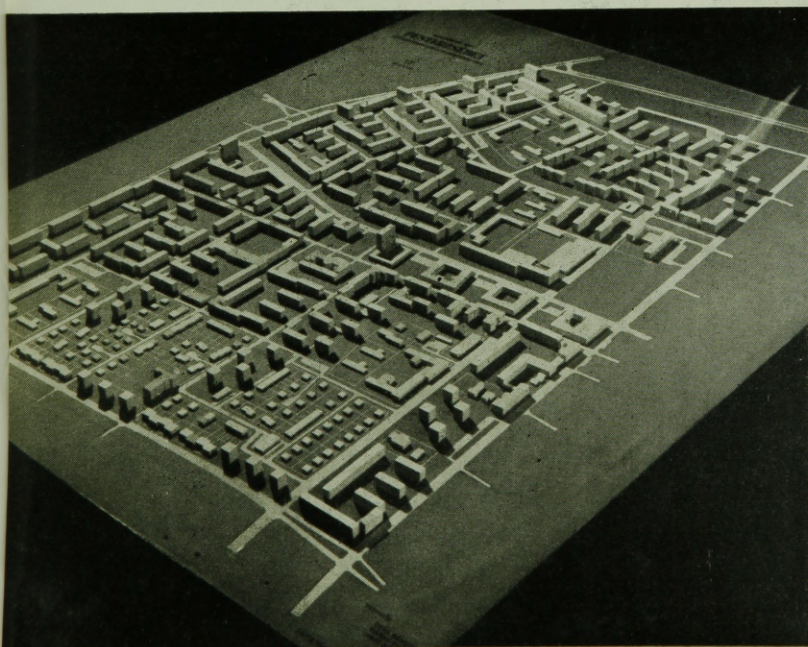


100

F 1868

AZ ÉPÍTŐIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET FOLYÓIRATA * 1962. 6.



MAGYAR ÉPÍTŐ- IPAR

A Déli pályaudvar átépítése

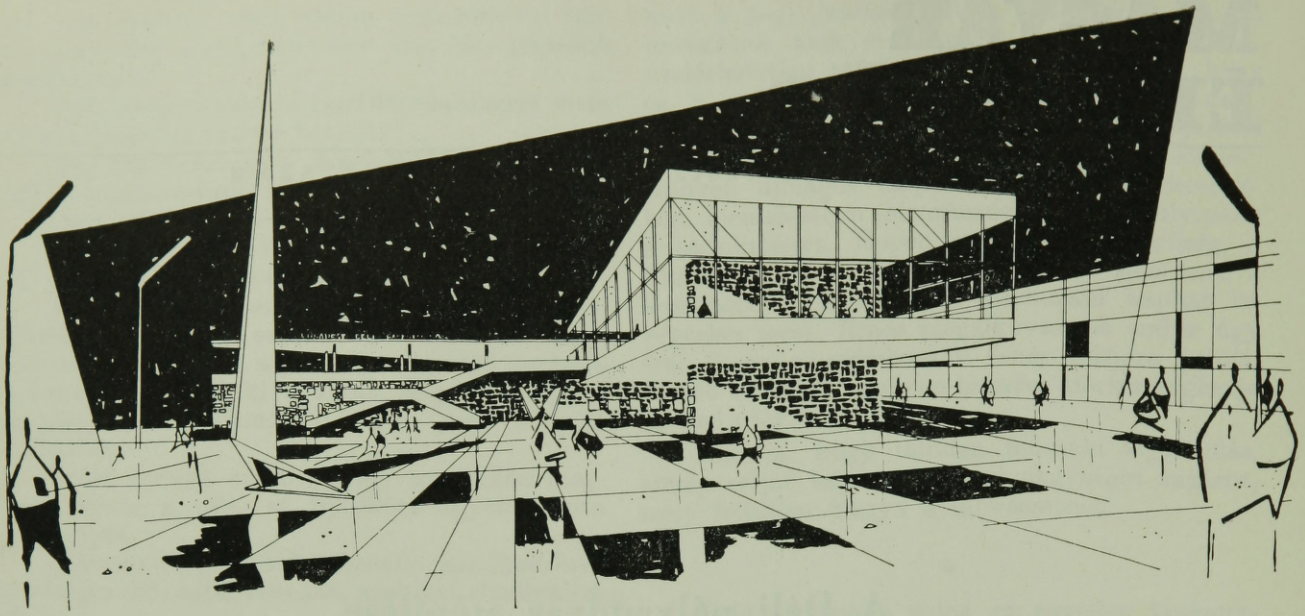
Dr. ERTL RÓBERT

Déli pályaudvar, mint a volt „Déli Vasút” (későbbi nevén „Duna—Száva—Adria Vasút”) budapesti pályaudvara, már a második világháború előtt is igen elavult állapotban volt és berendezései, valamint épületei némi kiegészítésekkel az 1861. évi megnyitás képét mutatták. Az 1934. évi államosítás sem hozott említésre méltó javulást. A pályaudvar a második világháború folyamán súlyos háborús károkat szenvedett, a fafedélzetű csarnok és az érkezési épület-szárnnya megsemmisült. Bár az újjáépítés során, a pályaudvar jövő szerepének akkor még tisztázatlan volta, valamint az anyagi lehetőségeknek a sürgősség miatti korlátozottsága miatt, a pályaudvar helyreállítása csak ideiglenes jelleggel, néhány évre szólóan történhetett meg, mégis lehetőség nyílt — legalább vágányzatilag — a vasúti teljesítőképesség némi fokozására is. A vonatfogadás és indítás terén a teljesítőképesség emelésére szükség is volt, mert — mint ismeretes — a hároméves és az első öt éves tervek folyamán és azután is a vasúti forgalomban élesen belül a személyforgalomban hatalmas méretű fejlődés következett be. Déli pályaudvaron 1938. évben a nyári idényforgalomban hétköznapiakon 44 személyszállítóvonat érkezett, illetve indult, míg 1961. év nyarán ugyancsak hétköznapiakon a vonatok száma 108 (üzemi menetekkel együtt 125) volt, sőt vasárnapokon a személyszállító vonatok száma 123 (134)-ra emelkedett. A pályaudvar területén 1961. év nyarán a vasárnapi csúcsforgalomban közelítő adatok szerint 40 000 induló és közel 20 000 érkező utas fordult meg.

Az állandóan emelkedő forgalmat a pályaudvar utasfogadó berendezései mind nehezebben tudták csak lebonyolítani. A vonatok megközelítése, a felvételi épület oldalfekvése miatt sok esetben csak más szerelvényeken való átmászkálás, vonatok közötti szűk sikátorokban, a különböző vezetékek közötti botorkálás útján, vagy pedig

üzemi területen, a forgalmi vágányokon keresztül, kerülő utakkal történhetett. Ez az állapot nemcsak az utazó közönségre járt *tűrhetetlen kényelmetlenséggel*, hanem minden óvórendszabály mellett is, *állandó balesetveszélyt jelentett*, ami a csúcsforgalmi időszakban a szinte áttekinthetetlen pályaudvaron különösen súlyos volt. Mivel az utasforgalom a legutóbbi nyáron is az előző év nyarához képest mintegy 15%-kal emelkedett és további forgalomemelkedéssel is kell számolni, a balesetveszélyes állapot felszámolásával, a pályaudvar utasforgalmi berendezéseinek korszerűsítésével nem lehetett tovább várni. *Kossa István közlekedés- és postaügyi miniszter* rendelkezése az átépítést azonnal megindítottuk olyan erővel, hogy az átépített pályaudvar az idei nyári forgalomban már üzemképes legyen.

A pályaudvar jelenlegi átépítésének tervezésénél figyelemmel kellett lenni a földalatti vasút déli pályaudvari tervezett felszíni végállomására, melynek helye a részben megépített mélyállomás és a lejtaknák által már adott. El kellett készíteni a Déli pályaudvar ún. „végleges bővítési” tervét. Ez utóbbi megvalósításának azonban előfeltétele a földalatti vasút megépítésén kívül a Krisztina körútnak a Vérmező felé tervezett áthelyezése is. A Déli pályaudvar ún. végleges bővítési tervét tehát, eltekintve a jelentős beruházási ráfordításoktól, sajnos még sok évig nem lehet megvalósítani. A Déli pályaudvar súlyos hibáinak és ezek mindjobban fokozódó következményeinek megszüntetésével a földalatti vasút megépítéséig és az útrendezések végrehajtásáig pedig várni nem lehet, meg kellett tehát találni azt a mai állapotba is beilleszthető közbenső megoldást, amelynél az utazóközönség kulturált fogadása és a fejperonon át történő világos elosztása, a vonatok jó, balesetmentes megközelítése és megfelelő szélességű peronok kiképzése biztosítható. Ez a megoldás, az ún. „*kisterv*”, a *végleges bővítési tervnek első*



1. ábra. A Déli pályaudvar homlokzata

részlete. A terv annak szem előtt tartásával készült, hogy a most építés alatt álló létesítmények a későbbi építkezésekkor is jó helyen legyenek és beilleszkedjenek majd az ebben a térségben a jövőben építendő vasúti, földalatti vasúti és útrendezési építmények együttesébe. Ezalól csak néhány kis terjedelmű és költségű olyan részlet-építmény kivétel, melyeket a mai környezethez csatlakozva kényszerűségből meg kell építeni.

A jelenlegi átalakítás lényege a pályaudvar megnyitása a homlokoldalon, tehát a szűk tér szabta lehetőség szerint egy tiszta *fejpályaudvar* építése. Ennek érdekében a következő fontosabb munkákat kellett végrehajtani.

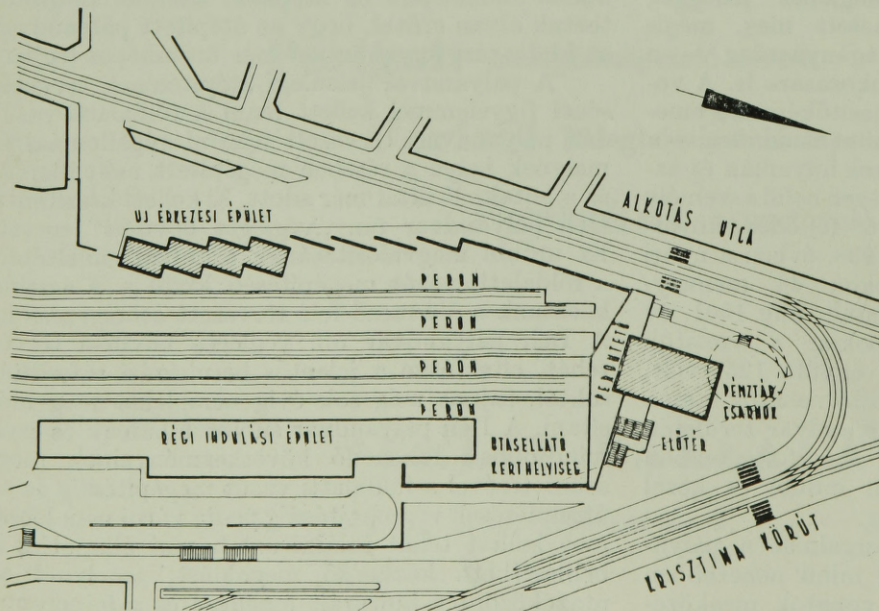
Bontások. A pályaudvar Krisztina körúti végén a fordítókorong elbontása, illetve pótlása a pályaudvar más területén.

Az amúgy sem kifogástalan körtámfal patkóalakú szakaszának elbontása és mögüle a föld elszállítása.

Az újjáépítéskor ideiglenesen megépített érkezési épület elbontása az Alkotás utcánál.

A Krisztina körút felőli lejáró kocsit meg-szüntetése.

Építések. A volt érkezési épület lebontása révén szabaddá vált terület felhasználásával a szorosan egymás mellett elhelyezett *peronvágányok* széthúzása párosával olyképpen, hogy a vonatok

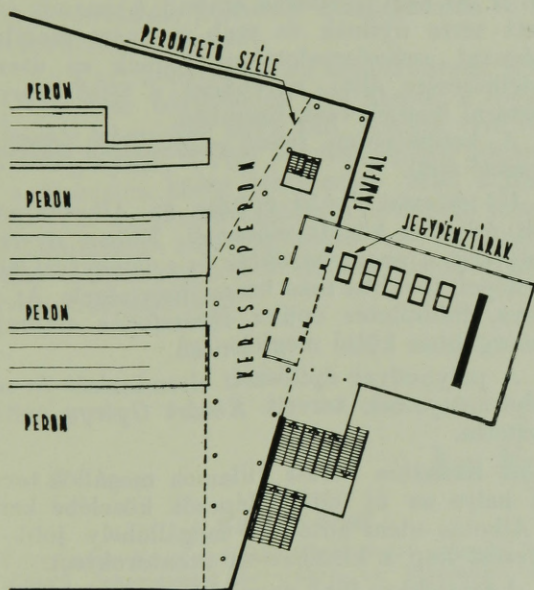


ÁLTALÁNOS HELYSZINRAJZ 2. ábra

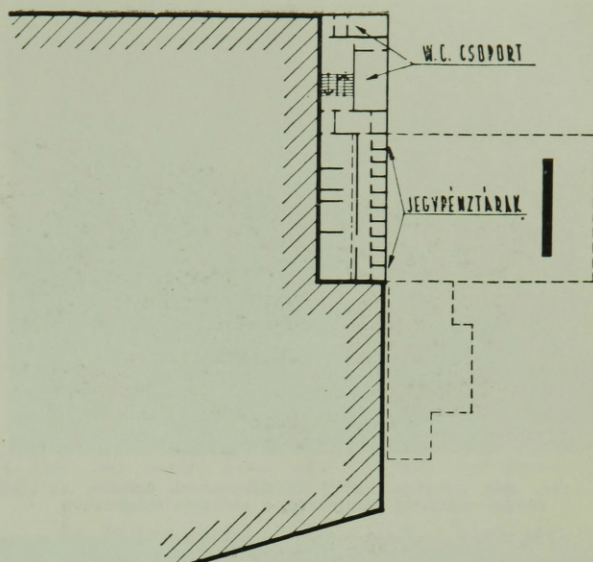
megközelítésére kerekén 6 m széles peronok legyenek létesíthetők. A peronok a homlokoldalon egy keresztperonba torkollnak.

Az új keresztperon előtt almádi vörös homokkővel burkolt, az Alkotás utcára merőleges új támfal építése. A támfal helyének kijelölésénél figyelemmel kellett lenni a peronvágányok szükséges használható hosszára, ami az új támfal vonalának hátrébb megvonását a pályaudvar felé nem tette lehetővé.

A keresztperonhoz felvezető lépcső építése. A szabad lépcső egyaránt lehetővé teszi a villamos illetve autóbusz megállók, valamint az alsó pénztárak felől a peronok magasságára való feljutást. A lépcsőkarok szélessége a csúcsforgalomra lett méretezve. Az érkező utasok zöme, akik villamossal vagy autó busszal fognak távozni, szintén a



3. ábra. Pályaszint alrajz



4. ábra. Pályaszint alrajz

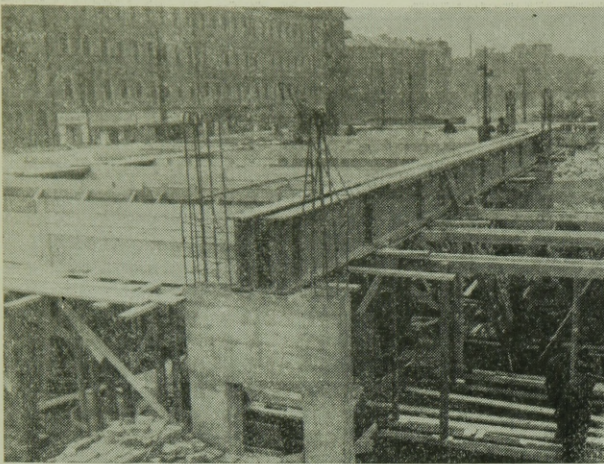
homlokoldal lépcsőjét fogják használni. Az indulási és érkezési csúcsforgalom nem esik egyidőbe.

A támfal előtt kialakult tágas, patkóalakú előtér burkolása gyalogforgalomra.

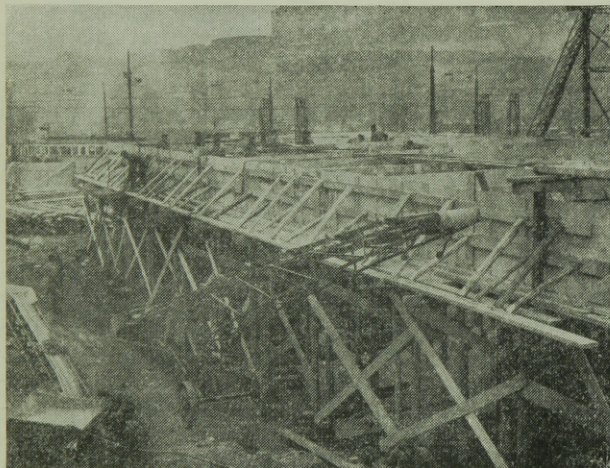
Az új előtér fölött a peronok szintjén egy 30×18 m belméretű új pénztárcsarnok építése. A csarnok részben az új támfalra, részben 19 m fesztávval az előtér közepe táján épült pillérfalra támaszkodik, melyen 6 m-rel konzolosan túlnyúlik. A csarnok alatt a gyalogosok szabadon közlekedhetnek az előtérben. A csarnok oldalfalai a padlóvonaltól a mennyezetig köröskörül üvegből készülnek. A napsütés ellen szabályozható zsalu, a pálya (dél) felől a perontető, a fedélen szigetelés véd. A jegyváltó utazóközönség a csarnokban szabadon álló 10 pénztárfülke között halad át. A pénztárak ilyen elhelyezése a jegyváltókat visszafordulási kényszer nélkül mintegy átszívva

5. ábra. Déli pályaudvar építése. 1962. február. A régi patkóalakú támfal még látszik. Mögötte a fordítókörong már elbontva, a földkiemelés folyik

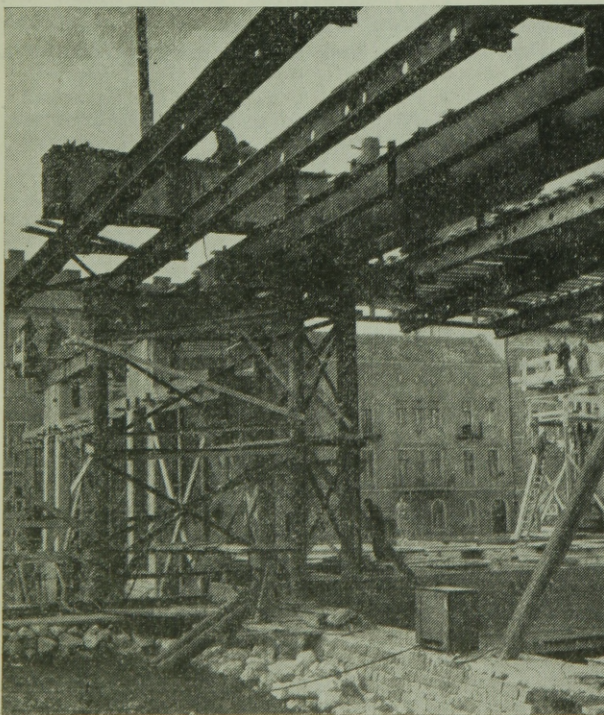




6. ábra. 1962. március. Az új pénztárcsarnok építése. Az első födém vastartói elhelyezve, a zsaluzás megkezdve



7. ábra. 1962. március. Az új pénztárcsarnok alsó födémének betonozása



8. ábra. 1962. április. Az új pénztárcsarnok felső födémének vastartóit oldalról betöltjük

és a peronok felé vezető kijárat felé tereli. A csarnoknak a mennyezetet hordó terméskőfalon túli konzolos része várócsarnok szerepét tölti be gyönyörű kilátással a Krisztina körút és a Vár felé. Az üveges oldalfal a csarnokból lehetővé teszi a peronok és a vonatok teljes áttekintését. A csarnok világítását rejtett lámpatestek által alulról megvilágított síkmennyezetről kapja. Az alsó és felső födém vasgerendákra támaszkodó vasbetonszerkezet képezi. Időnyerés céljából az alsó és felső födém vasszerkezete közel egyidőben készült, az oldalt szerelt felső vasszerkezetet az alsó födém betonozása közben tölték a helyére.

A csarnok alatt a támfal testében az előtér, szintjén további 10 db ún. *alsópénztár* helyezkedik el. Ugyancsak itt vannak a szociális helyiségek, a légfűtés helyiségei és a személyzeti és utas WC-k. Az utas WC a peronról lépcsővel érhető el. Az alsó pénztárak szabad, a csarnok által fedett térre nyílnak és csak a nyári szombatasárnapi csúcsforgalomban fognak az utazók rendelkezésére állni, egyébként a felső csarnok pénztárai lesznek csak üzemben.

A keresztperon felett vasbetonból síkfedelű *perontető* épül.

Új érkezési épület építése az Alkotás utca felőli érkezési közúti előtérnél. Ebben nyernek elhelyezést a poggyászsíktár és a poggyászkidás helyiségei, továbbá más üzemi helyiségek. Az új, hosszú, földszintes épület fűrészfogas alaprajzú és mozgalmas külső megjelenésű.

A pályaudvar építészeti elrendezését és magasépítményeinek terveit *Kövári György* építész készítette.

A Krisztina körüti villamos megállókat tervezett helye az új feljáró lépcsők közelébe kerül. Az Alkotás utcai autóbusz megállóhely jobb elhelyezést kap a kiszélesített utcatorokban.

A fentiekben főbb vonalakban vázolt munkák lehetővé teszik, hogy a pályaudvar az utasoknak legalább 90—95%-a részére tiszta fejpályaudvarként, a homlokoldalról legyen üzemeltethető. Az utasok a villamos és autóbusz megállóktól (és később a földalatti vasútról) a szabad lépcsőn át a keresztperonon keresztül (jegyváltás esetén a pénztárak érintésével) a legrövidebb úton a megfelelő peronra juthatnak. A Krisztina körút jelenlegi útvezetése nem teszi lehetővé, hogy a közúti gépkocsik a homlokoldal új előterét megközelíthessék (felvonulási és parkolózó tér hiánya miatt), ezért a gépkocsin érkező, illetve induló utasok, melyek száma az utasszámlálásunk szerint a csúcsforgalomban átlagosan az összes utasmenynyiség 5, egyébként kb. 10%-át teszik ki, ma még a régi indulási, illetve az új érkezési épületet kénytelenek használni. A régi indulási épület a későbbi nagy bővítésig tehát megmarad. A poggyászfeladás, néhány jegypénztár, váróterem, az Utasellátó helyiségei, a forgalmi iroda, az állomásfőnöki és egyéb irodák, valamint más vasútüzemi helyiségek egyelőre továbbra is itt találnak elhelyezést.

Az Utasellátó nyári kerthelyisége a régi felvételi épület és a keresztperon között, a peronon

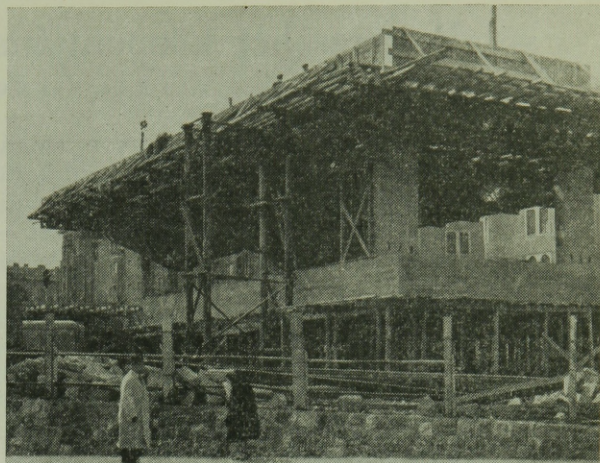
kívül a Krisztina körút felőli szélén helyezhető el szép kilátással a Vérmezőre és Várra.

Az átalakított pályaudvar új peronjai és előtere korszerű ostoronyeles fénycsővilágítást kapnak. A perontető és a pénztársarnok alatti térsegen födémbe süllyesztett világítás lesz négyzetes világítómezőkkel.

Az utazó közönség tájékoztatását a pályaudvar korszerű hangosítása szolgálja. A régi és nem megfelelő hangszórók megszűnnek és helyettük a pályaudvar területén egyenletesen elosztott — a peronokon a megfelelően kiképzett ostoronyeles lámpaoszlopzatokon — hangtestek nyernek elhelyezést. Az új pénztársarnokban a mennyezetbe 60 hangtest lett beépítve.

Az átalakítás a jelenleg rendelkezésre álló területen az elérhető legnagyobb javítást és korszerűsítést adja és az utasforgalmi kapacitás lényeges növelését, kulturált utasfogadását és balesztmentességet biztosít.

Mint azt a bevezetőben elmondottam, a terv a pályaudvar bővítésének első üteme, a továbbfejlesztés lehetősége adva van. Amikor erre majd lehetőség nyílik, a régi felvételi épület lebontása és a Krisztina körút áthelyezése után a peronvágányok és peronok száma növelhető lesz, a homlokoldalon továbbépíthető az utasfelvételi épület, mely a kapcsolódó előtérrel tiszta fejpályaudvari kiképzésű lesz.



9. ábra. 1962. április. Az új pénztársarnok felső födémének betonozása

Az építés ez év elején a MÁV Vasúttervező Üzemi Vállalat tervei alapján rendkívül szűk határidővel indult meg. A vágányok, peronok, vezetékek építését és burkolási munkáit a MÁV Budapesti Építési Főnöksége végezte, a támfalat és tartozékait a pénztársarnokot és a perontetőt a MÁV Hídépítési Főnökség építette, az ún. fűrészfogas érkezési épület munkáit és más építőipari munkákat a MÁV Budapesti Magasépítési Főnökség végezte. Ezenkívül számos alvállalat kisebb szakipari munkákon dolgozott.

Az Egyesület hírei

A Központ hírei

Trautmann Rezső építésügyi miniszter március 30-án szűkkörű összejövetel keretében az Egyesület és a Magyar Építőművészek Szövetsége elnökségével ismertette az építőipar előtt álló feladatokat, a miniszter ismertetőjét élénk szakmai vita és baráti beszélgetés követte.

*

Az *Előregyártási Szakosztály* március 29-én tanulmányi látogatást rendezett az ÉM Szentendrei Cementáruiipari Vállalat szentendrei gyártelepének megtekintésére. A jól megszervezett látogatás kapcsán három szakmai előadás is elhangzott a gyár műszaki vezetői részéről. Tamás László ismertette a gyár jelenlegi gyártmányait, azok gyártási technológiáit és a korszerű berendezéseket, majd a fejlesztés során megoldandó feladatokról és azok megoldási módjairól szólt. Bíró Andor részletesen ismertette a gyárban a betoncsovek víz-záróságának fokozására végzett kísérleteket, a nehézségeket és az elért eredményeket. Németh Antal a korrózióálló okratált beton gyártásával foglalkozott.

A kiránduláson mintegy 80-an vettek részt.

*

A *Blokkos épületek alapozására kiírt tervpályázatra* beérkezett tervek az Egyesület április 9. és 11-e között kiállította a Technika Házában. A pályázat eredményének ismertetésére április 12-én került sor. Az ismertetést Dr. Gyengő Tibor és Dr. Garay Lajos tartották. Az ismertetőt vita követte.

*

Az Egyesület Vezetősége április 18-án rendezte meg *Folyóiratunk társadalmi bírálatát* a Technika Házában. A vitát Dr. Széll László vezette. A beszámolót a szerkesztőbizottság munkájáról Lux László tartotta.

A beszámolót Hegedűs Béla, Dr. Macskásy Árpád, Dr. Sebestyén Gyula és Szatmáry László hozzászólásai követték. Ezután a társadalmi bírálaton résztvevő olvasók részéről több értékes bírálat és javaslat hangzott el.

A társadalmi bírálatra a lap hasábjain részletesebben kitérünk.

*

A Területi Csoportok hírei

A *Győri Csoport* rendezésében március 27-én Új helyi János tartott előadást a Győrmegyei Állami Építőipari Vállalat kultúrtermében a korszerű betonkészítésről, különös tekintettel a feszített betonszerkezetekre.

*

A *Győri Csoport* és a Magyar Építőművész Szövetség közös rendezésében április 6-án Dr. Pogány Frigyes tartott előadást Franciaországi utam modern építészeti és társzművészeti tanulságai címen.

*

A *Miskolci Csoport* keretében április 9-én Dr. Sebestyén Gyula tartott előadást a paneles építés nyugat-európai újabb eredményeiről.

*

A *Szegedi Csoport Közgazdasági Szakosztálya* április 12-én és 13-án a Beruházási Kódexet ismertető előadásokat tartott. Az előadásokat Szabó László, Kutiván Rezső és Dr. Martonosi István tartották.

*

A *Szegedi Csoport Statikus Köre* április 17-én Alapozások feltöltésén Szeged belvárosában címmel előadást rendezett. Az előadók Kellner János és Dr. Ungár Tibor voltak.

Pesterzsébet központjának részletes rendezési terve

FARKAS VILMOS és IHRIG DÉNES

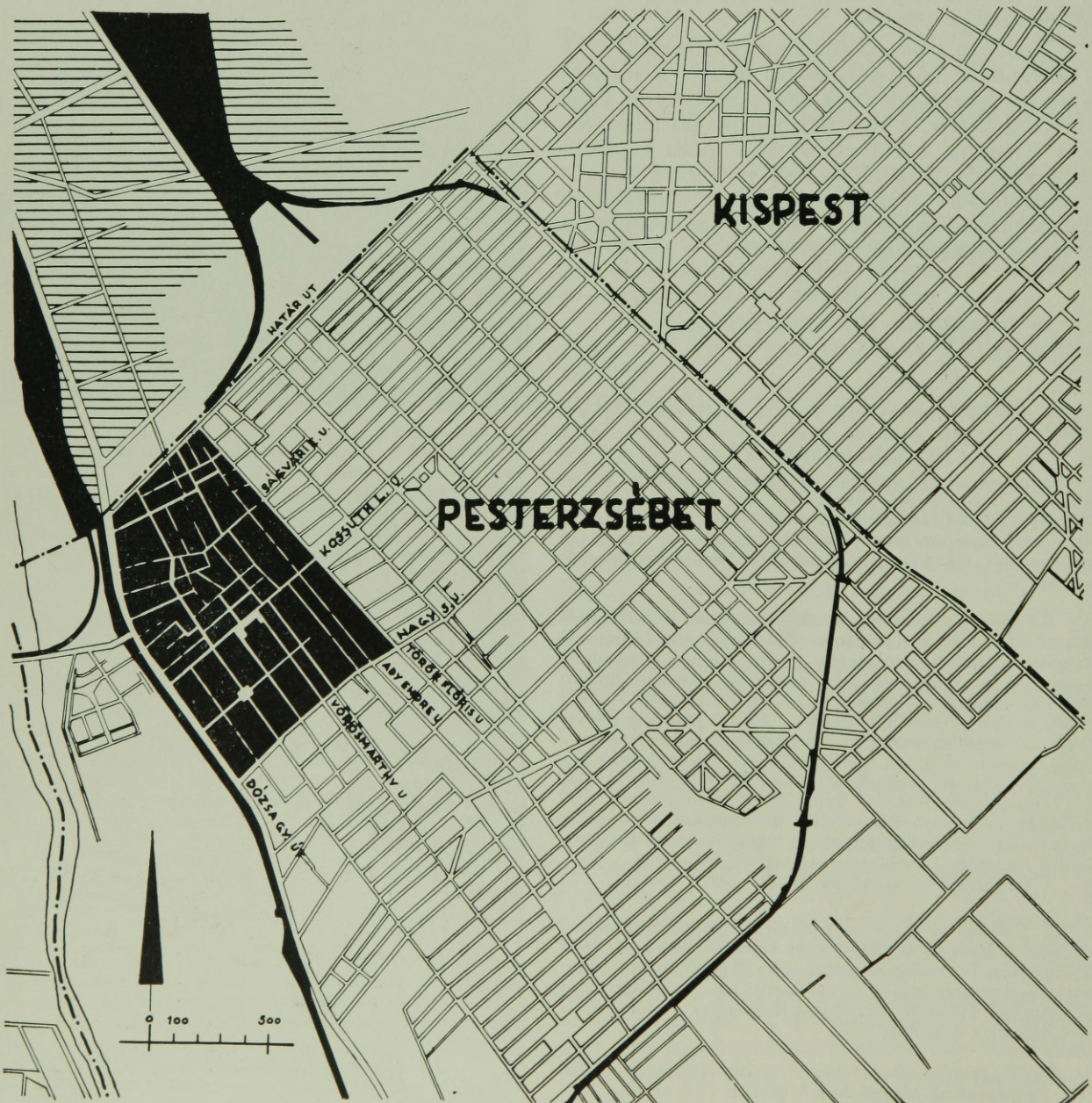
Budapest általános rendezési terve előírnyozza az elavult városrészeket tartalmazó kerületek újjáépítését. Ennek során került napirendre 1960-ban a XX. kerület — Pesterzsébet — központja részletes rendezési tervének elkészítése.

Pesterzsébet a múlt század 70-es éveiben a főváros peremén létesült elővárosok egyike. Lakossága a budapesti ipari üzemek fejlődésével párhuzamosan rohamosan növekedett, s 1949-ben, Budapesthez csatolásakor 70 000 lakosával nagyságrendileg az ország hetedik városa volt.

Pesterzsébet — Soroksárral együtt a főváros XX. kerülete — nagy területen elnyúló, zömmel családi házas beépítésű. Átépítésre a kerületi

jelentőségű közintézményeket magában foglaló, legrégibb, egyben legelavultabb északnyugati része kerül, mely a kelet—nyugati forgalmat lebonyolító Kossuth Lajos utcára felfűződő kerületi központot tartalmazza.

A Dózsa György út, Határ út, Török Flóris u., Nagy Sándor u. által határolt terület jelenlegi felhasználása vegyes. A zsúfolt beépítésű telkek közé kisebb ipari- és raktározási létesítmények ékelődnek be. A többszintes lakóépületek száma elenyésző. Az avult épületek legnagyobb része kislakásos bérház, melyeknek csupán telke közművesített. Fenntartásuk nem gazdaságos, korszerűsítésre alkalmatlanok. A tervezési terület déli részén kialakult — viszonylag jó állapotú —



1. ábra. A tervezési terület elhelyezkedése. A rajz a jelenlegi tömbosztást mutatja. A környező terület távlatban is földszintes beépítésű marad. A tervezési területen kívül feketével jelzett területek a vasúti pályaudvarok, a vonalkázott területek ipari területek

„erzsébeti villanegyed” szinte szigetet képez az avult épületek tömegében.

A terület közműellátása nem kielégítő. Különösen az alacsonyabb szintű közműellátás (óvoda, bölcsőde) terén mutatkoznak nagyobb hiányosságok. Ugyancsak kedvezőtlen a zöldterületi ellátottság (néhány kisebb fásított vagy gyepek téren kívül összefüggő parkterület nincsen), valamint a közmű- és közlekedési ellátottság. Mindezek a hiányosságok jelentősen megnevelik a szanálás mértékét, s ezen keresztül befolyásolják a tervezést.

Mivel a terület átépítése — a beépítési jelleg megváltozása — csupán nagyobb távlatban, egy folyamatos építési tevékenység eredményeként jön létre, a terv készítésénél döntő szempont a meglevő adottságok (úthálózat, közműhálózat) maximális megtartása, ill. a tervbe való beillesztése. Emellett döntő szempont a terv megfelelő ütemezhetősége, vagyis, hogy a létesítendő objektumok a mai adottságok mellett is üzemeltethetők legyenek (a meglevő út és közműhálózattal kiszolgálhatók), ugyanakkor esztétikailag alkalmazkodjanak mind a mai, mind pedig a távlatban kialakuló környezethez.

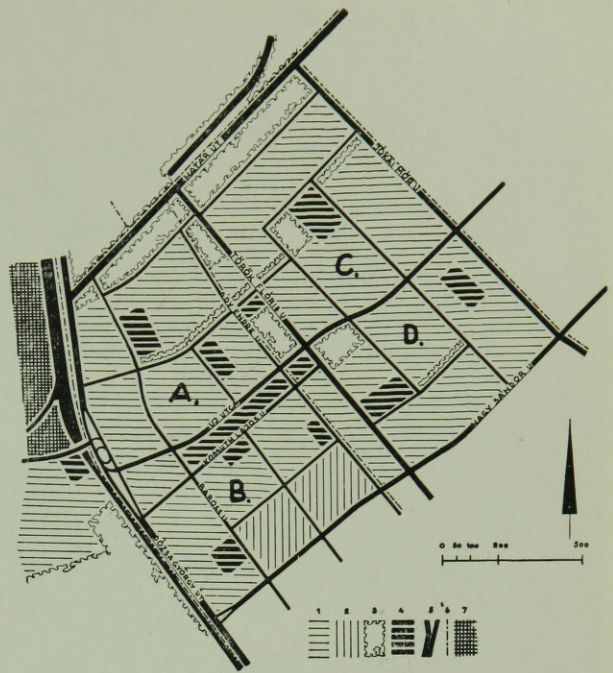
A megoldásra váró problémák sokrétűsége szükségessé tette, hogy a kerület központi részének átépítésénél több javaslatból lehessen a végleges terv elkészítésénél felhasználható ötleteket kiválasztani. Ezért a Fővárosi Tanács 1960-ban tervpályázatot írt ki Pesterzsébet központja — az átépítésre kerülő terület egy része — részletes rendezési tervének elkészítésére. A tervpályázat témája a kerületi központ kialakítása volt a szükséges új közműrendszerek elhelyezésével, a központhoz csatlakozó- és a Dózsa György út melletti lakóterület beépítési javaslata, valamint Budapest belső kerületei és a szomszédos peremkerületek felé irányuló forgalmi kapcsolatok megoldása.

A tervpályázat eredményeként két, szerkezetileg és beépítésileg ellentétes terv látszott alkalmasnak arra, hogy a további tervezési munka alapjául szolgáljon.

Az I. díjas terv (szerzői: Deák Sándor, Farkas Vilmos, Ihrig Dénes) maximális mértékben figyelembe veszi a meglevő adottságokat, a kialakult út- és közműhálózatot, a meglevő épületeket. A kelet—nyugati irányú átmenő forgalmat a Kossuth Lajos utcával párhuzamos elterelő útvonal nyitásával lekapcsolja a központról. A Kossuth Lajos utca szélességét néhány jó állagú köz- és lakóépület megőrzése érdekében megtartja, a járműforgalmat kiiktatva innen, az utcát csupán gyalogközlekedés számára fenntartott üzleti utcává alakítja.

A II. díjas terv (szerzői: Láng Tivadar, Tenke Tibor és Horkay György) alap gondolata: új bevezető út nyitása a csepeli átjárótól a tanásházáig, és a Kossuth Lajos utca szélesítése az ott levő épületek lebontása árán.

A tervpályázat elbírálása után az első díjas terv készítői, (az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Városépítési Tanszékének kollek-

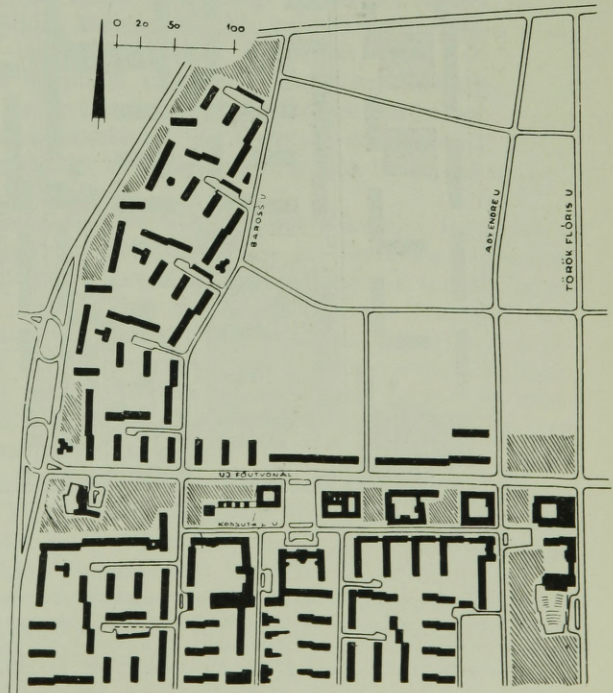


2. ábra. Pesterzsébet központi részének tervezett területfelhasználása. A részletes rendezési terv az A és B lakókörzetekre készült. Jelmagyarázat: 1. II. építési övezetbe tartozó lakóterület. (Földszint + 4 emelet). 2. VII. építési övezetbe tartozó lakóterület (családi házas beépítés). 3. Közeli zöldterület. 4. Közműrendszerek részére fenntartott terület. 5. Közlekedési terület. 6. Villamos nyomvonala. 7. Ipari terület

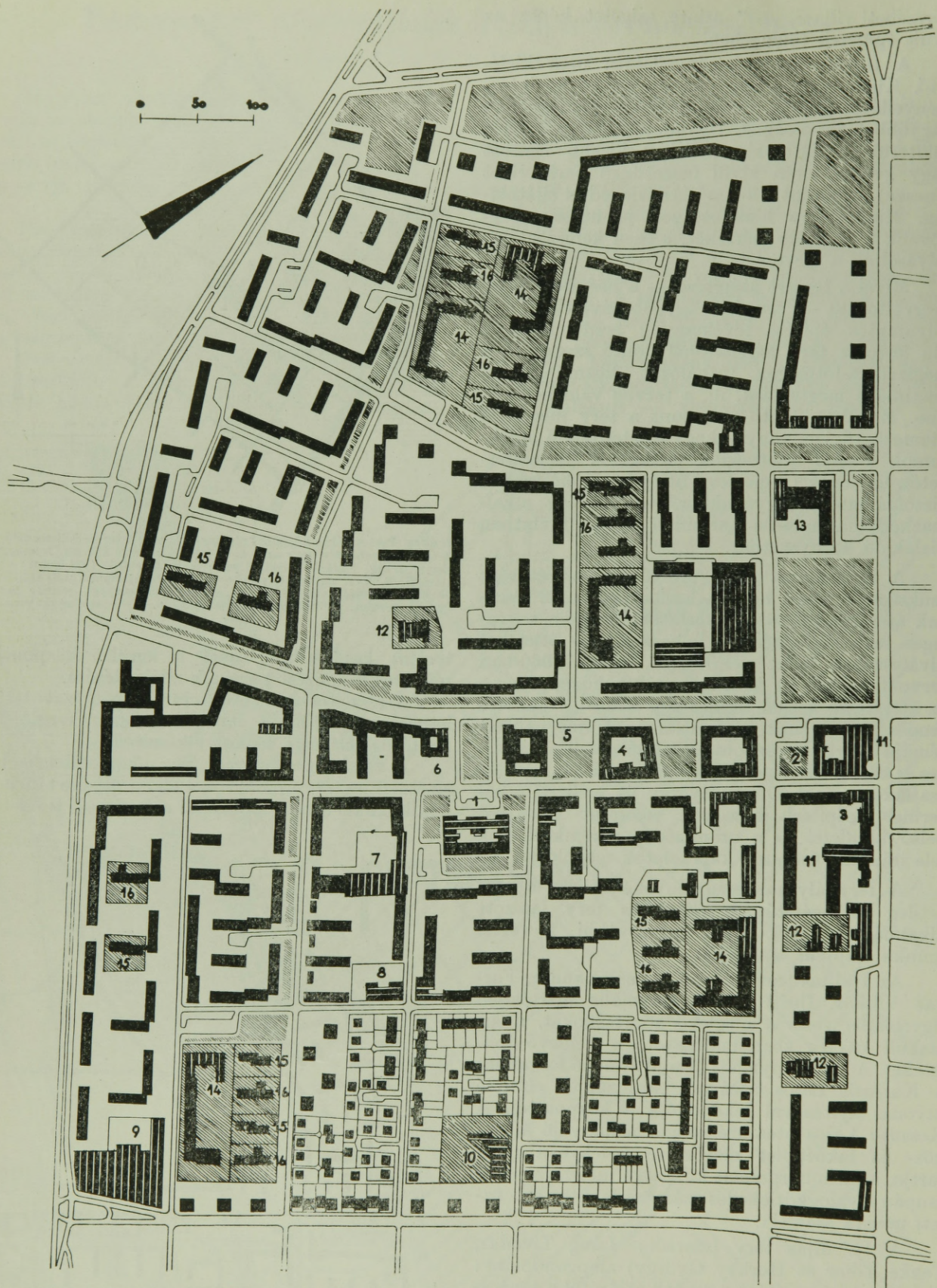
tívája) kaptak megbízást a kerület központja részletes rendezési tervének elkészítésére.

A részletes rendezési tervet a pályázati területnél nagyobbra, a teljes átépítésre kerülő 88 hektáros területre kellett elkészíteni.

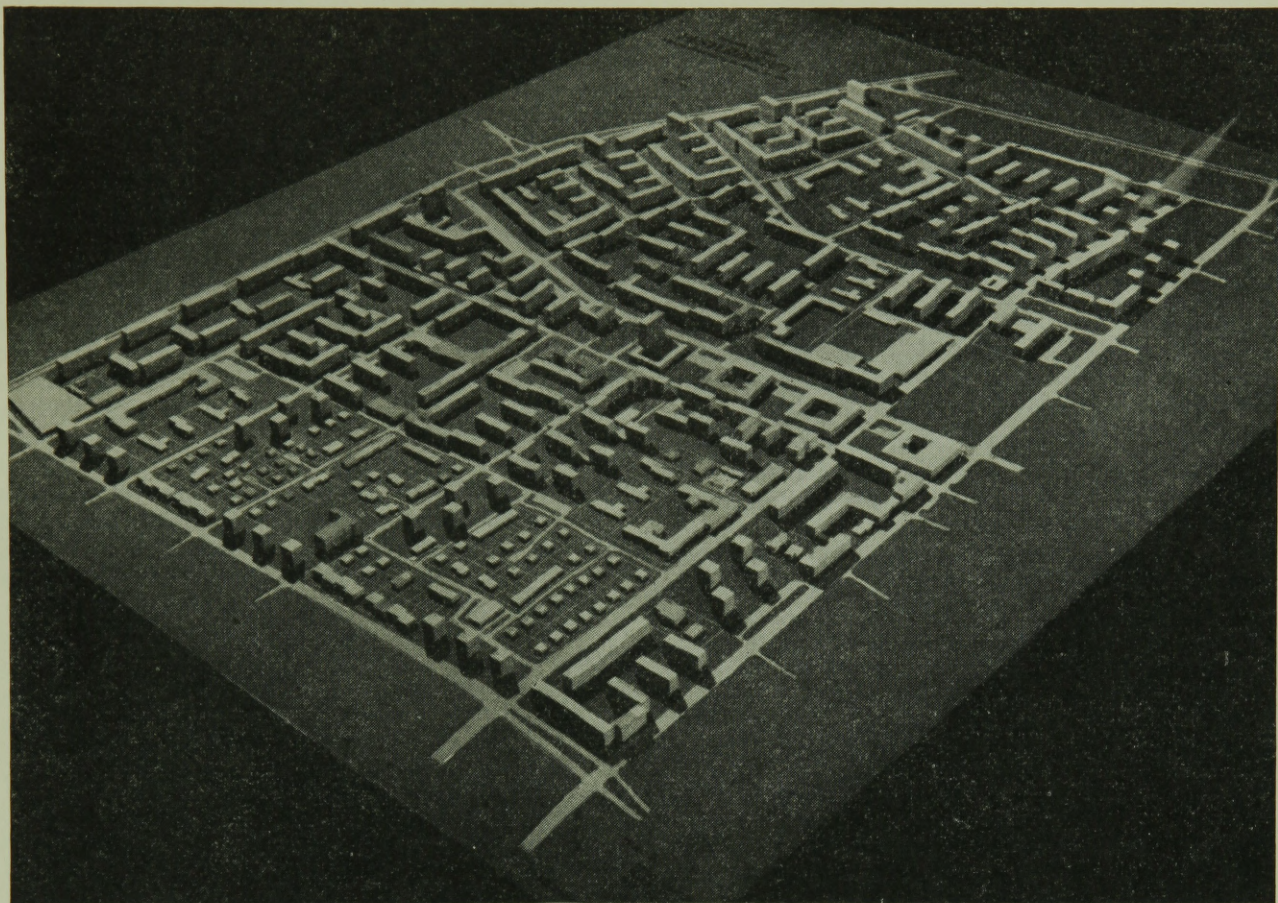
A részletes rendezési terv alap gondolatában az első díjas terv új főútvonal-elképzelésére támaszkodik. A tervezett főútvonal a tervezési területet



3. ábra. A Pesterzsébet központjára kiírt tervpályázat I. díjas terve



4. ábra. Pestszentlőrinc központjának részletes rendezési terve és beépítési tervjavaslat. A tervezett épületek feketével, a megmaradó épületek fehér vonalkázással, a közeli zöldterületek ferde vonalkázással jelöltek. Közfintézmények: 1. Tanácsház. 2. Párt- és KISZ székház. 3. Rendőrkapitányság. 4. Járásbíróház. 5. Központi üzletház. 6. Irodaház. 7. Vasas kultúrház. 8. Központi postahivatal. 9. Tűzoltóság. 10. Gimnázium. 11. Filmszínház. 12. Templom. 13. Szt. Róka. 14. Ált. iskola. 15. Óvoda. 16. Bölcsőde



5. ábra. Modell foto

két, nagyjából egyenlő részre osztja. Ebből önként adódik két lakókörszet kialakítása.

Az egyes lakókörszeteken belül a terv — figyelembe véve a beépítési jelleg megváltozását — a jelenleginél nagyobb tömböket hoz létre. Ezáltal gazdaságosabbá válik mind a beépítés, mind a közművesítés; ugyanakkor a jelenlegi úthálózat hossza jelentősen csökken, felújítási költsége kisebb mértékben terheli a részletes rendezési terv megvalósításának költségeit.

Az előírányzott beépítési magasság általában földszint + 4 emelet, feltételezve az épületek központi fűtési rendszerét, vagy a távfűtésbe való bekapcsolását. A megmaradó épületek jelentős részénél emeletráépítés szükséges az említett beépítési magassághoz való igazodás céljából.

Az üzemi és raktározási létesítményeket a kerület intézkedési terve — 3 nagyobb üzem kivételével — kitelepítésre javasolja. A részletes rendezési terv a megmaradó ipari üzemek területi bővítését nem javasolja, ugyanakkor megfelelő védősáv létesítését irányozza elő körülöttük. A kerület központjának fejlesztését a régi helyén irányozza elő. A meglevő utcák nyomvonalát felhasználó kelet—nyugati irányú főútvonal az átmenő forgalmat leválasztja a központról, a Kossuth Lajos utca pedig csak az ott levő közintézmények kiszolgálására szolgál.

A Kossuth Lajos utca és az új főútvonal közötti laza beépítésű — a tervezett környező lakóépületeknél alacsonyabb — közintézmény és üzleti sáv alakul ki, melynek épületcsoportjai kisebb zöld szigetekkel és parkírozó területekkel ritmikusan váltják egymást. Az új főútvonal megépítése után a Kossuth Lajos utca közúti forgalma kizárólag az ott levő üzletek kiszolgálására korlátozódik. Az új főútvonal, mely a Dózsa György úttól, a csepeli átjárónál kialakítandó csomóponttól indul, az Ősz Szabó János utca és a Kende Kanuth utca között, inflexiók szakasszal csatlakozik be a Kossuth Lajos utca keleti szakaszába.

A jelenlegi lakóúthálózat egy részét a terv megszünteti, másik részét — főleg azokat, melyek pormentes burkolattal ellátottak — zsákutcává alakítja át. Ennek következtében a jelenlegi úthálózat hossza jelentős mértékben csökkenthető. Új lakóutak nyitását csupán a Határ úttal párhuzamosan kialakított zöldterület mellett javasol a terv.

A forgalom zavartalansága érdekében a tervezési területen belül öt forgalmi csomópont megoldása szükséges. Ezek tervezésével a részletes rendezési terv nem foglalkozik, csupán a csomópontok kialakításához szükséges területet biztosítja és kialakításukat vázlatosan jelöli.

Az úthálózat egyszerű szerkezete és vonalvezetése lehetővé teszi, hogy a főútvonalak kivételével valamennyi lakóút minimális, tehát 6 m-es burkolatszélességgel épüljön ki.

A központ környezetében a terv megfelelő kiterjedésű parkolóterületekről gondoskodik, ugyanakkor a lakóközterületek belsejében is elegendő számú gépkocsi részére biztosított a parkirozási lehetőség.

A zöldterületi ellátottságot a terv a jelenlegi helyzethez képest lényegesen megemeli, azonban nem látszik reálisnak a tervezési terület minden részén a teljesértékű ellátottság elérésére való törekvés. Ez az igény olyan nagyméretű szanálást tenne szükségessé, hogy irreálisná tenné a terv megvalósítását. A terv nagyobb összefüggő zöldterületeket csak azokon a helyeken jelöl ki, ahol a lakóterületek védelmét az ipari üzemek szennyeződése ellen minden módon biztosítani kell. (A Határ út mentén, a Török Flóris u. és Ady Endre u. közötti sávban.) Az egyes lakóközterületeken belül kisebb, de a lehetőség szerint egymással összefüggő zöldterületek kialakítása elsősorban szélesebb parksávokkal történik, melyek a területet megfelelően tagolják és a különböző jellegű részeket egymástól elválasztják.

Közüteményellátás szempontjából az intézkedési terv előírásai alapján több kerületi jelentőségű közüztemény létesítésével kell számolni. Így a tervezési területen belül kell helyet biztosítani járásbíróság, irodaház, áruház, tüdőbeteg-gondozó, bőr- és nemibeteg-gondozó számára, ezenkívül a kerület üzleti központját is itt kell kialakítani.

A meglevő alapfokú közüztemények a lakosság jelenlegi igényeit nem tudják kielégíteni, ezenkívül a meglevő intézmények egy része elavult, más része pedig nem rendelkezik megfelelő területtel. Az alapfokú közüztemények egy részét, tehát üzleteket, gyógyszerárakat, körzeti orvosi rendelőt a lakóházak földszintjén, vagy ahhoz csatlakozó földszintes épületcsoportokban helyezi el a terv. A közüztemények általában közcélú zöldterületekhez kapcsolódnak; így a közüztemények saját funkciójuk betöltése mellett a központokban hozzájárulnak a pihenési lehetőségek biztosításához.

Összehasonlítva az első díjas pályázati tervet a végleges részletes rendezési tervvel, több helyen találunk lényeges eltérést a két terv között, melyek bizonyos szempontok szerint előnyére, bizonyos szempontok szerint hátrányára váltak a részletes rendezési tervnek.

Előnyére vált a tervnek, hogy az új főútvonal bevezető szakaszán kedvezőbb útvezetési alakult ki, s a közüzteménysávban elhelyezett kompozíciós elemek (két magas ház) városképi szempontból hangsúlyozzák a központot.

A részletes rendezési terv hátrányára szolgáltat, hogy a szanálási százalék csökkentése érdekében a beépítési magasságot földszint + 4 emeletre kellett felemlni az előző földszint + 3 emelettel szemben. Ugyancsak gazdaságossági szempontból meg kellett szüntetni az új főútvonal és a Dózsa György út találkozásánál kialakított nagyobb méretű közcélú zöldterületet, és a Dózsa György út északi szakaszán a beépítést lényegesen sűríteni kellett. A pillanatnyi építési szempontok miatt a Kossuth Lajos utca déli oldalán a sávos elrendezésű épületek helyett az utcával párhuzamos épületeket kellett elhelyezni, s evvel itt az utca keskeny légtérarányát meg kellett tartani. A pályázati tervben felvetett, Kossuth Lajos u. Dózsa György út felőli lezárását szintén pillanatnyi szempontok miatt fel kellett adni. Így a Dózsa György úton a csomópont szomszédságában útsatlakozás maradt, ahol azonban csak a kisíves befordulást teszi lehetővé a terv.

Az ütemezés vonatkozásában a tanácsház környékének kiépítését adja meg elsőnek a terv. Itt a Kossuth Lajos u., Baross u., Zilah u., Attila u. által határolt tömb építésével, az első ütem megvalósulása az 1961-es évben megkezdődött.

Helyesbítés

Lapunk 1962. 4. számának 185. oldalán közölt „Különleges függőtető Kőbányán” c. cikkben félreértés történt, az ismertetett munka kivitelezését nem az ÉM. 22. sz. Vállalat, hanem a KPM Közlekedésépítő Vállalat végezte.

Acéllemezszelvények hazai építőipari alkalmazásának egyes kérdései

CSELLÁR ÖDÖN, dr. HALÁSZ OTTÓ és KORDA JÁNOS

1. Vékonyfalú szelvények kialakulása, előnye

A szokásos hengerelt idomacélok vastagsági méreteit különböző gyártási megkötöttségek miatt bizonyos határon túl nem lehet csökkenteni. Ez a körülmény korlátozza az acélszerkezetek alkalmazását kisebb támaszközü és kisebb terhelésű szerkezeteknél (lakóházak, kisebb ipari és mezőgazdasági épületek stb.), valamint nagy szerkezetek, vázas épületek másodrendű elemeinél (födémek, tetők, falak stb.). Utóbbi helyeken általában más anyagot — pl. vasbeton lemezt, üreges téglát — használnak fel, mert a szokásos idomacélok e helyeken szilárdságilag kihasználatlanok és így alkalmazásuk anyaggazdálkodásra vezet.

A gazdaságos tervezésre és a szerkezet súlyának csökkentésére irányuló törekvés — mind a jármű- mind az építőiparban — a könnyű acélszerkezetek új típusához: vékony lemezekből álló szelvények kialakításához vezetett (1. ábra).

Vékonyfalú acélszerkezeteket szórványosan az USA-ban már a századforduló környékén is készítettek, tömeges felhasználásukra azonban csak a két világháború közti időszakban került sor. Európában e szerkezetek a II. világháború után kezdtek elterjedni. E szerkezetekkel kapcsolatos kérdések vizsgálata most már nálunk is időszerű, mert a Dunai Vasmű hideg hengerműve 1963-ban előreláthatólag több ezer tonna vékonyfalú lemezszelvényt is fog gyártani (élhajlítással már most is gyárthatók max. 4,00 m-es elemek) és az építőiparnak idejében fel kell készülni arra, hogy e szelvényeket megfelelő helyen gazdaságosan felhasználja.

A vékonyfalú szelvények bevezetését főleg alábbi *előnyök* segítik elő:

a) Külföldi szakirodalmi adatok szerint *vékonyfalú acélszerkezetek alkalmazásával 20—40% anyagmegtakarítás érhető el* [1]. Az anyagmegtaka-

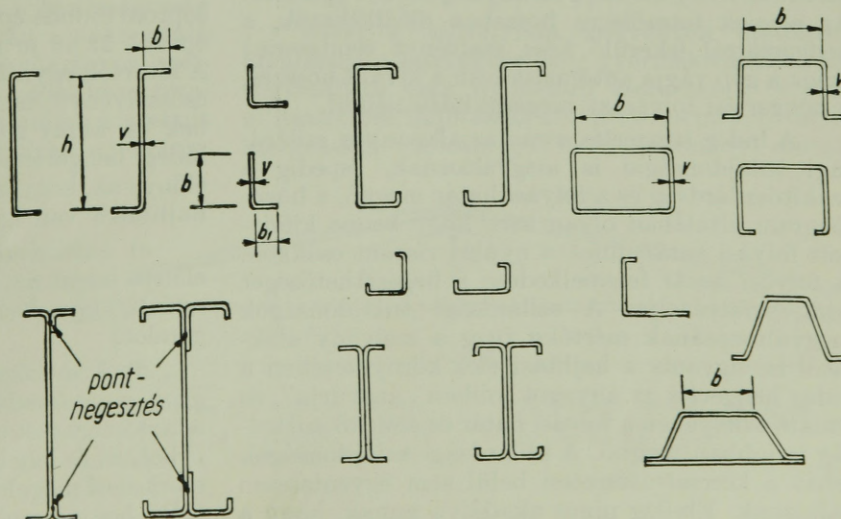
rítás tetőszerkezeteknél még 40%-nál nagyobb is lehet, rácsos tartóknál átlagosan 20—25%. Természetesen a kész szerkezet egységára (Ft/tonna) magasabb, mint a szokásos hengerelt szelvényekből álló szerkezeteké, ami természetes dolog, hiszen az anyagmegtakarítási törekvéssel általában emelkednek a gyártási költségek. Azonban az összköltség megoszlása az anyagár és a munkabér között könnyű acélszerkezeteknél a munkabér felé tolódik el; ez a körülmény hazai viszonyokat tekintve különösen fontos, mert acélban szorulunk behozatalra. Egyébként egész Európában az a törekvés, hogy munkaigényes, de könnyű lemezszelvények alkalmazásával elsősorban anyagot takarítsanak meg.

b) *A szerkezetek rendkívül gyorsan, kevés szakmunkással szerelhetők.* E tulajdonság bizonyos esetekben döntő lehet, pl. a lakáshiánnyal küszködő Franciaországban 1954—59. években 1 100 000 lakást építettek [2] teljesen fémből készült lakóházakból. Egy 12 lakásos „Domofor”-típusú lakóház acélvázának szerelése 10—14 napig tart, a ház teljes építési ideje 4—5 hónap, a kivitelezési költség kb. azonos a hasonló méretű téglalapítélet árával.

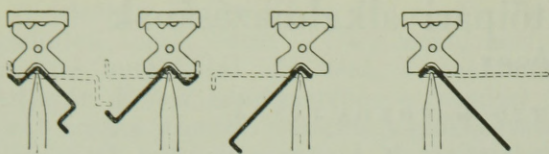
2. A vékonyfalú szelvények gyártása

A vékonyfalú szelvényeket 0,75—4,0 mm vastagságú lemezből vagy szalagacélból állítják elő hidegen való hengerlés vagy élhajlítás (esetleg sajtolás) segítségével. Az alkalmazott gyártási eljárás az elemek méreteivel szorosan összefügg.

Élhajlítással való gyártásnál (2. ábra) kisebbek a szerszámgépek beruházási költségei, viszont *korlátozott az elemek hosszmérete*. Utóbbi a hajlítópád nagyságától függ. 4,0 m-nél hosszabb elemek előállítása élhajlítással már nehézségbe ütközik és nem gazdaságos. Járatos hossz 1,5—3,0 m; a Dunai Vasműben élhajlítással max. 4,00 m hosszú-

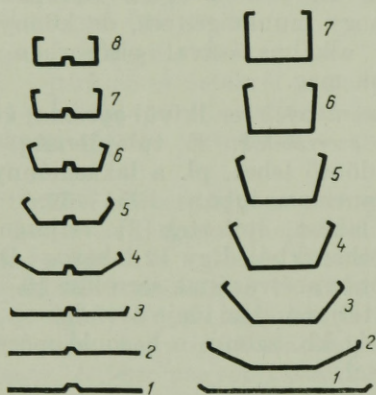


1. ábra



2. ábra

ságú elem állítható elő. Viszont csak élhajlítás alkalmazható akkor, ha a gyártandó elemek kiterített szélessége 450—500 mm-nél nagyobb. Az elmondottak szerint tehát nyílászáró szerkezetek, földemelemek és falpanelek gyártására az élhajlítás igen alkalmas. Azonban az elemek maximális hosszának korlátozottsága miatt feltétlenül szükséges a korszerű gyártási eljárás, a hideg hengerlés bevezetése is.



3. ábra

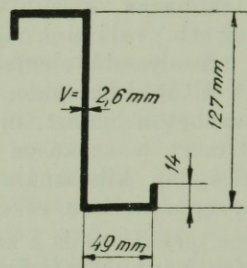
Hideg hengerlés során egymás mögött elhelyezett görgőpárok között átfutó szalag a görgők alakjának megfelelően fokozatosan alakul át a kívánt profilá (3. ábra). A hengerlésre kerülő lemez maximális szélessége 450—500 mm lehet. korszerű hengersoron zárt szelvények is előállíthatók úgy, hogy a gép a találkozó éleket automatikusan, folyamatosan összehegeszti. A hengersorok teljesítménye — a szelvény méreteitől, a lemez vastagságától és a szükséges görgők számától függően — 6—30 m/perc. A hengerlő berendezés tehát igen termelékeny, kihasználásához azonban *azonos szelvényeket nagy mennyiségben kell gyártani*. Az elemek tetszőleges hosszban előállíthatók, a hengersorról lekerülő kész szelvényt rendszerint maga a gép vágja automatikusan a kívánt hosszra, a hengerlési folyamat megszakítása nélkül.

A hideg hengerlés során az alapanyag szilárdsági tulajdonságai is megváltoznak, és pedig a szakítószilárdság és a folyási határ megnő, a húzódiagram általában olyan lesz, hogy benne kifejezett folyási határ nincs, a nyúlás viszont csökken. A folyási határ felemelkedése a hegeszthetőséget nem befolyásolja. A szilárdsági tulajdonságok megváltozásának mértéke függ a szelvény alakjától is, ugyanis a hajlítási él környezetében a hideg hengerlés az anyagot jobban „átgyúrja”, és emiatt e helyeken a folyási határ és szakító szilárdság is jobban megnő. A szilárdsági tulajdonságok tehát a keresztmetszeten belül sem egyenletesen változnak. Elvileg nincs akadálya annak, hogy a

szilárdság megnövekedését — rendszeres anyagvizsgálat mellett — a méretezésben is kihasználjuk.

3. Vékonyfalú szelvények alkalmazási területe

Hazánkban élhajlítással már több üzem gyártott vékonyfalú szelvényeket építőipari vonalon, főként nyílászáró szerkezetek és a lakatosipar céljaira. Gyökeres változás várható azonban a Dunai Vasmű új hideg hengerművének megindulásával, mely — éppen a nagyobb gyártási hossz



4. ábra

révén — lehetőséget ad arra, hogy lemezzselvényekből tartószerkezeteket is készítsünk. Ehhez azonban az is szükséges, hogy az építőipar szakemberei ismerjék a gazdaságos alkalmazás területeit.

Vékonyfalú szelvényeket az építőiparban általában az alábbi területeken célszerű felhasználni.

a) *kisebb nyílású és kisebb terhelésű épületek minden tartószerkezeti eleme* kialakítható vékonyfalú lemezzselvényekből. Így lehet építeni ilyen megoldással lakóházakat, daru nélküli kisebb csarnokokat, raktárakat, nyitott és zárt színeket, üvegházakat stb. Hazai példaként e területen megemlíthetjük a Közúti Hídfenntartó Vállalat „Modul barak”-jait, melyeknél a falpanelek kerete készül hajlított lemezzselvényből,

b) *nagyobb csarnokok tetőszerkezete*, nagy térfelfedések ugyancsak gazdaságosan megoldhatók vékonyfalú elemekkel; sokszor olyan formában, hogy esetleg a tetőszerkezetnek csak egy része készül vékonyfalú szelvényekből, mint pl. az új soproni fonoda épületénél. Itt az angol „Arcon”-cég épített 22,86 m nyílású nyeregteretű csarnokokat. A főtartók egymástól 5,00 m távolságra elhelyezett csőszelvényű, hegesztett rácsos tartók. A szelemének (4. ábra) 2,6 mm vastag lemezből készültek hideg hengerléssel, súlyuk 4,5 kg/m². A Z-alak előnye az, hogy a ferde síkú tetőn is közel egyenes hajlításra van igénybevéve.

c) *Lakóházak földemgerendái* esetén igen nagy előnyt jelent az, hogy e gerendák aránylag könnyűek, így beépítésük nem okoz különösebb gondot.

d) *Kedvezően használhatók nagyobb műtárgyak másodrendű elemeinél* olyan helyeken, ahol a tartószerkezet egyúttal fal, padló, földem szerepét is betölti és lehetővé teszi az igen könnyű, paneles szerkezeti megoldásokat. További előny ekkor még az is, hogy a szokásos hengerelt szelvényekből álló

acélváz állandó terhe lényegesen kisebb, így az is gazdaságosabban alakítható ki.

e) Nyílászáró szerkezetek (ajtók, ablakok), továbbá lépcsők, korlátok, előtetők, zsaluzószerkezetek, épületgépészet és a lakatosipar stb. területén igen jól felhasználhatók, főleg ha sok azonos elemet lehet sorozatban gyártani. Utóbbi alkalmazási lehetőségekre példákat majd később mutatunk be.

Vékony lemezekből készített szerkezetek használhatóságának egyik legfontosabb feltétele a *korrozio elleni megfelelő védelem*. Ennek megoldásán már hosszú évek óta dolgoznak a világ számos kutatóintézetében. Nyilvánvaló, hogy az 1–4 mm vastagságú elemeknél a korrozio kérdését nem lehet figyelmen kívül hagyni, de a vizsgálatok nem igazolták azokat a pesszimista nézeteket sem, mely szerint a vékonyfalú szerkezetek élettartama igen rövid.

A tapasztalat szerint már az acélszerkezeteknél szokásos mázolás is megfelelő védelmet biztosít a gyakorlatban előforduló esetek nagyobb részében.

A korrozio ellen védőréteg felhordása általában gyári úton történik. A védelem módja függ attól, hogy a szerkezet szabadban van-e, vagy pedig korrozio szempontjából védett helyen, épület belsőjében. A mázolást szabályos időközökben ellenőrizni kell és időnként fel kell újítani, ezért egyes esetekben hatásosabb eszközöket alkalmaznak. Ilyenek a foszfátózás — ezt használják pl. hazai viszonylatban is a köracélokból készített rácsos szaruzatoknál — és a fémbevonatok (galvanizálással, fémszórással stb.). A fémbevonatok aránylag drágák, de megbízhatóak, és igen tartósak. Költségszámítás kérdése, hogy mikor részesítjük előnyben más olcsóbb eljárásokkal szemben.

4. A gazdaságosság néhány kérdése

A vékonyfalú szelvények alkalmazásának fő előnye a kisebb acélszükséglet, felhasználásuknak azonban egyik előfeltétele az, hogy nagy mennyiségben kell előállítani aránylag kevés típust.

Az ÉM. IPARTERV megvizsgálta, hogy hazai viszonylatban a könnyű tetőszerkezetek és csarnokok terén hogyan alakulna a gazdaságosság kérdése. Az áösszehasonlítás során a vékonyfalú acélszerkezetek egységárát a hagyományos acélszerkezetekhez képest 25%-kal magasabbra tételtek fel. Nálunk ugyanis még nincs kialakult egységár, de Csehszlovákiában kb. ez az arány.

Az IPARTERV tanulmánya alapján közlünk néhány összehasonlító szám adatot.

Szelemenek 6,0 m támaszközzel és 1,40 m osztással, eternit hullámlemez héjazattal és könnyű hőszigeteléssel :

Szelemenrendszer	Anyagszükséglet		
	beton, m ³ /m ²	acél, kg/m ²	szelemen ára,Ft/m ²
Kéttámaszú feszített vasbeton.....	0,027	1,6	104
Hengerelt U-acél, csuklós többtámaszú (Gerber) tartó		9,6	139
Kéttámaszú, aláfeszített hagyományos hengerelt szelemen		3,8	117
Vékonyfalú Z-szelvényű, csuklós többtámaszú (Gerber) tartó		3,5	64

Már e táblázatból is látható, hogy vékonyfalú szelvények alkalmazásával különösen a szelemeneknél jelentős megtakarítást lehet elérni.

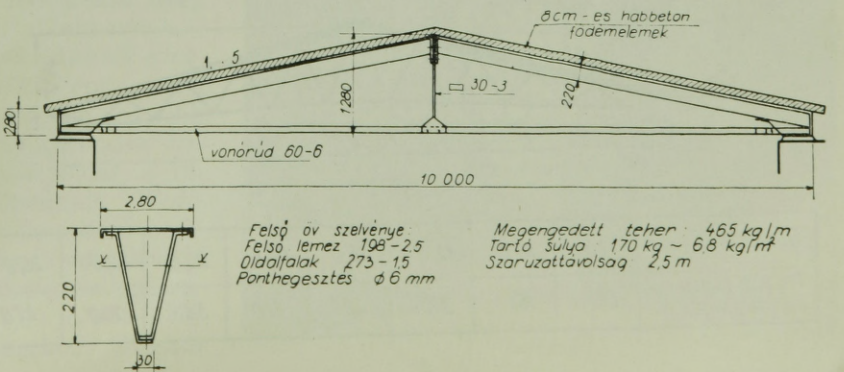
Rácsos szaruzat, könnyű héjazattal, 6,00 m keretoszttással :

A főtartó típusa	Ára Ft/m ² , ha a feszítáv	
	9,0 m	12,0 m
Üzemben előregyártott vasbeton .	187	202
Hagyományos acélszerkezet	314	320
Vékonyfalú acélszerkezet	136	147

A hazai árviszonyok mellett a hagyományos acélszerkezetek csak nagyobb nyílások esetén versenyképesek a vasbeton szerkezetekkel. Ugyanakkor a vékonyfalú megoldás még kis támaszközők esetén is gazdaságosabb lehet és szélső esetekben a szerkezet majdnem kialakítható abból az acél-mennyiségből, ami a vasbetonban benne van.

5. Jellegzetes példák vékonyfalú szelvények tartószerkezetként való alkalmazására

Mivel a vékonyfalú szelvények építőipari alkalmazása hazánkban még gyermekcipőkben jár (úgyszólván csak nyílászáró szerkezetek céljaira állítanak elő hajlítással különféle elemeket, tartószerkezetek vonalán igen kevés eredményt mutat-



5. ábra

Raktár vagy daru nélküli könnyű csarnok-szerkezetre is bemutatunk egy példát, az ugyancsak Németországban használatos „Dolesta”-kerettartót [4, 5]. Kétsuklós keret, típus kivételben készül 15, 17, 21 és 24 m támaszközzel (9. és 10. ábra). A szerkezet elemeinek alapanyaga St 37. A kerettartó övei 4,25 mm-es lemezből készülnek és az alsó öv a keretsarkok környékén — ahol benne nyomás is keletkezhet — ki van betonozva. A kibetonozás ilyen nyomott szelvényeknél — minden különösebb együttműködést biztosító kapcsolat nélkül is — úgyszólván teljesen kikapcsolja a csavarás hatását, és az elem teherbírását mintegy háromszorosára növeli. Az egész keresztmetszet csavarásra is, meg oldalirányban is elég merev, ezért a tetőszerkezet ugyancsak szelemenek nélkül készülhet, előregyártott elemekből. A csarnokba felülvilágító is jól beépíthető. Egy teljes keret 4 darabból állítható össze, a helyszíni kapcsolatokat csavarozottak.

Ez utóbbi szerkezet jól kielégítené azokat a feltételeket, melyeket az EM Tervezési Főosztálya 1959. évi tervpályázatán egyszintes raktár-, műhely- és csarnokszerkezet megoldására szabott [6].

b) *Födém szerkezetek.* Födémek céljaira külföldön nagyon sokféle vékony lemezből előállított tartószerkezetet használnak. Ezek azonban jellegüket tekintve három csoportba oszthatók:

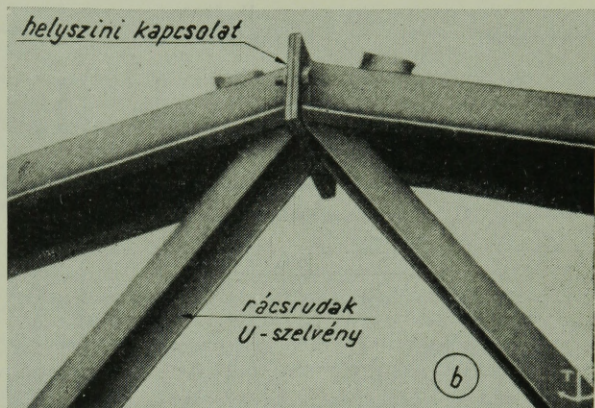
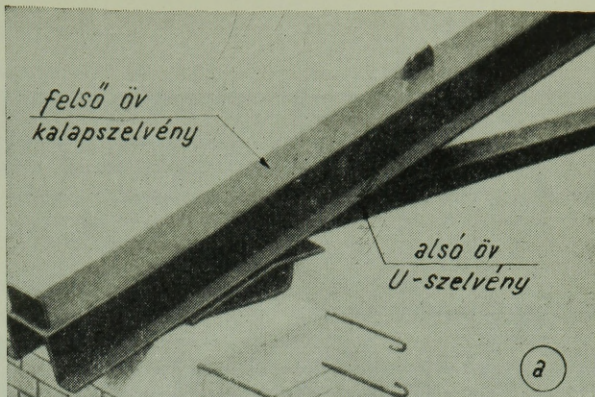
1. A lemezszelvényekből kialakított födémgerenda az önálló teherviselő elem, ezek között különféle könnyűbeton vagy egyéb anyagú teherelosztó idomtestek vannak beépítve.

2. Az acéltartó csupán a szerelés és építés ideje alatt önálló teherviselő elem — igen gyakran közbülső alátámasztásokra is szükség van ennek során —, a födém készítése alkalmával azonban bebetonozzák, és végleges állapotban csupán mint együttműködő szerkezet húzott része működik. Az ilyen célokra felhasznált lemez általában 1,5—3,0 mm vastagságú. A körülbetonozás azzal az előnnyel is jár, hogy ekkor nincs szükség külön korrózió elleni védelemre.

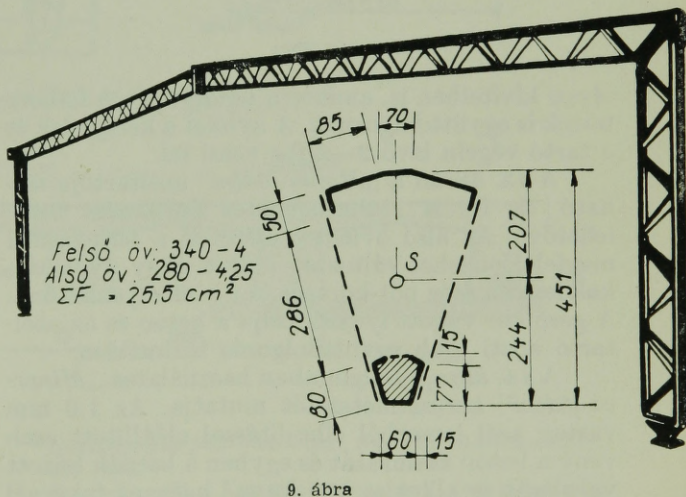
3. Szokásos támaszköz 4—7 m. Vannak olyan tartótípusok is, melyeknél pótlólag köracél betétek elhelyezhetők, így a tartók a legnagyobb igénybevételek helyein megerősíthetők.

3. A födém sejt szerkezetű és egyszerű kiegyenlítő beton közvetítésével a padlóburkolat ráépíthető (11. ábra). A könnyűbeton réteg szerepe csupán a hő- és hangszigetelés, valamint egy sík felület kialakítása, de a teherviselésbe nem számítják be. Ilyen sejt szerkezetű födémeket főleg sokemeletes acélváz as épületeknél alkalmaznak.

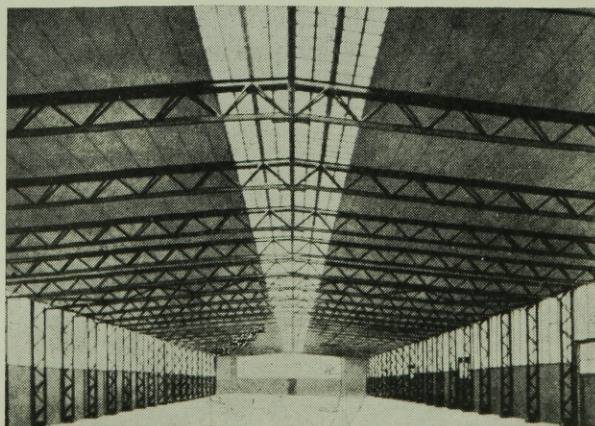
Hazai vonatkozásban a *bebetonozott tartók* a legfontosabbak, mert különösen a lakóház építésekénél sok esetben problémát jelent a lényegesen nagyobb súlyú előregyártott vasbeton födémgerendák beemelése, így ezekre mutatunk be két példát. A 12. ábrán a Nyugat-Németországban használt „Wedi-födém” részletei láthatók [7]. A vékonyfalú acéltartó a kész födémbe a beton húzott vasalását is alkotja. Az építéskor nincs szükség zsálužásra, egyedül az acéltartót kell max. 1,80 m-enként a beton megszilárdulásáig alátámasztani. Készül



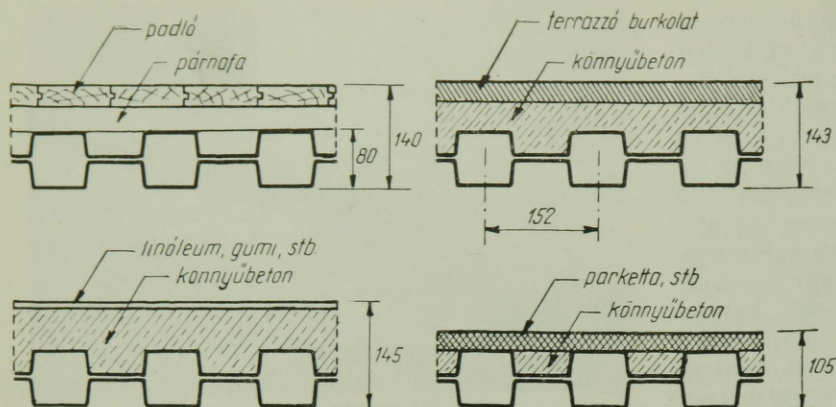
8. ábra



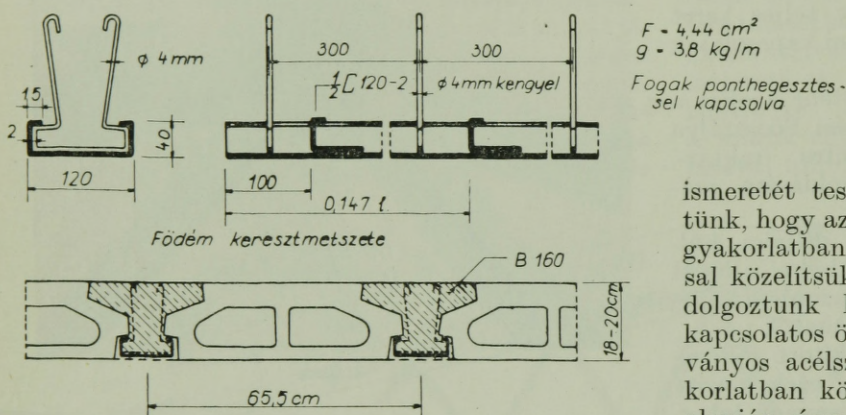
9. ábra



10. ábra



11. ábra
Keresztmetszet Hozsmetszet



12. ábra

olyan kivitelben is, amikor a könnyűbeton födémtestek is együttdolgoznak. A nyírást a kengyelek és a tartó végein levő 2—2 fog veszi fel.

A 13. ábrán a „Monta-födém” acéltartója látható [7]. Ez is zsaluzásmentes építkezést tesz lehetővé. Az alsó övlemez méreteit a terhelésnek megfelelően lehet változtatni, de a nagy nyomaték helyén még pót-köracélokat is elhelyezhetünk. A gerincbe vágott lyukak célja a beton és az acéltartó közti jobb együttdolgozás biztosítása.

A 14. ábra a Belgiumban használatos „Minerva-födém” keresztmetszetét mutatja. Az 1,0 mm vastag acél lemezből élhajlítással előállított szelvény a beton zsaluzatát és egyben a bordák húzott vasalását is alkotja. 150 kg/m² hasznos teherrel 5,0 m támaszközig alkalmazható.

Hasonló födém tartókat az irodalomban nagy számban találunk, szinte minden nagyobb vas-szerkezeti cégnek megvan a saját szabadalmazott födém típusa.

6. Méretezési problémák

Vékony lemezekből álló tartószerkezetek elterjedésének további feltétele — a gyártási lehetőségek biztosításán és a gazdaságos alkalmazás területeinek felkutatásán kívül — speciális méretezési és szerkesztési irányelvek kidolgozása és azok széleskörű ismertetése.

Az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem I. sz. Hídepítési tanszékének oktatói az Építéstudományi Intézet megbízásából kidolgozták a

vékonyfalú acélszelvényekből álló rúdszerkezetek méretezési irányelveit. A méretezési irányelvek kidolgozásánál alapelveként azt fogadtuk el, hogy a méretezési eljárásnak be kell illeszkedni az acélszerkezetekre vonatkozó meglevő előírásaink egységes rendszerébe. Utóbbival összhangban a méretezés általában a határfeszültségek alapján történik, a stabilitásvizsgálatokat pedig kezdeti kiüpon-tosság feltételezésével kell végre hajtani.

A tervezők számára nehézséget okozhat, hogy a térbeli kihajlás vizsgálat eléggé bonyolult; néhány új — elsősorban a gátolt csavarásra vonatkozó — szilárdsági elmélet, valamint újszerű keresztmetszeti mennyiség (csavarási középpont, csavarási inercia-nyomaték, torzulási modulus stb.)

ismeretét teszi szükségessé. Ezért arra törekedtünk, hogy az elméletileg is bonyolult kérdéseket a gyakorlatban is jól használható számítási eljárással közelítsük meg. Így olyan méretezési eljárást dolgoztunk ki, melyben a nyomott rudakkal kapcsolatos összes vizsgálat végrehajtható a szokványos acélszerkezeteknél használatos és a gyakorlatban közismert ($\sigma_{KH}'\lambda$) táblázat, ill. görbe alapján úgy, hogy a különböző vizsgálatoknak megfelelően egy λ_i ideális karcsúsági tényezővel kell számolni. Ez a megoldás nem idegen tervező mérnökeink számára, hiszen pl. az osztott szelvényű nyomott rúd kihajlás vizsgálat is így történik. Ezenkívül képletgyűjtemény összeállításával igyekeztünk a tervező segítségére lenni.

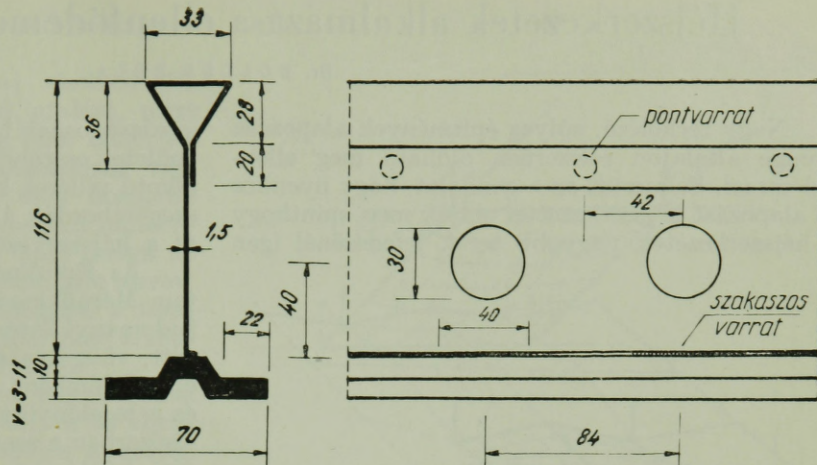
7. Kapcsolatok kialakítása

Újszerű szempontok merülnek fel a vékony lemezszerkezetek kapcsolatainál is. A kapcsolatok készülhetnek villamos ívhegesztéssel, ennek legcélravezetőbb módja a CO₂ védőgázas hegesztés. Ez a félautomatikus eljárás ugyanis eléggé termelékeny, végrehajtása a szokásos módszereknél könnyebb és még hegesztés szempontjából nehéz helyzetekben is jó minőségű varratot ad.

Másik jellegzetes kapcsolási módszer a ponthegesztés (lásd pl. a 9. ábrán a rácsrudak bekötése). Megfelelő minőségű pontvarrat azonban csak olyan berendezéssel állítható elő, melyen a hegesztési paraméterek (hegesztési idő, áramerősség, elektróda nyomás stb.) beállítható.

Vékonyfalú szerkezetek kapcsolatainál külföldön egyre jobban terjed a ragasztás is, mely elsősorban csavarozással kombinálva kecsgett jelentős előnyökkel. Az I. sz. Hídepítéstani (acélszerkezeti) tanszék már az elmúlt évben kiterjedt kísérleteket kezdett el a kapcsolatok kialakításával összefüggő kérdések tisztázására.

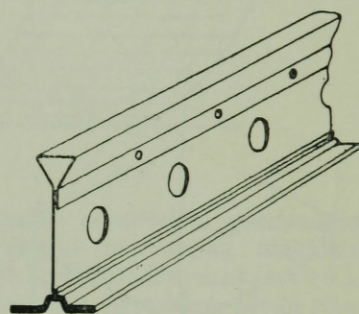
E kutatások eredménye ÉTI kiadvány formájában rövidesen minden érdeklődőnek rendelkezé-



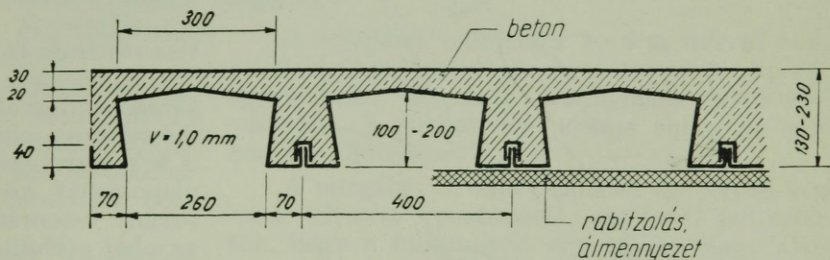
tipus jele	alsó öv vastag- sága	súly
	mm	kg/m
M2	3	3,7
M3	4	4,3
M4	5	4,85
M5	6	5,4
M6	7	6,0
M7	8	6,55
M8	9	7,45
M9	10	8,05
M10	11	8,7

13. ábra

„Monta”-födém tartója.



„Minerva”-födém (Belgium)



14. ábra

sére fog állani, és remélhetőleg hozzá fog járulni a vékony lemezszerkezeteknek az építőiparban való elterjedéséhez és gazdaságos alkalmazásához.

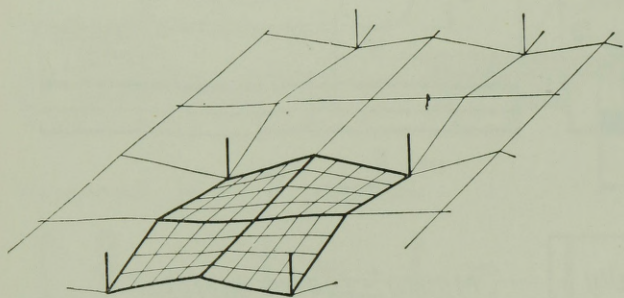
IRODALOM

1. Biok: A hajlított profilok fejlesztési irányvonalai és gyártásuk megszervezése Csehszlovákiában 1961-ben Budapesten tartott előadás kézírata.
2. Škaloud, M.: Francouzské tenkostenné ocelové konstrukce z profilů tvarovaných za studena. Inženýrské Stavby 1960. No. 7. 265—271. old.
3. Stahlleichtbau: Abhandlungen aus dem Stahlbau, Heft 4. — Industrie- und Handelsverlag Walter Dorn, Bremen—Horn 1950.
4. Jungbluth, O.: Neue Wege im Stahlhallenbau. Acier-Stahl-Steel 21. évf. (1956). No. 5. 197—201. old.
5. Stahlbau. — Ein Handbuch für Studium und Praxis. Band 2. Köln. 1957. Stahlbau-Verlag. Stahlleichtträger-Decken 339—342. old., Stahlzellendecken 342—345. old., Stahlleichtbau 424—437. old.
6. Ruzicska, B.: Egyszintes csarnok tervpályázatának kiértékelése — Magyar Építőipar, 1960. évf. 6. sz. 271. old.
7. Stahl im Hochbau — Handbuch für Entwurf, Berechnung und Ausführung von Stahlbauten — 12. kiadás, Verlag Stahleisen, Düsseldorf, 1953. 11. fejezet: Stahlleichtbau. 639—670. old.
8. Csellár Ö.—Halász O.: Vékonyfalú lemezszerkezetek építőipari alkalmazása — Építéstudományi Intézet részére készített jelentés. 1960. Kézirat, 108 old.
9. Mohácsy L.: Vékony acéllemezekből készített teherhordó szerkezetek — ÉM. IPARTERV Műszaki O. kiadványa, Kézirat, 1960.
10. Szittner A.: Könnyű acélszerkezetek — Mérnöki Továbbképző Intézet jegyzet, Bp. 1959.
11. Csellár Ö.—Halász O.: Irányelvek vékonyfalú acélszerkezetekből álló rúd-szerkezetek méretezéséhez — Építéstudományi Intézet részére készített jelentés. 1961. Kézirat.

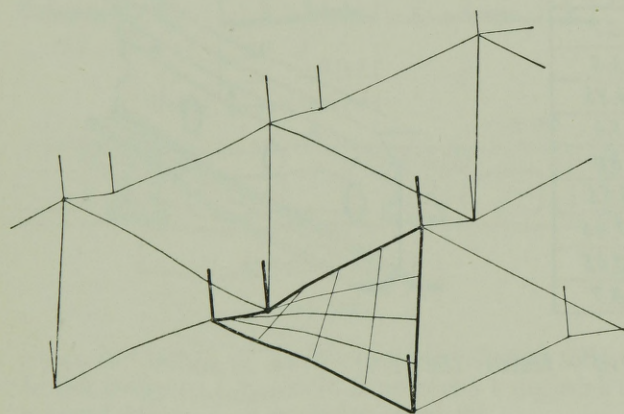
Héjszerkezetek alkalmazása ellenfödémes alapozásokhoz

Dr. ROLLER BÉLA

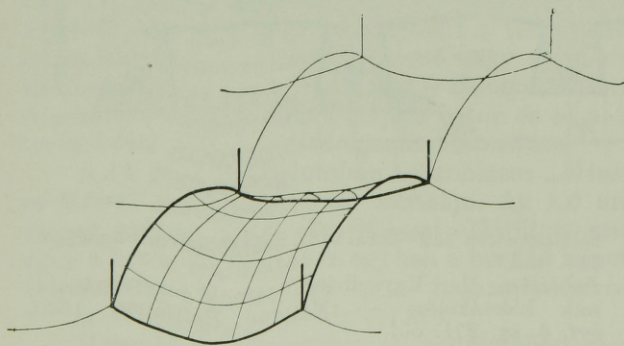
Nagy terhelésű, súlyos építmények alapozása gyenge altalajon célszerűen oldható meg ellenfödéssel. Felmerült az a gondolat, hogy ilyenkor az alapozást héjszerkezettel oldják meg, minthogy a héjszerkezetek nagyobb terek lefedésénél igen



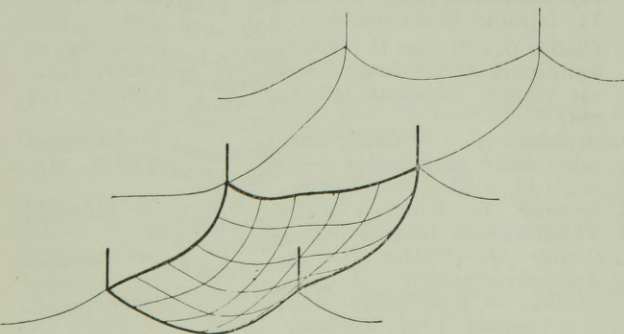
1. ábra



2. ábra



3. ábra



4. ábra

gazdaságosnak bizonyultak (1). Téglalap alaprajzú épületek esetében a derékszögű négyszög-hálózatot alkotó pillérek közötti egyenes vagy íves tengelyű szegélybordák által határolt mezőnyöket hidalják át a héjszerkezetek.

Az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Mérnök-kari Mechanikai Tanszéke az Építéstudományi Intézet megbízásából kutatásokat végzett, vizsgálva a héjszerkezetek ilyen elrendezésű ellenfödémként való alkalmazásának lehetőségeit és a legelőnyösebb héjalapokat (2). Vizsgálataink elsősorban a szerkezetek statikai és anyagigényességi kérdéseire terjedtek ki. A talajmechanikai és kiviteli problémákkal csak annyiban foglalkoztunk, amennyiben ez a legelőnyösebb megoldás kiválasztásához okvetlenül szükséges volt.

A téglalap alaprajzra emelhető leggyakoribb héjalakok közül részletesen elemeztük:

- a) a hiperbolikus paraboloidot esernyőtetőszerű kivitelben (1. ábra),
- b) ugyanazt ún. antimetrikus torznégyszögvitelben (2. ábra),
- c) a hiperbolikus paraboloidot íves szegélytartókon kiváltva (3. ábra),
- d) az elliptikus paraboloidot (4. ábra),
- e) a derékszögű négyszög alaprajzra feszített hártahéjat (5. ábra),
- f) a dongahéjat (6. ábra).

A c) alatti esetben az alulról nézve homorú szegélytartók külpontos húzást szenvednek, ezekkel célszerű tehát az alaprajzi mezőny rövidebbik oldalát áthidalni.

Héjalapok kivitelezésekor az egyik legfontosabb kérdés az alapgyödr kialakításánál merül fel.

A jelenlegi körülmények között a földtükör kivágása durvább munka, amelynél nagyobb a mérettűrés, mint a héjszerkezet kialakításánál. A tükör kivágásának pontatlanságait a sík lemez-alapozásnál követett eljárásához hasonlóan — sovány betonréteggel kiegyenlíthetjük ugyan, de ez a hég görbütsége miatt lényegesen nehezebb és anyagigényesebb munka, mint sík ellenlemez esetében. Mégis kíváncsi, hogy a hég formaképzését magával a földmunkával oldjuk meg úgy, hogy a héjszerkezet közvetlenül a földtükörre legyen rádolgozható. Ez a jelenleg szokásosnál jóval kényesebb tükörképzést kíván, amire azonban vannak már példák a hazai gyakorlatban (3). Vékony szerelőbetonrétegre természetesen ilyenkor is szükség van.

A szigetelés tekintetében — különösen kettős görbületű héjelemek esetében — felkent műanyag szigetelőréteg látszik előnyösnek.

A héjalap elemeinek előregyártása nem előnyös, mert az előregyártott elemeknek megfelelően kidolgozott tükörre kell kerülniök, a daru nem járhat be zavartalanul az építmény pillérsorai közé, a szereléshez tehát nagy gémkinyúlású és nagy nyomaték bírású daru szükséges. Ezenkívül a monolit héjalapozáshoz jelentéktelen mennyiségű zsaluzat szükséges, emiatt nem érvé-

nyesül az előregyártás egyik legfontosabb előnye — a zsaluzatban elért megtakarítás.

A héjalapok alatt levő talaj viselkedésére vonatkozóan az irodalom alig ad utalást, mert a probléma a gyakorlatban eddig csak elszórtan jelentkezett. A talpnyomás megoszlásának végleges tisztázására előreláthatólag csak hosszabb idő múlva kerül sor. A nyomásmegoszlást mindenestre elsősorban az szabja meg, hogy maga az építmény és az ellenfödém egésze mennyire merev, milyen a talaj minősége, és lehetséges-e a talaj oldalirányú kitérése (4). Az ellenfödémeket alkotó héjak alakja e tekintetben másodrangú.

Ha az építmény megfelelően merev vázas kialakítású (pl. acélváz as toronyház), és az ellenfödém egyes elemei (a héjak) is kellően merevek, akkor a talpnyomások szempontjából az egész héjszerkezetű ellenfödém jó közelítéssel egyetlen végtelenül merev tömbalapként kezelhető. A héjak — különösen a kettősgörbületű héjszerkezetek — lényegesen merevebbek a sík lemeznél, a teherelosztás szempontjából tehát a héjszerkezetű alapozás előnyösebb a sík lemezalaphoz.

A talpnyomásokat függőleges irányúaknak tekintjük, mert irányuknak a függőlegestől való eltérése a súrlódás miatt még a héj legmeredekebb — rendszerint szélső — szakaszain is jelentéktelen.

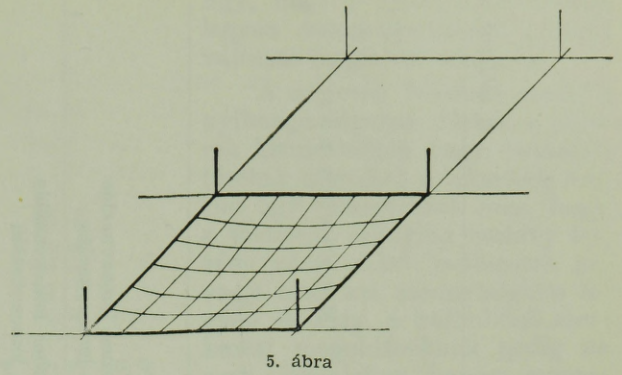
A gyakorlati tervezés során a teljes ellenfödémnek a merev tömbalapokra vonatkozó előírások szerint felvett talpnyomásábráját a számítás megkönnyítésére a különböző mezőkben különböző magasságú hasábokkal pótoljuk. Így egy héjelem alatt állandónak feltételezett függőleges irányú talpnyomással számolunk.

A héjelemek alakjának a talpnyomáseloszlására való hatását a statikai és gazdaságossági elemzés során nem vesszük tekintetbe.

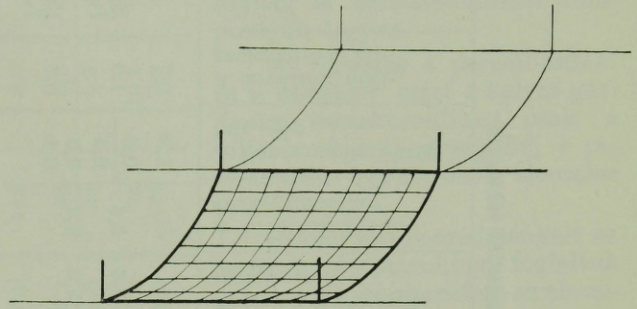
A statikai számítás szempontjából a héjalapoknak legjellegzetesebb, a sík ellenfödémektől eltérő sajátága, hogy a talpnyomások különbözősége miatt az oldalnyomások két egymáshoz csatlakozó héj közös szegélyén általában nem egyenlítődnek ki.

Az oldalnyomások különbségét lényegében az építményt kiváltó talptartók viselik, ezek tehát ferde síkú hajlítást kapnak. Ha azonban a talpnyomás változása nem rohamos, ezek a talptartók a ferde hajlításra rendszeren külön vasalás nélkül is megfelelnek. Szélsőséges esetekben a tervezés során a vízszintes hajlítást is figyelembe kell venni.

A héjalapok vizsgálata során a membránelmélet alkalmazására szorítkoztunk. A héjnak a talajon való egyenlőtlen felfekvése és az esetleges kiüregelődések a héjban hajlítást is okozhatnak. A nagy megterhelés következtében a héj szükséges vastagsága is aránylag jóval nagyobb a magaspépítésben előforduló héjvastagságoknál, a membránelmélet feltevései tehát héjalapoknál kevésbé teljesülnek. A membránelmélet alkalmazása azonban jelentősen megkönnyítette a számítást, és nem okozott olyan hibát, amely kétségesse tenné a kedvező és gazdaságos héjalak megválasztása céljából végzett vizsgálataink tanulságát.



5. ábra



6. ábra

□ A héjszerkezetű ellenfödém gazdaságosságának és az optimális héjalaknak megállapítása végett ugyanazt az ellenfödém-szakaszt 10 különböző alakban, összesen 13 módon, olyan részletességgel terveztük meg, hogy az adatok alapján meg lehetett határozni az előzetes költségvetés készítéséhez szükséges legfontosabb anyagmennyiségeket.

A vizsgálat során egy 8×6 m méretű mező áthidalását számítottuk ki: $p = 0,75$ kp/cm² egyenletesen megoszló talajnyomás figyelembevételével. A pillérek nyomóereje ebben az esetben $P = 360$ Mp.

A vizsgálat az ellenfödémnek egy olyan közbelső elemére vonatkozott, amelynél feltételeztük, hogy a talajreakció egy kellően nagy alapterületen változatlan, a vízszintes oldalnyomások tehát a peremtartókon kiegyensúlyozódnak.

Az első, összehasonlítási alapul szolgáló tervváltozat egy talpgerendaráccsal kiváltott, közbelső bordázat nélküli, felsőbordás ellenlemez írányzott elő. Ezután az 1., 2. és 3. ábrán vázolt háromféle hiperbolikus paraboloid elrendezést, egy oldalnyomásokkal kiegyensúlyozott és egy oldalnyomásmentes elliptikus paraboloidot, egy a hosszabb és egy a rövidebb szegélyein kiváltott paraboladongát, egy négyoldalt kiváltott köríves dongát és egy vízszintes gerendarácsra támaszkodó hártahéjat terveztünk meg, az (5) és (6) irodalomban szereplő számítási módszerek segítségével.

A torznégyszögek tervezésekor mérlegeltük az egyenes és a részben egyenes, részben síkgörbe betétekkel megoldható vasalás esetét is. A mezőny rövidebb szegélyein kiváltott paraboladongát kétféle nyílmagassággal terveztük meg, az egyiket úgy, hogy a héjelem magassága, a másikat pedig

Különböző felületalapok anyagszükségletének összehasonlító táblázata

1. táblázat

Elrendezés	Lemezvastagság, cm	Nyílmagasság, kiemelkedése		Betonszükséglet összesen, m ³	Acélszükséglet, Mp	Egy elem súlya, Mp	Zsaluzott felület, m ²	A lemez 1 m ² -ére jutó acél, kp/m ³	A lemez betonszükséglete, m ³	A kiváltók beton-szükséglete, m ³	A lemez acélszükséglete, Mp	A kiváltók acélszükséglete, Mp	Megjegyzés
		f _a	f _b										
1. Ellenlemez.....	25	—	—	17	2,6	51	34	39,6	12	5	1,9	0,7	Egyenes lemezvasalás Íves lemezvasalás
2. Esernyőtetős torznégyszög.....	10	1,50	—	9	1,6	21,6	20	10,6	5,6	3,4	0,6	1,0	
3. Antimetrikus torznégyszög.....	10	1,5	1,5	9	1,4	21,4	18	6,8	5,6	3,4	0,4	0,6	
4. Íves szegélyű hiperbolikus paraboloid.....	11	1,0	1,5	9	1,2	21,2	+23 +20 =43	10,6	6,3	2,7	0,6	0,4	Egyenes lemezvasalás Íves lemezvasalás + A 20 m ² többletzeluzat a héjlemezhez szükséges, mert ez helyenkint olyan meredek, hogy a beton lecsúszhat rajta
5. Elliptikus paraboloid oldalnyomásokkal.....	11	1,0	1,6	10	1,0	21,0	+26 +20 =46	7,3	6,3	3,7	0,35	0,2	
6. Elliptikus paraboloid oldalnyomásokkal.....	10	1,0	1,5	10,5	0,33	22,3	+24 +20 =44	2,7	6,3	4,6	0,13	0,18	
7. Paraboladonga a hosszanti szegélyeken kiváltva.....	10	—	1,5	11,2	0,43	23,5	+16,8 +20 =36,8	4,18	5,9	5,6	0,25	0,43	Az előbbiekkal való összehasonlítás végett vettük fel az indokolatlanul kis nyílmagasságot
8. Paraboladonga a rövidebb szegélyeken kiváltva.....	20	1,0	—	12,7	0,55	25,1	15,0	2,19	5,6	2,6	0,12	0,26	
9. Kőríves kéttámaszú membrándonga.....	10	1,8	—	8,2	1,37	28,4	+15 +20 =35	2,2	10,1	2,7	0,11	0,26	
10. Hártayahéj.....	12	1,8	—	11	0,38	18,5	+25,1 +20 =45,1	3,80	6,3	4,7	0,20	0,28	
	10	2,0	—	12,6	0,48	24,7	+45,1 +33,7 =78,8	2,08	5,8	6,8	0,12	0,56	

Különböző alakú héjlapok anyagszükségletének viszonya a sík ellenlemez megoldás anyagszükségletéhez %-arányban kifejezve 2. táblázat

E l r e n d e z é s	Lemezvastagság	Összes betonszükséglet	Összes acélszükséglet	Egy elem súlya	Zsaluzott felület	1 m ² lemezhez szüks. acélsúlya	A lemez betonszükséglete	A kiváltók betonszükséglete	A lemez acélszükséglete	A kiváltók acélszükséglete	M e g j e g y z é s
1. Ellenlemez	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	Egyes lemezvasalással
2. Esernyőtetős torznégyszög	40	53	61,5 53,8	42,4 41,9	58,8	26,8 17,2	46,6	68	31,6 21,0	143	íves lemezvasalással
3. Antimetrikus torznégyszög	40	53	46,2 38,5	41,6 41,2	53,0	26,8 17,2	46,6	68	31,6 21,0	85,6	Egyenes lemezvasalással
4. Íves szegélyű hiperbolikus paraboloïd	44	53	28,8	40,6	126,7	18,4	52,6	54	18,4	57,1	íves lemezvasalással
5. Elliptikus paraboloïd oldalnyomásokkal	44	58,7	12,7	43,7	135,2	6,8	52,6	74	6,8	28,5	Egyenes lemezvasalással
6. Elliptikus paraboloïd oldalnyomásmentesen	40	61,8	16,6	46,1	129,3	10,5	49,2	92	13,2	25,6	íves lemezvasalással
7. Parabola-donga a hosszanti szegélyeken	40	65,9	21,2	49,2	108,1	5,5	46,6	112	6,3	61,4	
8. Parabola-donga a rövidebb szegélyeken kiváltva	80	74,6	14,2	55,6	44,2	5,5	84,1	52	5,8	37,2	$f = 1,0 \text{ m}$
9. Köríves, kéttámaszú membrán-donga	40	48,2	14,6	36,2	104,0	5,8	45,9	54	6,3	37,2	$f = 1,8 \text{ m}$
10. Hártáyhéj	48 40	64,8 81,6	18,5 26,2	48,4 55	132,5 158	9,8 5,2	52,5 48,4	94 136	10,6 6,3	40,0 80,0	

ügy, hogy a héjelem vastagsága legyen összehasonlítható a többi változat megfelelő adataival.

A méretek felvétele során a nyílmagasságokat, illetve a pillérek kiemelésének vagy bemélyítésének mértékét a lehetőség szerint úgy választottuk meg, hogy a felületek aránylag csekély lejtése miatt felső zsaluzatra ne, vagy csak kis mennyiségben legyen szükség, a különböző szerkezeti megoldásoknak pedig ne csak alaprajzilag, hanem magasságilag is összehasonlítási támpontjuk legyen.

A tervezés a perembordákra is kiterjedt, mert a helyes gazdasági összehasonlítást csak a teljes szerkezeti egység (héj + peremborda együttesen) elemzése teszi lehetővé.

Számításaink eredményeit az 1. és 2. táblázatokban foglaltuk össze. Az 1. táblázatban az abszolút, a 2. táblázatban pedig — könnyebb összehasonlítás végett — a relatív eredményeket közöltük. Itt a megfelelő mutatók közül a sík ellenfödémre vonatkozó adatokat tekintettük 100%-nak.

Az értékelés tárgya a különböző anyagmennyiségek meghatározása volt. A szerkezetek építéstechnológiai jellemzői számszerűen csakis részletes kalkulációval mutathatók ki.

A szerkezetek értékelt jellemzői a következők:

- a lemez, illetve a héj vastagsága,
- a szerkezeti elem teljes betonszükséglete,
- a szerkezeti elem teljes acélszükséglete,
- a szerkezeti elem teljes súlya,
- a szerkezeti elem zsaluzandó felülete.

Annak kiderítésére, hogy a szükséges anyag hogyan oszlik meg a felületszerkezet és a kiváltók között, vagyis, hogy a gazdaságosabb héjmegoldással nyert előnyt hogyan befolyásolja az esetleges kedvezőtlenebb kiváltó, külön kimutattuk még

a) a héjnak a héjfelület egy négyzetméterére vonatkozó vasmennyiségét,

b) a héj és a kiváltók betonszükségletét külön-külön,

c) a héj és a kiváltók acélszükségletét külön-külön.

A zsaluzandó felület kevésbé jellemző, mert ez elősorban a peremtartók zsaluzóanyagszükségletét mutatja, ennek költségkihatása pedig megfelelő kiviteli módokkal lényegesen csökkenthető.

Számításaink tanulsága szerint anyagszükséglet tekintetében valamennyi értékelt héjszerkezetű megoldás gazdaságosabb a síklemez ellenfödémnél. Az 1. táblázatból látható, hogy — a zsaluzott felülettől eltekintve — valamennyi változat minden mutatója kisebb a síklemez alapul vett megfelelő értékénél. A 2. táblázatban a zsaluzott felületre vonatkozó 104—158%-os adatok a gazdaságosság tekintetében végső soron nem döntők, mert az összköltségben ezek jelentkeznek a legkisebb súllyal.

A felületszerkezet vastagságában 20—60% csökkenést lehet elérni. A számított változatok héjvastagsága átlagosan 11 cm volt, így a héjvastagság és a nagyobbik támköz viszonya 1 : 73.

A megtakarítás betonszükségletben 18,4—51,8%, acélszükségletben pedig 38,5—87,3%.

A 2. táblázat adatai alapján leszögezhetjük, hogy a vizsgált héjszerkezetű megoldások közül az a legkedvezőbb, amelynél a mezőnyt egy, a rövidebb szegélyeken egyenes tengelyű tartókkal kiváltott, paraboladonga hidalja át. Ez betonban 51,8%, acélban 85,43%, az elem súlyában pedig 63,8% megtakarítást jelent. Ennek jelentőségére jellemző, hogy a paraboladongák — noha építési költségüket a bonyolultabb tükörképzés és a héjfelület görbült kialakítása némileg növeli — emiatt

okvetlenül sokkal gazdaságosabbak a sík ellenlemezeknél.

Az elliptikus paraboloidhéjas kiváltás még kevesebb acél felhasználását igényli (87,3% a megtakarítás), de több beton kell hozzá, és az előbbinél bonyolultabb geometriájú.

A többi figyelembe vett változat anyagigényben nem versenyképes az előbbi kettővel, és kiviteli előnyöket sem ígér.

Az eredmények érdekessége, hogy tanúságuk szerint az alkalmazandó héjszerkezet gazdaságosságát és egyben az optimális alakot nem a héj, hanem elsősorban a kiváltók szabják meg. A kedvező konstrukció elsősorban nem a héjon, hanem a kiváltókon jelent megtakarítást.

A konoidokra a részletes számítást felesleges volt kiterjeszteni, megépítésük nehezebb a dongáénál, erőjátékuk pedig nem mutat a szilárdságtani tulajdonságokból adódó jelentős előnyt.

IRODALOM

- [1] Bölskei E.: Application of Shell Structures for Foundation. (Acta Technica Acad. Sci. Hung. Tom. XXVIII. Fasc. 1—2. pp. 199—207. 1959).
- [2] Kaliszky S.—Németh F.—Roller B.—Vértes Gy.: Héjszerkezetű ellenfödémek és szalagalapozások vizsgálata. (Építéstudományi Intézet 1961. évi jelentése.)
- [3] Balázs B.: Korszerű alapmegerősítési módok. (Magyar Építőipar XI. 2. 49—54. old. 1962).
- [4] Széchy K.: Alapozás I—II. (Közlekedési Kiadó, Budapest, 1962.)
- [5] Menyhárd I.: Bevezetés a héjszerkezetek statikájába. (Iparterv kiadása, Budapest, 1959.)
- [6] Girkmann K.: Flächentragwerke. (Wien, Springer Verlag, 1946.)

Kísérletek fémragasztással

SZÉPE FERENC

Fémszerkezetek fejlődése szempontjából lényeges, hogy a szerkezeti elemek mi módon kapcsolhatók össze teherviselő tartóvá. A századok óta ismert csavarozás viszonylag kisebb szerephez jutott a csaknem egy évszázadig egyeduralgó szegecseléssel szemben, ez utóbbi helyét pedig egyre inkább elfoglalja a hegesztés, mint gyáris és a feszített nagyszilárdságú csavarozott kapcsolat, mint helyszíni illesztési mód.

A második világháború idején a repülőgépgyártás gondjai terelték a figyelmet egy új kapcsolati lehetőségre, a ragasztásra. A repülőgépek teherviselő szerkezetei abban az időben szinte kizárólag alumíniumból készültek s ennél a fémnél a hagyományos kötések hátrányai fokozottabb mértékben jelentkeztek, — ugyanakkor a műanyagipar fejlettsége lehetővé tette, megfelelő minőségű ragasztóanyagok kikísérletezését. A repülőgépipar után a gépipar és a műszeripar is egyre inkább kihasználja a fémragasztás előnyeit s a legutóbbi néhány évben az építőipar is

megtette az első bátortalan lépéseket — éppen acélhidak terén.

Az építőipar azonban új igényeket is jelentett, hiszen elég bizonytalan erőhatásoknak, hőmérsékletváltozásnak és korróziónak kitett építményeinktől is elvárjuk, hogy legalább egy-két emberöltőn át rendeltetésszerűen használhatók legyenek.

Az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem I. sz. Hídepítéstani (acélszerkezeti) tanszéke 1960-ban kezdett ragasztott fémszerkezetekkel foglalkozni. Azóta, részben a KPM, az ÉTI s újabban a TKFA támogatásával, közel kétezer kísérletet végeztünk.

Fémek ragasztására fémekkel szemben nagy adhéziót mutató, melléktermék nélkül szilárduló és kötés után kedvező szilárdsági tulajdonsággal rendelkező műgyanták alkalmasak. A kereskedelem rendszerint két, esetleg három alkotóból álló ragasztók járatosak. Az alkotók összekeverése vagy szobahőmérsékleten vagy magasabb hő-

mérsékleten (150—200 C°) indítja meg a ragasztó megszilárdulását. Teljes szilárdulásukig hidegen kötőknél 1—2 nap, melegen kötőknél néhány perc — néhány óra eltelte szükséges. A hidegen kötő műgyanta ragasztók egy részénél a kötési idő hőközléssel lényegesen csökkenthető. Ragasztáshoz fémtiszta, kissé érdes és tökéletesen zsírtalanított felületek szükségesek.

Fémek ragasztott kötésének szilárdságát általában 10—20 mm hosszon, egyszerűen átlapolva 1—2 mm vastag lemezek szakításával szokás vizsgálni. Az átlagos nyírószilárdság az átlapolási hosszal fordítva arányos, növekvő lemezvastagság esetén pedig némileg nő, de a ragasztó réteg korlátozott szakadási nyúlása miatt az összeragasztott fém nyúlásának mértéke is befolyásolja. Az így nyert szilárdsági értékek építőipari méretekre nem vihetők át. Így jóllehet a tanszéki kísérletek jórésze a szokásos próbapálcával történt, kísérleteket végeztünk 3, 5, 6 mm vastag nagyszilárdságú (6—7000 kg/cm²) húzott acélból ragasztott kétszernyű próbatestekkel is. Ezek a kísérleteink a teherhordó fémszerkezetekre vonatkozóan kedvezőbb képet adtak, mint a szokásos próbatestek. 3 mm vastag lemez esetén 15—40 mm-es átlapolási hosszal kb. 350—250 kg/cm² átlagos nyírószilárdságot sikerült elérni, sőt előfordult az alapanyag szakadása is 6000 kg/cm² feletti feszültségnél. Kísérleteink alapján az irodalomban található elméleti megfontolásokat úgy látszik helyesbíteni kell.

Jóllehet már legközelebbi jövőben kisebb méretű ragasztott teherhordó szerkezettel is tervezünk kísérletet, egyelőre még akad nem egy megoldatlan kérdés is. Eddig ugyanis kísérleteinket laboratóriumi viszonyok között, szobahőmérsékleten s az optimális ragasztó szilárdság elérésekor végeztük. Tisztázandó azonban a ragasztott kapcsolat hőtűrése, öregedése, lassú alakváltozása és korróziója is.

Növekvő hőmérséklet esetén a ragasztók lágyulnak, csökken a szilárdságuk, de egyúttal a feszültségcsúcsok is leépülnek. Kíváncsú, hogy legalább +80 C°-ig jelentős szilárdság csökkenés ne következzen be. Irodalmi adatok szerint idővel a ragasztók veszítenek optimális szilárdságukból, eddigi kísérleti adataink szerint az öregedés törvényszerűsége és mértéke azonban nem állapítható meg. Az is kétségtelen, hogy a terhelés sebessége a ragasztó szilárdságát befolyásolja, tartós teher huzamosabb idő után a szilárdságot lényegesen csökkentheti. Ezekkel az egyelőre kellőképpen nem tisztázott kérdésekkel jelenleg foglalkozunk, a kísérleteket és azok kiértékelését azonban bonyolulttá teszi az egyes hatásokra eltérően viselkedő sokféle ragasztó.

Jelenlegi ismereteink alapján meggyőződésünk, hogy építőipari fémszerkezetek teherátadó ragasztott kapcsolata csak más kötéssel kombinálva alkalmazható. Ebből a szempontból mind a

szegecselés és a csavarozás, mind a ponthegesztés (sőt talán még az ívhegesztés is) szóba jöhet.

A ragasztás ütéssel, hántolással és tartós teherrel szemben mutatott érzékenysége megkívánja az ezeket a hatásokat jól viselő fémek kapcsolat segítségét. Emellett a hideg ragasztás teherbírását csupán 1—2 nap alatt éri el, a gyors szerelhetőséget csak akkor tudjuk biztosítani, ha a szerelés alatt fellépő mértékadó terhet rövid idő alatt teherbíróvá váló kapcsolat viseli. De szükséges az is, hogy az egymáson fekvő felületek kellő távolságba legyenek hozhatók s nagyobb felületek között is a ragasztás szempontjából kedvező fugavastagság (kb. 0,1—0,2 mm) legalább megközelíthető legyen.

Ugyanakkor önmagában a szegecs a lyukgyengítés révén átlagosan 15% kihasználhatatlan anyagtöbbletet kíván; az e szempontból előnyösebb feszített nagyszilárdságú csavar költséges; vékonyelemek ponthegesztett kapcsolata pedig korrózió és rováthatás miatt rejt eredendő hátrányokat.

A feszített csavar az egymáson fekvő fémfelületek kellő érdesítését kívánja meg, homokfúvással előállított felület zsírtalanítva ragasztás céljaira is megfelel. A felület-előkészítés tehát hasonló, bár ragasztáshoz igényesebb. Egy db. 10 K minőségű M 20 csavarral híd szerkezetben 3,65 t erő adható át és ez a csavar 4d csavartávolság esetén 64 cm² felületet igényel. Ugyanekkora ragasztott felületre a németországi Hüls-ben épült gyaloghídnál 3,84 t-át engedtek meg. A jelenlegi s még alakulóban levő hazai anyagárakat véve alapul, egy csavar által elfoglalt felület ragasztásához szükséges ragasztó ára azonban a csavar árának csak körülbelül fele-harmada. Amennyiben ragasztással a szükséges csavarok számát csökkenteni lehet, vagy a csavar minőségével szemben engedmény tehető, gazdaságosabb szerkezethez juthatunk. A tanszék idevonatkozó kísérletei egyenlőre a csavarozott-ragasztott kapcsolat szilárdságára kívánnak fényt deríteni.

Vékonyfalu acéllemezszervények esetén a csavar szerepét a ponthegesztés foglalhatja el. A ragasztó hegesztéskor a pontvarrat közvetlen környezetében ugyan elég, a környező felület felmelegedése azonban a megmaradó ragasztót gyorsan kötővé teszi. A kísérletek még kezdeti stádiumban vannak, bizonyos feltételek mellett úgy látszik a ragasztás kedvezően befolyásolhatja a pontvarrat mind statikus, mind fáradási szilárdságát.

Ha a kombinált kapcsolatokkal sikerül az egyenmű kapcsolatok hátrányait kiküszöbölni, vagy csökkenteni, akkor a ragasztás megtalálja a tulajdonságainak legmegfelelőbb alkalmazását teherhordó fémszerkezetek kapcsolataként is.

A szakemberek reményteljes érdeklődését tanúsítja, hogy a tudomásunk szerint a Nemzetközi Hid- és Magasépítési Egyesület 1964. évi kongresszusára a ragasztott fémszerkezetek problémáinak megtárgyalását is tervbevette.

Kísérletek a ponthegesztés építőipari alkalmazásának előkészítésére

CSELLÁR ÖDÖN

A vékony acéllemezekből élhajlítással vagy hideg hengerléssel előállított szelvények várható nagyobb mértékű építőipari felhasználásához meg kell oldani az egyes tartószerkezeti elemek célszerű és gazdaságos kapcsolatát is. E téren a gyakorlati célokra jól bevált kapcsolási módok közül legalkalmasabb a ponthegesztés.

Az elmúlt évben az Építéstudományi Intézet a „Könnyű acélszerkezetek” című kutatási téma keretében megbízta az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem I. sz. Hídépítéstani (acélszerkezeti) tanszékét, hogy végezzen kísérleteket statikus terhelésre igénybevett kapcsolatok szilárdsági vizsgálatára, célszerű készítési módjára (technológiai előírások) és a kísérletek alapján dolgozzon ki e kapcsolatok méretezésére megfelelő számítási eljárást. Mivel ponthegesztés terén szilárdsági vizsgálatokat építőipari vonatkozásban tudomásunk szerint hazánkban eddig még nem végeztek, ezért röviden beszámolunk a kísérletekről és azok eredményeiről.

A ponthegesztés az ellenállás-hegesztési eljárások közé tartozik, tehát — a leolvasztó hegesztéssel szemben — külön ömledékanyag alkalmazását nem teszi szükségessé. A ponthegesztő berendezés lényegében olyan transzformátor, melynek primer tekercsén hálózati csatlakozás van (220 vagy 380 V), a szekunder tekercsben pedig kis feszültségű (1,5—6 V), de igen nagy erősségű (5000—20 000 A) áram keletkezik. Utóbbit vízzel hűtött vörösréz elektródák segítségével vezetjük az összehegesztendő lemezek felületére (1. ábra) és az elektródákat egyidejűleg megfelelő erővel összenyomjuk.

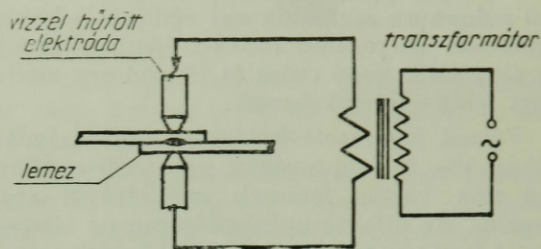
Az elektródák és a lemezek, valamint az összehegesztendő lemezek közötti ellenállás és magának a hegesztendő anyagnak belső ellenállása révén

$$Q = 0,239 \cdot 10^{-3} J R t$$

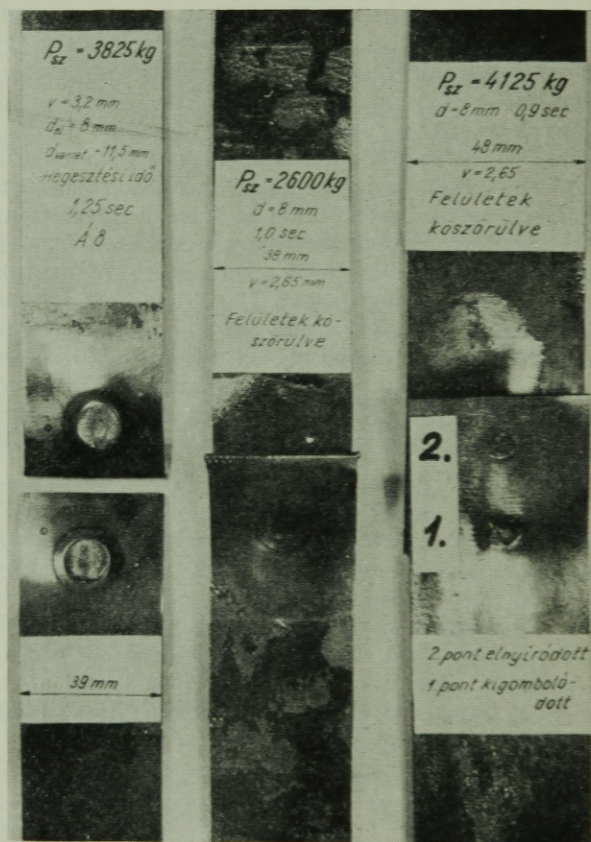
Kcal hőmennyiség keletkezik (J — áramerősség amperben, R — az ellenállás ohmban, t — a hegesztési idő sec-ban), melynek hatására a lemez anyaga megolvad. Az egyidejű összenyomás révén az összehegesztendő elemek között kohéziós kapcsolat jön létre és ez számottevő erőviselésére alkalmas.

Az előállított pontvarrat minőségét és teherbírását az alábbi tényezők szabják meg:

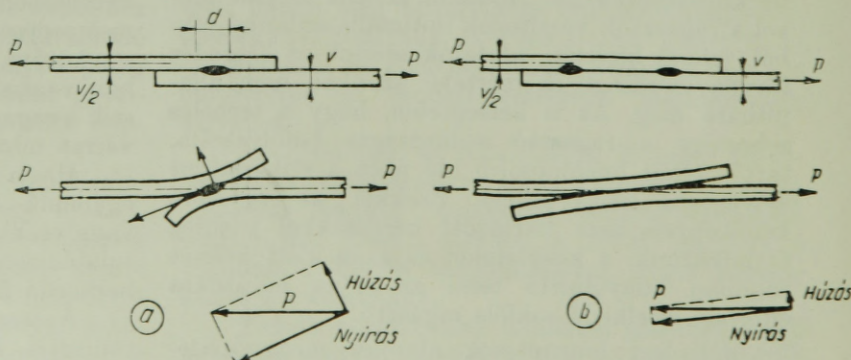
- a hegesztendő anyag minősége,
- az összekapcsolandó lemezek vastagsága,
- a lemezek felületének megmunkálása,
- a hegesztőgép teljesítménye (elsősorban az áramerősség),
- az elektróda átmérője és alakja,
- az elektróda nyomása,
- a hegesztési idő és végül
- a pontvarratok egymástól való távolsága.



1. ábra



2. ábra



3. ábra

A kísérletek során összesen 611 db. próbapálcát készítettünk és szakítottunk el. A 2. ábrán néhány próbatest látható a szakítóerő feltüntetésével. A felhasznált lemezek vastagsága 1,5—3,2 mm között változott, a kapcsolat 1—4 pont-

varratból állt, és készítésüknél — a geometriai adatokon kívül — meghatározott rendszerben változtattuk a felületek megtisztításának módját, az elektróda átmérőjét, a hegesztési időt és az áramerősséget, vizsgáltuk továbbá a teljesítményszabályozás hatását. Ezzel kettős célunk volt: egyrészt meg akartuk határozni, hogy a rendelkezésünkre álló korszerű ponthegeesztő gépeknél milyen technológiával lehet legnagyobb teherbírású pontvarratot készíteni, másrészt azt vizsgáltuk, hogy az egyes hegesztési paraméterek változtatása mennyiben befolyásolja a pontvarratok szilárdságát. A kísérletek szilárdsági kiértékelésével pedig alapot kívánunk adni egy ponthegesztési előírás-tervezetre, melynek alapján statikus jellegű (nem ismétlődő) igénybevételnek kitett pontvarratok méretezhetők.

Statikus terhelés esetén a pontvarrat két-féleképpen mehet tönkre: *elnyíródás*, vagy a pontvarratnak az alapanyagból való kiszakadása (*kigombolódás*) útján. Az első tönkremeneteli mód a szegecsesknél is ismert elnyíródásnak, utóbbi pedig a palástnyomásnak felel meg. Ismételt terhelésnél szakadás többnyire az alapanyagban következik be, mivel a pontvarrat környezetében a lemez beedződik és így fáradásra érzékenyebbé válik.

Építőipari szerkezeteknél főként egyszerűített kapcsolatok fordulnak elő. Ezeknél a kapcsolatra ható erő irányában legalább két varratpontot kell alkalmazni. A terhelés hatására ugyanis az erő külpontossága miatt az egyponτος kapcsolat erősen deformálódik (3. ábra), és a varratpontra merőlegesen jelentős nagyságú húzó igénybevétel is keletkezik. A kísérletek is igazolták, hogy a lemezvégek a kétpontos kapcsolatoknál lényegesen kisebb mértékben deformálódnak (4. ábra).

A kísérletek eredményei alapján egy varratpont által felvehető határerő a szegecskapcsolatoknál szokásos módon számítható úgy, hogy a szegecslyuk átmérője helyett itt most d a hegesztéshez alkalmazott elektróda átmérője, melyet a számításokban a kapcsolatban előforduló legkisebb lemezvastagsággal kifejezve legfeljebb

$$d_{max} = 5\sqrt{v}$$

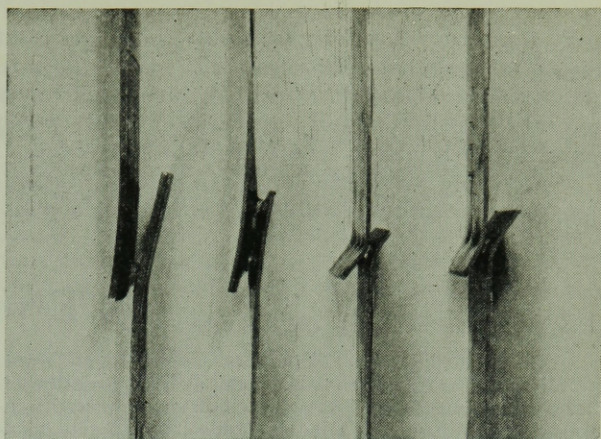
értékkel szabad figyelembe venni. Pontvarratoknál nyírásra és palástnyomásra (kigombolódás) a határfeszültségek a következők:

$$\tau_H = 0,65 \sigma_H$$

$$\sigma_{pH}' = 1,8 \sigma_H$$

$$\sigma_{pH}'' = 2,5 \sigma_H$$

Fenti számítási mód teljesen összhangban van a DIN 4115 előírásaival. Teherhordó pontvarratok egymástól, valamint az elemek szélétől való távolságát az 5. ábra alapján lehet felvenni. Erő irányában azon-



4. ábra

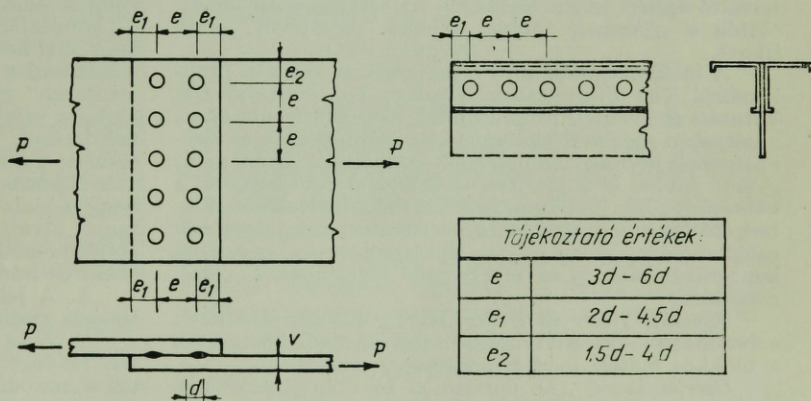
ban minimálisan két pontvarratot kell alkalmazni.

A kísérletek technológiai szempontból történő kiértékelésének ismertetése meghaladja e cikk kereteit, csupán két dologra hívjuk fel a figyelmet:

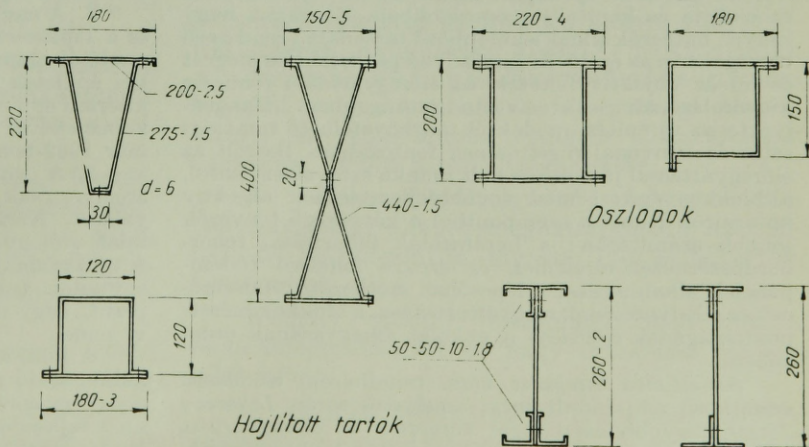
1. Teherhordó pontvarratok készítésére csak olyan berendezést szabad használni, mellyel a varratok egyenletes minősége biztosítható. Megfelelő szilárdság eléréséhez feltétlenül szükséges a hegesztési idő és az áramerősség szabályozásának lehetősége.

2. Hegesztés előtt a pontvarrat helyén a lemezek felületét megfelelően le kell tisztítani.

A ponthegesztés a különféle tartóelemek kapcsolatán kívül nagyon jól felhasználható arra is,



5. ábra



6. ábra

hogy segítségével vékonyfalú elemekből összetett keresztmetszeteket állítsunk elő. Erre látható néhány megoldás a 6. ábrán. A zárt, szekrényes keresztmetszetek mind csavarás, mind pedig esztetikus megjelenés szempontjából kedvezőek.

Aránylag kidolgozatlan — és főként a járműipar szempontjából jelentős — kérdés még a pont-

varratok viselkedése ismétlődő terhelés esetén. A problémák tisztázására az I. sz. Hídepítéstani tanszék közelmúltban fárasztási kísérleteket kezdett el és bár utóbbiak elég hosszadalmasak, de reméljük, hogy az eredmények lehetővé teszik majd a ponthegezésztés minél szélesebbkörű gyakorlati alkalmazását.

Az Egyesület hírei

Az ÉTE Épületszerkezeti és Technológiai osztálya 1962/63. évi munkatervét az Egyesület vezetősége által megadott irányelveknek megfelelően igyekezett összeállítani. Előadásait, épületlátogatásait, vitáit a legfontosabb kérdések közé csoportosította és egy-egy hónap programját ennek megfelelően határozta meg. A korszerű betontechnológia legfontosabb kérdéseinek (témavezető: *Újhelyi János*) megvitatásáról már előző számunkban beszámoltunk. A kialakult vita eredményeképpen sikerült olyan pályázatot kiírni, amelyen az építéstechnológiában dolgozók vehetnek részt és, amely elősegíti a betontechnológia fejlődését.

A következőkben a blokkos építésmód fejlesztésével kapcsolatosan elhangzott december havi előadásokról (témavezető: *Körmendi József*) kívánunk tájékoztatást adni.

Körmendi József „A blokkos építési mód és az építőipar műszaki fejlesztése” című előadásában rövid áttekintést adott a hazai és nemzetközi lakáshelyzet alakulásáról és az ennek javítására tett intézkedésekről. Ismertetette a blokkos építési mód külföldi előképeit, majd hazai kialakulását. Részletesen tárgyalta a bevezetésre választott gyártástechnológiákat, épületfajtákat és ezek műszaki, gazdasági kérdéseit. Értékelte a blokkos épületek helyét a korszerű építési módok között, tájékoztatott a fejlődés várható üteméről és a jelenlegi felváltó építési technológiákról. Az előadás után levették a „Termelj többet, jobban, olcsóbban” című filmet.

A blokkos építési mód fejlesztésének aktuális problémáiról *Kiss Tibor* tartott előadást. Ismertetette az ÉM kutatási és kísérleti programjában szereplő feladatokat, amelyek a meglévő blokkgyártási technológiák és épülettípusok javítását, fejlesztését szolgálják. Kitért az új gyártó sablon és tömörítési technológia bevezetésére, a válaszfalpallók, nyílászárószerkezetek elhelyezésének és beépítésének megjavítására, a vakolat mennyiségének csökkenésére, valamint az épületgépzeti szerelések koncentrálására és az elektromos mérőblokkok alkalmazására.

Kassai Tibor és *Hentz Mihály* hozzászólásukban a beruházó — és a kivitelező szemszögéből fejtegették a blokkos építési mód fejlesztésének kérdéseit.

Cserba Dezső „Az építésmód továbbfejlesztésének elvi alapjai és követelményei” című előadásában áttekintést adott az építőipari technológiák fejlődéséről a szocialista és kapitalista országokban. Elemezte, hogy milyen hatóerők állnak a különböző társadalmi rendszerű országokban az építő- és építőanyagipar fejlődése mögött és mi az objektív feltétele az előregyártásos rendszer kialakulásának a szocialista országokban. Hangsúlyozta az új építési-módotól megkövetelhető minőségi szint és színvonal rögzítésének fontosságát. Beszélt az előregyártással járó élő és holt munka szétválasztásáról, a blokkos építési mód továbbfejlesztésének objektív hatáiról. Ebből a szempontból a következő tényezők jönnek számításba: a harántfalak fellazítása, teherhordószerkezeti-térelmek és ezekre felfekvő födémpanelek alkalmazása, a lépcsőház szerkezeti rendszerének és elhelyezésének megváltoztatása, a blokkok méretpontosságának növelése és a vakolat elhagyásának érdekében.

Az előadás befejezése után, mindhárom előadásra vonatkozó vita indult meg, amelynek során *Lehoczky József* nagyobb összhangot sürgetett az előregyártott nagyelemes építésmódok bevezetése és a szükséges emelőgéppark megteremtése vonalán. Soknak találja a 20

tm-es daruk tervezése és alkalmazása között eltelte időt. A vezetősínes építéstechnológiát, az eddig alkalmazott rendszerek tanúsága szerint nehézkesnek tartja. Szerinte a vakolat elhagyása csak szobanagyságú fal- és födémlemek alkalmazásánál valósítható meg. Blokkos épület vakolása szükséges.

Hegyi László egyetértett *Lehoczky Józseffel*. Az utólagos monolit felületképzés mind belül, mind a homlokzaton szükséges. Teljesen sima és tömör blokkfelület kialakítása a jelenlegi szemszerkezet megváltoztatását tenné szükségessé. Ennek azonban hőtechnikai és egyéb (pl. nagyobb súly) hátrányai lennének. A kérdés csak kísérletekkel dönthető el.

Cserba Dezső véleménye szerint a vezetősínes építéstechnológiával a vakolást nem igénylő épületek megépítésére jelenleg is reális lehetőségek vannak. Egyetlen 20 lakásos (Hamzsabégyi úti blokkos) épületen végzett kísérlet (különösen, amikor a kivitelező nem volt teljesen érdekelt) nem bizonyítja a technológia nehézségét.

A +1 mm mérettűrést biztosító sablonok előállíthatók. Az ÉTÉGI új sablonjai Győrött máris biztatóak. Elvi álláspontja az, hogy a gyártóberendezést kell az elérendő cél (kész felület) érdekében kialakítani.

Réthy Jenő gépesítési szempontból nem látja különösebb akadályát +1 mm mérettűrésű elemeket gyártó sablonok készítésének. Példaként a svéd-rendszerű sablonokat említi. Természetesen jó berendezéssel is lehet — gondatlan munkával — pontatlan elemeket készíteni. Meg kell szigorítani az ellenőrzést és selejtnak kell minősíteni a nem megfelelő elemeket. Jelenleg „selejtmentesen” gyártanak a poligonok, míg pl. az öntödék 30%-os selejttel dolgoznak. Ezen a szemléleten kell változtatni, ha a vakolat elhagyásának feltétele az egészen pontos méretű elemek gyártása.

Körmendi József összefoglalójában megállapította, hogy a kialakult vita alapján célszerű, ha az egyesület tagjai hivatali- és társadalmi munkájukban a blokkos építésmóddal kapcsolatosan a következő megállapításokat és irányelveket tartják szem előtt:

1. A jelenleg építés alatt álló középblokkos épületeink szerkezeti rendszere többé kevésbé megfelelő.

A teljes átállás a nagyblokkos építésre a poligonokban lényegében egyszerű sabloncserével megoldható, de ezt a második öt éves terv végén, ill. a harmadik öt éves terv elején, csak a lakásszámok növekedése esetén indokolt végrehajtani.

2. A nagyblokkos építésmód a Kutatóintézetekben és a Típustervező Intézetben — a középblokkos építésmódtól alapvetően különböző elvek alapján — kísérleti épületek tervezése stádiumában tart. A megépülő kísérleti épületek adnak majd végleges választ a javasolt koncepcióval kapcsolatos részproblémákra. Építésük már 1962-ben megkezdődik.

3. A vakolat elhagyása olyan vitatott kérdés, amelyre csak a lefolytatandó ipari kísérletek adhatnak választ. Közelebbi megoldandó feladatok: a válaszfalak előregyártása és az „ablak-elem” megvalósítása. A válaszfalakhoz tömeges gipszfelhasználással nem lehet számolni. Inkább alkalmazható megfelelő szilárdságú perlit, vagy más, könnyű-adalékú beton válaszfalpalló, v. panel.

A felül sík födém szerkezetek úsztórétegeként alkalmazandó salakgyapotfilc gyártására a második öt éves terv során intézkedés születik, de a blokkos építésmód fejlesztésének határt szab az a mintegy 100 ezer lakás, amelyeknek ilyen módon történő megépítésével egyáltalán számolni lehet.

Az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem I. sz. Hídépítéstani Tanszéke hosszabb idő óta foglalkozik statikai modellkísérletekkel. Ebben a cikkben a modellkísérletek elvi alapjait, a különböző modellkísérleti módszereket, a modellkísérletek során szerzett tapasztalatokat ismertetjük és közöljük néhány modellkísérlet rövid ismertetését (*Szerkesztőség*).

*

Egy adott szerkezet erőjátékának megállapításához általában a következő esetekben lehet szükség modellkísérletre:

a) ha az erőjáték, illetve a feszültségek állapota számítással nem követhető, vagy csak durva közelítéssel becsülhető;

b) ha valamilyen számítási módszer helyességét kell igazolni;

c) ha a számítás olyan hosszadalmas, hogy elvégzése még nagyteljesítményű számológépekkel sem gazdaságos.

A három esetben említett okok a gyakorlatban rendszerint összefonódnak.

A modellkísérletek elvi alapjai

A teherhordó szerkezeteket többnyire nyugvó teherre vizsgáljuk, az esetleges mozgó teher (jármű, szélteher stb.) okozta hatások többnyire nyugvó teherrel helyettesíthetők. Ezért ebben a cikkben is csak az úgynevezett statikus modellek kérdéseivel foglalkozunk megjegyezve, hogy a dinamikus modellek helyes megtervezése lényegesen bonyolultabb.

Statikus modelleknél követelmény a tényleges szerkezet geometriai és mechanikai hasonlósága, — az ún. statikai hasonlóság. Ezt lineáris „leképzéssel” úgy biztosítjuk, hogy a szerkezet és a modell minden eleme és mérete a modell méretarányának ($1:\lambda$) megfelelően lineárisan csökken.

Ilyen esetben modellhasonlósági összefüggések alapján a következőket állapíthatjuk meg:

a) A keresztmetszeti jellemzők a modellen a hosszdimenzióknak megfelelő mértékben csökkennek ($1:l_m = 1:\lambda$, $F:F_m = 1:\lambda^2$, $K:K_m = 1:\lambda^3$, $J:J_m = 1:\lambda^4$, $J_{cs}:J_{csm} = 1:\lambda^4$).

b) A felületegységre ható teher változatlan, a koncentrált teher P/λ^2 értékre csökkentendő. Az igénybevételek az erő és a kar torzulásának megfelelően változnak.

c) A keresztmetszetekben keletkező feszültségek a modellen és a tényleges szerkezeten megegyeznek. A derékerő, a nyíróerő, a nyomaték és a csavarónyomaték hatására keletkező feszültségek a modellen ugyanúgy összegeződnek, mint a tényleges szerkezeten.

d) Azonos anyagú modell és szerkezet esetén a külső erők hatására a modellen fellépő elfordulás azonos, az eltolódás $1/\lambda$ -szoros. A másodrendű hatások a modellen ugyanúgy jelentkeznek, mint a tényleges szerkezeten.

e) Azonos anyagú modell és szerkezet esetén a kihajlás jelensége a modellen a tényleges szerkezetnek megfelelően nyilvánul meg.

f) Statikailag határozatlan szerkezeteknél a beiktatott egységerők hatására keletkező elmozdulások és a belső erők a modellen arányosak.

g) Ha a modell nem készíthető ugyanolyan anyagból, mint a tényleges szerkezet, akkor a rugalmassági tényezők különbözőségét a keresztmetszeti méretek megfelelő megváltoztatásával vagy a terhelő erők módosításával kell figyelembe venni, feltéve, hogy az elmozdulásokat, az ezekkel kapcsolatos másodrendű hatásokat és a kihajlás jelenségét „léptékhelyesen” akarjuk észlelni. A statikailag határozatlan tartóknál az ismeretlen belső erők nagysága különböző anyagú modell és szerkezet esetén is „léptékhelyes”.

A fentiekből látható, hogy statikailag hasonló, lineárisan „leképzett” modelleken a terhelésből keletkező igénybevételek, feszültségek és elmozdulások jól meghatározhatók.

Modellkísérleti módszerek

A modellkísérleti módszerek három fő csoportba sorolhatók:

a) optikai feszültségmérés,

b) kinematikus analógia alapján végzett modellkísérletek és

c) kismintamérések.

a) Optikai feszültségmérés

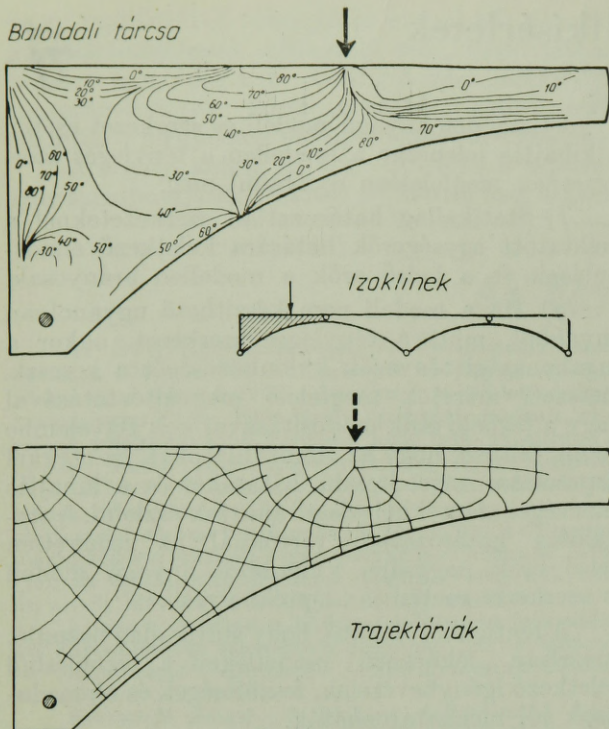
Az átlátszó anyagok egy része rugalmas alakváltozás hatására optikai kettős törést mutat. Ha ilyen anyagra polarizált fényt bocsátunk és az anyagot megterheljük, akkor a modellen egy, a polarizáció síkjára merőlegesen beállított analízátoron keresztül figyelve — fehér fény esetén elszíneződéseket, egyszínű fény esetén (nátriumgőz, higanygőz) fekete és a fényforrás színével megegyező sávokat láthatunk.

A fekete sávok ott jelentkeznek, ahol a főfeszültségi trajektóriák érintője megegyezik a polarizáció síkjával (izoklinák), illetve, ahol a főfeszültségek különbsége állandó (izokromáták). A polarizációs sík forgatása során felvett izoklinaseregéből meghatározható a főfeszültségi trajektóriák, az izoklinákból pedig a főfeszültségek nagysága, illetve a feszültségeloszlás.

Az optikai feszültségmérés elsősorban síkbeli feszültségi állapot meghatározására használható fel (csomópontok, tárcsák, lyukas faltartók, keretsarkok stb.).

Komoly optikai felszerelést, igen gondos modellmegmunkálást és nagy értékelési gyakorlatot kíván.

A modellt geometriailag hasonlóan kell elkészíteni, a modell vastagságánál és az erő nagyságánál az arányokat nem kell tartani.



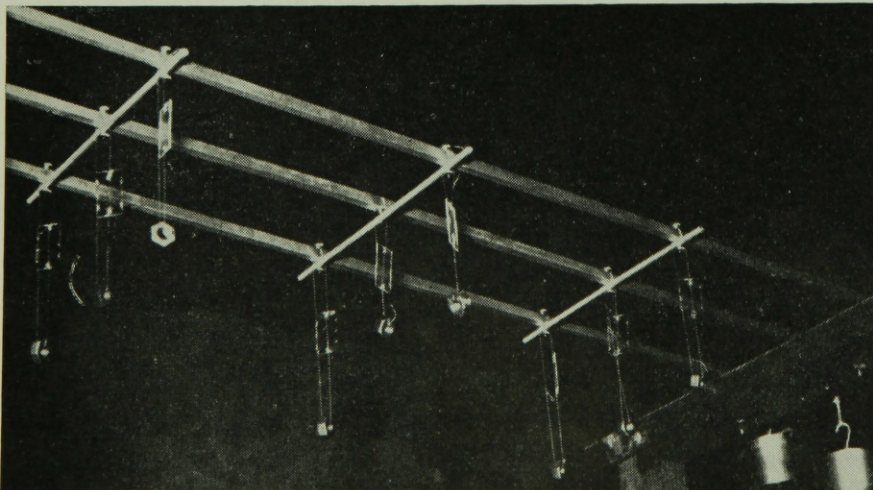
1. ábra

Az 1. ábrán csuklós tárcsahídnál az adott teher hatására keletkezett és optikai feszültségmérés alapján megállapított izoklinákat és főfeszültségi trajektóriákat mutatjuk be.

b) Kinematikus analógia alapján végzett modellkísérletek

Ezeknek a modellkísérleteknek a lényege a kinematikus úton szerkesztett hatására kísérleti előállítása, Maxwell felcserélhetőségi tétele alapján.

A kísérleti modellnek a tényleges szerkezet-höz geometriailag hasonlónak kell lennie. Amennyiben a normálerő hatása elhanyagolható, a modellenél elégséges a tehetetlenségi nyomaték szempontjából helyes leképezés. A mozgás bevitelére rendszerint külön készüléket alkalmaznak.

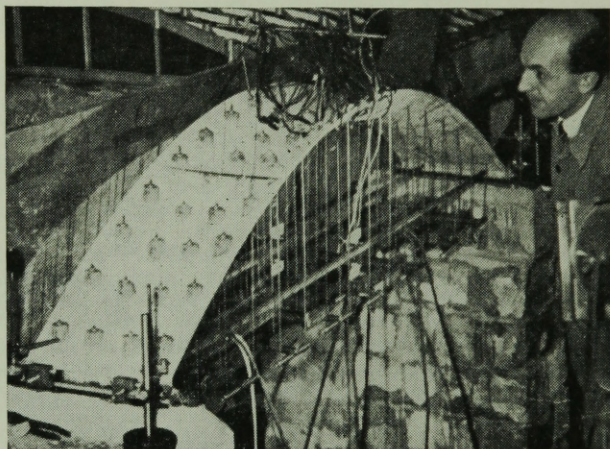


2. ábra

Ez a módszer elsősorban statikailag sokszorosan határozatlan szerkezetek erőjátékának megállapítására lehet gazdaságos. Amennyiben a tartórács csavarásra merev kapcsolatokkal van kialakítva, a modellt a csavaróigénybevételek szempontjából is helyesen kell leképezni. A 2. ábra egy tartórács modelljét mutatja be. Az eltolódásokat (hatásábra ordinátákat) 1/100 mm beosztású Wild N. 3. típusú optikai mikrométeres szintezőműszerrel mértük.

c) Kismintamérések

Ez a módszer egyaránt alkalmazható síkbeli és térbeli szerkezeteknél. A tényleges szerkezetet az eredetihez statikailag hasonlóan kell leképezni. Az első problémát a modellanyag megválasztása jelenti. A legcélszerűbb, ha a modell és szerkezet



3. ábra

anyaga megegyezik, de az a gyakorlatban nem mindig biztosítható.

Vasbeton szerkezetek leképezésénél szóba kerülhet a cementhabarcs. A modell kis vastagsági méretei miatt azonban a cementhabarccsal nehéz dolgozni, mert abban mint inhomogén anyagban (légbuborék stb.) rendkívül nagy keresztmetszetszökkenések lehetnek, s ezek helyi töréseket is okozhatnak. Vékony elemeknél a rugalmassági tényező is erősen változó.

Vasbeton szerkezeteknek megfelelő modellek készítésére gipszet használnak. Kényes modelleket azonban ebből is igen nehéz készíteni, a nagymértékű zsugorodások miatt.

A műanyagokat az igen nagymértékű kúszás és a rugalmassági tényező nagyfokú változása teszi sok esetben gyakorlatilag alkalmatlanná. Fémből csak rúdszerkezetek és síkbafejthető felületek modelljei állíthatók elő viszonylag egyszerűen.

Fémszerkezetek kismin-táit minden esetben fémből készítjük.

A modell erőjátékának vizsgálatához szükség lehet a feszültség, az elmozdulás, az elfordulás, esetleg a görbület mérésére.

Példák. A 3. ábrán egy vonóvasas vasbeton héjszerkezet modellje látható. A modell kb. 1 : 20 méretarányban cementhabarcsból készült 188,6 cm támaszközzel, 30,8 cm szélességgel. A héj vastagsága középen 3 mm volt, s a vállak felé 5 mm-re növekedett. Az Iparterv részére végzett kísérlet célja a szegélyborda nélküli héjszerkezet törő erejének megállapítása, illetve a számított értékekkel való összehasonlítása volt. A kísérleteket a tervező dr. Kollár Lajos a drezdai héjszerkezeti kongresszuson ismertette.

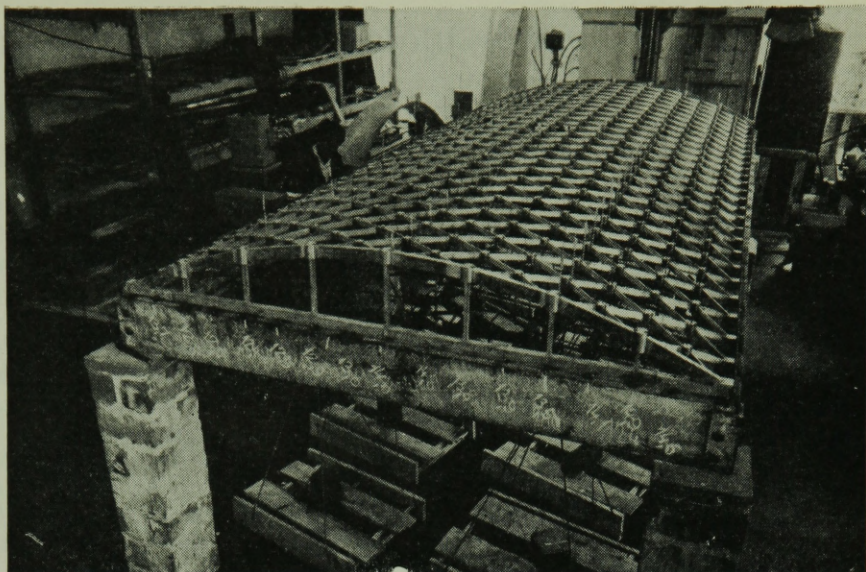
A szerkezetet himbarendszer segítségével egyenletesen terheltük, és mértük a héj közepén, valamint a vonóvasakban keletkező feszültségeket. A modell a teljes felületre ható 1020 kg erőnél tört össze, ami közel 2000 kg/m² megoszló tehernek felel meg.

Az UVATERV VI. irodája részére egy csarnok előregyártott vasbeton elemekből összeállított tetőszerkezetéről készítettünk modellt (4. ábra). A kísérleteket különböző oldalhosszakkal, különböző merevítési rendszerekkel végeztük, hogy tisztázzuk, mennyiben befolyásolja a szerkezet erőjátékát a lezárófalak és egyéb merevítések hatása. A 2 × 4 m alapterületű modellt kb. 1500 db alumínium elemből ragasztással készítettük. A kísérletek során kb. 20 000 mérést végeztünk. Az eredmények feldolgozása a tervező, Soltész Béla okl. mérnök, irányításával most van folyamatban.

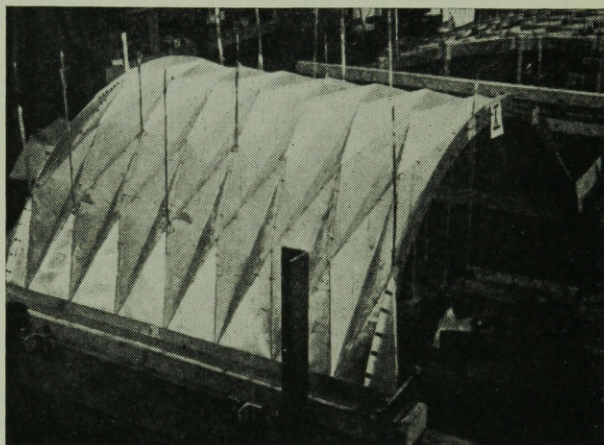
A kísérletek során a rugalmassági határon belül a feszültségeket és lehajlásokat mértük, de a kísérletek végén a szerelési egységnek megfelelő hosszúságú szakaszokat ívstabilitási kísérleteknek is alávetettük.

A Fővárosi Autóbusz Üzem részére redőzetes csarnok kismintaméréseit végeztük el, a számítással nem követhető erőjáték, illetve a teherbírás megállapítására (tervező: Valkó Gábor). A kísérletek során 11 db 0,33—0,5 mm vastag alumíniumlemezről készített modellt vizsgáltunk meg. Az egyik modellt az 5. ábra mutatja. A kapcsolatok részben ragasztással, részben ponthegeztéssel készültek. Az 1 : 50 méretarányban készült modellek törő teherbírása 1000 kg/m² körül mozgott.

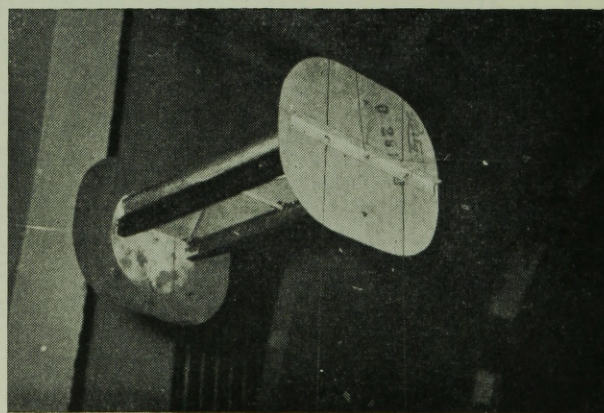
A VEGYTERV megbízásából csővezeték átvezetésére szolgáló függőhidak modellkísérleteivel is foglalkoztunk. A kísérletek célja a viszonylag könnyű és nagynyílású szerkezet statikus és dinamikus viselkedésének megállapítása volt. A dinamikus vizsgálatoknál a híd egy részét dinamikusán leképeztük, és annak viselkedését



4. ábra



5. ábra



6. ábra

a Budapesti Műszaki Egyetem Áramlástani Tan-székének szélcsatornájában is megvizsgáltuk (6. ábra).

Amint a fenti példákban is látható, a modell-kísérletek alkalmazási területe igen széleskörű, és számos olyan kérdésről adnak felvilágosítást, amelyek egyéb módszerekkel nem tisztázhatók.

Épületalapozás utólagos megerősítése hártvaszerkezettel

BECKER SÁNDOR

Előzmények

A szóban forgó nyolcszintes lakóépület foghíj-beépítés. Szerkezetileg harántvázis vasbeton keretszerkezetű, váza monolitikusan készült.

Az egyes oszlopok alapja $1,70 \times 1,70$ m méretű szoliter talp, míg a szomszédos épületek mellett $0,60 \times 1,05$ m méretű vasbeton talpgerenda készült. Mivel a két szomszédos épület alapjai nem azonos magasságban fekszenek, az alaptestek alsó síkja a csatlakozás miatt lépcsős kiképzésű (1. és 2. ábra).

Az alapok betonozását 1959 decemberében kezdték el s a VII. emeleti földem betonozását 1960 júliusában végezték el.

A kivitelezés során feltűnt, hogy az épület — már az építkezés ideje alatt — egyenlőtlenül süllyedt, még pedig a vártnál lényegesen nagyobb mértékben. Ennek következtében az egész épület az udvar felé dőlt, oly mértékben, hogy a mindenkori állapotnak megfelelően mindig függőlegesen betonozott oszlopokon kb 5 cm-es kihasasodás keletkezett.

Az egyre növekvő károsodások (földemrepedések stb.) miatt a Tervező Iroda vezetői elrendelték az altalaj felülvizsgálatát.

A talajmechanikai vizsgálat eredményei

A talajmechanikai vizsgálatot Biczók Imre okl. mérnök vezetésével végezték el, mely vizsgálat elkezdésével párhuzamosan mérni kezdték az épület süllyedését is.

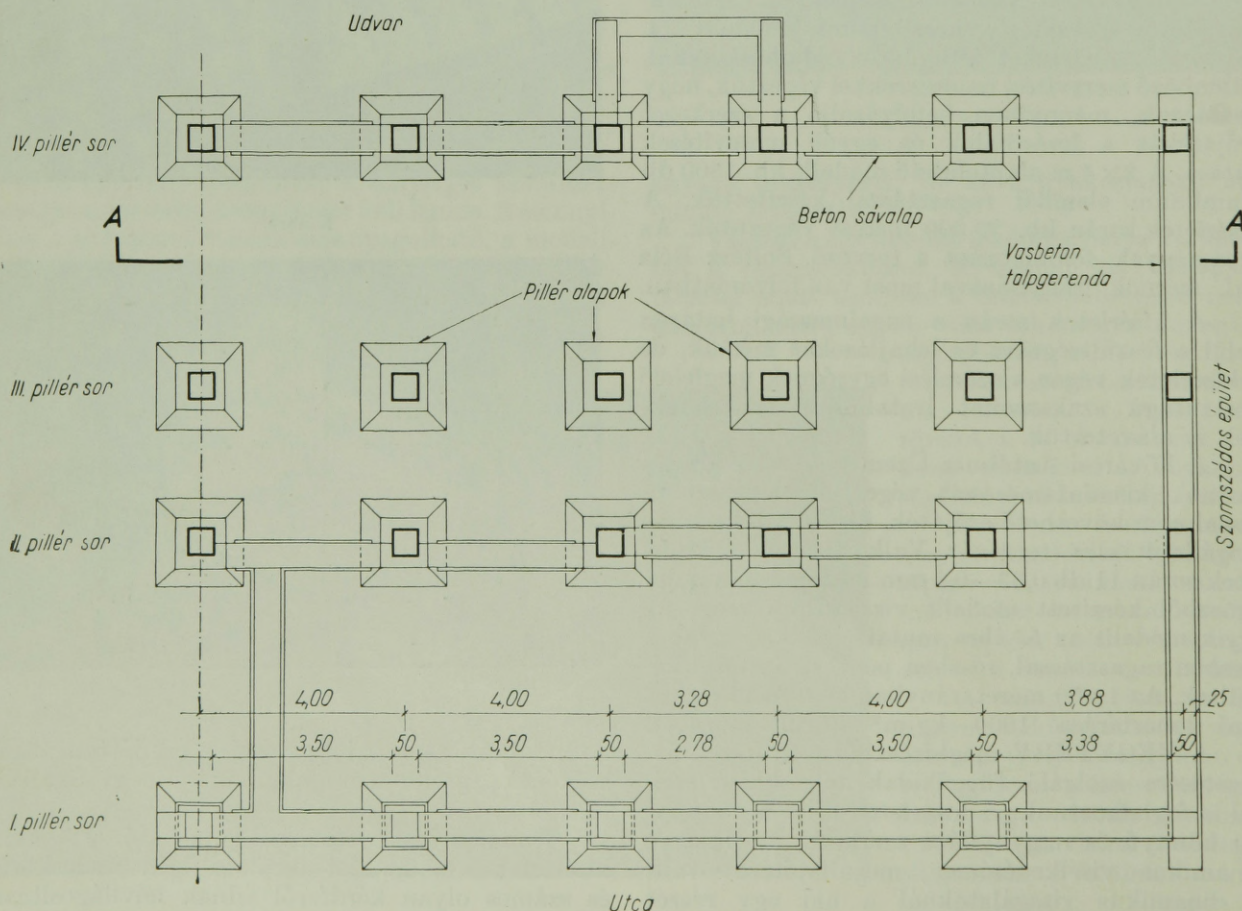
E vizsgálat során kiderült, hogy az épület alapjai alatt a feltételezett s így a számítás alapjául felvett homokos kavicsréteg helyett átlagosan 3—3,5 m vastag szürkés-sárga homoklisztes iszapréteg van (2. ábra), s csak ez alatt következik a homokos kavicsréteg.

Az alapok alatt a talajfeszültség 1960 október 19.-én $3,4 \text{ kg/cm}^2$ volt, s az épület befejezése után a várható talajfeszültség (az esetleges terheléssel együtt) $4,8 \text{ kg/cm}^2$ értékre volt becsülhető (a talajmechanikai szakvélemény adatai alapján). Ezzel szemben az alapok alatti talajra a határfeszültség mintegy $\sigma_t = 1,0 \text{ kg/cm}^2$ értékű.

A vizsgálattal egyidejűleg végzett süllyedésmérések eredményeit a 3. ábra mutatja.

A süllyedésmérések azt mutatták, hogy az épület utcai oszlopsora (I. jelű) süllyedt legkevésbé. A süllyedésgörbék másik jellegzetessége: a csatlakozó épületek mellett a süllyedés kisebb volt.

A süllyedések további elemzése azt is megmutatta, hogy a vizsgálat időpontja után még

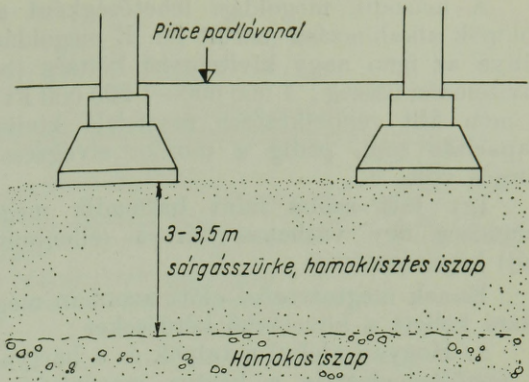


1 ábra. A tervezett és kivitelezett alapozási rendszer alaprajza

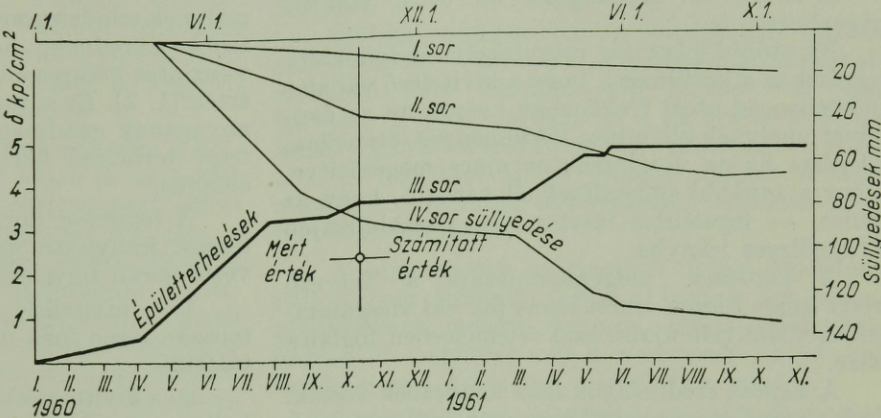
a talajra kerülő kb. 1,2 kg/cm² terhelés hatására nagymértvű egyenlőtlen süllyedés fog még bekövetkezni, aminek megakadályozására a talajmechanikai szakvélemény javaslatot tett az alapok utólagos megerősítésére.

Megerősítési javaslatok

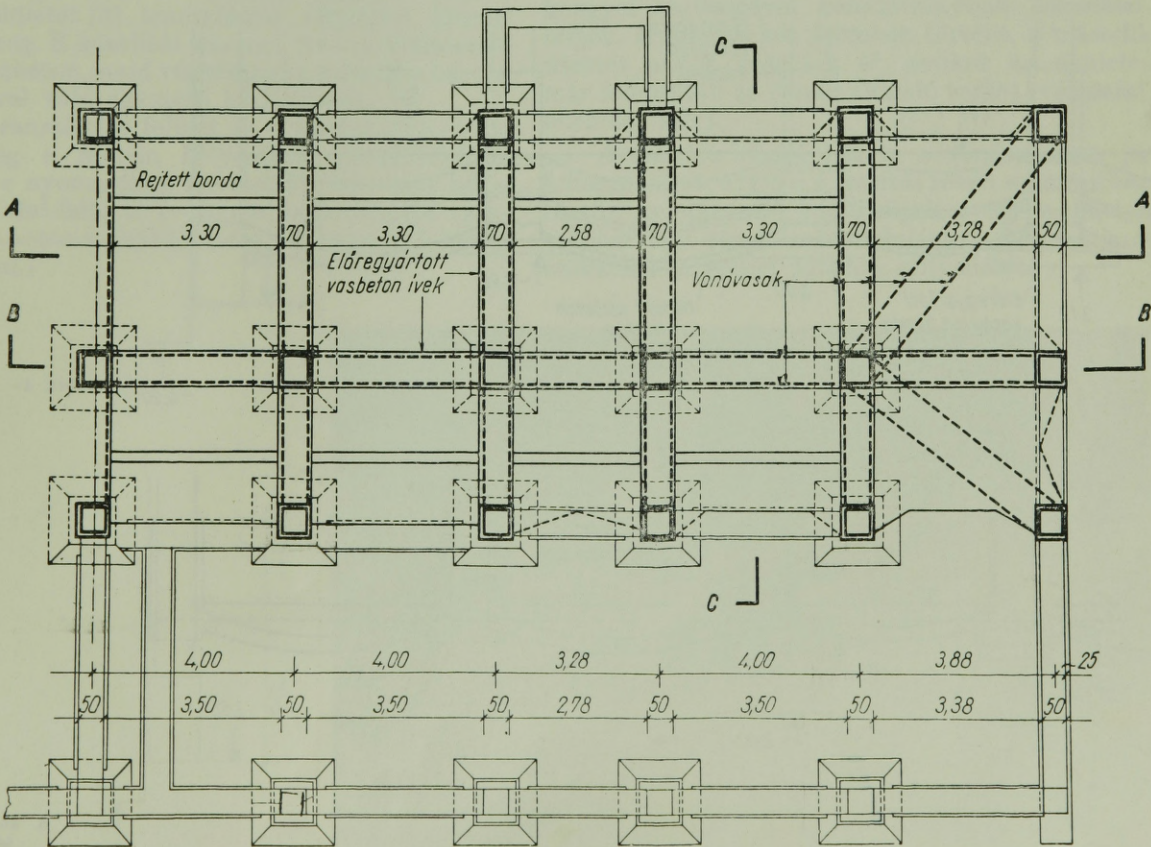
Mint legegyszerűbb megoldást, az alapok alatti homoklisztes iszapréteg vegyi talajszilárdítását javasolta a talajmechanikai szakvélemény. A kivitelezési összeget mintegy 600 000 Ft-ra becsülték. A kérdés végleges eldöntésére egy szélesebb bizottság foglalkozott e javaslattal, ahol aggályok merültek fel, vajon a talaj alkalmas-e a vegyi talajszilárdítás sikeres alkalmazására. Végül is a javaslatot elvetették.



2. ábra. A—A metszet



3. ábra. Az egyes pillérsorok mért és számított süllyedései



4. ábra. A tervezett vasbeton hártyaalap megerősítés alaprajza

A második megoldási lehetőségként a fűrt cölöpök alkalmazása merült fel. E megoldás hátránya az igen nagy kivitelezési költség (becsült kivitelezési összeg: 1 000 000—1 200 000 Ft volt) s nem állt rendelkezésre megfelelő kivitelezési kapacitás sem, pedig a munka elvégzése igen sürgős volt.

Így jött szóba mint harmadik megoldási lehetőség egy vasbeton hártya (ellenboltozatú héj) készítése.

Ennek megtervezése előtt azonban még tisztázni kellett a következő kérdéseket:

1. Hogyan alakul a talpak és a hártya alatt a feszültségeloszlás a hártya megépítése után,

2. mekkora süllyedések várhatók az alpmegerősítés elkészülése után az egyes pillérsoroknál,

3. feltétlenül szükséges-e az utcai traktus megerősítése is?

Ez utóbbi lehetőség megvizsgálását indokolta egyrészt az a körülmény, hogy a kivitelező vállalat időközben az utcai traktusban beépítette az óvóhelyet, melynek elbontása körülményes lett volna, másrészt ha az utcai traktus nincs megerősítve, akkor a további süllyedéseknél várható, hogy az épület — legalábbis részben — visszabilenjen a függőleges irányba.

A kérdések megválaszolására a Tervező Iroda ismét Biczók Imrét kérte fel, aki vizsgálatának eredményeit újabb szakvéleményben foglalta össze.

A kapott eredmények igen kedvezőek voltak. Ezek szerint az utcai traktust nem kell megerősí-

teni, s a várható átlagos süllyedés az egyes pillérsoroknál a hártya megépítése után:

I. pillérsoron	1 cm
II. pillérsoron	2 cm
III. pillérsoron	1,5 cm
IV. pillérsoron	2 cm

értékűre volt becsülhető. Ezek alapján a vasbeton hártyt meg lehetett tervezni.

A megvalósított alpmegerősítés

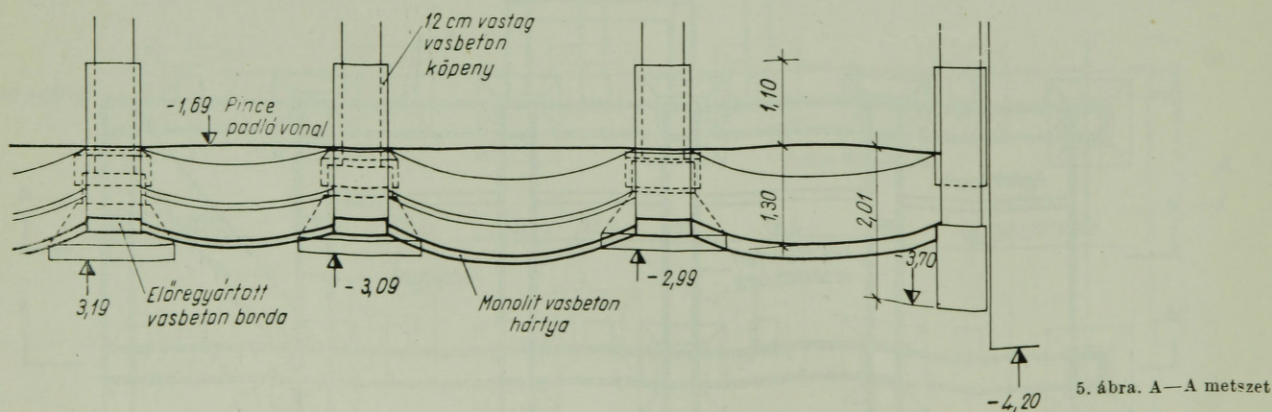
Ismeretes, hogy a térbeli erőjátékú héjszerkezetek általában milyen gazdaságosak. A vasbetonból készített héjak pedig különösen gazdaságosak akkor, ha az adott terhelés hatására csak nyomófeszültségek keletkeznek a héjban.

A vasbetonból készített hártya olyan héj, melynek minden pontjában nemcsak nyomófeszültségek ébrednek, hanem a nyomófeszültségek vízszintes komponense egy előre felvehető állandó érték [1, 2]. Ez a tulajdonság lehetővé teszi a héj anyagának gazdaságos kihasználását, ami főként nagy terhelésű hártyaúknál (pl. alapozások) igen előnyös.

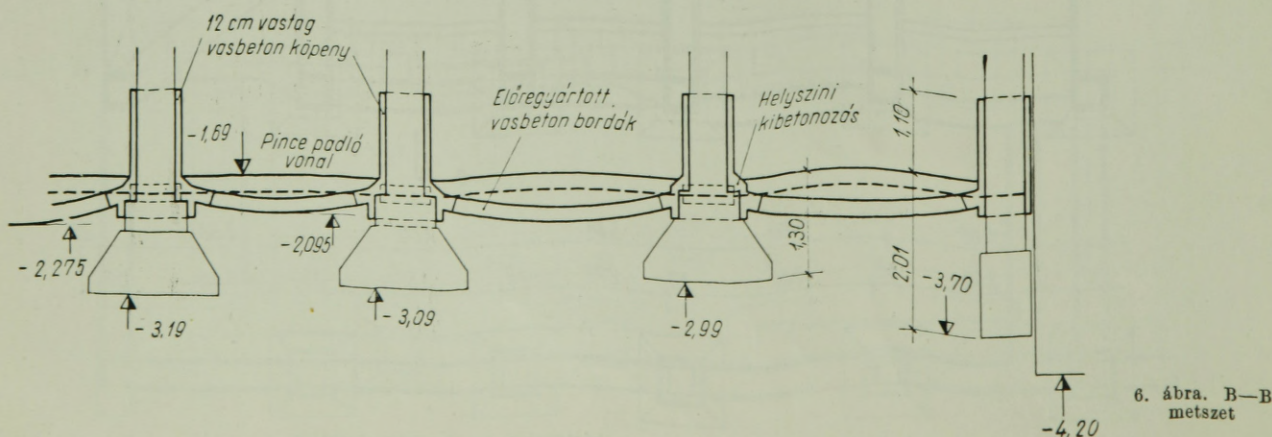
A tervezési munkák dr. Pelikán József professzor irányítása mellett kezdődtek meg. A tervezés során figyelembe kellett venni, hogy

1. a kivitelező vállalat héjszerkezetek kivitelezése terén még nem rendelkezett kellő tapasztalattal,

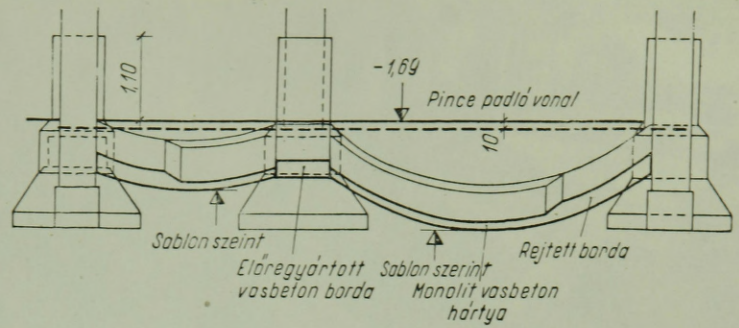
2. a kivitelezési munkát a lehető leghamarabb kellett elkezdni.



5. ábra. A—A metszet



6. ábra. B—B metszet



Ezek figyelembevételével az udvari és a középső traktusban egy szabadszélű, előregyártott belsőbordás hártyszerkezet készült, melynek alaprajza és elrendezése a 4.—7. ábrákon látható.

A tervezett szerkezet az alábbi részekből áll: monolit vasbeton hártya, előregyártott vasbeton bordák, vonóvasak és végül a meglévő pillérekre készített vasbeton köpeny.

A tervezett elrendezés szerint a talajra a kétirányban görbült hártymezők adják át az épület terhének egy részét. Az egyes hártymezők előregyártott vasbeton ívekre fekszenek fel, míg a szabad szélén monolit vasbeton borda viszi át a hártya terhelését a meglévő pillérekre. A bordák oldalnyomását laposacélból készült vonóvasak veszik fel. A teher végül a vasbeton köpeny segítségével adódik át a meglévő keretoszlopokra.

A tervezés során a hártya könnyű kivitelezhetőségét minden módon elő kellett segíteni. Ennek megfelelően a számítás alapján kapott hártya felületet [3] translációs felülettel közelítettük meg. E közelítés lehetővé tette a földkiemelés, aljzatbeton, majd végül maga a vasbeton hártya mintáívvá való egyszerű kialakítását.

A translációs felület és a hártya-alak közti különbség a héjban helyenként nyomatókat ébreszt, e nyomatók felvételét a tervezett hálós vasalás (alul-felül $\varnothing 7-20$ cm) biztosítja. (E vasalás kb. azonos a Szabályzat által előírt minimális vasalással.)

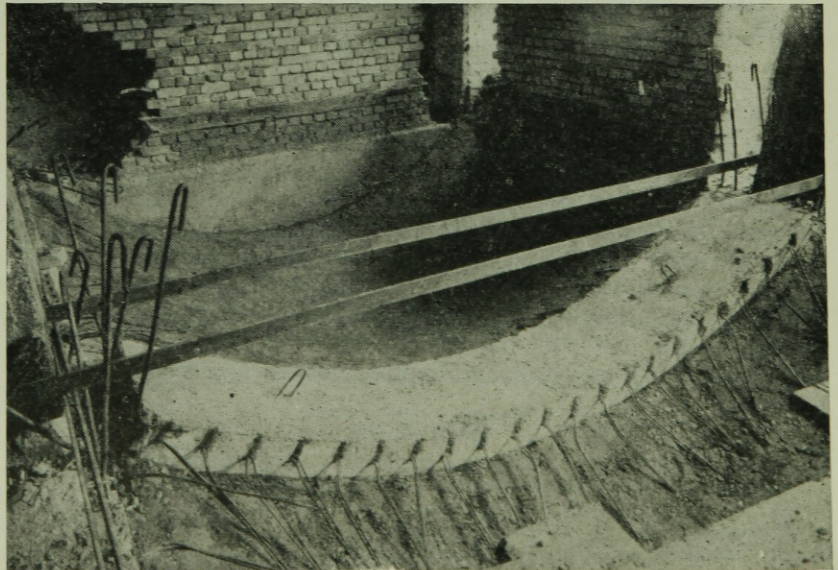
Az építési idő lecsökkentése adta az első indokot a belső bordák előregyártására. Így az előregyártást a földmunka elkezdése előtt el lehetett kezdeni.

Statikai szempontból az előregyártás viszont azért volt kedvező, mert az előregyártásnál alkalmazható jobb betonminőség (borda: B 280, hártya: B 140) segítségével a hártya és a borda közti alakváltozás-differenciát csökkenteni lehetett. A bordából kilógó vasalás szolgált a megmaradt alakváltozási differenciából keletkező nyomatók felvételére.

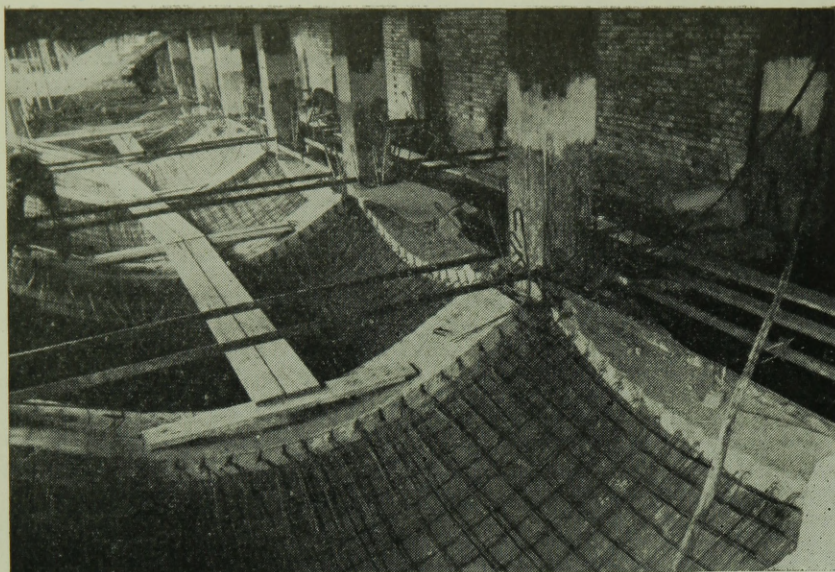
A vonóvasakat a meglévő falak elbontása nélkül nem lehetett volna a hártya két szélső pillérsorának oldalán behúzni. Ezért egyszerűbb és olcsóbb megoldás volt a vonóvasakat a két-két sarokpillértől a középső pillérsorhoz vezetni.

A vonóvasakat a hártya betonjának megkötése után egy-egy mezőközépen elhelyezett U alakú kengyel segítségével keresztirányban összefeszítették. E feszítés két ütemben történt, a második ütemet akkor végezték el, amikor az épületre már felhordták az összes állandó terhet (válaszfal, burkolat stb.).

A feszítés lehetővé tette a vonóvasak teljes kihasználását, egyben a feszítés révén a hártyaiban rögtön keletkeznek feszültségek s így a hártya a teher egy részét már induláskor felveszi, ami csökkenti az épület további süllyedését.



1. fénykép. A sablonnal kialakított hártya felület



2. fénykép. Hártayavasálás az előregyártott vasbeton ívekkel és vonóvasakkal

Kivitelezési tapasztalatok

A Kivitelező Vállalat az előtte álló feladatot minden nehézség nélkül oldotta meg.

A kiviteli munka első része az ívek előregyártása, majd az ívek elhelyezése volt. Az ívek elhelyezése után következett az előregyártott ívek közötti föld kiemelése.

A földfelület kialakítását az előregyártott íven csúsztatott mintaívvel végezték. Ahol a föld az alapok környékén laza volt, ott a földet eltávolították s soványbetonnal alakították ki az alsó síkját (1. fénykép).

A földkiemelés és a felület sablonnal való lehúzása után az aljzatbeton elhelyezése következett, ami a sablon egyszerű megemelésével vált lehetővé.

Az aljzatbetonra került a hártya vasalása (2. fénykép).

A hártya kibetonozása után elhelyezték a vonóvasakat. Az alátétlemez és a vonóvas közé bevert ékek segítségével a vonóvasakat kiegyenesítették. A vonóvasak összefeszítésének mértékét előre levágott keményfa betétek segítségével biztosították, amelyet a vonóvas két ága közé helyezve húzták meg a feszítőkengyel csavaranyáit, egyszerre az összes feszítőkengyelnél.

A vonóvasak feszítése után készült el a meglevő vasbeton pillérekre a köpeny. A meglevő jó minőségű vasbetonpillérek felületének megfelelő feldurvítása okozott némi problémát a kivitel során.

Utolsó munkafázis a földviisszatöltés és az aljzatbeton elkészítése volt.

Összefoglalás

A röviden ismertetett alapmegerősítés első alkalmazása volt a Dr. Pelikán József professzor által javasolt hártyaszerkezetnek. Egyben arra is jó példa, hogy miként lehet a vasbeton hártyaszerkezetet ilyen speciális alapmegerősítési feladatnál is gazdaságosan felhasználni. A költségvetés szerint a kiviteli összeg mindössze 300 000 Ft volt. (Ezt az összeget még több, a helyszíni adottságokból fakadó költségtöbblet is terhelte, pl.: meglevő falak elbontása és újralfalazása stb.) Összehasonlítva a másik két alapmegerősítési mód kb. 600 000, illetve 1 000 000 Ft-ra becsült kivitelezési költségével, az elkészült alapmegerősítés igen gazdaságosnak mondható.

IRODALOM

1. Dr. Pelikán József: Membrane Structures. Proceedings of the Second Symposium on Concrete Shell Roof Construction. 1957. Oslo.
2. Dr. Pelikán József: Membrane Structures with Free Edges, Acta Technica XX. 3—4. Budapest 1958.
3. Dr. Pelikán József: Tartószerkezetek. Egyetemi tankönyv 1959.

Gabonatárházak Mosonmagyaróváron

MARCSINÁK ANTAL

Beruházás: Élelmiszeripari M. Terményraktározási és Zsákelátó V.

Technológia tervező: Malomszerelő és Gépgyártó Vállalat Tervező Csoport

Technológus: Molnár Győző.

Magasépítés tervezés: Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Ipari és Mezőgazdasági Épülettervezési tanszéke, tanszékvezető Dr. Rados Kornél egyetemi tanár és a Szilárdságtan és Tartószerkezetek Tanszéke, tanszékvezető Dr. Pelikán József egyetemi tanár.

Építész tervező: Tomory László (3. sz. tárház).

Marcsinák Antal (2. sz. tárház).

Statikus tervező: Györgyi Gábor, Csorba Emánuel.

Gépész tervező: Boschán István.

Kivitelező: E. M. Győrmegei Ép. ip. Váll. Mosonmagyaróvári ép. vezetőség.

Gépészeti berendezés: Malomszerelő és Gépgyártó Vállalat.

Hazánk gabonatárházai, gabona tárolására alkalmas épületei az elmúlt világháború pusztításai következtében nagyrészt megsemmisültek vagy jelentősen megsérültek. A megmaradt vagy helyreállított tároló épületek befogadóképessége nem volt elégséges az állami kezelésű gabonakészlet tárolására.

További hátrányt jelentett, hogy e tárolóépületek az ország területén szétszórtnak, sokszor igen rossz belső technológiával, rossz útviszonyokkal ellátva voltak csak üzemeltethetők. Nem oldották meg a gabonátárolás nehézségeit az 1950-es évek elején a nagyrészt korszerű technológia alapján épített tárházak sem.

Az Élelmiszerügyi Minisztérium 1959-ben, felmérve az akkori tárolási adottságait és várható feladatait, megbízta az ÉKME Ipari és Mezőgazdasági Épülettervezési és a Szilárdságtan és Tartószerkezetek Tanszékeit, vizsgálják meg Magyaróváron az első világháború idején épült, s azóta is kihasználatlan romos, lőszergyári épületek gabonatárházakká történő átépítésének lehetőségeit.

Tanszékeink felmérték és megvizsgálták a romos 2. és 3. számú épületek kívánt célra történő átépítésének lehetőségeit és a társtervezőkkel együtt elkészítették az épületek tervfeladatait.

Az épületek gabonatárházakká történő átépítése előnyösnek, gazdaságosnak tűnt. A két épület mintegy 1000–1300 vagon gabona tárolására látszott alkalmasnak. A beruházók megbízása alapján a tervezők gyors ütemben megkezdtek a kiviteli tervek elkészítését. A kiviteli tervek szerint az építkezés kivitelezése 1960-ban már meg is kezdődhetett. A tárházak építése folyamatban van. Az épületek átadása a nyár folyamán várható.

Az átalakítandó 2. és 3. számú épületek É–D-i hossz tengellyel egymással párhuzamosan, az egykori lőszergyártelep déli végében települtek. Az épületek keleti és északi szomszédságában fekvő épületeket a Lengyár használja. A nyugati oldalon levő szomszédos épület meg ma is romos, kihasználatlan. A déli oldalon

elterülő földeket a Lengyár len tárolására, szárítására használja.

A telepnek közvetlen, jó kapcsolata van a Moson, illetve Magyaróvár felé vezető műúthoz. A mosonmagyaróvári vasútállomástól közvetlen MÁV iparvágány bekötéssel rendelkezik.

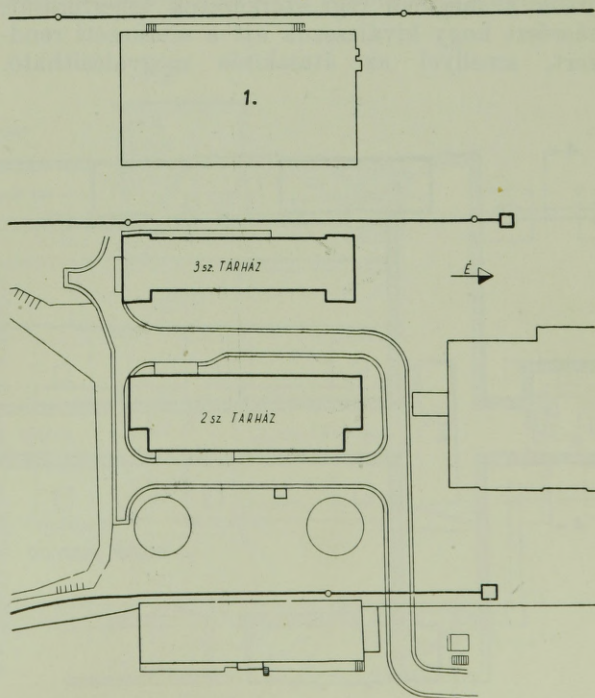
Elektromos energiát önálló transzformátorállomáson keresztül kap. Van városi vízhálózati kapcsolata, azonfelül bővíví saját kutakkal is rendelkezik. A telep szennyvíze derítés nélkül a szomszédos Timföldgyártól az üzem mellett húzódó nyílt betonozott csatornába, majd a Lajtába vezethető.

A tárház együttes létesítésének főbb feladatai a következők voltak:

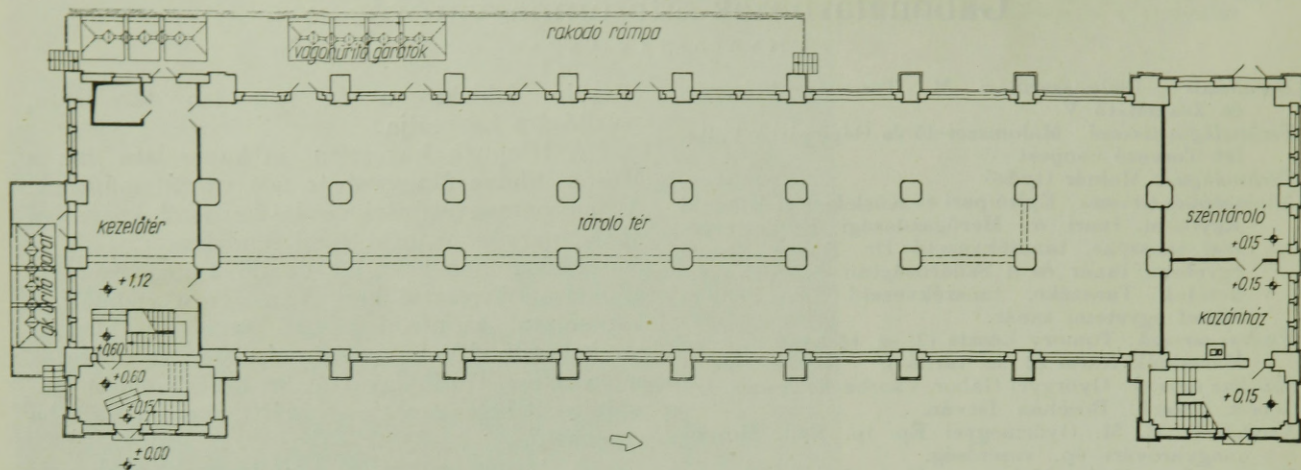
1. A korszerű gabonátárolási technológia megkívánta: a belső szállítások nagyfokú gépesítését, a jól gépesített be- és kitárolás biztosítását közúton és vasúton egyaránt. A technológiai szükséglet alapján a telepen belül úthálózatot kellett építeni, a MÁV iparvágányt a 3. sz. épületnél áthelyezni, a 2. sz. épülethez új iparvágányt építeni (ez utóbbi igényt beruházó időközben visszavonta), mérlegházakat volt szükséges építeni. Az építés folyamán szükségessé vált a tárházak számára önálló transzformátorház építése is.

2. Az átalakítandó épületek vázas szerkezeti rendszere mindkét épületnél a többszintes, padozatos tárolásra volt alkalmas. Ennek megfelelően az épületek hiányzó födémszakaszait ki kellett egészíteni, s a meglevő nagy belmagasságokat megosztva, új tároló szinteket kellett létesíteni.

3. Az épületek belső technológiai rendszerét és a két tárház egymáshoz való kapcsolatát az



1. ábra. Mosonmagyaróvári 2. és 3. számú Gabonatárházak helyszínrajza. 1. Romos épület, 2. 3. sz. tárház.



2. ábra. A 3. sz. tárház földszinti alaprajza

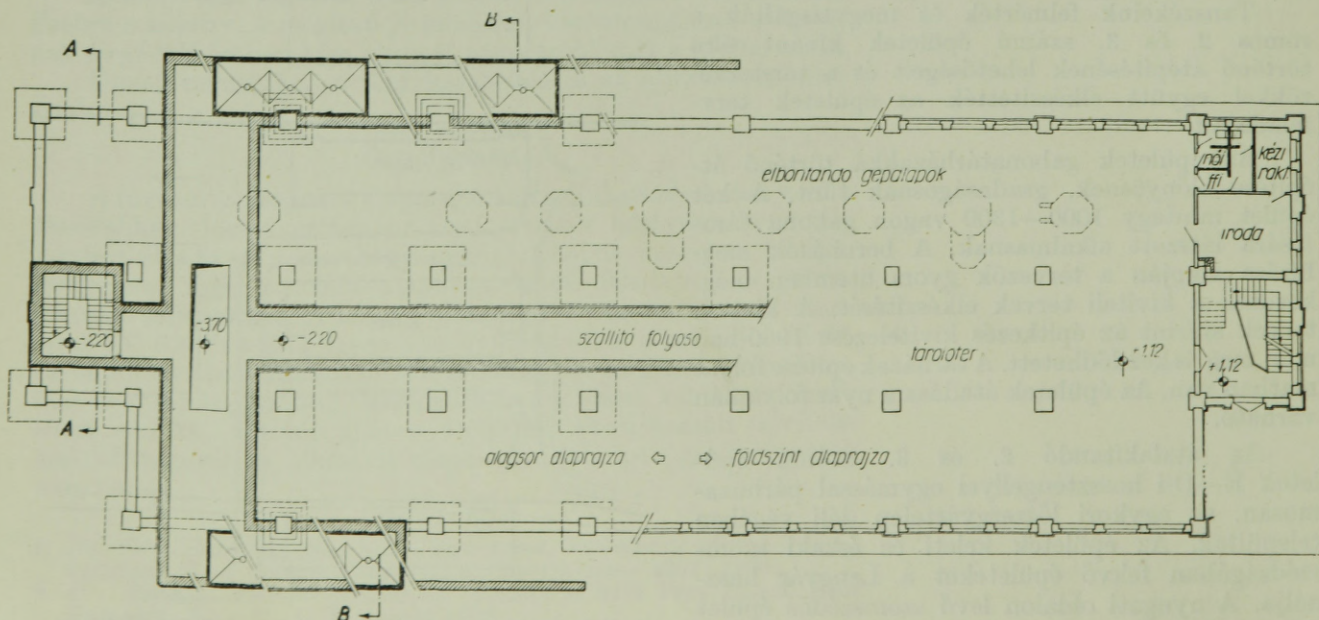
adottságokhoz igazodva kellett kialakítani. A függőleges szállításokat, a kezelést, mérlegelést, tisztítást, szárítást stb. magába foglaló manipulációs tornyot mindkét épületnél az épületek déli végeiben látszott célszerűnek kiképezni. Ily módon a meglevő lépcsőházak személyközlekedésre felhasználhatók maradtak. A szükséges alsó és felső szállító szintek megépítésével a 2. sz. épületnél új manipulációs emeletszintek ráépítésével a technológiai igények biztosíthatók voltak. A két épület között levő felső összekötő híd személyforgalomra szolgál, de szükség esetén szállítóberendezés létesítésére is alkalmas.

Szerkezeti ismertetés

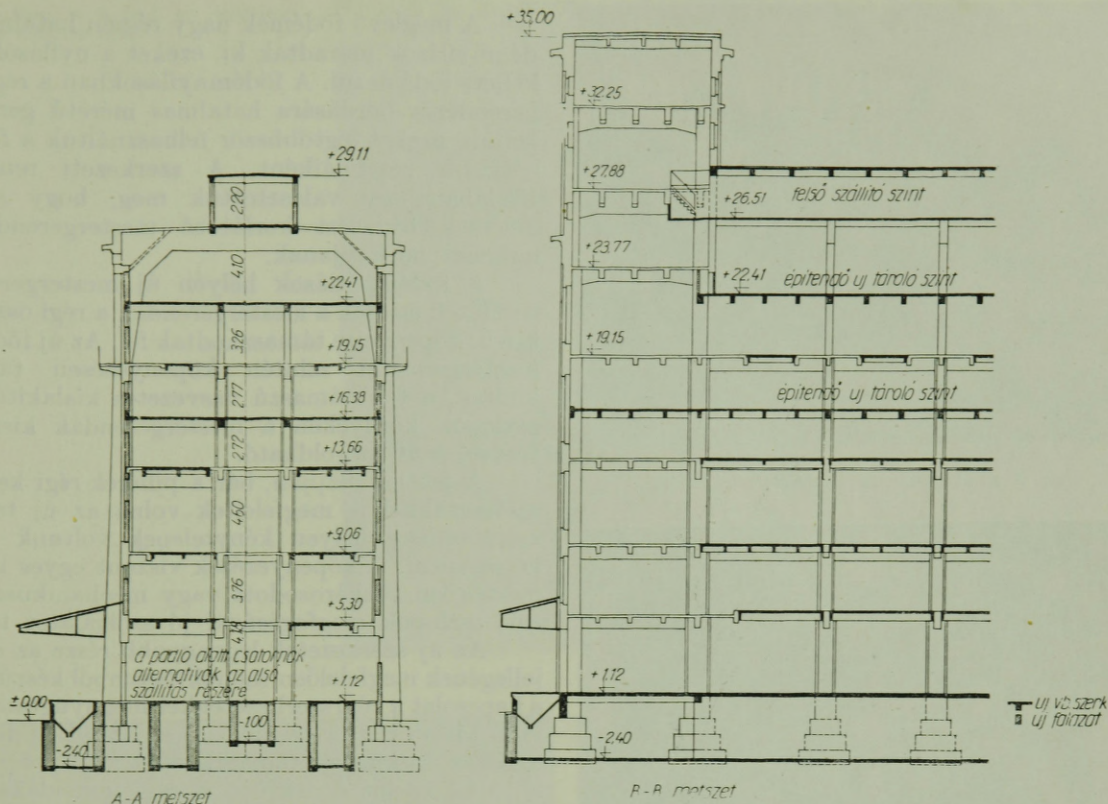
Az épületek átalakításának munkáját megelőzően szerkezeti szempontból mindkét épületet igen alaposan feltártuk, hogy egyrészt megállapítsuk a meglevő régi szerkezetek teherbírását, másrészt hogy kiválasszuk azt a szerkezeti rendszert, amellyel az átalakítás megvalósítható.

Az épületek szerkezeti rendszere külső-belső vb. váz monolit födémekkel és csömösztölt beton alaptestekkel. Az épületek homlokzati síkjában kitöltő jellegű tömör téglafalazat volt, amelyet az erőjtékba szintén be lehetett vonni. A szerkezeti rendszer és részletméretek tisztázása után ellenőrző számítást végeztünk a jelenlegi teherbírásokra és ebből az alábbi megállapításokat tettük:

A régi födémek terhelhetősége 1000—2000 kg/m² közötti értékekre adódott. A terheléseket legtöbb helyen a mestergerendák korlátozták. Az oszlopok régi keresztmetszetükkel általában bőségesen megfeleltek, egyes oszlopok födémeként 3000 kg/m² hasznos terhelés hordására is alkalmasak voltak. Az átalakítás szempontjából igen kedvező volt az a körülmény, hogy a régi tervezők kis talajfeszültséggel dolgoztak és így nagy alapterületeket alkalmaztak. Ez tette lehetővé, hogy az épületek több új födém beépítése ellenére is alapmegerősítés nélkül készülhettek el. A talajmechanikai vizsgálat és feltárás szerint a talaj határfeszültségek magasakra adódtak és



3. ábra. A 2. sz. tárház földszinti és pince alaprajza



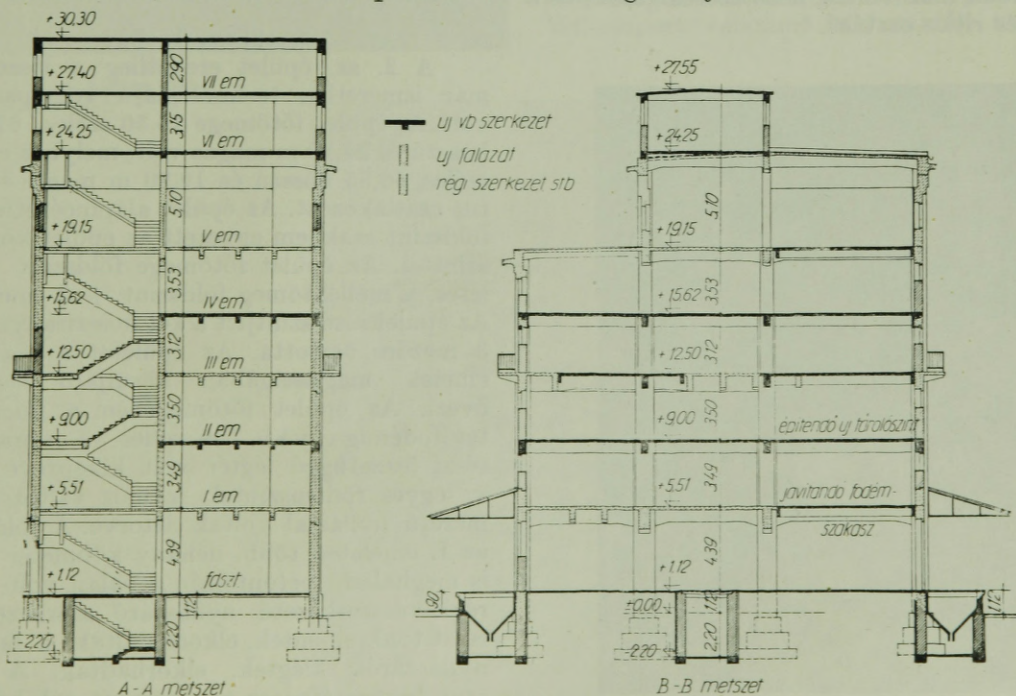
4. ábra. 3. sz. tárház kereszt- és hosszmetsete

a konszolidálódott teherhordó talaj az új épület terheit is biztonsággal volt képes hordani.

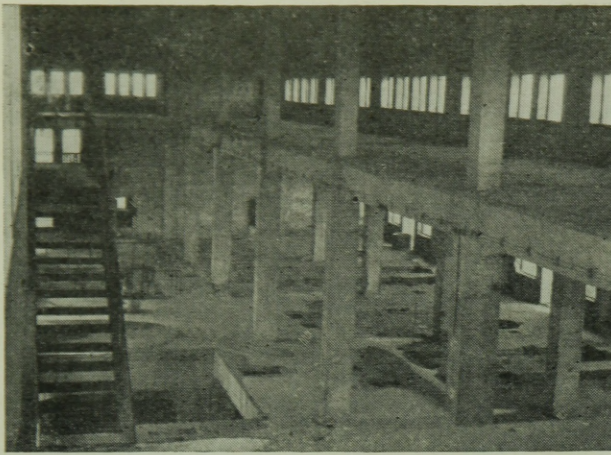
Az épületekre általában jellemző volt a régi betonok igen jó minősége. Helyszínen elvégzett Schmidt kalapácsos vizsgálatok tanúsága szerint nem volt ritka B.400-as minőségnek megfelelő szilárdság sem.

A vasminőségek megállapítására próbapálcákat szakítottunk el, ezek a szakító próbák a

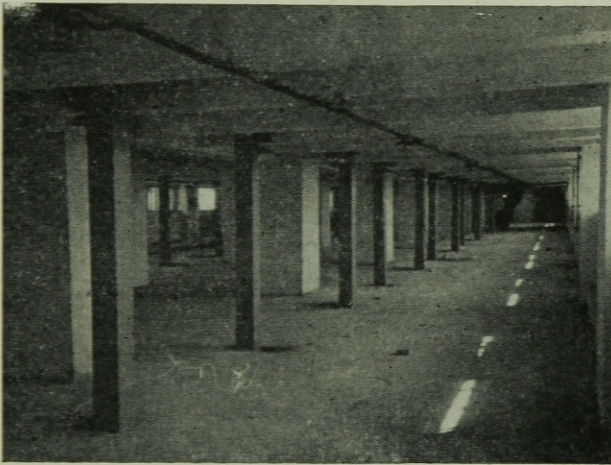
vasat szintén kb. a mai vasminőségeknek megfelelőnek mutatták. A jobb betonminőségeknek köszönhető, hogy annak ellenére, hogy az épületek évtizedeken keresztül ki voltak téve az időjárás viszontagságainak, a vasakon alig volt tapasztalható korrózió. A vasalási rendszer természetesen az akkori kor hiányos statikai ismereteinek megfelelően elég primitív, általában kevés a támaszok feletti negatív nyomatékok felvételére alkalmas vas,



5. ábra. 2. sz. tárház lépcsőházmetszete és keresztmetsete

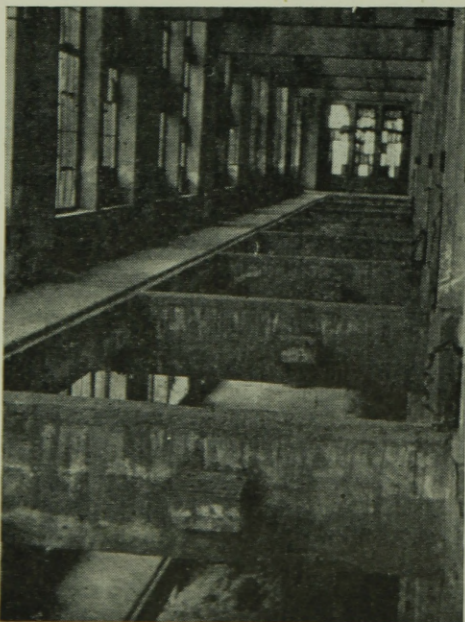


6. ábra. A 2. sz. épület belsőtere átépülés előtt



7. ábra. A 2. sz. épület belsőtere az átépítés után

így ezt a tényt plasztikus számítási mód alkalmazásával kellett figyelembe vennünk. A gerendákban általában nem voltak felső szerelővasak, és a kengyelezés ritka osztású.



8. ábra. A 3. sz. épület belső tere átépítés előtt

A meglevő födémek nagy részén hatalmas földmennyiségek maradtak ki, ezeket a nyílásokat be kellett födémezni. A földmennyiségekben a régi gépi berendezés hordására hatalmas méretű gerendák voltak, ezeket legtöbbször felhasználtuk a födém-pótlások gerendáiként. A szerkezeti rendszert általában úgy választottuk meg, hogy a régi födémek terhelést korlátozó mestergerendái új terheket ne kapjanak.

A földempótlások helyén új mestergerendák készültek és ezek a mestergerendák a régi oszlopok új vb. köpenyeire támaszkodtak fel. Az új födémek mestergerendái szintén köpenyezésen támaszkodtak, a többtámaszú vasvezetés kialakítása az oszlopok környékén a mestergerendák kiszélesítésével volt megoldható.

A fentiek alapján, bár a pillérek régi keresztmetszetükkel is megfeleltek volna az új terheknek, néhány helyen kénytelenek voltunk mégis köpenyezni. A köpenyezések viszont egyes kisebb mértékben tűzkárosodott vagy mechanikusan sérült oszlopok megfogásával jó szolgálatot tettek.

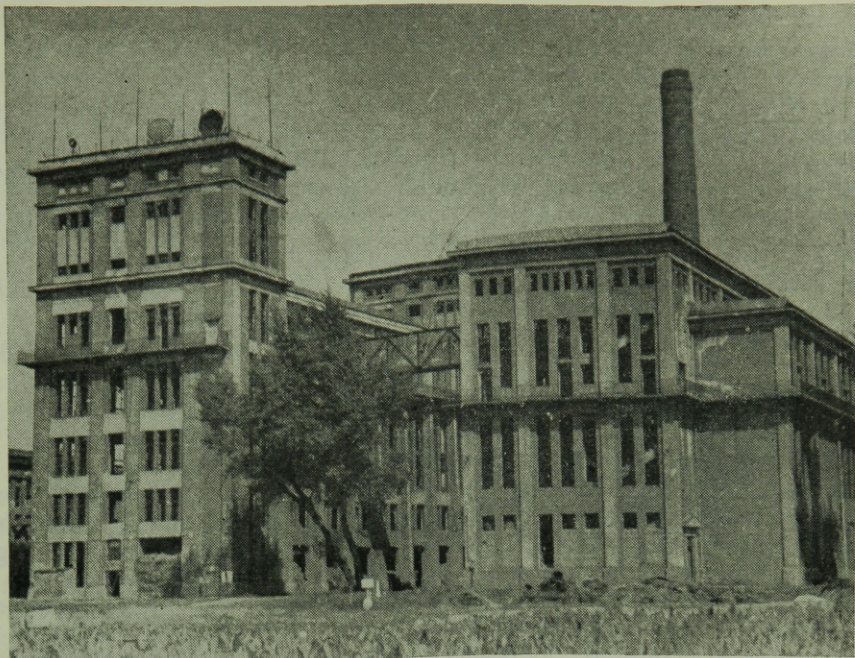
Az új szerkezetek legnagyobb része az épület jellegének megfelelően monolitbetonból készült, így a kapcsolat a régi szerkezetekkel megnyugtatóbban volt kialakítható. Olyan helyen, ahol új födémlemez és bordák támaszkodtak régi gerendára, a jó kapcsolat érdekében a régi gerendákat felérdesítettük és kismértékben ékalakúra vésztük. Ezek a kapcsolati helyeken a teljes erőátadását vassal biztosítottuk. Ilyen helyeken a fiókerendákban a mestergerendák felett átfűzött bajuszvasszerű felfüggesztővasakat alkalmaztunk.

A lépcsőszerkezetek a régi kiegészítéseként szintén monolit szerkezettel, gerendával gyámlítva készültek. Előregyártott könnyű elemeket csak az új felső szállítószalag-folyósók felett alkalmaztuk, itt előregyártott gerendákra helyezett kőszivacsfallal tetőfödém készült.

2. sz. Tárház

A 2. sz. épület eredetileg a lőszergyár ma már ismeretlen technológiájú vegyipari épülete volt. Az épület főtömege 15,50 széles, 67,09 méter hosszú és 24,20 m magas volt, melyhez egy 6,50 m széles, 56,85 hosszú és 19,20 m magas épülettraktus csatlakozott. Az épület alapincézetlen volt. A földszint csaknem egyezett az épület körüli terepszinttel. Az épület főtömege földszint + 3 emeletes, a melléktokeg földszint + 2 emeletes volt. Az épület alsó szintjeit a két hosszirányú oszlopsor 3 mezőre osztotta. Az épületet a régi második emelet magasságában körüljáró függőfolyósó övezi. Az épület főtömegében a földszinttől a tetőfödémig egy kb. 7 m széles, 42 m hosszú, nagyrészt összefüggő légtér volt kiképzve. Ezenfelül az egyes födém szintek számos változó alakú és méretű nyílással voltak áttörve. A földszinten és az I. emeleten több, néhány köbméter térfogatot is meghaladó betontömb, gépalap volt. Az épület régi vasszerkezetű nyílászáró szerkezetei nagyrészt tönkrementek, elkorrodáltak, a faszervezetű nyílászárók kiégttek, elkorhadtak. A tetősíkok szurokragacs fedése tönkrement, sok helyen repülőgépek gépfegyverlővédekéi lyukasztották át.

9. ábra. A 2. és 3. sz. épületek az átépítés előtt

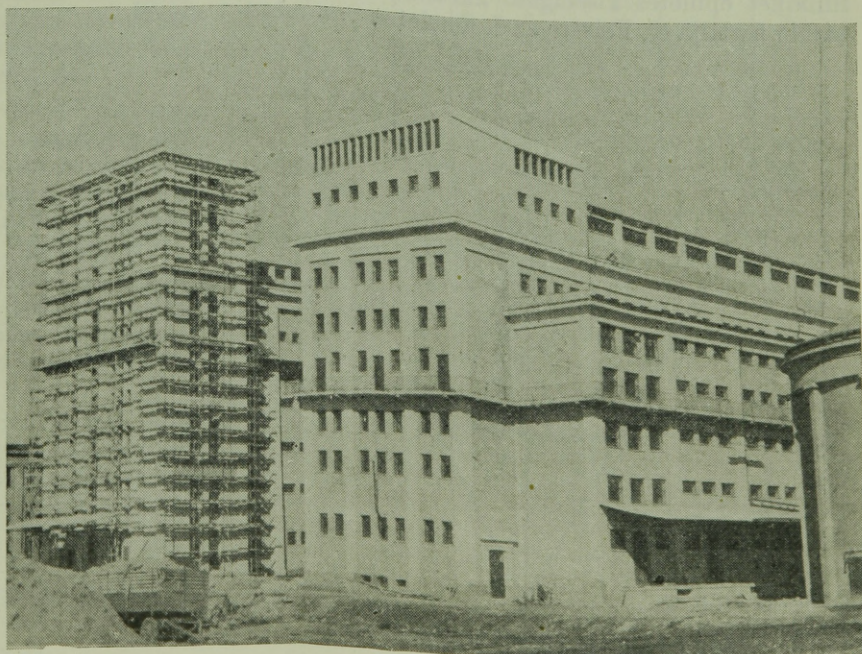


10. ábra. A 2. sz. tárház földszintje átépítés után

Az épület vb. vázas szerkezetét kihasználva két új födémszint létesítésével a tároló szintek száma a főtömegben hatra a melléktömegben ötre növekedett. A földszintet feltöltéssel + 1,15 m magasságban képeztük ki. Az épület hosszoldalain előtetővel fedett rakodó rámpák készültek befogadó garatokkal. Az épület hossz tengelyébe a pincszinten alsó szállító szintet, a VI. emeleten felső szállító szintet képeztünk ki.

A manipulációs torony pincszintjén nyert elhelyezést a haránt szállító folyosó, a fogadó bunkerek, valamint a transzformátor állomás szekundér helyisége.

A torony földszintjén raktáriroda és kapcsolóközpont létesült. Az északi lépcsőház mellett WC-csoport, valamint kézi raktár készült.



11. ábra. A 2. és 3. sz. tárház az átépítés befejező szakaszában

A tárház tetőfelületeit 3 rétegű bitumenes lemezfedéssel újrafedték. A nyílászárószervezetek újonnan készültek, a gabonátárházaknál kialakult típusokból, acélszerkezettel, az ablakok egyrétegű üvegezéssel, madárvédőhálóval. Az épület teljes külső falfelületét kőporos fröcsköléssel felújították. A lizénák szürke, a falmezők sárga színűek.

A tárház tároló alapterülete 5846 m². A födékek teherbírása szerint 200 cm, illetve 150 cm gabona tárolási magasság mellett a tárház befogadóképessége 725 vagon.

3. számú Tárház

A 3. sz. épület szintén vegyiüzem céljára épült. Az épület középső 14,10 m széles, 48,00 m hosszú, 26,50 m magas tömegét mindkét végén egy-egy 8,50 m széles, 16,00 m hosszú, 35,00 m magas torony alakú tömeg zárta le. A földszint síkja megegyezett a környező terepszinttel. A toronyépületek 6 emeletesek, a középső tömeg 4 emeletes volt. Az épület belső terét két oszlop-sor osztotta 3 mezőre. Az épületen a régi negyedik emelet magasságában függőfolyósó fut körbe. Az egyes födémszinteken változó nagyságú és számú födémáttörés volt, helyenként több emeletszinten összefüggően. Az épület állapota hasonló volt a 2. sz. épülethez.

A 3. sz. épület eredeti adottságai miatt is kiválóan alkalmasnak bizonyult magtárrá való átalakításra. Déli tornyában minden ráépítés nélkül el lehetett helyezni a kezelőtereket, csupán a középső rész felülvilágítója került átalakításra.

Az átalakítás során a két új vb. födém beépítésével növelni lehetett a tároló felületet, az északi torony alsó szintjein pedig kazánházat, öltözőket, étkezőt és 1—1 irodát létesítettünk.

Az épület középső hosszanti tömege, valamint az északi toronyrész felső szintjei tárolásra szolgálnak. Az északi torony teljes földszintjét a mindkét épületet kiszolgáló kazánház és a széntároló foglalja el. Felette az I. emeleten van mind-

két tárház dolgozóinak az öltözője. A nagyszekrényes öltöző 28 férfi és 14 nő számára készült. A II. emeleten 20 személyes ebédlőt terveztünk 50 személyes melegítő konyhával. A III. emeleten létesült még egy üzemi WC- csoport is.

A tárház pincszintjén alsó szállító folyosók és bunkerek épültek. Az új, 6. emelet magasságában a lebontott felülvilágító helyén felső szállító folyosó készült.

Az épület tetőfelületei új bitumenes lemez fedést nyertek. A régi vasszerkezetű ablakok egy részét gazdaságossági okokból meghagyták. A többi nyílászáró új típusacélszerkezetekkel készült. Az épület külső falfelületei a 2. számú tárházzal megegyezően kőporos fröcskölést kapnak.

A tárház tároló alapterülete 4913 m². A födékek teherbírása szerint 200 cm, illetve 150 cm tárolási magassággal a tárház befogadó képessége 595 vagon.

A befejezéshez közeledő építkezés költségadatai szerint a 2. számú és 3. számú tárház építési költsége az összes járulékos költségekkel együtt kb. 23 000 000 Ft. A két tárházban együttesen tárolható 1320 vagon gabona (illetve ennek megfelelő egyéb termény). Egy vagon gabonára eső beruházási költség tehát kb 17 500 Ft. Ez az összeg mintegy 50%-a az újonnan építendő tárház esetén szükséges költségnek. További népgazdasági előnyt jelent, hogy a tárházak építésénél nagy mennyiségű építőanyag nem került beépítésre, hanem négy évtizede kihasználatlan, romos épületek váltak hasznosíthatóvá.

Bár a számtalan megkötöttség, a gazdaságosságra való törekvés erősen korlátozta a tervezői törekvéseket és igen sokszor kizárta az optimális megoldás lehetőségét, népgazdaságunk nem mondhat le a hasonló előnyökkel járó lehetőségek kihasználásáról. E tervezői és kivitelezői munka ugyan sokszor igen nehéz, népszerűtlen és indokolatlanul lebecsült, mégis együtt jár az alkotói érzéssel, az akadályok nehézségek leküzdésének örömeivel.

Ipari szennyvizek tisztítása nyitott hidrociklonnal

SZALAY MIKLÓS*

Az ipartelepek szennyvizét befogadó vízfolyások védelme, valamint a gyakran szükösen rendelkezésre álló vízzel való jobb gazdálkodás egyaránt szükségessé teszi az ipari szennyvizek tisztítási módszereinek fejlesztését és korszerűsítését. Törekvéseink ugyanis arra irányulnak, hogy az ipartelepen belül minél több vizet lehessen visszaforgatással hasznosítani és hogy a telepről elfolyó szennyvizek is minél kevesebb szennyeződést tartalmazzanak. Ez utóbbi vonatkozásban az Országos Vízügyi Főigazgatóságnak az ipari szennyvizek megadóztatására kiadott legújabb rendelkezése is ösztönzően hat.

A szemcsés szennyeződéseket tartalmazó vizek tisztítására korábban főleg az ülepítést alkalmazták, amikor is a szemcsés anyag és a víz fajsúlykülönbségét, tehát voltaképpen a nehézségi erőt használták ki a szennyezések leválasztására. A nehézségi erő nagysága valamely földrajzi helyen adott lévén, az ülepítésre szolgáló medencék méreteit csak a kiülepítendő szemcse mérete és fajsúlya szabta meg, de ezek figyelembevételével minden gyakorlati esetben nagy műtárgy-méretet adódtak, hiszen gyakran óránként több ezer köbméter víz tisztítására és visszaforgatására van szükség.

A nagy medenceméretnek nemcsak a műtárgyak szerkezeti részeinek költséges előállítását jelentették, hanem ezzel egyidejűleg gyakran költséges alapozási módokat is szükségessé tettek és — különösen elavult üzemek rekonstrukciója során — megépítésüket a helyszűke is problematikusá tette.

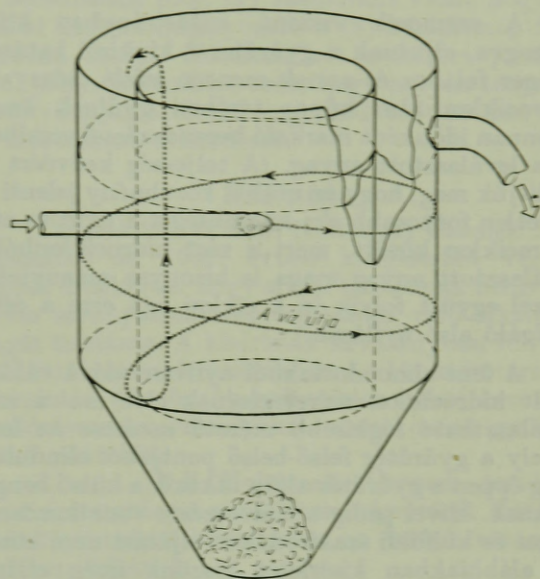
Így vetődött fel az a gondolat, hogy a szemcséknek a folyadéktól való különválasztására ne a nehézségi, hanem a centrifugális erőt használjuk fel, mert az utóbbinak nagyságát megfelelő módszerekkel magunk is befolyásolni tudjuk. Ha pedig elértük azt, hogy az előállított centrifugális erőter erőssége a nehézségi erőterét többszörösen felülmúlja, akkor körülbelül ugyanilyen arányban csökkenthető lesz a szemcsés szennyezések leválasztására szolgáló műtárgyak térfogata.

Ezt a gondolatmenetet követve született meg a *hidrociklon* elve és alkalmazása, mégpedig először zárt kivitelben, nyomás alatti átfolyással. Ez a zárt hidrociklon ma is számos helyen kerül alkalmazásra, így a bányászatban és a szilikátiparban, érc és agyagásványok dúsítása során.

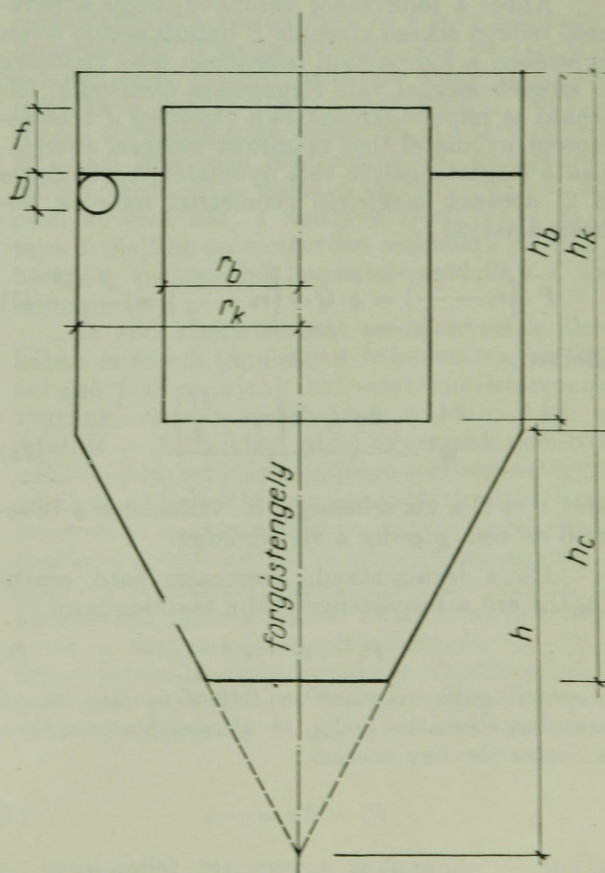
Később, Németországban vetődött fel a nyílt (szabadfelszínű) hidrociklon építésének lehetősége, immár nem nyomócsövön, hanem átbukással történő vízelvezetéssel. Ez utóbbinak működési elvét az 1. ábra szemlélteti.

Az ábrából kivehető, hogy a tisztítandó vizet érintőlegesen vezetjük be két, függőleges tengelyű hengerfelülettel határolt gyűrűkeresztmetszetű tér felső részébe. Az érintőleges impulzus következtében a gyűrűtérben levő víz forgó mozgásba jön,

de ugyanakkor a folyamatos vízutánpótlás következtében egy lefelé irányuló összetevőt kap, ami végül az egyes vízfészecskék csavarvonalalakú mozgására vezet. A vízben levő szemcsés anyagokra e két összetevőn felül még a centrifugális erőből származó harmadik (sugárirányú) összetevő



1. ábra. A nyílt hidrociklon működési elve



2. ábra. A nyílt hidrociklon fontosabb méretei

* Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem, I. Vízépítéstani Tanszék.

is hat, és így a szemcsék egyidejűleg körben, lefelé és kifelé mozdulnak el. A sugárirányú elmozdulás sebességét általában a Stokes-törvény szabja meg, de természetesen nem a nehézségi, hanem a centrifugális erő behelyettesítésével.

A gyűrűtestet belülről határoló henger alsó éléhez érkezte, a víz irányt változtat, és e henger belsejében felfelé irányuló mozgást végez, amely azonban még tartalmaz érintőleges, tehát forgást előidéző összetevőt is.

A szemcsék viszont, sugárirányban kifelé mozogva, eljutnak a gyűrűteret kívülről határoló henger falához és annak mentén lefelé csúszva, a hidrociklon alsó kúpos terében gyűlnek össze, ahonnan időnként markoló berendezéssel emelhető ki a leválasztott anyag. (A teljesség kedvéért itt említjük meg, hogy ez utóbbi körülmény jelenti az egyetlen fontosabb elvi különbséget a nyílt és zárt hidrociklon között, mert a zárt hidrociklonból a leválasztott anyag maga is bizonyos mennyiségű vízzel együtt folyik ki a ciklon egy erre a célra szolgáló alsó nyílásán.)

A fent elmondottakból nyilvánvalóvá válik a nyílt hidrociklon méretezésének elve is: a még leválasztható legkisebb méretű szemcse az lesz, amely a gyűrűter felső-belső pontjából elindulva, még éppen a gyűrűter alján ütközik a külső henger falának. Mivel pedig a méretezésre vonatkozóan a hazai és külföldi szakirodalom eljárást nem közöl, az alábbiakban kísérletet teszünk ilyen eljárás levezetésére.

Abból a feltevésből kiindulva, hogy a bevezető csővön érkező vízszög P impulzusereje teljes egészében a hidrociklon belsejében levő víztömeg ω szögsebességgel való forgatására fordítódik, felírható az impulzuserőnek és a víztömeg J tehetetlenségi nyomatékából számított mozgási energiának a forgástengelyre vett nyomatéki egyenlősége a 2. ábrának megfelelő geometriai méretek felhasználásával:

$$P \cdot \left(r_k - \frac{D}{2}\right) = \rho \cdot Q \cdot v \left(r_k - \frac{D}{2}\right) = \frac{J \cdot \omega^2}{2} \quad (1)$$

illetve

$$\omega^2 = \frac{2\rho \cdot Q \cdot v \left(r_k - \frac{D}{2}\right)}{J} \quad (1a)$$

ahol v és Q a víz sebessége, ill. vízhozama a bevezető csőben, ρ pedig a víz sűrűsége.

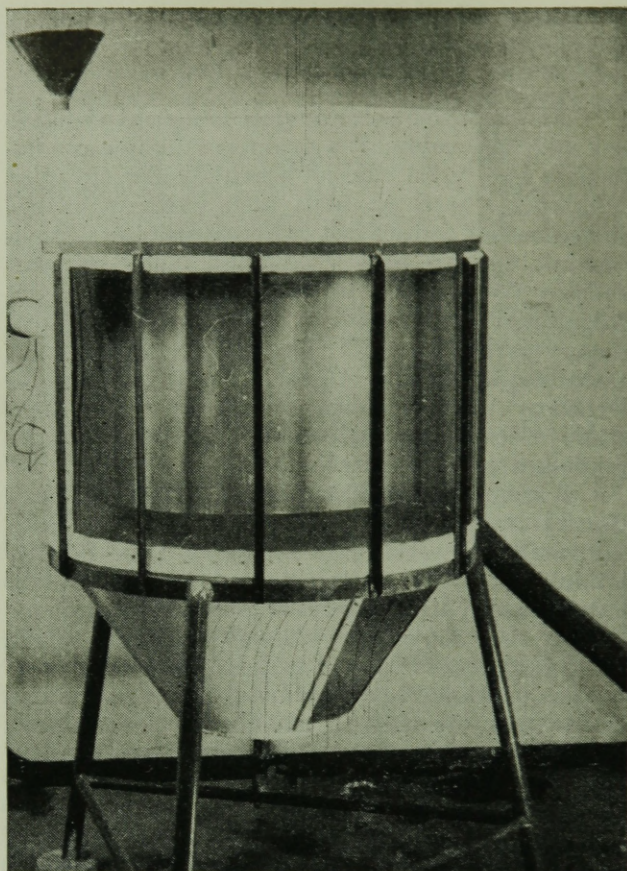
Ha a leválasztandó szemcsére ható centrifugális erő a forgástengelytől r távolságra:

$$P_r = m \cdot r \cdot \omega^2 \quad (2)$$

a centrifugális erő ellenében fellépő radiális irányú áramlást ellenállás pedig d átmérőjű szemcsékre, a Stokes-törvény szerint:

$$P'_r = 3\pi \cdot d \cdot \eta \cdot v_r \quad (3)$$

akkor — dinamikus egyensúlyt feltételezve — $P_r = P'_r$ alapulvételével a szemcse sugárirányú



3. ábra. Laboratóriumi 1 : 10 méretarányú ciklon-modell

mozgási sebessége:

$$v_r = \frac{\rho \cdot d^2 \cdot \omega^2}{18\eta} \quad (4)$$

ahol η a víz dinamikai viszkozitási együtthatója, ρ_1 pedig a szemcse sűrűsége. A szemcsének az r_b sugarú belső hengerpalásttól az r_k sugarú külső hengerpalástig terjedő sugárirányú elmozdulásához szükséges idő:

$$t_r = \int_{r_b}^{r_k} \frac{1}{v_r} dr = \frac{18\eta}{\rho_1 d^2 \omega^2} \ln \frac{r_k}{r_b} \quad (5)$$

De ugyanezen idő alatt a szemcse — részben a víz lefelé történő mozgásának, részben saját súlyának hatására — egyenletes sebességgel lefelé is mozog. E mozgás sebessége:

$$v_v = \frac{Q}{\pi(r_k^2 - r_b^2)} + \frac{\rho_1 - \rho}{18\eta} g \cdot d^2 \quad (6)$$

A belső hengerpalást h_b mélységének megfelelő teljes süllyedési idő:

$$t_v = \frac{h_b}{v_v} = \frac{h_b}{\frac{Q}{\pi(r_k^2 - r_b^2)} + \frac{\rho_1 - \rho}{18\eta} g \cdot d^2} \quad (7)$$

Kiindulási feltételünk, vagyis t_r és t_v egyenlőségéből átrendezéssel és ω^2 (1a) szerinti értékének behelyettesítésével kapjuk a ciklonban



4. ábra. Félüzemi 1 : 4 méretarányú hidrociklon-modell

még visszatartható legkisebb szemnagyság ($d_{\min}$) képletét :

$$d_{\min} = \sqrt[3]{\frac{18\eta}{\pi(r_k - r_b) \left[\frac{2 \cdot h_b \cdot \rho \cdot Q_1 \cdot v \cdot \left(r_k - \frac{D}{2}\right)}{J \cdot \ln \frac{r_k}{r_b}} - \frac{(Q_1 - Q)g}{Q} \right]}}$$

A képletben szereplő J tehetetlenségi nyomaték értéke, ugyancsak a 2. ábra jelöléseivel élve :

$$J = \rho \pi \left(\frac{h_k \cdot r_k^4 + f \cdot r_b^4}{2} + \frac{h^5 - (h - h_c)^5}{10h^4} r_k^4 \right) [\text{kgm}^2] \quad (9)$$

A fenti gondolatmenet az alábbi közelítéseket tartalmazza :

1. A leválasztható szemcsék gömbalakúak és mozgásukban — legalábbis a még visszatartandó legkisebb szemcsenagyság környezetében — a Stokes-törvényt követik.

2. A belépő vízszög és a ciklonban levő víztömeg ütközési felületét síknak tekintjük.

3. A víznek a ciklonon való áthaladása során

fellépő súrlódási és egyéb veszteségeket elhanyagolhatónak tekintjük.

4. A ciklonban forgó víztömeg minden pontjának szögsebességét azonosnak vesszük. (A víz merev testként forog.)

5. A turbulenciának a szemcsék mozgására gyakorolt befolyását elhanyagoljuk.

E közelítésnek a végeredményre gyakorolt hatását külön-külön nem ismerjük és ezek eddigi csekély terjedelmű kísérleti adataink alapján nem is becsülhetők meg. Így számolunk azzal, hogy további kísérleteink nyomán a (8) képlet még finomításra szorul. Mindameltt a képlet jelenlegi alakjában is rámutat arra, hogy milyen tényezők befolyásolják kedvező vagy kedvezőtlen irányban a hidrociklon működését.

Kísérletek

Tanszékünk az Ózdi Kohászati Üzemek megbízásából az 1961. évben kísérleteket végzett annak érdekében, hogy a hidrociklonnak hengerdei revés szennyvizek megtisztítására való alkalmasságát tisztázza. A kísérletek két irányban folytak.

a) Laboratóriumunkban 1 : 10 méretarányú kismintán (3. ábra) a hidrociklon belsejében uralkodó áramlási viszonyokra vonatkozóan gyűjtöttünk adatokat.

b) Az Ózdi Kohászati Üzemek területén 1 : 4 méretarányú modellben végeztünk félüzemi méretű tisztítási kísérleteket az eredeti szennyvíz felhasználásával.

A helyszíni kísérletek azt mutatták, hogy az érkező szennyvíz 150—600 mg/l között ingadozó revetartalmát a vízhozamtól és a reve pillanatnyi összetételétől függően 40—87%-kal csökkentette a hidrociklon. A ciklon tisztítási hatásfokát nagymértékben rontotta az a körülmény, hogy az érkező víz eléggé nagy mennyiségben tartalmazott 80 μ -nál finomabb reveszemcséket, amelyekre a fellépő turbulencia miatt a centrifugális erő már csak kevésbé hat, s amelyek fajsúlyát a rájuk tapadó olajfilm számottevően csökkenti. Az Ózdon használt, vaslemezről hegesztett modellt a 4. ábra mutatja be.

Az első kísérletsorozat eredményeinek birtokában és annak tanulságait felhasználva, az 1962. év első felében újabb helyszíni kísérletsorozatot végzünk, amelynek folyamán a hidrociklon elé iktatott — hazánkban eddig ugyancsak nem használatos — légbefúvós olajfogó segítségével igyekszünk az eddiginél lényegesen jobb tisztítási hatásfokot elérni annak érdekében, hogy a megtisztított, óránként 3500—4000 m³-t kitevő vízmennyiség az ipari vízhálózatban visszaforgatható legyen. Ha kísérleteink sikerrel járnak, akkor a revés szennyvizek a szokványos ülepítőmedencék $1/8$ — $1/10$ -ét kitevő úrtartalmú műtárgyakban tisztíthatók majd meg, ami beruházás és helyszükséglet szempontjából figyelemre méltó megtakarítást jelent.

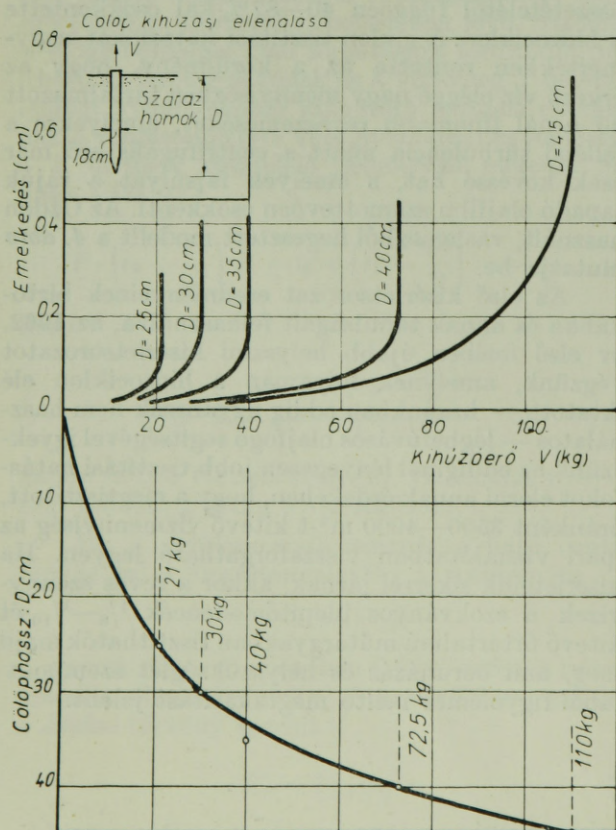
Húzott alapozási szerkezetek kiszakadási ellenállása

Dr. BALLA ÁRPÁD és Dr. VARGA LÁSZLÓ

A legtöbb alaptest lefelé továbbítja az építmény terheit a talajra. Viszonylag sokkal ritkább az az eset, midőn a felszerkezet kihúzásra veszi igénybe alapjait. Így például a vízszintes erővel terhelt építmények cölöpárcsalapjai esetében, amelyeknek egyes cölöpei húzást is kaphatnak. Ilyenek a vezetéktartó oszlopok húzott alapjai is, ugyanis a nagyobb vezetéktartó oszlopok négy alaptesten állnak, s egyoldali vezetékhúzást véve számításba két alap nyomó, két alap pedig húzó igénybevételt szenved. Ezeket az alapokat újabban hazánkban is és külföldön is helyszínen fűrt „elefántláb”-alap, illetve előregyártott „gomba”-alap formájában készítik.

Mivel a húzott alap — mint mondtuk — ritkábban fordul elő, a teherbírására, valamint a célszerű és gazdaságos kialakítására vonatkozó kutatási munka és a kérdéssel foglalkozó szakirodalom is sokkal kisebb. Ez a felismerés, valamint az ipar részéről megnyilvánuló igény vezette az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Alagútépítés, Földművek és Talalmechanika Tanszékét, amikor a húzott alapok kérdését kutatási témáinak sorába iktatta.

A Tanszék laboratóriumi és helyszíni modell-kísérleti, valamint elméleti kutatómunkája a három alaptípus, húzott cölöp, elefántláb és gomba alap teherbírásának kutatását tűzte ki célul.



1. ábra

Előljáróban le kell szögezni, hogy — bár a Tanszék sok kísérletet végzett — a kísérletsorozat korántsem befejezett és korai lenne végérvényes következtetéseket levonni belőle. E tanulmány célja az eddigi kísérletek vázlatos ismertetése és a szakemberek érdeklődésének felkeltése.

Szemeses talajban végzett modellkísérletek

A modellkísérleteket $60,5 \times 51,5 \times 36,0$ cm méretű üvegfalú tartályban végeztük. A kísérleti talaj homok volt, a 0,2 mm-nél kisebb szemcsék súlyszázaléka 30%, a 0,2—0,5 mm közötti szemcséké 50%, és 0,5 mm-nél nagyobb szemcse 20%-ban volt a talajban. A homok egyes kísérleteknél légszáraz, más kísérleteknél nedves, nyirkos volt. Beépítési állapotban hézagtenyezője: $e = 0,55-0,58$, súrlódási szöge: $\Phi = 38^\circ$, látszólagos kohéziója a víztartalomtól függően $c = 0-0,05$ kg/cm² között változott.

A cölöplapok — mint ismeretes — kétféleképpen készülhetnek. Az előregyártott cölöpöket a talajba verik (vert cölöpök), vagy pedig fúróberendezéssel lyukat fúrnak s e lyukat a beléscső visszahúzása mellett bebetonozzák (fűrt cölöpök). A fűrt cölöpöknél a beton jobban kitölti a talaj felületi egyenetlenségeit, tehát a cölöpfelület és a talaj egymásbafogazódása nagyobb. Ezzel szemben a fűrt cölöp mellett a környező talaj fellazul, ez az oldalnyomás értékét a nyugalmi nyomás alá csökkenti, míg a vert cölöp körül levő talaj tömörödik, s így a beverés következtében az oldalnyomás a nyugalmi nyomás értékénél nagyobb lesz.

A cölöp modell-kísérletek során 30 különböző kísérletet végeztünk, valamennyit légszáraz homokban. A kísérletek eredménye a következő volt.

a) a kihúzóerő a cölöp hosszával (beverési mélységével) erőteljesen (magasabb hatvány szerint) növekszik,

b) ugyanazon cölöphossz esetén zömökebb cölöp kihúzási ellenállása a nagyobb,

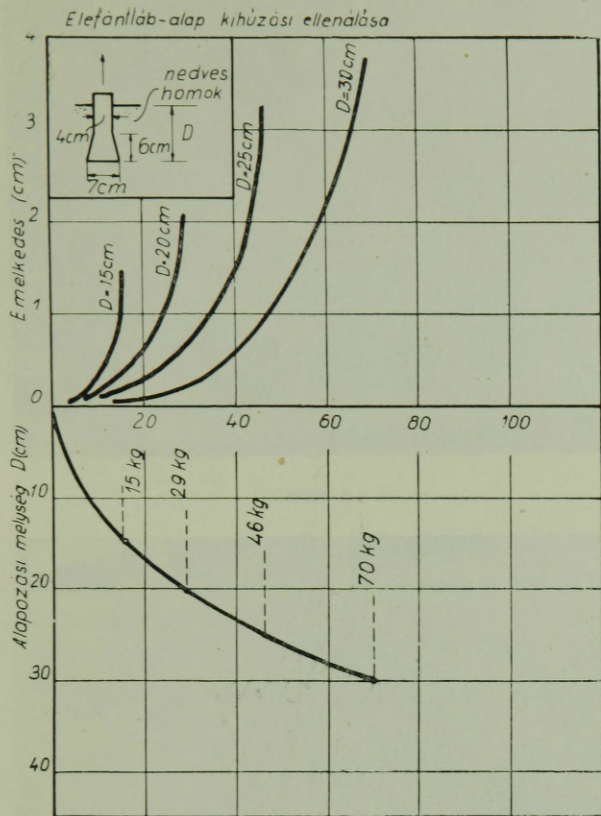
c) a kihúzási ellenállás — ugyanazon cölöphossz és átmérő esetén — a felületi súrlódási tényezővel egyenes arányban nő.

1,8 cm átmérőjű, érdes modell-cölöp kihúzási ellenállásának a cölöp hosszától függő változását mutatja az 1. ábra.

Az elefántláb-alap tulajdonképpen alul kiszélesedő cölöp. A húzásra igénybevett fűrt cölöpöknél a furat alját bővítővel ki szokták öblözni, s így módon a cölöp csúcsánál egy nagyobb átmérőjű, gömbszerű cölöpvéget alakítanak ki. Ez a kiszélesített cölöpcsúcs rendkívül megnöveli a kiszakadással szembeni ellenállást.

A távvezeték alapokhoz használt elefántláb 40 cm átmérőjű cölöp, amelynek legalsó 60 cm hosszú szakasza csanakakúp szerűen szélesedik; alsó átmérője 70 cm.

A kísérletek során 1:10 arányú modellel dolgoztunk. A kísérleteket nedves homokban végeztük.



2. ábra

A 2. ábra a kihúzási ellenállás változását mutatja, az alapozási mélységnek, vagyis elefántláb hosszúságának függvényében; a kiszakadási ellenállás az alapozás mélységével erősen növekszik.

A kísérletek egy részét színezett rétegekből beépített talajban végeztük, majd a húzókísérlet befejezése után a talaj egy részét eltávolítottuk. Az 3. ábra jól mutatja az eredetileg vízszintes rétegek deformációját, a 4. ábra pedig a talajfelszín rajzát a törés után.

A kihúzási ellenállás növelése terén további lépést jelent a gomba alap. Ennél az alapnál a körkeresztmetszetű „cölöp”-szárhoz alul egy jelentősen nagyobb átmérőjű tányér csatlakozik. Az alap alakja egy megfordított gombához hasonlít, innen kapta nevét.

Míg az elefántláb alap a helyszínen készül (alul kiszélesedő fűrt cölöp), addig a gomba alapot előre gyártják és a helyszínre szállítva az előre kiásott alapgödörbe állítják (pl. terepjáró autódaruval).

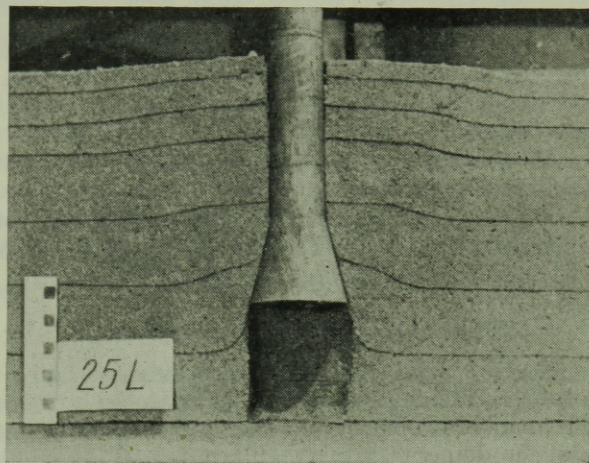
Gomba alapokkal kétféle kísérletsorozatot végeztünk.

Az egyik kísérletsorozatnál 50° és 90° között változó rézsűhajlásszögű, 12 cm alsó átmérőjű, 20 cm mély, felfelé szélesedő csonkakúp alakú gödröket vágtunk ki a nedves homok talajból. E gödrökben elhelyezve a gomba alapot, vízszintes rétegekben, az eredetivel azonos tömörségűre visszadöngöltük a talajt.

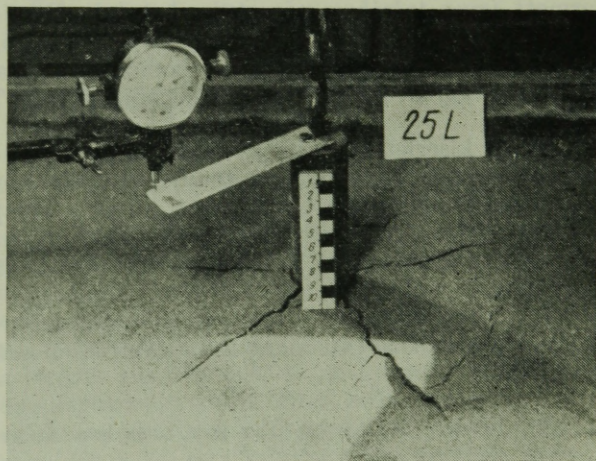
A nyolc kísérlet eredménye egybehangzóan azt bizonyította, hogy a gödör oldalfalának hajlásától függően a kihúzóerő alig változott, mindig csak a visszatöltött földanyag szakadt ki, vagyis

a kialakuló csúszófelület mindig az alapgödör oldalfelületével volt azonos. (5. és 6. ábra).

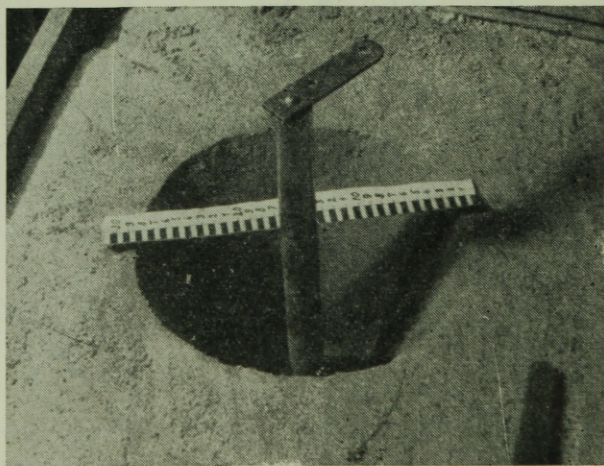
A másik kísérletsorozatnál a kísérleti tartályt először az alapsíkig töltöttük meg, ezután elhelyeztük a gomba alapot, majd körülötte vízszintes (egyes esetekben színezett) rétegekben beépített-



3. ábra



4. ábra



5. ábra

tük a talajt. Így tehát az alap nem „előre kiásott” gödörbe, hanem mintegy „zavartalan” talajba került.

Légszáraz homokban vizsgáltuk az alapozás mélységének, ill. a gombatányér átmérőjének szerepét. A 8. ábra mutatja, hogy a kiszakadási ellenállás mindkettővel növekszik. Az alapozási mélységgel való növekedés itt is magasabb hatvány szerinti.

Ha a kísérletet színezett rétegekből felépített talajban végeztük, a kísérlet végeztével a talaj egy részét eltávolítva jól megfigyelhető volt a csúszófelület (7. ábra).

A térszínen az elefántláb alpnál is észlelt törési rajz jelentkezett (9. ábra).¹

Egyes kísérleteknél a kimozdult földanyagot óvatosan eltávolítottuk és pontosan megnéztük a kialakult csúszófelület alakját is (10 c. ábra).

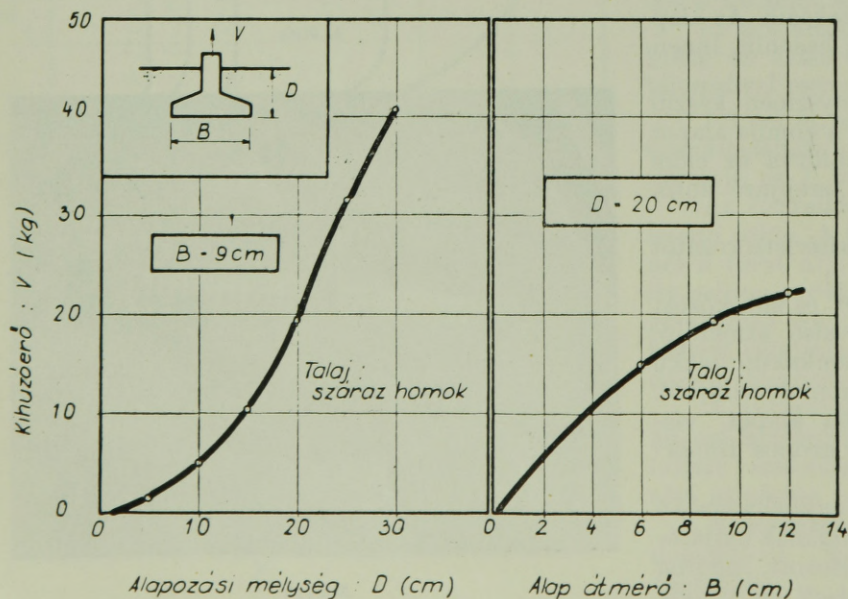
Kötött talajokban végzett kísérletek

Kötött talajokban a kihúzás kérdése bonyolultabb: szemben a szemcsés talajokkal itt az időtényező is jelentős szerepet játszik s a kötött talaj fundamentális nyírószilárdságánál nagyobb feszültség keltése esetén az alap lassú alakváltozás következtében is tönkremehet.

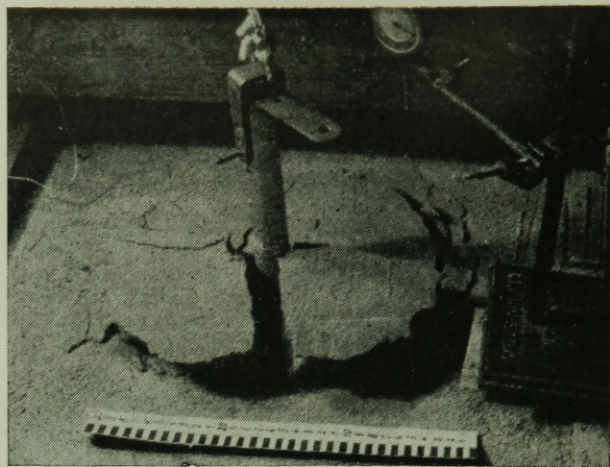
Az egyik modellkísérlet-sorozatát terepen, termett iszap talajban végeztük. A talaj plasztikus indexe $P_i = 10\%$, hézag tényezője $e = 0,85$, víztartalma $w = 18\%$, átlagos nyomószilárdsága $\sigma_{ny} = 0,5 \text{ kg/cm}^2$, súrlódási szöge pedig $\Phi = 15^\circ$ volt.

A 24 kísérlet alapján az alábbi következtéseket lehetett levonni, termett talajban viszonylag nehéz modellkísérletet végezni, mivel a talaj kis egyenetlenségei a modellméretek miatt erősen éreztetik a hatásukat. A kiszakadási ellenállás az alapozási mélységgel (cölöphosszal) közel egyenes arányban változott, vagyis az alapozás mélységével nem nőtt olyan rohamosan, mint szemcsés talajokban.

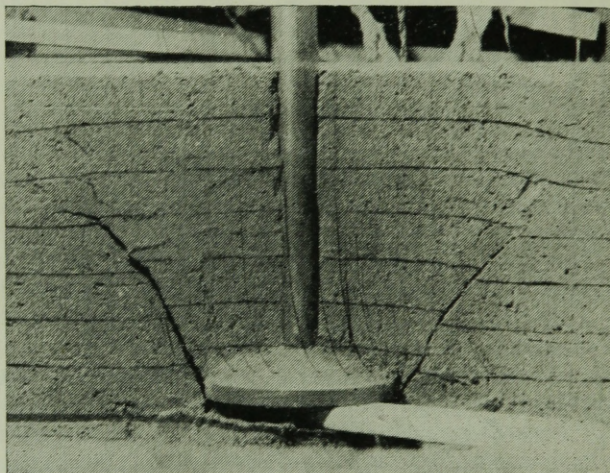
Gomba alap kihúzási ellenállása.



8. ábra

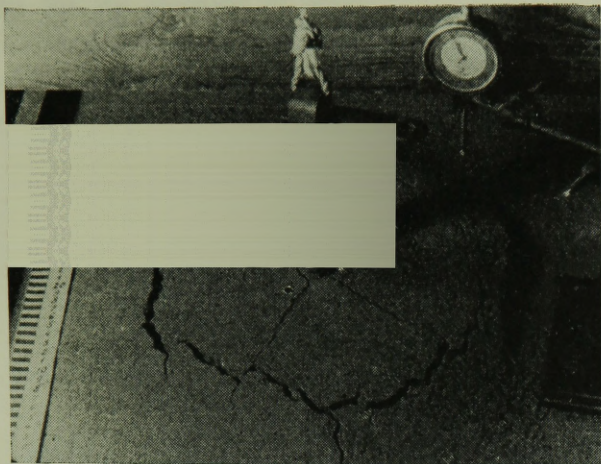


6. ábra



7. ábra

A második kísérletsorozat négy laboratóriumban elvégzett húzókísérletből állt. Valamennyi alap 20 cm mélyen volt alapozva, ugyanebben



9. ábra

az iszap talajban, cölöp és elefántláb alapot húztunk ki, mindkettőt gyors és lassú terhelésnek is alávetettük. A kiszakadási ellenállások az alábbiak voltak.

Cölöp alap: gyors terhelésnél 22 kg, lassú terhelésnél 40 kg.

Elefántláb alap: gyors terhelésnél 160 kg, lassú terhelésnél 106 kg.

Megállapítható tehát, hogy az elefántláb alap kihúzási ellenállása mintegy kétszerese volt a sima cölöp ellenállásának, továbbá, hogy gyors

terhelés esetén másfél-kétszer akkora az ellenállás, mint lassú húzóerőkkel szemben.

A 10b és 10a ábrán az elefántláb, illetve cölöp alapján kiszakadt földtest alakját is felrajzoltuk.

A kiszakadási ellenállás elméleti vizsgálata

A kutatások egyik célja az volt, hogy elméleti úton is levezessük az elefántláb, illetve gomba alapok kiszakadási ellenállásának értékét.

A 11. ábrán jól látható a kiszakadó földtest alakja. Nagyszámú megfigyelés alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a ténylegesen kialakuló csúszófelületet jól meg lehet közelíteni egy olyan forgás felülettel, amelynek meridián metszete *kör*. E kör az alap alsó élénél függőleges érintővel bír, a terepre való kifizetésénél pedig a érintője $\frac{\pi}{4} - \frac{\Phi}{2}$ szöget zár be a vízszintessel (12. ábra).

A csúszólap mentén kivágott háromszög alakú részecskére ható feszültségeket ugyancsak feltünteteti az ábra.

Mint ismeretes, sík alakváltozási állapot esetén a csúszólapon érvényes Kötter-egyenlet az alábbi:

$$\frac{\partial \tau}{\partial \alpha} + 2\tau \cdot \operatorname{tg} \Phi - r \cdot \gamma \cdot \sin \Phi \cdot \sin (\alpha + \Phi) = 0$$

A Kötter egyenlet megoldása útján kapjuk a nyírófeszültségeket:

$$\tau = K \cdot e^{-\alpha \cdot 2 \cdot \operatorname{tg} \Phi} + r \cdot \gamma \frac{\sin \Phi}{1 + 4 \cdot \operatorname{tg}^2 \Phi} [2 \cdot \operatorname{tg} \Phi \cdot \sin (\alpha + \Phi) - \cos (\alpha + \Phi)]$$

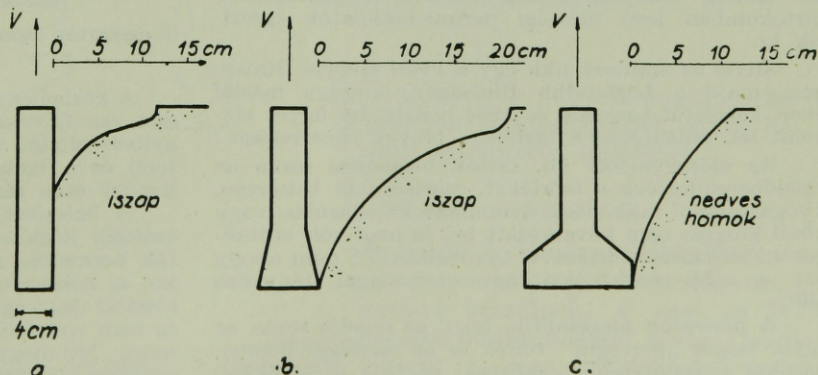
A nyírófeszültségből számítható az ívelemre ható eredő feszültség:

$$q = \frac{\tau - c}{\sin \Phi}$$

Mint láttuk, e feszültségek mind sík alakváltozási állapot esetére érvényesek. Az általunk

vizsgált esetben viszont tengelyszimmetrikus a feszültségi és alakváltozási állapot. A sík alakváltozási állapotra kapott feszültségeket a tengelyszimmetrikus felület mentén integrálva megkapjuk az eredő feszültségek és a kohézió eredőjének függőleges összetevőit. Ezen erők egyensúlyt tartanak az önsúllyal és a kiszakító erővel. (Ez a megoldás a tengely szimmetrikus esetben termé-

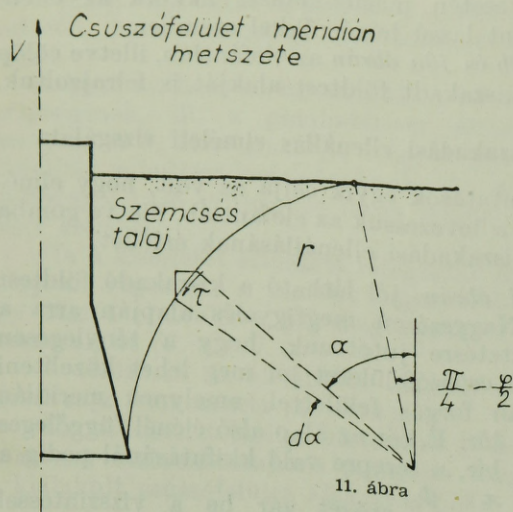
Kiszakadó földtömeg alakja



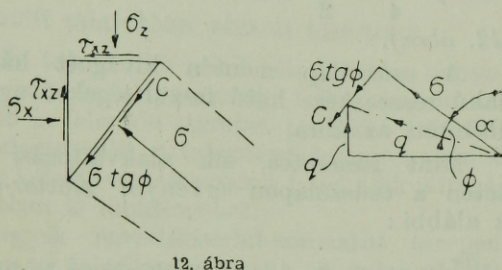
10. ábra cölöpalap

elefántláb-alap

gomba-alap



11. ábra



12. ábra

szétesen csak közelítő érvényű.)

$$V + G + \int_0^{2\pi} \int_{\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} q \cdot \cos(\alpha + \Phi) \rho \cdot r \cdot d\alpha \cdot d\theta +$$

$$+ \int_0^{2\pi} \int_{\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} C \cdot \sin \alpha \cdot \rho \cdot r \cdot d\alpha \cdot d\theta = 0$$

A kijelölt műveleteket elvégezve a kiszakításhoz szükséges erő képlete a következő:

$$V = D^3 \cdot \gamma \left[F_1 \left(\Phi, \frac{D}{B} \right) + \frac{C}{D\gamma} \cdot F_2 \left(\Phi, \frac{D}{B} \right) \right] 2\pi$$

A kiszakító erő tehát elefántláb és gomba alpnál az alapozási mélység harmadik hatványával arányos, függ azonkívül a kohéziótól, a térfogatsúlytól, valamint két „teherbírási tényező”-től, amelyek viszont a súrlódási szög és az alapozási mélység, valamint az alap átmérő hányadának függvényei.

A teherbírási tényezők értékeit grafikonban adtuk meg. Az elméleti képlettel kapott kiszakadási ellenállások jól egyeznek a modellkísérletek, valamint a nagyméretű alapokkal végzett helyszíni kísérletek eredményeivel.

Hozzászólás

A Magyar Építőipar 1962. február 2. száma helyt ad dr. Barta József „Vasbetonszerkezetek hibái” c. cikkének, melyben sajnálatos módon téves, illetve helyt nem álló adatok kerültek közlésre.

A cikk szerzője a 10., 11., 12., 13. sz. ábrákon, valamint a vonatkozó szövegrészen félreérthetetlenül az 1953-ban megépült Bolond-úti völgyhíd építésére utal. A cikk oktató szándékkal magyarázatát kívánja adni az említett műtárgy építésénél bekövetkezett — hazai szakkörökben jólismert — balesetnek.

Egyetértve azzal, hogy az építési hibák közzététele révén az építkezések sikeres kivitele előbbre vihető, tiltakozásomat szükséges bejelentennem az említett cikk tárgyi alapokat nélkülöző állításaival szemben.

Mint a Bolond-úti völgyhíd volt építésvezetője, az építés menetét és a baleset körülményeit jól ismerem. Az esetleg szubjektíveknek minősíthető emlékeimet birtokomban levő bírósági perirat-másolatok egészítik ki.

Mivel az említett cikk egy a Pécsi Megyei Bíróságon, majd a Legfelsőbb Bíróságon mintegy másfél éven keresztül tárgyalt és 1954-ben lezárt ügyet elevenít fel, szükségesnek tartom a tények ismertetését:

Az előregyártott vb. tartók beemelése során az emelőberendezések a csörlőket, csigasorokat beleértve, kifogástalanul működtek. Semmiféle kötélazulás, vagy kötél kiugrás nem következett be, és nem volt szükséges a kötél kiszabadításával „próbálkozni”, mint ahogy azt a cikk érthetetlen határozottsággal tényként állítja.

A periratok megemlítik, hogy az emelés során az egyik csigát „percegni” vélték és az esetleges berágódásokat megelőzendő, a műszaki vezetők a csigáknak olajjal történő időnkénti öntözését rendelték el. Kétségtelen tényként megállapítható volt utólag, hogy a csigák emelésközbeni olajozása fölös biztonságot szolgált.

A cikk írója által levont — a baleset okát illető — következtetés teljes mértékben téves és merőben ellentétes a Dr. Mihálich Győző, Dr. Széchy Károly, és Dr. Csonka Pál egyetemi tanárok, hivatalcs szakértői minőségben — a körülmények tüzetes vizsgálata nyomán — tett megállapításaival.

Mivel kétségtelen tényként rögzíthető, hogy a sérelmezett cikk — nyilván felületes információk alapján — a tények és a bírósági hivatalos szakmegállapítások figyelmen kívül hagyásával íródott és alkalmas arra, hogy mind a Hídepítő Vállalatot, mind kivitelezőt, mind pedig jelen sorok íróját, mint építésvezetőt kompromittálja, helyreigazító közlemény közzététele óhatatlanul szükséges.

Radó Gábor
okl. mérnök

*

Vasbetonszerkezetek építési hibái

(kiegészítés lapunk f. évi 2. számában megjelent közleményhez)

A közlemény 10., 11., 12., 13. ábráin egy építési baleset van felvázolva. A tényállás hű rögzítése (amennyiben effélté utólag egyáltalában lehet hűen rögzíteni) és a tanulságok helyes leszűrése végett a közlemény ezen része az alábbi kiegészítésre szorul.

A balesetet közelebbről ismerő egyik műszaki személy közlése szerint az előregyártott vasbetontartók beemelése során az emelőberendezések (a csörlőket is beleértve) kifogástalanul működtek. Semmiféle kötélazulás vagy kötélkiugrás nem következett be és nem volt szükséges a kötél kiszabadításával próbálkozni. Minthogy az egyik csigát „percegni” vélték, az esetleges berágódások megelőzése végett a csigákat időnként olajjal öntözték. E vélemény szerint a csigák emelésközbeni olajozása fölös biztonságot szolgált.

Dr. Barta József