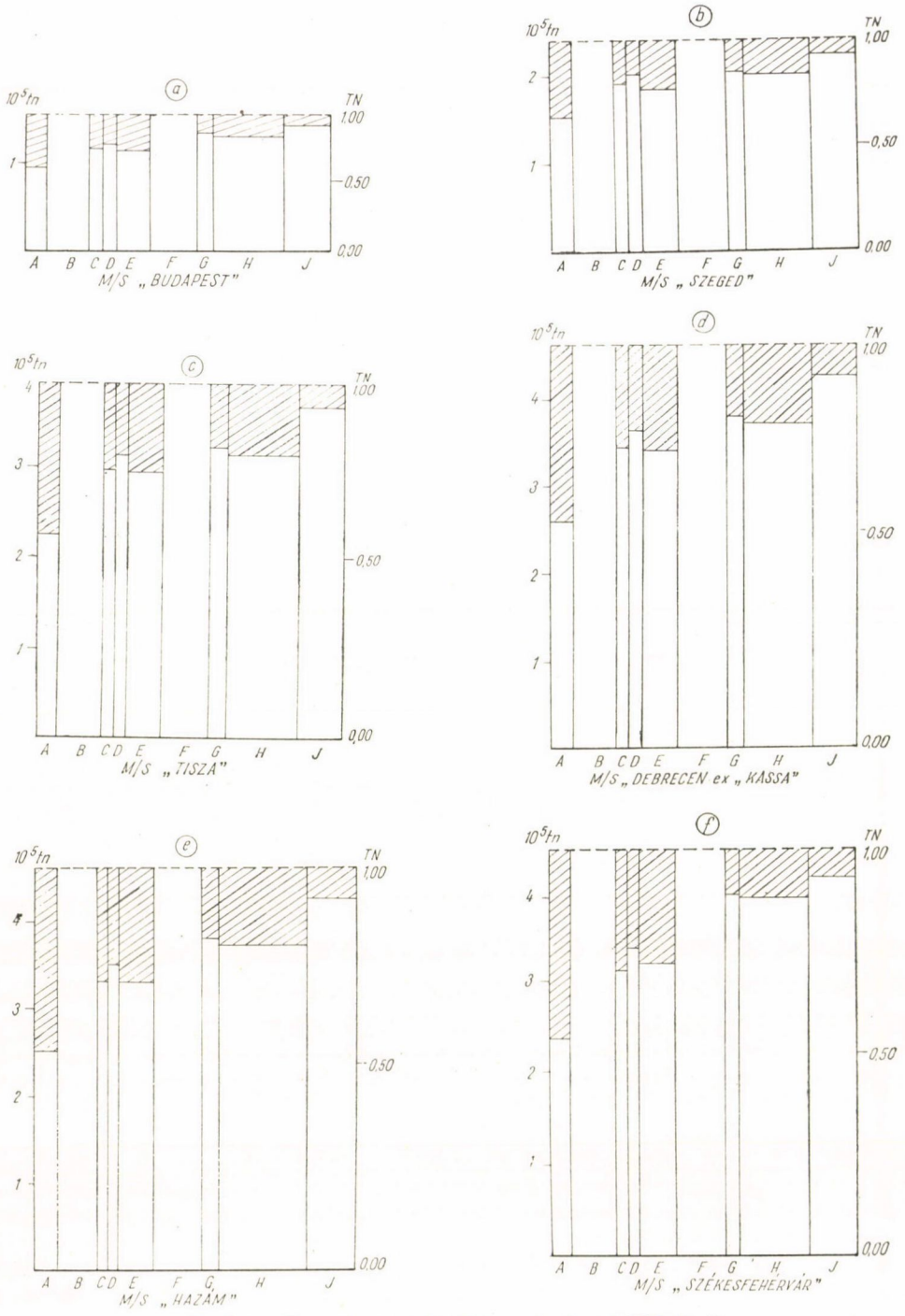
A *3. ábrán* grafikusan, léptékarányosan láthatjuk az egyes szakaszokat és a TN-értékeket a magyar Duna-tengerhajózás hat hajótípusára. A kis betűs jelölések *(a, b, c, d, e, f)* a „Budapest", „Szeged", „Tisza", „Debrecen" ex „Kassa", „Hazám" és „Székesfehérvár" nevű hajókra vonatkoznak. A vonalkázott ábra-felületek a tonnanap veszteségeket tüntetik fel; nagyságuk százalékosan, vagy abszolút értékben az ábrán világosan látható.

A következő, *4. ábrán* ugyancsak grafikus ábrázolással látható a Duna-tengeri hajótípusok összehasonlító TN-vizsgálata, a Duna különböző szakaszain. Mint érdekességet kivetítettem az ábra baloldalán az A-jelű szakasz TN-oszlopait (ahol a Duna-tengeri hajók nem közlekednek) a 6 Duna-tengeri hajótípusra vonatkozóan, míg az ábra jobboldalán a J-jelű szakasz TN-oszlopait mutatom be. Mindkét esetben a vonalkázott felületek a TN-veszteségeket jellemzik. Ugyanezen az ábrán a vízszintes tengely km-léptékben szerepel és így érzékelhetők az egyes szakaszok „súlyai", másszóval, hogy a vizsgált szakaszok milyen hosszúságban nyújtják ezeket a tonnanap-kihasználási lehetőségeket, avagy megfordítva, milyen hosszú szakaszon korlátozzák esetleg a kellő mértékű tonnanap-kihasználást. Az ábrán minden egyes szakaszon külön-külön vízszintes vonallal szerepel — *a, b, c, d, e, f* jelöléssel — a 6 Duna-tengeri hajó lehetséges tonnanap-kihasználása. A szaggatott vonallal jelölt vízszintesek az adott hajótípus elméleti tonnanap értékét ábrázolják.

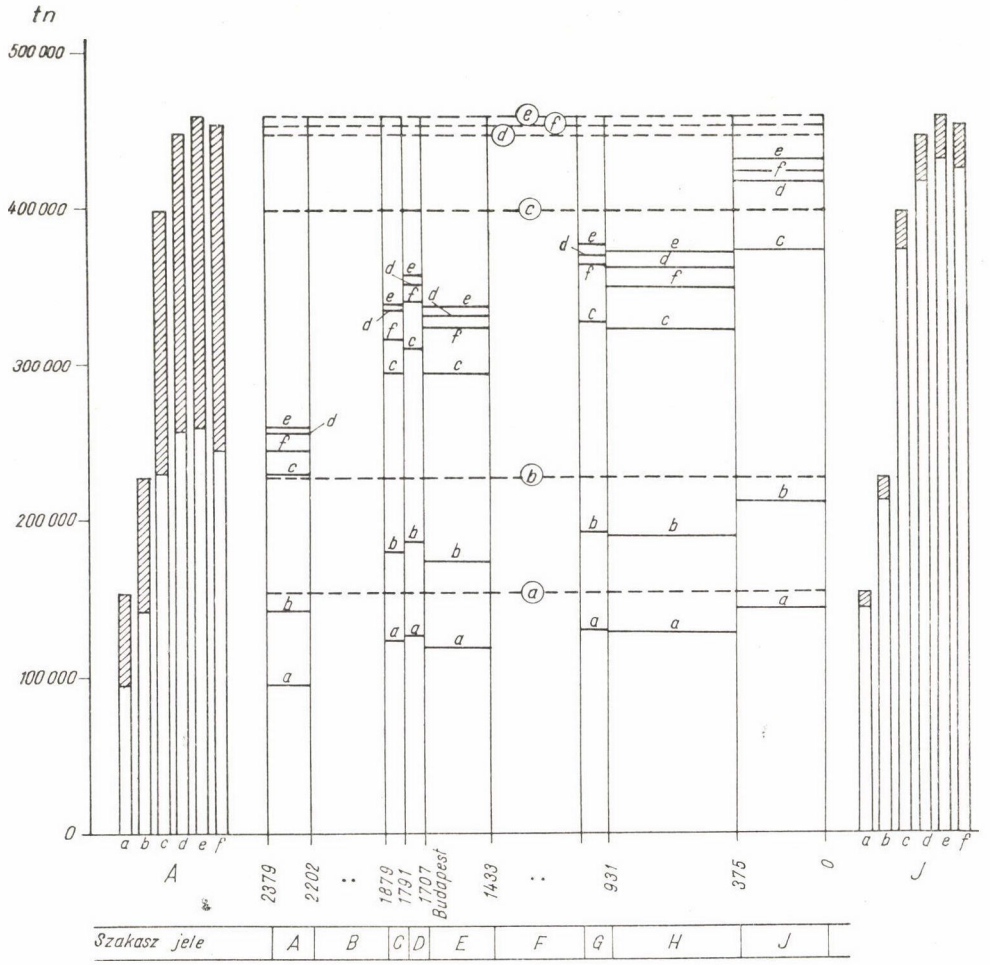
Folytatva ezekután a 6 Duna-tengeri hajótípus TK-faktorra végzett vizsgálata számításmenetének az ismertetését, rátérek az egyes sorszámokkal jelölt sorok további szöveges tárgyalására.

ad 20. v_v = a vizsgált víziútszakasz átlagos áramlási sebességét jelöli, amelyet a példaként bemutatott számításban közelítően vettem fel. Itt meg kell említeni, hogy a víz áramlási sebessége a különböző vízállásokkal is változik, éppen ezért kívánatos valamilyen átlaggal számolni. A felvett értékek bizonyos mértékik megközelítik a valós állapotokat az egyes szakaszokon. A kiemelt példánkban mindenütt szereplő J-szakaszra 3,0 km/óra áramlási sebességet vettem fel, mint átlagot.

ad 21. i = felvett érték, az ún. időtényező, melynek bevezetése ebben az alkalmazásban új fogalomként azért vált szükségessé, mivel számos olyan hajózást befolyásoló tényező van, amelyeknek a hatásvizsgálata egyébként nem lenne lehetséges (pl. csak nappali hajózás lehetősége, egyirányú forgalom lehetősége, jelzőállomások által okozott időszakos, vagy helyenkénti korlátozások hajózási teljesítményre gyakorolt hatásának vizsgálata), éppen ezért az órában kifejezett i időtényező együttesen



3. ábra. Duna-tengeri hajótípusok dunai TN-ábrái



4. ábra. Duna-tengeri hajótípusok összehasonlító TN vizsgálata a Duna különböző szakaszain

tartalmazza a vizsgált szakasznak mindazon tulajdonságait, amelyek korlátozólag hatnak a 24-órás naptári napból a hajózás menetlehetőségeinek kihasználására. Természetesen éves, vagy még hosszabb periódus vizsgálata során nem lehet semmiképpen sem 24 menetórával számítani a naptári napot. Éppen ezért megállapodás kérdése, hogy az *i*-értékeket a különböző víziútszakaszokon milyen nagysággal vesszük fel.

Figyelembe véve, hogy önjáró árúszállító hajóról van tulajdonképpen szó, valamint figyelemmel a Dunán éves viszonylatban általában lehetséges hajózási menetórák számára (ne felejtsük el, hogy itt már a javítási

időkiesések, a kikötői tartózkodási időkiesések is bentfoglaltatnak), a példaként tárgyalt szakaszra 16 menetóra/24 óra értéket vettem fel.

ad 22. $T = \frac{tn_{leh}}{n_{max}}$ = A lehetséges tonnanapok értékét elosztva a vizsgált időszak napjainak számával, megkapjuk, hogy éves vagy még hosszabb periódusra kiterjedő vizsgálat esetén a teljes időszak egy napján hány tonna hordképességet képviselt a vizsgált hajó, az adott víziútszakaszon. A jelen esetben a J-szakaszon 394,2 tonna ez az érték. (A hajó teljes hordképessége 420,6 tonna). Ez a szám azt mutatja, hogy jóllehet a hajó tényleges legnagyobb hordképessége 420,6 tonna, azonban tervezés, szállítás, kapacitás számításánál semmiképpen sem lehet ezzel a tényleges — a víziútadta korlátozásokra figyelemmel csak névleges — hordképességgel számolni, hanem legfeljebb az imént kiszámított T = 394,2 tonnával, miután a tonnahordképesség többi része a víziút adottságai miatt semmiképpen sem hasznosítható. Ennek a megállapításnak — szerény véleményem szerint — a hajózás tervkészítése szempontjából lehet igen komoly jelentősége, mert hiszen a gyakorlatban ismeretes, hogy igen sok körülmény befolyásolja a hajózás ún. tervteljesítését. A TN-számításból kiadódó T-érték azonban módot nyújt ezeknek a hatásoknak, teljesítménybefolyásoló körülményeknek konkrét és meglehetősen egzakt numerikus kiszámítására is.

A számítás további menetében dinamikusan vizsgáljuk mind a víziútat, mind a hajót. Éppen ezért különbséget kell tenni aszerint, hogy a hajó felfelé, vagyis az áramlással szemben, vagy pedig lefelé, az áramlással együtt halad-e. Ennek felel meg a 23—25-ig, illetőleg a 26—28-ig bezárólag végzett számításmenet.

A feladat egyszerű, meg kell határozni, hogy adott v_0 holtvízi sebességű hajó az adott szakaszon felfelé, illetőleg lefelé hány kilométert tud egy naptári nap alatt megtenni, a szakaszra jellemző i-időtényező figyelembevételével.

ad 23. v_{pv}^{F} = $v_0 - v_v$ = A parthoz viszonyított sebesség, felfelé haladás esetében. A holtvízi sebességből levonandó a víz áramlási sebessége és így kapjuk — pl. a J-jelű szakaszra — a 13,5 kilométert óránként.

ad 24. K^F = $i \cdot v_{pv}^{F}$ = A parthoz viszonyított felfelé haladási sebesség szorzata az időtényezővel megadja, hogy egy naptári nap alatt felfelé hány kilométert tud a vizsgált hajó megtenni a J-jelű szakaszon. Esetünkben ez a szám 216,0 km.

ad 25. TK^F = $T \cdot K^F$ = Ez maga a TK-faktor, felfelé haladás esetét vizsgálva. Ez az érték virtuális, eszmei tonnakilométerértéket képvisel és megadja, hogy a teljes vizsgált időszak egy naptári napján a vizsgált hajó a vizsgált

víziútszakaszon hány tonnakilométert lenne képes felfelé menetben teljesíteni, a hajózást befolyásoló 15 különböző paraméter, illetőleg tényező együttes hatását figyelembe véve.

A K^F érték, vagyis az egy nap felfelé megtehető kilométertávolság az erre a célra szerkesztett nomogram segítségével is meghatározható [2]. Ugyanilyen módon történik a K^L, vagyis a hajó lefelé megtehető kilométerértékeinek a meghatározása is. A számítás menete teljesen analóg a továbbiakban a TK^F érték számításáéval.

ad 26. $v^L_{pv} = v_0 + v_v$ = A parthoz viszonyított sebesség, vagyis a hajó holtvízi sebességének és a víz áramlási sebességének az összege, miután lefelé haladásról van szó. Példánkban 19,5 km/óra.

ad 27. $K^L = i \cdot v^L_{pv}$ = Ez az érték az egy naptári nap alatt lefelé megtehető kilométerek száma, esetünkben 312,0.

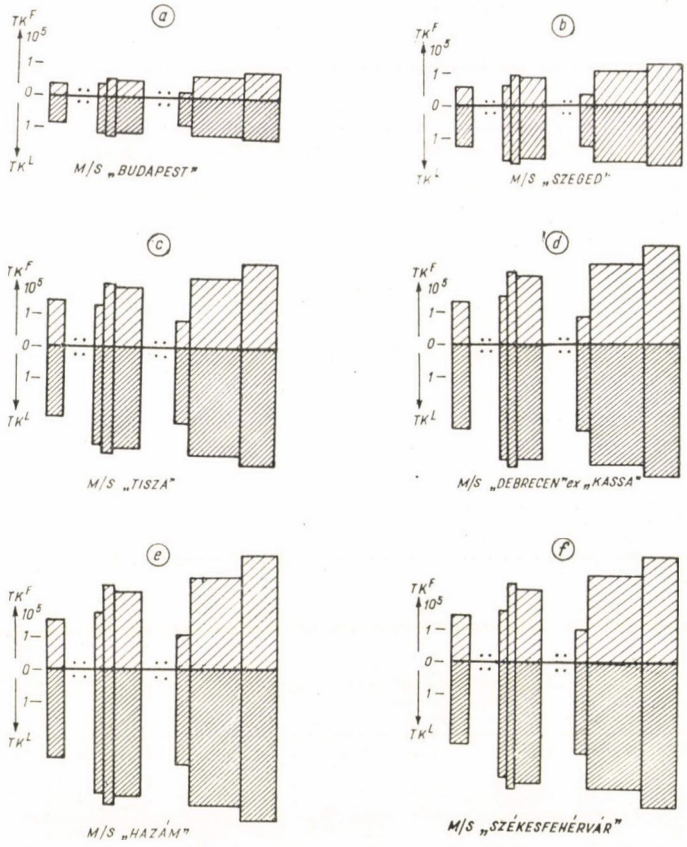
ad 28. $TK^L = T \cdot K^L$ = maga a TK-faktor, lefelé haladás esetét vizsgálva, esetünkben 122 990,4.

A TK^F, valamint a TK^L értékeket a Duna különböző szakaszaira és a 6 Duna-tengeri hajótípusra grafikusan az *5. ábrán* láthatjuk. A vízszintes tengelyen itt is az egyes, *A*—*J*-ig terjedő szakaszok, a függőleges tengelyen pedig a TK-értékek szerepelnek abszolút értékükben kifejezve. Egyebekben utalok a Duna-tengeri hajótípusok dunai TN-ábráit bemutató *3. ábrával* kapcsolatban elmondottakra.

Az egyes hajók TK-ábráinak az egybevetése módot nyújt arra, hogy a hajók *„jósági fokát"* az adott víziútszakasz szemszögéből nézve elbíráljuk. Ez pedig lényegében nem más, mint az adott víziúton, vagy víziútszakaszon az optimális hajótípus meghatározásának egyik lehetősége.

A TN, illetőleg TK-faktorral történő vizsgálat széleskörű további kutatások alapját is képezheti, mind a belvízi, mind a speciális, Duna-tengeri hajózás területén. A hajózást befolyásoló tényezők egymásrahatásának logikai sorbakapcsolását magában foglaló módszer alkalmazása újabb perspektívát nyit műszaki-gazdasági vizsgálatok elvégzéséhez. Így többek között pl. számítható — hogy csak egynéhányat említsek — különböző változatok előnye, mint: a víziút és a vizsgált hajó adottságaira való tekintettel milyen az optimális hordképesség, illetőleg az ezt determináló merülés; vajon milyen javulás várható az éjszakai hajózás folyamatos lehetővétételétől; a hajózás sebességnövelése — a hajók holtvízi sebességének növelése — miként tükröződik a TK-faktor, vagyis a virtuálisan lehetséges tonnakilométerteljesítmény terén; milyen változások várhatók valamely folyó szabályozása, vagy csatornázása után a hajózás üzemeltetése szempontjából stb. A TK-faktorra történő vizsgálat elvégzése a szabályozás, vagy csatornázás előtti és utáni adatokkal, fontos összehasonlítási lehetőséget nyújt az eredmény — sőt magának az egész beruházás hatékonyságának és a hajózásra gyakorolt hatásának — elvi elbírálására.

A belvízi hajózás természetesen számos egyéb vizsgálódást is elvégezhet, így pl. azt, vajon gazdaságosabb-e a csak nappali hajózás, de ebből kifolyólag kevesebb személyzettel; avagy az éjjel-nappali hajózás, de két, illetőleg három váltó személyzettel; mi gazdaságosabb az önköltség szempontjából: önjáró



5. ábra. Duna-tengeri hajótípusok dunai TK-ábrái

áruszállító hajó beállítása nagyobb sebességgel, avagy a hagyományos kisebb sebességgel közlekedő nagy vontatmányok vagy tólt összeállítások közlekedtetése, és így tovább.

A hajók azonban nemcsak egy-egy kiragadott szakaszon közlekednek, hanem belvízi hajózás esetében rendszerint a folyam teljes hosszában, a Duna-tengerhajózás esetében pedig — mint már fentebb láttuk — jelenleg Budapestig. Éppen ezért TN, valamint TK tényezőknek a vizsgálata komplex módon végzendő és nyilvánvaló, hogy hosszabb, összefüggő folyamszakaszokon a *„szűk keresztmetszet"* lesz mindig az (vizsgálódásainknál a legkisebb TN, vagy legkisebb TK-faktort nyújtó szakasz), amely a hajózás önköltségére és rentabilitására a legnagyobb mérvű befolyást gyakorolja.

A folyam-tengerhajózás területén a TN, illetőleg TK-faktorral végzett vizsgálat első ízben készült, miért is további vizsgálódások lehetőségeinek a kezdetét jelenti. Remélem, hogy a kifejtett elméleti megfontolások alapján kidolgozott néhány módszer a gyakorlatba átvíve, új gondolatokkal és egzakt megoldásokkal gyarapíthatja az önköltség és rentabilitás-számítás már meglevő módszereit.

IRODALOM

[1] *Kánya Ernő dr.:* Önköltségszámítási módszer a közlekedésben, Tanulmány, Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem, Budapest, 1959.

[2] *Fekete György dr.:* A belvízi utak összehasonlítása a hordképesség-kihasználás alapján, Vízügyi Közlemények, 1965. év, 1. füzet, Budapest, Műszaki Könyvkiadó.

СОДЕРЖАНИЕ

Дь. Чанади: Развития транспортной науки в Венгрии 375

К. Кадаш: Цель, методологические проблемы и результаты транспортной эконометрии 381

Э. Каня: Некоторые экономические характеристики бытовых средств предвижения в дальнем сообщении 393

Дь. Вещик: Организация железодорожного сообщения и точность переноса информаций 405

Э. Керкаполь: Определение дополнительного сопротивления движению поезда у рельсовых соединений с накладками 421

Й. Надь: Балластное боковое сопротивление современного пути с учётом усиления устойчивости 443

Т. Халас: Влияние использования современных железодорожных локомотивов на себестоимость тяги 463

Б. Каян: Определение числового эквивалента, относённого на пассажирные автомобили для средств передвижения 475

А. Беньеи: Определение ёмкости дорожных узел в городах без регулирования светофором 487

Дь. Фекете: Некоторые техническо-экономические методы анализа расчётов себестоимости, и рентабельности дунайско-морского судоходства 505

CONTENTS

Gy. Csanádi: Development of the Hungarian Transport Theory 375

K. Kádas: The objects, methodological problems and results of transport econometrics 381

E. Kánya: Some economic characteristics of public long distance traffic means ... 393

Gy. Westsik: Traffic organisation and the accuracy of information transfer 405

E. Kerkápoly: Determination of additional resistance resulting from the fish-plate rail-coupling 421

J. Nagy: Lateral ballast-resistance of a modern railway track, taking into consideration the raising of stability 443

T. Halász: Effect of the utilization of up-to-date railway-locomotives on the traction net cost 463

B. Kaján: Determination of passenger-car-equivalent of vehicles 475

A. Bényei: Determination of the effectivity of urban traffic-crossings without light-signalisation 487

Gy. Fekete: Some technical-economic investigation methods for the cost-benefit analysis of the Danube-sea navigation 505

INHALT

Gy. Csanádi: Entwicklung der Verkehrswissenschaft in Ungarn 375

K. Kádas: Aufgaben, methodische Probleme und Erfolge der Verkehrsökonomie ... 381

E. Kánya: Einige wirtschaftliche Kenngrössen von allgemein gebräuchlichen Fernverkehrsmitteln 393

Gy. Westsik: Informationssystem der Kybernetik im Verkehrswesen, Sollgenauigkeit der Informationsübertragung 405

E. Kerkápoly: Bestimmung des zusätzlichen Widerstandes bei Laschenverbindungen 421

J. Nagy: Bettungsseitenwiderstand zeitgemässer Gleise, mit Rücksicht auf die Erhöhung der Stabilität 443

T. Halász: Auswirkung des Ausgenütztseins zeitgemässer Eisenbahntriebfahrzeuge auf die Zugbeförderungskosten 463

Z. Kaján: Bestimmung des Personenkraftwagenäquivalents von Fahrzeugen 475

A. Bényei: Ermittlung der Leistungsfähigkeit von städtischen Verkehrsknoten ohne Lichtsignalregelung 487

Gy. Fekete: Einige technisch-wirtschaftliche Analysierungsmethoden zur Selbskosten- und Rentabilitäts-Berechnung der Donau-See-Schiffahrt 505

CONTENU

Gy. Csanádi: Le développement de la science du trafic en Hongrie 375

K. Kádas: Oeuvres, problèmes méthodologiques et résultats de l'économetrie du trafic 381

E. Kánya: Quelques caractéristiques économiques des moyens de transport publiques à longue distance 393

Gy. Westsik: Le système d'information de la cybernétique appliquée dans le domaine du trafic ferroviaire, précision de la transmission d'information 405

E. Kerkápoly: Détermination de la résistance additionnelle se présentant chez l'adjustement à éclisses des rails 421

J. Nagy: La résistance latérale de ballastage des rails contemporains, eu égard l'augmentation de la stabilité 443

T. Halász: Influence de l'utilisation des locomotives ferroviaires sur les frais du traction 463

B. Kaján: Détermination de l'équivalent en voiture de personne des moyens du trafic 475

A. Bényei: Détermination da la capacité des noeuds de trafic publique urban à trafic non réglé par signalisation à lumière 487

Gy. Fekete: Quelques méthodes techniques-économiques d'analyse concernant la calculation des frais et de la rentabilité de la navigation du Danube et de la navigation maritime 505

Az Akadémiai Kiadó gondozásában jelent meg:

GEREVICH LÁSZLÓ

A BUDAI VÁR FELTÁRÁSA

„A budai vár feltárása" egy újonnan kifejlődő tudományág, a középkori régészet módszertanát teremti meg és alkalmazza egy hatalmas arányú ásatás feldolgozása keretében. A kötet tartalmazza az ásatás leglényegesebb adatait, továbbá a kőemlékek rekonstrukcióját és belőlük a palota topográfiájára, építészetére, szobrászatára, művészetére, anyagi kultúrájára vonható következtetéseket.

Az ásatási eredmények és a korabeli írott források kombinációja segítségével a könyv rekonstruálja Európa egyik legfényesebb királyi palotáját, a középkori Magyarország művészetének kulcspontját és stílusainak kiindulóhelyét. A kutatások eredményeinek összefoglalásában a szerző megállapítja a palota építészeti helyét és szerepét az európai stílusáramlatok között, s leméri hatását a közép-európai építőművészetre. Eddig ismeretlen művészeti irányzatokat, mestereket és stílusokat mutat be az újonnan feltárt épületeken és kőemlékeken keresztül.

318 oldal — 423 ábra — 32 tábla — 25 × 35 cm — Kötve 190,— Ft

AKADÉMIAI KIADÓ
BUDAPEST

Az Akadémiai Kiadó gondozásában jelent meg:

MAGYAR MŰEMLÉKVÉDELEM
1961—1962

(Műemléki Felügyelőség kiadványai 3.)

A kötet két elvi jellegű tanulmányt, továbbá egyes műemlékekről, ill. helyreállításukról szóló tizenegy dolgozatot és hét jelentést tartalmaz: ez utóbbiak építészeti, szobrászati, festészeti, régészeti, kivitelezési, igazgatási és népi műemléki szempontból foglalják össze az Országos Műemléki Felügyelőség 1961—62-ben végzett tudományos és gyakorlati tevékenységét. Sor kerül a sárospataki vár, a veszprémi szent György kápolna, a monoki középkori kastély, a nagyvázsonyi pálos kolostor, a szigligeti templom, a gyulai vár, a soproni szent György templom, a rákosi ref. templom és a majki műemlékegyüttes tudományos igényű bemutatására. Emellett áttekintést kapunk a műemlékhelyreállítások technikai kérdéseiről, valamint a közelmult külföldi ásatásainak módszertani és történeti jelentőségéről s ezeknek hazai vonatkozásairól. A kötet hangsúlyozottan foglalkozik a népi műemlékek egyre fontosabbá váló kérdéseivel és a magyar népi építészetnek szomszédaink népi építészetével való kapcsolatával. A tanulmányok tehát amellett, hogy bizonyos részleteredményeket tárgyalnak, a maguk összességében átfogó képet nyújtanak a szóban forgó két év hazai műemlékvédelmének elméleti és gyakorlati kérdéseiről. Az így nyert képet a budai várnegyed középkori házainak helyreállításáról szóló tanulmány egészíti ki.

285 oldal — 332 kép — 21×29 cm — Kötve 82,— Ft

AKADÉMIAI KIADÓ
BUDAPEST

A kiadvány előfizethető vagy példányonként megvásárolható:

az AKADÉMIAI KIADÓ-nál, Budapest, V. Alkotmány utca 21.
telefon: 111—010. MNB egyszámlaszám: 46,

az AKADÉMIAI KÖNYVESBOLT-ban
Budapest, V. Váci u. 22., telefon: 185—612;

a POSTA KÖZPONTI HIRLAP IRODA 1. számú
HIRLAPBOLTJÁ-ban, Budapest, V. József nádor tér 1.
és *bármely postahivatalban*
Csekkszámlaszám: egyéni 61.257, közületi: 61.066.
MNB egyszámlaszám: 8.

Előfizetési díj egy évre: 100,— Ft.

Külföldön terjeszti a
KULTÚRA KÖNYV ÉS HÍRLAP KÜLKERESKEDELMI VÁLLALAT
Budapest, II. Fő utca 32. Telefon: 429—760

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA KÖNYVTÁRA

Ára: 30,— Ft
Évi előfizetés: 100,— Ft

INDEX: 26.21



AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST

Kvr. 309.504

Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények

x. kötet 4

ÉPÍTÉS- ÉS KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK

Szerkesztő bizottság:

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

Technikai szerkesztők: HORVÁTH TIBORNÉ és dr. VÁMOSSY FERENC

Szerkesztőség:

BUDAPEST, XI., MŰEGYETEM RAKPART 3., ÉPÍTŐIPARI ÉS KÖZLEKEDÉSI MŰSZAKI EGYETEM
K. II. 60. SZ. (ÉPÍTÉSZETTÖRTÉNETI TANSZÉK)

ÉPÍTÉS- ÉS KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK

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

Főszerkesztő:

Dr. MAJOR MÁTÉ

X. KÖTET 4. SZÁM

BUDAPEST, 1966

TARTALOM

Dr. Csonka Pál: A képlékenységtan alkalmazása az építőmérnöki gyakorlatban 527
Dr. Haviár Győző: A képlékenységtan magyar művelői 541
Dr. Roller Béla: A feszített kötéltetők elméletének differenciál-geometriai egyenletei 547
Dr. Bonta János: Építészet és tömeges építés 556
Dr. Szigyártó Zoltán: Árhullámlevonulási kísérletek az átvonulási elmélet igazolására 583
Dr. Hankó Zoltán: Periodikus árvízi lengések kisesésű folyami duzzasztóművek környezetében 617
Könyvszemle 631

A kiadásért felel az Akadémiai Kiadó igazgatója — Műszaki szerkesztő: Merkly László
A kézirat beérkezett: 1967. I. 16. — Példányszám: 600 Terjedelem: 10,15 (A/5) ív

67.63363 — Akadémiai Nyomda, Budapest — Felelős vezető: Bernát György

*DR. CSONKA PÁL, a műszaki tudományok doktora**

A KÉPLÉKENYSÉGTAN ALKALMAZÁSA AZ ÉPÍTŐMÉRNÖKI GYAKORLATBAN

Az MTA Műszaki Tudományok Osztályának Építéstudományi Bizottsága 1966. május 25-én ankétot rendezett *„A képlékenységtan alkalmazása az építőmérnöki gyakorlatban"* címmel. Az ankét célja a képlékenységtan elméletének áttekintése és alkalmazási feltételeinek kritikai ismertetése volt.

Az ankéton az elnöki megnyitón és zárszón felül nyolc előadás és több hozzászólás hangzott el, melyek a mérnöki képlékenységtannak az építőmérnöki munkakör különböző területein való alkalmazási lehetőségeit és feltételeit behatóan taglalták.

Az ankét iránt megnyilvánult széles körű érdeklődésre és a képlékenységtan egyre fokozódó jelentőségére való tekintettel indokoltnak látszik az ankéton elhangzott előadásoknak az előadók által készített összefoglalók alapján való rövid ismertetése.

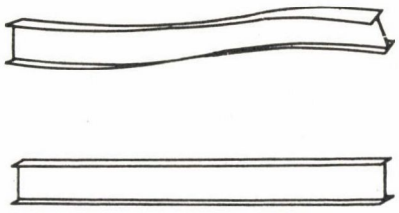
1. CSONKA PÁL, a műszaki tudományok doktora *„A képlékenységtan jelentősége a mérnöki gyakorlatban"* című bevezető előadásában a képlékenységtannak, mint a szilárdságtan egyik újabb ágazatának fontosságát emelte ki, s a képlékenységtani szemlélet jelentőségét fejtegette. Rámutatott arra, hogy bár a képlékenységtan módszerei csak lassan — nemegyszer öntudatlanul, vagy éppen más alkalmasabb megoldás híján kényszerűségből — vonultak be a mérnöki gyakorlatba, e tudományág a mérnöki szerkezetek szilárdságtanának ma már épp oly fontos fejezetét alkotja, mint maga a rugalmasságtan.

A képlékenység a szerkezeti anyagok igen értékes tulajdonsága. Egyáltalán csak ez teszi lehetővé összetett szerkezetek építését, illetve szerkezeti elemek közt feszes kapcsolat létesítését. De a szerkezeti anyagok képlékeny volta a szerkesztő mérnök szempontjából is igen előnyös. Ez ad pl. lehetőséget arra, hogy a bemetszéssel, vagy furattal gyengített rudakon az illető gyengítés körzetében fellépő *feszültségcsúcs*tól eltekintsünk. Ugyanez az anyagtulajdonság teszi lehetővé a szerkezetekben levő *kezdeti feszültségek* figyelmen kívül hagyását. Ezáltal vált lehetségessé pl. a háborús események során meggörbült acélgerendáknak kiegyenesítés után az ép gerendákkal azonos feltételek mellett újra való felhasználása (1. ábra). Az acél, illetve vasbeton anyag képlékeny volta igen előnyösen jelentkezik többtámaszú folytatólagos tartók esetében is, mert ez — legalábbis bizonyos határok közt — feleslegessé teszi a *támaszsüllyedések* figyelembevételét.

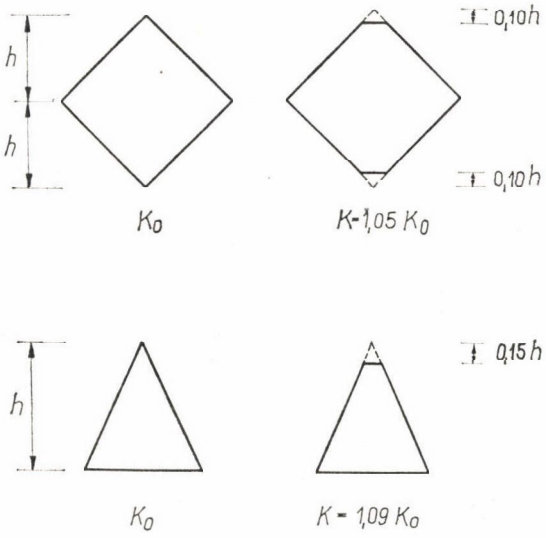
A képlékenységtan számos esetben *ésszerű magyarázatot* ad oly jelenségekre, melyek a klasszikus rugalmasságtan elveivel nem magyarázhatók. Igen

* Az MTA Építéstudományi Munkaközössége, Budapest.

visszás a helyzet pl. háromszögszelvényű, vagy élükre állított négyszögszelvényű gerendák esetében (2. ábra), ha azok keresztmetszetének a semleges tengelytől legtávolabb fekvő részeit eltávolítjuk. Ez a keresztmetszetcsonkítás



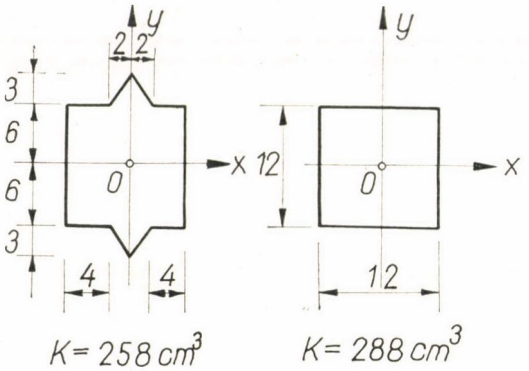
1. ábra



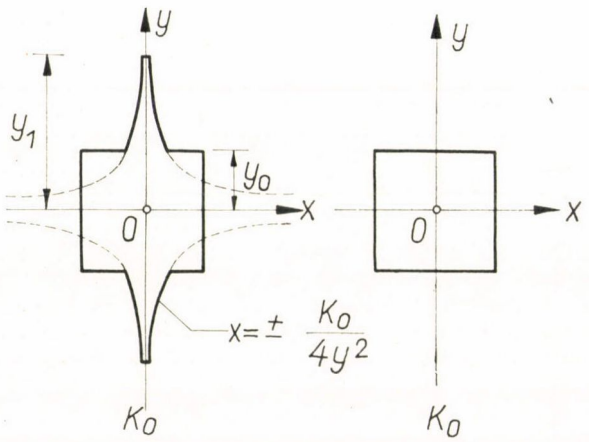
2. ábra

ui. a rugalmasságtan szerint a szóban forgó szelvények nyomatékbíró képességének növelését idézi elő, holott a valóságban e művelet által a nyomatékbíró képességnek csökkennie kell. Hasonló a helyzet a 3. ábrán feltüntetett keresztmetszetek esetében is. A 4. ábrán látható keresztmetszet esetében pedig, a rugalmasságtan elméletét alkalmazva, az a furcsaság adódik, hogy a keresztmetszet nyomatékbírása nem függ attól, hogy a törzsszelvényből kiálló keresztmetszetrészeket részben, vagy egészben eltávolítjuk-e, vagy sem. Igen visszás állapotot szemléltet az 5. ábra is. Itt a gerenda középső szakaszán a gerendakeresztmetszet J_0 tehetetlenségi nyomatékának megnövelése, tehát a tartó megerősítése a rugalmasságtan tanítása szerint azt eredményezi, hogy a szélső tartószakaszok egyes keresztmetszetei kedvezőtlenebb helyzetbe kerülnek, holott a valóságban ez által a művelet által a tartó teherbíró képessége nem csökkenhet. Rendkívül visszás a 6. ábrán feltüntetett szegecskötés visel-

kedése is. E szerkezet teherközvetítő képessége ui. a rugalmasságtan szemlélete szerint (6a. ábra) nem növekszik, ha a kötés céljára két szegecs helyett több szegecset alkalmazunk, ami pedig a mindennapi tapasztalatokkal ellen-



3. ábra



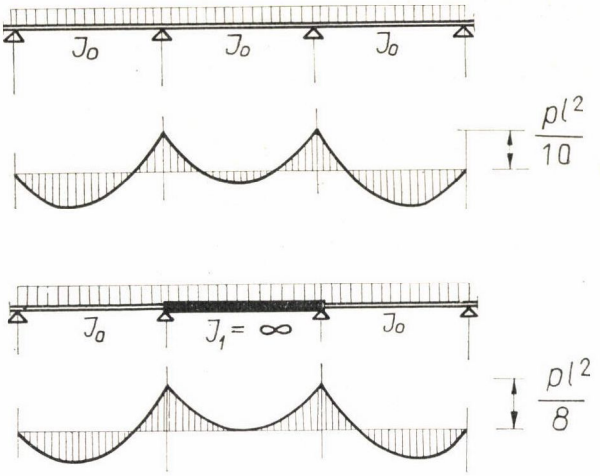
4. ábra

kezik. Ebben az esetben is a képlékenységtan szemlélete a szerkezet teherbíró képességét illetően a tapasztalatokkal egyező, vagy inkább egyező eredményt szolgáltat (6b. ábra).

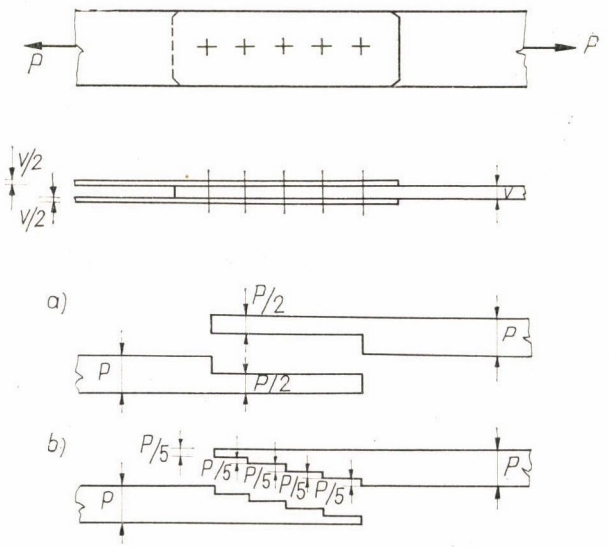
A gyakorlat szempontjából igen nagy jelentőségű az a körülmény, hogy a képlékenységtan aránylag egyszerű lehetőséget nyújt statikailag határozatlan *szerkezetek erőjátékának szabályozására.* Ámbár ez a lehetőség erősen korlátozott, mégis alkalmas arra, hogy a tervezés során *optimum feltételeket* érvényesíthessünk, pl. különféle *gazdaságossági követelmények*nek eleget tegyünk.

A rugalmasságtani és képlékenységtani szemlélet merőben eltér egymástól a *szerkezetek biztonságának* megítélése tekintetében is. A rugalmasságtan ui. ezen kérdés vizsgálatakor a szerkezet tényleges állapotát a *lokális tönkremenetelt* előidéző állapottal hasonlítja össze, a képlékenységtan viszont a *szer-*

kezet egészének tönkremenetelét előidéző állapotot fogadja el összehasonlítási alapul. Ez a felfogásbeli különbség főképp statikailag határozatlan szerkezetek esetében jelentős.



5. ábra



6. ábra

Fel kell hívni a figyelmet arra is, hogy a képlékenységtan akkor vonult be a mérnöki gyakorlatba, amidőn a rugalmasságtan elveit már széles körben általánosan alkalmazták. Bevezetésével egyidejűleg világszerte egyes olyan újabb elvek kerültek alkalmazásra, melyek tulajdonképp a rugalmasságtan ke-

retében is érvényesíthetők lettek volna. Ilyen újítás volt például az egységes biztonsági tényező helyett *osztott biztonsági tényezők* alkalmazása, vagyis a biztonsági tartaléknak a terhelési és anyagjellemzők közt való szétosztása, továbbá a figyelembe veendő terheknek *valószínűségszámítási megfontolások* szerint való súlyozása. Az erőtani vizsgálatoknak ez a finomítása lehetővé tette, hogy a számítások eredményei a tényleges viszonyokat hívebben tükrözzék, mint a rugalmasságtanra alapított régebbi vizsgálatok.

Rá kell mutatnunk arra is, hogy szilárdsági ismereteink a képlékenységtan kiépítésével lényegesen bővültek, és ugyanakkor tervezés vonalán igen számottevő *egyszerűsítések* váltak lehetségessé. Ezek a vívmányok a mérnöki gyakorlat szempontjából alapvető jelentőségűek. Nem hagyható azonban figyelmen kívül, hogy a képlékenységtan jelenleg használatos fejezetei egyszerűsítő olyan feltevéseken alapulnak, melyek a valóságnak csupán durva közelítéssel felenek meg. Ezért *a képlékenységtanból levont következtetések csak e feltevések érvényességi körén belül tekinthetők megbízhatóknak.*

Az imént tett megállapítás fokozottan vonatkozik a szilárdságtanban egyre jelentősebb szerepet betöltő *stabilitás vizsgálatokra.* Ily vizsgálatokban a szerkezeti anyag alakváltozási diagramjának törtvonallal való helyettesítése általában nem engedhető meg, helyette az alakváltozási diagram görbe voltának, s az alakváltozásoknak az ún. másodrendű elmélet szerint való pontosabb figyelembevétele szükséges.

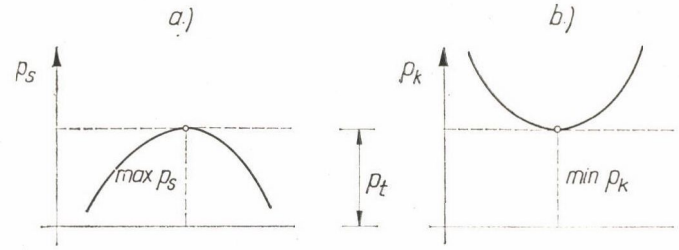
A képlékenységtan érvényességi körének bővítése szempontjából felette kívánatos lenne a mérnöki képlékenység elméletének térbeli feladatok körére való kiterjesztése is. A technikai haladás érdekében nem mellőzhető a képlékenységtannak az anyagok reológiai tulajdonságait is figyelembe vevő továbbfejlesztése, a szívós és nem ideálisan képlékeny anyagok szilárdságtanának a gyakorlat igényeit figyelembe vevő kiépítése és mindezek kísérleti ellenőrzése sem. Csak *ezáltal válik majd lehetővé a szerkezetek erőjátékának az eddiginél hívebb megismerése, a méretezési eljárások további tökéletesítése, s végeredményben a gazdaságosság, valamint a biztonság követelményeinek egyidejű ésszerűbb érvényesítése.*

2. HAVIÁR GYŐZŐ, a műszaki tudományok doktora „*A képlékenységtan magyar művelői*" című előadásában főleg a magyar szerzőknek, köztük *Kazinczy* Gábornak, *Kármán* Tódornak és *Nádai* Árpádnak a mérnöki képlékenységtan kifejlesztése terén szerzett érdemeit méltatta. Előadását e folyóirat jelen száma teljes egészében közli, miért is annak részletes ismertetésétől e helyen eltekinthetünk.

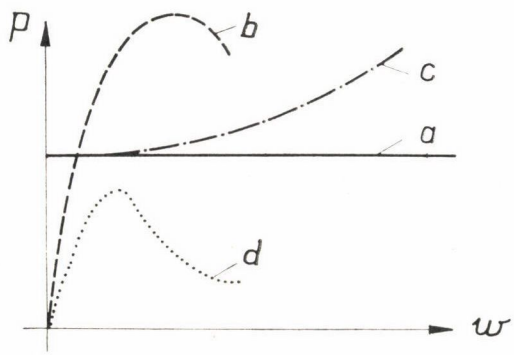
3. KALISZKY SÁNDOR, a műszaki tudományok doktora „*A képlékenységtan alapvető tételei*" című előadásában egyrészt a matematikai, másrészt a technikai képlékenységtan alapvető tételeit, s azok alkalmazási feltételeit ismertette.

A *matematikai képlékenységtan* alapegyenletei a matematikai rugalmasságtan alapegyenleteihez hasonlóan három csoportra, nevezetesen egyensúlyi, összeférhetőségi és fizikai egyenletekre oszthatók. Az egyensúlyi és az összeférhetőségi egyenletek a rugalmasságtan megfelelő egyenleteivel azonosak, a fizikai egyenletek pedig a képlékenypotenciálelmélet segítségével vezethetők le. Valamennyi egyenletben az eltolódások és az alakváltozások sebessége szerepel, tényleges nagyságuk tehát csak a terhelési folyamat ismeretében hatá-

rozható meg. Az elméleti vizsgálatok során nagy nehézséget okoz, hogy a feszültségeket és alakváltozásokat a szerkezet rugalmas és képlékeny tartományaiban más-más egyenletek szabják meg, sőt még maguknak az egyes tartományoknak a határa sem ismeretes előre. Ennek ellenére a matematikai képlékenységtan értékes eredményeket ért el különféle síkbeli alakváltozási álla-



7. ábra



8. ábra

potban levő testek vizsgálata terén, s igen érdekesek a prizmatikus rudak csavarásával kapcsolatos eredmények is.

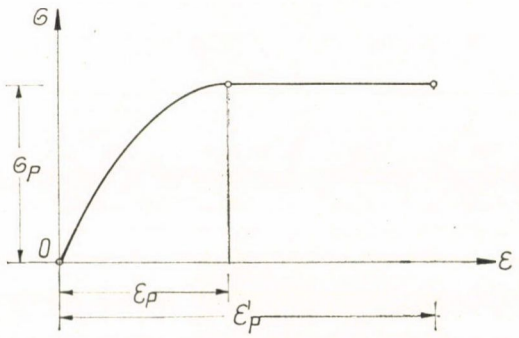
A *technikai képlékenységtan* legjelentősebb fejezete az ún. *töréselmélet.* Ez az egyparaméteres teherrel terhelt statikailag határozatlan szerkezetek törőterhelésének meghatározására szolgál és két szélsőérték-tételen alapszik. A két tétel egyike, a *statikai alaptétel,* a törőteher alsó korlátértékeinek meghatározását teszi lehetővé (7a. ábra); a másik tétel, a *kinematikai alaptétel,* a törőteher felső korlátértékeinek meghatározására alkalmas (7b. ábra). E tételek ismeretében különféle szerkezetek pontos, vagy közelítő úton való *ellenőrzése* vagy *tervezése* egyaránt elvégezhető (7. ábra).

A képlékenységtan alapján történő ellenőrzés, vagy tervezés esetében különösen fontos szerepük van az *alakváltozásoknak,* mert azok a rugalmas alakváltozásoknál nagyobbak és egy részük a tartóban tehermentesítés után is visszamarad. Az ellenőrzés, illetve tervezés során azonban sok esetben tekintettel kell lenni az alakváltozásoknak az erőjátékra való visszahatására is. Egyes jellegzetes eseteket erő-eltolódás diagramok segítségével a 8. ábra szem-

léltet. Itt az *a)* görbe az elsőrendű elméletnek megfelelő viszonyokat ábrázolja, a *b)* görbe a vasbeton lemezben kialakuló befeszülés hatását érzékelteti, a *c)* görbe pedig az acél lemezekben létrejövő membrán húzóerőknek teherbírást növelő hatását szemlélteti. Ezekben az esetekben a másodrendű hatás elhanyagolása a biztonság javára szolgál ugyan, de esetleg túlméretezést eredményezhet. Viszont a *d)* görbe oly szerkezetre vonatkozik, mely zömmel nyomásra van igénybe véve. E szerkezeten az alakváltozások az erőjátékot kedvezőtlenül befolyásolják, ezért hatásuk nem hagyható figyelmen kívül.

A szerkezetek képlékeny teherbírási tartaléka általában csak *maradó alakváltozások* árán használható ki, miértis, a szerkezet állapotát tekintve, nem érdektelen a várható maradó alakváltozások nagyságának ismerete. Ezeknek a maradó alakváltozásoknak különösen váltakozó helyzetű terhek esetében van nagy jelentőségük, mert ezekben nagyságuk esetleg korlát nélkül növekedhetik, és ez a szerkezet tönkremenetelét eredményezheti. Viszont leeső vagy lökésszerű teherrel terhelt védőjellegű szerkezeteken a szerkezeti anyag képlékeny alakváltozási képessége a teherbírás szempontjából igen előnyös kihatású.

4. PALOTÁS LÁSZLÓ, a műszaki tudományok doktora „*A vasbeton-elmélet képlékenységtani alapjai*" című előadásában azt a kérdést fejtegette, lehet-e és mely körülmények közt lehet a képlékenységtan elveit vasbeton-szerkezetek esetében alkalmazni.



9. ábra

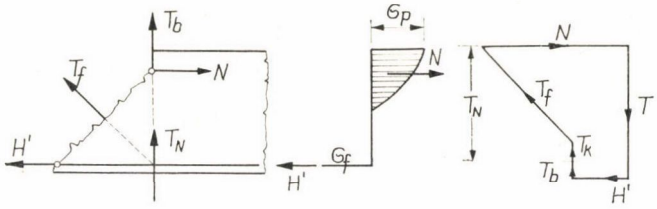
A vasbeton két anyagnak: a betonnak és a beléágyazott acélbetétnek a kombinációja. Képlékeny tulajdonságai tehát a két anyag viselkedésétől függnek.

Az *acélanyagok* közül csak a kimondott folyási határral bíró, nem nagyszilárdságúak elégítik ki a mérnöki képlékenységtannak az anyagok rugalmas-képlékeny voltára vonatkozó feltevéseit. A nagyszilárdságú acélok (mint pl. a feszítő huzalok) nem tekinthetők rugalmas-képlékeny anyagnak.

A *betonanyagok* közül is csak a nem nagyszilárdságú fajták felelnek meg — legalábbis gyakorlatilag — a képlékenységtan követelményeinek. Csak ezek rendelkeznek ui. elég nagy képlékeny tartalékkal ($\varepsilon'_p - \varepsilon_p$) ahhoz, hogy az acélbetétek folyása miatt bekövetkező elfordulást, illetve összenyomódást a beton összemorzsolódása nélkül, tehát veszélytelenül követni tudják (9. ábra).

A fenti megállapításokból egyértelműen következik, hogy a képlékenységtan elvei *feszített betonszerkezetek* számítására egyáltalán nem alkalmasak, *közönséges vasbetonszerkezetek* esetében azonban ésszerű korlátok közt alkalmazásra kerülhetnek.

A *központos nyomásra* igénybe vett közönséges vasbetonszerkezetek teherbíróképességének (határteherbírásának) meghatározására világszerte a



10. ábra

képlékenységtani szemléletnek megfelelő ún. *addiciós elvet* alkalmazzák. Ennek az eljárásnak a helyes voltát kísérleti eredmények igazolják.

A *hajlításra* igénybe vett közönséges vasbetontartók *nyomatékbírásának* számítását is számos helyen, így hazánkban is, a képlékenységtan elvei szerint végzik. A törés határállapotául a beton nyomott szélső szálának teljes törési összenyomódását (ε'_p) és az acélbetét folyását előidéző nyúlást (ε_f) tekintik.

A *hajlításra* igénybe vett közönséges vasbetontartók *nyírásvizsgálata* során a 10. ábrán idealizáltan felvázolt ferde metszetből lehet kiindulni, s fel lehet tételezni, hogy a beton hajlító-nyomó szilárdságának elérésekor a tartó nyomott övének van még bizonyos nyírásfelvevő képessége (T_b).

Az előadás további részeiben az előadó annak a kérdésnek a vizsgálatára tért át, mekkora alakváltozástöbbletre képes valamely statikailag határozatlan vasbeton rúdszerkezet a képlékeny csukló környezetében, feltéve, hogy a beton szélső nyomott szála a képlékeny csukló kialakulásakor még nem érte el a teljes képlékeny összenyomódást. Megállapítása szerint minél szilárdabb a beton, annál kisebb a belőle készített szerkezet képlékeny tartaléka. Ha a beton B 400-as, vagy ennél is jobb minőségű, a beton képlékeny tartaléka igen kicsiny, úgyhogy a beton önmagában véve nem elegendő a képlékeny csukló helyén létrejövő elfordulások és többletigénybevételek viselésére. Ilyen esetekben a nyomott övbe acélbetéteket kell beágyazni, illetve álcsuklószerű megoldáshoz kell folyamodni.

Általában megállapítható, hogy a vasbeton szerkezetek területén a töréselmélet alkalmazhatóságának kísérleti megalapozása jelenleg még nem tekinthető kielégítőnek.

A töréselmélet — legalábbis egyelőre — *nem teszi feleslegessé, sőt egyenesen megköveteli a statikailag határozatlan szerkezetek rugalmas elméletének beható ismeretét is.*

5. BÖLCSKEI ELEMÉR, a műszaki tudományok doktora *„A képlékenységtan alkalmazása a vasbetonszerkezetekre"* című előadásában abból a tényből indult ki, hogy a vasbeton szerkezetek mindkét alapanyaga — az acél is, meg a beton is — legalábbis bizonyos mértékben képlékeny tulajdonságú. Ebből

a körülményből következik, hogy a képlékenységtan elméleti megállapításai a vasbeton szerkezetekre is vonatkoztathatók, amint ezt az elmúlt évtizedekben világszerte végrehajtott kísérletek is igazolják.

A vasbeton szerkezetek, mint ismeretes, akkor kerülnek törési határállapotba, ha acélbetétük folyása következtében a húzott övükben a repedések erősen megnyílnak, vagy pedig a nyomott övükben a beton összemorzsolódik. A repedések fokozatos megnyílása folytán rúdszerkezetek esetében képlékeny csuklók (töréspontok), felületszerű tartószerkezetek esetében pedig képlékeny élek (törésvonalak) keletkeznek. Ennek a körülménynek a felismerése a vasbeton rúdszerkezetek, lemezek és héjak számítását nagymértékben egyszerűsíti.

A *vasbeton rúdszerkezetek* — gerendák, keretek és ívek — teherbírásának meghatározásakor egymástól eltérő módon kell kezelni a statikailag határozott és határozatlan szerkezeteket.

A *statikailag határozott* rúdszerkezetek keresztmetszeteinek igénybevételét az egyensúlyi feltételek egyértelműen meghatározzák. Ezért az ily szerkezeteken bármely keresztmetszet teherbírásának kimerülése a szerkezet egészének tönkremenetelét jelenti, mert az igénybevételek kedvezőbb átrendeződésére semmi lehetőség sincs. Így a szóban forgó szerkezeteken képlékeny teherbírási többlet mindössze abból adódik, hogy a keresztmetszeteken a feszültségmegoszlás a rugalmasságtan szerinti feszültségmegoszlástól eltér.

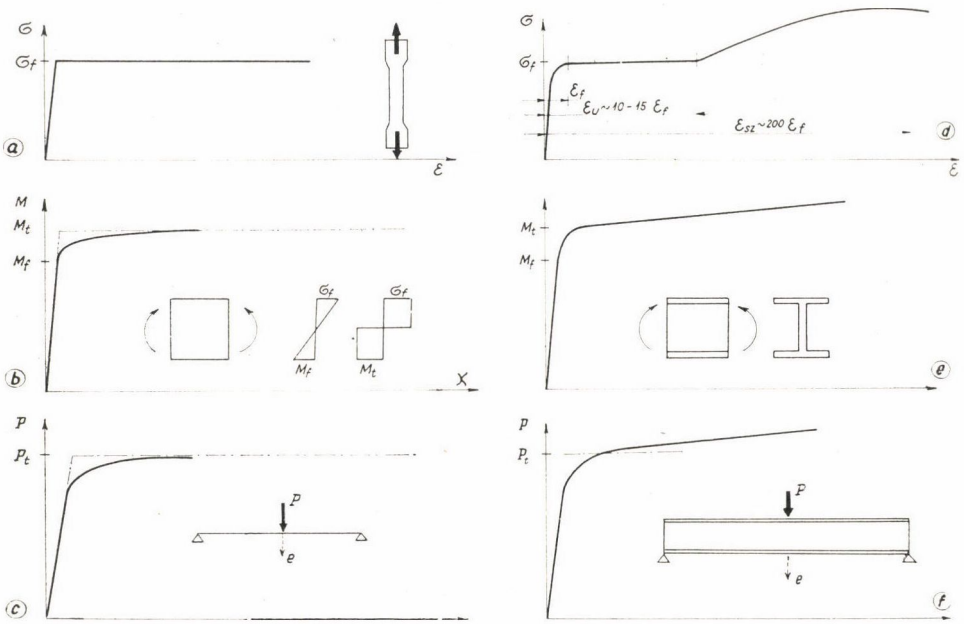
A *statikailag határozatlan* rúdszerkezetek helyzete egészen más. E szerkezetek erőjátékát az egyensúlyi feltételek nem határozzák meg egyértelműen, ezért képlékeny csuklók kialakulása révén mód van az igénybevételek kedvezőbb átrendeződésére is: a teher mindaddig növelhető, amíg annyi képlékeny csukló nem alakul ki, amennyi a szerkezet egészét, vagy annak egy részét labilissá teszi. Ehhez a statikai határozatlanság fokszámát legalább eggyel meghaladó számú csukló keletkezése szükséges. Ezért a statikailag határozatlan rúdszerkezetek esetében mód nyílik arra, hogy a statikailag lehetséges nyomatéki ábrák közül azt válasszuk ki, amely valamely minimumfeltételnek eleget tesz, feltéve, hogy a tartót ennek megfelelőleg vasaljuk.

A *vasbeton lemezek* teherbíró képessége a törési határállapot alapján aránylag egyszerűen számítható. A képlékenységtannak részletesen kidolgozott, és kísérletekkel is igazolt fejezete foglalkozik az efféle szerkezetek számításával. E célra a képlékenységtan statikai és kinematikai alaptételei használhatók fel. Közülük a statikai alaptétel a törést előidéző terhelés alsó korlátjainak meghatározását, a kinematikai alaptétel pedig a törést előidéző terhelés felső korlátjainak meghatározását teszi lehetővé. A két eljárás közül lemezfeladatok tárgyalására főleg az utóbbi tétel alkalmas. E tétel szerint a folyási mechanizmus megindításához olyan külső teher működtetése szükséges, mely le tudja győzni a képlékeny élek mentén ébredő törőnyomatékoknak az élek elfordításával szemben kifejtett ellenállását. Ezen terhelés intenzitását a virtuális elmozdulások elvének segítségével, vagy másképpen az energiamódszerrel határozhatjuk meg. A szóban forgó eljárás tetszés szerinti alakú és támasztású lemezekre tetszés szerinti terhelés esetében egyaránt alkalmazható.

A vasbeton *héjszerkezetek* képlékenységtan elvei alapján történő számítására újabban szintén kezdeményezések történtek. Eljárásokat dolgoztak ki dongahéjak, henger alakú tartályok, kúpfelület alakú héjak, gömbkupolák és más forgásfelületek számítására, de sok probléma ez idő szerint még mindig megoldatlan.

Összefoglalólag megállapítható, hogy *a vasbeton szerkezeteknek a képlékenységtan elvei szerint történő számítása terén az utóbbi két évtizedben jelentős előrehaladás történt.* E számítási módot a gyakorlat különféle feladatok megoldására alkalmazta és segítségével több olyan elméleti kérdést oldott meg, melyek rugalmasságtani alapon ezideig nem voltak megoldva, vagy megoldásuk módja nem volt a gyakorlat számára hozzáférhető módon kidolgozva.

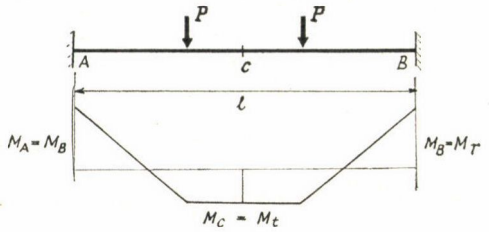
6. HALÁSZ OTTÓ, a műszaki tudományok kandidátusa *„A képlékenységtan alkalmazása acélszerkezetekre"* címen tartott előadást. Ebben elsősorban azt a kérdést vizsgálta, mennyiben alkalmazható a törési elmélet acélszerkezetek méretezésére.

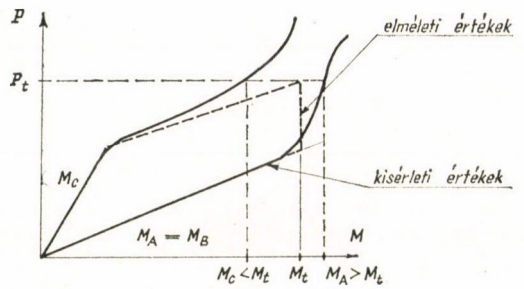


11. ábra

A törési elméletnek a húzó-nyomó diagramra, a rúdelem alakváltozására és a hajlított tartó erő-elmozdulás összefüggéseire vonatkozó feltételezéseit (11a ÷ 11c ábrák) az ugyanilyen jellegű kísérleti adatokkal (11d ÷ 11f ábrák) összehasonlítva, megállapítható, hogy a keményedés a képlékeny csukló elméletileg feltételezett tulajdonságait és az elméletileg elképzelt törési jelenséget módosítja. Így a számított törőteher csak arra vonatkozóan szolgáltathat tájékoztatást, mikor kezdődik meg az elmozdulásoknak gyakorlatilag megengedhetetlen mértékű növekedése. Statikailag határozatlan tartókon a keményedés a nyomaték-átrendeződés folyamatát is lényegesen befolyásolja; emiatt a törés stádiumában a nyomatéki maximumoknak elméletileg feltételezett kiegyenlítődése a valóságban nem következik be (12. ábra). E jelenséget a méretezéskor figyelembe kell venni.

Hajlításra igénybe vett, statikailag határozatlan gerendatartókon, a nyomatékátrendeződés létrejöttének előfeltétele, hogy a képlékeny csuklók elfordulási képességét a kifordulás, ill. a nyomott öv horpadása ne csökkentse a szükséges érték alá. Hengerelt szelvények esetében elméleti és kísérleti vizs-





12. ábra

gálatok szerint ez a veszély célszerű távolságban alkalmazott oldalirányú megtámasztásokkal és az öv szélesség-vastagság arányának korlátozásával kiküszöbölhető. Magasabb gerincű szegecselt vagy hegesztett tartók esetében e kérdés nincs kellően tisztázva, és így a törési elmélet alkalmazását egyelőre nem lehet az említett tartókra kiterjeszteni.

A törési elmélet alapvető feltételezése szerint a szerkezet alakváltozásainak az egyensúlyi állapotra való visszahatását elhanyagoló un. elsőrendű elmélet egészen a törésig érvényben marad. E feltételezés azonban karcsúbb, nyomott és hajlított acélszerkezetek esetében tarthatatlan, mert ezeken a másodrendű hatások jelentősek. Ezeket a hatásokat is figyelembevevő, ún. másodrendű képlékenységtani eljárások ezideig csak egyes alapesetekre — főleg különálló nyomott és hajlított elemekre — nyertek kidolgozást. A további kutatások ez irányban folyamatban vannak, de máris megállapítható, hogy az el nem hanyagolható másodrendű hatások folytán, valamint a fellépő instabilitási jelenségek miatt *a törési elmélet eredeti alakjában általában csak a magasépítésben szereplő, hengerelt szelvényű, többtámaszú acéltartókra és egyes különle-*

ges keretszerkezeti feladatokra alkalmazható. A töréselméletnek egyéb feladatokra való kiterjesztése a másodrendű hatásokat is figyelembe vevő módszerek kidolgozását teszi szükségessé.

7. KÉZDI ÁRPÁD, a műszaki tudományok doktora *„A képlékenységtan alkalmazása szemcsés közegekre"* című előadásában felhívta a figyelmet arra, hogy a szemcsés közegek mechanikájában a képlékenységtan alkalmazása egyrészt igen régi keletű, másrészt igen széles körű. Földépítmények állékonyságát, a földnyomás értékét, talajok teherbírását stb. a mérnök a képlékenységtan módszereivel vizsgálja: *a képlékenységtan számos eljárása éppen a szemcsés anyagok vizsgálata kapcsán született meg.*

A talajmechanikai alkalmazás szempontjából is az első kérdés a törési — folyási feltétel rögzítése. Bár újabban több, a valóságos viselkedést jobban megközelítő törési feltétel került javaslatba, még ma is a Coulomb—Mohr-féle feltétel alkalmazása a legáltalánosabb.

A képlékenységtan síkbeli problémája a csúszólapok általános elméletével oldható meg. A feszültségek hiperbolikus differenciálegyenletei az egyensúlyi és a törési feltételből kiindulva vezethetők le: ezek karakterisztikái a csúszóvonalak. A feszültségeket a differenciálegyenletek megoldásai szolgáltatják. Az említett differenciálegyenletekből az ún. Kötter-féle egyenlet is levezethető: ez görbementi koordináták segítségével összefüggést ad meg a csúszólap görbülete és a csúszólapon működő feszültség között. Az egyenlet megoldásai speciális esetekben sok gyakorlati problémában nyújtanak tájékoztatást.

Az összenyomhatatlanság feltételezése szigorúan véve csak kohéziós anyagokra adhat megoldást, mert a surlódással bíró anyag törés esetén térfogatát változtatja. Ebből a tényből a csúszólapok matematikai alakjára következtetések vonhatók le.

Az alakváltozások vizsgálata a Mohr-féle alakváltozási körrel oldható meg. A számítások legcélszerűbben közvetlenül a sebességmező alapján végezhetők el. Kimutatható, hogy a csúszóvonalak mentén a tényleges hosszváltozás értéke zérus. Az alakváltozásokat a sebességkomponensekkel kifejezve, megkaphatók az alakváltozási karakterisztikák, a teljes sebességmező, s a térfogatállandóságnak és a főirányok egybeesésének figyelembe vételével a karakterisztikus irányok, végül a csúszóvonalak és az elmozdulási sebességek közötti összefüggés. Az eredményből kitűnik, hogy nemcsak a sebességkomponensek deriváltjainak, hanem maguknak a sebességkomponenseknek értékében is diszkontinuitás léphet fel.

A teljes síkbeli folyási probléma általában csak közelítően, véges differenciákkal oldható meg, egyes különlegesen egyszerű esetekre azonban analitikus megoldás is rendelkezésre áll.

8. PEREDY JÓZSEF, tudományos munkatárs *„A szerkezettervezés közvetlen módszerei"* című előadásában a szerkezettervezés különleges módszereivel foglalkozott. Rámutatott arra, hogy a mérnöki szilárdságtan hagyományos módszerei általában csak adott, vagy felvett méretű szerkezetek viselkedésének meghatározására és teherbíró képességük ellenőrzésére irányulnak. Lehetséges azonban olyan eljárások kifejlesztése, amelyek a szerkezettel szemben támasztott követelményekből kiindulva módszeresen vezetnek el a megtervezendő szerkezeti méretek meghatározásához. Újabban egyre többen fog-

lalkoznak ilyfajta közvetlen szerkezettervező módszerek kidolgozásával. E módszerek általában nincsenek szorosan a képlékenységtan elveihez kötve, ha azonban a szerkezeti anyag képlékeny, akkor a közvetlen tervezés során ez a körülmény is célszerűen figyelembe vehető.

Jellegzetes közvetlen szerkezettervezési feladat pl. rudanként állandó keresztmetszetű keretek esetében a legkisebb anyagigényű szerkezet kiválasztása. Ismeretesek azonban közvetlen szerkezettervező módszerek változó keresztmetszetű rudakból álló rúdszerkezetek tervezésére is. Ha pl. valamely többtámaszú tartó statikailag lehetséges nyomatékábrái közül kikeressük azt, amelyiknek a területe abszolútértékre nézve legkisebb, s a keresztmetszeti méreteket keresztmetszetről keresztmetszetre változóan úgy állapítjuk meg, hogy a nyomatékbírások a nyomatékábrát „burkolják", akkor sok esetben az adott teher elviselésére alkalmas legkisebb anyagigényű szerkezethez jutunk. Erről a szerkezetről bizonyos feltételek mellett az is bebizonyítható, hogy benne az adott teher hatására csak kismérvű képlékeny alakváltozások várhatók.

Sikerrel használhatók fel közvetlen szerkezettervező módszerek felületszerű szerkezetek (lemezek, héjak) méretezésekor is, bár ez esetben a számítások általában oly körülményesekké válnak, hogy elvégzésükhöz korszerű elektronikus számítóeszközök igénybevétele szükséges. Ezek segítségével viszont a közvetlen szerkezettervezés során mind a teherbírási követelményeket, mind pedig a gazdaságossági szempontokat nagy pontossággal lehet figyelembe venni, s mód nyílik a megoldandó feladatok körének többirányú bővítésére is.

Az ankéton az előadottakhoz többen is hozzászóltak. *Illéssy* József felhívta a figyelmet arra, hogy a számítógépek alkalmazása számos oly képlékenységtani feladat megoldását teszi lehetségessé, melyek eddig nem, vagy csak nagy nehézséggel voltak megoldhatók. *Sasvári* Andor a védőtetők képlékeny viselkedésének fontosságára mutatott rá. *Székely* Hugó a képlékenységtan módszereinek a merevvasbetétes szerkezetek méretezésekor való alkalmazásáról tett említést, *Menyhárd* István és *Kollár* Lajos pedig az ankét anyagának közzététele érdekében emelt szót.

Az ankét *Palotás* László elnöki zárószavaival ért véget.

Beérkezett 1966. július hóban.

DR. HAVIÁR GYŐZŐ, a műszaki tudományok doktora

A KÉPLÉKENYSÉGTAN MAGYAR MŰVELŐI*

Jelen tanulmány a mérnöki képlékenységtan történeti fejlődését a magyar kutató mérnökök ezirányú munkásságának rövid áttekintése keretében óhajtja bemutatni. A dolgozat nem tér ki a szemcsés anyagok képlékeny viselkedésével kapcsolatos hazai kutatásokra, s nem foglalkozik a hengerlésre és hideg alakításra vonatkozó nagyszámú, s igen jelentős magyar dolgozattal sem.

A szerkezetek képlékeny viselkedésével és méretezésével foglalkozó tudományág megalapozása és a szerkezeti anyag képlékeny teherbírási tartalékának első gyakorlati felhasználása magyar tudós, Kazinczy Gábor nevéhez fűződik.

Kazinczy Gábor mindjárt pályájának elején befalazott kettámaszú hengerelt acéltartókkal végzett kísérleteket, amelyek a képlékeny méretszámítások későbbi kialakulása szempontjából alapvető jelentőségűeknek bizonyultak. E kísérletekről a *Betonszemle* c. folyóiratban 1914-ben megjelent, később híressé vált tanulmányában számolt be. Kutatási eredményei felhívták a figyelmet a hajlításra igénybe vett acélgerenda keresztmetszeteiben tárolt képlékeny tartalékra, s kimutatták az egész, statikailag külsőleg határozatlan rendszer képlékeny tartalékát is. Kazinczy kísérleteivel igazolta, hogy bizonyos feltételek teljesítése esetében a teherviselő szerkezet egyes helyein folyási feszültségek is megengedhetők anélkül, hogy a szerkezet biztonsága csökkenne. Kimutatta, hogy a folytatólagos több támaszú tartók nyomatéki ábrájában a záróvonal ésszerű határok közt szabadon eltolható. Eredményes kutatómunkájának jelentősége az idők távlatában mutatkozott meg a maga teljességében. Megállapításai általánosan kihatottak a határteherbírás elméletére épített méretezési eljárások kidolgozására.

Kazinczy Gábor tette meg az első kezdeményező lépéseket a vasbetonszerkezetek ún. n-mentes számítására is. Erre vonatkozó javaslatát a Nemzetközi Anyagvizsgáló Egyesület 1931. évi Zürichben tartott kongresszusán terjesztette elő. Ugyanis olyan grafikus eljárást dolgozott ki, amely a betonra, tetszőleges (σ,ε) diagram esetében is elhanyagolás nélkül adja meg a törőnyomatékot s megmutatta, miként lehet a lemezműveket, valamint a ferde hajlításra igénybe vett vasbeton keresztmetszeteket a képlékenységtan elvei szerint méretezni. Tőle származik a nyújtással kombinált csavarás által szilárdított betonacél gondolata is.

Kazinczy Gábor legnagyobb jelentőségű műve „Az anyagok képlékenységének jelentősége a tartószerkezetek biztonsága szempontjából" c. munkája

* A dolgozat a magyar kutatóknak, főleg Kazinczy Gábornak a mérnöki képlékenységtan megalapozása és továbbfejlesztése terén kifejtett munkásságát ismerteti.

volt. Ebben a biztonság fogalmának teljesen új értelmezést adva, tárgyalta a szerkezetek valóságos teherbírásának meghatározásmódját.

Nádai Árpád a matematikai képlékenységtan terén ért el kimagasló, világszerte nagyra értékelt eredményeket. A szilárdságtani problémákat az anyag tényleges viselkedésének és a fizikai körülményeknek pontos laboratóriumi és beható elméleti vizsgálata alapján oldotta meg. Foglalkozott a fémek viselkedésével a keményedési tartományban, a plaszticitással, mint az anyag állapotának egy mechanizmusával, a képlékeny anyagokban a terhelés hatására kialakuló csúszófelületekkel, továbbá a megterhelés sebességének, valamint a magas hőmérsékletnek a képlékeny alakváltozásra gyakorolt hatásával. Igen nevezetesek a képlékeny anyagú rudak csavarására vonatkozó elméleti és kísérleti megállapításai is.

Kármán Tódor a képlékeny kihajlásra vonatkozó vizsgálataival szerzett hírnevet. Ugyanő Haar Alfréddel együtt a rugalmas-képlékeny anyagú szerkezetek viselkedésére jellemző energiatételt dolgozott ki.

Reuss Endre a lineárisan rugalmas-képlékeny anyagok viselkedésére Ludwig Prandtl által felállított matematikai elmélet továbbfejlesztése terén ért el nemzetközileg is elismerést. Eljárást dolgozott ki a plasztikus alakváltozási sebességek egyszerűsített számítására is, a nyírófeszültségekre vonatkozó folyási feltétel alapul vételével.

Kaliszky Sándor a körszimmetrikus terhelésű és megtámasztású képlékeny ágyazású inhomogén lemezek határteherbírásának megállapításáról Anton Sawčukkal közösen írt figyelemre méltó dolgozatot. Korda Jánossal együtt írt tanulmányában a statikailag határozatlan szerkezetek biztonságának kérdését tárgyalta. Halász Ottóval és Kollár Lajossal együtt átfogó tanulmányt tett közzé rúdszerkezetek teherbírásszámításáról és tervezéséről a képlékenységtan elvei alapján. Lemezek határteherbírásáról írt tankönyve közvetlen megjelenés előtt áll.

Balázs Györgynek több dolgozata jelent meg beton-, vasbeton-, ill. feszített beton-elemeknek és szerkezeteknek a töréselméletre alapított számítási módjáról.

Bölcskei Elemér több tanulmányt írt lineárisan rugalmas-képlékeny anyagú, állandó szelvényű központosan, illetve külpontosan nyomott zömök rúd határteherbírásának a szilárdsági határállapot alapján való megállapításáról, tovább fejlesztve a Shanley-féle alapgondolatot. Kimutatta, hogy a képlékeny anyagú rúd teherbírása a terhelés folyamatának is függvénye.

Csonka Pál egy építési szerencsétlenséggel kapcsolatosan elsőként alkalmazta a képlékeny csuklók kialakulását feltételező töréselméletet vasbeton szerkezet (mégpedig vasbeton keretszerkezet) törőterhének megállapítására. Ugyanő a központosan nyomott zömök rudak képlékeny kihajlásával kapcsolatban elsőnek állapította meg a kihajlás jelenségének tényleges folyamatát, eljárást dolgozván ki a törőerő pontos meghatározására. Előtte Shanley hívta fel a figyelmet a törőerő meghatározása terén fennálló elméleti ellentmondásokra.

Goschy Béla egyik dolgozatában a központosan nyomott zömök vasbeton rudak Shanley-(javított Kármán)-féle kritikus erejét határozta meg. Számos tanulmánya jelent meg monolitikus, illetve előregyártott beton, vasbeton, feszített betonelemeknek és szerkezeteknek, valamint együttdolgozó szerkezeteknek a töréselméleten alapuló számításáról, vasbeton gerendák nyírási vasalásának megállapításáról, valamint a csavart betonacél feszültségi állapotáról.

Halász Ottó a rugalmas-képlékeny anyagú vasbeton lemezek határegyensúlyáról írt tanulmányt.

Korányi Imre „Stabilitási kérdések a mérnöki gyakorlatban" c. művében átfogóan tárgyalta különböző anyagú rudak képlékeny kihajlását. Külön fejezetben foglalkozott az előzetes feszültségekkel terhelt nyomott rudak kihajlásával, s azok stabilitásával.

Menyhárd István a lineárisan rugalmas-képlékeny anyagú állandó szelvényű kétcsuklós ívtartón vizsgálta a nyomatékkiegyenlítés lehetőségét. Egy másik tanulmányában a vasbeton lemez töréselméletével foglalkozott, egy további tanulmányában pedig a kétirányban teherbíró vasbeton lemez képlékeny méretezésére mutatott be eljárást. Gábori Pállal és Rózsa Mihállyal együtt tanulmányt írt a vasbetonszerkezetek biztonsági tényezőkre épített n-mentes méretezési eljárásáról.

Németh Ferenc ferde vasbeton lemezek vasalásának számítására dolgozott ki eljárást.

Palotás László kísérleti eredmények és elméleti meggondolások alapján javaslatot tett a beton térbeli feszültségállapotának, valamint a hajlításra igénybe vett lemezek törőnyomatékának számítására. Eljárást dolgozott ki a hajlításra igénybe vett tartó nyírásvizsgálatára, valamint a vasbeton rúdszerkezetek stabilitásvizsgálatára a képlékeny tartományban. Megállapította a vasbeton szerkezetek képlékeny elfordulásának és eltolódásának határértékét az anyagjellemzők és elméleti értékelés segítségével.

Pelikán József a több támaszú, nyílásonként egyenletesen megoszló teherrel terhelt vasbeton tartók képlékeny nyomatékszámítására dolgozott ki eljárást és továbbfejlesztette a vasbeton lemezek töréselméletét.

Szabó János a térbeli tartórács függvényegyenletének elméletére épített eljárásával lehetővé tette a képzelt képlékenycsuklós rendszer törőterhelésének meghatározását terhelési paraméterek megállapítása útján.

Szmodits Kázmér a töréselméletnek több támaszú tartókra és keretekre való alkalmazásáról írt tanulmányt, s a képlékenységtan szélsőérték tételeit ismertette. Egy mások tanulmányában a kéttámaszú faltartó törőterhelésének alsó korlátját állapította meg.

Szalai János a ferde vasbeton lemezek célszerű vasalásának megállapításával foglalkozott.

Visy Zoltán a töréselmélet alapján tovább fejlesztette a Pelikán József által kidolgozott eljárást és vizsgálatokat végzett hajlításra igénybevett vasbetontartók leggazdaságosabb vasalásának kialakítására a nyírás figyelembevételével.

Összefoglalásként megállapítható, hogy a magyar kutatómérnökök a képlékenységtan területén igen tevékeny működést fejtettek ki, és munkájuk méltán sorakozik a képlékenységtan magyar megalapozóinak nemzetközileg is elismert érdemes munkásságához.

IRODALOM

Bölcskei, E.: Limit design of compressed bars. *Acta Technica* Hung. 14 tomus, 3—4. fasc. 1956.

Bölcskei, E.: Limit load capacity of the compressed bars. *Acta Technica*, 15 tomus, 1—2 fasc.

Bölcskei, E.: The limit load carrying capacity of the compression bars, made of perfectly plastic material. *Acta Technica*, 17. tomus, 1—2. fasc.
Csonka, P.: Zur Theorie der plastischen Knickung. *Acta Techn. Hung. 5* (1952), 47—55.
Csonka, P.: Die plastische Knickung des zentrisch gedrückten Stahlstabes. *Acta Techn. Hung. 5* (1952), 153—162.
Csonka, P.: Über die Ausbildung und Berechnung der Grenzmauerfundamente. *Die Bautechnik 41* (1964), 101—102.
Csonka, P.: Torsional Buckling of Straight Bars with Circular Cross Section. *Acta Techn. Hung. 52* (1966), 445—454.
Goschy, B.: Shear strength of reinforced contrete beams. Proceedings ASCE 1959. 6.
Goschy, B.: Ultimate strength theory of excentrically loaded rectangular concrete columns. *Civil Engineering* 1961. 3.
Goschy, B.-Balázs, Gy.: Grenzzustand auf Biegung und auf gleichzeitigen Schub beanspruchten Stahlbetonquerschnitte. *Acta Technica*, 1961. tom. 34., fasc. 1—2.
Goschy, B.-Balázs, Gy.: Berechnung der Schubsicherheit von Spannbetonbalken. *Acta Technica.*, tom. 33., fasc. 3—4.
Halász, O.: Vasbetonlemezek határegyensúlyáról. MTA Osztályközelmények 1956.
Halász, O.: A határegyensúlyi elmélet tételének alkalmazása tartórácsok és lemezek törőterhelésének megállapításához. Kandidátusi értekezés.
Halász O.—Kaliszky S.—Kollár L.: Rúdszerkezetek teherbírásszámítása és tervezése a képlékenységtan szerint. 1959. Jegyzetellátó.
Kaliszky, S.: Calculation of the load bearing capacity loaded in their own plane of concrete and reinforced walls. *Acta Technica*, tomus 28., fasc. 3—4.
Képlékeny anyagú és ágyazású gerendák és lemezek teherbírásának számítása. *Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények.* 1959.
Kaliszky S.—Korda J.: A biztonság kérdése a statikailag határozatlan vasbetonszerkezetekben. 1955. *MTA Műsz. Tud. Osztályközl.*
Kaliszky, S.—Sawčuk, A.: On the limit analysis of plates support by nonhomogeneous plastic subgrade under rotational symmetrical conditions. *Acta Technica*, tomus 48., fasc. 3—4.
Kármán, T.: Untersuchungen über Knickfestigkeit. Berlin 1910. Mitteilungen über Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurswesens.
Kármán, T.—Haar, A.: Zur Theorie der Spannungszustände in plastischen und sandartigen Medien 1909 Nachrichten d. K. Ges. d. Wissenschaften zu Göttingen. Math. Phys. Klasse 1909.
Korányi, I.: Stabilitási kérdések a mérnöki gyakorlatban. Akadémiai Kiadó 1965.
Menyhárd, I.: Vasbetonlemezek méretezése a képlékenységtan elvei szerint. Felsőoktatási Jegyzetellátó. 1954.
Menyhárd, I.: Über die Berechnung des Bogenträgers aus idealplastischem Material. Acta Technica tomus 26., fasc. 1—2.
Menyhárd, I.—Gábory P.—Rózsa M.: A vasbetonszerkezetek új méretezési módjáról. A biztonsági tényezőkön és a töréselméleten alapuló számítás. Bp. Építőipar 1951.
Nádai, A.: Der Beginn des Fließvorganges in einem tordierten Stab. *Zeitschrift für angewandte Mathematik u. Mechanik 3* (1923), 442—454.
Nádai, A.: Über die Gleit- und Verzweigungsflächen einiger Gleichgewichtszustände bildsamer Massen und die Nebenspannungen bleibend verzerrter Körper. Braunschweig, Vieweg, Berlin Springer, 1924.
Kazinczy, G.: Kísérletek befalazott tartókkal. *Betonszemle 2* (1914), 68—71, 83—87, 101—104.
Kazinczy, G.: Hozzászólás Gehler előadásához: Internationale Tagung für Brückenbau und Hochbau. Wien Schlussbericht 1928.
Kazinczy, G.: Bemessung von statisch unbestimmten Konstruktionen unter Berücksichtigung der bleibenden Formänderungen. Előadás az 1930. évben Lüttichben tartott kongresszuson.
Kazinczy, G.: A végeiken befalazott hengerelt kéttámaszú vasfödémgerendák méretezése a maradó alakváltozások figyelembevételével. Doktori értekezés 1931. M. kir. József Műegyetem, 51. old.
Kazinczy, G.: Statisch unbestimmte Tragwerke unter Berücksichtigung der Plastizität. *Der Stahlbau* 4 (1931), 58.
Kazinczy, G.: Hozzászólás Gehler előadásához: A vasbeton képlékenységéről az Anyagvizsgálók Nemzetközi Szövetségének 1931-ben Zürichben tartott kongresszusán, I. kötet, 1169. old.
Kazinczy, G.: Die Weiterentwicklung der Plastizitätslehre. *Technika 12* (1931), 168—172.

Kazinczy, G.: Profilträger, kombiniert mit Beton oder Eisenbeton auf Biegung beansprucht. *Internationale Vereinigung für Brückenbau und Hochbau.* Kongress London 1932, Schlussbericht 564.
Kazinczy, G.: Die Plastizität des Eisenbetons. *Beton und Eisen 32* (1933), 74—80.
Kazinczy, G.: Die Bemessung unvollkommen eingespannter Stahl „I"-Deckenträger unter Berücksichtigung der plastischen Formänderungen. *Internationale Vereinigung für Brückenbau und Hochbau* „Abhandlungen" *2* (1933—34), 249—256.
Kazinczy, G.: Kritische Betrachtungen zur Plastizitätstheorie. *Internationale Vereinigung für Brückenbau u. Hochbau* Berlin 1936, Schlussbericht 56—69.
Kazinczy, G.: Versuche mit innerlich statisch unbestimmten Fachwerken. *Der Bauingenieur 19* (1938), 236—245.
Kazinczy, G.: Az anyagok képlékenységének jelentősége a tartószerkezetek teherbírása szempontjából. Mérnöki Továbbképző Kiad. (1942), III. köt. 13. füz. 107., (1944), XIX. köt. 49. füz. 44.
Kazinczy, G.: Die Berechnung der Faltwerke nach dem Traglastverfahren *Internationale Vereinigung für Brückenbau und Hochbau.* Kongress 1948, Lüttich, Schlussbericht 613—621.
Kazinczy, G.: Zulässigkeit der Anwendung des Traglastverfahrens bei Stahlbeton. *Internationale Verein. für Brückenbau u. Hochbau,* Kongress in Cambridge u. London 1952, Schlussbericht 135.
Nádai, A.: Der bildsame Zustand der Werkstoffe. Berlin Springer 1927.
Nádai, A.: Mechanics of the plastic State of Matter. Assysted by A. M. *Wohl* (a német 1. kiadás bővített változata), New York—London. McGraw Hill, 1931. Megjelent az *Engineering Societes Monographs* sorozatban.)
Nádai, A.: Plastic Behaviour of Metals in the Strain-Hardening Range. *Journal of Applied Physics 8* (1937), 205—213.
Nádai, A.: Theory of Flow and Fracture of Solids. I. vol. New York—Toronto—London, McGraw-Hill, 1950. (Megjelent az *Engineering Societies Monographs* sorozatban.)
Nádai, A.: Theory of Flow and Fracture of Solids. II. vol. New York—Toronto—London. McGraw-Hill. 1963. (Megjelent az *Engineering Societes Monographs* sorozatban.)
Palotás, L.: Verfahren zur Stabilitätuntersuchung scherstiefen Stahlbetontragwerke. *I. V. B. H. Abhandlungen* XXIV Bd 1964.
Palotás, L.: Vasbeton szilárdságtan. Mérnöki Továbbképző Int. 1963.
Palotás, L.: Vasbeton rúdszerkezetek stabilitási kérdései. *ÉKME Tudományos Közleményei* II. köt. 6. szám 1956.
Palotás, L.: Die Schubsicherheit und die Bruchtheorie im Stahlbeton. Kézirat. 1964.
Palotás, L.—Juhász B.: Vasbetonlemezek töréselmélete. Mérn. Továbbképz. Int. 1963.
Pelikán, J.: The plastic calculation of moments on continuous reinforced concrete beams. *Acta Technica,* tom 13., fasc. 3—4.
Pelikán, J.: Többtámaszú, nyílásonkint egyenletesen megoszló teherrel terhelt vasbetontartók plasztikus nyomatékszámítása. Bp. Tankönyvkiadó 1957.
Pelikán, J.: A többtámaszú tartók új elmélete. *Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények.* 1958.
Reuss, E.: Berücksichtigung der elastischen Formänderungen in der Plastizitätstheorie, *Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Mechanik 10* (1930), 266—274.
Reuss, E.: Vereinfachte Berechnung der plastischen Formänderungsgeschwindigkeiten bei Voraussetzung der Schubspannungsfließbedingung. *Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Mechanik 13* (1933), 356—360.
Szabó, J.: A térbeli tartórács egyenlete. Doktori értekezés. 1965.
Szmodits, K.: A plaszticitástan extrémum tételei. *Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények* 1. köt. 3—4 1958.
Szmodits, K.: Scheibenbemessung auf Grund des Traglastverfahrens. *Acta Techn. Hung. 46* (1964), 371—389.
Visy, Z.: Moment calculations of continuous reinforced concrete beams on three supports by introducing economic conditions, Acta Technica, tomus 51., fasc. 1—2.
Iterative method for the calculation of moments on highly economical reinforced concrete beams. Acta Technica, tomus 22., fasc. 1—2.
Visy, Z.—Varga, Gy.: Állandó és esetleges teherrel terhelt háromtámaszú vasbetontartók nyomatékszámítása a gazdaságosság feltételének bevezetésével. 1963. Építéstudományi Intézet. *Számítástechnikai Közlemények.*

DR. ROLLER BÉLA

A FESZÍTETT KÖTÉLTETŐK ELMÉLETÉNEK DIFFERENCIÁLGEOMETRIAI EGYENLETEI

Összefoglalás

A dolgozat a merev peremre feszített, kettős görbületű kötéltetők számításának differenciálgeometriai apparátussal levezetett rugalmasságtani alapegyenleteit közli. Az alapegyenletek részletezésekor a szerelés kétféle módját vettük figyelembe, és kitérünk a szerkezet különböző statikai állapotaira is.

Az egyenletek megoldási módszere speciális esetekben ismeretes.

1. Bevezetés

A két kötélseregből álló, kettősgörbületű feszített kötéltetőket vagy úgy szerelik, hogy a kötelek egymáson szabadon csúszva jutnak feszítési alakjukba, és csomópontjaikat a burkolatteher felhordásakor rögzítik össze, vagy pedig úgy, hogy a csomópontokat (megfelelő kiosztási terv szerint) már a háló felhúzása előtt összerögzítik.

A számítás mindkét esetben a feszítési és az üzemi állapot vizsgálatát kívánja meg.

E dolgozat a kérdés elméleti alapjait tárgyalja a két szerelési lehetőségnek megfelelően.

A hálót a számítás során olyan kontinuummal modellezzük, amely ideálisan rugalmas és csak húzófeszültséget visel el. A peremtartókat teljesen merevnek tekintjük, a háló önsúlyát pedig elhanyagoljuk a burkolat súlyából és az esetleges teherből álló ún. üzemi teher mellett.

2. A kötélfelület egyensúlyi alapegyenlete

Az 1. ábrán vázolt kötélfelület egyenlete*

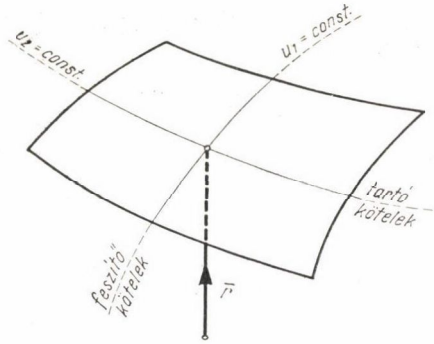
$$\mathbf{r} = \mathbf{r}(u_1, u_2). \tag{1}$$

Ha az u_1 paraméter a tartókötelek, — u_2 pedig a feszítőkötelek ívein mért s_1, illetve s_2 hosszakat jelenti, akkor $\frac{\partial \mathbf{r}}{\partial s_1}$ és $\frac{\partial \mathbf{r}}{\partial s_2}$ egy-egy érintőirányú egységvektor.

* A differenciálgeometriai fogalmakra vonatkozólag l. [3].

A teljes kötélerő nagyságát a tartókötélen n_1 (s_1, s_2)-vel, a feszítőkötélen pedig n_2 (s_1, s_2)-vel jelölve, az érintő-irányú kötélerők vektora

$$\mathbf{n}_1(s_1, s_2) = n_1(s_1, s_2)\frac{\partial \mathbf{r}}{\partial s_1};$$
$$\mathbf{n}_2(s_1, s_2) = n_2(s_1, s_2)\frac{\partial \mathbf{r}}{\partial s_2}. \tag{2}$$



1. ábra

A belső erők differenciáljai egyensúlyozzák az elemi felület terhét, így

$$\frac{\partial}{\partial s_1}\left(n_1\frac{\partial \mathbf{r}}{\partial s_1}\right) + \frac{\partial}{\partial s_2}\left(n_2\frac{\partial \mathbf{r}}{\partial s_2}\right) = -\mathbf{p}(s_1, s_2). \tag{3}$$

Ha u_1 és u_2 jelentése általános, akkor $\dfrac{\partial \mathbf{r}}{\partial u_1}$ és $\dfrac{\partial \mathbf{r}}{\partial u_2}$ nem egységvektor, ezért (2) helyett

$$\mathbf{n}_1(u_1, u_2) = n_1(u_1, u_2)\frac{\partial \mathbf{r}/\partial u_1}{\sqrt{(\partial \mathbf{r}/\partial u_1)^2}};$$
$$\mathbf{n}_2(u_1, u_2) = n_2(u_1, u_2)\frac{\partial \mathbf{r}/\partial u_2}{\sqrt{(\partial \mathbf{r}/\partial u_2)^2}} \tag{4}$$

(3) helyett pedig

$$\frac{\partial}{\partial u_1}\left[n_1\frac{\partial \mathbf{r}/\partial u_1}{\sqrt{(\partial \mathbf{r}/\partial u_1)^2}}\right] + \frac{\partial}{\partial u_2}\left[n_2\frac{\partial \mathbf{r}/\partial u_2}{\sqrt{(\partial \mathbf{r}/\partial u_2)^2}}\right] = -\mathbf{p}(u_1, u_2). \tag{5}$$

3. A csúsztatva szerelt kötéltető egyenletei

3.1. A feszítési állapot elemzése

Ha az érintkezési pontokon keletkező súrlódást elhanyagoljuk, akkor a feszítési állapotban a kötelek közti kényszererő mindkét kötélsereg görbéin pontról pontra a főnormális irányba mutat. Ezek egyben a kötélfelületnek is

normálisai. A kötélgörbék a kötélfelület geodéziai vonalai, amelyek mentén a megfelelő kötélerő nagysága változatlan.

Bizonyításul induljunk ki a feszítési alak

$$\mathbf{r}_f = \mathbf{r}_f(s_{1f},\ s_{2f}) \tag{6}$$

vektoregyenletéből, melyben s_{1f} és s_{2f} a feszítéskori ívhossz-paramétereket jelenti.

Legyen $n_{1f}(s_{1f}, s_{2f})$ és $n_{2f}(s_{1f}, s_{2f})$ az ekkor fellépő kötélerők nagysága, $\mathbf{q}(s_{1f}, s_{2f})$ a kapcsolati erőintenzitás vektora, továbbá rövidség kedvéért

$$(\ )' \equiv \frac{\partial}{\partial s_{1f}} \qquad (\ )^{\cdot} \equiv \frac{\partial}{\partial s_{2f}} \ .$$

A háló önsúlyát elhanyagolva, (3) alapján

$$(n_{1f}\mathbf{r}_f')' + (n_{2f}\mathbf{r}_f^{\cdot})^{\cdot} = \mathbf{0}\,, \tag{7}$$

illetve

$$(n_{1f}\mathbf{r}_f')' = \mathbf{q} \qquad (n_{2f}\mathbf{r}_f^{\cdot})^{\cdot} = -\mathbf{q}\ . \tag{8}$$

Ez utóbbiak az egyensúly követelményét a tartó- és a feszítőköteleken külön-külön fejezik ki.

Az első összefüggésből

$$(n_{1f}\mathbf{r}_f')' = n_{1f}'\mathbf{r}_f' + n_{1f}\mathbf{r}_f'' = \mathbf{q}_e + \mathbf{q}_n = \mathbf{q}\ . \tag{9}$$

Az első tag érintő, a második pedig főnormális irányú.

Súrlódás hiányában $\mathbf{q}_e = \mathbf{0}$; $\mathbf{q} = \mathbf{q}_n$. Így a kapcsolati erők egyrészt valóban főnormális irányúak, másrészt $\mathbf{r}_f' \neq \mathbf{0}$ folytán

$$n_{1f}' = 0\,. \tag{10}$$

Ebből és az analóg meggondolás szerinti $n_{2f}' = 0$ követelményből

$$n_{1f} = n_{1f}(s_{2f}) \qquad n_{2f} = n_{2f}(s_{1f}) \tag{11}$$

vagyis a kötélerők a kötél mentén tényleg állandó értékűek, nagyságukat tehát a membrán H-erőihez hasonló módon szabhatjuk meg.

A feszítési alak elemzése e szerint úgy történik, hogy a felület alakját kiválasztva, megállapítjuk a geodéziai vonalhálót, továbbá megadjuk a kötélerőket. Számítási szempontból célszerű, ha az alak hiperbolikus paraboloid (l. [8]).

Ha a peremtartók tengelyvonalai a felületnek nem geodéziai vonalai, akkor a kivitel érdekében még a kötelek rögzítési pontjainak helyét és a kötélerők peremmenti megoszlását is ki kell számítani.

3.2. Az üzemi állapot elemzése

Az üzemi teher viselése céljából a köteleket kapcsolati pontjaikon össze erősítik. A teher hatására a felület a kötélerők megváltozása — valamint az ezzel kapcsolatos mozgás és nyúlás — árán jut az üzemi alakba.

Az üzemi alak vektoregyenlete:

$$\mathbf{r}_{ü}\{s_{1ü}, s_{2ü}\} = \mathbf{r}_{ü}(s_{1f}, s_{2f}) = \mathbf{r}_f(s_{1f}, s_{2f}) + \boldsymbol{\varrho}(s_{1f}, s_{2f})\,. \tag{12}$$

Itt ϱ az eltolódásvektor.

A kötélfelület egyensúlyi egyenlete ekkor

$$(n_{1\ddot{u}}\,\mathbf{r}_{\ddot{u}}^{\wedge})^{\wedge} + (n_{2\ddot{u}}\mathbf{r}_{\ddot{u}}^{+})^{+} = -\,\mathbf{p}_{\ddot{u}}. \tag{13}$$

Itt

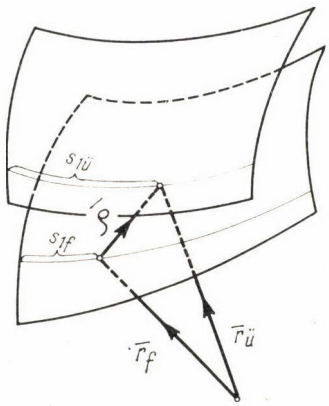
$n_{1\ddot{u}} = n_{1f} + \Delta\, n_{1f}$ a tartókötelek megváltozott kötélereje,

$n_{2\ddot{u}} = n_{2f} + \Delta\, n_{2f}$ a feszítőkötelek megváltozott kötélereje,

$\mathbf{p}_{\ddot{u}}$ az üzemi teher

(valamennyi az üzemi alakon mért $s_{1\ddot{u}}$ és $s_{2\ddot{u}}$ ívmenti hosszak függvényében), továbbá

$$(\;)^{\wedge} \equiv \frac{\partial}{\partial s_{1\ddot{u}}} \qquad (\;)^{+} \equiv \frac{\partial}{\partial s_{2\ddot{u}}}\,.$$



2. ábra

Ha a (13) összefüggést az s_{1f} és s_{2f} koordinátáktól függő alakra transzformáljuk, ez — a kötélerők változására vonatkozó csatlakozási egyenletekkel együtt — határozott rendszert jelent a ϱ, $\Delta\, n_{1f}$ és $\Delta\, n_{2f}$ mennyiségek kapcsolatára nézve, amely a peremfeltétellel együtt egyértelműen jellemzi a feladatot.

A transzformáció elvégzésekor figyelembe kell venni, hogy a 2. ábrának megfelelően

$$\begin{aligned} s_{1\ddot{u}} &= s_{1\ddot{u}}(s_{1f}, s_{2f})\,; \qquad s_{2\ddot{u}} = s_{2\ddot{u}}(s_{1f}, s_{2f}) \\ s_{1f} &= s_{1f}\{s_{1\ddot{u}}, s_{2\ddot{u}}\}; \qquad s_{2f} = s_{2f}\{s_{1\ddot{u}}, s_{2\ddot{u}}\} \end{aligned} \tag{14}$$

és

így

$$\begin{aligned} ds_{1\ddot{u}} &= s'_{1\ddot{u}}\, ds_{1f} + s'_{1\ddot{u}}\, ds_{2f} \\ ds_{2\ddot{u}} &= s'_{2\ddot{u}}\, ds_{1f} + s'_{2\ddot{u}}\, ds_{2f} \end{aligned}, \tag{15}$$

illetve

$$\begin{aligned} ds_{1f} &= s_{1f}^{\wedge}\, ds_{1\ddot{u}} + s_{1f}^{+}\, ds_{2\ddot{u}} \\ ds_{2f} &= s_{2f}^{\wedge}\, ds_{1\ddot{u}} + s_{2f}^{+}\, ds_{2\ddot{u}} \end{aligned}. \tag{16}$$

Az itt előforduló két deriválttenzor egymás inverze, így

$$s_{1f}^{\wedge} = s_{1f}^{\wedge}(s_{1f}, s_{2f}) = \frac{s_{2\ddot{u}}^{\cdot}}{D} \qquad s_{1f}^{+} = s_{1f}^{+}(s_{1f}, s_{2f}) = -\frac{s_{2\ddot{u}}'}{D}$$
$$s_{2f}^{\wedge} = s_{2f}^{\wedge}(s_{1f}, s_{2f}) = -\frac{s_{1\ddot{u}}^{\cdot}}{D} \qquad s_{2f}^{+} = s_{2f}^{+}(s_{1f}, s_{2f}) = \frac{s_{1\ddot{u}}'}{D} \tag{17}$$

Itt

$$D = s_{1\ddot{u}}' s_{2\ddot{u}}^{\cdot} - s_{1\ddot{u}}^{\cdot} s_{2\ddot{u}}' \ . \tag{18}$$

A megváltozott alakú felület paramétervonalainak ívhossza

$$s_{1\ddot{u}} = \int_0^{s_{1f}} \sqrt{(\mathbf{r}_f' + \boldsymbol{\varrho}')^2}\, ds_{1f} \qquad \text{ha} \quad s_{2f} = \text{const}$$
$$s_{2\ddot{u}} = \int_0^{s_{2f}} \sqrt{(\mathbf{r}_f^{\cdot} + \boldsymbol{\varrho}^{\cdot})^2}\, ds_{2f} \qquad \text{ha} \quad s_{1f} = \text{const} \tag{19}$$

Így

$$s_{2\ddot{u}}^{\cdot} = \sqrt{(\mathbf{r}_f^{\cdot} + \boldsymbol{\varrho}^{\cdot})^2} \qquad s_{2\ddot{u}}' = \int_0^{s_{2f}} \left[\sqrt{(\mathbf{r}_f^{\cdot} + \boldsymbol{\varrho}^{\cdot})^2}\right]' ds_{2f}$$
$$s_{1\ddot{u}}^{\cdot} = \int_0^{s_{1f}} \left[\sqrt{(\mathbf{r}_f' + \boldsymbol{\varrho}')^2}\right]^{\cdot} ds_{1f}; \qquad s_{1\ddot{u}}' = \sqrt{(\mathbf{r}_f' + \boldsymbol{\varrho}')^2} \tag{20}$$

E szerint a (17) deriváltak a kiindulási alak vektorának és az eltolódásvektornak ismert függvényei, a számítás további részében előforduló

$$s_1^{\wedge\prime}{}_f \qquad s_1^{+\prime}{}_f \qquad s_1^{\wedge\cdot}{}_f \qquad s_1^{+\cdot}{}_f$$
$$s_2^{\wedge\prime}{}_f \qquad s_2^{+\prime}{}_f \qquad s_2^{\wedge\cdot}{}_f \qquad s_2^{+\cdot}{}_f$$

másodrendű deriváltfüggvényekkel együtt.

(12) és (14) folytán a láncszabály szerint

$$\mathbf{r}_{\ddot{u}}^{\wedge} = \mathbf{r}_{\ddot{u}}^{\wedge}(s_{1f}, s_{2f}) = \mathbf{r}_{\ddot{u}}' s_{1f}^{\wedge} + \mathbf{r}_{\ddot{u}}^{\cdot} s_{2f}^{\wedge}$$
$$\mathbf{r}_{\ddot{u}}^{+} = \mathbf{r}_{\ddot{u}}^{+}(s_{1f}, s_{2f}) = \mathbf{r}_{\ddot{u}}' s_{1f}^{+} + \mathbf{r}_{\ddot{u}}^{\cdot} s_{2f}^{+} \tag{21}$$

Továbbá ha az n_1 mennyiséget is az eredeti koordináták függvényének tekintjük:

$$(n_{1\ddot{u}} \mathbf{r}_{\ddot{u}}^{\wedge})^{\wedge} = (n_{1\ddot{u}} \mathbf{r}_{\ddot{u}}^{\wedge})' s_{1f}^{\wedge} + (n_{1\ddot{u}} \mathbf{r}_{\ddot{u}}^{\wedge})^{\cdot} s_{2f}^{\wedge} \ . \tag{22}$$

De

$$(n_{1\ddot{u}} \mathbf{r}_{\ddot{u}})' = n_{1\ddot{u}}' \mathbf{r}_{\ddot{u}}^{\wedge} + n_{1\ddot{u}} \mathbf{r}_{\ddot{u}}^{\wedge\prime} \qquad (n_{1\ddot{u}} \mathbf{r}_{\ddot{u}}^{\wedge})^{\cdot} = n_{1\ddot{u}}^{\cdot} \mathbf{r}_{\ddot{u}}^{\wedge} + n_{1\ddot{u}} \mathbf{r}_{\ddot{u}}^{\wedge\cdot} \ . \tag{23}$$

Ezek szerint

$$(n_{1\ddot{u}} \mathbf{r}_{\ddot{u}}^{\wedge})^{\wedge} = (n_{1\ddot{u}}' s_{1f}^{\wedge} + n_{1\ddot{u}}^{\cdot} s_{2f}^{\wedge})\, \mathbf{r}_{\ddot{u}}^{\wedge} + n_{1\ddot{u}} (\mathbf{r}_{\ddot{u}}^{\wedge\prime} s_{1f}^{\wedge} + \mathbf{r}_{\ddot{u}}^{\wedge\cdot} s_{2f}^{\wedge}) \tag{24}$$

(21) első sorából, a láncszabály ismételt alkalmazásával

$$\mathbf{r}_{\ddot{u}}^{\wedge\prime} = \mathbf{r}_{\ddot{u}}'' s_{1f}^{\wedge} + \mathbf{r}_{\ddot{u}}' s_{1f}^{\wedge\prime} + \mathbf{r}_{\ddot{u}}^{\cdot\prime} s_{2f}^{\wedge} + \mathbf{r}_{\ddot{u}}^{\cdot} s_{2f}^{\wedge\prime}$$
$$\mathbf{r}_{\ddot{u}}^{\wedge\cdot} = \mathbf{r}_{\ddot{u}}'^{\cdot} s_{1f}^{\wedge} + \mathbf{r}_{\ddot{u}}' s_{1f}^{\wedge\cdot} + \mathbf{r}_{\ddot{u}}^{\cdot\cdot} s_{2f}^{\wedge} + \mathbf{r}_{\ddot{u}}^{\cdot} s_{2f}^{\wedge\cdot} \tag{25}$$

(25)-öt (24)-be helyettesítve, a transzformáció első része véget ért.

Analóg műveletekkel kell elvégezni az $(n_{2\ddot{u}} \mathbf{r}_{\ddot{u}}^{+})^{+}$ vektorfüggvény transzformációját is.

Az egyensúlyi egyenletnek az s_{1f} és s_{2f} kiindulási koordinátáktól függő kifejezése végeredményben:

$$\begin{aligned}(n'_{1\ddot{u}}\,s\widehat{_{1f}} + n_{1\ddot{u}}\,s\widehat{_{2f}})(\mathbf{r}'_{\ddot{u}}\,s\widehat{_{1f}} + \mathbf{r}_{\ddot{u}}\,s\widehat{_{2f}}) + n_{1\ddot{u}}[(\mathbf{r}''_{\ddot{u}}\,s\widehat{_{1f}} + \mathbf{r}'_{\ddot{u}}\,s\widehat{_{1f}}' + \mathbf{r}'_{\ddot{u}}\,s\widehat{_{2f}} + \mathbf{r}_{\ddot{u}}\,s\widehat{_{2f}}')\,s\widehat{_{1f}} + \\ + \mathbf{r}'_{\ddot{u}}\,s\widehat{_{1f}} + \mathbf{r}'_{\ddot{u}}\,s\widehat{_{1f}}\cdot + \mathbf{r}_{\ddot{u}}\,s\widehat{_{2f}} + \mathbf{r}_{\ddot{u}}\,s\widehat{_{2f}}\cdot)\,s\widehat{_{2f}}] + (n'_{2\ddot{u}}\,s^{+}_{1f} + n_{2\ddot{u}}\,s^{+}_{2f})(\mathbf{r}'_{\ddot{u}}\,s^{+}_{1f} + \mathbf{r}_{\ddot{u}}\,s^{+}_{2f}) + \\ + n_{2\ddot{u}}[(\mathbf{r}''_{\ddot{u}}\,s^{+}_{1f} + \mathbf{r}'_{\ddot{u}}\,s^{+}_{1f}{}' + \mathbf{r}'_{\ddot{u}}\,s^{+}_{2f} + \mathbf{r}_{\ddot{u}}\,s^{+}_{2f}{}')\,s^{+}_{1f} + \\ + (\mathbf{r}'_{\ddot{u}}\,s^{+}_{1f} + \mathbf{r}'_{\ddot{u}}\,s^{+}_{1f}{}\cdot + \mathbf{r}_{\ddot{u}}\,s^{+}_{2f} + \mathbf{r}_{\ddot{u}}\,s^{+}_{2f}{}\cdot)\,s^{+}_{2f}] = -\,\mathbf{p}_{\ddot{u}}(s_{1f},\, s_{2f})\end{aligned} \tag{26}$$

s_{1f} és s_{2f} különböző deriváltjainak képletét tekintve, az egyensúlyi feltétel egy parciális, nem lineáris integro-differenciálegyenlet a $\varrho\,(s_{1f},\, s_{2f})$ ismeretlen eltolódásvektorra nézve. Peremfeltétele: $\varrho_{ker} = \mathbf{0}$.

A csatlakozási egyenleteket aránylag egyszerű alakban írhatjuk fel:

A tartókötél fajlagos hosszváltozása geometriai alapon

$$\varepsilon_1 = \frac{ds_{1\ddot{u}} - ds_{1f}}{ds_{1f}} = s'_{1\ddot{u}} - 1 = \sqrt{(\mathbf{r}'_f + \varrho')^2} - 1 \quad \text{ha } s_{2f} = \text{const}. \tag{27}$$

Hooke törvénye szerint viszont

$$\varepsilon_1 = \frac{\Delta n_{1f}}{E\delta_1}\,. \tag{28}$$

Itt E a rugalmassági modulus, δ_1 pedig a tartóköteleket helyettesítő kontinuum vastagsága.

(27) és (28) alapján a tartóköteleken

$$\Delta n_{1f} = E\delta_1\,[\sqrt{(\mathbf{r}'_f + \varrho')^2} - 1]\quad . \tag{29}$$

A feszítőköteleken pedig:

$$\Delta n_{2f} = E\delta_2\,[\sqrt{(\mathbf{r}_f + \varrho\cdot)^2} - 1]\quad .$$

4. A rögzítve szerelt kötéltető egyenletei

A kötélfelület alakját a két vizsgált állapot egyikében most is célszerű hiperbolikus paraboloidnak választani. Ezt a felületet egy olyan, függőleges állású üzemi teherhez rendeljük, amely alapvetületben egyenletesen megoszló; a vizsgálatot az üzemi állapot elemzésével kezdjük.

4.1. Az üzemi állapot elemzése

Ha a felület alakjának egyenlete

$$\mathbf{r}_{\ddot{u}} = \mathbf{r}_{\ddot{u}}(u_1, u_2) = r_{\ddot{u}}(x, y) \qquad \begin{cases} u_1 \equiv x \\ u_2 \equiv y \end{cases} \tag{30}$$

akkor az xyz derékszögű koordinátarendszerben

$$\left(\;\right)' = \frac{\partial}{\partial x} \qquad \left(\;\right)\cdot = \frac{\partial}{\partial y}$$

$$h_{1\ddot{u}} = \frac{n_{1\ddot{u}}}{\sqrt{1 + z'}} \qquad h_{2\ddot{u}} = \frac{n_{2\ddot{u}}}{\sqrt{1 + z\cdot}} \tag{31}$$

jelöléssel az (5) egyenlet alapján

$$h'_{1\ddot{u}} = -p_{x\ddot{u}} \qquad h'_{2\ddot{u}} = -p_{y\ddot{u}}$$
$$(h_{1\ddot{u}}z')' + (h_{2\ddot{u}}z')' = -p_{z\ddot{u}} \tag{32}$$

(32)-ből $p_{x\ddot{u}} = p_{y\ddot{u}} = 0$ esetén

$$h_{1\ddot{u}} = h_{1\ddot{u}}(y) \qquad h_{2\ddot{u}} = h_{2\ddot{u}}(x)$$
$$h_{1\ddot{u}}z'' + h_{2\ddot{u}}z'' = -p_{z\ddot{u}} \quad . \tag{33}$$

A

$$z = \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} \tag{34}$$

$$h_{1\ddot{u}} = \text{const} \qquad h_{2\ddot{u}} = \left(\frac{h_{1\ddot{u}}}{a^2} + \frac{p_{z\ddot{u}}}{2}\right) b^2$$

választás (33)-at kielégíti, így tehát, ha a kötélgörbék a nyeregfelületnek egymásra merőleges alaprajzú transzlációs parabolái, a kötélerők x, illetve y irányú vetülete pedig állandó, az egyensúlyt biztosítottuk.

4.2. A feszítési állapot elemzése

Legyen a feszítési alak vektoregyenlete

$$\mathbf{r}_f\{\xi, \eta\} = \mathbf{r}_f(x, y) = \mathbf{r}_{\ddot{u}}(x, y) + \varrho^*(x, y) \quad . \tag{35}$$

Itt

$$\varrho^* = u(x, y)\,\mathbf{i} + v(x, y)\,\mathbf{j} + w(x, y)\,\mathbf{k}$$
$$\xi = x + u \qquad \eta = y + v \tag{36}$$

Vezessük be

$$h_{1f} = \frac{1 + u'}{\sqrt{(1 + u')^2 + v'^2 + (z' + w')^2}}\, n_{1f}$$
$$h_{2f} = \frac{1 + v'}{\sqrt{(1 + v')^2 + u'^2 + (z' + w')^2}}\, n_{2f} \tag{37}$$

jelöléssel a feszítéskor fellépő kötélerők x, illetve y irányú vetületét. (35)-öt (5)-be helyettesítve, és skalár összefüggésekre áttérve, (36) felhasználásával a 3.2 pontban ismertetetthez hasonló transzformációk és rendezés után a

$$\left.\begin{aligned}
&h'_{1f}(1 + v')^3 + h'_{2f}u'(1 + u')(1 + v') + h_{2f}[u''(1 + v') - v''u'](1 + u') = \\
&\qquad = -p_{xf}(1 + u')^2(1 + v')^4 \\
&h'_{2f}(1 + u')^3 + h'_{1f}v'(1 + v')(1 + u') + h_{1f}[v''(1 + u') - u''v'](1 + v') = \\
&\qquad = -p_{yf}(1 + v')^2(1 + u')^4 \\
&h'_{1f}(z' + w')(1 + u')(1 + v')^3 + h_{1f}[(z'' + w'')(1 + u') - u''(z' + \\
&\qquad + w')](1 + v')^3 + h'_{2f}(z' + w')(1 + v')(1 + u')^3 + \\
&+ h_{2f}[(z'' + w'')(1 + v') - v''(z' + w')](1 + u') = -p_{zf}(1 + u')^4(1 + v')^4
\end{aligned}\right\} \tag{38}$$

parciális differenciálegyenlet-rendszerre jutunk, amelynek peremfeltétele

$$u_{ker} = v_{ker} = w_{ker} = 0 \tag{39}$$

(38)-ban $z(x, y)$ az üzemi alakot jellemző függvény, a jobb oldal pedig $\mathbf{p}_f = \mathbf{0}$ kapcsán zérus. Részletezése a későbbiek kedvéért szükséges.

Az üzemi és feszítéskori kötélerők közti összefüggést kifejező csatlakozási egyenletek skalár alakját a (29), valamint (35)—(37) összefüggésekből kiindulva írhatjuk fel. Végeredményben

$$\Delta h_{1f}^{*} = h_{1f} - h_{1\ddot{u}} = E\delta_1 \frac{\sqrt{\dfrac{(1+u')^2 + v'^2 + (z'+w')^2}{1+z'^2}} - 1}{\sqrt{(1+u')^2 + v'^2 + (z'+w')^2}} (1+u') +$$

$$+ h_{1\ddot{u}} \left[\frac{(1+u')\sqrt{1+z'^2}}{\sqrt{(1+u')^2 + v'^2 + (z'+w')^2}} - 1 \right]$$

$$\Delta h_{2f}^{*} = h_{2f} - h_{2\ddot{u}} = E\delta_2 \frac{\sqrt{\dfrac{(1+v\cdot)^2 + u\cdot^2 + (z\cdot+w\cdot)^2}{1+z\cdot^2}} - 1}{\sqrt{(1+v\cdot)^2 + u\cdot^2 + (z\cdot+w\cdot)^2}} (1+v\cdot) + \tag{40}$$

$$+ h_{2\ddot{u}} \left[\frac{(1+v\cdot)\sqrt{1+z\cdot^2}}{\sqrt{(1+v\cdot)^2 + u\cdot^2 + (z\cdot+w\cdot)^2}} - 1 \right].$$

5. Elméleti és gyakorlati megjegyzések

Az iménti alapegyenletek néhány olyan kérdés tárgyalására is alkalmasak, amelyekre eddig nem tértünk ki, de a gyakorlatban fontosak.

Így például a tervezéskor nem egy, de többféle üzemi állapot vizsgálata szükséges. Ezek során a 3.2 pont alkalmazása nem kíván újabb meggondolást, hiszen ott az üzemi teherre nézve nem szerepelt különleges kikötés. A 4. pont egyenleteit viszont úgy kell értelmezni, hogy $\mathbf{r}_{\ddot{u}}$ és $\mathbf{p}_{\ddot{u}}$ egy tervezési alapállapothoz (pl. $\mathbf{p}_{\ddot{u}} = \mathbf{p}_a$) $\mathbf{r}_f$ és $\mathbf{p}_f$ pedig a többi, ezen kívül vizsgált (nem szükségképpen feszítéskori) állapotokhoz tartozik.

E tervezési alapállapotban a háló alaprajza ortogonális, de a kötélfelület nem okvetlenül hiperbolikus paraboloid. Ha ugyanis $h_{1\ddot{u}}$ és $h_{2\ddot{u}}$ nem állandó, de egyváltozós függvény, akkor minden olyan felületalakot meg lehet valósítani, amelyet a (33) Poisson-típusú differenciálegyenletnek műszakilag használható peremfeltételt kielégítő megoldásai jellemeznek.

Rögzítve szerelt kötéltetőknél természetes kívánalom, hogy a kötéltető alakja a $\mathbf{p}_a$ állandó teher hatására váljék „szabályossá", minthogy a szerkezet használata folyamán általában ennek a tehernek az előfordulási esélye a legnagyobb.

Csúsztatva szerelt kötéltetőknél e szempont matematikailag kielégíthetetlen, ezért elégszünk meg azzal, hogy a feszítéskori alakot választjuk hiperbolikus paraboloidnak.

A két szerelési módszer kiviteli szempontból nagyjából egyenlő munkaigényű, bár a csúsztató szerelésnél a háló csomópontjainak összejelölése elmarad. Számítási szempontból viszont éppen ez a módszer nehézkesebb.

A dolgozatban tárgyalt alapösszefüggések minden geometriai elhanyagolástól mentesek, ezért a 4.2 pont egyenletei speciális esetként tartalmazzák

a kötéltetők kontinuum-elméletére vonatkozó irodalom valamennyi ismert összefüggését ([1], [2], [4], [5], [7]).

Az alapegyenletek megoldására ez ideig még a speciális esetek nagy részében sem alakult ki teljesen megnyugtató numerikus módszer.

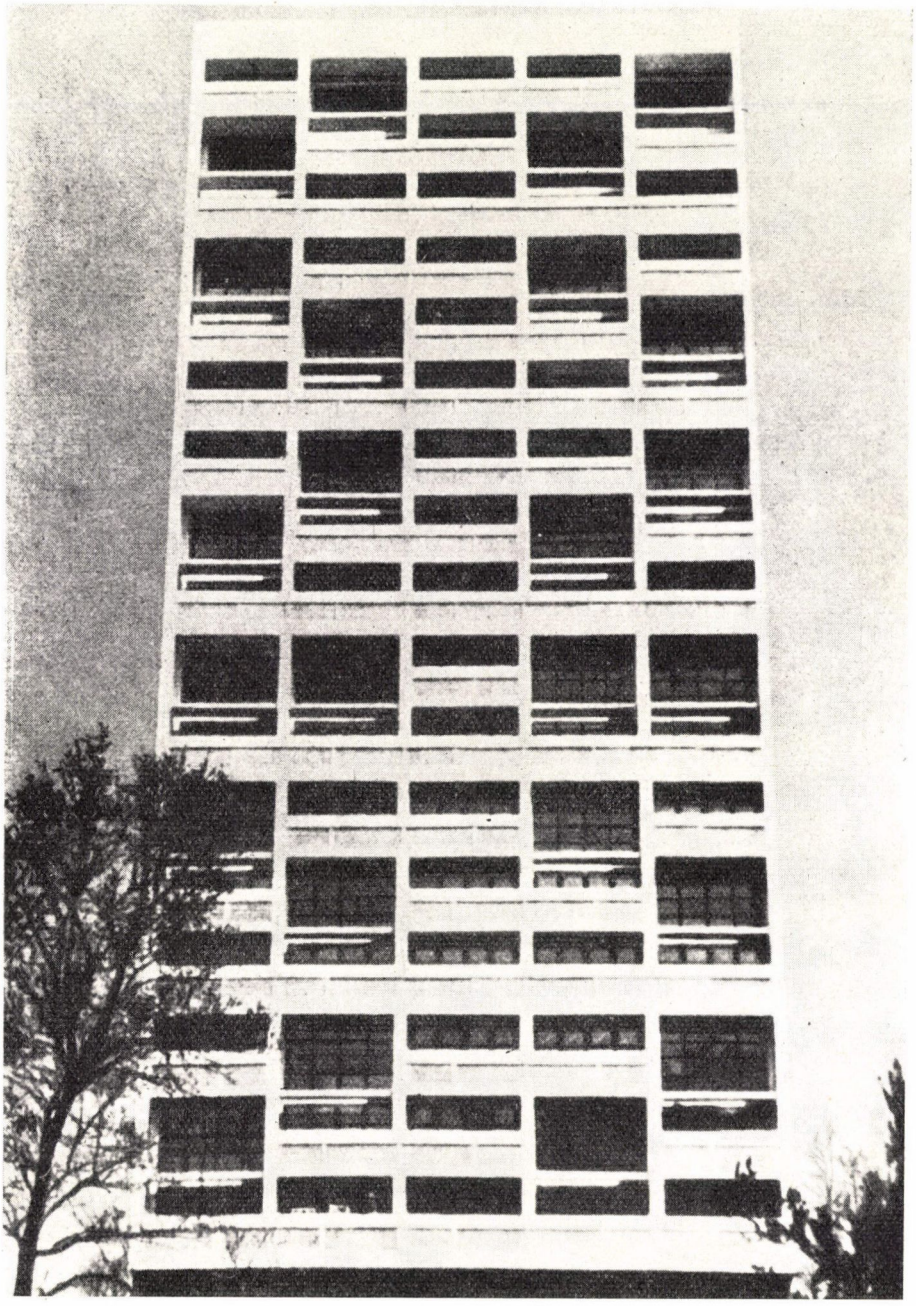
A leghaladottabb, gyakorlatban bevált eljárás a rögzítve szerelt kötéltető számítására vonatkozik és olyan feltevés alapján forrott ki, hogy az egyensúlyi összefüggést nem befolyásolja a háló torzulása. Egyidejűleg mód van e feltevés helyességének utólagos ellenőrzésére is [6]. A többi szerző a feladatot az alapegyenletek különböző tagjainak elhanyagolásával egyszerűsíti. Az egyszerűsített alapegyenletek megoldására [5] tartalmaz előnyös gyakorlati módszert.

*

A Szerző végül megköszöni *dr. Soós Gyulának*, a szegedi József Attila Tudományegyetem Bolyai Intézete professzorának értékes tanácsait.

IRODALOM

1. *Eras, G.—Elze, H.:* Berechnungsverfahren für vorgespannte, doppelt gekrümmte Seilnetzwerke. — Bauplanung und Bautechnik 1961. évi 7. füzet.
2. *Rajnusz, G. E.:* Teorija sztaticseszkovo raszcsota nyekatorüch tipov viszjacsih szisztem. — Kandidátusi disszertáció, Leningrád, 1963.
3. *Rasevszkij, P. K.:* Kursz differencialnoj geometrii. — Gosz. Izd. Tech. Teor. lit., Moszkva—Leningrád, 1950.
4. *Roller, B.:* Berechnung doppelt gekrümmter, gespannter hängender Dächer auf Grund der Theorie II. Ordnung. — Die Bautechnik, 1963. évi 2. füzet.
5. *Schleyer, F. K.:* Die Berechnung von Seilnetzen. — Proc. of the IASS Colloquium Paris 9—11 july 1962. — North Holland Publ. Comp. Amsterdam, 1963.
6. *Szabó J.:* A térbeli tartórács egyenlete. — ÉTI Tud. Közl. 34. szám, Budapest, 1964.
7. *Szmodits K.:* Függesztett tetőszerkezetek méretezési eljárásai. ÉTI Tud. Közl. 14. szám, Budapest, 1959.
8. Über die Geometrie vorgespannter Seilnetzwerke. — Deutsche Bauakademie. Sektion Ing. theoretische Grundlagen, 251. 4. sz. kiadvány, évszám nélkül.



1. Marseille: Unité d'habitation, déli homlokzat. Építész: Le Corbusier. Azonos elemek ritmikus játéka függőleges és vízszintes tengelyek hálóján.

DR. BONTA JÁNOS, a műszaki tudományok kandidátusa

ÉPÍTÉSZET ÉS TÖMEGES ÉPÍTÉS*

Korunkban a termelőerők és az igények egymást kölcsönösen gerjesztő rohamos fejlődése, az emberiség számának egyre meredekebb görbével ábrázolható növekedése, egyre több, nagyobb és egyetemesebb jellegű feladat elé állítja az építőipart és az építészetet. Az emberiség nagyobbik fele nem él még emberhez méltó lakásban és nincs ellátva a legminimálisabb egészségügyi, szociális és kulturális közintézményekkel sem, holott korunk termelőerői, a tudomány és a technika, a nagyüzemi jellegű építőipar már felkínálják azokat az eszközöket, amelyek segítségével a nélkülöző milliók igényei kielégíthetők lennének. Emberi életfeltételeket teremteni a tömegek számára, ez korunk építészetének alapvető feladata, küldetése. Minden olyan építészeti irányzat, amelyik e küldetés iránt közömbösnek mutatkozik, vagy ennek megkerülésével keresi korunk eszmei-művészi problémáinak megoldását, szükségképpen kudarcra van ítélve. Az építészetben nincs jogosultsága az alapvető anyagi-technikai feladattól elszakadt, azzal szembehelyezkedő művészi megoldásnak. Korunk építészete egyedül a nagyüzemi gépi technika felhasználásával tud küldetésének megfelelni, nem tagadhatja meg ezt a technikát, a XX. századi civilizációt, együtt kell vele élnie, — helyesebben —, élnie kell vele, eszközeit fel kell használnia a réginél teljesebb és szabadabb emberi élet feltételeinek megteremtésére.

Szemben állunk azokkal, akik akár a korszerű nagyipari technikát, akár az új építőművészetet tagadják, akik belátják ugyan, hogy korunk szükségletei más úton, mint a korszerű gépi technika felhasználásával nem elégíthetők ki, de megrettenve azoktól a kötelékektől, amelyekkel a nagyüzemi gépi technológia az építész kezeit megkötözi, nem bíznak az építőművészet jövőjében, akik úgy gondolják; az építőművészet és a nagyüzemi jellegű építőipar nem férnek össze egymással és ha a tömegek szükségleteit akarják szolgálni a gépesített nagyipar eszközeivel és módszereivel, akkor az építőművészet céljait ideiglenesen, vagy véglegesen, de fel kell adniuk.

De vajon az igények, amelyeket az emberek az építészettel szemben támasztanak, pusztán utilitáris jellegűek-e, a művészet mellőzésével, pusztán ipari termeléssel, gépi úton előállított gépi jellegű használati tárgyakkal kielégíthetők-e?

Válaszunk egyértelmű nem. Az emberek kényelmes, otthonos, és kifejező életkereteket igényelnek maguknak, olyan környezetet, amelyben önmagukat, emberi lényegüket ismerik fel, amelyről a világban elfoglalt helyzetüket olvas-

* Elhangzott a Magyar Tudományos Akadémia Építészettörténeti és Elméleti Bizottsága 1966. október 10-i ülésén.

sák le. Az emberek az építészettel szemben nemcsak használati, hanem pszichikai, esztétikai és eszmei igényeket is támasztanak, vajon ez utóbbiak pusztán fényűzésnek tekintendők-e, amelyről szűkös időkben le kell mondaniuk? Válaszunk egyértelmű nem. Az emberiség soha, még a legszűkösebb inségben sem mondott le arról, hogy emberi mivoltában nyilatkozzék meg, hogy munkája termékeiben önmaga tárgyiasulását ne lássa, miért kellene lemondania erről a tudomány és technika soha nem ismert fejlődésének korában.

De még ha az építészek lemondanának is arról, hogy tevékenységüket eszmei-művészi szinten gyakorolják, az emberek alkotásaikat akkor is esztétikai szemszögből ítélnék meg, és ha másra nem, de a művészet hiányára, a környezet embertelenségére, mint egyfajta világnézet és esztétikum megnyilatkozására, feltétlenül felfigyelnének.

A művészet az építészet belső lényege. Nem mondhatunk le róla még rövid időre sem. Az elv, mely szerint előbb az anyagi szükségleteket kell kielégíteni, csupán azután kerülhet sor a szellemiekre, hamis, mert nincsen az anyagiaktól független szellemi. Az a térbeli rend, amelyet a társadalom maga köré teremt, szükségképpen eszmei, esztétikai lényegű. Hasonlóan ahhoz, ahogy az elfordulás a politikától meghatározott politikai magatartást tükröz a művészetellenesség, az eszmei művészi mondanivaló tagadása, a szándékolt gépiesség és kifejezéstelenség is esztétikai kategória, embertelen és emberellenes eszmék megnyilatkozása. Az emberi társadalom életének keretei nem semlegesek, az építészet nem közömbös vázat alkot, amelyik később, ha majd az elemi szükséget leküzdöttük, művészi tartalommal tölthető meg, ruházható fel. Az esztétikum nem külsődleges ruha az anyagi szükségszerűség által formált vázon, maga a váz, az élet struktív kerete, a térbeli viszonyok rendszere, az építőművészet tárgya és kifejező eszköze.

Az emberek ideiglenesen és bizonyos határok között lemondhatnak arról, hogy környezetükben emberségük lényegét ismerjék fel, épülhetnek házak, sőt házak tömegei is, melyek pusztán a gépi mechanizmus szellemét sugározzák, de a társadalmi együttélés szerves egységei, városok, komplex települések, a társadalmi élet csomópontjai csupán a gépi sorozatgyártás termékeinek mechanikus egymás mellé sorolásával nem építhetők fel.

Látszólag tudományosan megalapozott, végeredményben mégis az építészet elárulásához vezet a következő gondolatmenet. Kétségtelen, hogy a zárt technológiai rendszerek az egyes épületek méreteit, arányait, a belső terek beosztását és szervezetét, az épület egész megjelenését oly mértékben határozzák meg, hogy az legfeljebb a jó formatervező kezeiből kikerült szép ipari forma kvalitásaival rendelkezhetik, de művészi szintet aligha érhet el. Le kell tehát mondanunk az önálló épület, mint elszigetelt egység művészi megformálásáról, de továbbra is szabad kezet kell kapnunk a szerkezet és a technológia által egyértelműen meg nem határozott területeken, a gyártott elemek nagyságrendjénél kisebb, illetve nagyobb rendben, például a panelek által körülhatárolt tereken belül, — a lakás berendezés — és a panel által határolt tereken kívül, a település nagyságrendjében.

Ez elméletileg támadhatatlanul igaz. Művészi alkotás létrejöhet művészietlen elemekből is, városépítészeti együttes közömbös típus épületekből, lakályos szép otthon közömbös falak között is, mert a város, a lakásberendezés rendjében más törvények uralkodnak, mint az egyes épületekében. De az eltérő rendek törvényei nemcsak különböznek egymástól, de összefüggnek is egymással, hatnak is egymásra, segítik, vagy akadályozzák egymás érvényesü-

lését. Léteznek olyan tömegelemek, házak, szekciók, amelyek önmagukban kifejezéstelenek, közömbösek, de változatos módon összeépíthetők, mások ezzel szemben önmagukban tetszetősek, de csak egyféle módon sorozhatók egymás mellé. Hiába nyugtatgatjuk magunkat azzal, hogy majd a várostervező szerves és kifejező épületegyüttest formál belőlük. A várostervező nem tud csodát tenni, rideg és kapcsolódásra képtelen épületekből szükségképpen száraz, az életfunkciókat elgépiesítő település fog megszületni. Ahhoz, hogy a város életünk bölcs és szeretetreméltó foglalatává legyen, ha nem is szép, nem is kifejező, de urbanisztikai szinten variábilis, kapcsolódásra kész elemeket kell létrehoznunk. A vigasz, hogy ha nem is az épület nagyságrendjében, de más nagyságrendben majd tovább él és virul az építőművészet, sőt teljesebb és átfogóbb feladatok megoldására érik be, öncsalás akkor, ha nem gondoskodunk ennek feltételeiről az egyes épületek, a sorozatban gyártott elemek kialakításánál.

Mások a közömbös lakóépületek és a dinamikus formájú középület kontraszthatásában keresik az új építőművészet jelentkezését. Ezek szerint a város anyagának a lakóépületek együttesének közömbössége, érdektelensége majdhogynem érdem, mert a művészi kontraszt élezését szolgálja. Mindazokat a jeleket pedig, amelyekkel az építőművészet az ember helyzetét a világban kinyilatkoztatja a középületeknek kell viselniük. Hamis okoskodás, merőben külsődleges esztétizálás. Nem kétséges, hogy a kép a lakóépületek szürke háttere előtt az izgatóan merész formájú középület valóban nagyhatású, de túl nagy ár, ha a lakónegyedek kifejezéstelenségével és jellegtelenségével kell érte fizetni. Otthona sivárságáért nem kárpótolja az embert a legmerészebb ívű középület sem. Az építőművészetnek pedig otthont kell teremtenie az ember részére, szeretni való környezetet a gyerekeknek, a mindennapi életet kell megszerveznie, nemcsak az ünnepeket. Az építőművészet témái; az ember intim családi élete, otthona, nem csak nagy közösségi eszmék, ünnepek. Éppen ebben különbözik korunk építőművészete az elmúlt évezredekétől, hogy figyelmének központjában a mindennapi ember hétköznapi élete áll. Emellett természetesen megmarad örök feladata; a közösséget összetartó, nagy társadalmi eszmék szimbólumait megteremteni. De korunk leghatalmasabb szimbóluma a tömegek emberi életét biztosító lakótelepeknek kiterjedt és átfogó hálózata.

Hasonló önáltatás, ha az építőművészet feladatát kizárólag az önmagukban kifejezéstelen tömegek térbeállításában látjuk. Nem kétséges; az épületek elhelyezése a térben, a térbeli viszonylatok megszervezése, ez minden idők építészetének és korunkénak különösképpen legsajátosabb módszere. Uniform, önmagukban érdektelen épületek tömegéből is alkotható változatos és kifejező tér-tömeg együttes, de olyan építési rendszerben, amelyik kizárólag csak sík terep kihasználását, csak közel azonos méretű és emeletszámú épületek szigorú párhuzamba sorolását engedi meg, nem jöhet létre organikus térkompozíció. Lehetnek az elemek érdektelenek és lehet a fajták száma is minimális, ha az elemek olyan tulajdonságokkal rendelkeznek, amelyek változó terepen, változatos formában történő összeállításukat engedik meg. A korszerű építészeti és urbanisztikai tér egymástól elválaszthatatlan. A külső és belső tér kapcsolata, illetve egymásbahatása, a természet behatolása, a belső tér feltárulkozása és kiáramlása, a mesterséges és a természetes környezet kontrasztja, ugyanakkor egymásbaszövődése, a külsőt és a belsőt átható téráramok, térhullámok terelése, illetve megállítása stb. a modern térművészet kifejező eszközei nem-

csak a nagy együtteseket, hanem magukat az egyes épületeket is formálják. Nem jöhet létre korszerű urbanisztikai tér elszigetelt és áthatolhatatlan zárt dobozokból, amelyek csak tömegükkel kapcsolódnak a téregyüttesbe.

Teljesen megtagadja az építészetet az a szemlélet, melynek értelmében az építészet feladata, hogy semleges hátteret feszítsen a kifejező képzőművészeti alkotás mögé, amely szerint az építészet alkotásai önmagukban szükségképpen kifejezéstelenek és semlegesek, csupán a nagyipar mechanizált termékei; korunk térbeli művészetét a képzőművészet reprezentálja. Mindezekkel a rezignált, vagy önáltató nézetekkel szemben határozottan leszögezzük; korunk építészetének és építőiparának alapvető feladata; a tömegek emberi életének térbeli feltételeit megteremteni, csak úgy oldható meg, ha az építészet művészeti hivatását is teljesíti. Az építőművészet nem ideiglenesen felfüggeszthető, magasabb vagy alacsonyabb alkotási szférákba tessékelhető, ünnepi alkalmakra korlátozható másodlagos jelenség, hanem a társadalmi feladatnak, materiális lényegétől elválaszthatatlan, azzal együtt élő és ható tartalma.

*

Korunk építészetének és építőiparának alapvető feladata a tömegek szükségleteinek kielégítése, belátható rövid időn belül nagytömegű termék előállítását követeli meg. A kisipar, amelyik gazdaságtalanul és lassan, rengeteg anyag, munkaerő pazarlásával, a minőség állandó ingadozásával, esetlegesen és rendszertelenül produkál, nem képes e feladat megoldására. Százmilliók szükségleteit belátható időn belül kielégíteni csakis a gépesített nagyipari tömegtermelés módszereivel lehet. A gépesített nagyüzemi építés módszereivel gazdaságosabban és rövidebb idő alatt, kevesebb anyag, munkaerő és még kevesebb szakképzett munkaerő felhasználásával könnyebben, jobb körülmények között lehet építeni, mint kisipari módon, az igényeket magasabb átlagos szinten, az elért szint állandó megtartásával lehet kielégíteni.

A nagyipar lényege: magasfokú szervezettség, fejlett munkamegosztás, a termelésnek, gépek, gépláncok segítségével történő nagymértékű mechanizálása, sőt automatizálása csak azonos méretű és minőségű termékek nagy tömegének, nagy szériáknak gyártása esetén rentábilis. A nagyipari technika felhasználása individuális termékek előállítására ésszerűtlen vállalkozás.

A gépesített nagyüzemi jellegű építőipar kevés fajta, koordinált méretű és kivitelű termék tömeges előállítására törekszik. A gépesített építőipari nagyüzem tömeg termékeinek formálhatatlan adottságai az építészet alakítási lehetőségeit szükségképpen korlátozzák, kedvezőtlen esetben az építészeti megoldást közvetlen módon meghatározzák.

Összegezzük röviden a nagyipari építésnek azokat a vonásait, amelyekkel az az építészeti alakítás lehetőségeit korlátozza:

1. Azonos méretű és kivitelű elemek nagy szériáinak kibocsátásával, a felhasználható elemek választékának csökkentésével, szükségképpen csökken az építészeti megoldás variánsainak száma.

2. A nagyipari építési technológia fejlődésével egyre nagyobb méretű elemek gyártása és szerelése kerül napirendre. Az elemek mérete eléri, sőt meghaladja a lakószobák méretét, minek következtében az építészeti megoldást közvetlen módon meghatározza. Az építési elemek annál nagyobb befolyást gyakorolnak az építészeti megoldásra, mennél közelebb kerülnek méretben az építészeti terek méretéhez. A tégla mérete az építészeti terek alakját és méretét

nem befolyásolta közvetlenül — legfeljebb anyagi, szerkezeti sajátosságai hatottak a térméretekre. Hasonlóképpen az óriás térrács szerkezet vagy kábelszövedék alatt az emberi terek szabadon alakíthatók ki, az előbbiek nem hatnak az utóbbiak méretére. Ezzel szemben a szoba nagyságú panel a szobák méretét közvetlen módon meghatározza. Szoba nagyságú panelek alkalmazása esetén csupán annyiféle arányú és méretű helyiséget tervezhetünk, ahány féle méretű és arányú panelt az előgyártó üzem felkínál. A tervezés nem az elemek legcélszerűbb összeállítását kísérletezi ki, hanem az elemek megválasztásában merül ki. Tekintettel arra, hogy a nagyipari gyártás érdeke nagy szériák folyamatos, előállítása az elemfajták számának korlátozása, a helyiségek méreteivel azonos nagyságrendben mozgó építési elemek alkalmazása az építészeti alakítás lehetőségeit jelentős mértékben korlátozza.

3. Nagyipari építési rendszerben az építés helyszínén a gyártott elemek beemelése és összeszerelése történik — öntési eljárásoknál a zsaluzó elemek összeszerelése és gépi mozgatása. A történeti építészet anyagai, szerkezeti elemei — például a tégla, a kő — a helyszínen kapták meg végleges alakjukat. Ezek az anyagok és szerkezeti elemek az építészeti terekhez viszonyítottan kis méreteik és formálhatóságuk következtében lehetővé tették az építészeti terek és tömegek „plasztikus" alakítását. A nagyipari építés elemei — ezzel szemben — az építészeti terek és tömegek „plasztikus" formálását kizárják, ehelyett az elemek additív jellegű szerkesztése lép. Az építészeti terek nagyságrendjében mozgó nagyelemes gyártási rendszerekben viszont az elemek mérete az additív szerkesztéssel elérhető variációk számát jelentősen lecsökkenti.

Az építészet és a nagyipari építés ellentéteinek megértéséhez lássuk most az építészeti alakítás-formálás önálló céljait, ezek:

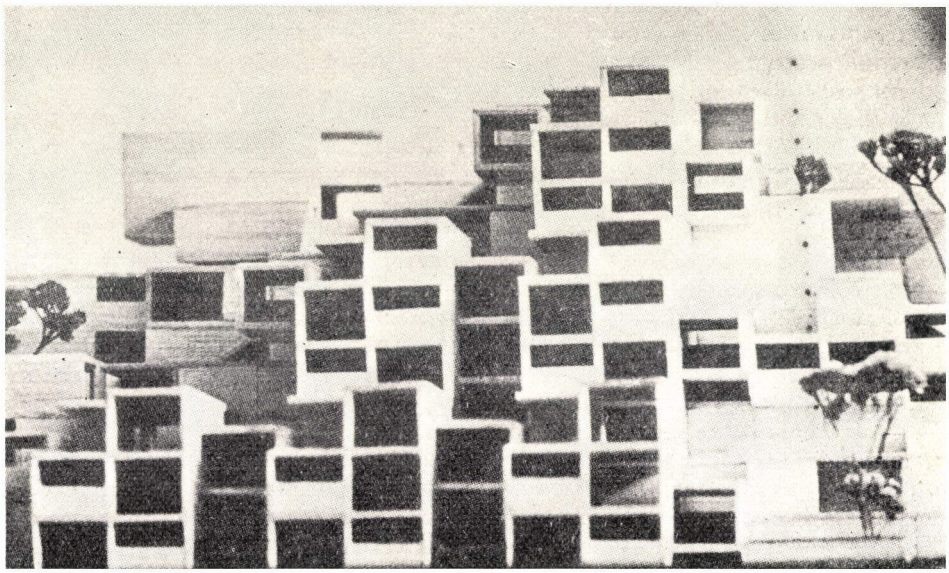
1. Figyelemmel a társadalmi, gazdasági-műszaki feltételekre maximális hajlékonysággal simulni a természeti adottságokhoz és az emberi igényekhez, — például a terep adottságokhoz, — amelyek viszonylag kis területen belül is változatosak lehetnek. Az építési-építészeti rendszernek rendelkeznie kell azzal a rugalmassággal, amelyik lehetővé teszi az ívelt vonalú vízpartok, a lejtős terep, a jól tájolt domboldalak kihasználását. Ellenkező esetben az építést sík terepre korlátozza és kihasználatlanul hagyja a földművelésre alkalmatlan, de lakóhelynek kiváló területeket. Feltétlen követelmény, hogy az építési-építészeti rendszer különféle tájolási variánsok kialakítását engedje meg.

Más a helyzet az éghajlati feltételekkel, melyek egy-egy építési területen belül homogénnek tekinthetők, és amelyhez éppen ezért nem az összeállítás variánsaival, hanem a típuselemek műszaki tulajdonságaival kell alkalmazkodni.

Kielégíteni a lakással szemben támasztott, a családok létszámának és összetételének, a különféle foglalkozási ágaknak, mélyen gyökerezett hagyományoknak, az életforma változatainak stb. megfelelő, meglehetősen széles skálán mozgó igényeket. Csupán a legtipikusabb igények kielégítésére is sokféle lakás kialakításáról kellene gondoskodni. Ezért mind gazdasági-technológiai, mind építészeti szempontból kedvezőbb megoldás, ha a gyártás nem kész lakások előállítására irányul, hanem kevés fajta, de sokoldalúan felhasználható elemek segítségével lehetővé teszi az igényeknek megfelelő különféle lakástípusok összeállítását. Ilyen módon az igények változása, fejlődése is nyomon követhető.

De az építészet nemcsak szűk értelemben vett funkcionális követelményekkel, hanem esztétikai igényekkel is szemben áll. Gondolunk az embernek arra az igényére, hogy környezetével érzelmi kapcsolatba léphessen, aminek

előfeltétele, hogy bizonyos fokig saját képére formálhassa, individuális jegyekkel is felruházhassa azt, legalább annyira, hogy ha egy vidám este után hazamegy, megismerhesse otthonát, ne kelljen eltévednie. Az ember nemcsak logikus



2. Essen: Lejtőre telepített lakások gyártott nagy térelemekből, modellfelvétel. Építész: Eckhard Schulze-Fielitz

és áttekinthető rendre vágyik, hanem változatosságra, kalandra, váratlanul felbukkanó, meglepetést hozó élményekre is. Azt szeretné, ha környezete érzelmeket, magatartást, eszméket sugározna éspedig nemcsak komolyságot, fenséget, nagyszerűséget, hanem intim, vidám hangulatokat is. Minderről az emberek nem mondanak le, ezért az építészetnek meg kell őriznie hajlékonyságát, emberiességét, hogy az ember eszköze maradhasson környezetének humanizálásában.

2. Az építészetnek nemcsak az adott időkeresztmetszetben jelentkező igényekhez kell hajlékony módon hozzásimulnia, az igények fejlődését, változását is nyomon kell követnie. A tudomány és a technika gyorsuló fejlődésével együtt az emberi igények is rohamosan fejlődnek. Ha csupán a mának dolgozunk, épületeink elavulnak, mielőtt még felépültek volna. De bármilyen gyors fejlődésre számítunk is, nem valószínű, hogy fiaink abba a helyzetbe kerülnek, hogy az általunk emelt épületeket lerombolhatnák és jobbakkal, korszerűbbekkel helyettesíthetnék. A megoldás cserélhető elemekből összeállított, variábilis épületeket készíteni, amelyek előre nem látott, jövőben jelentkező igényeknek is meg tudnak felelni.

A vázolt ellentét feloldása érdekében mind a nagyipari gyártás, mind az építészeti formálás öncélú törekvéseinek határt kell szabni, de ugyanakkor elő kell segíteni mindkettő immanens törvényeinek érvényesülését. A gyártás nem növelheti az elemek méretét, nem szűkítheti le a választékot, figyelmen kívül hagyva a szükségletek változatait és változását, az építészet nem követelhet

korlátlan szabadságot, hiszen szabadsága mindig is az anyag, szerkezet, technológia szükségszerűségein alapult, ritmusát mindig is a szerkezet lépései határozták meg.

Olyan megoldást kell találni, amelyben a gyártás igényei a folyamatos nagy szériák előállítására találkoznak az építészet törekvéseivel. Konkrétabban fogalmazva: olyan alakú és méretű elemeket kell gyártani, amelyekből nagy szériák gyártása érdekében viszonylag kevés fajta felhasználásával sok fajta megoldási variáció állítható elő.

Ahhoz, hogy viszonylag kevés fajta elemből, viszonylag sok fajta építészeti megoldást állíthassunk össze, a következő fontos előfeltételeknek kell teljesülniük.

1. A különféle formájú és méretű elemeket egymással és a méretek országos, sőt regionális vonatkozási rendszerével kell koordinálni. Mint ismeretes, a méretek összehangolásának módszere a modulkoordináció. Hivatkozom Párkányi Mihály definíciójára, mely szerint: „A modulkoordináció az épületeket alkotó szabvány elemek méreteit egy közös méretnagyság az, ‚alapmodul' bevezetésével egymással és az épület egészével kölcsönös vonatkozásba hozza."

2. A gyártás céljaira olyan elemeket kell kiválasztani, amelyek méreteinek számértékei, matematikai sajátosságai lehetővé teszik azt, hogy kevés fajta elemből a variációk sokaságát lehessen előállítani, mint ahogy néhány szabvány súly alkalmazásával praktikusan minden súlyérték kihozható.

3. Az elemek formája, mérete, illeszkedésük megoldása tegye lehetővé cseréjüket, univerzális felhasználásukat. A nagyipari építés rendszere mindaddig gyerekcipőben jár, amíg csak meghatározott épületfajtákhoz, szerkezeti rendszerekhez, anyagokhoz, technológiákhoz kötött típusokat alkalmaz. Ez nem teszi még lehetővé a gyártás és a szerelés átfogó rendszerének felépítését, mert ezen az alapon igen sokféle elem korlátolt számban történő előállítását kell megszervezni, a szériák nagyságát az illető építménytípus gyakoriságától kell függővé tenni, és ezért az elemek raktári felhalmozása sem szervezhető meg.

A cserélhető, univerzális elemek alkalmazása az építészet számára is kedvezőbb helyzetet teremt, mint az épülethez kötött elemek felhasználása, mert ily módon minden egyes épület kialakításához a gyártott elemek egész szortimentjéből — minden esetre széles köréből — lehet az elemeket összeválogatni és cseréjükkel az igények változását is nyomon lehet követni.

Az elemek univerzális felhasználásához azonban nemcsak méreteiket kell egymással és az országos modulrendszerrel vonatkozásba hozni, hanem összeállításuk módját is koordinálni kell. Ez egyrészt a struktív rendszerek alaptípusainak megfelelő olyan térbeli rácsozat felépítését igényli, amelyik a csatlakozási síkok, illetve tengelyek helyét meghatározza, és amelybe a gyártott elemek sokféle módon beleilleszthetők, másrészt az elemek olyan megformálását, amelyik univerzális csatlakozást tesz lehetővé, tehát a csatlakozás és a mérettűrés rendjének kialakítását.

Az építészet és a nagyipari technika ellentéte a konkrét gyakorlat folyamán az előzőkben vázolt módon feloldható, mert egyrészt az építészet igénye a hajlékonyságra sem abszolút; különféle társadalmi igények, különféle típusú épületek más és más jellegű és fokú hajlékonyságot követelnek, másrészt a technológia a gyártott elemek készültségi fokától, nagyságától, formájától, illeszkedési törvényeitől stb. függően az építészet alakítási lehetőségeit különböző mértékben és módon korlátozza.

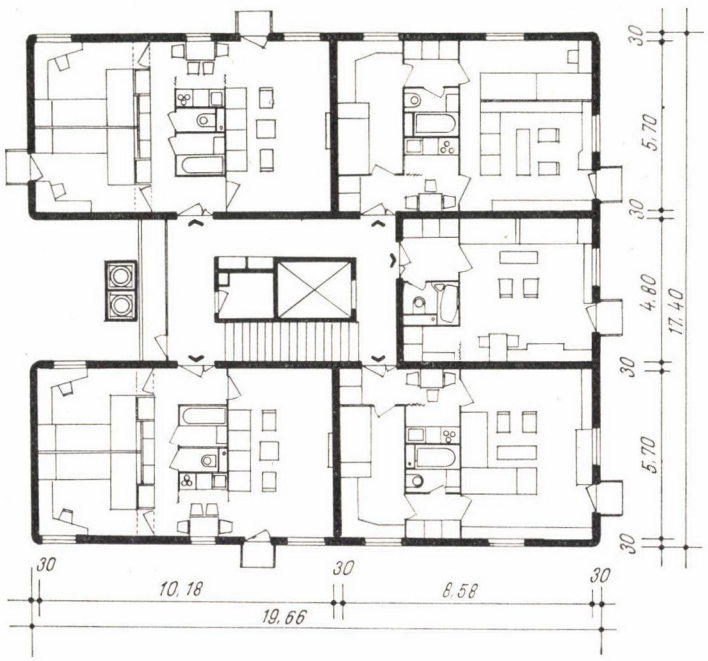
*

A következő vázlatos áttekintés folyamán a nagyipari építési rendszerek különféle típusait a dolgozat sajátos céljainak megfelelően elsősorban építészeti hajlékonyságuk szempontjából soroljuk és értékeljük, azaz nem a technológiai lényegre figyelünk (telepített, gyári vagy helyszíni eljárás, a gyártott szerkezet avagy a gyártási felszerelés mozog), hanem az elemek készültségi fokára, dimenzióira, méreteire, mert az építészeti hajlékonyság elsősorban az utóbb említett mozzanatokkal kapcsolatos. Az építészeti hajlékonyságot urbanisztikai szinten és szűkebb értelemben vett építészeti szinten értékeljük. Urbanisztikai szinten hajlékony rendszer tájhoz, terephez simuló, a városi funkciók változatait és fejlődését követni képes, szerves, gazdag és kifejező megjelenésű építészeti komplexumok kialakítására nyújt lehetőséget. Az építészeti hajlékonyság korlátozottabb jelentkezési formájában az épületegységeknek, az épület belsőknek — például a lakások beosztásának — variábilis megoldására irányul.

A nagyipari építési rendszereket a megjelölt nézőpontból a következőkben csoportosítjuk.

1. Építőanyagok — például beton — tömegtermelése.

Amennyiben az építőanyagok nagyipari gyártása kisipari építéssel társul, nagyipari építési rendszerről nem beszélhetünk.



3. Budafok: Kísérleti lakótelep. Öntött beton lakóházak, alaprajz. Építész: Tenke Tibor



4. Budafok: Kísérleti lakótelep. Öntött beton lakóházak. Építész: Tenke Tibor

2. Építőanyagok tömegtermelése és nagyipari jellegű helyszíni technológia — például öntés — alkalmazása.

Ez már teljes értékű nagyipari rendszer, még ha nem alkalmaz is félkész, vagy kész épületszerkezeti elemeket. Ide tartoznak a táblás, kúszó és csúszó zsaluzási rendszerek és általában mindazok a technológiák, amelyeknél a befoglaló forma (fa-, fémzsaluzat, gipszforma) koordinált méretű nagyipari termék, és a zsaluzat szerelése, mozgatása, valamint a beton szállítása és öntése történik nagyipari módszerekkel, maga az épülettest a helyszínen készül el. Az építés bizonyos fokig individuális jellegű, igényes helyszíni munkát és szakértelmet követel, ezért ez az építési mód a gyári, telepített technológiákkal szemben a tömeges építésben egyre inkább teret veszít. Építészeti hajlékonysága közel áll az optimumhoz, a koordinált méretű elemek méreteitől és formájától függ. Ott alkalmazzák, ahol az építészeti hajlékonyság korlátozása nem engedhető meg. Specifikus alkalmazási területe nem tömegépületek, hanem individuális lakó- és középületek nagyipari építése.

3. Építési elemek tömeges gyártása és nagyipari helyszíni szerelése.

A gyártott építési elemek mindenfajta helyszíni alakítás, faragás, toldás nélkül kerülnek felhasználásra — szemben a téglával, amely ugyan gyártott elem, de felhasználási módját illetően építőanyag, mert törhető, faragható, alakítható, mérete, formája az épületszerkezet méretét, formáját nem határozza meg egyértelműen. Gyártott építő elemek felhasználásával kisipari módon is lehet építeni, nagyipari rendszer csupán az elemek gépesített nagyipari felhasználása esetén jön létre. A gyártott elemek méretét figyelembe véve következő alapeseteket különböztetjük meg:

3.1. Mindhárom dimenzióban szoba nagyságrendnél kisebb elemek.

Kis és középnagyságú blokkok alkalmazása esetén az építés lényegében még kisipari jellegű munkaigényes művelet marad, sok az illeszkedési hézag, utólagos vakolás szükséges. Az elemek növekedésével a munkaigényesség és az építészeti hajlékonyság csökkenő tendenciát mutat.

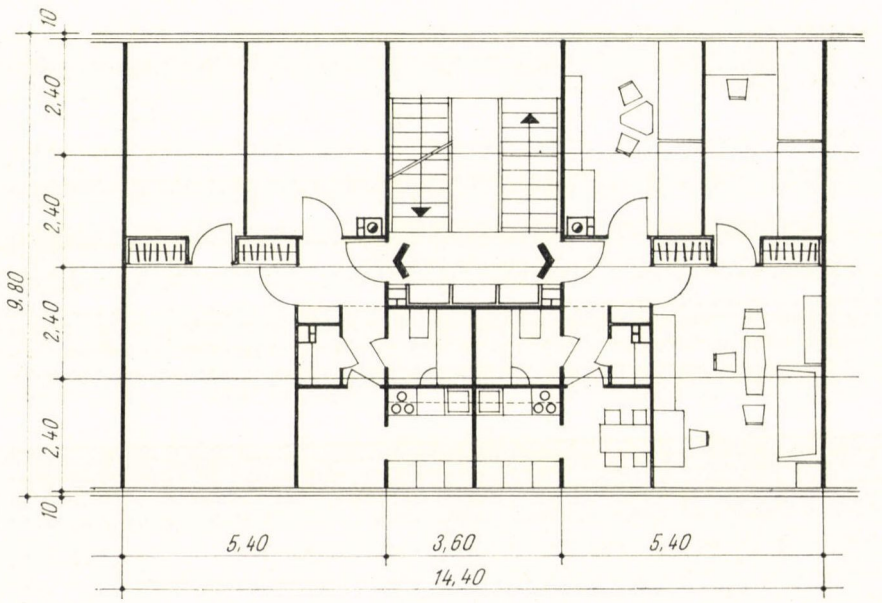
3.2. Egy irányban — legtöbbször függőleges irányban — szoba nagyságrendű elemek

Két csoportját különböztetjük meg:

3.2.1. Gyártott vázelemek és nagyipari technológiával előállított kiegészítő elemek: Öntött, vagy kész elemekből szerelt födémek, kitöltő falak, válaszfalak, függönyfalak. A vázszerkezet, legyen anyaga fém vagy vasbeton, maximális szabadságot biztosít az építészeti alakítás részére (Le Corbusier: plan libre), és statikai, technológiai szempontból is jó megoldás. A vázrendszerek gazdasági-műszaki hatékonysága és építészeti hajlékonysága a váz mellett alkalmazott egyéb szerkezetektől is függ — építészeti hajlékonyságuk elsősorban a függőleges szerkezetektől. Lehetnek a függőleges elemek két irányban szoba nagyságrendű lemezek, egy irányban szoba nagyságrendű lemezek, kis és közép blokkok. Az elemfajták száma és az illeszkedések száma nagyobb, mint a tiszta panel vagy blokk szerkezetek



5. Budapest: Kelenföldi lakótelep. Az óbudai házgyár termékeiből szerelt lakóházak. Nézet a tömb belseje felől. Építész: Csordás Tibor és Árkai István



6. Debrecen: Lakóház panelelemekből. Szekció alaprajz. Építész: Csordás Tibor

esetében, gyártásuk, szerelésük összetettebb művelet amazokénál, aminek ellenértékeképpen építészeti szempontból valamivel hajlékonyabbaknak bizonyulnak. A könnyű, „testetlen" váz-elemek logikus kiegészítői a könnyű, mozgatható válaszfalelemek és a könnyű acél, alumínium, műanyag, üveg függönyfalak. Ezek könnyűsége, mozgékonysága az építészeti alakítás szempontjából is kedvező. A fémszerkezetek és műanyagok drágasága miatt ez a fajta építési mód nálunk még nem honosodott meg — legfeljebb reprezentatív középületeknél kerül alkalmazásra.

3.2.2. Egy irányban szoba nagyságrendű lemezek, nagy blokkok. Több illeszkedési hézagot eredményeznek, mint a két irányban helyiség nagyságrendű elemek. A készültségi fok alacsonyabb, az elemek nyílászáró szerkezetek nélkül készülnek — a homlokzatok önálló parapet és ablakelemekkel, esetleg ablak közti elemekkel. Építésük munkaigényesebb, különösképpen akkor, ha a felületkiegyenlítés érdekében utólagos vakolás is szükséges. Mindezzel szemben hajlékonyságuk, variabilitásuk kedvezőbb a két irányban helyiség nagyságrendű elemekénél.

3.3. Két irányban szoba nagyságrendű lemezek, panelek.

Technológiai szempontból világviszonylatban nagyra értékelt építési rendszerek alkatelemei. Az illeszkedési hézagok száma minimális, az illeszkedés statikai szempontból kedvező helyen, sarkokon történik. Közel maximális készültségi fokon — szerelvényekkel, nyílászáró szerkezetekkel, burkolatokkal szerelhetők. Kb. 60 km-nél nagyobb távra szállításuk már nem gazdaságos. Variabilitásuk a lakás nagyságrendjében minimális, csupán a szekciók nagyságrendjében mutatnak valamivel több variabilitást. Urbanisztikai szinten sem eléggé hajlékonyak, csak sík terepre építhetők — tagolatlan épülettömegeket és meglehetősen merev együtteseket eredményeznek. Hajlékonyságuk csak az elemfajták számának növelésével, vagy más nagyságrendben mozgó elemek segítségével fokozható — de ez a gyártás —, szerelés szemszögéből nem kívánatos.

3.4. Egy irányban lakás nagyságrendű lemezek és kisebb elemek.

Munkaigényesebbek, készültségi fokuk csökkentebb, mint a tiszta panelrendszereké. Nagyobb elemek alkalmazása miatt nőnek a szállítás és beemelés nehézségei.

A variabilitás és flexibilitás a nagy elemek közötti térben megfelelő, de urbanisztikai szintű hajlékonyságuk nem különb a tiszta panel rendszerekénél.

3.5. Egy irányban szoba nagyságrendnél kisebb térelemek.

Önálló rendszert nem igen képeznek, kiegészítő elemként — például vizes blokknak — használatosak. Alaprajzon belüli mozgatásukkal más rendszerek variabilitása fokozható. Építészeti hajlékonyságuk, gazdasági-műszaki hatékonyságuk közel áll a hasonló nagyságrendű lemezekéhez.

3.6. Szoba vagy lakássejt nagyságrendű térelemek.

Növekvő súly, növekvő szállítási nehézségek, maximális készültségi fok, minimális helyszíni munkaigény jellemzi őket, és egy speciális probléma: a sejtek



7. Meaux: Lakótelep panelelemekből. Tracoba rendszerű előgyártás. Építész: Jean Ginsberg



8. Nanterre: Lakóépület alumíniumburkolatú panel elemekből „I. Prouvé CIMT" rendszerű gyártás. Építészek: C. Sébillotte, Darras és Kopp

egymás mellé helyezéséből származó szerkezet megduplázódás kiküszöbölése. Építészeti hajlékonyságuk a sejten belül csak az esetben kielégítő, ha kisebb kiegészítő elemek is alkalmazásra kerülnek, ami a készültségi fokot rontja le, a munkaigényességet növeli. A sejtek befoglaló méreteinek variálása gyártási,



9. Moszkva: Novije Cseremuski, lakóház térelemekből

szerelési szempontból nem kívánatos. Urbanisztikai hajlékonyságuk az esetben kielégítő, ha olyan szerkezetekkel készülnek, amelyek az elemek lépcsős egymás mellé és fölé helyezését engedik meg — ellenkező esetben minimális.

3.7. Épületegység nagyságrendű szerkezet és szabadon csoportosított kisebb elemek.

A nagy szerkezet készülhet fémelemekből — sík vagy térrács — vagy vasbetonból. Ez utóbbi eset helyszíni gyártást feltételez. Alkalmazásuk olyan épületek esetében ésszerű, melyek funkciója összefüggő nagy teret, vagy könnyen alakítható, variábilis belső tereket igényel, például ipari csarnok, kiállítási épület, egyterű irodaház, stb. A nagy szerkezet által átfogott teherhordó szerkezetekkel nem zavart térben az építészeti hajlékonyság elvileg maximális, gyakorlatilag a kiselemek sajátosságaitól függ.

3.8. Teljes házak, karosszériák.

A gyakorlatban csak családi házak esetében számításba vehető megoldás. A családi házépítés pedig a tömegek lakásszükségleteinek kielégítésére csak erősen korlátozott formában igénybe vehető megoldás (nagy terület igény, magas közmű költségek stb). A készültségi fok maximális, a helyszíni munka

minimális. A különféle igények csak a választék növelésével követhetők, nem pedig azonos elemek összeállítási lehetőségeinek felhasználásával. Ez ellentmond a tömegtermelés alapprincípiumának.

3.9. Település nagyságrendű szerkezet, infrastruktúra, és lakásegység nagyságrendű, vagy annál kisebb elemek.

Még csak a jövőről álmodók képzeletében léteznek. Példái: Yona Friedman térrácsai, Paul Maymont és Otto Frei kábelszerkezetei, a japán metabolisták különféle óriás szerkezetei, amelyek rácsrudai, hálószemei közé kisebb elemekből szabadon alakított lakásegységek illeszkednek. Az első ilyen jellegű építmény az „Habitat 67" elnevezésű lakódomb a montreali világkiállításra készül el. E rendszerek közül azok, amelyek a várost mint egészt teszik zárttá, ellentmondanak a fejlődés törvényének. Közülük fejlődésre képes csírákat azok az elgondolások tartalmaznak, amelyek mint Yona Friedman, Eckhard—Schulze—Fielitz térrácsai teljesen semleges vázat, vezérszerkezetet alkotnak. Ezek variabilis kitöltése a város fejlődését nyitva hagyja, e mellett lehetőséget nyújt a város sejtjeinek szabad, de mégis bizonyos rendbe fogott kialakítására.

E technológiai rendszerek közül a hely és idő konkrét adottságainak, a termelés legszűkebb keresztmetszetének megfelelően hol egyik, hol másik kerül előtérbe.

Ismeretes, hogy Magyarországon, a szocializmus építésének adott fokán, nem lehet számítani az építőipar rendelkezésére álló munkaerő növekedésével, ezért a takarékoskodás az élő munkaerővel, és még inkább a szakképzett munkaerővel az a tényező, ami a nagyipari építési rendszer megválasztását meghatározza. Mindazok a rendszerek, amelyek általában munkaigényesek, vagy amelyek igényes helyszíni munkát követelnek csak kiegészítésképpen jöhetnek számításba, még akkor is, ha egyébként gazdaságosnak bizonyulnának. A nagyipari építés fővonalát olyan építési rendszerek képviselik, amelyek viszonylag kevéssé munkaigényesek, amelyeknél az igényes munkát telepített üzemekbe lehet koncentrálni és az építés helyszínén csupán mechanikus, szerelés jellegű munkát kell elvégezni.

Az építészeti hajlékonyság iránti igényeket is a konkrét helyzet határozza meg. Természetesen minden esetben az adott körülmények között elérhető maximális hajlékonyságra kell törekedni. De a hajlékonyság, a variabilitás nem öncél. A cél; a szükségletek kielégítése a leggyorsabban és a rendelkezésre álló leggazdaságosabb eszközökkel. Adott esetben fontosabb lehet néhány, az igények alapeseteit jól reprezentáló megoldás, amelyikkel a legrászorultabbak igényeit, a legégetőbb hiányokat viszonylag gyorsan pótolni lehet, mint olyan igényesebb, variábilis megoldások, melyek kifejlesztése nagyobb ráfordítást követel. De az idő előrehaladásával, a legégetőbb hiányok pótlásának megtörténtével törvényszerűen igényesebb és variábilisabb megoldások fognak előtérbe kerülni.

*

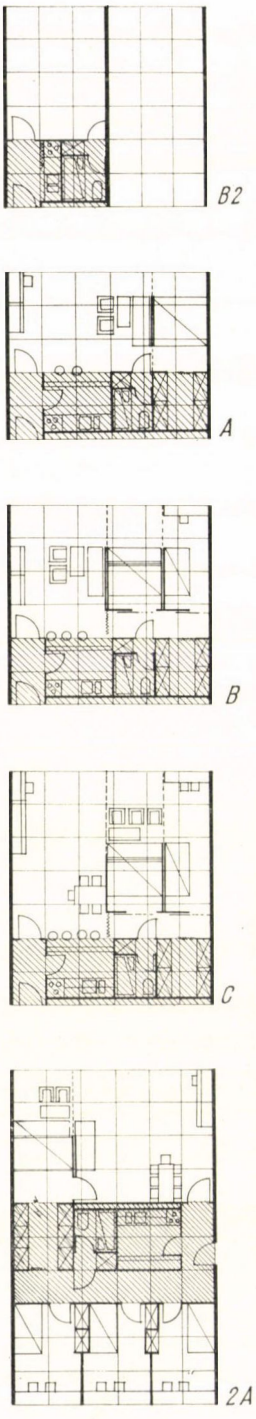
A technológiai rendszerek e felületes áttekintése alapján is megállapítható, hogy a nagyipari építésnek már eddig is a készültségi fok, az elemek nagysága, dimenziója és formája szerint különböző sokféle változata fejlődött ki; pedig a különféle komplementer rendszereket nem is érintettük. E sokféle változat mindegyike más oldalról és más módon korlátozza, más méretrendhez

köti az építészetet és más irányú és mértékű szabadságot ad részére. Ez reményt nyújt annak az építési rendszernek kiválasztására, amelyik a kérdéses építészeti — funkcionális feladat megoldását a legsikeresebben szolgálja. A következőkben a várakozás jogosultságát, a tömeges építés tárgyát képező néhány legfontosabb épületfajta követelményeinek vázlatos elemzésével támasztjuk alá.

A lakás, a lakóépület, a tömeges építés elsőrendű témája. A lakást, mint önálló egységet jellemző adat a viszonylagosan kis alapterület, tömegesen épülő lakások esetében 50—80 m^2, amit maximum 20—25 m^2-es, de általában kisebb helyiségek bonyolult és rendkívül változatos összetételű komplexuma képez. Bár az építészeket az egyterű lakás elegáns gondolata mindig újra és újra megkísérti, a lakás funkciók józan mérlegelése — kivéve néhány viszonylatot — inkább a helyiségek elhatárolását igényli. A lakók száma, kora, neme, életformája, szokásai, ízlése stb. szerint a változatok sokaságára van szükség, a nemzedékek váltakozásának megfelelően pedig a lakás megnövelésére, illetve kisebb területre szűkítésére, vagy a megadott területen belüli átrendezésére. A város nagyságrendjében pedig a lakóterületek állandó és folyamatos kiterjedésével kell számolni.

Ezekből az alapfeltételekből a tömeges lakásépítés ideális megoldását illetően a következők szűrhetők le: Olyan szerkezeti-építési rendszert kell választani, amelyik lehetőséget nyújt az igények széles skálájának megfelelő változatok összeállítására. Tekintettel a gyártásnak nagy szériák előállítására irányuló érdekeire — a különféle változatokat néhány fajta elem segítségével kell elérnünk, ami az országos méretrendbe illeszkedő, univerzálisan felhasználható, számértéküknél fogva sok fajta méret előállítására alkalmas szerkezeti elemek alkalmazását követeli. Ez alapfeltételeknek megfelelő szerkezeti — építési rendszer a lakásigények időbeli változásait is nyomon tudja követni.

A konkrét anyagi-műszaki feltételek csupán az ideális megoldás jó vagy kevésbé jó megközelítésére adnak lehetőséget, ezért a lakással szemben támasztott építészeti-funkcionális követelmények sorolására is szükség van.



10. Német Demokratikus Köztársaság. Lakástervezés lakáselemek additív kombinációjával.
Építész: Dipl. Ing. Walter Herzog

Figyelemmel a konkrét feltételekre, a rendelkezésre álló nagy elemes szerkezeti-építési rendszerre és — nem utolsó sorban — az alapvető társadalmi-funkcionális igényekre a hazai tömeges lakásépítés elemeit illetően a következő megjegyzéseket tesszük: a födémelemek egyirányban teljes lakás nagyságú maximális mérete 6,00—7,20 méter, a lakás funkcióit egyáltalán nem zavarja, sőt tekintettel arra, hogy a lakás belsőt a függőleges teherhordó szerkezetektől mentesíti, annak variábilis kialakítását elősegíti. A lakáselválasztó, valamint homlokzati panelek maximális méretei a lakás belső variabilitását szintén nem korlátozzák. Ez érthető, hiszen a lakásnak megadott összterületen, illetve kubatúrán belüli variabilitását és flexibilitását kizárólag a határoló szerkezeteken belüli elemek határozzák meg. Ezeknek kell olyan tulajdonságokkal rendelkezniük, ami a lakás individuális kialakítását lehetővé teszi. A lakás az ember intim életének foglalata, egyéniségének közvetlen tükre, mindig is individuális alkotásnak kell maradnia, ami megítélésünk szerint a nagyipari építés eszközeivel is megvalósítható egy irányban helyiség nagyságrendnél kisebb, könnyen mozgatható válaszfalelemek, esetleg térelemek felhasználásával, még akkor is, ha a lakást határoló szerkezeteket a nagy elemes előgyártás szigorú törvényei szerint képezzük ki. Utalok a tömeges építés tárgyát képező lakás méreteire, amelyek a feladatot 6,00—7,20 méteres maximális fesztávokkal megoldhatóvá teszik. A lakásméreteknek a családok létszámának növekedését, illetve csökkenését követő változásait normál telítettségi állapotot és arányokat feltételezve nem elsősorban építészeti eszközökkel, hanem a lakások természetes cseréjével kell követni — esetleg a homlokzati síkra merőleges irányban a menetmélységek növelésével, illetve csökkentésével.

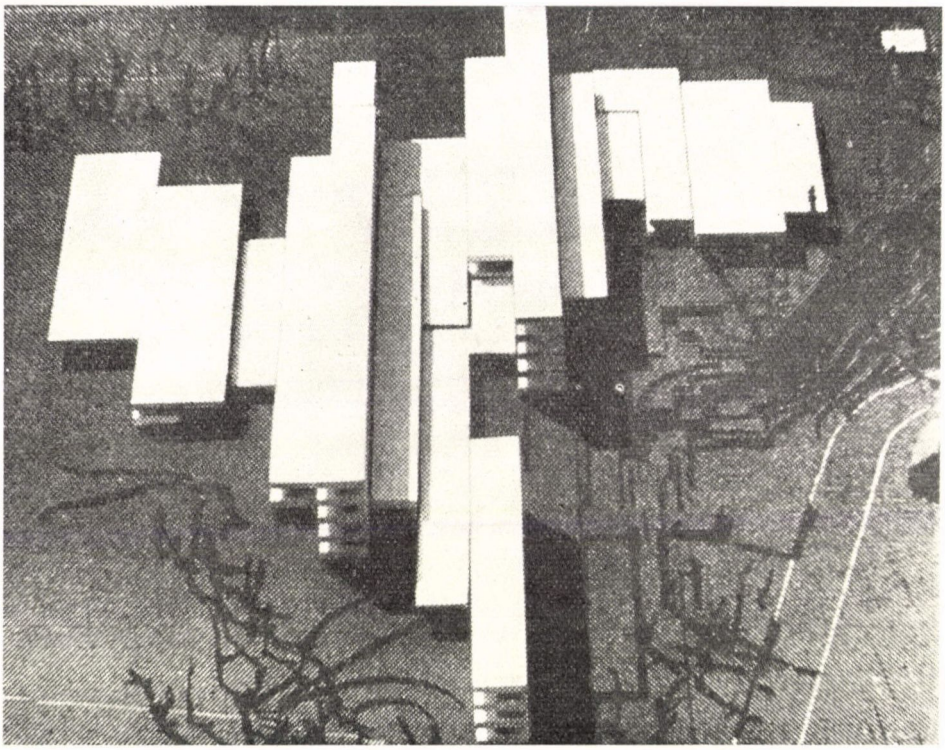
A lakás belső elrendezésének variálhatósága társadalmi funkciójának lényegéhez tartozik, ezért ragaszkodunk hozzá még akkor is, ha ez az építés munkaigényességét növeli. De a lakástér határainak megvonásánál, a nagy elemes építési mód ritmusához alkalmazkodunk, mert az egyes lakás növelése, illetve leszűkítése a család életmenetének megfelelően, építészeti, szerkezeti eszközökkel csak szabadon álló családi háznál megoldható, nagyobb lakóházak esetében aránytalanul nagy áldozatokat követelne.

Nem áll szándékunkban a tömeges lakásépítés egyedül üdvözítő módját kijelölni, csupán a variabilitásra irányuló általános igények konkrétizálására törekszünk, a társadalmi-építészeti funkció lényegéből fakadó elsődleges igényekre mutatunk rá.

Vajon csupán a lakás belsőre irányuló hajlékonyság, de a befoglaló formák merevségének fenntartása elégséges szabadságot nyújt-e az urbanisztikai problémák megoldására? Nem kétséges, hogy a panelszerkezet, amely csatlakozásokat csak a végeken tűr meg, meglehetősen merev tömbök kialakításához vezet. Az urbanisztikai szintű változatossághoz lehetőséget kellene adni dobozok szabad, lépcsős egymás mellé és esetleg egymás fölé csoportosítására is, de ehhez a panelnél tagoltabb szerkezet volna szükséges. Valószínű, hogy a jövő városai tagoltabb és hajlékonyabb szerkezetekkel fognak felépülni és a tömegtermelés alap principiumait szem előtt tartva több szabadságot adnak az építész — a várostervező részére. De bizonyos, hogy a következő tíz évben az urbanisztikai szintű hajlékonyság szerényebb mértékével is meg kell elégednünk.

Az irodaház. A lakással szemben nem elsősorban a változatok sokaságát, hanem az időbeli flexibilitás magas fokát igényli. Az iroda szervezete gyorsabban változik, mint a családok összetétele és az iroda helyiségei, mint munka-

helyek kevésbé igényelnek szeparáltságot — kivéve néhány tárgyaló szobát, igazgatói irodát —, mint a lakás szobái. A funkció lényegéből következően a nagyipari építés támaszokkal osztott nagy tér kialakítására irányul, amelyiket



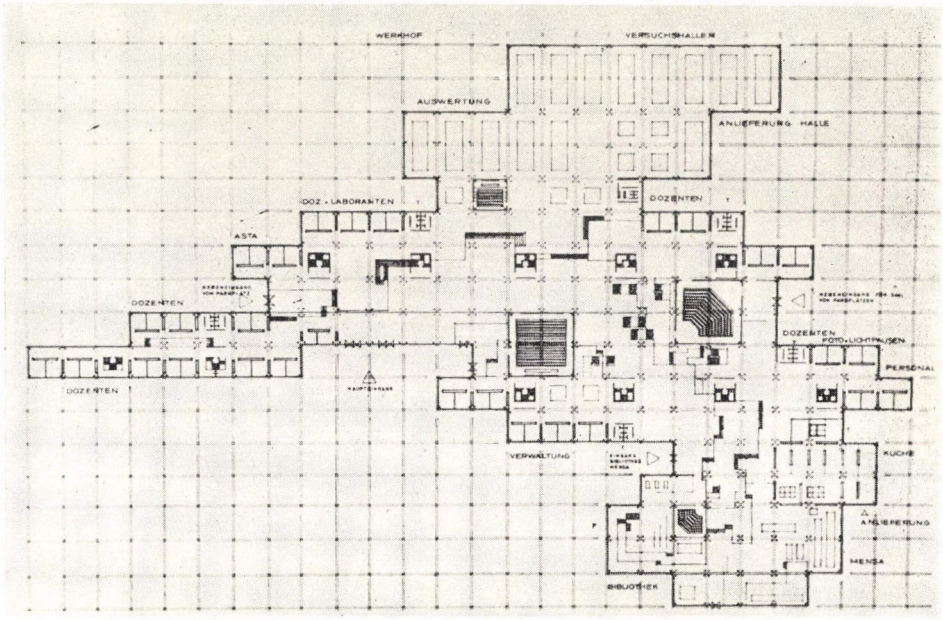
11. Hamburg-Bergedorf: Mérnökiskola. (Felsőfokú Technikum.) Modellfelvétel. Kész elemek funkció szerinti additív kombinációja. Építészek: Peter P. Schweger, Anton Schweighofer.

mozgatható, könnyű fém, műanyag, gipsz, üveg stb. elemekből készült szerkezeti falak tagolnak. A bővítés útja vertikális irányban emelet ráépítés, horizontális irányban újabb iroda nagy tér létesítése, tehát semmiképpen sem egy-egy irodaszoba hozzátapasztása a régiekhez — mint a növekvő családi háznál. Szerkezetei: födémek, karcsú függőleges támaszok, könnyű burkoló- és válaszfalelemek az irodai munkahely terület igényéből levezetett méretlépcsőzésben.

Az ipari csarnok. Támasz nélküli nagy teret foglal magába, amelyen belül a gépeknek, gépláncoknak a fejlődő, változó technológia szükségletei szerinti gyors átrendezését kell lehetővé tenni. Fontos követelmény, a horizontális, kivételesen vertikális irányú bővítés, növekedés megoldása újabb nagy téregység hozzá-, illetve ráépítésével.

Összetett középület, egyetem. A legkülönfélébb jellegű alkotó elemeknek kis tereknek; kutató és dolgozó szobáknak, középnagy tereknek, tanulóköri

és szemináriumi helyiségeknek, nagy tereknek, előadótermeknek és gyülekezési tereknek, továbbá laboratóriumoknak, műhelyeknek, tanári lakásoknak, kollégiumi lakószobáknak, a szociális és kulturális ellátás helyiségeinek stb. bo-

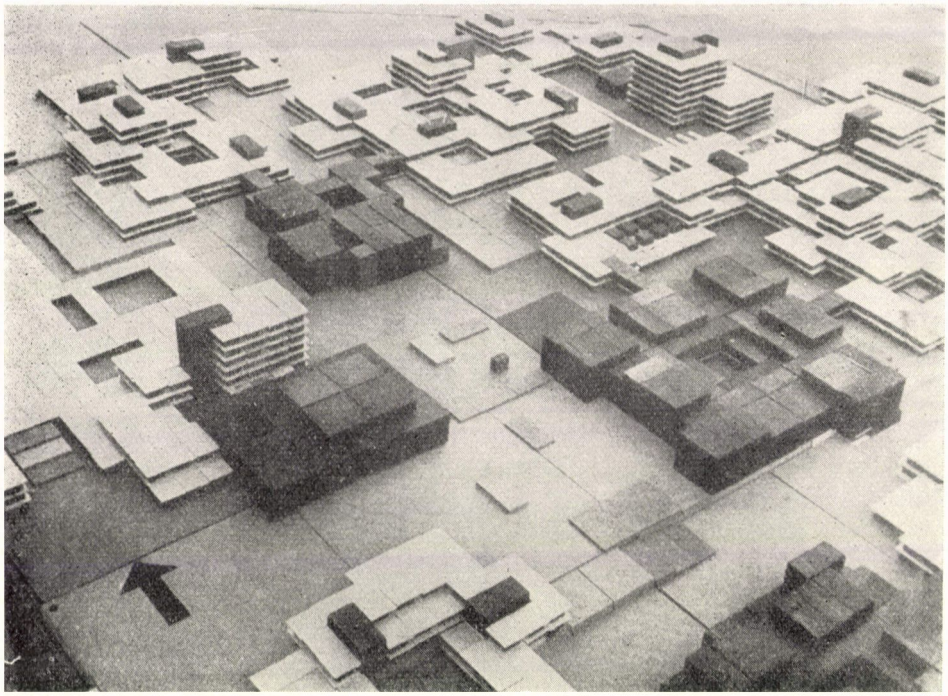


12. Hamburg-Bergedorf: Mérnökiskola. (Felsőfokú Technikum.) Alaprajz. Kész elemek funkció szerinti additív kombinációja. Építészek: Peter P. Schweger, Anton Schweighofer

nyolult szövedéke, amelyen belül állandó változással, szerves növekedéssel és ezzel kapcsolatosan állandó átrendeződéssel kell számolni. Az iparosítás néhány tipikus tér- tömegegység kialakításához szükséges elemek gyártására irányul. Az egyetem komplexuma a szerkezeti háló szemeibe illeszkedő önálló tömegeknek egymás mellé és fölé helyezéséből jön létre (Példa: NSZK Marburg, Egyetem, továbbá hazánkfia Péter P. Schweger által iskolaépületek számára kialakított tömeg komponálási és iparosítási rendszer).

A példák arra a gondolkodási módra utalnak, amellyel az építésznek a problémákat meg kell közelítenie. Nagyipari építési rendszerek esetében éppúgy mint a hagyományos építészetben a tervezés a feladat társadalmi-funkcionális lényegének elemzésével indul. Az építésznek ki kell alakítania elképzelését, a feladat lényegének legjobban megfelelő térbeli struktúráról. Tudnia kell — például — azt, hogy a feladat megoldása kis helyiségek, cellák sorozatát, avagy nagy egységes terek, azonos méretű és arányú helyiségeket, avagy különféle nagyságú és arányú helyiségek bonyolult rendszerét, szigorúan elkülönülő, vagy széles nyílásokkal egymáshoz és a külvilághoz kapcsolódó tereket igényel-e, gyorsan növekvő, avagy viszonylag sokáig azonos térfogatba foglalható térigényekkel áll-e szemben, állandóan átalakuló, fejlődő, vagy viszonylag stabil térrendszert kell-e szerkesztenie stb. A feladat lényegének megfelelő térrendszer ismeretében olyan struktúrát kell választania, amelynek lépései a térrendszer

ritmusával könnyen összehangolhatók. A struktív rend tengelyeinek kitűzését az alapvető, a leggyakrabban ismétlődő funkcionális méretekre figyelemmel kell elvégezni. Ilyen alapvető és ismétlődő funkcionális méretek lakóház esetében a lakás sejtnek, vagy magának a lakószobának méretei, szállodaépület esetében a normál szoba, iskolaépület esetében a tanterem, vagy egyetlen tanuló munkahelyének, irodaház esetében egyetlen irodai munkahelynek méretei, kórház esetében az ágyak tengelytávolsága stb. Ezeket az alapvető funkcionális méreteket kell az építési rend hálóinak szemeibe illeszteni.



13. Marburg: Egyetem. Modellfelvétel. Kész elemek funkció szerinti additív kombinációi. Építész: Kurt Schneider

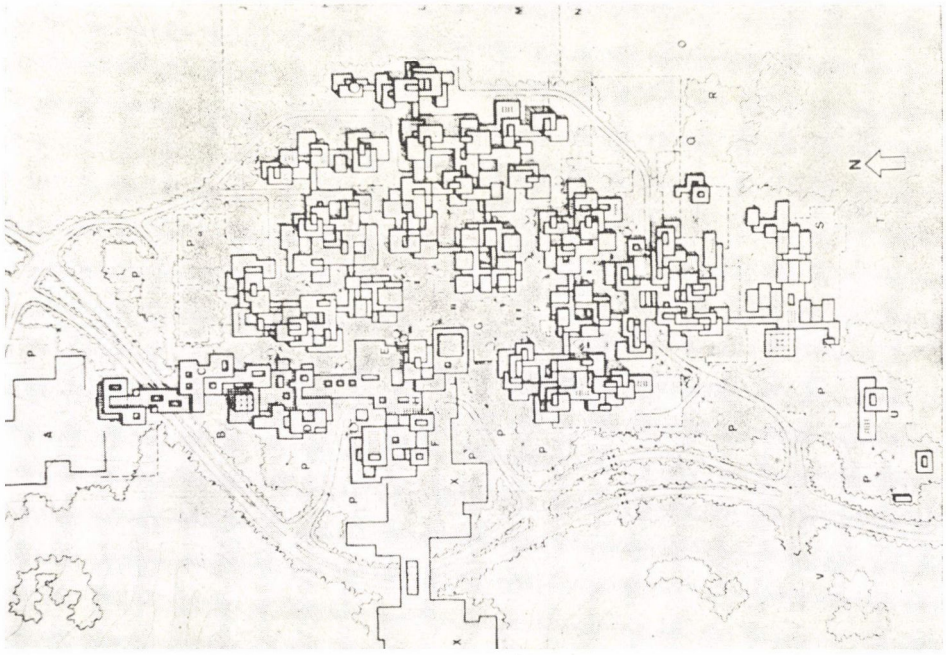
A nagyipari építési rendszer és az építészet egységét nem általában, hanem a konkrét feladat lényegének megfelelően kell létrehozni. A variabilitás maximumát követelni az építési rendszertől, abból kiindulva, hogy több szabadság több esélyt ad a legmegfelelőbb variáció kiválasztására, a konkrét megoldás megkerülését jelenti. Nem általában igényelünk szabadságot az építészeti alakítás részére, hanem a feladat lényegének megfelelően konkrétan megjelölve azt, milyen határok között és miben kell szabadságot és rugalmasságot igényelnünk a technológiától.

*

Még néhány szót a nagyipari jellegű építészet formai megjelenéséről, homlokzat- és tömegalakítási módszereiről. Általánosságban elmondhatjuk, hogy a külsőben a nagyipari építési rendszerek előzőkben kifejtett belső törvényszerűségei világosan és egyértelműen nyilatkoznak meg.

A következő legfontosabb mozzanatokat emeljük ki:

1. A koordinált méretek, a méret háló kirajzolódása a homlokzaton, az elemek könnyen leolvasható méret összefüggése. A nagy felületek, nagy tömegek méretei



14. Marburg: Egyetem. Felülnézet. Kész elemek funkció szerinti additív kombinációi. Építész: Kurt Schneider

minden esetben a kis elemekének egész számú többszörösei, ez utóbbiak egymás mellé és fölé sorolása által jönnek létre, származásukat teljes egyértelműséggel feltárják, úgyhogy az elemek és az egész méret összefüggése világosan leolvasható.

Az additívitáson alapuló szerkesztési mód, kész elemek egymás mellé és fölé sorolása különbözik a történeti építészet plasztikus formálási módjától. A klasszikus modul, az oszloptörzs alapjánál vett keresztmetszetének sugara, arányszám, nem jelent meg konkrét formában, szemben a nagyipari rendszerek méretegységesítésének alapjává tett modullal, amelyik mint konkrét méret konkrét formában jelenik meg az épületen.

2. Összerakottság, anorganikus jelleg. A történeti építészet jellegzetes épületei egyetlen istenség, egyetlen család részére készültek, tereik, tömegeik egységes szervezetet alkottak, vízszintes vagy függőleges tengely, központi tér stb. köré csoportosultak. A nagyipari rendszerek által létrehozott épületek a tömeges gyártás módszereivel tömeges igények kielégítésére szolgálnak. A feladat demokratizmusa és tömeges jellege egymással összhangban, egyértelműen jelenik meg a homlokzatokon. A tömeges építés jellegzetes feladatainál soklakásos lakóépületeknél, irodaházaknál stb. a lakás, illetve az irodaegységek úgy sorakoznak egymás mellé, illetve fölé, mint óriási méhkas sejtjei. Az UNO székházának homlokzatán hiába keresnénk U Thant főtitkár szobáját. Nincse-

nek kiemelt tengelyek, piano nobilék, azonos méretű rendű-rangú helyiségek sorakoznak egymás mellé és fölé. Ezzel kapcsolatos a homlokzatok és tömegek anorganikus jellege is; nem utalnak irányító központra, szerves összefüggésre,



15. Peau: Résidence du Manoir. Építész: M. Klein. Azonos elemek ritmikus játéka függőleges és vízszintes tengelyek hálóján.

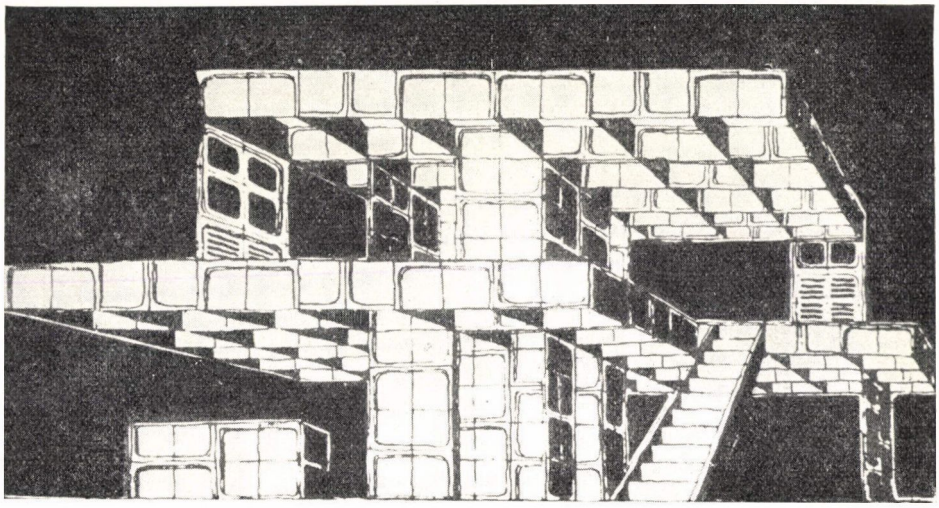
nem ábrázolnak egymás alá, vagy fölé rendelést, csupán egymásmellettiséget mutatnak. Ezért kiegészíthetők, folytathatók anélkül, hogy ez a „szervezet" egységét megbontaná (az arányokra, részletekre, a környezettel való kapcsolatra stb. most nem figyelünk).

3. Szükségszerű és szabad, állandó és változó, meghatározott és meghatározatlan dialektikája.

Az építészeti alakítás szabadsága az építési rendszer szükségszerűségei által kijelölt keretek, tengelyek, pontok között érvényesül. A födémek vízszinteseinek és a támaszoknak, vagy a harántfalak függőlegeseinek, a panelelemeknek hálózata, a struktív rend kirajzolódik a homlokzatokra. A rögzített tengelyek között szabadságot kell nyernie az építésznek ahhoz, hogy a tengelytávolságoknál kisebb elemekből az igényeknek megfelelő változatos, játékos felületeket alkothasson, sőt a homlokzat térbeli megmozgatásával is élhessen (loggiák).

De a szabadság és szükségszerűség dialektikájának tágabb keretek között, a lakónegyed, a város nagyságrendjében is érvényesülnie kell; az építési rendszer törvényei által meghatározott méretű és formájú dobozok szabad, festői csoportosításában éspedig nemcsak az óriás tömböknek, hanem lakásegységeknek a táji adottságokhoz simuló és az individuális igényeknek megfelelő egymás

mellé és fölé lépcsőzésében. Az építészeti szabadság legmagasabb fokát a nagyipari rendszerek közül az biztosítaná, amelyik néhány fajta kész elem felhasználásával nemcsak zárt dobozok szabad csoportosítását engedné meg, de sza-



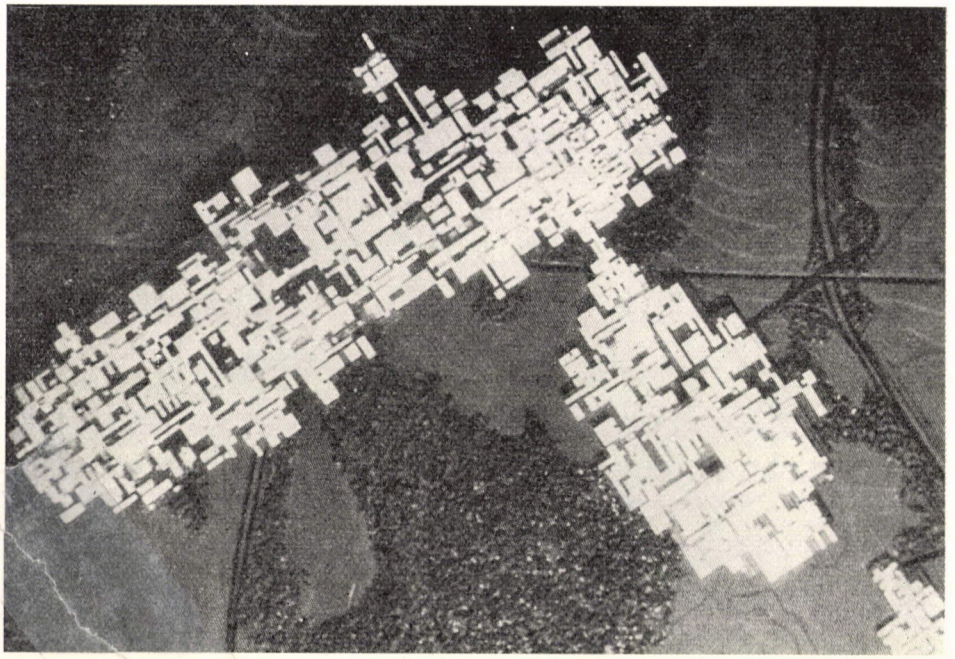
16. Párizs: Univerzálisan alkalmazható gyártott kis térelemek felhasználása lakóház építésnél. Építész: David Georges Emmerich

badságot adna lakásnagyságú tömegvariációk kialakítására is, azaz nemcsak a lakás belső variabilitását biztosítaná, hanem a lakás befoglaló formáját is szabadon alakíthatóvá tenné.

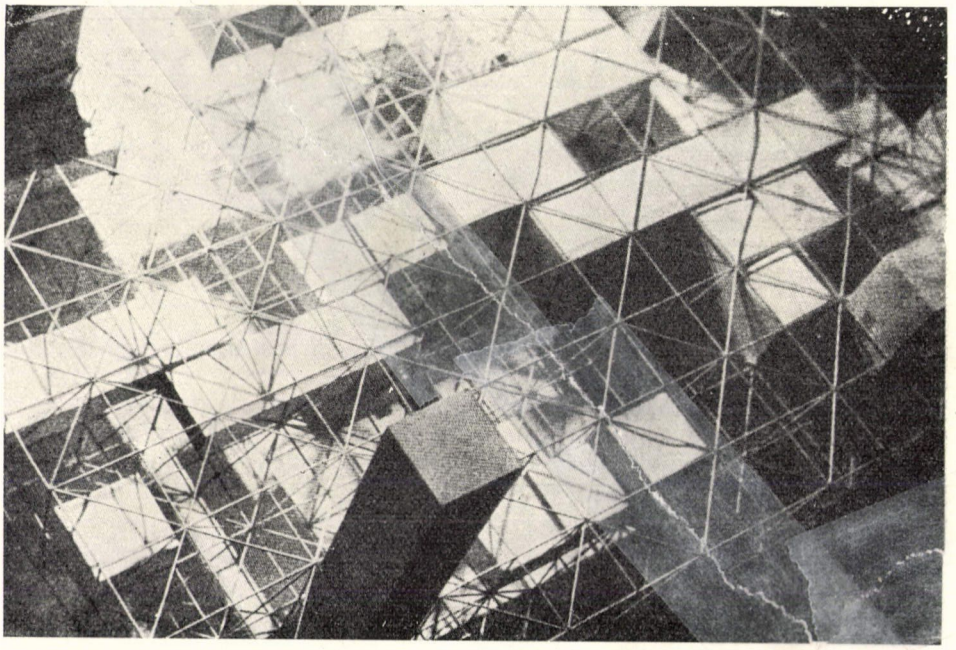
A jövő városát nem olyannak álmodjuk, mint a japán metabolisták, városméretű, óriási vezérszerkezetek, infrastruktúrák felvázolói, akik a várost mint egészt teszik zárt szerkezetűvé. Yona Friedman, vagy Eckhard Schulze—Fielitz óriás térrácsai, amelyek semleges vázat alkotnak és tetszés szerint kitölthetők, illetve nyitva hagyhatók, már több szabadságot hagynak a város fejlődésére, növekedésére.

Elképzeléseink szerint a jövő városai láthatatlan méret háló szemeibe változatos módon beleilleszthető elemek szabad és festői csoportosításából jönnek létre, ahol a szerkezeti-technológiai szükségszerűséget nem brutális nagy szerkezet képviseli, hanem a méretrend, amelyik a nagy szériákban gyártott és univerzálisan felhasználható elemek összeállítását meghatározza.

A nagyipari építési rendszerekről szólva — mindig az építészeti szabadság korlátozását sérelmezzük — holott ha belegondolunk; tulajdonképpen menynyire volt szabad a történeti korok építésze, aligha támad kedvünk cserélni vele. A történeti korok lakóházainak szobái — polgári lakóházakról beszélünk — 5,00—6,00 méterre haladó párhuzamos főfalak közé kényszerültek, amelyeket csak viszonylag kis nyílások törhettek át. A lakóházak művészete e formálhatatlan vastag falak között és ezek felületein élt és fejlődött — jeléül annak, hogy a művészet — ha a társadalom igényli — a legmostohább körülmények között is kivirágzik. A nagyipari építés fejlett, hajlékony és rugalmas rend-



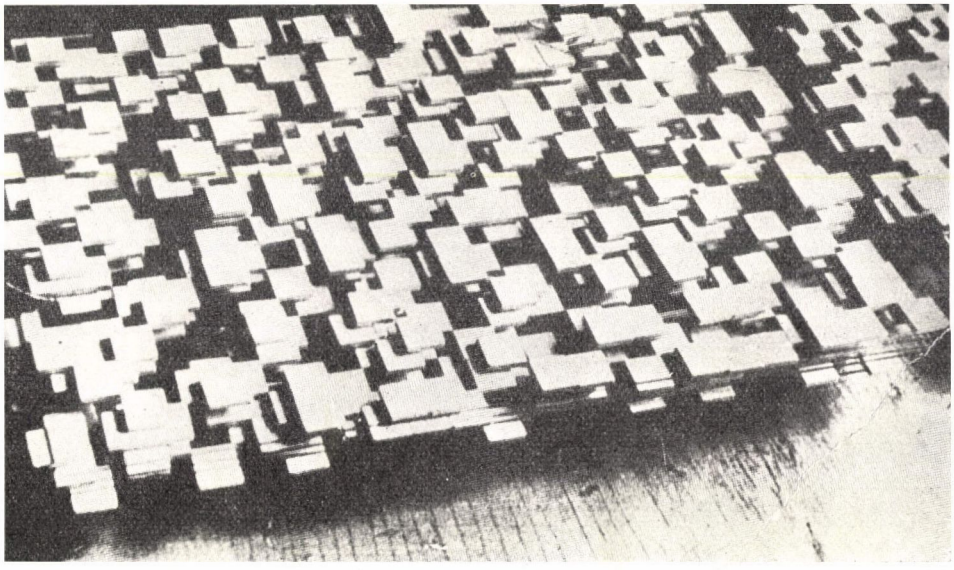
17. Bochum: Egyetem. Modellfelvétel. Kész elemek funkció szerinti additív kombinációi. Építész: Eckhard Schulze—Fielitz



18. Bochum: Egyetem. Háromdimenziós térrács. Klimatizált, univerzális nagy tér struktív rács keretei közé illeszkedő kis térelemekkel. Építész: Eckhard Schulze—Fielitz

szerei, amelyek univerzálisan alkalmazható, kapcsolható elemekkel dolgoznak messzemenően több szabadságot adnak és bőségesen kárpótolják az építészetet azért a veszteségért, ami az egyes elemek esetleges megformálásának megszűnésével éri.

Az országos szinten koordinált térbeli méretháló rendjében, szabadon csoportosítható elemek összefüggő és egymást átható, festői tér-tömeg együt-



19. Párizs: Háromdimenziós térrácsba illeszkedő tömegelemek alkotta tér-tömeg szövedék. Építész: Yona Friedman

tese, annak a magasabb rendű szabadságnak megnyilatkozása, amelyik csakis a nagy távlatú tervezés, a felismert és tudatosan vállalt rend keretei között bontakozhat ki.

KONKLÚZIÓK

1. Építőművészetre minden körülmények között szükség van.
2. A jövő városait a nagyipari építés eszközeivel kell felépíteni és az építőművészet eszközeivel kell humanizálni.
3. Az építőművészet és a nagyipari építés egységét kell létrehozni.
4. Az egységet az öncélú törekvések korlátozásával, az építőművészet és a nagyipari technológia belső törvényeinek érvényesülésével kell elérni.
5. Az építésznek szabadságot kell nyernie ahhoz, hogy küldetését teljesíthesse: a jövő emberét emberséges környezetbe telepíthesse.
6. Az építészeti szabadságnak a struktív építési rend szükségszerűségei között kell kibontakoznia.
7. Szerkezettervezőknek, technológusoknak és építészeknek együtt kell dolgozniuk harmonikus és emberszerető környezet megteremtésén, amelyik — Bruno Zevi-t idézve — „jele és igérete, vagy legalábbis vigasza a mi civilizációnknak".

DR. SZIGYÁRTÓ ZOLTÁN, a műszaki tudományok kandidátusa

ÁRHULLÁMLEVONULÁSI KÍSÉRLETEK AZ ÁTVONULÁSI ELMÉLET IGAZOLÁSÁRA*

I. Előzmények

A felsővezérlésű öntözőcsatorna rendszerek üzemének, a különböző fő- és mellékcsatorna vízkivételek, adagoló- és osztóművek megfelelő pontosságú szabályozása megoldhatatlan a vízkivételek nyitása és zárása következtében kialakuló, s a csatornákon levonuló vízhozamhullámok mozgási törvényeinek ismerete nélkül. E nélkül ugyanis nem lehet megállapítani azt az időelőnyt, amennyivel hamarabb kell a csatorna elején beadni azt a vízhozamot, amelyre valamelyik, attól távol fekvő vízkivételnél a tervszerű vizadagolás érdekében, meghatározott időponttól kezdve szükség van. De nem lehet enélkül meghatározni a fő- és mellékcsatornák vízvételi műveinek célszerű zárási időpontját sem.

Lényegében tehát arról van itt szó, hogy egy felső, „*indulási szelvény*"-ből elinduló vízhozamváltozás, az indulási szelvény „árhullámképé"-nek ismeretében meg kell tudni határozni egy az alatt levő, „*érkezési szelvény*" árhullámképét. Ez tehát tulajdonképpen ugyanaz a probléma, amely a vízfolyásokon levonuló árhullámok előrejelzésénél merül fel. Amíg azonban ott a hosszú időre vonatkozó megfigyelési eredmények statisztikai elemzése útján általában mód van empirikus összefüggések levezetésére, itt ilyen megoldásra gyakorlatilag nincs lehetőség. Nincs lehetőség azért, mivel jogos az az igény, hogy a hidraulikai adottságok ismeretében egy vadonat újonnan épült öntözőcsatornát is megfelelő biztonsággal üzemben lehessen tartani.

Más oldalról bonyolította a helyzetet a számítások végrehajtásának egyszerűségét előíró szigorú követelmény. Olyan eljárást kellett ugyanis találni, amelynek segítségével az öntözőcsatorna üzemét a legbonyolultabb üzemállapotok esetén is biztonsággal tudja irányítani a legfeljebb technikusi végzettségű fürtvezető.

Mindezt figyelembe véve került tehát sor egy új árhullámkép meghatározási módszer kidolgozására, amelynek leglényegesebb alapösszefüggéseit a K. IV. öntözőfürt főcsatornán 1963 őszén lefolytatott előkísérletek már igazolni is látszottak [1].

Ezeket a kísérleteket azonban még igen sok bizonytalanság terhelte annak következményeként, hogy azokból igen sokféle, egyébirányú következtetést is le kellett vonni [2]. Ezért 1965 tavaszán újabb kísérletekre került sor, most már kizárólag a szóbanforgó elmélet tételeinek igazolását tűzve ki célul.

* Az „átvonulási elmélet" új módszert ad az árhullámkép áthelyezésre.

II. Az elmélet

1. *Alapösszefüggések*

Az átvonulási elmélet, mint már szó volt róla [1], egy felső „indulási" és egy az alatt levő „érkezési" szelvény vízhozam idősora közötti összefüggést adja meg.

Közelebbről (1):

ha $Q_0(T)$ az indulási szelvény és $Q_L(t)$ az attól lefelé L távolságra levő érkezési szelvény vízhozam-idő függvényét jelöli, úgy a kettő között fennáll a

$$Q_L(t) = \mathscr{S}[Q_0(T)] \; * \tag{1}$$

operátorral értelmezett kapcsolat, ahol

$$\mathscr{S}[Q_0(T)] = \int_0^{T^*} [1 - e^{-\lambda_T (t-T-\Delta T+\Delta T_0)}] \cdot \mathrm{d}Q_0(T) \tag{2}$$

Stieltjes integrál, azaz

$$\mathrm{d}Q_0(T) = Q_0(T+0) - Q_0(T-0)$$

(a T időponthoz tartozó függvénynövekmény), ha a $Q_0(T)$ függvénynek a T pontban véges nagyságú szakadása van, és

$$\mathrm{d}Q_0(T) = q_0(T+0) \cdot \mathrm{d}T, \quad \text{ahol} \quad q_0(T+0) = \frac{\mathrm{d}Q_0(T+0)}{\mathrm{d}T}$$

(a $Q_0(T)$ függvény T időponthoz tartozó jobb oldali differenciálhányadosa, amennyiben az létezik), továbbá

T az indulási szelvényben bekövetkező vízhozamváltozás, s

$T = 0$ az ottani első vízhozamváltozás időpontja,

t a $T = \Delta T_0$ időponttól számított folyó idő,

ΔT_0, illetve ΔT a $T = 0$, illetve $T > 0$ időpontban az indulási szelvényből elinduló, s az érkezési szelvénybe befutó elemi magasságú lökéshullám átvonulási ideje (az adott időponthoz tartozó legrövidebb átvonulási idő), amely megfelel a lökéshullám sebességére vonatkozó

$$w = \frac{v_k}{2} + \sqrt{\frac{v_k^2}{4} + g \cdot m_k} \tag{3}$$

képlettel számítható értéknek, ahol v_k a szelvény középsebességét, m_k a középmélységét jelöli, s g a nehézségi gyorsulás [3],

$T^* = \sup T$, ha $T \leq t + \Delta T$

* Az első magyar nyelvű tanulmányban (1) nyomdahiba miatt az operátor $\mathscr{S}$ szimbóluma helyett mindenhova „φ" került.

(azon T értékek felső határa, melyek kisebbek, vagy legfeljebb egyenlők a $t + \Delta T$ értékkel), végül

λ_T-t a következő összefüggés értelmezi:

$$\lambda_T = \frac{\mathrm{d}Q_0(T)}{\mathrm{d}V_T - \Delta T \cdot \mathrm{d}Q_0(T)} = \frac{1}{T_{kT} - \Delta T}, \tag{4}$$

ahol

$T_{kT} = \dfrac{\mathrm{d}V_T}{\mathrm{d}Q(T)}$ a T időponthoz tartozó átlagos átvonulási idő,

$\mathrm{d}V_T$ a $[Q + Q_0(T)]$ és a $[Q + Q_0(T) + \mathrm{d}Q_0(T)]$

vízhozamnak megfelelő két permanens szint között az L hosszon tározódó vízmennyiség, illetve az utóbbi jelölések közül

Q a $T = 0$ időpontbeli permanens vízhozam;

azzal a feltétellel, hogy

a) a meder anyaga nem áteresztő, vagyis az indulási szelvényen az L hosszúságú szakaszba belépő víz abból csak az érkezési szelvényen keresztül távozhat,

b) a két szelvény közötti L távolság elég nagy ahhoz, hogy az indulási szelvényből elinduló lökéshullámok meredek homlokfala az érkezési szelvényben már ne legyen észlelhető,

c) az L szakaszon tározódó vízmennyiség és a különböző Q permanens vízhozamok közötti kapcsolat folytonos függvénnyel jellemezhető.

2. *Az elmélettel kapcsolatos néhány fontosabb megjegyzés*

a) Szakkifejezések

Az elmélet kidolgozása során a nyíltfelszínű, nem permanens vízmozgásokkal kapcsolatban több új szakkifejezést kellett bevezetni. Ezeknek az új fogalmaknak az ismerete elengedhetetlenül szükséges a továbbiak követéséhez. Ezért célszerűnek látszik azokat itt röviden összefoglalni. Másrészt viszont, a teljesség kedvéért, feltétlenül hasznos annak az egy-két további, azonos témakörbe tartozó szakkifejezésnek a megemlítése is, amelyek pontos értelmezése témánk szempontjából szintén alapvető.

Ezek szerint a tanulmánynak a vízhozam-hullámokkal kapcsolatos egyes szakkifejezéseit a következőképpen kell értelmezni:

Hullámkép: valamely szelvényben a vízhozam időbeli változását leíró függvény.

Lökéshullám: valamely szelvény ugrásszerűen bekövetkező, s utána állandósuló vízhozamváltozásának eredményeként előálló, meredek homlokfallal terjedő hullám. A terjedés iránya szerint megkülönböztethető folyásirányú és folyással ellentelt irányú lökéshullám.

Egyszerű hullám: az ugrásszerű vízhozamváltozás szelvényétől megfelelő távolságban, a folyásirányú lökéshullám meredek homlokfalának ellapulásával keletkező hullám.

Egyszerű pozitív hullám: vízhozamnövekedés eredményeként keletkező egyszerű hullám.

Egyszerű negatív hullám: vízhozamcsökkenés eredményeként keletkező egyszerű hullám.

Összetett hullám: több egyszerű hullám egymásrahalmozódásának eredményeként keletkező hullám.

Azonosan összetett hullám: több, azonos értelmű vízhozamváltozással járó, egyszerű hullám egymásrahalmozódásának eredményeként keletkező hullám.

Azonosan összetett pozitív hullám: több egyszerű pozitív hullám egymásrahalmozódásának eredményeként keletkező hullám.

Azonosan összetett negatív hullám: több egyszerű negatív hullám egymásrahalmozódásának eredményeként keletkező hullám.

Vegyesen összetett hullám: több, váltakozó értelmű vízhozamváltozással járó (pozitív, illetve negatív) egyszerű hullám egymásrahalmozódásának eredményeként keletkező hullám.

b) Az $\mathcal{S}^*$ operátor értelmezése

Az (1) illetve (2) összefüggéssel jellemzett transzformáció utasításainak követése meglehetősen bonyolult munkát ad. Az elmélet alkalmazását viszont igen megkönnyíti az a körülmény, hogy egyes gyakorlati esetekben fenn áll, vagy legalábbis jó közelítéssel teljesül a következő két kikötés:

$$\Delta T_0 = \Delta T = C_T = \text{ konstans és } \frac{\mathrm{d}V_T}{\mathrm{d}Q_0(T)} = T_{kT} = T_k = C_V = \text{ konstans.} \quad (5)$$

Bebizonyítható ugyanis [1], hogy a fenti feltételek teljesülése esetén az (1), illetve (2) összefüggés átmegy a

$$Q_L(t) = \mathcal{S}^*\,[Q_0(T)]\,, \quad (6)$$

$$\mathcal{S}^*\,[Q_0(T)] = \int_0^t [1 - e^{-\lambda(t-T)}]\,\mathrm{d}Q_0(T) \quad (7)$$

transzformációba, ahol

$$\lambda = \frac{1}{C_V - C_T} = \text{konstans.} \quad (8)$$

c) A szivárgás hatása az árhullámkép alakulására

A levezetett (1)—(4), illetve (6)—(8) összefüggések meghatározásánál, mint láttuk, alapfeltételként szerepel az, hogy a vízhozamhullám vízzáró mederben vonul le. Másszóval kikötöttük, hogy a víz a vizsgált L hosszúságú szakaszba csak az indulási szelvényen keresztül léphet be, s az onnan csak az érkezési szelvényen keresztül távozhat el.

A gyakorlati esetekben azonban ez a feltétel igen gyakran nem teljesül. Bebizonyítható viszont [1], s a következők szempontjából igen lényeges az a körülmény, hogy az áteresztő anyagú mederben lejátszódó hullámjelenségek az át nem eresztő anyagú mederben lejátszódó hasonló jelenségekhez képest — a talajvízszint helyzetétől és az áteresztőképességi együtthatótól függően — lelassulnak, s a szivárgás hatására csökken a hullámhegyek és hullámvölgyek közötti különbség.

3. *Kísérleti igazolásra váró tételek*

Az elmélet levezetése során [1] az egyszerű hullámok kialakulásának, vagyis a lökéshullámok ellapulásának folyamatát tekintettük alapjelenségnek. Ezzel kapcsolatban elméleti meggondolásokból kiindulva feltettük, hogy a ΔT_0, s általában a ΔT értéke a vizsgált L hosszúságú szakasz hidraulikai adottságainak, az egyes szelvények vízmélységének és a bennük kialakult középsebességeknek az ismeretében a (3) összefüggéssel határozható meg.

A továbbiakban a jelenség alakulására jellemző hidraulikai sajátosságok figyelembevételével, s bizonyos valószínűség-elméleti vonatkozású feltétellel élve levezettük magának az egyszerű hullámnak az alakjára vonatkozó

$$Q_L(t) = Q_0(1 - e^{-\lambda t}) \tag{9}$$

összefüggésünket — ahol, természetesen, a λ értékét a vízhozamváltozás megindulása előtti Q és az annak lezajlása utáni $(Q + Q_0)$ permanens vízhozamnak megfelelő két vízfelszín közötti térfogat alapján kell meghatározni.

Az alkalmazott feltevések értelmében a (9) összefüggés mind az egyszerű pozitív, mind pedig a negatív hullámok esetére érvényes kell, hogy legyen. Így alkalmas volt arra, hogy erre támaszkodva, s további valószínűség-elméleti meggondolásokból kiindulva levezessük az azonosan összetett hullámok esetére vonatkozó (1) és (2) összefüggésünket, majd azt mint operátort értelmezve érvényesnek fogadjuk el a vegyesen összetett hullámok esetére is.

Mindezt végiggondolva a II. fejezet 1. részében összefoglalt alapfeltételek teljesítése mellett a kísérleti igazolásra váró tételek tehát így csoportosíthatók:

1. Igazolni kell azt, hogy a ΔT_0, s általában a ΔT értéke a (3) összefüggés alapján határozható meg.
2. Igazolni kell, hogy az egyszerű hullámok alakja valóban leírható a (9) összefüggés alapján.
3. Igazolni kell, hogy a (2) összefüggéssel értelmezett operátor az azonosan összetett hullámok alakját helyesen írja le.
4. Igazolni kell, hogy a szóban forgó $\mathscr{S}$ operátorral értelmezett leképzés érvényes a vegyesen összetett hullámok esetére is.

A felsorolt pontok közül az előkísérletek [1] az első kettő igazolásával már foglalkoztak, s — legalábbis minőségileg — megnyugtató eredményeket adtak. Ennek ellenére az akkori adottságoknál megfelelőbb kísérleti körülmények biztosítása esetén természetesen feltétlenül hasznos ezeknek a kérdéseknek a további felülvizsgálata is.

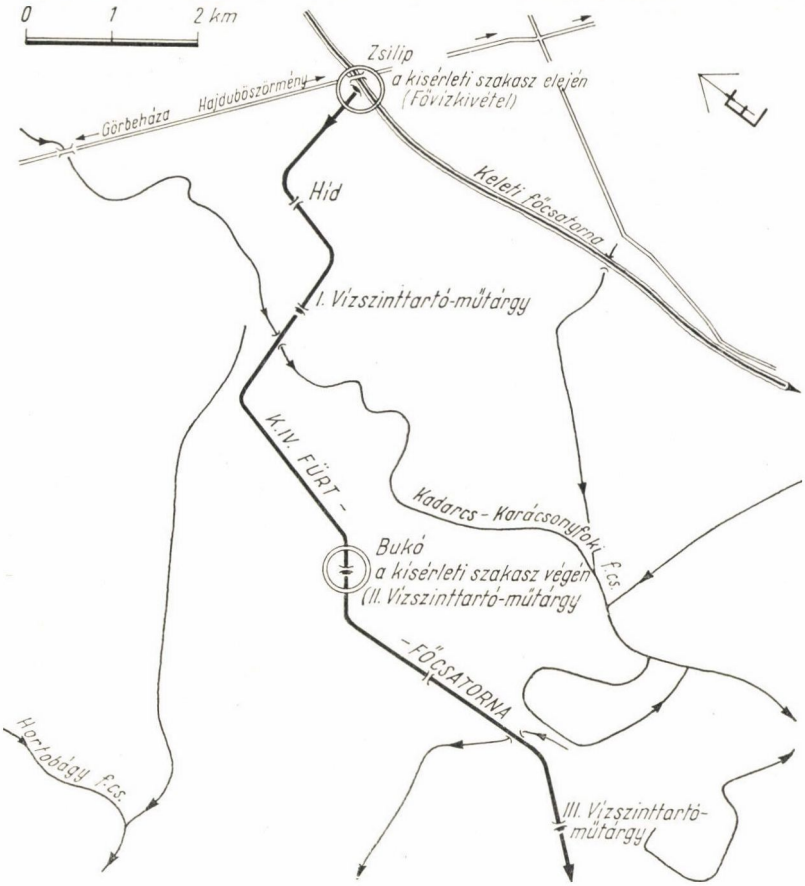
III. A kísérletek

1. *A kísérleti körülmények*

a) A kísérleti szakasz jellemzői

A kísérletek céljára a K. IV. öntözőfürt főcsatornájának első és második bögéjét választottuk ki *(1. ábra)*. Ennek a szakasznak a részletes geodéziai felvétele, a keresztszelvények és a hossz-szelvény a *Vízgazdálkodási Tudományos*

Kutató Intézet 1963. évi mérései alapján [4] már a vizsgálatok megindítása előtt rendelkezésre állt; s ezeket az adatokat részben már az 1963. évi előkísérletek [1] eredményeinek a feldolgozásánál is felhasználtuk.



1. A K. IV. fürt-főcsatornán végzett árhullámlevonulási kísérletek helyszínrajzi elrendezésének vázlata.

A felvétel és az időközben végrehajtott mederérdesség vizsgálatok [2] eredményei szerint a kísérleti szakasz fontosabb hidraulikai jellemzői a következőkben foglalhatók össze:

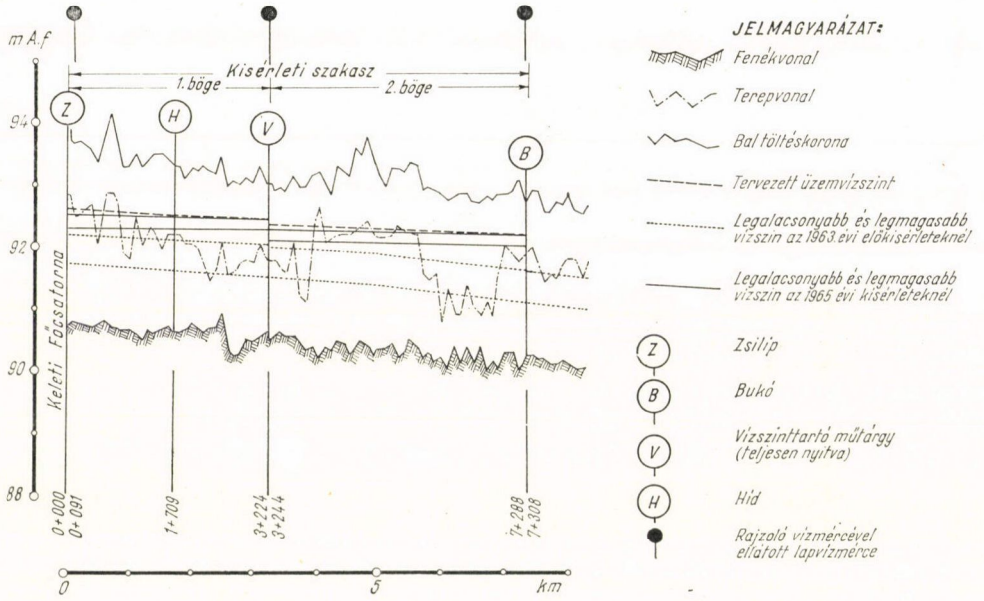
A vizsgált szakasz a fürt-főcsatorna 0 + 000 szelvényétől a 7 + 308 szelvényéig terjedt *(2. ábra)*. E szakasz esésviszonyait, a szakaszra jellemző *Strickler—Manning—Lindquist*-féle érdességi tényező értékeket és a szállítható maximális vízhozamok nagyságát az *1. táblázat* összesíti.

A közel parabola szelvényű mederben *(3. ábra)* a kísérletek folyamán 8,35—14,90 m^2 körüli nedvesített területek, s 1,05—1,35 m körüli középmélységek alakultak ki. A vízszintingadozás szélső értéke (a csatorna mentén

A K. IV. fürt-főcsatorna kísérleti szakaszának egyes hidraulikai jellemzői

1. táblázat

Szelvény		I ‰	k	Q_{max} m³/s	Szelvény		I ‰	k	Q_{max} m³/s
-től	-ig				-től	-ig			
0+000	1+479	0,063	60	6,76	3+244	5+500	0,081	52	4,86
1+479	2+500	0,063	60	4,96	5+500	7+308	0,118	52	4,86
2+500	3+244	0,086	60	4,96					



2. A K. IV. fürt-főcsatorna kísérleti szakaszának hosszszelvénye.

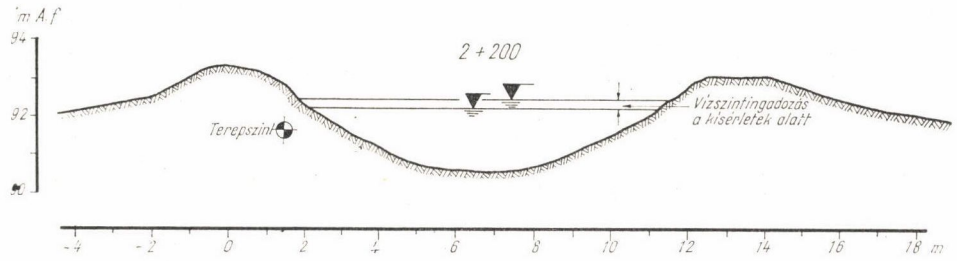
lefelé haladva fokozatosan csökkenve) 16—23 cm között volt. A kísérletek során előállított legalacsonyabb vízszín a teljes hossz mintegy 65%-án, a legmagasabb vízszín a szakasz mintegy 80%-án a terep felett helyezkedett el.

E vizsgálatok tehát lényegesen nagyobb teltség mellett folytak le, mint az 1963. évi előkísérletek. Azok során ugyanis még a legmagasabb vízfelszín is kereken mintegy 30 cm-el alatta maradt a mostani legalacsonyabb vízszínnek, s ugyanakkor az csak a szakasz mintegy 35%-án került magasabbra a terepszintnél.

A szakaszt az 1 + 709 szelvényben egy vascölöpökön nyugvó fahíd, s a 3 + 244 szelvényben az I. vízszinttartó műtárgy keresztezte. Az utóbbi táblája a vizsgálatok ideje alatt egy adott magasságban rögzíve volt.

Gondoskodtunk arról is, hogy a K. IV. főcsatorna mentén a kísérleti szakasz alatt levő valamennyi vízszinttartó műtárgy a vizsgálatok ideje alatt végig teljesen nyitva legyen.

A most ismertetendő kísérletek során az „indulási szelvény" azonos volt a K. IV. főcsatorna 0 + 000 szelvényével, ahol az úgynevezett „K. IV. fővízkivétel"-en, azaz egy egynyílású táblás zsilipen keresztül lehetett vizet a



3. A K. IV. fürt-főcsatorna kísérleti szakaszának példaképpen bemutatott keresztszelvénye.

csatornába adagolni *(4. ábra)*. Az „érkezési szelvény" a II. vízszinttartó műtárgy billenőtáblás bukójának a szelvénye volt *(5. ábra)*, amely ugyancsak lehetőséget adott az átfolyó vízhozam folyamatos regisztrálására.

b) A kísérletek megszervezésénél követett szempontok

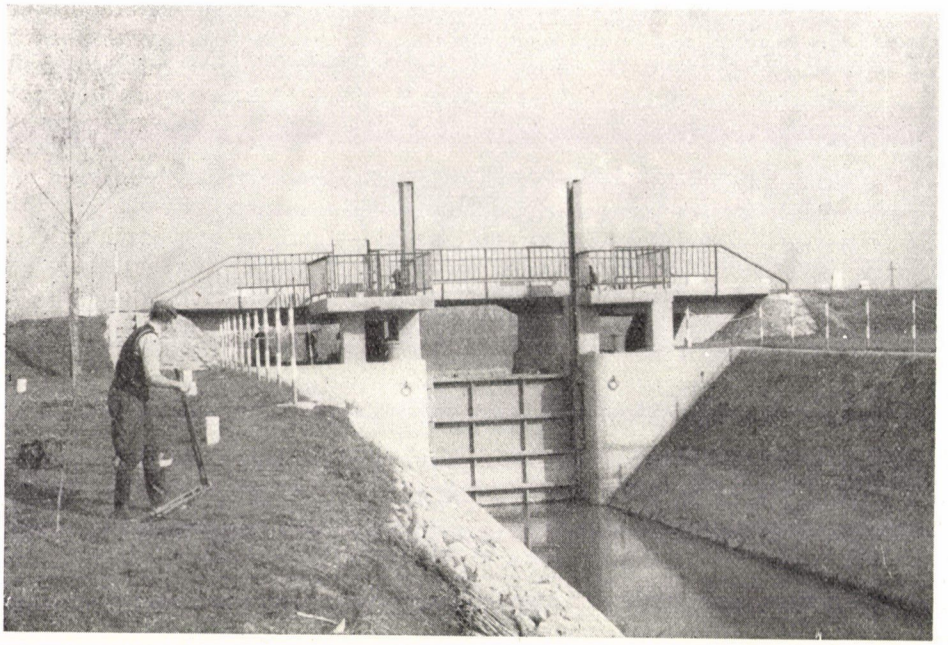
A vizsgálatok célja — a II. fejezet 3. részében foglaltaknak megfelelően — az indulási szelvényben előállított és az érkezési szelvényben bizonyos deformációval jelentkező árhullámképeknek, továbbá mindazoknak a tényezőknek a megfigyelése, amelyek az átvonulási elmélet szerint az árhullámképek kialakulását befolyásolják. Ez ad ugyanis lehetőséget arra, hogy elméletünk alapján az indulási szelvény árhullámképéből az érkezési szelvény árhullámképét kiszámítsuk, s az elmélet igazolása érdekében azt a tényleges, vagyis a vízhozammérés alapján meghatározott árhullámképpel összehasonlítsuk.

Így végülis kísérleti programunk a következőképpen alakult: Az indulási szelvény zsilipjével elő kívántuk állítani

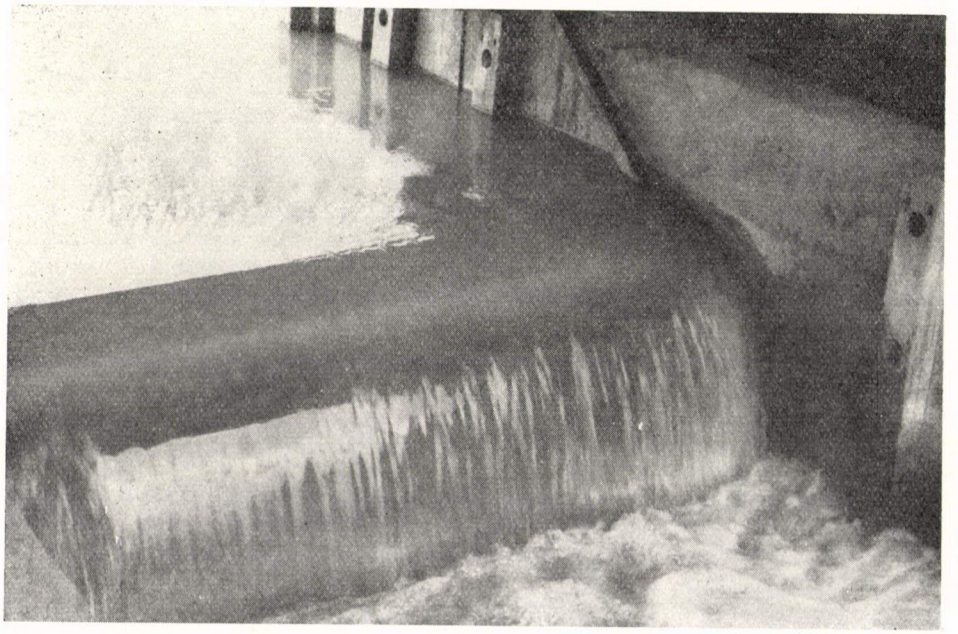
három különböző nagyságú pozitív, illetve negatív egyszerű hullámot;
egy két és egy három egyszerű hullámból azonosan összetett pozitív, illetve negatív hullámot;
egy pozitív és egy negatív, illetve egy negatív és egy pozitív, továbbá két-két egymás után következő pozitív és két-két negatív, illetve két-két negatív és két-két pozitív egyszerű hullámból összetett vegyes hullámot, és végül
két-két egymás után következő pozitív és negatív egyszerű hullám többszöri váltakozásából adódó vegyes hullámot;

azaz részletesen elemezni kívántunk összesen 15 hullámképet.

E kísérletek megszervezésekor három megoldásra váró feladatot kellett egyidejűleg szem előtt tartani: meg kellett oldani az indulási és az érkezési szelvénynél a levonuló vízhozamok regisztrálását, továbbá a két szelvény közötti mederszakasz elméletünk szempontjából fontos hidraulikai alapadatainak az egyidejű beszerzését.



4. A kísérleti szakasz elején levő zsilip (a K. IV. fővízkivitel).



5. A kísérleti szakasz végén levő bukó (II. vízszinttartó műtárgy).

Az indulási szelvényben levő zsilipet 1963 folyamán magunk hitelesítettük [2]. Az eltelt két év alatt azonban a zsilip hitelesítési egyenlete meg is változhatott. Ezért ezt az összefüggést csak tájékoztató jelleggel fogadhattuk el, s a beállított tényleges vízhozamértéket a kísérletekkel egyidejűleg folyó hitelesítő vízhozammérések eredménye alapján később kívántuk meghatározni.

Hasonló módon hitelesítő méréseket kellett végezni az érkezési szelvény bukóján átfolyó vízmennyiségek meghatározása érdekében is.

Nyilvánvaló módon szükség volt azonban arra is, hogy az indulási és érkezési szelvényben vízhozammméréseket végző személyzet munkáját, az általuk meghatározott vízhozamadatok megbízhatóságát ugyanazon szelvényben végzett egyidejű összehasonlító mérésekkel is ellenőrizzük.

A vízhozammérések alapján meghatározott, s megbízhatóság szempontjából ellenőrzött hitelesítési egyenletek azonban csak akkor nyújtanak megfelelő alapot az eredmények értékeléséhez, ha az indulási szelvényben a vízhozamadagolást elég gyakran ellenőrzik, s az irányadónak tekintett értéktől való eltérést gondosan megszüntetik; illetve, ha a vízállás alakulását az érkezési szelvényben megfelelő folyamatossággal és pontossággal ellenőrzik. Ezért e két szelvényben feltétlenül rajzoló vízmércét kellett felállítani.

Figyelemmel kellett lenni azonban arra is, hogy az elméleti összefüggés, mint láttuk, vízzáró anyagú mederre vonatkozik, s hogy a számítások a különböző permanens vízhozamokhoz tartozó szintek között tározódott vízmennyiségek, továbbá az elemi magasságú lökéshullám átvonulási idejének figyelembevételén alapszik. Az utóbbi viszont a szelvények középsebességének és a középmélységeknek a figyelembevételével határozható meg.

Ezért — bár az előkísérletek során a most vizsgált szakaszon vízveszteségek nem léptek fel [1], mégis, biztonság kedvéért — gondoskodni kellett a különböző körülmények között esetleg jelentkező szivárgási veszteségek megállapításáról, továbbá a permanens szintek rögzítéséről és a vizsgált szakaszon átfutó, leggyorsabban haladó elemi vízhozamváltozások átvonulási idejének észleléséről.

c) Az észlelések és mérések

Az elmondottakat figyelembe véve a következőkben részletesen ismertetett észlelésekre rendezkedtünk be:

Az indulási és az érkezési szelvényben a műtárgyak előtti és utáni vízállásokat külön erre a célra igénybe vett személyzettel észleltettük. Az indulási szelvényben ugyanaz a személyzet látta el továbbá a zsilip vízszállításának a szabályozását is.

Ezekkel a munkákkal kapcsolatban a következő előírások voltak a mértékadók:

Az indulási szelvényben a vízhozamváltoztatásokra mindig kerek órákban került sor. Ezután ott 4 alkalommal minden negyed órában, majd 6 alkalommal minden fél órában, s végül ezután minden kerek órában le kellett olvasni az alvízi és a felvízi vízmércét. A vízállások ismeretében ki kellett számítani a nyomómagasságot, majd a rendelkezésre álló (még az 1963. évi kísérletek [1] alapján meghatározott) hitelesítési egyenlet alapján centiméter pontossággal úgy kellett beállítani a zsilipet, hogy az átfolyó vízhozam legjobban megközelítse az előírt értéket.

Az érkezési szelvényben ilyen részletes megfigyelésre nem volt szükség. Ezért ott megelégedhettünk a kerek órákban elvégzett észlelésekkel is.

Az természetesen magától értetődő, hogy ezeket az észleléseket mind a két szelvényben egymással összehangolt órák segítségével végezték, s az észlelési eredményeket naplóban rögzítették.

Említésre méltó továbbá az a körülmény is, hogy az észlelő személyzet pihenőjének biztosítása érdekében minden éjjel 23 és 3 óra között az észleléseket szüneteltettük. Viszont, éppen ezt figyelembe véve, a vízhozamváltoztatásokat természetesen úgy ütemeztük, hogy erre az időszakra a közel permanens állapot lehetőleg az egész vizsgált szakaszon már beálljon.

Az észlelések megbízhatóságának ellenőrzésére, s a folyamatos észlelés biztosítása érdekében mind a két szelvényben egy-egy 1 : 5 áttételű rajzoló vízmércét is elhelyeztünk. Ezek közül a fővízkivitel rajzoló vízmércéjének hetes körülfordulású, az érkezési szelvényének pedig napos körülfordulású dobja volt.

Meg kell jegyezni azt is, hogy az indulási szelvénynél április 26 reggelétől május 31 reggeléig, vagyis a I—VIII. kísérletnél, egy közönséges rajzoló vízmérce segítségével csak az alvíz magasságát észleltük, míg ezután a nyomómagasság ellenőrzésére szolgáló differenciál úszóműves rajzoló vízmércét helyeztünk üzembe. Az érkezési szelvényben viszont, bukóról lévén szó, a felvíz regisztrálására rendezkedtünk be.

Részben az órák járásának, részben pedig az észlelő személyzetnek az ellenőrzését célozta az az előírás, hogy az észlelők minden kerek órában az úszó kismértékű megemelésével, s így a szalagon egy kis függőleges vonás húzásával kellett megjelöljék az észlelés végrehajtásának tényét. Az állandóan a kísérlet vezetőjének felügyelete alatt álló indulási szelvényben azonban ezt a szabályt csak a differenciál úszóműves rajzoló vízmérce üzembehelyezése után léptettük életbe.

A rajzoló vízmércék szalagjainak a cseréjét, illetve a tollak átállítását a kísérlet vezetője, vagy helyettese személyesen végezte el.

Az utasítások betartását, az észlelések megbízhatóságát naponta legalább egyszer, igen gyakran azonban szúrópróba szerűen naponta többször is ellenőriztük. Különös gondot fordítottunk az indulási szelvényben levő zsilip szabályozásának ellenőrzésére.

Ezeknek az ellenőrzéseknek az alapján meggyőződhettünk arról, hogy — néhány, kivételként előforduló esettől eltekintve — a személyzet a munkát gondosan, megbízhatóan végezte; s a gyakori ellenőrzés lehetővé tette azt is, hogy ennél az egy-két alkalommal tapasztalt esetnél az észlelési adatokat megbízható módon javítsuk.

Ezek az ellenőrzések mutattak rá végül arra is, hogy az érkezési szelvényben, a bukón átfolyó víz magasságát regisztráló rajzoló vízmérce két szerkezeti eleme (szerelési hibák miatt) üzem közben súrlódott egymáson. Ennek a hibának, vagy legalább is a hiba hatásának a megszüntetésére természetesen mindent megtettünk. Ennek ellenére néhány kísérletnél — és a műszer szerkezeti adottságaiból adódóan csaknem kizárólag emelkedő vízállások esetén — előfordult az, hogy a műszer által rajzolt görbe szerinti vízállás változás elmaradt a vízállás tényleges változásának ütemétől, s ezt az értékelő munkánál, a későbbiekben, feltétlenül figyelembe kellett venni.

*

A ki- és belépő vízhozamok mérésére szolgáló műtárgyak hitelesítésének elvégzése érdekében permanens állapotok mellett, az indulási szelvény közvetlen környezetében 14, az érkezési szelvény környezetében pedig 20 vízhozammérést végeztünk. Ezek mindegyike, a mérés szelvényétől függően, alkalmas volt vagy az egyik, vagy a másik műtárgy hitelesítésére. Közülük azonban (a műtárgyak hitelesítése mellett) elsősorban a két forgóműves sebességmérő műszer hitelesítési egyenletének az ellenőrzését szolgálta az az azonos szelvényben párhuzamosan végzett 5—5 vízhozammérés, melyek közül 1—1-et az indulási szelvény zsilipjének, 4—4-et pedig az érkezési szelvény bukójának a környezetében hajtottunk végre.

Az utóbbiakra azért volt szükség, mert bár rendszeres ellenőrzéssel meggyőződtünk arról, hogy a méréseket előírásosan [5], s az elérhető szélső pontossággal végezték el; mégis a műszerek hitelesítési egyenletében rejlő esetleges szabályos hibák a mérési eredményeket ugyancsak szabályos, s megfelelő összehasonlító mérések nélkül nem becsülhető hibákkal terhelhették. Így a mérések alapján, például, vízveszteségek lennének kimutathatók olyan szakaszokon is, ahol azok a valóságban nincsenek.

Ezért ezeket a méréseket különleges előírások betartása mellett végeztük el. A két vízhozammérő (természetesen saját felszerelését használva) az egyes függélyekben a mérést közvetlenül egymás után hajtotta végre, s minden függélyben mindketten ugyanazon pontokban határozták meg a sebességeket.

*

A permanens vízhozamokhoz tartozó felszíngörbék centiméter pontosságú rögzítése érdekében minden kerek 200 m-es szelvényben keményfa karókra erősített 2 cm osztású, puhafa vízmércelapokat helyeztünk el. Ezek „0" pontja és a tetejükbe erősített félgömb fejű csavar teteje közötti távolság milliméter pontosságon belül 1 m volt. Így a „0" pont magasságok meghatározásának megbízhatósága gyakorlatilag csak a csavarok tetejét bemérő szintezés pontosságától függött. Ez viszont szempontunkból teljesen kielégítőnek mondható, hiszen a szintezési eredményekből levezetett, s az oda-vissza mérés ereményének átlagát terhelő középhiba 2,75 mm/km-re adódott.

A rögzítendő permanens szintek beállítását az érkezési szelvényben levő rajzoló vízmérce szalagja alapján határoztuk meg. A kereken 7,3 km hosszú szakaszon egy-egy rögzítés az útviszonyoktól, s a munkában résztvevő személyek számától függően kereken mintegy 1,00—2,75 órát vett igénybe.

*

A vizsgált szakaszon átfutó leggyorsabban haladó elemi vízhozamváltozások átvonulási idejének rögzítésére, a megfigyelhetőség szempontjaira tekintettel azokat az eseteket választottuk ki, amelyeknél valamilyen hirtelen vízhozamváltozás szüntette meg a szakasz teljes hosszán kialakult permanens állapotot. Az előkísérletek eredményei szerint [1] ugyanis az egyszerű hullám frontjának, vagyis a leggyorsabban haladó vízhozamváltozásoknak a megérkezését a rajzoló vízmérce grafikonján egy jól felismerhető töréspont jelzi.

Más oldalról viszont a rajzoló vízmérce óráját nehéz pontosan beállítani. Így aztán a töréspont idejének meghatározását csak akkor nem terheli szabályos hiba, ha az azt közreforgó, s a kerek óráknak megfelelő időpontokat

rögzítő, függőleges ellenőrző vonásokat, valóban éppen a megfelelő időben húzzák meg.

Mindezt figyelembe véve az észlelés pontosságának fokozására a következő eljárást vezettük be: a kísérlet megindítása előtt mintegy másfél órával két, megbízható módon járó órát másodpercre összeigazítottunk. Ezután az, egyik óra alapján az indulási szelvény vízhozamának változását mintegy 5—10 másodpercre pontosan az előre kijelölt kerek órában kezdtük el. Ezalatt a másik órát levittük az érkezési szelvénybe, s ott az árhullám-front megérkezése előtti és utáni kerek órát ennek alapján jelöltük be.

*

Végül az észlelésekkel és mérésekkel kapcsolatban feltétlenül meg kell emlékezni azokról a hibákról is, amelyek a szabadtéri kísérletek szerves tartozékai.

Így mindenekelőtt arra kell rámutatnunk, hogy különösen a kis vízállásváltozással járó kísérleteknél az észlelési szelvény vízállását sok esetben igen lényegesen befolyásolta a csatorna észak-északkelet, dél-délnyugati fő irányába eső, gyakran viharos erejű szél. De ugyanezeknek a kísérleteknek a megbízhatóságát rontotta a csapadékhullás is, amely az olykor 10—20 mm-t is elérő értékével már lényegesen módosíthatta a tározódás folyamatának alakulását.

Mindezeknek a hatásoknak, továbbá az érkezési szelvény rajzoló vízmércéjének működésénél észlelt, s már említett időszakonkénti rendellenességeknek az eredményeként került aztán sor az eredetileg tervezett 15 kísérlet közül egyesek megismétlésére, s így összesen 20 kísérlet lebonyolítására. Ez az oka annak is, hogy — az időrendi sorrendben sorszámozott — I., II., V., VI. és XIV. kísérlet adatait a továbbiakban csak néhány vonatkozásban hasznosíthattuk.

2. *Előkészítő vizsgálatok*

a) Vízhozam-idősorok

Mint ahogy azt a III. fejezet 1. *b)* részében már említettük, a kísérletek értékelése az indulási- és érkezési szelvény vízhozam-idősorának elemzésén alapul. Ezért az észlelési és mérési eredmények birtokában ezek meghatározása volt az első feladat. Ahhoz viszont, hogy a két szóban forgó szelvény vízhozam-idősorát megállapíthassuk, első lépésként a vízállás leolvasások és a rajzoló vízmérce szalagok görbéi alapján meg kellett határozni a mértékadó vízállás-idősorokat. Ezután ki kellett számítani a két műtárgy hitelesítési egyenletét, s a hitelesítési egyenletek és a vízállás idősorok alapján meg kellett állapítani a vízhozamok időbeli alakulását.

*

A mértékadó vízállás-idősorok megszerkesztésénél a következő szempontok játszottak szerepet:

Az indulási szelvényben két-két vízállásleolvasás, illetve zsilipállítás között a differenciál-úszóműves rajzoló vízmérce grafikonjai szerint a nyomóma-

gasság csak kis mértékben, s emellett közel lineárisan változott. Ezért ebben a szelvényben a vízállásoknak a további feldolgozás szempontjából mértékadó értékeként a zsilipkezelők által közvetlenül észlelt alvíz- és felvízmagasságot fogadhattuk el.

Lényegesen bonyolultabb volt a helyzet az érkezési szelvényben. Itt ugyanis — az indulási szelvénnyel ellentétben — az átfolyó vízhozam nagysága kizárólag csak a felvíz magasságától függött. Így a vízállás leolvasás centiméteres pontossága, illetve az ahhoz képest viszonylag kis vízszintingadozások miatt a közvetlen észlelés a vízhozamok alakulásáról csak igen durva képet adhatott. Ezért a feldolgozás szempontjából mértékadó vízállás idősorok meghatározásakor itt feltétlenül figyelembe kellett venni a rajzoló vízmérce szalagok görbéit is. Ezekről ugyanis a vízállást milliméter pontossággal lehetett leolvasni.

Rá kell azonban mutatnunk arra, hogy a rajzoló vízmérce szalagokról leolvasható érték csak a vízállások relatív alakulásáról adhatott hű képet. Következik ez abból, hogy a rajzoló toll beállításakor a vízállást a szokásos módon, vagyis a műszer mellett levő 2 cm osztású lapvízmércén tett leolvasással, azaz becsléssel határozzák meg. Így a műszer által rajzolt görbe minden pontját terheli ennek beállításakor végzett egyszeri vízállás leolvasásának a hibája, ami különösen szembetűnővé válik a szalagcsere vagy a toll áthelyezése alkalmával. Ilyenkor ugyanis a regisztrált vízállás görbéken egy, csaknem törvényszerűen jelentkező, milliméter nagyságrendű, de néha majdnem 1 centimétert is kitevő ugrás keletkezik. Méginkább igaz mindaz, amit e hibaforrásról elmondottunk akkor, ha — mint esetünkben — a rajzoló műszer által regisztrált görbét az észlelések alapján néhol módosítani kell.

Figyelembe véve tehát az elmondottakat az érkezési szelvény mértékadó vízállásidősorának a meghatározásánál a következő eljárást alkalmaztuk:

Alapként elfogadtuk a műszer által rajzolt grafikont, s arról minden kerek órára, továbbá azon időpontokra, amikor a grafikonon töréspont mutatkozott milliméter pontossággal leolvastuk a vízállást. Ezután a tolláthelyezések alkalmával jelentkező ugrásokat egy (értelemszerűen adódó) hosszabb-rövidebb szakaszon kiegyenlítettük, s így a vízállás adatsort kisimítottuk. Ezzel egyidőben elvégeztük az adatok ellenőrzését, vagyis a grafikonról leolvasható értékeknek az észlelt vízállásadatokkal történő egyeztetését is. Végül, ott ahol erre szükség volt, meghatároztuk a javítások mértékét, s mindezek eredményeként a közvetlen észlelésekből egy, azok eredményétől némileg eltérő, s egyúttal megbízhatóbb mértékadó vízállásidősorokat állítottunk elő.

*

A mértékadó vízállásidősorok birtokában a következő lépés a belépési és kilépési szelvényben levő műtárgyak hitelesítési egyenletének az elkészítése volt.

Ennek érdekében az ugyanazon szelvényekben, párhuzamosan végzett mérések alapján először meghatároztuk a sebességmérő műszerek egymással összhangban levő, s így mértékadónak elfogadható hitelesítési egyenleteit, majd ezeket felhasználva magukat a vízhozamokat. A vízhozamok, s a vízhozammérések alkalmával észlelt egyéb jellemző adatok alapján került aztán sor a műtárgyak hitelesítési egyenletének megszerkesztésére, amelyek megbízhatósága a következő adatokkal jellemezhető:

Az indulási szelvényben levő zsilip vízszállítását a hitelesítési egyenlet 56,4 l/s középhibával adja meg, s a hibák nagysága a hitelesítési tartományon

belül, vagyis a kísérletek folyamán adagolt vízhozamok szempontjából független a zsilipnyitás mértékétől és a nyomómagasság nagyságától. Az érkezési szelvényben levő bukó hitelesítési egyenletének megbízhatóságára a 20,7 l/s középhiba a jellemző, s a hibák nagysága itt is független a vízállástól, vagyis esetünkben az átbukási magasság nagyságától.

*

A mértékadó vízállásidősorok és a hitelesítési egyenletek birtokában a két vizsgált szelvény vízhozamának alakulását már könnyen meg lehetett állapítani. Ennek a munkának az eredményeként tehát mindkét szelvényre és minden kísérletre rendelkezésre állt a további feldolgozások szempontjából mértékadónak tekinthető vízhozamidősor.

Az átvonulási elmélet segítségével azonban nem a vízhozamok tényleges értékének, hanem a megelőző permanens állapot vízhozamához viszonyított változásnak az időbeli alakulását határozzuk meg. Ezért az előzőekben már meghatározott mértékadó vízhozamidősorokon még egy további módosítást kellett végrehajtanunk: Az értékelés szempontjait figyelembe véve a vízhozam tényleges, mértékadó értékéből minden kísérletnél külön-külön le kellett vonni a kísérlet előtti permanens állapothoz tartozó vízhozam nagyságát — amelyet viszont a kísérlet megindítását megelőző két kerek óra vízhozamának középértékével azonosítottunk.

Így határoztuk meg mind az érkezési, mind az indulási szelvényre azt a 15—15 „relatív" vízhozam-idősort, melyet a *9—23. ábra* mutat be oly módon, hogy az indulási szelvény relatív vízhozamait a tele, míg az érkezési szelvényét az üres null-körök ábrázolják. A baloldali, a vízhozamváltozás nagyságára vonatkozó léptékek mellett azonban, a jobb áttekinthetőség érdekében az ábrák jobb oldalán feltüntettük a belépő vízhozamok (vagyis az indulási szelvény), illetve a kilépő vízhozamok (vagyis az érkezési szelvény) tényleges értékeit megadó léptékeket is, „*B*", illetve „*K*" jellel ellátva.

*

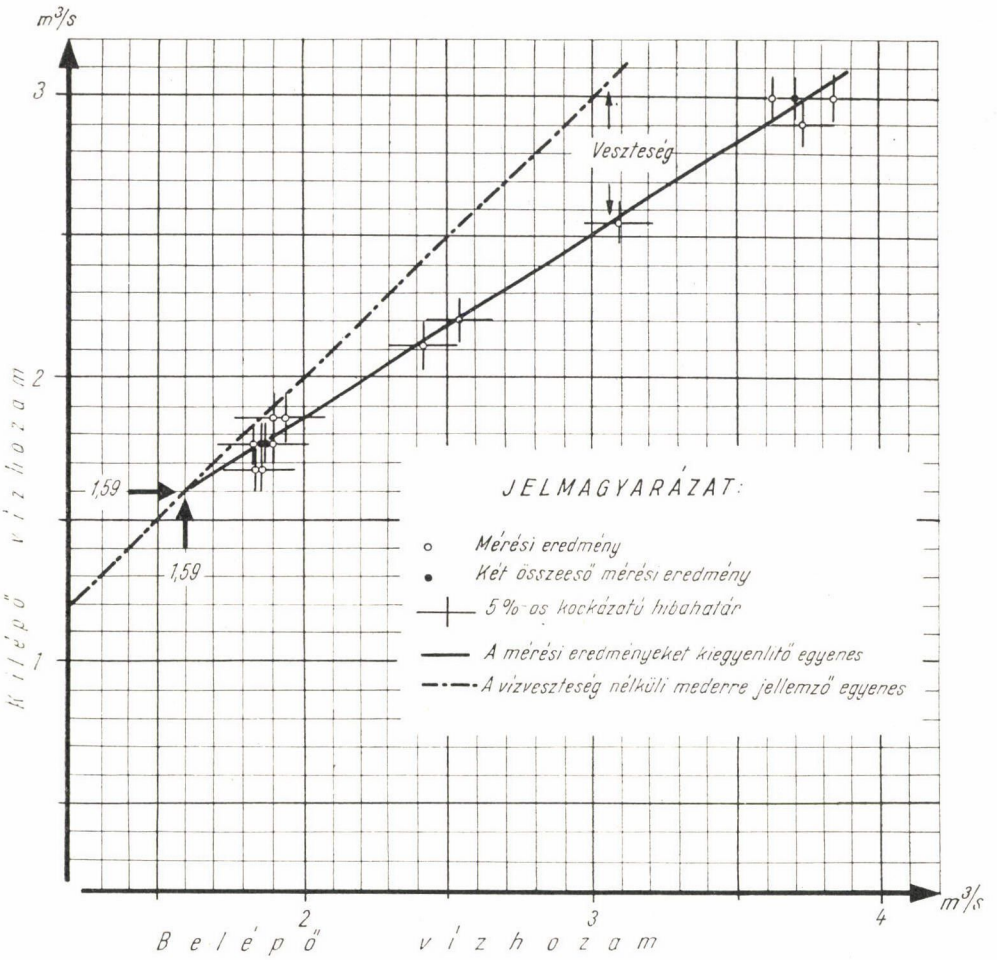
Ezek voltak tehát azok a szempontok, illetve adatok, melyek segítségével az indulási és az érkezési szelvény különböző vízhozamidősorait meghatároztuk.

Külön rá kell azonban mutatni arra, hogy ezeknek az adatsoroknak a megbízhatóságát a műtárgyhitelesítési egyenletek középhibáján kívül még természetesen a vízállásleolvasások, illetve a zsilipbeállítás középhibája is befolyásolta. Ezért a különböző hibaszámításoknál ezek hatását is szem előtt kell tartani.

b) Vízveszteségek

A vízhozamidősorok birtokában a következő lépés a vízveszteséggel kapcsolatos vizsgálatok elvégzése volt, melyet a permanens állapotokra számított tényleges vízhozam adatok elemzése útján kívántuk megoldani. Ezért alapként a kísérletek, vagyis az újabb vízhozamváltozások megindítása előtt egy órával, illetve az utolsó kísérlet befejezésekor észlelt jellemző adatokat (zsilipnyitást, vízállásokat) vettük figyelembe.

Így minden egyes jellemző időpontra, azaz permanens állapotra egy-egy, vagyis összesen 21 adatpárt (belépő-, illetve kilépő vízhozam értéket) kaptunk. Annak érdekében továbbá, hogy ezekből a méréseket terhelő hibákra, s így a vízveszteségek tényleges értékére is következtetni lehessen, számításainkat



6. A kísérleti szakaszon jelentkező vízveszteségek permanens állapot esetén.

kiegészítettük annak az intervallumnak a meghatározásával is, amelyen kívül a tényleges, a mért értéktől nyilvánvalóan különböző vízhozamérték csak 5%-os kockázattal kerülhetett.

Számításaink eredményét a *6. ábra* szemlélteti. Ez a belépő vízhozamok függvényében ábrázolja a kilépő vízhozamokat, s a mérési pontokhoz csatlakozó vonaldarabokkal feltünteti a mérés véletlen-jellegű hibájából adódó 5%-os kockázatú hibatartományokat is.

Nyilvánvaló, hogy ha vízveszteség a vizsgált szakaszon nem lenne, ezek a pontok egy 45°-os egyenes körül szóródnának. Esetünkben azonban ábránk alapján sajnos éppen ennek az ellenkezőjét kell megállapítanunk. A belépő és kilépő vízhozamok különbsége nem tekinthető a mérési hibákból adódó véletlen-jellegű ingadozás eredményének. A szakaszon lényeges vízveszteségek jelentkeznek, amelyek értéke a belépő vízhozam lineáris függvényének tekinthető. Szembeötlő továbbá az is, hogy ez a vízveszteség éppen a kísérleteink során adagolt legkisebb vízhozamok környékén csökken le zérusra *(6. ábra)*. Tehát olyan teltségnél szűnik meg a szivárgás, amely lényegesen nagyobb az előkísérletek [1] során előállított teltségeknél *(2. ábra)*.

Így ez a kísérlet is igazolta azt az előkísérletek eredményeinek feldolgozása során szerzett tapasztalatot, hogy szakaszunkon az akkor megvalósított vízszíningadozási tartományban vízveszteség nem jelentkezhetett.

Más oldalról viszont az a körülmény, hogy a vízveszteség esetünkben már nem hanyagolható el, sajnálatos módon bonyolította az értékelő munkát. Bonyolította azért, mert az elmélet vízveszteség nélküli mederre vonatkozik, s így kísérleteink nem az elméletnek megfelelő ideális állapotra vonatkoztak.

Így annak érdekében, hogy az indulási szelvény árhullámképéből az érkezési szelvény árhullámképét valóban meghatározhassuk, nem elég az átvonulási elmélet egyszerű alkalmazása, szükség van arra is, hogy még valamilyen kiegészítő módszert is kidolgozzunk a vízveszteségek hatásának figyelembevételére. Ez viszont azt jelenti, hogy az érkezési szelvény számított és észlelt árhullámképeinek az összehasonlításakor nemcsak magát az átvonulási elméletet, hanem egyúttal a vízveszteségek figyelembevételére kidolgozott módszert is ellenőrizzük.

Következésképpen, ha kísérleteink értékelése során esetleg negatív eredményre jutottunk volna, az önmagában még nem lett volna döntő az átvonulási elmélet helyességének elbírálásánál, hiszen a balsikert maga az is előidézhette volna, hogy a szivárgási veszteségek hatását helytelenül vettük figyelembe. Ha viszont *elméletünk, s a vízveszteségek figyelembevételére kidolgozott módszer együttes alkalmazásával az indulási szelvény árhullámképéből az érkezési szelvény árhullámképét megbízható módon számítani tudjuk, az nemcsak azt igazolja, hogy az átvonulási elmélet helyes, hanem azt is, hogy az — bizonyos módosításokkal — alkalmas az alapfeltételektől némileg eltérő adottságok melletti, bonyolultabb gyakorlati kérdések megoldására is.*

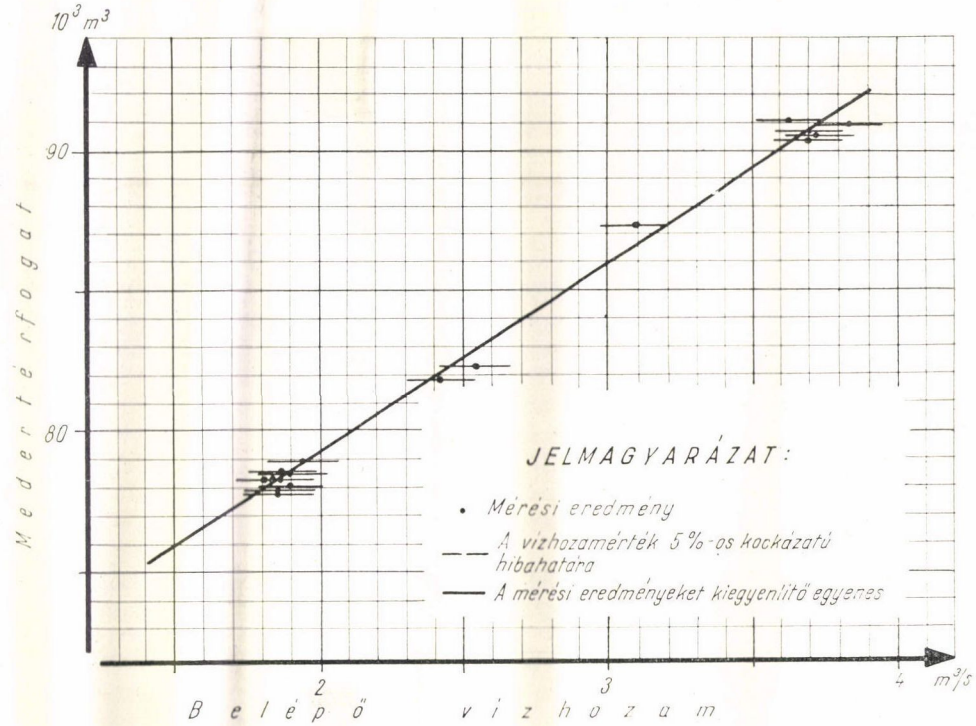
c) Medertározódás

Az átvonulási elmélet alapján végzett árhullámkép transzformáció egyik leglényegesebb alapadata a különböző permanens szintekhez tartozó medertérfogat nagysága.

Ezek meghatározására szolgáltak azok a vízállás leolvasások, amelyekkel a 200 m-enként elhelyezett vízmércék segítségével, összesen 18 alkalommal a permanens szintek beállása utáni vízfelszíneket kívántuk rögzíteni. Azáltal ugyanis, hogy a megelőző mederfelvételek [4] eredményeinek ilyen irányú feldolgozása után a szóban forgó szelvényekre a vízállás és a nedvesített terület közötti grafikus összefüggés rendelkezésre állt, a medertérfogatokat rendkívül egyszerűen meg lehetett határozni. Nem kellett ehhez mást tenni, mint a vízmércéken végzett vízállás leolvasásokat figyelembe véve a grafikonokról a terület nagyságát leolvasni, azt a szelvények közötti távolsággal megszorozni, majd a szorzatokat összeadni.

Kiegészítésül természetesen itt is elvégeztük az 5%-os kockázatú hibatartomány becslését.

Végezetül, tekintettel arra, hogy az árhullámkép transzformáció esetünkben, vagyis áteresztő anyagú medernél is az indulási szelvény vízhozam adatain



7. A belépő vízhozam nagyságával jellemzett permanens szintekhez tartozó medertérfogat.

kell, hogy alapuljon, a számított értékeket — olyan módon, ahogy azt a *6. ábra* szerkesztésekor tettük — a hibatartomány nagyságának feltüntetésével felraktuk a szakaszba belépő permanens vízhozam függvényében.

Az így nyert pontokat a *7. ábra* tünteti fel. Ez alapján pedig nyilvánvaló, hogy *permanens állapot esetén a szakaszba belépő vízhozamok és a hozzájuk tartozó medertérfogatok összefüggése* — legalábbis a kísérletek tartományában — *igen jól közelíthető egy olyan egyenessel, amelynek iránytangense* a II. fejezet 2. *b)* részében bevezetett jelöléshez igazodva

$$C_V = 1{,}86 \text{ óra} .$$

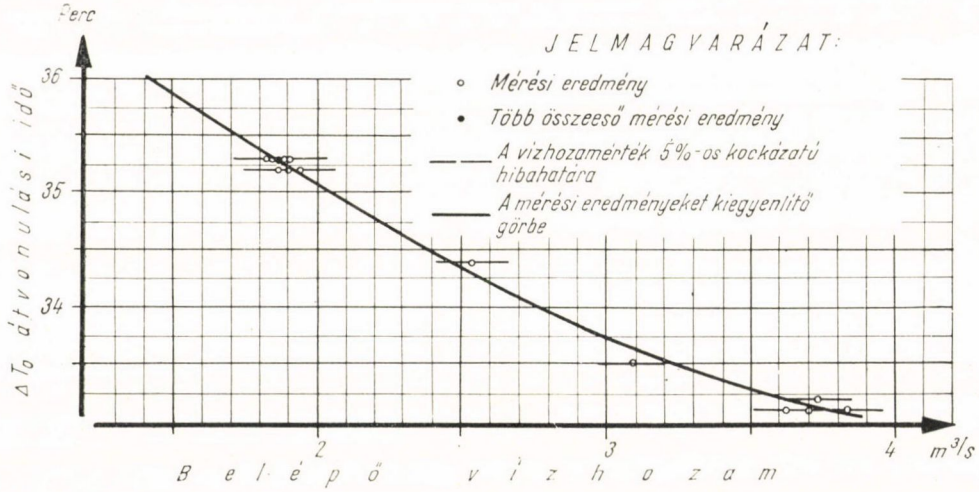
3. A vízhozam-idősorok értékelése

a) A legrövidebb átvonulási idő

A legrövidebb átvonulási idő meghatározására vonatkozó észleléseinket a III. fejezet 1. *c)* részében leírt módon, 18 alkalommal végeztük el. Az értékelő munka során azonban ezek közül hármat ki kellett hagyni, mivel részben a

rajzoló műszer hibája, részben pedig egyéb körülmények miatt a hullámfrontok megérkezését jelző töréspont helyét nem lehetett pontosan meghatározni.

Így a további feldolgozás céljára összesen 15 megfigyelés maradt.



8. A belépő vízhozam nagyságával jellemzett permanens szintekhez tartozó legrövidebb átvonulási idők.

Ezekre az esetekre kellett tehát a hullámfront megérkezésének időpontját a rajzoló vízmérce szalagok alapján percre pontosan meghatározni, illetve a (3) képlet felhasználásával azt ugyanilyen pontosan számítani.

E munkával kapcsolatban a következőket kell megjegyeznünk:

A rajzoló vízmérce szalagokról a kérdéses időpontokat természetesen a kerek órákat jelző szomszédos vonások közötti interpolálással határoztuk meg; s ezeknek, továbbá a kísérletek kezdő pontjának a különbsége adta az észlelt legrövidebb átvonulási időt.

Ami viszont a legrövidebb átvonulási idők számítását illeti, ezeknél a következő (feltétlenül indokolt) közelítéssel éltünk:

A számítások alapjául ez alkalommal is a 200 méterenként rendelkezésre álló szelvények adataiból meghatározható szelvényterületeket, illetve az ezek alapján megállapítható középmélységeket fogadtuk el. Ezek pontos értéke a vízszintrögzítések eredménye alapján ugyanis számítható volt.

A középsebességek megállapításánál jó közelítésként minden alkalommal a vizsgált szakaszba belépő és az onnan kilépő vízhozamok átlagát fogadtuk el kiindulási alapul.

Végül magát a számítást úgy végeztük el, hogy az említett adatok felhasználásával, s a (3) összefüggés segítségével minden szelvényre külön-külön meghatároztuk az elemi magasságú lökéshullám frontjának a sebességét, ezzel kiszámítottuk a 200 m-es szakaszra vonatkoztatott átfutási időt, majd ezeket a rész-időket kísérletként összegeztük.

Mindezek eredményeként rendelkezésre állt tehát az a 15 észlelt és számított átvonulási idő, amelyek alapján el kellett dönteni a (3) összefüggés

alkalmazhatóságát. Hogy ezt megtehessük a következőkben páronként kiszámítottuk a mért és észlelt értékek különbségét, majd azok átlagát és szórását.

A kapott végeredmény szerint a 15 eltérés középértéke +1,36 perc, s azok szórása 3,16 perc.

Ezek alapján pedig már ki lehetett mutatni azt, hogy a mérési eredményekből adódó 0-tól különböző (+1,36 perces) középérték jogosan tekinthető a véletlen-jellegű ingadozás eredményének. Ennek tekinthető azért, mivel a tapasztalt 3,16 perces szórás esetén a 15 eredménypár különbségének átlaga, mint 0 középértékű valószínűsége változó, még mintegy 10%-os valószínűséggel meg is haladhatja az 1,36 perces értéket.

Megállapítható tehát, hogy a mérési eredmények igazolták a (3) összefüggés alkalmazhatóságát.

Nincs tehát semmi akadálya sem annak, hogy az az alapján számított legrövidebb átvonulási időket az előzőekben alkalmazott módszer szerint felrakjuk az indulási szelvényen átvonuló permanens vízhozam függvényében, s a számítást terhelő véletlen-jellegű hibák figyelembevételével megszerkesszük azok kiegyenlítő görbéjét *(8. ábra)*.

Ezek szerint tehát permanens állapotot megbontó hullámok esetén a fővízkivétel vízhozama és a legrövidebb átvonulási idő között egyértelmű függvénykapcsolat van. Azonban ennek ellenére a gyakorlati számításoknál ezt az összefüggést mégsem célszerű figyelembe venni. Nem célszerű azért, mivel a kísérleti tartományban a legrövidebb átvonulási idő változása alig két perc, ami az árhullámkép kialakulása szempontjából mindenképpen elhanyagolhatóan kis idő.

Ilyen körülmények között tehát valóban *indokolt a legrövidebb átvonulási idő változását figyelmen kívül hagyni, s azt egy állandó számmal, a kísérletek idejére vonatkozó ingadozási tartomány középértékével, 34,2 perccel, vagyis 0,570 órával jellemezni.*

b) Az átlagos átvonulási idő

Az eddigi vizsgálatokból kiderült az, hogy a permanens szintekhez tartozó *belépő* vízhozamok és a mederben tározódott vízmennyiség kapcsolata esetünkben egy

$$C_V = T_{kB} = 1{,}86 \text{ óra},$$

iránytangensű egyenessel jellemezhető, s a legrövidebb átvonulási idő igen jó közelítéssel helyettesíthető a

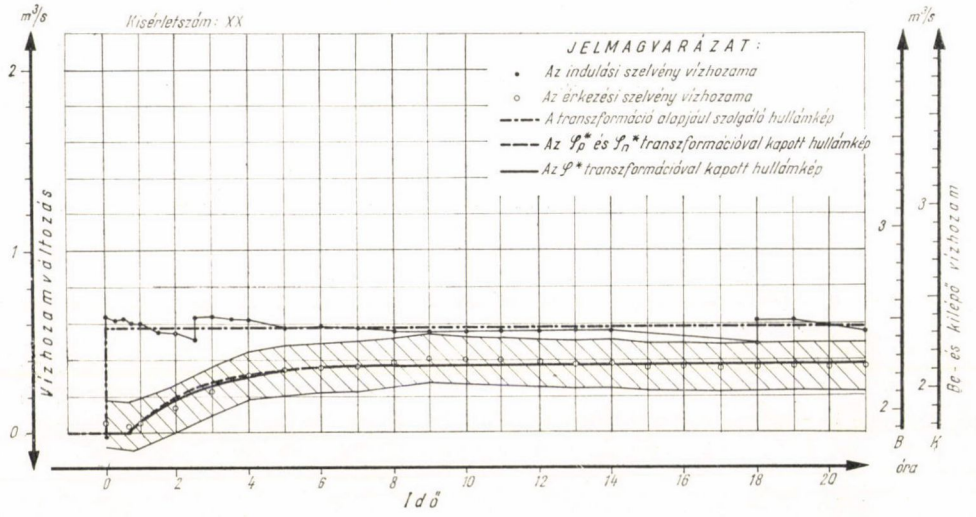
$$C_T = \Delta T_0 = \Delta T = 0{,}57 \text{ óra}$$

értékű állandóval.

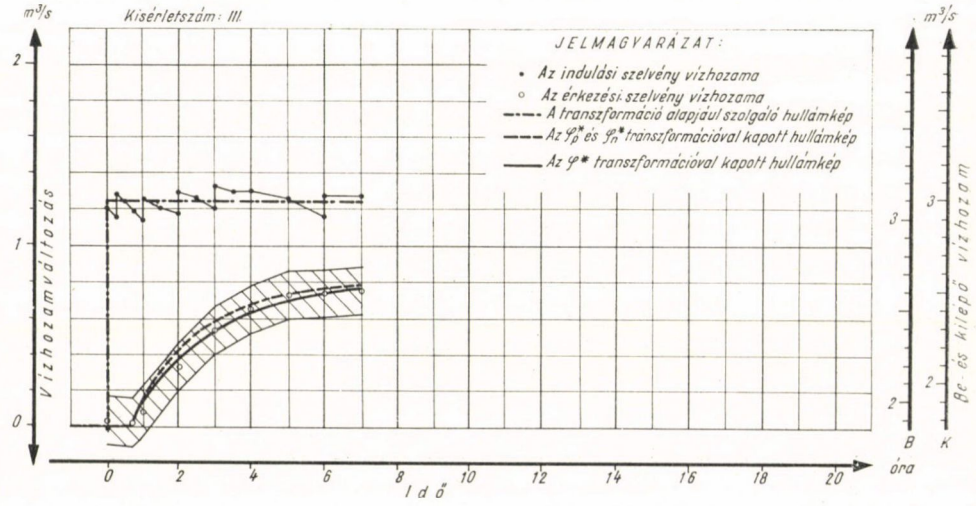
Más szóval kísérleti körülményeink adottsága mellett az $\mathcal{S}$ transzformáció helyett a lényegesen egyszerűbb $\mathcal{S}^*$ transzformációt lehet alkalmazni. Pontosabban, feltétlenül azt lehetne alkalmazni akkor, ha a szakaszon vízveszteségek nem lennének.

A permanens szintek magasságától, s így a permanens vízhozamok nagyságától függően azonban ezek a vízveszteségek igen jelentősek lehetnek. Ennek következtében pedig, mint ahogy arra a II. fejezet 2. *c)* részében már rámutattunk, a belépő vízhozamok és a medertározódás kapcsolatának megfelelő levonulási idők, azaz az átlagos átvonulási idő is meg kell, hogy hosszabbodjék.

Annak megállapítására azonban, hogy a vízzáró mederre vonatkoztatott átlagos átvonulási idő a szivárgás hatására milyen mértékben fog meghosszabbodni, elméletileg megalapozott módszerünk nincs. Elméleti megfontolások alapján ugyanis csak két tény állapítható meg: Az egyik az, hogy az átlagos átvonulási idő meghosszabbodását a szivárgási viszonyok határozzák meg. A másik levonható következtetés pedig az, hogy a vízveszteségek kétségkívül befolyásolják azt az összefüggésünket is, amelyik permanens viszonyok mellett megadja az indulási szelvény vízhozamához tartozó medertározó-



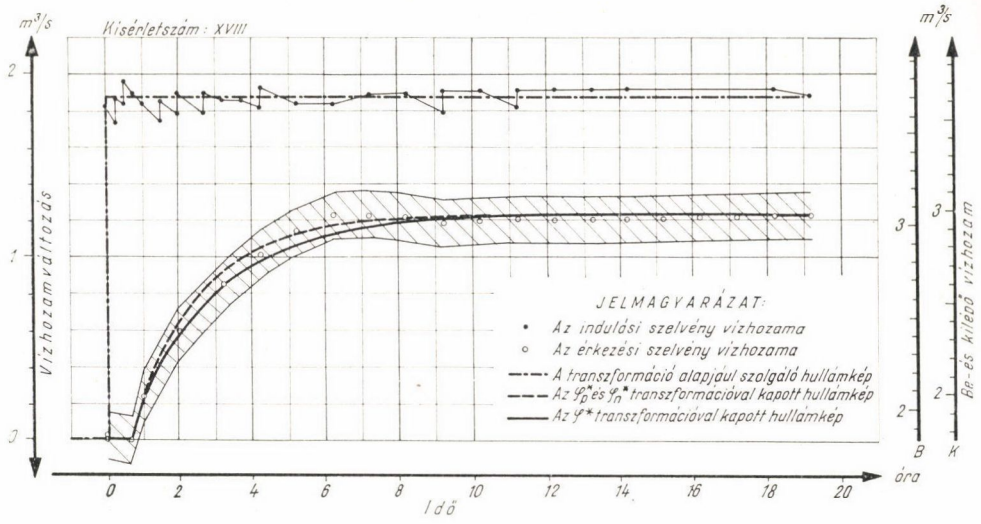
9. A legkisebb egyszerű pozitív hullám.



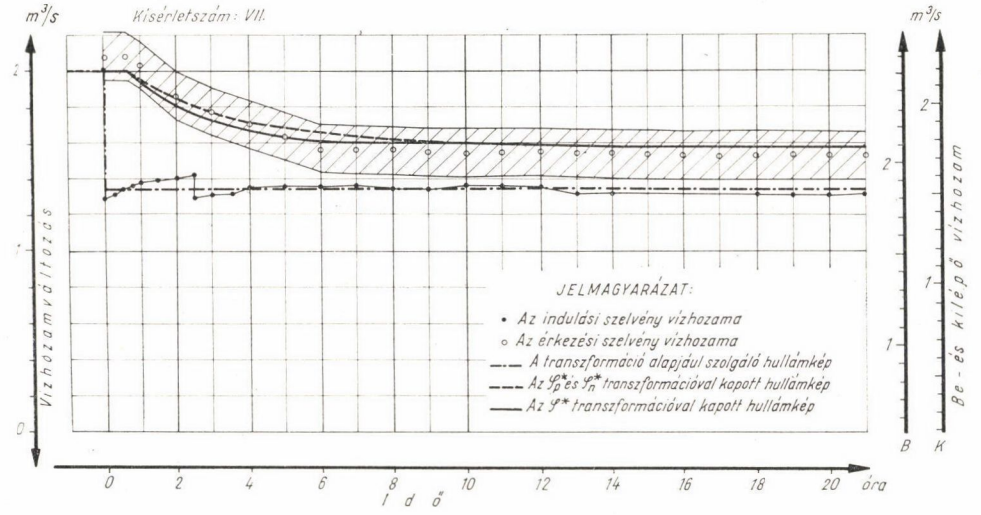
10. A közepes egyszerű pozitív hullám.

dás nagyságát *(7. ábra)*. Befolyásolja a szivárgás a tározódást azért, mivel a nedvesített terület a ténylegesen szállított vízhozamok függvénye, amelyik viszont éppen a vízveszteség miatt lefelé haladva fokozatosan csökken. Így tehát vízzáró meder esetén a szóban forgó szakasz medertározódására a *7. ábrán* látható egyenesnél feltétlenül meredekebben haladó összefüggés lenne a jellemző.

Mindezek a tények azonban még így önmagukban valóban nem elégségesek a tényleges átlagos átvonulási idők kiszámításához. Ezért végül is úgy



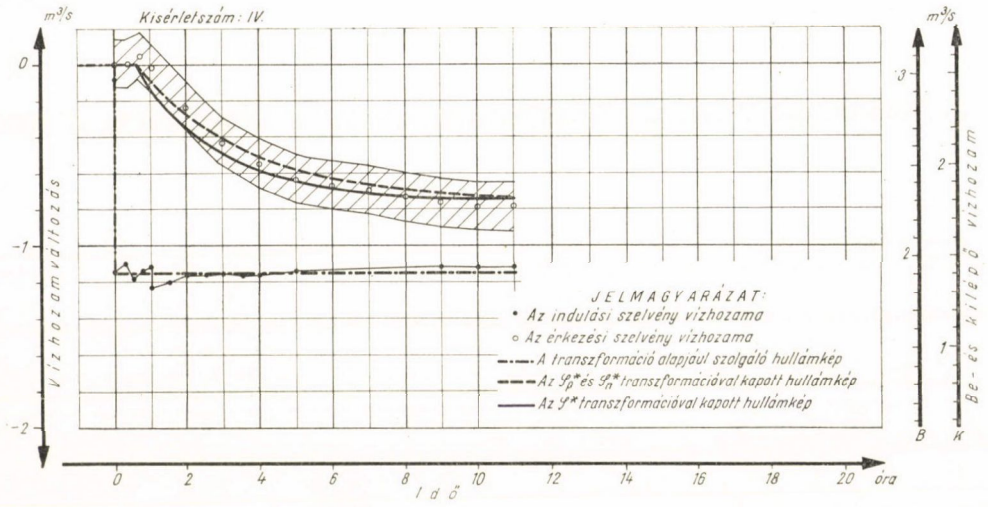
11. A legnagyobb egyszerű pozitív hullám.



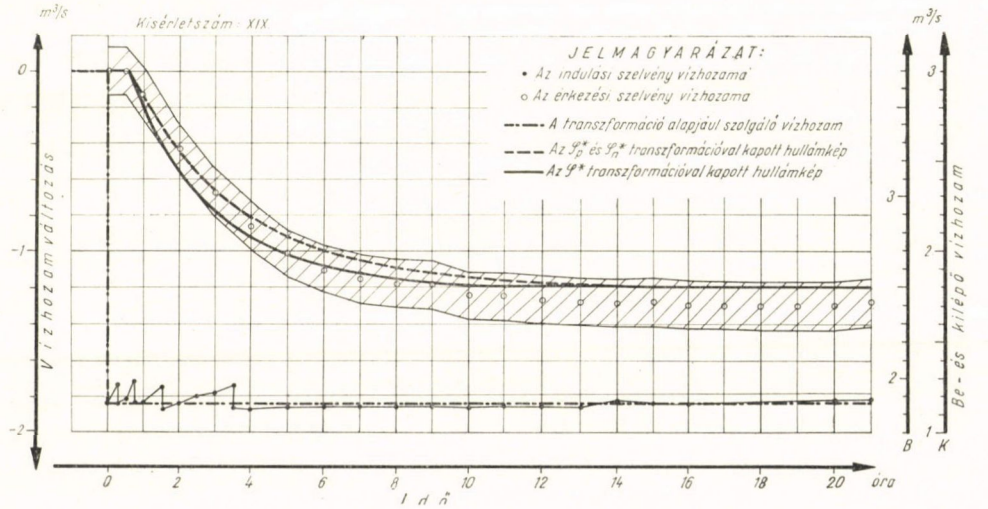
12. A legkisebb egyszerű negatív hullám.

döntöttünk, hogy közvetlenül a kísérletek során lebocsátott egyszerű hullámoknak az adataiból, az érkezési szelvényre rendelkezésre álló relatív vízhozamidősorokból területkiegyenlítéssel kíséreljük meg azok meghatározását.

Az erre vonatkozó vizsgálataink (a relatív vízhozam idősorokat feltüntető *9—14. ábra* sorrendjében) a *2. táblázat*ban összefoglalt eredményekre vezettek, ahol Q_B a kísérletek megindítása előtti permanens állapothoz tartozó belépő vízhozamot, Q_{0B} pedig annak, vagyis az indulási szelvény vízhozamának ugrásszerű megváltozását jelöli.



13. A közepes egyszerű negatív hullám.



14. A legnagyobb egyszerű negatív hullám.

E szerint a páronként jó közelítéssel azonos nagyságúnak tekinthető egyszerű hullámok (a XX. és VII., a III. és IV., illetve a XVIII. és XIX. kísérletek) gyakorlatilag azonos vízhozamtartományban játszódtak le; és mégis,

Az egyszerű hullámok átlagos átvonulási ideje

2. táblázat

Kísérlet szám		XX.	III.	XVIII.	VII.	IV.	XIX.
Q_B	m/s	1,88	1,85	1,83	2,52	3,07	3,70
Q_{0B}		+ 0,58	+ 1,24	+ 1,87	—0,66	—1,16	—1,84
$Q_B + Q_{0B}$		2,46	3,09	3,70	1,86	1,91	1,86
T_k	óra	3,09	*2,41*	*2,47*	3,84	*3,52*	*3,58*

a T_k átlagos átvonulási idők a negatív egyszerű hullámoknál a pozitív egyszerű hullámok átlagos átvonulási idejéhez viszonyítva mintegy egy órával hosszabbra adódtak.

Más oldalról viszont az is szembetűnő, hogy a két-két nagyobb egyszerű hullámnál, azaz a III. és XVIII., illetve a IV. és XIX. kísérletnél a relatív vízhozamidősorból számított átlagos átvonulási idők páronként gyakorlatilag megegyeznek; míg a XX. és VII. kísérletnél, vagyis a legkisebb hullámoknál az átlagos átvonulási időre kapott érték a másik két-két kísérlet eredményétől lényegesen eltér.

Ugyanakkor nyilvánvaló azonban az is, hogy a vízhozam meghatározását terhelő, s a vízhozam nagyságától gyakorlatilag független hibák, a vízállásleolvasás és a hitelesítés hibája miatt éppen ezt a két kísérletet terhelik a viszonylag legnagyobb hibák. Ezért végül is úgy döntöttünk, hogy mértékadónak a két középső és a két legnagyobb egyszerű hullám adatai alapján meghatározott átlagos átvonulási időket fogadjuk el. Így a kapott eredményeket közepelve a további vizsgálatok alapjául pozitív hullámok esetén a

$$T_{kp} = 2{,}44 \text{ órát},$$

negatív hullámok esetén pedig a

$$T_{kn} = 3{,}55 \text{ órát}$$

fogadjuk el, amely két érték a *7. ábra*, vagyis a belépő vízhozamok és a medertérfogatok alapján meghatározott T_{kB} átlagos átvonulási időhöz viszonyítva így alakul:

$$_pT_k = 1{,}31 \cdot T_{kB} \text{ és } T_{kn} = 1{,}91\, T_{kB}. \tag{10}$$

*

Végül, mint figyelemre méltó körülményt megemlítjük azt is, hogy ha a medertározódás figyelembevételével a T_k értékét nem az indulási szelvény, hanem az érkezési szelvény vízhozamadatai alapján számítjuk ki, vagyis a T_{kB} helyett a T_{kK}-t határozzuk meg, úgy a belépő és kilépő permanens vízhozamok lineáris kapcsolata, azaz a

$$\frac{dQ_{0B}(T)}{dQ_{0K}(T)}$$

iránytangens állandósága miatt a *6. ábra* alapján felírható a

$$dQ_{0K}(T) = \frac{dQ_{0B}(T)}{1{,}53} \tag{11}$$

összefüggés, ahonnan

$$T_{kK} = \frac{dV_T}{dQ_{0K}(T)} = 1{,}53\,\frac{dV_T}{dQ_{0B}(T)} = 1{,}53\,T_{kB} = 2{,}85 \text{ óra}; \tag{12}$$

s az *1,53*-as szorzótényező igen közel áll a T_{kp} és T_{kn} értékével kapcsolatban felírt (10) összefüggésben szereplő két arányszám az 1,31 és az 1,91 középértékeként adódó *1,61*-es értékhez.

c) A transzformációk és értékelésük

Az előző vizsgálatok eredményét tehát abban lehet összefoglalni, hogy a kísérletre jellemző körülmények között, permanens állapot esetén a medertározódás nagysága az indulási szelvényen belépő vízhozam lineáris függvénye, s a legrövidebb átvonulási idő igen jó közelítéssel egy állandó számmal jellemezhető. Más szóval ha vízveszteségek nem lennének, úgy az árhullámképek számítása feltétlenül elvégezhető lenne egy egyszerű $\mathcal{S}^*$ transzformáció alkalmazásával.

Láttuk azonban azt is, hogy a vízveszteségek nagysága esetünkben nem hanyagolható el, s emellett az, permanens állapot esetén, az indulási szelvényen belépő vízhozamoktól ugyancsak lineárisan függ.

A vízveszteségek következtében — a permanens állapothoz tartozó, s a belépő vízhozamok és tározódott vízmennyiségek közötti kapcsolatot kifejező egyenes iránytangensével jellemezhető — T_{kB} átlagos átvonulási időhöz viszonyítva a tényleges átlagos átvonulási idő meghosszabbodik. Meghosszabbodik olyan módon, hogy a kísérletek tanulsága szerint a negatív egyszerű hullámok átlagos átvonulási ideje valamivel több, mint egy órával hosszabbra adódik, mint a pozitív egyszerű hullámok átlagos átvonulási ideje ((10) képlet).

De láttuk azt is, hogy ennek a két átlagos átvonulási időnek a közepe, pontosabban annak közelítő értéke meghatározható más úton is. Kiszámítható ez úgy is, hogy a permanens állapotok közötti medertározódás és a vízhozamok közötti összefüggést nem az indulási szelvényen belépő, hanem az érkezési szelvényen kilépő vízhozamok függvényében határozzuk meg, s megállapítjuk az így adódó egyenes T_{kK} iránytangensét.

Tovább menve, nyilvánvaló azonban az is, hogy egy-egy egyszerű hullám levonulásának hatására az érkezési szelvényben bekövetkező legnagyobb vízhozamváltozás nagyságát, a ki- és belépő permanens vízhozamok közötti összefüggést kifejező egyenes, közelebbről a (11) összefüggés határozza meg.

Végül a *9—14. ábrán* bemutatott relatív vízhozamidősorok igen valószínűvé teszik annak a feltevésnek a jogosságát is, hogy az érkezési szelvényben a szivárgási veszteségek ellenére sem változik meg lényegesen az egyszerű hullámok alakja. Így azok esetünkben is leírhatók valamilyen, szerkezetében a (9) összefüggéshez hasonló függvénnyel.

Mindezt figyelembe véve úgy látszott, határozottan van létjogosultsága annak a feltevésnek, hogy a hullámképek esetünkben is számíthatók valamiféle $\mathcal{S}^*$ transzformációval, s ezen az alapon elindulva a transzformációk szabályának rögzítéséhez végül is a következő két út mutatkozott járhatónak:

Az első esetben — kihasználva az $\mathcal{S}^*$ transzformációban rögzitett szuperpozíció elvét — az indulási szelvény vízhozamváltozását szétbonthattuk egy-egy, csak pozitív, illetve csak negatív vízhozamváltozást mutató hullámképre, s a pozitív árhullámképet az

$$\mathcal{S}_p^* = \frac{1}{1{,}53}\int_0^t \left(1 - e^{\frac{t-T}{2{,}44-0{,}57}}\right) \mathrm{d}Q_{0\mathrm{B}}(T) = 0{,}654 \int_0^t \left[1 - e^{-0{,}535\,(t-T)}\right] \mathrm{d}Q_{0\mathrm{B}}(T), \quad (13)$$

míg a negatívokat az

$$\mathcal{S}_n^* = \frac{1}{1{,}53}\int_0^t \left(1 - e^{\frac{t-T}{3{,}55-0{,}57}}\right) \mathrm{d}Q_{0\mathrm{B}}(T) = 0{,}654 \int_0^t \left[1 - e^{-0{,}335\,(t-T)}\right] \mathrm{d}Q_{0\mathrm{B}}(T) \quad (14)$$

transzformációval az érkezési szelvényre átszámítva azok hatását ott összegezhettük.

A második esetben viszont, egyszerűsítésre törekedve, mind a pozitív, mind a negatív hullámokra elfogadhattuk a T_{kp} és T_{kn} középértékéhez közel eső T_{kK} értéket, s így a számítást egyöntetűen az

$$\mathcal{S}^* = \frac{1}{1{,}53}\int_0^t \left[1 - e^{\frac{t-T}{2{,}85-0{,}57}}\right] \mathrm{d}Q_{0\mathrm{B}}(T) = 0{,}654 \int_0^t \left[1 - e^{-0{,}438\,(t-T)}\right] \mathrm{d}Q_{0\mathrm{B}}(T) \quad (15)$$

transzformációval végezhettük el.

Mind a két transzformációnak meg van a maga előnye és hátránya.

Ha az első lehetőséghez igazodunk ((13) és (14) összefüggés) közelebb maradunk a vízhozamok közvetlen megfigyeléséből levezethető adatokhoz; viszont az eljárásnak elméleti hibája az, hogy az indulási szelvényből egyidőben elindított két, azonos nagyságú pozitív és negatív egyszerű hullám nem oltja ki egymást.

Ha viszont a második utat követjük ((15) összefüggés) a transzformáció mindenben kielégíti az elméleti követelményeket, a szükséges paraméterek az áteresztő meder ellenére is minden további nélkül levezethetők a különböző permanens szintekhez tartozó medertérfogatok nagyságának ismeretében; ugyanakkor azonban látszólag kissé eltávolodik a kísérletekből közvetlenül levezethető eredményektől.

Hogy végül is melyik eljárás adja majd a gyakorlatilag megfelelőbb értéket azt csak további részletes vizsgálat döntheti el.

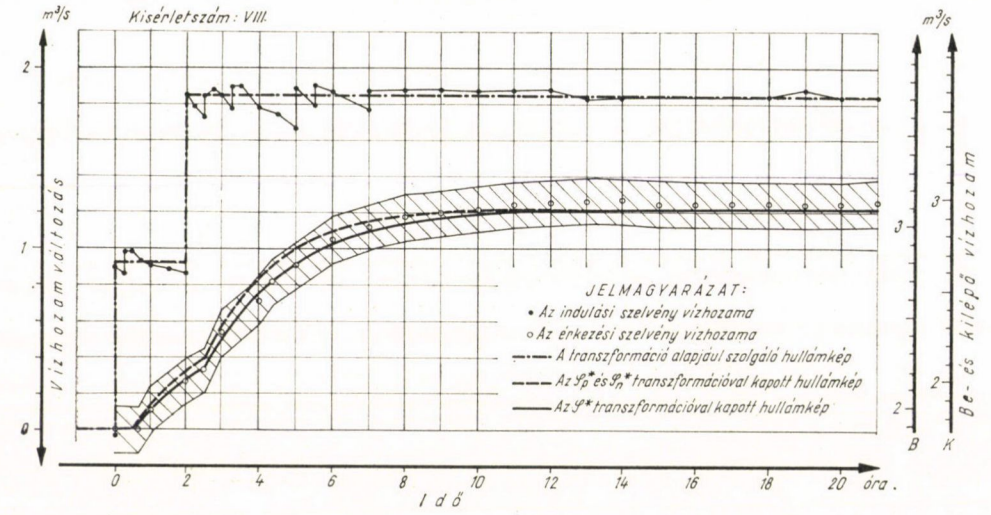
Ezért, első lépésként, az indulási szelvény relatív vízhozam idősoraiból mindegyik szabályozási időszakra meghatároztuk a beállított vízhozamok középértékét. Így határoztuk tehát meg az indulási szelvényre azokat az árhullámképeket, amelyeket a *9—23. ábrán* az eredményvonal jelöl, s amelyeket a továbbiak során — bizonyos egyszerűsítéssel élve — a transzformációk alapjául fogadtunk el.

A transzformációk paramétereinek, s a transzformálandó árhullámképeknek az ismeretében az érkezési szelvény kétféle úton számítható árhullámképeinek a meghatározása már semmiféle nehézséget sem okozott.

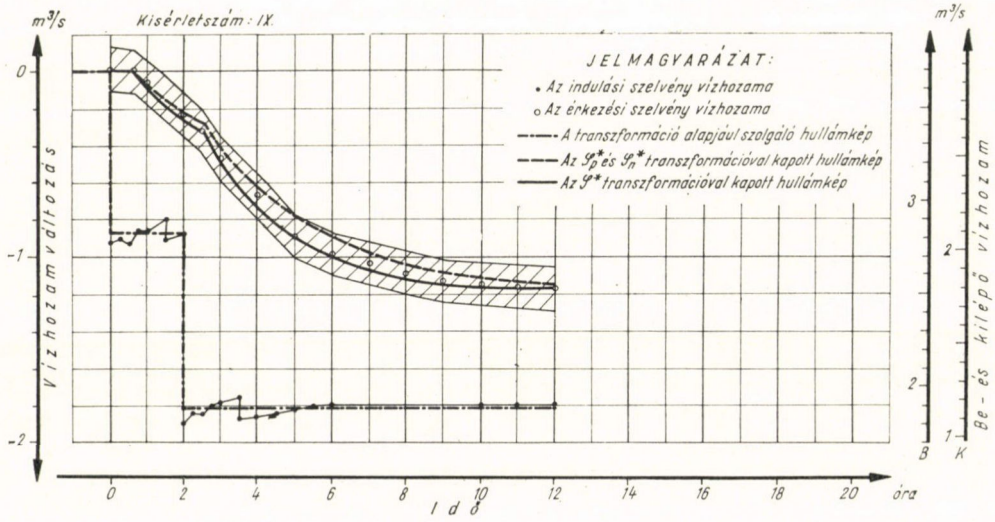
Így nyertük tehát az érkezési szelvényre azokat az árhullámképeket, melyeket a *9—23. ábrán* a vastag szaggatott ((13) és (14) összefüggés), illetve a vastag folytonos vonal ((15) összefüggés) ábrázol.

*

Az érkezési szelvényre kapott kétfajta árhullámkép alapján már az első rátekintésre megállapítható, hogy a görbék jellege mindkét esetben mindenhol



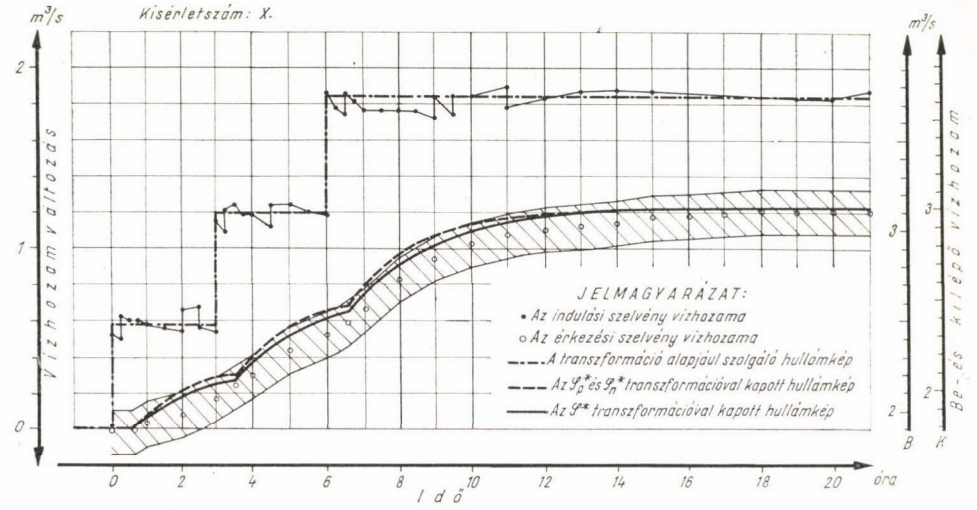
15. Két részből összetett pozitív hullám.



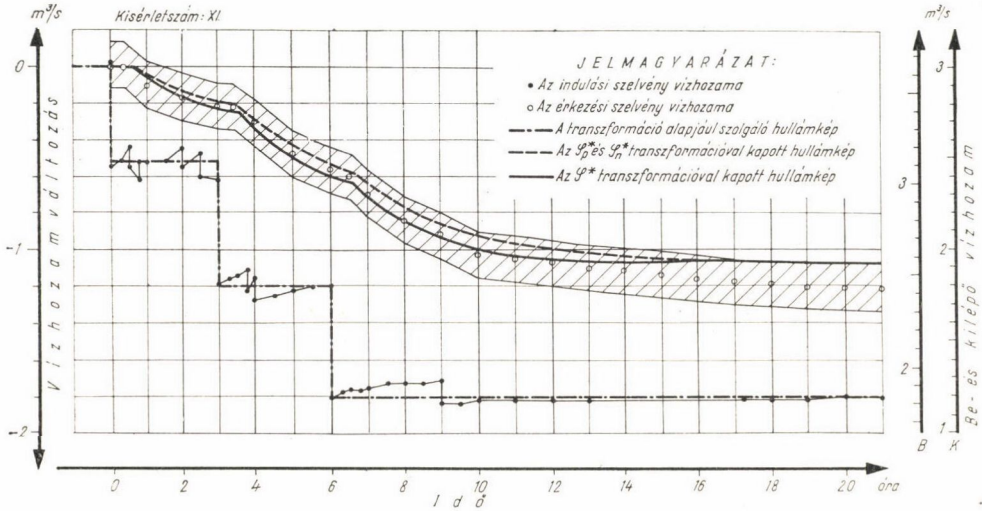
16. Két részből összetett negatív hullám.

jól megegyezik a mérési eredményeket feltüntető üres nullkörökből kirajzolódó árhullámképekkel. Közvetlenül belátható az is, hogy az észlelt és a számított hullámképek közötti eltérés nagysága egyik transzformációnál sem számottevő.

Mindezek ellenére, az itt-ott jelentkező kisebb-nagyobb eltérések megbízható értékelése, a végső következtetések levonása előtt mérlegelnünk kell még azokat a véletlen-jellegű hibákat is, amelyek a mérési eredményeket és a



17. Három részből összetett pozitív hullám.

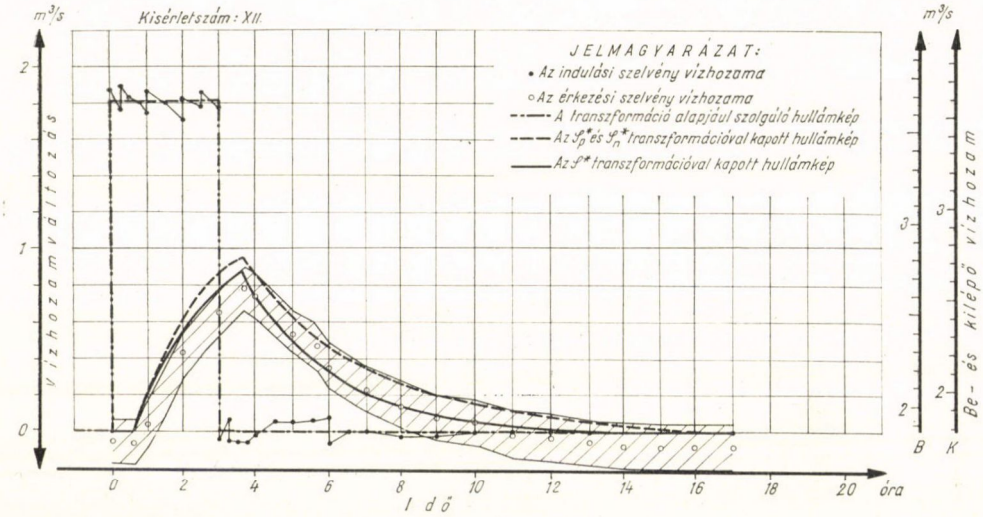


18. Három részből összetett negatív hullám.

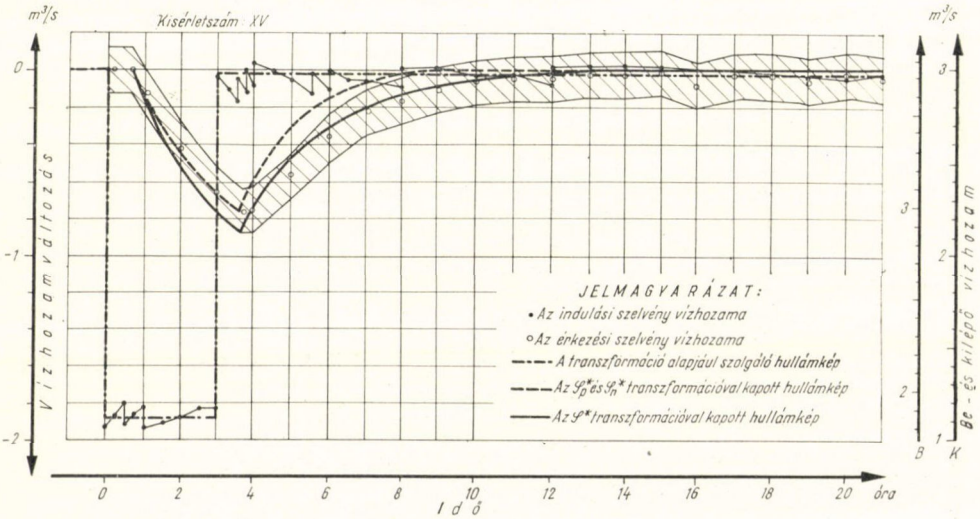
számítási alapadatokat az észlelések, mérések adottságai, illetve a bevezetett különböző közelítések jellege következtében terhelik.

Így figyelemmel kell lenni arra, hogy *az érkezési szelvény mérések és észlelések alapján meghatározott relatív vízhozam idősorát* terheli

1. a rajzoló műszer rajzoló tollának beállításakor elvégzett egyszeri vízállásleolvasás hibája,



19. Egy pozitív és egy negatív egyszerű hullámból összetett vegyes hullám.



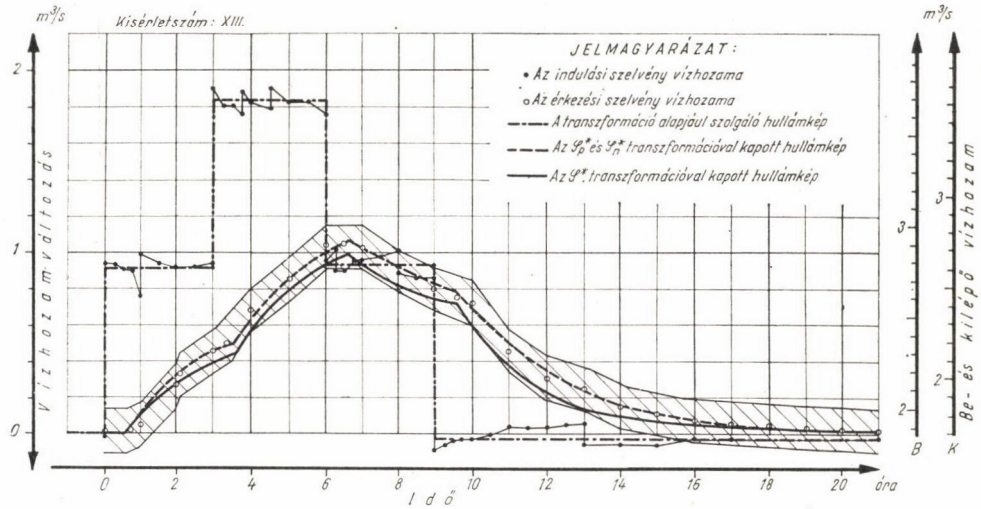
20. Egy negatív és egy pozitív egyszerű hullámból összetett vegyes hullám.

2. a műszer által rajzolt görbe alapján végzett vízállás meghatározás hibája,

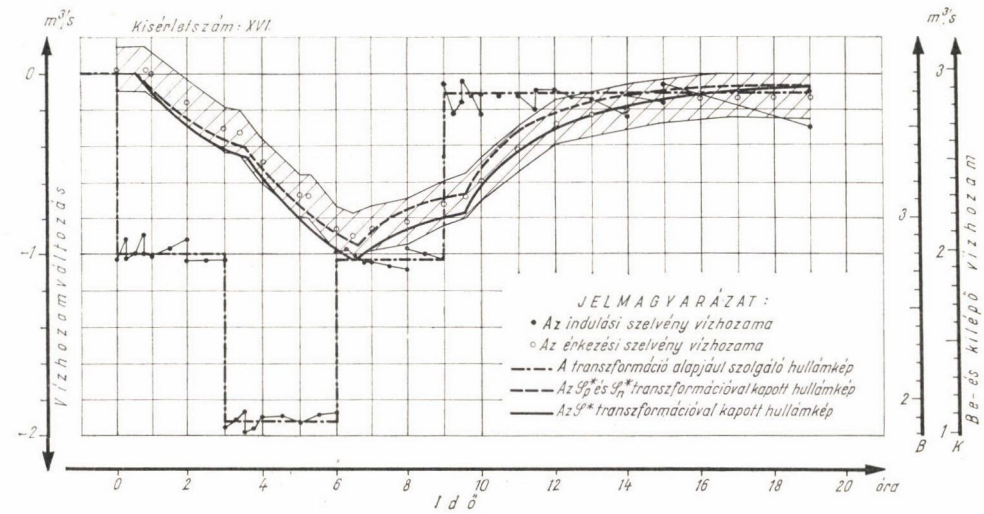
3. az észlelési szelvény bukójának hitelesítési hibája.

4. a relatív vízhozamidősor előállítása érdekében végzett különbségképzéskor belépő hiba.

Más oldalról, *a transzformációk alapadatait tekintve* véletlen-jellegű hibák jelentkeznek



21. Két pozitív és két negatív egyszerű hullámból összetett vegyes hullám.

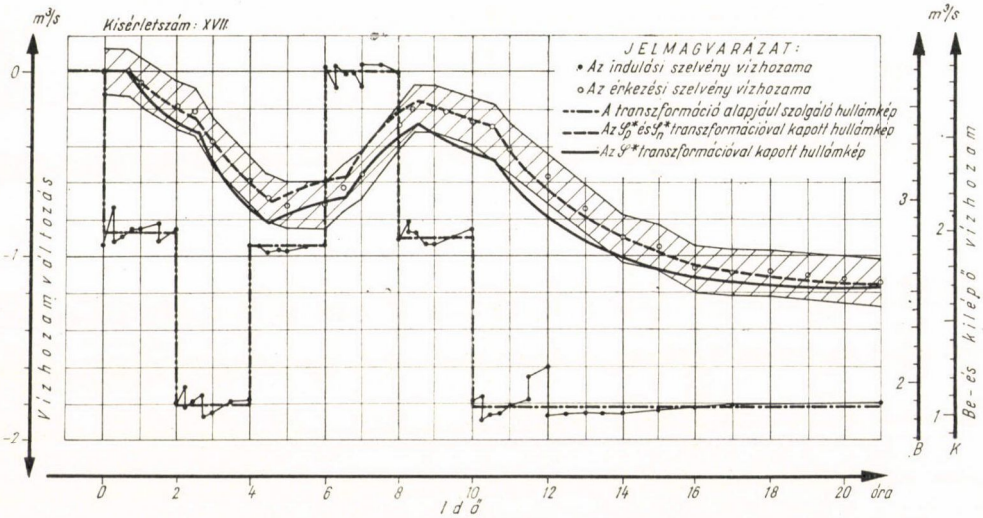


22. Két negatív és két pozitív egyszerű hullámból összetett vegyes hullám.

1. az indulási szelvény vízhozamának meghatározásában (az alvíz és felvíz magasságának és a zsilipnyitás mértékének megállapításában és a hitelesítésben) rejlő bizonytalanságok miatt,

2. a relatív vízhozamidősor előállítása érdekében végzett különbségképzéskor jelentkező véletlen-jellegű eltérések miatt,

3. amiatt, hogy a tényleges relatív vízhozamidősor helyett a számításokat a középértékképzéssel meghatározott, s a kísérleti eredményeket fel-



23. Több negatív és pozitív hullámból összetett vegyes hullám.

tüntető ábrákon eredményvonallal jelölt relatív vízhozamidősor alapján végeztük el, s végül

4. amiatt, hogy a Q_{0B} és a Q_{0K} közötti kapcsolatot rögzítő 0,654-es szorzó tényezőtől, mint átlagos értéktől esetenként az adott kísérlethez tartozó szorzótényező eltérhet.

Az elmondottak alapján tehát nyilvánvaló, hogy feltétlenül a lehetséges hibák alsó korlátját becsültük akkor, amikor csak az érkezési szelvény mérések és észlelések alapján meghatározott idősorát terhelő hibákat vettük figyelembe. A tényleg felmerülő hibák ennél nagyobbak. Ezért, minél megbízhatóbb benyomásokat adó képre törekedve úgy döntöttünk, hogy ez alkalommal nem a mérési eredményeket terhelő, s figyelembe vett hibákból adódó 5%-os kockázatú, hanem az annál valamivel nagyobb 1%-os kockázatú hibahatárokat tüntetjük fel. Ez tehát az a hibatartomány, melyet a *9—23. ábrán* a vonalkázással szemléletesebbé tett sáv jelöl.

Ha már most kísérleti eredményeinket ennek a tartománynak az ismeretében vesszük szemügyre, úgy megállapítható a számítással meghatározott görbék a tizenöt feldolgozott kísérlet közül csak három-három esetben lépnek ki abból. Közelebbről: a számított görbe a (13) és (14) összefüggés, vagyis az $\mathcal{S}_p^*$ és $\mathcal{S}_n^*$ transzformációk alkalmazásakor (vastag szaggatott vonal) a X., XII. és XV. kísérletnél; míg a (15) összefüggés azaz az egyszerűsítéssel levezetett $\mathcal{S}^*$ transzformácó alkalmazásakor (vastag folytonos vonal) a XII., XVI. és XVII. kísérletnél lépte át a bejelölt megbízhatósági határokat.

Figyelemre méltó továbbá az is, hogy a most szóbakerült öt különböző kísérlet közül háromnál, a X., XII. és XV. kísérletnél az eltérések mindenhol az emelkedő ágon mutatkoztak. Így ez a hiba bizonyos mértékig valószínűleg visszavezethető az érkezési szelvény rajzoló vízmércéjénél tapasztalható, s már többször említett rendellenesség hatására.

Akárhogy is áll azonban a helyzet, annyi bizonyos, hogy ebből a minőségi elemzésből még távolról sem tűnik ki egyértelműen a kétfajta transzformáció megbízhatósága közötti különbség. Ezért vizsgálataikat kiterjesztettük az érkezési szelvényre transzformáció segítségével számított és az ott bukó segítségével meghatározott vízhozamértékek közötti eltérés elemzésére. Ennek érdekében minden kísérletre és mindkét transzformációra meghatároztuk ezeknek az eltéréseknek a számtani átlagát, vagyis a transzformáció szabályos hibáját, majd a véletlen-jellegű hibákra jellemző szórás értéket. Végül mindezt kiegészítettük az indulási szelvény vízhozam-beállításának pontosságára jellemző, vagyis az egyes szabályozási időszakok középértéke és a beállított (névleges) vízhozamok közötti különbségből számított szórás-értékek meghatározásával.

Így kaptuk tehát végeredményül azokat az adatokat, amelyeket a *9—23. ábra* sorrendjében rendezett kísérletekre a *3. táblázat* foglal össze. Ennek

A transzformációk megbízhatóságára jellemző

(l/s-ban

Szelvény	Jellemzés		Kísérlet XX	III	XVIII	VII	IV
Érkezési	$\mathscr{S}_p^*$, $\mathscr{S}_n^*$ transzformáció	szabályos hiba	—3	—38	—14	—26	—16
		szórás	23	33	31	43	40
	$\mathscr{S}^*$ transzformáció	szabályos hiba	+1	— 6	+ 8	—23	+26
		szórás	20	29	33	42	48
Indulási	a vízhozam beállítás szórása		27	32	84	26	19

A transzformációk megbízhatóságára jellemző

(mm-ben

Szelvény	Jellemzés		Kísérlet XX	III	XVIII	VII	IV
Érkezési	$\mathscr{S}_p^*$, $\mathscr{S}_n^*$ transzformáció	szabályos hiba	±0	—4	—1	—3	—2
		szórás	2	3	3	4	4
	$\mathscr{S}^*$ transzformáció	szabályos hiba	+0	—1	+1	—2	+3
		szórás	2	3	3	4	5

a táblázatnak különösen az utolsó oszlopa tanulságos, amelyik az egyes kísérletekre vonatkozó jellemző értékek átlagát tartalmazza. E szerint tehát az indulási szelvényben beállított vízhozamoknak a szabályozási időszakok közepes vízhozamára vonatkoztatott 29,5 l/s-os szórása az érkezési szelvényben mind a két fajta transzformáció esetén gyakorlatilag ugyanannyival növekszik meg, s ott 39,3 l/s-os, illetve 39,5 l/s-os értéket vesz fel.

A véletlen-jellegű hibák tehát mind a két fajta transzformációnál ugyanakkorák. Ezzel szemben igen lényeges a különbség a szabályos hibák nagyságában, amely az $\mathscr{S}^*_p$ és $\mathscr{S}^*_n$ transzformáció alkamazásakor átagosan —35,7 l/s-ra, s az egyszerűsítéssel levezetett $\mathscr{S}^*$ transzformációnál csak 4,1 l/s-ra adódott.

Igen kedvező értékek ezek akár az egyik, akár a másik transzformációt is tekintjük, ha meggondoljuk, hogy az indulási szelvényen beadagolt vízhozamok maximuma 3,7 m³/s, s a relatív vízhozamok maximális értéke 1,9 m³/s körül ingadozott! Még inkább érzékelhető mindez akkor, ha a vízhozamban megadott hibákat az érkezési szelvényben levő bukó vízhozamgörbéjének a segítségével vízállásértékekre számítjuk át *(4. táblázat)*. . . Mégis, tagadhatatlan, hogy mindent összevetve a két lehetőség közül az az $\mathscr{S}^*$ transzformáció bizonyult a jobbnak, amely a transzformációhoz szükséges paramétereket közvetlenül a permanens vízhozamokból, s az ahhoz tartozó medertérfogatokból vezette le.

3. táblázat

szabályos hibák és szórások

kifejezve)

s z á m										Átlag
XIX	VIII	IX	X	XI	XII	XV	XIII	XVI	XVII	
—70	—13	—39	—74	—114	—72	—68	— 1	—15	+ 2	—35,7
40	42	31	38	25	68	47	27	60	42	39,3
—37	+31	+22	—39	—51	—14	—48	+48	+49	+84	+ 4,17
63	21	17	54	54	48	28	42	55	39	39,5
20	32	18	23	19	43	36	25	14	24	29,5

4. táblázat

szabályos hibák és szórások

kifejezve)

s z á m										Átlag
XIX	VIII	IX	X	XI	XII	XV	XIII	XVI	XVII	
—8	—1	—4	—8	—8	—12	—8	±0	—2	±0	—4,1
4	4	3	4	4	2	7	3	6	4	3,9
—4	+3	+2	—5	—4	— 5	—1	+5	+5	+9	+0,4
5	2	2	3	5	5	5	4	6	4	3,9

Így tehát amellett, hogy *a kísérleti eredmények mind az egyszerű, mind a különböző összetett hullámok esetére minden kétséget kizáró módon igazolták az átvonulási elmélet alkalmazásának jogosságát*, vizsgálataink még egy további, előre nem látott eredményre is vezettek.

Az indulási és érkezési szelvény összetartozó permanens vízhozamainak, s a permanens szintek alatti medertérfogatoknak a felhasználásával levezetett $\mathscr{S}^*$ transzformáció helyes eredményei ugyanis egyúttal azt is bizonyítják, hogy *az átvonulási elméletet gyümölcsözően lehet hasznosítani a levezetése során tett alap,feltevésektől eltérő, nem vízzáró medrek esetén is.*

IV. Összefoglalás

A felülről vezérelt öntözőcsatorna rendszerek üzemének irányításához vízfolyások vízállásainak, vízhozamainak előrejelzéséhez, a folyami vízerőművek üzemének vizsgálatához és sok más hasonló feladat helyes megoldásához elengedhetetlen az, hogy valamely szelvény árhullámképének, s az az alatti szakasz hidraulikai sajátságainak az ismeretében egy lejjebb levő szelvény árhullámképét ki tudjuk számítani.

Ennek a feladatnak a gyors megoldására dolgoztuk ki korábban az úgynevezett „*átvonulási elmélet*"-ünket [1], amely a két szelvény árhullámképe közötti kapcsolatot egy $\mathscr{S}$ szimbólummal jelölt operátorral fejezi ki.

A jelenlegi tanulmánynak a célja ennek az elméletnek a kísérleti igazolása volt.

A kísérletek során észlelt, illetve mért adatok feldolgozása folyamán kiderült, hogy a kísérleti szakaszon jelentős vízveszteségek lépnek fel, míg az átvonulási elméletben rögzített transzformáció vízzáró mederre vonatkozik.

Ennek ellenére az átvonulási elmélet alkalmazásával és bizonyos módosító tényezők bevezetésével sikerült az operátort úgy átalakítani, hogy annak felhasználásával a felső, úgynevezett „indulási szelvény" árhullámképéből az alsó, „érkezési szelvény" árhullámképét megbízható módon számítani lehetett.

Így kísérleteink nemcsak az átvonulási elmélet igazolására voltak alkalmasak, hanem egyúttal egy olyan módszert kidolgozására is lehetőséget adtak, amely alapján az elméletet a levezetése során feltételezett vízzáró medertől eltérő esetben, áteresztő medernél is alkalmazni lehet.

IRODALOM

1. *Szigyártó Z.:* Vízhozam hullámképek meghatározása valószínűség-elméleti alapon. *Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények*, Budapest, 1965. 3—4. sz. 387—432. o.
2. *Szigyártó Z.:* Vizsgálatok a K. IV. fürt főcsatornáján a vízveszteségek és a mederérdességi viszonyok meghatározására. *Vízügyi Közlemények*, Budapest, 1965. 2. sz. 204—225. o.
3. *Starosolszky Ö.:* Lökéshullámok. *Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények*, Budapest, 1964. 3—4. sz. 569—594. o.
4. *Dohnalik J.:* A K. IV. fürt-főcsatorna mederfelvétele. *Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet.* Összefoglaló jelentés. Témaszám: 7189—1/VII., Budapest, 1963.
5. *Muszkalay L.—Starosolszky Ö.:* Vízhozammérési zsebkönyv. Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet, Utasítások és Szabályzatok I. *Műszaki Könyvkiadó*, Budapest, 1959.

DR. HANKÓ ZOLTÁN

PERIÓDIKUS ÁRVÍZI LENGÉSEK KISESÉSŰ FOLYAMI DUZZASZTÓMŰVEK KÖRNYEZETÉBEN

„Ha vízzel van dolgod, először kísérletezz, azután mérlegelj!"

Leonardo da Vinci

Összefoglalás

Az árhullámok levonulása idejére a duzzasztóművek (árapasztók) mozgó gátszerkezetét felnyitjuk, hogy a víz számára az utat szabaddá tegyük. Többnyílású mű esetében a közbenső pillérek alvízi végéről a *Bénard—Kármán* féle örvénysor válik le. Ha a szabad nyílásban a víz sebessége nem éri el az áramlás és rohanás közti határsebességet, ez a periódikus örvényleválás a pillérek körül pozitív visszacsatolású lengőmozgást indít. Megfelelő geometriai és hidraulikai feltételek esetén a gerjesztő lengés (az örvényleválás) és a visszacsatolt lengés rezonál (az azonos hullámhosszúságú lengések azonos fázisban találkoznak). A rezonancia következtében a lengőmozgás energiatartalma (ezzel együtt a lengés amplitúdója) mindaddig növekszik, míg — az ellenálló erők egyidejű növekedése miatt — a dinamikus egyensúlyi állapot be nem áll.

A közbenső pillérek körül kialakuló lengés nagy energiatartalmú (nagy amplitúdójú) transzlációs hullámokat indít el, amelyek felfelé haladnak. Ezek a hullámok a partokat rongálják. Ugyanakkkor a pillérekről leváló örvénysorok az interferencia következtében az alvízi mederben nem kívánatos kimosások okozói lehetnek.

Ilyen jelenséget figyeltünk meg a VITUKI Hidraulikai Laboratóriumában a II. Tiszai Vízlépcső egyik tervváltozatának kismintavizsgálata során. Az adott geometriai és hidraulikai feltételek a rezonancia esetéhez közel álló lengésjelenséget eredményeztek a duzzasztómű közbenső pillérei körül.

A következőkben a vizsgálatok alapján ismertetjük a lengésjelenség megszüntetésére, illetőleg a még eltűrhető mértékre való csökkentésére kidolgozott javaslatot, amely szélesebb körű alkalmazásra tarthat számot.

1. Bevezetés

A *II. Tiszai Vízlépcső* tervezése során — az *OVF Vízügyi Tervező Vállalat* megbízásából — a *Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet Hidraulikai Laboratóriumában* az 1965. évben megvizsgáltuk az egyik változat árvízi áramlási viszonyait. A több mint 250 millió m^3 hasznos tározótérfogattal rendelkező mű maximális esése csak 11,7 m. A tervezett maximális duzzasztási szint alig haladja meg az eddig előfordult legmagasabb árvíz szintjét, ezért árvízkor a duzzasztómű mozgó gátszerkezetét fel kell emelni, a nyílásokat teljesen szabaddá kell tenni.

Tájékoztatásul megemlítjük, hogy a 10% valószínűségi árvízi hozam 2565 m^3/s, az 1% valószínűségű árvízi hozam pedig 3940 m^3/s, ami kb. megegyezik az eddig előfordult legnagyobb árvíz hozamával. Az eddig előfordult legkisebb vízhozam 56 m^3/s, tehát a folyó meglehetősen szélsőséges vízjárású. A közepes vízhozam kb. 800 m^3/s. A partokkal színelő vízhozam 1100—1200 m^3/s, tehát már viszonylag kis vízhozamú árvíz elönti a hullámteret.

A *Vízlépcső* főműve egy kis teljesítményű vízerőtelepből (max. 25. MW), egy alig kiemelt küszöbű 5×24 m nyílású, mozgó gátszerkezettel elzárt duz-

zasztóműből és egy 1350 t-ás hajók átzsilipelésére alkalmas 12×85 m² hasznos alapterületű hajózsilipből áll. Az árvíz leeresztésében résztvesz a hullámtéren elhelyezett 12×15 m nyílású árvízleeresztő is.

2. A laboratóriumi kismintavizsgálat során megfigyelt lengésjelenség

A tervezett változat áramlási viszonyait egy 1 : 75 méretarányú kismintán vizsgáltuk. Az árvízleeresztés során vizsgált majdnem minden üzemállapotban a *főműven* — a teljesen vagy részlegesen felnyitott duzzasztón — *átáramló víztest lengésbe jött.*

A lengés függőleges amplitúdóját a duzzasztómű pillérein a betétgerenda felvízi hornyánál mértük. Az 1 : 75 méretarányú modellben a függőleges amplitúdó kétszeres mértéke (a legmagasabb és a legmélyebb pont közötti különbség) az üzemállapottól függően 1—2 cm között ingadozott. Ez a természetes méretre átszámítva 75—150 cm-nek felel meg. Pl. a 3940 m³/s vízhozamú, kb. 1% valószínűségű árvíz esetében, a vízerőtelep és a duzzasztómű 3. nyílásának zárt állapota mellett, az alábbi lengés jellemzőket észleltük a modellben: az amplitúdó kétszerese az 1. és 5. nyílásban 3—5 mm, a 2. és 4. nyílásban 6—10 mm, a lengés frekvenciája minden nyílásban 42/perc. A fenti adatok a Froude-féle modelltörvény szerint a természetes méretre átszámítva: 20—40 cm, ill. 40—80 cm, továbbá kb. 4,8/perc.

A duzzasztóműtől felvíz felé is ilyen amplitúdójú *hullámok indultak el.* Ezeknek a hullámoknak az amplitúdója a hullám energiatartalmának csökkenésével csökken, hullámhosszuk pedig a terjedási sebesség függvényében változik.

A duzzasztómű pilléreinek *alvízi oldalán* megfigyelhető a *Bénárd—Kármán-féle leváló örvénysor.*

A szilárd test — jelen esetben a pillér — végén kialakuló örvényt a külső áramlás nem permanens módon — periódikusan — öblíti le. Az örvény egyszer a szilárd test egyik oldaláról, fél periódussal később a másik oldaláról válik le, szakad le. Az ellenkező oldalon az áramlási vonalak rátapadnak a szilárd felületre.

A levált örvények haladási sebessége kisebb, mint a zavartalan áramlás sebessége. Az örvénysor lefelé haladva szét is nyílik, az örvények intenzitása (perdülete) a viszkózus folyadék fékező hatása következtében csökken, energiájuk fokozatosan hővé alakul át, végül teljesen elenyésznek.

A leírt lengésjelenség a modellben bármelyik vizsgálat megindításakor igen kismértékű volt, majd az idő múltával fokozatosan erősödött. Másfél-két óra elteltével beállt a dinamikus egyensúlyi állapot, amely azután a továbbiakban nem változott, sem nem erősödött, sem nem gyengült, a folyamat periódikussá vált. Ez *pozitív visszacsatolású, a teljes rezonancia állapothoz igen közel álló lengésfolyamat*ra mutat.

Kérdés, hogy mi a gerjesztő rezgés, milyen úton alakul ki a pozitív visszacsatolás, és vajon a rezonancia feltétele hogyan elégül ki?

3. A lengés-jelenség kialakulásának feltételei

3.1. A gerjesztés

Áramlási (aerodinamikai) vizsgálatokból ismeretes, hogy áramló közegbe helyezett, nem áramvonalas kialakítású szilárd testekről az áramlási vonalak leválnak, ha a mozgás turbulens. A leváló áramlási vonal és a szilárd test fala között örvénytér alakul ki. Az örvénytér instabil állapotú, és még elvileg tökéletesen szimmetrikus áramlásban is igen csekély külső impulzus (vagy aszimmetria) elégséges ahhoz, hogy az instabil örvénytér stabil formáció felé törekedjék. Stabil formáció viszont csak leváló örvénysor esetén alakul ki. Ezt *Kármán* — elméleti megfontolások alapján — már 1911—12-ben megállapította (1). A leváló örvénysor örvényei periódikusan, egyszer a szilárd test egyik, másszor a másik oldalán válnak le.

Elméleti és kísérleti vizsgálatok egyaránt azt mutatták, hogy *az örvénysor leválása periódikus. C. Gottardelli* (2), a padovai egyetemen végzett vizsgálatai alapján azt találta, hogy a v sebességű áramlásba helyezett b átmérőjű hengerről leváló örvénysor frekvenciája (f_K):

$$\boxed{f_K = S\frac{v}{b}, \text{ azaz } S = \frac{f_K\, b}{v}},$$

ahol S — a *Strouhal*-féle szám (méretnélküli).

Vizsgálatai szerint a *Strouhal*-féle szám értéke a *Reynolds*-féle szám függvénye:

$$\boxed{Re = \frac{v\, b}{\nu}},$$

ahol a fenti jelöléseken felül ν — az áramló közeg kinematikai viszkozitása. Megállapítása szerint $Re = 60$ esetén $S = 0{,}14$ és $Re = 1000$-nél $S = 0{,}21$.

Rayleigh Dupin (3), *Crausse* (4), továbbá *Relf* és *Simmons* (5) vizsgálatait is felhasználva az $1500 \leq Re \leq 200\,000$ tartományra egy empirikus függvényt határozott meg:

$$\boxed{S = 0{,}195\,(1 - 20{,}1/Re)}.$$

Vizsgálatai szerint, ha $Re > 200\,000$ a *Strouhal*-féle szám állandónak tekinthető, éspedig:

$$S \approx 0{,}2.$$

Esetünkben a henger átmérőjét és a pillér vastagságát azonosnak véve (egyik közelítés), továbbá az áramlás sebességét a duzzasztómű nyílásain átáramló víz középsebességével helyettesítve (másik közelítés), számíthatjuk a *Reynolds*-féle számot. Ennek ismeretében meghatározhatjuk a *Strouhal*-féle számot, majd ebből a *Kármán*-féle leváló örvénysor frekvenciáját. *Ez a gerjesztő rezgés rezgésszáma.*

Példaképpen válasszuk ki vizsgálataink közül a 2565 m³/s vízhozamú, 10% valószínűségű árvíz esetét, amikor a duzzasztómű öt nyílása volt csak felnyitva, a többi műtárgyrész pedig zárva volt.

Ebben az esetben — laboratóriumi méréseink szerint — a duzzasztómű nyílásaiban az átlagos vízmélység $m = 10{,}7$ m (a kismintában mért, a természetes méretre átszámított érték). A pillérek alvízi vastagsága: $b = 5{,}5$ m. A középsebesség a duzzasztómű nyílásaiban:

$$v = 2565 \cdot (5.10{,}7.24)^{-1} = 2 \text{ m/s}.$$

Az ebből számítható *Reynolds*-féle szám:

$$Re = 2.5{,}5\,(1.10^{-6})^{-1} = 1{,}1.10^{7}.$$

Mivel $Re > 2.10^5$, tehát $S \approx 0{,}2$ és ebből a frekvencia:

$$f_K = 0{,}2.2.5{,}5^{-1} = 0{,}0728/\text{s} = 4{,}36/\text{perc}.$$

Ez az érték az előző fejezetben említett 4,8/perc értékhez igen közel áll, s jó megegyezésnek tekinthetjük, ha figyelembe vesszük az üzemállapotbeli különbséget.

3.2. A visszacsatolás és a rezonancia

A *visszacsatolás* lehetőségét és folyamatát vizsgálva helyettesítsük a *Kármán*-féle leváló örvénysort egy, a pillér alvízi végén — hajókormányszerűen — felerősített, függőleges tengely körül elforgatható lappal. Alapállásban (a folyamat megindulásakor) nincs leváló örvény, ennek megfelel az elforgatható lap tengelyszimmetrikus állása.

A periódus első negyedében leválik az örvény a pillér jobb oldalán. Ezzel a jobbra eső nyílásban kontrakció növekedést okoz (elsősorban a pillér mellett), a nyílás vízszállítása csökken. Ez egy pozitív „lökéshullámot" indít el a pillér mellett a felvíz felé, ha a szabad nyílásban áramló víz sebessége nem éri el az áramlás-rohanás határsebességét. (Ennek az állapotnak megfelel az elforgatható lap jobbra kifordított helyzete.)

A pillér melletti vízszintemelkedés energiatartalom növekedést eredményez, amely az áramlási vonalakat visszasimítja a fal mellé (a lap visszabillen középállásba). Ez a periódus második negyede.

A folyamat azonban nem áll meg a szimmetrikus középállásnál, tehetetlensége (az örvénytér instabilitása) tovább lendíti. Az örvény leválik bal oldalt (a lap kilendül balra). Ez a periódus harmadik negyede. A pillér bal oldalán megindul ugyanaz a folyamat, mint ami az első negyedben a jobb oldalon zajlott le.

Majd a negyedik negyed végére újra szimmetrikus a jelenség (alapállás), s a folyamat kezdődik előlről.

Az első—második negyedben a pillér jobb oldalán keltett pozitív „lökéshullám" a pillér mellett a felvíz felé halad a hullám terjedési sebességével. A vízmozgással ellentett értelemben haladó hullám abszolút terjedési sebessége:

$$V_{Pf} = \sqrt{g\,m} - v.$$

Ha a pillér hossza: l_P, akkor a pillér csúcsáig terjedő úthossz megtételéhez szükséges idő:

$$t_f = l_P / V_{Pf} = l_P(\sqrt{g\,m} - v)^{-1}.$$

Ugyanez a hullám a pillér másik oldalán már a vízmozgással egyező értelemben halad, azaz a lefelé haladás sebessége:

$$V_{Pl} = \sqrt{g\,m} + v,$$

és az út megtételéhez szükséges idő:

$$t_1 = l_P / V_{P1} = l_P(\sqrt{g\,m} + v)^{-1}.$$

A pozitív visszacsatolás teljes rezonancia feltétele, hogy a pillért körüljáró hullám maximuma akkor érkezzék a pillér másik oldalára, amikor a gerjesztő rezgés ott éppen maximumot kelt.

Tekintettel arra, hogy a pillért körüljáró hullám időszükséglete $(t_f + t_1)$, a pillér körüli lengés periódusának a fele, meghatározható a pillér körüli lengés frekvenciája (f_P) is:

$$f_P = \frac{1}{2(t_f + t_1)}.$$

Az értékeket behelyettesítve és az egyenletet rendezve:

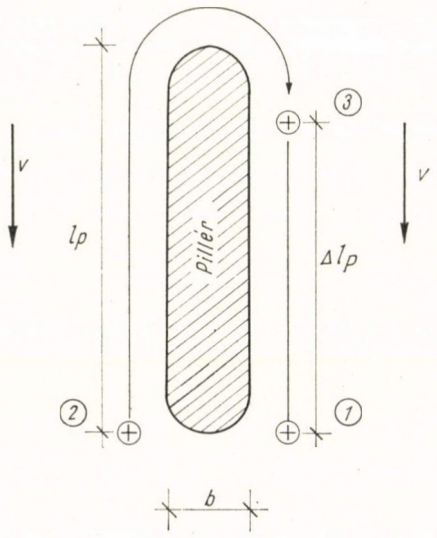
$$\boxed{f_P = \frac{\sqrt{g\,m}}{4\,l_P}(1 - Fr)},$$

ahol $Fr = \dfrac{v^2}{g\,m}$ — a *Froude*-féle szám.

Az előbbi példa adatait felhasználva, és figyelembe véve, hogy a pillér hossza $l_P = 36{,}7$ m, a pillér körüli lengés frekvenciája:

$$f_P = \frac{\sqrt{9{,}81 \cdot 10{,}7}}{4 \cdot 36{,}7}\left(1 - \frac{2^2}{9{,}81 \cdot 10{,}7}\right) = 0{,}0672/\mathrm{s} = 4{,}03/\mathrm{perc}.$$

Egybevetve a pillér körüli lengés és a gerjesztő rezgés rezgésszámát megállapítható, hogy az előbbi kb. 7,5%-kal kisebb, mint az utóbbi. Mivel mind a gerjesztő, mind a gerjesztett rezgés frekvenciájának (rezgésszámának) meghatározásánál közelítéssel éltünk, *a rezonancia lehetőségével számolnunk kell.*



1. ábra. A hullám interferencia helyszínrajzi vázlata

A tiszta rezonancia esetét feltételezve a hullámok interferenciája teljes erősítést jelent, mert azonos fázisban találkozó azonos frekvenciájú hullámok interferenciájáról van szó, amelyek egymáshoz képest fél periódussal eltolt időpontban keletkeznek. Esetünkben az amplitudó is azonos, mert elhanyagoltuk az energiaveszteséget.

Az *1. ábrán* az interferencia jelenség helyszínrajzi vázlatát tüntettük fel. A hullámok interferenciájával előálló jelenséget néhány pontban a *2. ábrán* ábrázoltuk (a már ismertetett közelítéseken kívül szinuszos összefüggést is feltételezve).

Az *A* jelű görbe ábrázolja a pillér baloldalán az *1* számmal jelzett pontban a gerjesztő rezgés hatására kialakult vízállás idősort. (A periódus ideje: $T = 1/f$.) A *B* jelű görbe ennek megfelelője a pillér jobb oldalán a *2* számmal jelzett pontban (fél periódussal eltolva). A *C* jelű görbe tiszta rezonancia esetén ábrázolja az *1* pontban keltett és a *2* pontból érkező hullámok egymást erősítő interferenciáját, a különböző — már említett — közelítések mellett (a fázis azonos, az amplitúdó kétszeres).

Az előző fejezetben említettük, hogy a modellben a lengés amplitúdóját és frekvenciáját a felső betétgerenda hornyánál észleltük. Ennek helye a pillér alvízi végétől $\Delta l_P = 0{,}9\, l_P$ távolságra van (1. ábra, *3* jelű pontja). Kérdés, hogy ebben a pontban a hullámok interferenciája milyen amplitúdót eredményez (az elhanyagolások mellett).

Az *1* pontban keltett hullámnak a *3* pontba való megérkezéséhez szükséges t_{1-3} idő a közelítések figyelembevételével levezethető. Az eredmény (a periódus idő függvényében):

$$\frac{t_{1-3}}{T} = \frac{\Delta l_P}{4\, l_P}\left(1 + \sqrt{Fr}\right).$$

A *2* pontban keltett hullámnak több időre van szüksége, hogy a *3* pontba elérkezzék. A közelítések mellett az időszükséglet:

$$\frac{t_{2-3}}{T} = \frac{1}{2} - \frac{\Delta l_P}{4\, l_P}\left(1 - \sqrt{Fr}\right).$$

A *2* pontból elinduló hullám azzal az *1* pontból induló hullámmal találkozik a *3* pontban, amelyik $(t_{2-3} - t_{1-3})$ idővel előbb indult el.

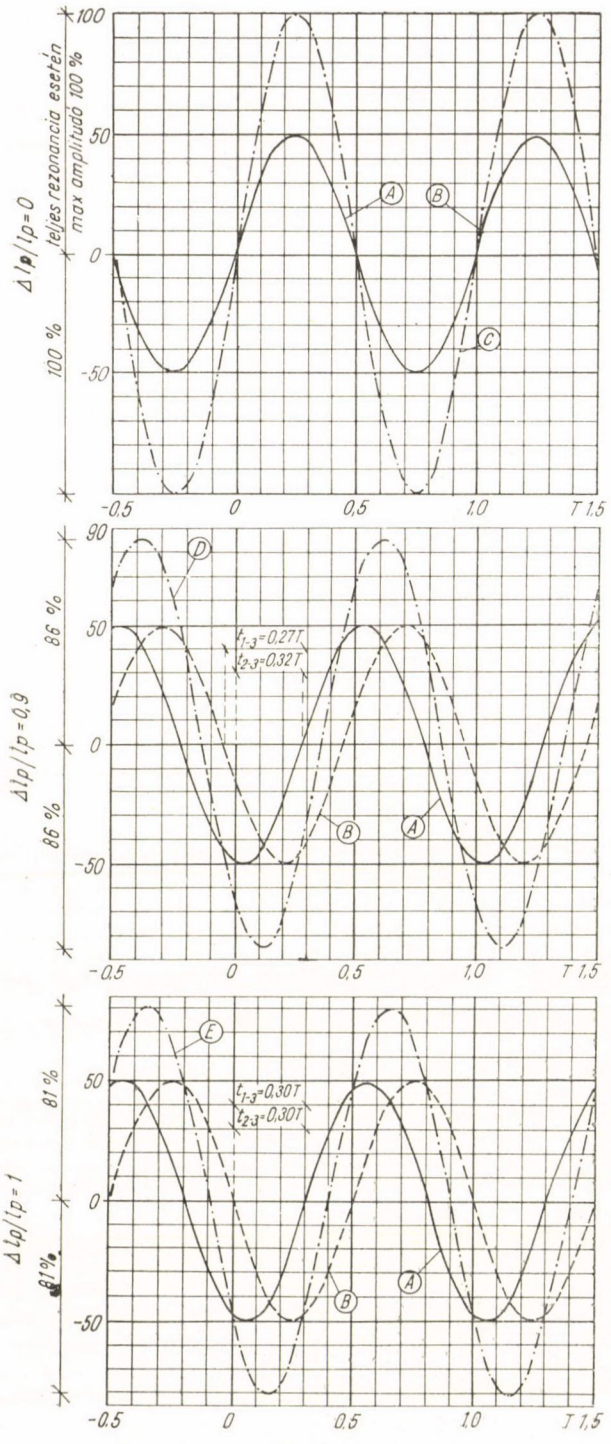
A $\Delta l_P/l_P = 0{,}9$ (felső betétgerenda hornya) helyen kialakuló vízállás idősort ábrázolja a 2. ábra *D* görbéje (az amplitúdó az alaphullám amplitúdójának 1,72-szerese).

A $\Delta l_P/l_P = 1$ (a pillér csúcsa) helyen kialakuló vízállás idősort ábrázolja az *E* görbe (az amplitúdó az alaphullám amplitúdójának 1,62-szerese).

Az interferencia következtében a hullám amplitúdója legnagyobb a pillér alsó végénél és legkisebb a pillér csúcsánál. (A számértékeket elhanyagolásokkal határoztuk meg.)

A pozitív visszacsatolás miatt egyazon pontban a hullám amplitúdója egyre növekszik, mindaddig, míg az általunk figyelembe nem vett *ellenálló erők és a ható erők dinamikus egyensúlyba nem kerülnek.* A dinamikus egyensúlyi állapot beállta utáni esetre vonatkoznak azok a méréseink, amelyeket a *2.* fejezetben ismertettünk.

2. ábra. A hullámok interferenciája



3.3. A felvízi transzlációs hullám kialakulása és a leváló örvénysorok interferenciája

Vizsgálataink szerint a pillérektől a *felvíz felé transzlációs hullámok* (2) *indulnak*, amelyek sok esetben a modell felső végét is elérték, és csak a csillapító térben enyésztek el. Ezeket a hullámokat a pillérek csúcsánál kialakuló hullám gerjeszti. *A hullám kezdő amplitúdója megegyezik a pillér csúcsán levő* — az interferenciából származó — *hullám amplitúdójával, hullámhossza pedig a felvízi hullám terjedési sebességének és a pillér körüli lengés frekvenciájának ismeretében számítható.*

A felvízen, a vízáramlással ellentétesen haladó hullám terjedési sebessége:

$$V_f = \sqrt{g\, m_f} - v_f ,$$

a hullámhossza pedig:

$$l_f = V_f / f_P .$$

Az előbbi példa adatainak és a tervadatoknak a felhasználásával a felfelé haladó felvízi transzlációs hullám hossza: $l_f \cong 125$ m, sebessége pedig: $V_f = 8{,}4$ m/s.

A hullám amplitúdója az energiaveszteség következtében egyre csökken, hossza pedig a vízmélység és a szelvényközépsebesség függvényében változik.

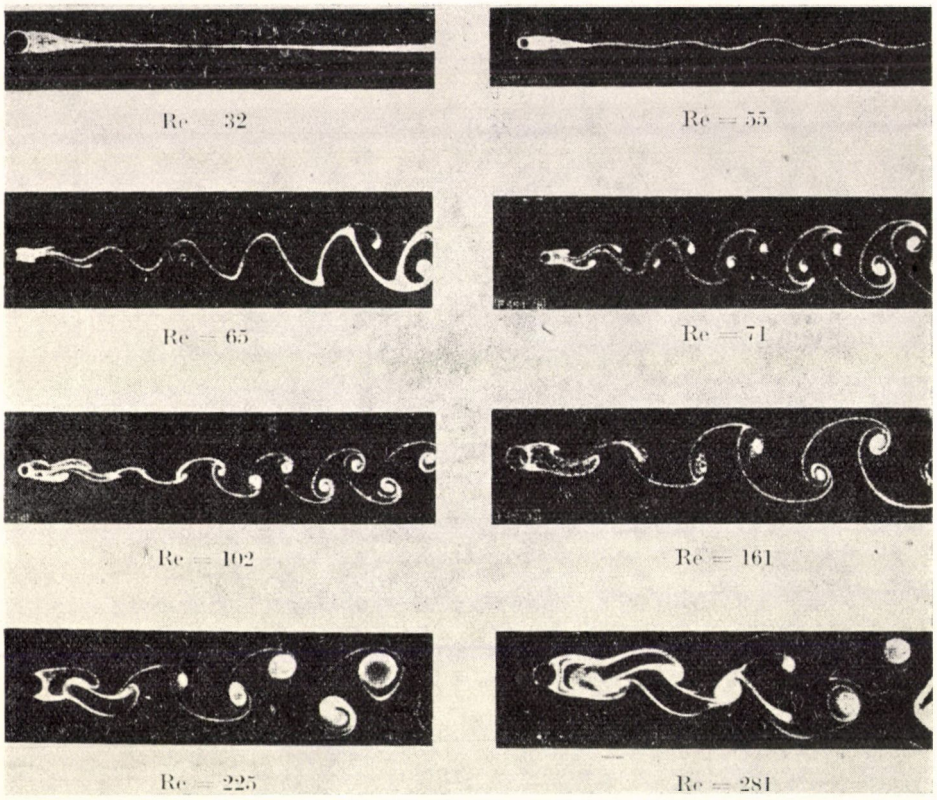
A megfigyelések szerint a pillérektől elinduló felvízi transzlációs hullámok gerince viszonylag rövid út megtétele után egyenesnek tekinthető. Ez csak abban az esetben lehetséges, ha *a duzzasztómű közbenső pilléreinél kialakuló rezgések fázisa is azonos*, nemcsak egyéb jellemzőik.

A pillérek orránál kialakuló *lengések fázisazonosságának feltétele, hogy a gerjesztő rezgések* — a *Kármán*-féle örvénysorok — *is azonos fázisúak legyenek.* Vizsgáljuk tehát meg először ezt a kérdést.

Elméleti megfontolások alapján már *Kármán* megállapította, hogy az áramló közegbe helyezett szilárd testek oldalán *leváló örvénysor széttartó egyenesek mentén helyezkedik el. Gottardelli* vizsgálatai szerint a *nyílásszög* mértéke a *Reynolds*-féle szám függvénye, de *maximum 25°*. A kevésszámú megfigyelési adat miatt azonban a függvényt nem tudta meghatározni, különös tekintettel arra, hogy a *Reynolds*-féle szám növekedésével a nyílásszög rohamosan nő. Példaképpen bemutatjuk *Homann* (10) vizsgálatának egy részéről készült felvételeket *(3. ábra)*, amelyeken olajáramlásba helyezett henger mögötti áramlási kép látható. E fénykép-sor alapján is megállapítható, hogy az örvénysor nyílásszöge a *Re* növekedésével nő. (Az itt bemutatott $Re_{max} = 2{,}81.10^2$, a mi példánkban pedig $Re = 1{,}1.10^7$; öt nagyságrenddel nagyobb!).

Ha feltételezzük, hogy az örvénysorok és a vízmozgás tengelye közötti szög 5 : 1 hajlású egyenessel jellemezhető (ez esetben a nyílásszög kb. 22,5°), akkor a szomszédos pillérekről leváló örvénysorok kb. 60 m-re a pillérek alvízi végétől átmetszik egymás pályáját, mivel a szabad nyílás 24 m. A metszéspontok a nyílások felezőjébe esnek. Megfigyeléseink szerint az örvények ennél nagyobb távolságra szűnnek csak meg. Mindezekből következik, hogy *a rezgésjellemzők azonosságának fenn kell állni a fázis vontkozásában is*, ellenkező esetben a metszéspontban az örvények gyengítenék, ill. kioltanák egymást.

Megemlítjük, hogy az egyes pillérek mögött leváló örvénysorok rezgésjellemzői és energiatartalmuk nem teljesen azonos. (Az árvízi sodorvonal pl. a duzzasztómű 2. nyílásába esik.) Tekintettel arra azonban, hogy az egyes pillérek mögött leváló örvénysorok elenyészésük távolságán belül egymást



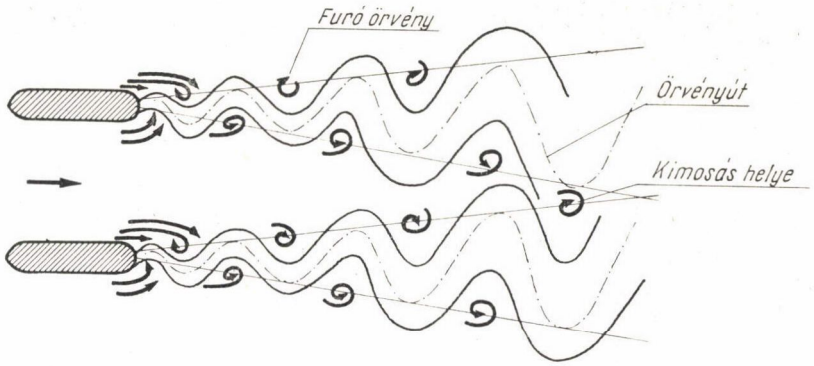
3. ábra. Olajáramlásba helyezett henger mögötti áramlási képek. A *Re* növekedésével a mozgás a lamináristól a leváló örvénysorig változik



4. ábra. Kifejlődött *Kármán*-féle leváló örvénysor áramlási képe

elérik, *a kölcsönhatás következtében kialakul a szinkron állapot*, tehát a közel egyenes gerincű felvízi transzlációs hullámok kialakulásának feltétele is kielégített.

Mivel a szinkron állapot feltételezése a fizikai megfontolások alapján indokoltnak látszik, várható, hogy a felvízi transzlációs hullámok a természetes



5. ábra. A közbenső pillérekről leváló *Kármán*-féle örvénysorok interferenciájának helyszínrajzi vázlata

méretben is ki fognak alakulni, nemcsak a modellben. *Az 1—1,5 m magasságú, 100—150 m hosszúságú, 8—10 m/s sebességű transzlációs hullám kialakulása azonban semmiféleképpen nem kívánatos.*

Az egyes pillérekről leváló *Kármán*-féle örvénysorok fázis azonossága (szinkron állapota) az alvízi oldal viszonyaira is kihat.

A *4. ábrán Eck* vizsgálataiból (8) mutatunk be egy *Kármán*-féle örvénysort. Látható, hogy *az örvények közötti cikk-cakkos csatornában haladó mozgás van.* (Vízszintes síkban kialakuló, összetett lengő és haladó mozgás; növekvő amplitúdójú lengés.) A szinkron állapot következtében a szomszédos pillérektől induló és egymást metsző örvénysorok metszéspontjában az egyik pillértől érkező *(fúró) örvény*, a másik pillértől érkező örvénysor *haladó mozgású csatornájával találkozik (5. ábra)* (2).

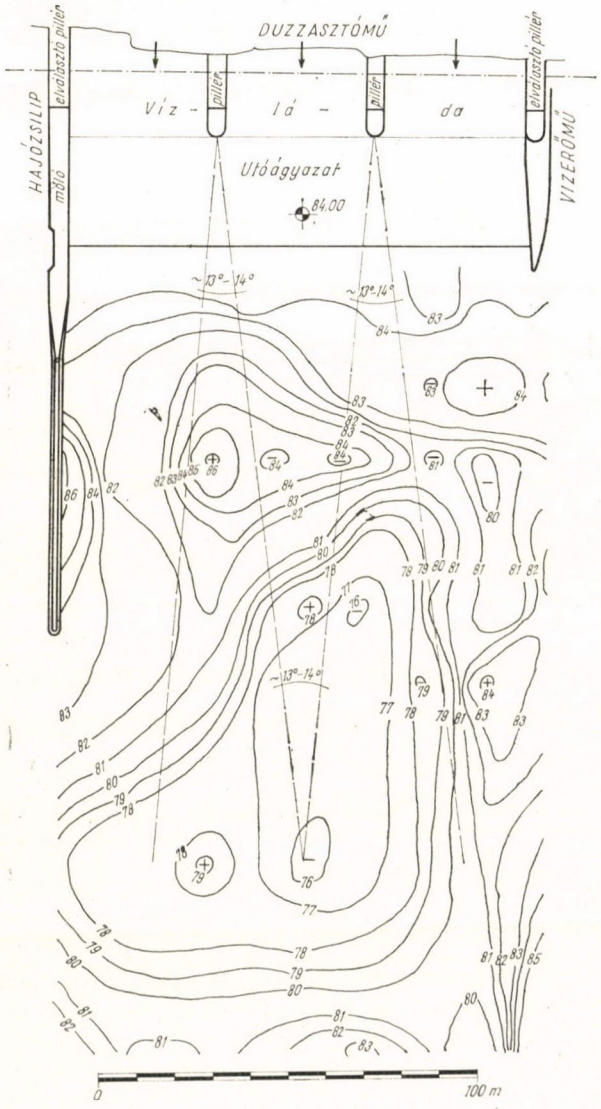
Feltehetően a felszíni vízugrás (13) és a nagyobb hordalékfelvevőképesség hatásán felül ezzel a jelenséggel indokolhatók pl. a Tiszalöki Vízlépcső alvízében mutatkozó kimélyülések is. Bemutatjuk az *Intézet* munkatársai által készített 1962. I. havi állapotfelvételt *(6. ábra)* (11).

A felvételen látható, hogy számottevőbb kimélyülés csak a középső (37 m-es) nyílás tengelyében van, és 180—190 m távolságban a pillérek alvízi végétől, a két közbenső pillérről leváló örvénysor interferenciájának helyén. (A megfelelő nyílásszög 13°—14°.) Más időpontból származó állapotfelvételeken a kimélyülés kb. ugyanezen a helyen található. A *6. ábrán* az is látható, hogy a pillérek alvízi végétől mintegy 80 m-re kezdődik egy általános medermélyülés (az utóágyazathoz képest 3—6 m), amely az ábra aljáig kb. 230—250 m távolságig terjed. Ez elsősorban a felszíni vízugrás hatásának, és a víz nagyobb hordalékfelvevő képességének tudható be.

A *Kármán*-féle *örvénysor kialakulása* tehát *nemcsak a pozitív visszacsatolás rezonanciája esetén lehet nemkívánatos jelenségek forrása* (pl. a felvízi transzlációs hullám), *hanem az alvízi meder biztonsága miatt is kell vele foglalkozni.*

4. Javaslat a káros hatások kiküszöbölésére

A folyamat megismerése után feltehető a kérdés, hogy hogyan lehet a nemkívánatos jelenséget megszüntetni, illetőleg a nemkívánatos hatások mértékét csökkenteni.



6. ábra. A Tiszalöki Vízlépcső alvízi medréről 1962.januárjában készült állapotfelvétel

Közvetlenül belátható, hogy az eredendő ok az áramló közegbe helyezett szilárd test után kialakuló *Kármán*-féle leváló örvénysor, és annak periodikus volta. *A káros jelenségek elmaradnak, ha a leváló örvénysor kialakulását meg tudjuk akadályozni.*

A leváló örvénysor kialakulása megakadályozható azzal, hogy az árvíz által körüláramlott pillér „áramvonalas" kialakítású. Ezt megközelíthetjük azzal, ha a pillér alvízi végét 8°—10° nyílásszögnél nem nagyobb nyílásszögű toldalékkal, folyásirányú végén — elvben — élben fejezzük be. Ez esetben ugyanis az örvénysor frekvenciája végtelen nagy, melynek eredményeképpen az amplitúdó végtelen kicsiny, tehát gyakorlatilag nincs rezgés (a tehetetlenség és a nyúlósság következtében végtelen nagy frekvenciájú rezgést a víz nem tud követni.)

Áramvonalas alakú, vagy alvízi végén élben végződő pillér számos gakorlati ok miatt azonban nem valósítható meg. Célszerű ezt a lehető legjobban megközelíteni, és emellett a pillér alvízi — kilépő — vastagságát a gyakorlatilag lehetséges minimumra lecsökkenteni.

A pillér alvízi szélességének csökkentésével ugyanis nő a leváló örvénysor frekvenciája, ami azt jelenti, hogy az időegység alatt nagyobb számú egyedi örvény válik le a pillérről. Ebben az esetben egy-egy örvény energiatartalma kisebb, ezért a pozitív visszacsatolás hullámának amplitúdója is kisebb (kisebb lesz az interferencia eredményeképpen kialakuló felvízi transzlációs hullám kezdő amplitúdója is, s lehet, hogy ez kedvező esetben nem haladja meg a „fodrozódás" mértékét). A kisebb energiatartalmú örvény az alvízben hamarabb lefékeződik, kedvező esetben nem éri el „életben" a szomszédos pillérről leváló örvénysorral való metszéspontot, és ezáltal az alvízi meder biztonsága is fokozódik.

Rezgéstani vizsgálatokból ismeretes, hogy a pozitív visszacsatolásból származó erősítés gyakorlatilag elhanyagolható, ha

$$\frac{f_K}{f_P} \geq 50 \text{ illetőleg, ha } \frac{f_K}{f_P} \leq 1/50.$$

Veszélyes a pozitív visszacsatolás, illetőleg az erősítésse l számolni kell, ha

$$1/50 \leq \frac{f_K}{f_P} \leq 50.$$

A pillér körüli lengés frekvenciáját (f_P) a pillér hosszának (l_P) módosításával lehet változtatni. Egyéb körülmények a módosítás határait azonban szűkre korlátozzák. Könnyebben módosíthatónak látszik a pillér végén leváló *Kármán*-féle örvénysor frekvenciája (f_K), mivel a pillér végének vastagsága (ahol az örvény leválik) nagyobb arányokban módosítható. A pillér végső (b) szélességének csökkentésével a *Kármán*-féle leváló örvénysor frekvenciája (f_K) növelhető, tehát könnyebben kielégíthetőnek látszik az $f_K/f_P \geq 50$ feltétel.

A kétféle frekvencia kifejezésének hányadosát egyenlővé téve ötvennel, és az összefüggést a pillér alvízi (b) szélességére megoldva az alábbi közelítő eredményre jutunk:

$$b = \frac{l_P \sqrt{Fr}}{125(1 - Fr)} + \sqrt{\left[\frac{l_P \sqrt{Fr}}{125(1 - Fr)}\right]^2 + \frac{8\, l_P\, \nu}{25 \sqrt{g\, m}(1 - Fr)}},$$

ahol l_P — a pillér folyásirányú hossza [m],

$Fr = \frac{v^2}{g\,m}$ — a vízmozgás *Froude*-féle száma [1],

v — a vízmozgás sebessége [m/s],

$g = 9{,}81$ — a nehézségi gyorsulás [m/s²],

m — a vízmozgás mélysége a szabad nyílásban [m],

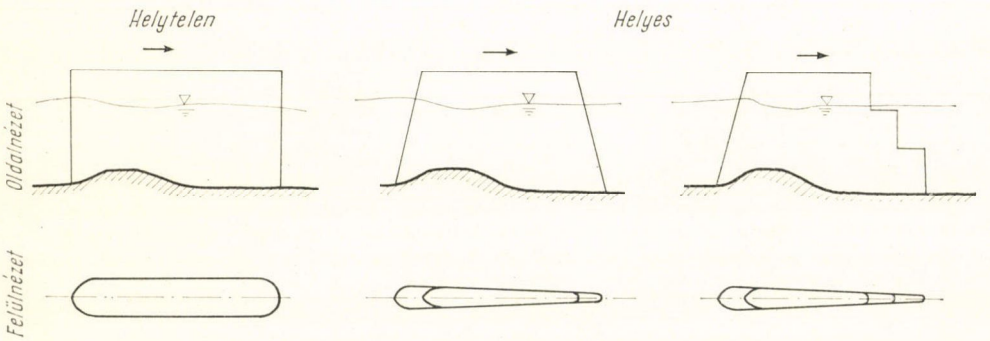
ν — a víz kinematikai viszkozitása [m²/s].

Az előbbi számadatokat felhasználva:

$$Fr = \frac{v^2}{g\,m} = \frac{2^2}{9{,}81 \cdot 10{,}7} = 0{,}0381\,; \quad \sqrt{Fr} = 0{,}195\,;$$

$$\nu = 1 \cdot 10^{-6}\ \mathrm{m^2/s}\,; \quad l_P = 36{,}7\ \mathrm{m}\,;$$

$$\sqrt{g\,m} = \sqrt{9{,}81 \cdot 10{,}7} = 10{,}25\ \mathrm{m/s} \text{ és } b = 0{,}12\ \mathrm{m}.$$



7. ábra. A lengés-jelenség szempontjából helytelen és helyes pilléralak

Az adott esetben tehát a pillér alvízi végét le kell csökkenteni 10—15 cm-re ahhoz, hogy a pozitív visszacsatolásból származó erősítés elhanyagolható, azaz a lengés gyakorlatilag zérus legyen. A keskenyítés azonban nem lehet meredek, mert akkor nemkívánatos leválások keletkeznek, tehát a pillér alvízi csúcsához tartozó nyílásszög nem lehet nagyobb 8°—10°-nál. (Ezt a javaslatot a kismintában kísérlettel is ellenőriztük.)

Célszerűnek tartjuk a pillér alvízi vastagságának csökkentése mellett a pillér alvízi végét lépcsőzni, ill. függőleges alkotó helyett a felvíz felé dőlő alkotókkal lezárni, és ezáltal a leváló örvénysort a vízmélység mentén is megosztani *(7. ábra)*. Ezzel mind az alvízi meder, mind a felvízi partok biztonsága fokozható.

5. Befejezés

A több nyílású duzzasztóművek árvízi lengéseivel kapcsolatos megfontolásainkat közelítések terhelik (a pillér végéről leváló örvénysor frekvenciáját a hengerről leváló örvény frekvenciájának számítására levezetett összefüggéssel határoztuk meg; a pillért körüljáró lengésnél elhanyagoltuk az energiaveszteséget; a pillér melletti áramlási sebességet a szabad nyílások középsebességével helyettesítettük stb.). Ezért levezetett eredményeink csak közelítőeknek tekinthetők.

Az eredmények finomítása érdekében vizsgálat megkezdését tervezzük. Az előkészületek folyamatban vannak. Reméljük, hogy ezek a vizsgálatok hozzá fognak járulni a vízépítési műtárgyak biztonságának fokozásához és az üzemi (fenntartási) költségek csökkentéséhez.

Befejezésül ezen a helyen is köszönetet kell mondanom munkatársaimnak — elsősorban *Akantisz Zsuzsannának* —, hogy abban a széleskörű vizsgálatban, melynek az itt bemutatott csak egy részlete, segítségemre voltak.

IRODALOM

1. *Kármán, T.:* Nachr. d .K. Ges. d. Wiss. zu Göttingen, Math. phys. Klasse, (1911), (1912).
2. *Németh E.:* Hidromechanika. Tankönyvkiadó, Budapest, 1963.
3. *Dupin:* Etude expérimentale sur les tourbillons alternés de Bénard. (Thèse — 1930.)
4. *Crausse:* Sur quelques phenomènes dus aux tourbillons alternes. (P. S. T. de l'Ecole Française d'Ingénieurs de Beyrouth — 1945.)
5. *Relf* et *Simmons:* La fréquence des tourbillons produits par le mouvement des cylindres circulaires à travers un fluide. (Aeron. Res. -R 917—1924.)
6. *Leou, P.:* Vibrations d'un element tubulaire dans un écoulement perpendiculaire à son axe. (A. I. R. H., Congrès de Londres, 1963/3.6.)
7. *Lecher, A.W.:* Cavitation observations and noise measurements as a means of investigating the trailing edge vibrations of turbine blades. (I. A. H. R. Congress of London, 1963/3.14.)
8. *Eck, B.:* Technische Ströhmungslehre. Springer Verlag 1961, Berlin.
9. *Schlichting, H.:* Grenzschicht-Theorie. Braun Verlag 1951, Karlsruhe.
10. *Homann,* F.: Einfluss grosser Zähigkeit bei Strömung um Zylinder und Kugel. Forschg. Ing. Wes. 7 (1936).
11. *Hamvas* F.: Hidraulikai ellenőrző mérések Tiszalökön. VITUKI összefoglaló jelentés. Témaszám: E.4.3.4.4/1963. Megbízásos munkaszám: MVIII. Kézirat, Budapest, 1963.
12. *Hankó Z.:* A II. Tiszai Vízlépcső kismintakísérlete. A műtárgy és a művek áramlási vizsgálata. VITUKI összefoglaló jelentés. Témaszám: E. 4.3.2.2/1964; E.4.3.2.3/1965. Kísérletszám: 140. Kézirat, Budapest, 1965.
13. *Haszpra O.:* A felszíni vízugrás szerepe duzzasztóművek utófenekének méretezésében. Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények 1965/3—4. Budapest.

KÖNYVSZEMLE

W. D. Robson—Scott: The Literary Background of the Gothic Revival in Germany (Clarendon Press, Oxford, 1965. 327 old., 6 kép).

Szerző a nálunk romantikának nevezett stílusirányzat irodalmi előzményeivel foglalkozik Németország területén. Feleleveníti a gótika-ellenesség kezdeteit, az itáliai reneszánsz rajongóit, akik szerint a művészetnek három kora volt: a klasszikus művészet „aranykora", a szétbomlás a középkorban, és a művészet újjászületése az itáliai reneszánszban. E szemlélet gyökerei nagyon régiek. Filaretehez, illetve kortársához Antonio *Manetti*hez vezetnek vissza, akitől Brunelleschi életrajzát származtatják, aki a görög—római kor hanyatlását a vandálok barbár betörésére vezette vissza, a *gótokéra*, lombardokéra, hunokra és másokra. Itt kötik össze először a germánokkal a középkori építészetet. A *középkori-barbár-germán* fogalom-kapcsolás a gótikus építészetre abban a memorandumban található, melyet X. Leohoz intéztek Róma műemlékei állapotáról 1518—19 táján, és melyet Raffaellonak tulajdonítottak. A memorandum *tedeschi* épületekről beszél, *nel tempo de' gotti*, mint amelyek *senza misura, senza grazia alcuna*. Ezek a német épületek, melyeknek sem mértéke, sem kecsessége nincs, az erdők fáira emlékeztetik, melyek ágai csúcsíveket alkotnak. Ez a véleménye *Vasari*nak, a művészettörténetírás atyjának is a művészek életéről szóló nevezetes könyvében (Firenze, 1550), amikor azt írja, hogy e germán építészetnél az ajtó a menyezetig ér stb. és hogy ez építésmódot a gótok találták ki, miután a régi épületeket szétrombolták, és a háborúban az építészeket megölték — azok, akik megmaradtak, az épületeket ebben a stílusban szerkesztették. E vélemény terjed el a XVII. század elején a flamand jezsuiták körében és ezt találjuk Rubensnél is 1622-ben. *Sandrart* is átveszi Vasari véleményét könyvében, az első német művészettörténetben (Nürnberg, 1675), mely más nemzetek művészetével is foglalkozik. E felfogást ismétlik a XVIII. századi német szerzők, köztük *Kant* (1764) és J. G. *Sulzer: Allgemeine Theorie der schönen Künste* (1771—4) c. sokat olvasott enciklopédiája. De a rossz ízlésű, agyondíszített, aránytalan, barbár stb. jelzőket a gótikára még megtoldja egy újabbal. A gótika nemcsak esztétikai rossz, hanem a népre is rossz hatású, azaz immorális. Ezzel a középkori építőstílus tagadása a XVIII. században elérte legszélsőbb határát. A gótikával szemben e vak ellenségeskedésnek oka nemcsak a művészet hármasságáról vallott nézet, hanem a „felvilágosodás" hite, ami szerint a szépségnek bizonyos — általánosan alkalmazható — normái vannak, melyek minden időben és helyen érvényesek. Az építészetben, mint a drámában e normákat a görögök rakták le. Az „*Aufklärung*" szerint az építészetben a klasszikus formák alkotják a szépséget, és utánzásra egyedül ezek méltók.

A klasszicizmus hívei is ellene voltak a gótikának, éppúgy, mint a barokk-rokokónak, melyet ugyanígy bizarrnak, szélsőségesnek tartottak a „természetes" klaszszicizmussal szemben, ahogyan ekkor a természetet magyarázták. Negyedik okként Szerző azt említi, hogy utálták a csúcsívet. *Winckelmann*ról pl. említették, hogy panaszkodott a bécsi Stephansdom tornyára, melyet egy nagy tűnek modott, mely szemét kiszúrja, és hasonlóan kellemetlen a benyomása *Goethe*nek a strasbourgi Münsterről. Furcsa módon, ahogyan a képzőművészethez nem sok érzéke volt Goethenek, úgy az építészethez sem. Erre vall *Baukunst* c. esszéje (1788), melyben a gótikus építészetet a miniatűr fa-szekrénykékből gondolta nagyméretűvé kifejlődni — kőben.

Robson—Scott figyelmeztet azonban arra, hogy a gótika elutasítása sohasem volt teljes. Petrarca 1333. évi kölni látogatásakor dicséri a katedrálist, és a nálunk

is járt és Budáról író Aeneas Silvius *Piccolomini* (a későbbi II. Pius pápa) elragadtatással emlékezik a strasbourgi Münsterről, és a bécsi Szt. István templomról (1457). *Whimpeling Epitome*-ja (1594) és *Münsterus Cosmographia*-ja (1544), *Braun—Hogenberg Civitates Orbis Terrarum*-a (1572) hasonlóan csodálattal említik Strasbourg és Köln gótikus katedrálisait, utóbbit azzal, ha be volna fejezve. A befejezés e gondolata azóta is kísértett. Munsterus kifejezése pedig a strasbourgi toronyról, mint az antik világ hét csodájához számítható „nyolcadik csodáról" — közhellyé vált, ahogy *Meriánés* más topografisták a XVII—XVIII. századokban használták, egészen *Behrig*, akinek leírását (1732) többször kiadták, és ezt olvasta Goethe is strasbourgi tartózkodása alatt. Mindez a „Nachgotik" magatartása, amely még nem kívánja a gótikát újraéleszteni. Az első ily kívánság csíráit Szerző Angliában találja, W. *Temple* esszéiben *Upon the Gardens of Epicurus* (1692), melyben többek között a kertek szépségét dicséri, amelyekben *nincs* kifejezett rend. E gondolatot látjuk *Shaftesbury* (1711), *Addison* (1712) és *Pope* (1713 és 1731) írásaiban, majd a tájkertészek munkáiban: *Kent* és „*Capability*" *Brown* kertjeiben, ahol a *vadon, szabálytalanság, változatosság* már érdemekké lépnek elő, míg a szabályosság, szimmetria, ellentétesek a kor legfőbb parancsával: „követni a természetet". A szabálytalanság kertészeti párhuzama mellett az angol romantikus-gótika feltámadásában *Salvator Rosa*-ék olasz tájképfestészetének és a romok kertészeti felhasználásának is szerepe van. A templom-, pavillon-romok nemcsak klasszikusok, hanem sokszor gótikusak is voltak, sőt *kínaiak*. Batty *Langley* könyvében (1747) ilyeneket ajánl. E rokokó *kert-gótika* inkább divat volt, játék, melynek nem sok köze a gótikus építészethez. Bizonyos azonban, hogy az embereket megint hozzászoktatta a csúcsívekhez és más gótikus részletekhez, amelyeket a klasszicizmus orthodoxiája régóta száműzött. Emellett ez a rokokó szellem játszhatott közre a régészeti beállítottságú Horace *Walpole* épületének keletkezésében a Strawberry Hill-en, azaz a gótika feleleventése első példájában.

Németországban mindez későbbi. Első példái Miksa nymphenburgi palotája kertjében emelt Magdalenenkapelle-je, kertészétől *Effnert*ől (1726—28); a Nauener Tor Postdamban, melyet 1755-ben Nagy Frigyes rajza alapján építettek, és melynek példaképe az angol Irving Castle. E példák klasszicista keverékek; az első igazi kezdetet Szerző a wörlitzi hercegi parkban találja, 1768-ban, melynek épületei egyben az angol befolyás legtisztább példái német területen a XVIII. században. Goethe is meglátogatja 1778-ban, és elragadtatással ír Frau von Stein-nak a mesésen változatos környezetről, és mint a weimari park felügyelője e példát követi évekig. Hasonlóan angol példát követ *Langhans* a postdami Neuer Garten terveiben (1780—90-es évek). A XVIII. sz. romantikus irodalmának elemei: a temetőköltészet, melankólia és éjj, Osszián és a bárdok versei, balladák és népénekek, bagolyhuhogás, szellemek. Mindez hozzátartozik a kor szellemi és érzelmi világához, és bár csak kevés valóban gótikus elemet tartalmaz — mégis, mint Szerző találóan megjegyzi — megteremti azt a *légkört*, mely előkészíti a középkor építészetének megértőbb felfogását. Nemcsak a kertek terén, de az irodalomban is megtalálhatók az angol előzmények. E. *Young: Night Thoughts* (1742—45)-a megelőzi a XVIII. sz-i német szerzőket, köztük *Klopstock*ot. Younghoz hasonló hatású *Macpherson Ossian*-ja a hatvanas években: szomorú táj, vad sziklák, viharos ég, elhagyott tengerpart, és a skót felföld holdfényes térségei. Hát még azután, hogy Klopstock a germán múlt mítoszán fáradozva a kor irodalmában felfedezett egy helyet, mely a kelták német eredetét vallotta, és ezzel *Tacitus Germania*-ja németjeit összeköthette *Ossian* „szintén német" keltáival.

Franciaországban a klasszicizmus idején is sok szimpátia nyilvánul meg a nagy gótikus francia katedrálisok iránt, mind a XVII., mind a XVIII. sz. folyamán *(Molière: La Gloire du Val de Grâce* 1669). Hasonló az eset a párisi Pantheon klasszicista épületét építő *Soufflot*nál. Itt Szerző egy barokk kori gótikus épületrészt említ. *Balthasar Neumann* fia Franz *Ignaz Neumann* 1767-ben a mainzi katedrális középső tornyát gúlaszerűen klasszicista ballusztrádokkal és toronyvégződésekkel építi, de ugyanakkor későgótikus ablakokkal. Ilyen példákat — gótikus épülettel kapcsolatban a gótika továbbélését — mindenesetre jóval többet ismerünk.

Szerző ezután arról ír, hogy ami új színt hoz, az a német irodalom „Sturm und Drang" mozgalma. E gondolatok mindenekelőtt az eredeti géniusz és az ihlet természete kérdéseivel kapcsolatosak. *Shaftesburry* és *Edward Young* angol hatásánál hasonlíthatatlanul nagyobb a XVIII. sz. közepén a teremtő génius gondolatának németországi elterjedése. A génius előfeltételei: eredetiség, szenvedély és elragadtatás. Egyedül a szenvedély ad kezet-lábat és főleg szárnyat az elképzelésnek, ad szellemet, életet és hangot a puszta szimbólumoknak. Szenvedély az észokokkal szem-

ben; elképzelés a szabályokkal szemben; eredeti génius az utánzásokkal szemben — ez itatja át *Herder* gondolatvilágát, a fiatal *Goethe*ét, és az egész *Sturm und Drang*ot. A kort elbűvölik *Shakespeare* drámái. Benne is azt kezdték nagynak látni, ami nem iskolásan tanult, szabályos. Ugyanúgy, ahogyan a klasszicizmussal szemben a gótikát látták a tájkertek keletkezése idején. Azokat a vonásokat kezdték becsülni, amiket a klasszikus ízlés bántónak ítélt (61. o.). A klasszikus egyensúly és arányok helyére az eredetiség, az alkotó génius ragyogása lép. Mindez Herdernél a természet vad keveredése, végtelen változatossága vízióját kelti, amit Goethe csodál a strasbourgi Münsterben. A *Sturm und Drang* szemében Shakespeare és a gótika ugyanaz a változatosság, egyben organikus egység. Ezek a gondolatok készítik elő a közékori építészet újraértékelését. Nem teszi természetesen könnyűvé a tárgyalt kor megértését a mai ember számára, hogy Herdernek érzéke lett volna a gótikus építészet szépsége, és általában az egész középkor iránt. Ellenkezőleg, eredeti műveiben semmi lelkesedést nem találni. Ez csak későbbi kritikusainak kitalálása, ami máig él róla, miközben maga Herder *gotisch-papistischer Mönchsgeschmack*, *Barbarische Mönchszeiten*, *mittlere Gotische barbarn*-ról ír. Szerző szerint Herdernek a középkorhoz való viszonya csak annyiban volt pozitív, hogy általában egyetlen kortól sem tagadott meg minden értéket. Eszerint — a szerintünk nem eléggé kiemelhető felfogása szerint — a saját feltételei szerint nézve minden kornak vannak pozitív érdemei. Ez azonban nem jelenti az érdemek egyenlő mértékét, azt, hogy egyik kort ne értékeljük pozitívabban, és Herder szempontjából a középkor egyike volt a legkevésbé pozitívaknak a nagy ideállal, a görögséggel szemben (v. ö. *Auch eine Philosophie der Geschichte zur Bildung der Menschheit* 1774). Goethe 1772-ben írt „*Von deutscher Baukunst*"-jában halljuk először a strasbourgi Münsterről, hogy annak belső egysége van, melyeknek a részek alárendeltek. Az „egész"-nek a harmoniáját csodálja a költő éjjel és nappal, a legkülönbözőbb napszakokban, amikor nem győz betelni a nagy építészeti művel. Ugyanakkor elragadta a gótikus székesegyház „természetessége", ami ellentétben van mindazzal, amit a XVIII. sz. a gótikáról állandóan ismételt. Ezután szinte természetes, hogy a mostmár nagyra becsült gótikát egyúttal *német*nek is tartja, hasonlóan, ahogyan az 1800-as évek elejének romantikus építészeti irányzatában ugyanezt a gótikát a britt szigeteken *English style*-nak mondották. Csak 1830 körül bizonyították be végül a franciák a gótika francia eredetét (vö. Paul *Frankl: The Gothic*, Princeton, 1960). De nálunk még Henszlmann a kassai gótikus templomról, mint „ó-német stylűről" ír 1846-ban is. Goethe tehát az első, aki kijelenti a gótika germán eredetét, és ezzel megteremti a *Sturm und Drang*-ban lassan lábrakapó nacionalizmus hazafias bázisát. Más előzményei a gótika megbecsülésének a német irodalomban W. *Heinse: Ardinghello*-jában, (1784) ahol a strasbourgi Münstert; G. *Forster: Ansichten von Niederhein*-ében, (1791) ahol a kölni Dómot magasztalja, és a romantika későbbi magatartásának több csíráját találjuk nála, a belsőtér *végtelenség-hatásá*ról, a *túlvilági*, a *vallásos* érzésről, stb. Végül Forster az első, aki a kölni Dóm befejezését sürgeti, mert „kár lenne, ha egy ily ragyogó szerkezet befejezetlenül maradna". „Ha pusztán a befejezett épület elképzelése maga ennyire erős hatással lehet ránk, mily hatása lenne a valóságnak?" (*Ansichten*, 73. o.). Még a romantikával merőben ellentétes felfogású F. *Nicolai*ról is kimutatja Szerző, mennyire elragadja a bécsi Szt. István-templom belseje (*Beschreibung einer Reise . . . im Jahre 1781*). A romantikus mozgalomból szerző csak azokkal foglalkozik itt, akik írásaikban az építészeti romantikának hangot adtak. Bebizonyítja, hogy a középkor újraélesztésében *Wackenroder* szerepe alap nélküli legenda. De a legendának valóban van jelentősége, éspedig a nazarénus festőknél. A falusias festőiséggel — azaz a festői tájjal — a városias festőiség elemei Németországban adva vannak. A XVIII. sz.-ban itt még élő valóság a középkor. A középkori városrészek itt még gyakoribbak, mint a kivételek ez alól. Olyan városok, melyek a középkor óta csodálatosképp alig változtak, mind architektúrájukat, mind higiéniájukat nézve. E kor németjének ezért a középkor sötét, keskeny utcákat jelentett, rossz szagokat, rosszul világított lakásokat, és ez érvényes volt a nagyvárosokra, mint Frankfurt, Köln, ugyanúgy, mint a kicsi Rothenburg és Dinkelsbühlre, melyek középkori jellegüket napjainkig érintetlenül fenntartották. A középkor tehát Goethe és Forster számára eleven valóság, éspedig általában és egészben véve elítélt valami volt. Wackenroder azonban már a „régi világból való" városnak más felfogása található. A réginek ez a megbecsülése új valami. És amennyiben a középkor is régi, és benne a gótika középkori — ilyen áttételekkel — Szerző elfogadja a német romantika előzményei között Wackenrodert is. A romantikára jellemző „*Schwärmerei*"-t *Tieck*nél találja először (1812).

A romatikus generációból elsőnek *Friedrich Schlegel* foglalkozik komolyan a

középkori építészettel. 1806-ban kiadott „*Briefe*"-je a *Boisserée*-testvérekkel együtt tett 1804. évi utazásából származik, Páristól Kölnig. 1823-ban így fogalmazza meg a romantika számára oly fontos középkor-szemléletet: „A középkor szelleme általában, és a német középkorban különösen tökéletesebb kifejezői az ún. gótikus építészet műemlékei, mint bármi mások." A *Levelek*ben annyira uralkodók a középkori építészet témái, hogy azok új kiadását *Grundzüge der gotischen Baukunst* c. alatt jelenteti meg. Schlegel figyelmét a gótikára nemcsak a Boisserée testvérek hívják fel, hanem a kölni egyetem rektora, F. *Wallraf* is. De a gótika szétválasztása a romántól már egyedül az ő érdeme. Schlegel ír először a középkor eredetéről és jelentéséről, annak *sajátos keresztény* jegyében: „A kereszténységgel Konstantinápoly óta egy teljesen új gondolat és jelentőség domborodik ki az építészetben, mely kiterjed az egész középkorra, és áthatja azt." Robson-Scott a német romantikának irányzatában uralkodó kifejezett katolikus-jelleget a Boisserée testvérek neveltetésével is összefüggőnek véli, mely most felváltja a „katolikus-barokk" uralmát. Schlegel dicséri a brüsszeli St. Gudule-templomot és a louvaini városházát, de a gótikában leginkább megragadja a kölni Dóm. Erről azzal a melegséggel ír, mint a strasbourgi Münsterről írt Goethe a *Dichtung und Wahrheit*-ben. Kölnben minden korszakot és változatot lehet tanulmányozni — írja — és egy középkori történész e városban mindent megtalál. És ha katedrálisa „befejezéshez juthatott volna, akkor a gótikus építészet e csodálatos szerkezete kibírhatná az összehasonlítást a modern és régi Róma legbüszkébb műemlékeivel." A német romantika egyik különös vonása, hogy mindig e két emlékről — a strasbourgi és kölniről — van szó, kizárva a gótika összes többi alkotását. Friedrich testvére, *Wilhelm Schlegel* kevésbé nagy hatású kortársaira, Szerző mégis említi, hogy bécsi előadásaiban arról beszél, mennyire nagy érték a Pantheon mellett a Westminster Abbey, vagy a bécsi Szt. István-templom, hasonlóan egy Sophokles tragédia mellett egy Shakespeare drámához. Ezeket nem lehet egymással összehasonlítani, de mindegyik csodálatos a maga nemében. A romantika és klasszicizmus XIX. sz.-eleji antitézisei hangoztatása közben W. Schlegel e megnyilatkozása fontos jelenség. C. *Ritter: Die Ruinen am Rhein* c. könyve (Frankfurt, 1808) az I—XIV. századokkal foglalkozik, de az első századok építészetében nem sok jót fedez fel. Figyelme csak a későbbi korokkal ébred fel, az Apostolok és a St. Gereion templomokkal. Mindenesetre leírásai a román építészet első német dicséretét adják, akkor is, ha az inkább a belső díszítésére (S. Gereion), mint az egész architektúrára vonatkozik. A kölni dóm elemzésében először találkozunk az eddig mellőzött színes ablakok méltatásával, és annak észrevételével, hogy a fal e nagyméretű ablakoknak mintegy *keretszerkezete*.

Ezután Szerző a Boisserée testvérekkel foglalkozik, akiknek családja egyike volt a legtekintélyesebbeknek Kölnben. Az ő érdemük a gótika iránti érdeklődés újraélesztése, és különösen a német középkori művészet és építészet iránt, „olyan időben, amikor azokat örökre eltűnés veszélye fenyegette". Az 1783-ban született Sulpice, és a három évvel fiatalabb Melchior a náluk idősebb J. B. *Bertram* társaságában 1803-ban Párisba utaznak, ahol F. *Schlegellel* jutnak baráti kapcsolatba. Az egyházi javak konfiskálása az 1803-i napóleoni rendeletek nyomán számos templom és kolostor bezárására és lerombolására vezetett, és ekkor sok középkori egyházi műkincs került az utcára. Ekkor keletkezett S. Boisserée híres német középkori műgyűjteménye. 1808-ban kezdi meg a katedrális felmérését és ezóta foglalkozik kiegészítésének gondolatával, ami életének főmotívuma marad. Először egy metszetsorozatban kísérli meg a teljes épület rekonstruálását. Az 1560-ban megakadt építkezés folytatását *Crombach* 1654-ben hiába sürgette. A barokk időben lebontották a templom némely részét, és a szépen faragott köveket a Rajnába dobálták. Végül a franciák bevonulása idején 1724—26 között raktárnak használták, majd osztrák hadifoglyokat tartottak benne őrizetben. A napóleoni egyezmény alapján 1801-ben érseki székesegyházból plébánia-templommá fokozták le, és még szerencse, hogy ekkor elkerülhette lebontását, amit az aacheni püspök javasolt. Karbantartó hiányában az épület egyre romlott, amikor S. Boisserée 1808-ban megkezdi működését. 1810-ben készek a nézetek és metszetek a műemlék meglévő és rekonstruált állapotáról. Hátra van azonban a gondolat megvalósítása, ami számára híveket kell szerezni. Merész gondolattal keresi fel Boisserée a köztudomás szerint klasszicista beállítottságú *Goethe*t, aki egyedül a görög, római és a reneszánsz építészetben látott (a reneszánszban is csak a palladieskben) *naturwahr* és *naturgesetzlich*-et, mint a művészet legfőbb alapjait. Ezzel szemben a gótikában csak természetellenességet és mesterkéltséget.

Goethe hatása kortársaira rendkívüli, ezért a romantika mozgalmában is jelentős az ő véleménye. Így látták ezt mások is, és talán ezért foglalkozik Szerző is vele oly hosszan, mert egyébként példája annak

hogy az építészeti és képzőművészeti alkotást mily nehéz megközelíteni irodalmi, vagy bölcseleti úton még a kivételes elméknek is. Erre példa az *Italienische Reise* számos hallatlan tévedésével („A velencei Doge-palota a legcsúnyább dolog, mit emberi elme valaha termett" stb.). Annál érthetetlenebb, hogy a klasszicista beállítottságú Goethe 1808 után a *Die Wahlverwandschaften*-ban romantikus témát dolgoz fel, melyben helyre állítanak egy gótikus templomot. Szerző ebben szerepet tulajdonít a fiatal D. *Engelhard* építésznek, aki Weimarban 1809-ben és 1811-ben meglátogatja, és aki a középkori építészettel foglalkozott. A klasszicista felfogású Goethe vonakodva fogadja S. Boisserée jelentkezését, akinek egyénisége és tervei azonban megtetszenek az öregedő oroszlánnak, akit 1811-ben látogat meg Boisserée Weimarban. Nemcsak a kölni Dóm terveit hozza, hanem összehasonlításul a Strasbourg, Milano, Bécs, Rheims katedrálisai rajzait is. Goethe megígéri pártfogását, és ennek az 1812-ben megjelent *Dichtung und Wahrheit*-ben hangot is ad. A közvetkező lépést jelentette Goethe 1814—15 évi Rajna, Majna, Neckar-útja és vizitje Boisserée-éknél Heidelbergben, ahol bemutatják neki a középkori festészet csodás gyűjteményét. A francia megszállás évtizedei után a Rajnavidék újraszervezéséhez tartozott a kulturális kérdések felülvizsgálata is, benne a műemlékekkel, melyekre fel akarják hívni a nagyközönség figyelmét Goethe bekapcsolásával. Az 1816-ban megjelent „*Kunst und Alterthum in den Rhein und Mayn Gegenden*" a német középkor műemlékei megóvására hívja fel a figyelmet. Az esszében Goethe határozottan állást foglal a kölni Dóm befejezése mellett. S. Boisserée rekonstrukciós rajzai végül is 1823-ban jelentek meg „*Ansichten, Risse und einzelne Theile des Domes von Köln*" címen. Ez már az az idő, amikor Caspar David *Friedrich* gótikus tájképeket fest. A gótika győzelme ebben az időben már sok vonatkozásban lemérhető Németországban. Szerző ezekből kiemeli *Hegelt*, aki a gótika égfelé törő csúcsíveit *keresztény vonás*nak tartja, az *antik horizontalitás*sal szemben. Meglepő a gótika ilyen „katolikus" jellemzése, szemben a protestáns templomok „dobozszerűségével", a protestáns Hegeltől. A korszak másik jelentős egyénisége *Schinkel*, akire mesterének, a fiatalon elhúnyt *Gilly*nek a Marienburgról készített rajzai vannak hatással. Első — klasszicista — tervei mellett a gótika itáliai utazásakor tűnik fel 1803—4-ben, amikor elragadtatással ír Prága, a bécsi Szt. István dómokról és Szicília „szaracén" építészetéről. Hazatértekor, az építészet pangása idején 1810—15 között nem épít, hanem fest, és egy sereg tájképe keletkezik ekkor C. D. Friedrich modorában. De ezek nem romok, hanem befejezett — fantasztikus — épületek. Köztük egy gótikus kupola, mely fák fölött emelkedik „Abend" címmel, és mely kísértetiesen emlékeztet a római S. Pietro kupolájára, ugyanakkor a mi Országházunkéra is. Ez az általunk eddig nem ismert Schinkel rajz inspirálhatta *Schmidt*-et — aki egy darabig a kölni Dombauhüttében dolgozott — és rajta keresztül *Steindlt*. Szerző a Schinkel hagyaték alapján mondja el, hogy a nagy német építész komolyan hitt abban, hogy a gótika a rómaiak boltozatrendszere és a középkori germán szellem — mintegy a germán szellem és a kereszténység — közös gyümölcse (234. o.). A porosz királyné számára tervezett mauzóleum indokolásában Schinkel kortársainál többet mond a gótikáról. Eszerint a gótika 1. egy gondolat kifejezése, 2. a szellem győzelme az anyag felett, 3. a transzecendentalitásnak a művészete, 4. különösen keresztény, 5. különlegesen német építészet, 6. a gótika belső- és organikus egység, 7. a gótikus építészet magasabb rendű a klasszikusnál.

Az első *Kunsthistoriker* német volt: Joh. Dominicus *Fiorillo*, aki 1781-től Göttingában rajzot és művészettörténetet tanított. Kilenc kötetes műve (1789—1820) sokáig alapja lett a művészetek történetének. A romantika nemzedékének ismeretei a művészetről és az építészetről mindenesetre ebből származtak. Első kötetei a festőkkel foglalkoznak. Itt a gótika legfeljebb csak mint a németektől épített szerepel. A további kötetek Schlegel és Ritter hatása alatt állanak, és még inkább a gótika német eredetét vallják. *Costenoble* írja az első könyvet, mely kizárólag a gótikáról szólt (1812), de Fiorillo felfogásával azonosan. A lipcsei *Stiglitz* önállóbban látja a gótikát, melyet a középkori társadalom fejlődésével hoz összefüggésbe. Ő az első, aki a gótikát egy öregebb, és egy újabb periódusra osztja szét (1792.) Eredetét Spanyolországban keresi. Mindenesetre megállapítja, hogy Németországba a gótika Franciaországból jön (1792). E megállapítás a romantika sovinizmusának tengerében csakhamar elmerül, és 50 év kell hozzá, míg ismét felbukkan. Enciklopédiájában kifejtett álláspontja pozitív, és több teret szán a gótikának, mint a reneszánsznak. Azt mondja, a gótika ma is tetszik a művészet ismerőinek, mert táplálja a képzeletet, és gazdagon díszített boltozatai, üveg ablakai, nagy perspektívái és megvilágítása az „elmét tetszéssel, a lelket tisztelettel tölti el." A gótika kiválóságát kibővíti „Kirche" c. könyvében (1796), és mint *Laugier*, úgy

véli, hogy egyházi célokra a gótika megfelelőbb a klasszicizmusnál. A német középkor első nagyértékű méltatását azonban csak 1820-ban találjuk: „Von altdeutscher Baukunst" c. művében. Stiglitz itt beszél: 1. Nagy Károlytól a X. sz.-ig, 2. XI—XIII. sz. első negyedéig, végül 3. a XIV. sz. elejéig tartó korszakokról. Ír az „ünnepélyes félhomály"-ról, a „nagy perspektívá"-ról. Ezután számos építész következik, akik már a szerkezetekkel, időpontokkal foglalkoznak. Franz *Mertens* felfedezi St. Denist, mint a gótika születésének helyét. Ezek ahhoz a nemzedékhez tartoznak, mint a francia *Caumont* és *Viollet-le-Duc*. Vagyis ahhoz az irányzathoz, mely elfordul a romantika képzelgéseitől, és régészeti fontosságot, technikai elemzést hoz.

Ezután a germanistákkal foglalkozik. Von Hagen, Büsching, Carové munkásságával a német gótikáról. Majd a régészek és a metszetkészítők következnek: a metszetekkel felkeltett érdeklődés óriási a régészet iránt. Ilyenként említi James *Murphy* magas kvalitású metszeteit a portugál Batalha-apátságról (1795), melynek német megfelelője Friedrich *Gilly* építész, a német művészettörténet legérdekesebb alakja, a XVIII. sz. végén. Keletporoszországi rajzai (1794) Marienburgról F. Rabe és Frick rajzaival kitűnőek, és méltán keltenek nagy feltűnést a berlini Akadémia 1795. évi kiállításán, ha ebben nemcsak a rajzok, hanem a tárgyaknak is szerepe van. Gilly rajzai valami hatalmas erőt — inkább a román korszakra jellemző robusztitást — sugároznak, ami hasonlatos a Caracalla termák romjaihoz, vagy Piranesi „Carceri" c. metszetéhez. A német gótikáról végül legjelentősebb Georg *Moller* építész *Denkmäler der deutschen Baukunst* (1848) c. könyve. Bevezetőjében azt kérdezi, hogyan lehet, hogy a fiatal építészek századszor rajzolják Róma romjait, míg őseiknek körülöttük levő emlékeiről még felületes tudásuk sincs. Joseph *Fischer: Denkmahle der Baukunst und Bildnerey des Mittelalters in dem Oesterreichischen Kaiserthume* (Wien, 1817) úgyszólván kizárólag a bécsi St. Maria am Gestade templomról szól. Ezután Quaglio, Müller, Boisserée munkájával foglalkozik. Utóbbi „*Ansichten, Risse und einzelne Theile des Doms von Köln* (Stuttgart, 1821) c. könyve rendkívül fontos. A kölni dóm északi tornyának terveit 1814-ben megtalálják Darmstadtban, a déli toronyét 1816-ban Párisban. S. Boisserée rekonstrukciós tervéhez segítséget nyújtottak ezek, valamint a Walraftól felkutatott két középkori terv a kórus és a déli torony részleteiről. Végül megjelenhetik a röviden *Domwerk*-nek *nevezett mű: Geschichte der Beschreibung des Doms von Köln, nebst Untersuchungen über die alte Kirchenbaukunst, als Text zu den Ansichten, Rissen, und einzelnen Theilen des Doms von Köln* (Stuttgart, 1823), 18 nagyméretű táblával, melyek kívül és belül ábrázolják a katedrálist, ahogyan ekkor áll, és úgy, ahogyan befejezése esetén elképzelték. Ez a rendkívüli költséggel, a legkitűnőbb metszők bevonásával készített kiadvány óriási hatású volt a kortársakra, és egyáltalán az egész romantikus építészetre. Boisserée monumentális művének megjelenésével tulajdonképpen lezárul a középkor rehabilitációjának hosszú és küzdelmes folyamata. A gótika most már tiszteletreméltóvá lett, sőt ezen túl, oly lelkesedés tárgya, mely sokszor éppoly vak lett, amilyen a gótikát el nem ismerő elődjének rajongása — egyedül a klasszicizmus iránt. A mostani lelkesedést hazafias és vallásos motívumok is támogatták. A rekonstrukciós rajzok mögött mindig ott lappangott a félig kész kölni katedrális valóságos befejezésének gondolata. Ehhez azonban hiányzott a gótikában gyakorlott kőfaragók serege. A nyugati homlokzat egyik tornya csak második emeletéig készült el. A másik tornyot épp csak megkezdték építeni annak idején. Hiányzott a templom terének nagyobbik fele — a két torony között a karzat, és az előcsarnok, valamint a hajó is. Már Forster és Schlegel panaszkodtak a katedrális befejezetlensége miatt, de azt először csak *Görres* sürgeti (1814). Szerinte a Napóleon fölött aratott győzelem legméltóbb emléke lenne a kölni dóm befejezése. Valamikor szétbomlott az egység, és önös érdekek győztek. Nem is tér vissza, míg nem lesz képes megint egy oly egységre, ami szükséges ehhez hasonló épülethez. Töröljük ki a közben elmúlt századokat emlékezetünkből, és folytassuk ott, ahol őseink abbahagyták — mondja *Görres*, akinek indokai, mint láttuk, nem építészeti természetűek. Nem a gótikus, hanem a germán szimbólumot nézi.

Köln városa nem volt oly helyzetben, hogy a munkát fedezhette volna. Még a templom fenntartásához szükséges anyagiakkal sem rendelkezett, és 1807-ben csak a beomlások elkerüléséhez szükséges állagbiztosításokat végeztethette el. A lipcsei csata után Frankfurtban összegyűlt kormányfők és uralkodók előtt (1814) Boisserée bemutathatta mappáit, de csak a porosz trónörökös egy későbbi, kölni látogatása hozott eredményt. A 19 éves ifjút — a későbbi IV. Frigyes Vilmost — Boisserée vezette az épületben, és annyira fellelkesítette, hogy az elhatározta a kiegészítést, és azonnal elrendelte a katonai kormányzónál a város történelmi és művészeti értékű

házai lerombolásának megszüntetését. Frigyes Vilmos valóban mindvégig hű támogatója maradt Sulpice Boisserée tervének. Mégis az első lépés csak 1816-ban történik, amikor III. Frigyes Vilmos megbízza *Schinkelt*, vizsgálja meg az épületet és tegyen róla a porosz parlamentnek jelentést.

Schinkel a tetőt beomlóban, a támaszokat bemohásodottan, az egész művet katasztrofális állapotban találta, és nem lett volna csoda, ha azt jelenti róla — aminek ma is nem egy műemlékünk pusztulását „köszönhetjük" —, hogy a körülmények miatt megmentésére áldozott pénz és idő csak pocsékolás lenne. Ellenkezőleg, a leghatározottabb fogalmazásban állította, hogy az épületet nemcsak ki kell javítani, és helyreállítani (291. o.), hanem azt folytatni kell, és befejezni, éspedig mindezt technikai és hazafias okokból egyaránt. Megint évek telnek el, ami alatt csak a trónörökös forszíroz ki a királytól egy rendeletet a romok fenntartásáról. Új impulzust az ügy csak a kölni érsekség újraszervezésével kap (1821), és végre 1823-ban a munkák is megindulhatnak. Az első húsz év így is csak a meglévő részek helyreállításával telik el. E teljes időszakban a munka Schinkel kezében van, az első 10 évben Friedrich *Ahlert* építész helyi művezetése mellett, akinek — mint Szerző megjegyzi — kevés érzéke volt a középkori épülethez. Ahlert halálával azonban Schinkel legtehetségesebb tanítványa E. Friedrich *Zwirner* veszi át a munkát (1833), aki haláláig (1861) ezen dolgozik. Benne már valóban semmi „klasszicista" sincs. Gótikus „purista" — egyike az elsőknek —, aki kötelességének érezte a restaurálást oly messzire vinni, amennyire csak a középkori építők épületei és szelleme ezt lehetővé teszik. E cél érdekében Zwirner végtelen türelmet és energiát fektetett a kőfaragók és más mesteremberek kiképzésébe, a középkori formák legapróbb részleteinek tudatos utánzása elérésére. Így érkeztek el a pillanathoz, amikor az előtt a kérdés előtt álltak, hogy az így begyakorlott munkásokat elbocsássák, az állványokat lebontsák — vagy pedig folytassák az egykor abbahagyott mű építését. Politikailag felvetődött a kérdés a porosz hatóság számára: miért exponálja magát a rajnamenti Kölnért, melynek érsekét 1837-ben le is fogták. IV. Frigyes Vilmos végülis 1842-ben elrendelte a kiegészítés folytatását. Az elhatározás mögött valószínű szerepet játszik a német egység — vagy ahogyan az angol Szerző mondja: a „Zollverein" — gondolata. „A legnagyobb német építészeti mű befejezéséről volt szó, ezzel a germán büszkeségnek áldozni, és egyben megmutatni a világnak, mire képes a germán nép, amikor lelkesedve összefog egy ideáért." A munkát segítette az is, hogy a katolikus világ előtt a protestáns porosz uralkodó segítsége vallásbeli ellentét feloldásában segített. Az 1842-ben megalalkult *Dombauverein*-nek Boisserée mellett Liszt Ferenc is tagja volt, patrónusa pedig az 1840 óta új király, IV. Frigyes Vilmos.

A kölni katedrális kiegészítésekor már nem a katolicizmus, vagy a gótika újraéledésének *(revival)* a szimbóluma — mondja *Robson-Scott* epilógusában —, hanem a német egységé. Nemcsak Boisserée magatartására jellemző ez, hanem az egész német romantikára is. Egyre inkább azonosítják az egyesített Germániával, annak középkori birodalmi egységével, ahogyan Novalis felfogta, a hit értelmében. Görres *„Der Dom von Köln und das Münster von Strasburg"* c. vitairatában sürgeti az egységes német dóm befejezését, ugyanakkor a strasbourgiról úgy ír, mint amely a német történelem váltakozásának tárháza: Karoling, Ottókorabeli, Száli, Hohenstaufen, Habsburg. Ez ún. „dicsőséges" korokat követték a reformáció „steril" és romboló korszaka, és a következő „barbár ízlés", „ízléstelen tudatlanság" századai. Valóban teljesen megfordult itt a korábbi értékelés, és a nemrég még becsült XVII—XVIII. századi uralkodó divatot mondják most ízléstelennek, és közönségesnek. A napóleoni háborúk nyomán újraéledő német-hazafiság gondolatának mindenesetre nagy szerepe van az egész német romantikában, és oly különleges mozgatóereje, ami nem hasonlítható a romantika angliai, ausztriai vagy akár magyarországi szerepéhez.

Akkor, amikor Fesszl Vigadójával bizonyos magyar nemzeti törekvéseket látunk feltűnni a hazai romantika építészetében is, és ugyanez olvasható le *Gerster* egyik házának lépcsőházát díszítő hat magyar vezér szobráról is (Bp. V. Arany J. u. 16.) — nem érdektelen a magyar építészettörténet szempontjából sem az angol területen született romantikus stílusirányzat idejutásának útja. Ez út német szakaszát ismertük meg Mr. Robson-Scott kitűnő művéből. Egyben a műemlékvédelem és az építészettörténetírás kezdeteiben oly jelentős szerepet játszó munkák egyikét is követhettük, melynek Zwirner — majd *Voigtel* építészek által vezetett *Dombauhütté*-jében dolgozott a bécsi Friedrich *Schmidt* is, később sok magyar építész tanára, és a *Wiener Bauhütte Dombaumeistere*. E könyv hívta fel figyelmünket a Schinkel által rajzolt gótikus kupolára, mely tagadhatatlan előképe — véleményünk szerint — Schmidt bécsi Fünfhausenkirche-jen keresztül a tanítvány *Steindl* Imre Duna-parti Országháza kupolás középrészének. A bu-

dapesti Parlament monumentális épületének formálásában is visszacsendül hát a romantikus német építészet kezdetekor még csak Schinkel vázlatában elképzelt játékos gondolat. E távoli, de nem lényegtelen összefüggések tisztázására szántam a nálunk ritka könyv szokásosnál bővebb ismertetését.

dr. Gerő László

Dr. Csonka Pál: Nembránhéjak (Membranschalen Bauingenieur-praxis. Verlag W. Ernst und Sohn, Berlin—München, 1966. 92 old., 105 ábra, 4 táblázat).

A W. Ernst u. Sohn kiadó Építőmérnök-gyakorlat címen könyvsorozatot jelentet meg, s Dr. Csonka Pálnak jutott az a megtisztelő feladat, hogy e sorozat 16. füzetét Membránhéjak címen megírja. A héjak fokozatos elterjedése tette szükségessé egy olyan könyv megjelenését, mely e szerkezet erőjátékát, bonyolult matematikai összefüggések alkalmazása nélkül a gyakorlatban dolgozó mérnökök számára könnyen érthető formában ismerteti.

Az I. fejezet a membránelmélet alapfogalmainak összefoglalása után a héj alakjának megválasztásával kapcsolatos szempontokat ismerteti, röviden tárgyalva a görblüeti viszonyokat, a normál és szinguláris pontokat, a görbületi vonalakat, s a különféle héjformákat.

A következő fejezet az erőjátékkal kapcsolatos alapfogalmakra építve bemutatja a membránhéjak egyensúlyi egyenleteit, az ezekből levezethető Pucher-féle másodrendű parciális differenciál egyenletet, mely a héj alakja, terhelése és a belső erőket jellemző feszültségfüggvény között létesít kapcsolatot. Szemléletes formában mutatja be a differenciálegyenlet különböző megtámasztások melletti kerületi feltételeit. Az erőjáték vizsgálata az affin-héjak, a főfeszültségi irányok és néhány egyéb különleges kérdések tárgyalásával zárul.

A gyakorlati alkalmazások a leginkább használt héjtípusokra terjednek ki, s néhány, elemekből összerakott különleges szerkezetre. Ezek vizsgálatára szerző saját szellemes módszerét ismerteti.

A függelék membránhéjak kritikus erejével foglalkozik, s a gyakorlatban jól használható egyszerű összefüggéseket mutat be, mely azok számára is jól használható, akik membránhéjak kérdésével mélyebben nem foglalkoztak.

A könyv mondanivalója világos, jól érthető, szerkezeti felépítése logikus, s a kérdéssel részletesen nem foglalkozók számára is jól követhető.

Úgy vélem, hogy e könyvecske német nyelven történt megjelenése elismerés a magyar héj-irodalom művelői, s elsősorban a szerző számára.

dr. Bölcskei Elemér

MTA Könyvtára
Periodika 1051/1967 sz.

INHALT

P. Csonka: Anwendung der Plastizitätslehre in der Praxis des Bauingenieurs .. 527
Gy. Haviár: Ungarische Forscher auf dem Gebiete der Plastizitätslehre 541
B. Roller: Die differentialgeometrischen Gleichungen der Theorie der gespannten Hängedächern 547
J. Bonta: Architektur und Massenbau 556
Z. Szigyártó: Flutwellenabzugsversuche zur Bekräftigung der Durchzugstheorie 583
Z. Hankó: Periodische Hochwasser-Oszillationen in der Umgebung von Fluss-Stauanlagen mit schwachem Abfall 617
Bücherschau 631

CONTENTS

P. Csonka: Application of the theory of plasticity in civil engineering practice 527
Gy. Haviár: Hungarian investigators in the field of plasticity-theory..... 541
B. Roller: The differential-equation of hanging roofs 547
J. Bonta: Architecture and mass construction 556
Z. Szigyártó: Experiments on the passing of flood-waves for the verification of the passage-theory 583
Z. Hankó: Oscillatory phenomena induced by low-head weirs at flood discharges 617
Book review 631

CONTENU

P. Csonka: Application de la théorie de la plasticité dans la pratique des ingénieurs 527
Gy. Haviár: Les investigateurs hongrois de la théorie de la plasticité 541
B. Roller: L'équation différentielle de la théorie des constructions de toiture constructions de toiture constrainte suspendue 547
J. Bonta: L'architecture et la construction en masse 556
Z. Szigyártó: Expériences sur le passage des vagues de crue pour la vérification de la théorie de passage 583
Z. Hankó: Oscillations périodiques de crues dans le voisinage des barrages au fil de l'eau établis sur des fleuves 617
Revue des livres 631

СОДЕРЖАНИЕ

П. Чонка: Применение пластичности в практике инженеров-архитекторов 527
Дь. Хавиар: Венгерские исследователи пластичности 541
Б. Роллер: Дифференциально-геометрические уравнения теории крышёк напряжённой проволочной сетью 547
Я. Бонта: Архитектура и массовая стройка 556
З. Сийдьярто: Опыты спуска паводочных волн для подтвержения пассажной теории 583
З. Ханко: Периодические паводковые колебания в окружениях речных запруд с небольшим падением 617
Обзор книг 631

309.504

ÉPÍTÉS- ÉS KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK

X/4

INHALTSAUSZÜGE

*

РЕЗЮМЕ

*

SUMMARIES

*

RÉSUMÉS

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA KÖNYVTÁRA

Mitteilungen der Ausschüsse für Bauwissenschaft, Geschichte und Theorie der Architektur, Gewässerkunde und Wasserwirtschaft, Verkehrswessen und Siedlungswesen der Abteilung für Technische Wissenschaften der Ungarischen Akademie der Wissenschaften.

*

Сообщения Строительной Комиссии, Комиссии по истории и теории архитектуры, Гидрологии и Водного хозяйства, Транспорта и Градостроительства при Отделении Технических наук Венгерской Академии наук.

*

Reports of the Committees of Constructional Engineering, Architectural History and Theory, Hydraulics and Water Economics, Transport Engineering and Civic Developments included in the Hungarian Academy of Sciences, Technical Department.

*

Revue des Comités de la Construction, de l'Histoire et de la Théorie de l'Architecture, de l'Hydrologie et de l'Hydraulique, de la Communication et de l'Urbanisme, de la section des Sciences Techniques de l'Académie des Sciences de Hongrie.

Dr. P. Csonka:

APPLICATION OF THE THEORY OF PLASTICITY IN CIVIL ENGINEERING PRACTICE

(Hungarian text see on page 527—540)

The paper summarizes the contents of the lectures held at a meeting called on 25th May 1966 by the Department for Technical Sciences of the Hungarian Academy of Sciences, under the title "Application of the Theory of Plasticity in Civil Engineering Practice".

The eight lectures delivered on this occasion were the following: 1. P. *Csonka:* "Significance of the Theory of Plasticity in Engineering Practice"; 2. Gy. *Haviár:* "Hungarian representants of the theory of plasticity"; 3. S. *Kaliszky:* "Fundamental principles of the theory of plasticity"; 4. L. *Palotás:* "Reinforced concrete building as based on the theory of plasticity"; 5. E. *Bölcskei:* Principles of the theory of plasticity applied to reinforced concrete structures"; 6. O. *Halász:* "Principles of the theory of plasticity applied to steel structures"; 7. Á. *Kézdi:* "Principles of the theory of plasticity applied to granulated media"; 8. J. *Peredy:* "Direct methods for planning of building structures".

Dr. P. Csonka:

ANWENDUNG DER PLASTICITÄTSLEHRE IN DER PRAXIS DES BAUINGENIEURS

(Ungarischen Text siehe Seite 527—540)

Der Aufsatz faßt den Inhalt der Vorträge zusammen, die im Rahmen einer Konferenz stattfanden, welche von der Abteilung für Technische Wissenschaften der Ungarischen Akademie der Wissenschaften am 25. Mai 1966 unter dem Titel »Anwendung der Plastizitätslehre in der Praxis des Bauingenieurs« abgehalten wurde.

Die bei der Konferenz gehaltenen acht Vorträge waren die folgenden: 1. *P. Csonka:* »Bedeutung der Plastizitätslehre in der Ingenieur-Praxis«; 2. *Gy. Haviár:* »Die ungarischen Vertreter der Plastizitätslehre« 3. *S. Kaliszky:* »Grundprinzipien der Plastizitätslehre«; 4. *L. Palotás:* »Grundlagen der Plastizitätslehre in der Stahlbetontheorie«; 5. *E. Bölcskei:* »Anwendung der Plastizitätslehre auf dem Gebiete des Stahlbetonbaues«; 6. *O. Halász:* »Anwendung der Plastizitätslehre auf dem Gebiete des Stahlbaues«; 7. *Á. Kézdi:* »Anwendung der Plastizitätslehre auf körnige Medien«; 8. *J. Peredy:* »Unmittelbare Methoden zum Entwerfen von Baukonstruktionen«.

*

Dr. Gy. Haviár:

HUNGARIAN INVESTIGATORS IN THE FIELD OF PLASTICITY-THEORY

(Hungarian text see on page 541—546)

The study treats of the results attained by Hungarian researchers in the field of the science of plasticity.

G. Kazinczy was the first to make experiments regarding plastic response in steel beams and to lay the foundation of a new science that made it possible to use up the plastic reserves of building materials in designing and constructing.

The present paper also deals with the findings and merits of A. Nádai, T. Kármán as well as those of several other Hungarian researchers in the same field.

Finally it gives a full list of the studies and books by Hungarian scientists on the problems of plasticity.

Dr. Gy. Haviár:

UNGARISCHE FORSCHER AUF DEM GEBIETE DER PLASTIZITÄTSLEHRE

(Ungarischen Text siehe Seite 541—546)

Der Aufsatz behandelt die Tätigkeit der auf dem Gebiete der Plastizitätstheorie wirkenden ungarischen Forscher.

An erster Stelle würdigt die Abhandlung die hervorragende vielseitige Tätigkeit von Gábor Kazinczy, der der Begründer und Stifter des Wissenschaft-Zweiges war, welcher sich mit der plastischen Bemessung der Konstruktionen befasst. Kazinczy war ebenfalls der erste Forscher, der die plastischen Reserven des Baumaterials praktisch und wissentlich ausgenützt hat.

Nachher wird die spätere Tätigkeit von A. Nádai, T. Kármán und noch mehrer, an demselben Arbeitsgebiete wirkender ungarischer Forscher besprochen.

Endlich wird ein ausführliches Literaturverzeichnis beigefügt, welches das diesbezügliche Schrifttum angibt.

*

Dr. B. Roller:

THE DIFFERENTIAL-EQUATION OF HANGING ROOFS

(Hungarian text see on page 547—555)

The paper deals with the developing of the fundamental equations governing the elastic behaviour of the hanging roofs with double curvature, stretched on an absolutely rigid boundary. The differential-equations themselves do not contain any geometrical neglection at all.

Two different kinds of montage and several states of loading were taken into consideration.

The method of solution has been developed as yet merely in some special cases.

Dr. B. Roller:

DIE DIFFERENTIALGEOMETRISCHEN GLEICHUNGEN DER THEORIE DER GESPANNTEN HÄNGEDÄCHERN

(Ungarischen Text siehe Seite 547—555)

Der Aufsatz teilt die ganz allgemeine Elastizitäts-Grundgleichungen der doppelt gekrümmten, auf starren Randträgern gespannten Seilnetzen mit. Sie sind mittels der Kalkül der Differentialgeometrie hergeleitet. Bei der Zerlegung der Frage wurden zwei verschiedene Arten der Montage, ausserdem die verschiedenen statischen Zustände des Bauwerkes berücksichtigt.

Die Lösungsmethode der Gleichungen ist bloss in Sonderfällen aufgeklärt.

*

Dr. J. Bonta:

ARCHITECTURE AND MASS CONSTRUCTION

(Hungarian text see on page 556—582)

(Lecture delivered on October 10, 1966, at the meeting of the Committee of History and Theory of Architecture of the Hungarian Academy of Sciences.)

A fundamental problem facing the architecture of our age is to create human living conditions for the masses, relying for its solution on the use of industrial mechanized technology. This technology must not be ignored, on the contrary, it should be used and its means should be applied to facilitate a human way of life, more complete and disengaged than before.

Author advocates the importance of architecture, refusing all direct or indirect renunciation of its artistic aims, of its humanism, and claims that the artistic aims of architecture ought to be asserted even in the conditions of industrialized technology.

Besides the exposition of a theoretical standpoint, a realistic program has been outlined. The analysis of the contradiction between industrial prefabrication and architectural endeavours has led to the conclusion that the selfcontained ambitions of both industrial prefabrication and architectural design have to be restricted, while their immanent laws should be asserted.

The analysis of the known systems of prefabrication and construction from the view-point of their architectural flexibility and the confrontation of the different claims to flexibility and variability of the various architectural tasks prove this to be feasible.

These considerations have led to the following conclusions:

1. Architecture is an art justified in any circumstances.
2. Future towns are to be constructed by industrial methods and humanized by architectural means.
3. Architecture and industrial refabrication have to be reconciled.
4. This should be achieved by restricting self-contained ambitions, by asserting the inherent laws of architecture and of industrial technology.
5. The architect must be free to fulfil his mission to place the man of the future in a humanistic environment.
6. Architectural freedom has to evolve in the limits of the necessities of a constructive order of building.
7. Designers, technicians and architects have to co-operate to create a harmonic and human environment, "a sign and promise — as Bruno Zevi wrote it — or at least consolation of our civilization."

Dr. J. Bonta

L'ARCHITECTURE ET LA CONSTRUCTION EN MASSE

(Le texte hongrois vois sur le page 556—582)

(Conférence faite à la séance du 10 octobre 1966 de la Commission d'Histoire et de Théorie de l'Architecture de l'Académie des Sciences de Hongrie).

La tâche fondamentale qui s'impose à l'architecture de nos jours consiste à assurer aux masses des conditions de vie dignes de l'homme. Pour la remplir il faut utiliser la technique industrialisée, fondée sur le mode de production mécanique. Nous ne pouvons pas refuser cette technique; au contraire, nous devons nous en servir, faire usage de ses moyens pour les fins du déploiement d'une forme de vie humaine, plus pleine et plus libre que l'ancienne.

L'auteur plaide pour l'indispensabilité de l'architecture et réfute tous ceux qui abandonnent, directement ou indirectement, les buts artistiques de l'architecture et renoncent à son contenu humain; il professe catégoriquement l'opinion que même dans les conditions de la technologie industrialisée il faut faire valoir les objectifs artistiques de l'architecture.

L'auteur ne se borne pas à développer ses points de vue théoriques, mais il indique en grandes lignes un programme réel. En analysant les contradictions entre les aspirations de la préfabrication industrialisée et celles de l'architecture, il arrive à la conclusion qu'il faut mettre une borne tant aux prétentions gratuites de la fabrication industrialisée qu'á celles de la formation architecturale, tout en facilitant la réalisation de leurs lois immanentes.

Il en démontre la possibilité en analysant les systèmes de construction connus sous le rapport de leur souplesse architecturale et en comparant les différentes tâches de construction selon le degré et le caractère de leurs exigences de souplesse et de variabilité.

L'étude se termine par les conclusions suivantes:

1. L'architecture est indispensable en toute circonstance.
2. Les villes de l'avenir doivent être construites au moyen de l'industrialisation du bâtiment et humanisées par les moyens de l'architecture.
3. Il faut établir l'union de l'architecture et de la construction industrialisée.
4. Cette union doit être atteinte en limitant les aspirations gratuites et en faisant valoir les lois intrinsèques de l'architecture et de la technologie industrialisée.
5. Il faut assurer à l'architecte la liberté de remplir sa mission: d'installer l'homme de l'avenir dans des conditions dignes de lui.

6. La liberté architecturale doit se déployer dans les bornes des nécessités d'ordre structural.

7. Constructeurs, technologues et architectes doivent unir leurs efforts pour créer une ambiance harmonique et humaine qui — selon Bruno Zevi — pourrait être «le signe et la promesse ou, pour le moins, la consolation de notre civilisation».

*

Dr. Z. Szigyártó:

EXPERIMENTS ON THE PASSING OF FLOODWAVES FOR THE VERIFICATION OF THE PASSAGE THEORY

(Hungarian text see on page 583—616)

For the operational control of overhead controlled irrigation canal systems, for forecasting of the level and output of water-courses, for the analysis of the operation of hydro-electric power plants on rivers as well as for the correct solution of other similar problems it is indispensable that we should be able to calculate the shaping of the flood-wave on a profile which is lying downstream in case we know the flood-wave-image of a higher lying profile and the hydraulic charateristics of the section in between.

For a quick solution of this task we have elaborated earlier the so called "*passage theory*", representing the connection between the flood-wave-shape of the two profiles by means of a symbolic operator. Aim of the present investigation has been the experimental verification of this theory.

In the course of processing the data obtained during the measurements it was found that on the experimental interval significant water losses were occurring, while the "passage theory" and the transformation fixed in it refer to a water-tight bed. In spite of this by applying the "passage theory" and introducing certain modificating factors we succeeded to transform the operator so that by using it we were able to calculate the wave-shape of the lower "arriving profils" from that of the upper "starting profile" in a reliable manner. Thus our experiments fulfilled not only the task of verification of the "passage theory", but they furnished also the possibility for the elaboration of such a method, on the basis of which the theory became applicable also in cases of a non-water-tight bed, in contrary to the supposition used in the course of derivation of the theory.

Dr. Z. Szigyártó:

EXPÉRIENCES SUR LE PASSAGE DES VAGUES D E CRUE POUR LA VÉRIFICATION DE LA THÉORIE DE PASSAGE

(Le texte hongrois vois sur le page 583—616)

Pour diriger le fonctionnement des systèmes des canaux d'irrigation commandé d'en haut, pour la prévision du niveau et du débit des cours d'eau, pour l'examen de fonctionnement des stations hydroélectriques sur les fleuves ainsi que pour une solution correcte de beaucoup de problèmes d'un caractère semblable il est indispensable que nous pouvions calculer la formation de la vague de crue sur un profil situé en aval si nous connaissons la-même sur un profil situé plus haut ainsi que les caractéristiques hydrauliques du segment entre les deux profils.

C'est pour la solution rapide de ce problème que nous avons élaboré auparavant notre théorie dite »la théorie de passage«, en représentant la connexion entre la formation des vagues de crue des deux profils par un opérateur symbolique. Le but de la présente recherche est la vérification expérimentale de cette théorie.

Il ressortait des données obtenues au cours des mesurements ainsi qu'au cours de ses dépouillements qu'un coulage appréciable s'est présenté sur le segment expérimental, tandisque la transformation fixée dans la théorie de passage se rapporte à un lit étanche. Néanmoins il nous réussit — en appliquant la théorie des passage et en introduisant quelques facteurs modificateurs — de transformer l'opérateur y figurant d'une telle façon, que nous étions capables de calculer d'une manière rassurante la formation de la vague de crue du profil plus bas — dit »profil d'arrivée« — en partant de la configuration de la vague de crue du profil situé plus haut — dit «profil de départ».

Ainsi, nos expériences serviraient non seulement pour la vérification de la «théorie de passage» mais elles présentaient aussi la possibilité d'élaborer une méthode, sur la base de laquelle la théorie devient applicable aussi dans des cas qui ne satisfont pas à la supposition figurante dans la déduction de la théorie, c'est-à-dire que le lit soit étanche.

*

Dr. Zoltán G. Hankó

OSCILLATORY PHENOMENA INDUCED BY LOW-HEAD WEIRS AT FLOOD DISCHARGES

(Hungarian text see on page 617—630)

When the flood discharge is increasing, water can be released by opening the movable gates of weirs (spillways). In the case of a weir with several openings, a series of *Bénard—Kármán* vortices separates itself from the downstream end of the intermediate piers. This periodical separation of vortices gives rise to an oscillatory motion with positive feedback around the piers, if the velocity through the opening remains lower than the critical velocity between streaming and shooting flow. If certain geometrical and hydraulic conditions are fulfilled, there will be a resonance between the generating oscillation (separation of vortices) and the feedback oscillation (oscillations of equal wavelengths will meet in the same phase). Due to this resonance, the energy content (and also the amplitude) of the oscillatory motion is increasing until the dynamic equilibrium becomes re-established by the simultaneously increasing resistive forces.

Through the oscillation around intermediate piers translatory waves of great energy content (great amplitude) are emitted upstream towards the reservoir whose energy content is decreasing whilst travelling up the headwater. These waves are dangerous by their damageing the embankments, etc.

Vortex trains separating from intermediate piers are likely to cause undesirable scour in the tailwater channel.

Such a phenomenon has been observed in the Hydraulic Laboratory of the VITUKI (Research Institute for Water Resources Development) whilst investigating an alternative scale model of the Tisza Barrage No. 2. In flood time, the barrage gates are to be lifted since the peak flood stage hitherto occurred is only slightly exceeded by the planned headwater level. The given geometrical and hydraulic conditions were resulting in an oscillatory phenomenon around the intermediate barrage piers, not far from being resonant.

By concluding our investigations suggestions were made to eliminate, or at least to reduce to a permissible extent, these oscillations.

Dr. Zoltán G. Hankó

OSCILLATIONS PÉRIODIQUES DE CRUES DANS LE VOISINAGE DES BARRAGES AU FIL DE L'EAU ÉTABLIS SUR DES FLEUVES

(Le texte hongrois vois sur le page 617—630)

Lorsque le débit de crue augmente, l'évaculation des eaux se fait en ouvrant les parties mobiles des barrages (évacuateurs de crue). Aux ouvrages d'art à plusieurs ouvertures des parties en aval des piles intermédiaires des tourbillons dits *Bénard—Kármán* se détachent. Le départ des tourbillons périodiques provoque un mouvement oscillatoire positif autour des piles à condition que dans l'ouverture libre la vitesse de l'eau n'atteigne pas la vitesse limite d'écoulement — de tourbillon. En cas de conditions géométriques et hydrauliques appropriées l'oscillation inductrice (détachement du tourbillon) et l'oscillation couplée par réaction résonnent (les oscillations ayant une longueur d'onde analogue se rencontrent en phase identique). Du fait de la résonance la teneur en énergie du mouvement oscillatoire (ainsi que l'amplitude de l'oscillation) augmente jusqu'à ce que la position d'équilibre dynamique se soit produite, grâce à l'accroissement simultané des forces de résistance.

L'oscillation se formant autour des piles intermédiaires produit dans le réservoir vers l'amont des ondes de translation ayant une grande énergie (une grande amplitude). En progressant vers l'amont, l'énergie de ces ondes diminue. Elles sont dangereuses du point de vue de l'affouillement des berges.

Du fait de l'interférence les séries de tourbillons se détachant des piles intermédiaires risquent de provoquer des affouillements indésirables dans le lit d'aval.

Pareil phénomène a été observé dans le Laboratoire d'Hydraulique de VITUKI (Institut de Recherches des Ressources Hydrauliques), au cours de l'examen du modèle réduit d'une variante du projet de la Chute No. 2 de la Tisza. En période de crue les vannes du barrage de la chute doivent être ouvertes, car la cote de la retenue ne dépasse que dans une faible mesure le niveau maximum de la crue. Les conditions géometriques et hydrauliques données ont produit, autour des piles intermédiaires du barrage-réservoir, des phénomènes d'oscillation presque similaires à la résonance.

Au cours des essais nous avons mis au point une proposition en vue d'éliminer les phénomènes d'oscillation, respectivement de les diminuer jusqu'à un degré pouvant être encore toléré.

*

Akadémiai Nyomda, Budapest — Felelős vezető: Bernát György

A kiadvány előfizethető vagy példányonként megvásárolható:

az AKADÉMIAI KIADÓ-nál, Budapest, V. Alkotmány utca 21.
telefon: 111—010. MNB egyszámlaszám: 46,

az AKADÉMIAI KÖNYVESBOLT-ban
Budapest, V. Váci u. 22., telefon: 185—612;

a POSTA KÖZPONTI HIRLAP IRODA 1. számú
HIRLAPBOLTJÁ-ban, Budapest, V. József nádor tér 1.
és *bármely postahivatalban*
Csekkszámlaszám: egyéni 61.257, közületi: 61.066.
MNB egyszámlaszám: 8.

Előfizetési díj egy évre: 100,— Ft.

Külföldön terjeszti a
KULTÚRA KÖNYV ÉS HÍRLAP KÜLKERESKEDELMI VÁLLALAT
Budapest, II. Fő utca 32. Telefon: 429—760

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA KÖNYVTÁRA

Ára: 30,— Ft
Évi előfizetés: 100,— Ft

INDEX: 26.213

AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST