

VII. 1862

MAGYAR ÉPÍTŐIPAR

1-2

1957

ÉPÍTŐIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET FOLYÓIRATA

Főszerkesztő és felelős szerkesztő:

LUX LÁSZLÓ

★

A szerkesztőbizottság tagjai:

Bonta József
Gnädig Béla
Gyengő Tibor
Katona József
Lévai Andor
Mayer Imre
Román Andor
Rudnai József

★

Technikai szerkesztő:

Rojkó Ervin

★

Felelős kiadó:

Solt Sándor

★

Szerkesztőség:

Budapest, V., Deák Ferenc utca 10
Telefon: 181-041

★

Kiadja:

Műszaki Könyvkiadó, Budapest, V.,
Bajcsy-Zsilinszky út 22

TARTALOM

Gnädig Béla—Thoma József: 1200 m ³ -es előregyártott feszített-beton víztartály	1
Ruzicska Béla: Sokszintes lakóépületek korszerű előregyártása	8
Bretz Gyula: A többszintes kísérleti lakóépületekről	31
Rudnai József—Jánoskúti Sándor: A rudabányai csillebuktató súllyesztési munkának kiértékelése	32
Szemelvények az 1956. évi építkezésekből	34
Harmos Zoltán—Sebestyén Gyula: A csepeli és táti földszintes pernyebeton panelépületekből álló lakótelep	43
Paulovits László: Csepeli Papírgyári ellennyomásos erőmű szerkezeti értékelése	49
Gabos György—Varga Márton: Budapesti épületek fokozott avulásának okai	54
Horváth Kálmán—Joó István: Előregyártott elemekkel épülő nagysiló	59
Kossuth-díjasok	64
Véssey Ede: Biológiai betonvédelem	65
Takács Péter Pál: Mégegyszer az infravörös sugárzó fűtésről	71
Kunszt György: A beton szilárdulásának gyorsítása és a gyorsgőzölés	77
Cristofoli Ermenegildó: Roncsolásmentes betonvizsgálat ejtőorsóval	85
Szmodits Kázmér: A törési elmélet alkalmazása többtámaszú tartókra és keretekre	88
Külföldi Szemle	93
Adatok a világ építőiparából	96

Előfizetés egy évre: 54,— Ft. Egyes szám ára: 9,— Ft

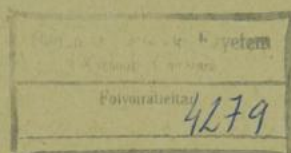
Felelős kiadó: Solt Sándor

F
1868

MAGYAR ÉPÍTŐIPAR

1989

1957. VI. ÉVFOLYAM 1—2. SZÁM



1200 m³-es előregyártott feszítettbeton víztartály

GNÄDIG BÉLA Kossuth-díjas és THOMA JÓZSEF Kossuth-díjas

A feszítettbeton víztartályok jelentősége

A második világháború után a feszítettbeton alkalmazása számos külföldi országban rohamosan elterjedt és Magyarországon is fokozatos mértékben növekszik. Elsősorban azoknál a szerkezeteknél indokolt a feszítettbeton megoldás, ahol annak *minőségi* és *gazdasági* előnyei vannak. Ebből a szempontból vizsgáljuk az alábbiakban a folyadéktartályok kérdését.

A *vasbeton folyadéktartályok* az előírt határ-feszültségek betartása mellett sem tekinthetők repedésmentesnek, mert a zsugorodásból, az egyenlőtlen hőhatásokból, a hajlítónyomatekókból stb. eredő többlet húzófeszültségek a folyadékterhelésből származó vízszintes beton húzófeszültséggel egyenlő nagyságrendűek lehetnek.

A *feszítettbeton* a folyadéktartályoknál is teljes *repedésmentességet* és ebből következő *vízzárságot* biztosíthat, alkalmazása tehát *minőségi előnyt* jelent. Ezért a folyadéktartályoknál bizonyos méreteken felül a feszítettbeton alkalmazása nemcsak kívánatos, hanem *szükséges* is.

Megállapítható, hogy a *gazdasági megtakarítás* a feszítettbeton folyadéktartályoknál lényegesen nagyobb, mint az ugyancsak feszítettbeton épületszerkezetek és hidak hajlított gerendáinál, vagy lemezeinél. Különösen jelentős a megtakarítás a *köralaprajzú* folyadéktartályok oldalfalánál. A vasbeton tartályok méretezésénél a beton húzófeszültsége a mértékadó, feszítettbetonnál viszont a beton nyomófeszültségéből számítható az oldalfal vastagsága. A vasbeton és feszítettbeton határ-feszültségeinek összehasonlításából megállapítható, hogy a feszítettbeton megoldás betonban kb. 50%-os, a fővasbetétekben pedig kb. 75%-os megtakarítást jelent.

A feszítettbeton alkalmazása monolit megoldás esetén *zsaluzó* és *állványozó anyagban* még nem jelent megtakarítást, továbbá a monolit, feszítettbeton megoldásnál a kis oldalfal vastagság

miatt a beton tökéletes bedolgozása nem biztosítható. Ugyanakkor, az előregyártás alkalmazása feszítés nélkül alig képzelhető el, mert az előregyártott elemek *vízzáró kapcsolatát* egyszerű és gyakorlati módon csak a feszítéssel lehet megoldani.

Az említett körülmények szükségessé teszik, hogy a folyadéktartályoknál az *előregyártást* és *feszítést* együttesen alkalmazzuk. Ez a megoldás azért is indokolt, mert *minőségi* és további *gazdasági* előnyt jelent.

A feszítettbeton folyadéktartályok alkalmazása külföldön

Külföldön, különösen az utolsó 5 év alatt, folyadéktartályoknál mind gyakrabban alkalmaznak feszítettbeton megoldást a vasbeton helyett. A Szovjetunióban, az Egyesült Államokban, Franciaországban, Angliában és Németországban sok-száz, jól bevált, hengeres feszítettbeton folyadéktartályt építettek. Érdekes azonban, hogy az említett külföldi tartályok általában monolit rendszerben épültek. Az előregyártott feszítettbeton megoldásra még külföldön is csak ritkán találunk példát.

Az említett külföldi tartályok utófeszítését a legtöbb esetben „*feszítő-kocsival*” végezték, amely a huzalok tekercselését és feszítését egy munkamenetben végzi. Hazánkban is megépült és működésképes az első feszítő-kocsi. Kétségtelen, hogy az egymás mellett, egyidőben építendő nagyobb tartályok esetén a feszítő-kocsi fogja a leggazdaságosabb megoldást biztosítani. Az *egyedi* tartály építésénél azonban — a külföldi irodalom tanúsága szerint is — a feszítő-kocsi megoldás nem mindig gazdaságos. Ilyen esetekben külföldön is más megoldásokkal kísérleteznek. Ezért, véleményünk szerint, hazánkban és külföldön is az *egyszerűbb eszközökkel* kivitelezhető megoldásoknak is van jelentőségük.

elhelyezése, továbbá az oldalfal és fenéklemez vízzáró kapcsolata szempontjából fontos szerepet tölt be. A vízzáró kapcsolatot úgy biztosítjuk, hogy az oldalfal elemek elhelyezése után kiadódó, mind kívül, mind belül 10—10 cm széles hornyokat, utólagosan kibetonozzuk. Az oldalfal melletti belső hornyot a feszítés művelete előtt, a külső hornyot pedig a feszítés végrehajtása után kell kibetonozni. Az alaplemez kiékelésének kiindulási vonalától számított 50 cm szélességben munkahézagot képeztünk ki. E körgyűrű alakú sávban a fenéklemez vasalása megszakítás nélkül megy át; a betonozást csak a feszítés végrehajtása és az állványzat elbontása után végeztettük el, a zsugorodásból és a függőleges síkú hajlító nyomatékokból származó beton húzófeszültségek csökkentésére.

Az oldalfal elemek 5.12 m hosszú, átlagosan 1,4 m széles, trapéz alakú íves panelek, a kúpfelületnek megfelelő görbületi viszonyokkal. A 8 cm vastag lemez szélein 4×20 cm méretű peremborda van az elemek szállíthatóságának biztosítására és a csatlakozó hézagok kiképzésére. Összesen 38 db oldalfal elem készült, egyenként 2,3 tonna súllyal. Az oldalfal elemek lemezének vasszerelése $\varnothing 5$ mm/15 cm-kénti hálóvasalás, a betonminőség pedig B 280.

A kupola gömbszelet alakú és az előregyártott elemek 3 vízszintes körrel határolva helyezkednek el. A lemez 6 cm vastag, a perembordák 4×20 cm méretűek. A középső vízszintes kör helye úgy van megválasztva, hogy az alsó, trapézalakú és a felső háromszög alakú elemek súlya egyaránt kb. 0,7 tonna. A lemez vasszerelése $\varnothing 5$ mm/15 cm-kénti hálóvasalás. A betonminőség itt is B 280.

Az oldalfal elemek közötti csatlakozó hézag kiképzése olyan, hogy az elemek elhelyezése után kiadódó 20×8 cm méretű üres rész helyszíni betonnal könnyen kitölthető. Az egyes elemek jobb kapcsolata végett a hálóvasalás $\varnothing 5$ mm-es vízszintes vasai kiállnak és ezeket kengyelszerűen begörbítve 2 db $\varnothing 8$ mm-es függőleges vasbetét kerül mindenegyes hézagba, illetve az említett kengyelekbe. A betonminőség itt is B 280.

A héjkupola csatlakozó hézagai részben gyűrű, részben sugárirányúak. A kupola elemek elhelyezése után kialakult, alulról zárt csatlakozó hézagokat az alsó és a felső szerelővasak elhelyezése után szintén a helyszínen kell kibetonozni.

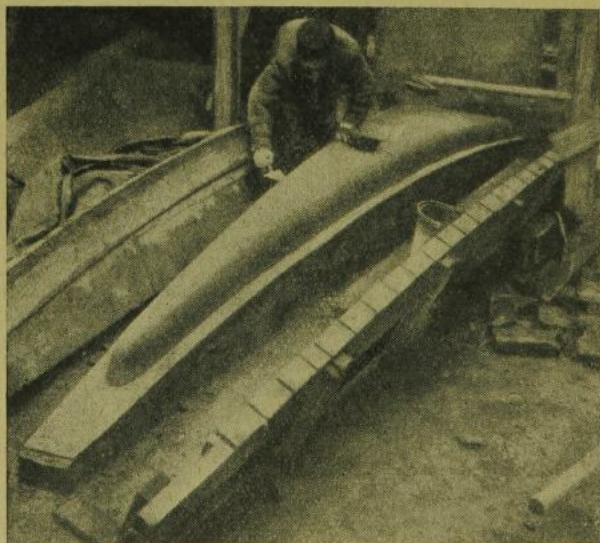
A kupolagyűrű, amely egyúttal az oldalfal és kupolaelemek kapcsolatát is biztosítja, ugyancsak helyszíni betonozással készítendő. Az önsúly és esetleges terhelés hatására meglehetősen nagy, összesen 35 tonna gyűrűerő felvételére alkalmas kupolagyűrűt kellett kiképezni. Részben a kupola peremnyomatékainak csökkentésére, részben acéltakarékosságból a gyűrűt is feszítettbetonból terveztük. Az 1. ábrán feltüntetett keresztmetszetű gyűrű külső felületére helyeztük el a 2 db 10× $\varnothing 5$ mm-es huzalból álló feszítőkábelt.

A kupolagyűrű feszítését a harántfeszítés módszerével végeztük el. Az $\varnothing 5$ mm-es KB 130·150 jelzésű patentírozott acélhuzalokban a feszítés alkalmával 11 000 kg/cm² húzófeszültséget ébreszt-

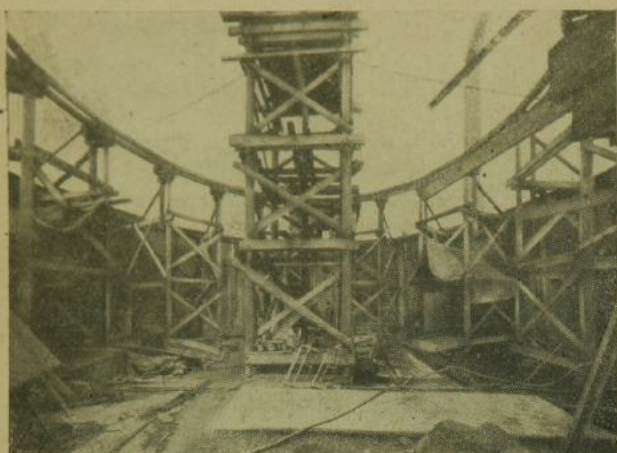
tettünk, 12—12 cm-es harántirányú (függőleges) elmozdulás létesítésével. A számított feszítési veszteség aránylag nagy, mert a gyűrű helyszíni betonozása miatt a betonzsugorodásból származó veszteség jelentős, és így a veszteségek levonása után véglegesen 9 300 kg/cm² húzófeszültség marad a kábelekben. Ennek megfelelően a feszítés időpontjában létrehozott 43,2 tonna gyűrűerő, később 36,5 tonnára csökken.

Az oldalfal feszítésénél a belső víznyomásból származó, összesen 115 tonna nagyságú vízszintes gyűrűerő hatásával kellett számolni. A feszítés célja az, hogy a kezdeti nyomófeszültség hatására, a feszítési veszteségek lezajlása után sem keletkezhessenek vízszintes húzófeszültségek. Ennek elérésére 66 db $\varnothing 5$ mm-es feszítőhuzalt alkalmaztunk KB 130·150 minőséggel. A feszítés időpontjában ugyancsak 11 000 kg/cm² húzófeszültséget ébresztettünk a huzalokban. Az előregyártott elemeknél a zsugorodásból származó feszítési veszteség kevesebb, tehát összesen csak 1500 kg/cm² feszítési veszteséggel kellett számolnunk. Ennek megfelelően a feszítéskor ébresztett 142,3 tonna feszítőerő a feszítési veszteségek (zsugorodás, a beton rugalmas és maradó alakváltozása, acélkúszás, stb.) lezajlása után 123 tonnára csökken. A földfeltöltés figyelembevételével az oldalfalban maximálisan 60 kg/cm², a földfeltöltés nélkül pedig üres állapotban 42 kg/cm² nyomófeszültség keletkezik. A medencét vízzel feltöltve, az oldalfalban még a földnyomás figyelembevételével nélkül sem lép fel vízszintes húzófeszültség. A függőleges síkú hajlítónyomatékok hatására az oldalfalban részben nyomó, részben húzófeszültségek keletkeznek. Az oldalfal lemezének a kiékelésével, a fenéklemez munkahézagának kiképzésével és a kupola terhelésének figyelembevételével sikerült ezeket a lemez egyik oldalán keletkező helyi húzófeszültségeket 8 kg/cm² alá csökkenteni.

A csónakakup alakú oldalfalra tekercselt huzalokat párosan helyeztük el. A huzalpárok távolsága egymás között, lefelé csökkenő mértékben



2. ábra. Az előregyártás helye, a medence fenéklemezén



3. ábra. A kupola-elem betonsablonia

7–30 cm között változik, a vízszintes húzóerő megoszlásának megfelelően. A feszítő huzalok nem közvetlen a betonfalra kerültek, hanem a kb. 60 cm-ként elhelyezett $\varnothing 10$ mm-es függőleges síkú elosztó vasakra, az ún. *szánkóvasakra* támaszkodtak. Az oldalfal elemek hajlása 1:12; mivel ez az érték kisebb, mint a vas és vas közötti *csúszósúrlódás* tényezője, azért a függőleges és vízszintes vasszalak keresztezési helyén nincs külön szükség rögzítésre. A huzalok páros elhelyezésének itt szerkezeti jelentősége van; a különálló szálak feszítése esetén ugyanis, azok gördülő mozgást is végezhetnének. Ebben az esetben a *gördülő-*

súrlódás lényegesen kisebb együttthatójával kellett volna számolni.

A huzalpárok leverésének mértéke 63 cm-re adódott, a 11 000 kg/cm² kezdeti húzófeszültségnek megfelelően.

A *belső vízzáró vakolatot* a feszítés művelete előtt kell felhordani, hogy maga a vakolat is feszített, tehát repedésmentes legyen. A *három rétegű* belső vakolat összesen 1,5 cm vastag és az egyes rétegek cementadagolása 450, 550 és 600 kg/m³.

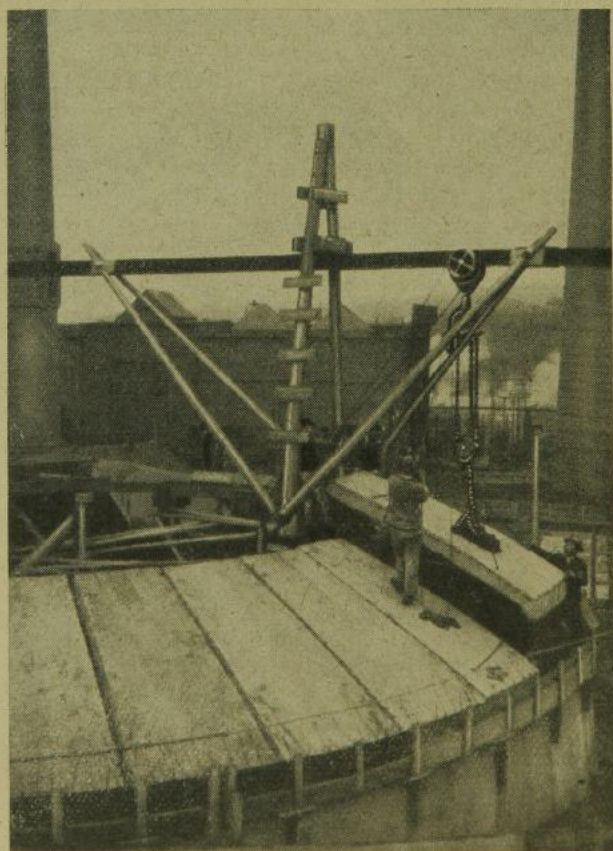
A víztartály építése

Egy új, különleges szerkezetű megoldás első hazai alkalmazása mindenképpen nehéz feladat a kivitelező részére. A komlóí víztartálynál ezt a nehézséget még növelte az a körülmény, hogy a meredek hegyoldalban épült tartályoknál a terepnehézségek és a meglévő műtárgyak miatt a teljes előregyártást a tartály fenéklemezén kellett elvégezni. A helyszűke és a terepnehézségek miatt nagyobb emelőgép alkalmazásáról is le kellett mondani. Ezeket a körülményeket figyelembe véve, az elemek szállítására és beemelésére egyszerű emelőszerkezetet kellett terveznünk és részletes organizációs terv segítségével oldottuk meg az előregyártás helyének szűk voltából származó nehézségeket.

Az előmunkálatok elvégzése és a fenéklemez elkészítése után állították fel a 3. ábrán látható



4. ábra. Az oldalfal-elem elhelyezése



5. ábra. A kupola-elem elhelyezése

egyszerű állványzatot. A könnyű állványzat kettős céllal készült. Egyrészt az előregyártott elemek megtámasztására és alátámasztására, másrészt a beemelő szerkezet köralakú futópályájául szolgált (1., 4. és 5. ábra).

A beemelő szerkezet egy 1 24-es gerendán mozgó 3 tonnás kézi futómacskából állt. Az 1 24-es gerenda egy forgócsap közvetítésével a tartály tengelyében álló, huzalokkal kimerevített acélcsövön támaszkodott, továbbá az állványzaton gördülő, faszervezetű bakon függött. A beemelő szerkezetet és alátámasztó állványzatot úgy kellett kiképezni, hogy a szűk hely ellenére a fenéklemezen végzendő előregyártást, az elemek tárolását és emelését akadály nélkül lehessen elvégezni.

Az oldalfal és kupola elemek szakítását (sablontól való leemelését), szállítását és elhelyezését az említett, körbenforgó I-gerendán mozgó futómacskás szerkezettel végezték el.

Az oldalfal és kupola elemek előregyártó sablonjai téglamaggal, cementhabares kitöltéssel és simítással készültek (2. ábra). Az oldalfal elemeknél a külső kúpfelület pontos kiképzésére és a belső vízzáró vakolat könnyebb felhordása miatt a belső felület érdességére kellett törekedni. Ezért az oldalfal elemek sablonja felülről homorú volt és az elemek külső felülete érintkezett a sablonnal. A kupola elemeknél fordított volt a helyzet, s ennek megfelelően a sablonok felülről nézve domborúak voltak.

Az elemek előregyártását télen végezték, gyakran $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál is alacsonyabb külső hőmérséklet mellett. Ennek ellenére az 5–6 főből álló előregyártó brigád a Komlói Erőműtől kapott gőz felhasználásával a gyártást folyamatosan és jó minőségben végezte. Az állványzatra függesztett, ponyvával és nádpallókkal lefedett, oldalról is körülzárt munkateret létesítettek; ezen belül a téli időjárástól védetten lehetett dolgozni.

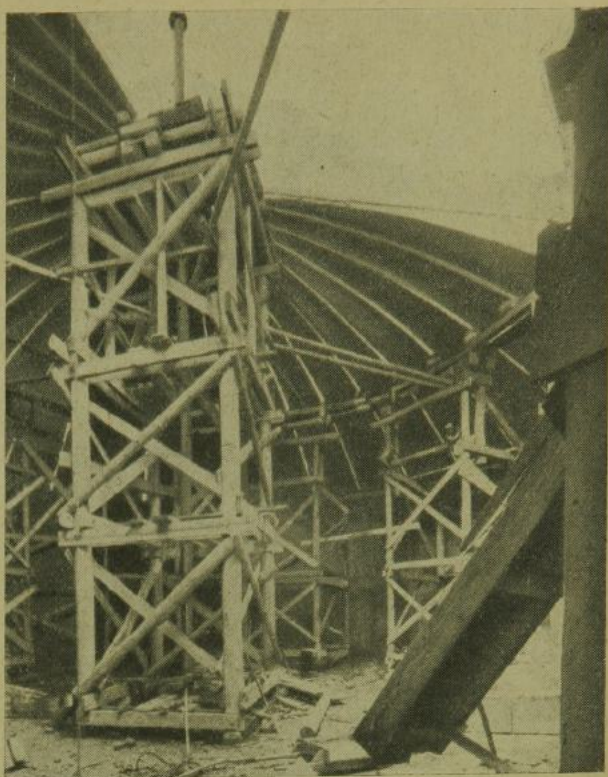
Az oldalfal és kupola elemek vasszerelése, betonozása, gőzölése, szakítása, belső szállítása és elhelyezése, elemenként átlag 24 órát vett igénybe. Jó munkamenet esetén, a szűk hely ellenére is sikerült napi 6 elemet gyártani és elhelyezni. Munkaerő és anyagihiányok miatt azonban ez az ütemezés nem volt mindig tartható. Az előregyártott elemek elhelyezését a 4–7. ábrákon láthatjuk.

Az oldalfal elemek közötti $8 \times 20\text{ cm}$ méretű hézagokat az elemek elhelyezése után két oldalról I—I szál deszkával lezárva, betonnal töltöttük ki. A B 280 minőségű beton bedolgozását kardvibrátorral végezték.

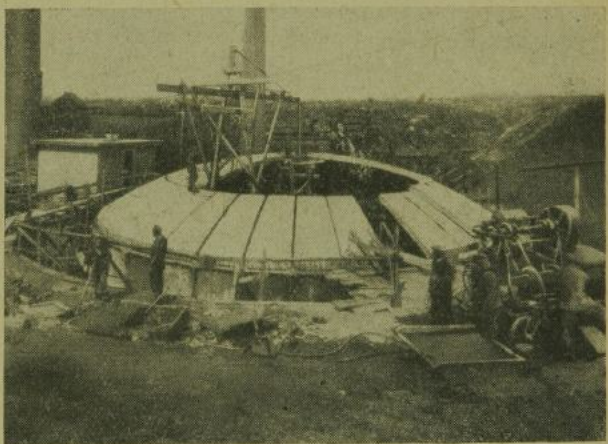
Az összes elemek elhelyezése után kb. egyidejűleg történt a kupola csatlakozó hézagainak a kibetonozása, a kupolagyűrű helyszíni betonozása és a belső vízzáró vakolat felhordása (8. ábra).

Ezután következett a kupola tetejére helyezett csévéző dob segítségével a kupolagyűrű feszítőhuzalainak felcsévélése, majd a feszítése, amit a harántfeszítés módszerével oldottunk meg (9. ábra).

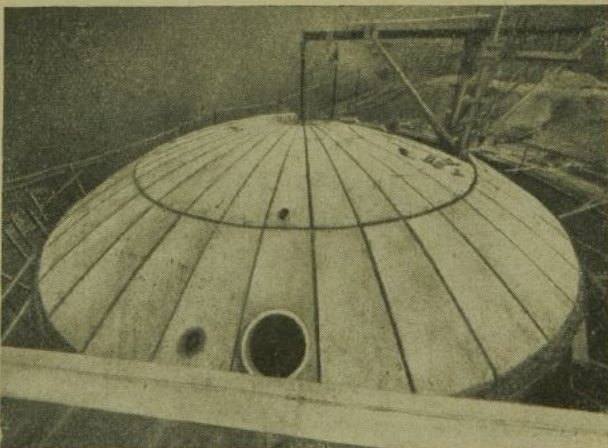
Az oldalfal feszítő huzalainak felcsévélését ugyancsak az előbb említett csévéző dob segítségével, kézi erővel végezték. A feszítési művelet



6. ábra. A medence képe belülről, az építés alatt.



7. ábra. A medence képe kívülről, az építés alatt



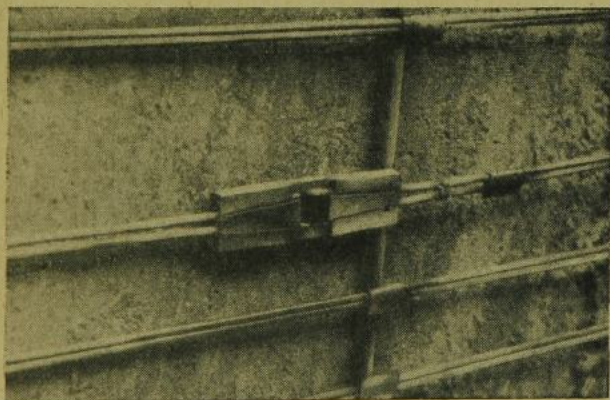
8. ábra. A kupola képe, a hézagok betonozása előtt



9. ábra. A kupola-gyűrű, a harántirányban feszített kábelekkal



10. Feszítés, a csonkakúp alakú oldalfalra tekercselt huzalok leverésével. A huzal útját a kezuijak mutatják



11. ábra. Az oldalfalra tekercselt huzalok toldása acél ékpárral



12. ábra. A befejezés előtt álló tartály belső képe

egyszerű volt, mert a feszítést az ún. szánkóvasakra helyezett kábelpárok lejjebb verésével oldottuk meg (10. ábra). A szánkóvasak a huzalpárok találkozási helyein a huzalpárra helyezett keményfa éket kalapáccsal ütögetve, több lépcsőben, összesen 63 cm-rel kellett a huzalokat lejjebb tolni. A 63 cm távolság elég nagy ahhoz, hogy az elmozdítás mértékét egyszerű hossz-méréssel aránylag pontosan ellenőrizhessük. Így a kezdeti feszítőerő ingadozását kis határok közé lehetett szorítani.

A huzalok csévélése a kúpolagyűrűnél 2 napot, az oldalfalaknál pedig 3 napot vett igénybe. Az 5—6 főből álló feszítőbrigád a kúpolagyűrűt 1 nap alatt, az oldalfalat pedig 2,5 nap alatt feszítette meg. Tehát a tartály teljes feszítését a létszámú és aránylag kis gyakorlatú brigád 8,5 nap alatt hajtotta végre.

A huzalpárok toldását acél ékpárok segítségével oldottuk meg (11. ábra). Az 50 kg súlyú huzaltekercekből kb. 300 m hosszú huzalok vannak. A huzalok spirális vonalvezetése miatt, a vízszintes gyűrűvasalástól eltérően, nem kell minden sorban toldani a huzalokat és így a toldási helyek aránylag távol esnek egymástól. Megtörtént munka közben, hogy anyaghiba miatt a toldó ékpár acéllemeze meggömbült, a huzal megcsúszott és a feszítési műveletet meg kellett ismételni. Értesülésünk szerint a Hoyer-rendszerű feszítőrendszer alkalmazásával kapcsolatban az előregyártó üzemünkben is előfordul a lehorogonyzó ék acéllemezeének hasonló hibája. Az említett hiba a medence feszítését és a tartályépítés befejezését néhány nappal késleltette. Azonban előírt minőségű acélékpárokat alkalmazva és a selejtes toldóelemeket kicserélve, sikerült a feszítést tervszerűen megoldani. A huzalok feszültségét a Szikszai-féle feszültségmérővel folyamatosan ellenőriztük.

A befejezés előtt álló tartály képeit a 12—13. ábrán láthatjuk.

A feszítés befejezése után üzemi próbát tartottunk; ehhez a tartályt 24 óra alatt vízzel töltöttük fel. Annak ellenére, hogy az oldalfal elemek lemezvastagsága csak 8 cm, a 2 hétig tartó üzemi próba alatt, de azután is, a tartály teljesen vízzárónak bizonyult és még vízfoltokat sem észleltek.

Az üzemi próba után, az oldalfal külső feszítő huzalait 2,5 cm összvastagságú, háromrétegű cementsimítás felhordásával védtük meg a korrózió ellen.

Az első hazai előregyártott, feszítettbeton víztartályunk, jelenleg már üzemben van. (14. ábra)

Gazdasági kiértékelés

Külföldön és hazánkban is sokat vitatott kérdés a feszítettbeton szerkezetek gazdaságossága. A feszítőberendezések és feszítési művelet többköltsége, különösen a kisebb szerkezeteknél, gyakran felemészti a beton- és acélmegtakarítás értékét. A pontos összehasonlítás azért nehéz, mert a vasbeton és feszítettbeton alternatív megoldások teljes tervdokumentációja és pontos

költségvetése szükséges ahhoz, hogy az összes anyagok, munkák és mellékköltségek figyelembevételével megbízható számértékeket kapjunk.

Folyadéktartályoknál azonban ezt az összehasonlítást már el tudtuk végezni, mert rendelkezésünkre állt a MÉLYÉPTERV által tervezett 3 db. alternatív megoldás teljes tervdokumentá-

ciója és költségvetése. Az adatok 3 különböző megoldásban: *monolit vasbeton*, *monolit feszítettbeton* és *előregyártott feszítettbeton* szerkezettel épített, 1200 m³-es kivitelezett tartályokra vonatkoznak. A medencék anyagszükségletei, kiviteli költségei az alábbi táblázat alapján hasonlíthatók össze:

Az 1200 m³-es folyadéktartályok anyagszükségletéről és kiviteli költségéről

Tartály típusa	B 280 (m ³)	Betonacél (kg) 50.35 B.	Feszítőhuzal (kg) KB 130.150	Zsaluzat (m ³)	Állványzat (m ³)	Kiviteli költség (Ft/víz m ³)
Monolit vasbeton	200	24 000	—	23	76	340
Monolit feszítettbeton	120	8 600	800	23	76	340
Előregyártott feszítettbeton	132	9 200	800	5	23	270

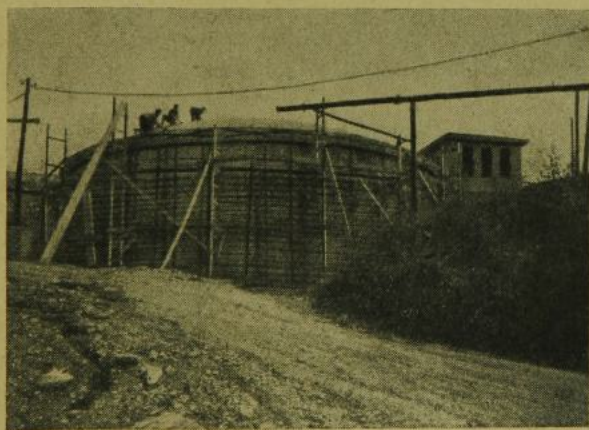
A táblázat adatai szerint az 1200 m³-es folyadéktartályoknál a feszítettbeton alkalmazása csak akkor jelent költségsökkentést, ha a feszítést az előregyártással kombinálva alkalmazzuk. Ebben az esetben a jelentős beton, acél, továbbá állvány- és zsaluzóanyag megtakarításon felül még 30%-os költségsökkentést is el lehet érni.

A közölt táblázat adatai csak az 1200 m³-es folyadéktartályok alternatív megoldásaira vonatkoznak. Várható azonban, hogy 1200 m³-nél nagyobb tartályoknál a százalékos költségmegtakarítás nagyobb lesz, viszont kisebb tartályoknál a megtakarítás mértéke csökkenni fog.

A MÉLYÉPTERV 1956. évben több 5000 m³-es előregyártott feszítettbeton víztartályt tervezett az előzőekben ismertetett rendszer alkalmazásával és továbbfejlesztésével. E nagyobb tartályok összehasonlító költségadatai még nem



14. ábra A víztartály képe az építés befejezése után



13. ábra. A víztartály megfeszítve, a külső védővakolat felhordása előtt

állnak rendelkezésünkre, azonban megépülésük után a feszítettbeton folyadéktartályok gazdasági vizsgálatát tovább lehet folytatni.

*

A kivitelezési munkát az É. M. Komlói 49. sz. Építőipari Vállalat végezte.

A terveket a MÉLYÉPTERV dolgozói készítették a szerzők irányítása mellett. A víztartály felelős tervezője Thoma József mérnök volt. A feszítés és előregyártás helyszíni művezetését a tervező vállalat részéről Telekesi Emil végezte.

Sokszintes lakóépületek korszerű előregyártása

(Tervpályázat ismertetése)

RUZICKA BÉLA

Az előregyártás létjogosultságát, szükségességét több évtizedes külföldi tapasztalat igazolja. Ipari építményeinknél kiforrott előregyártási rendszerekkel rendelkezünk, összehasonlítható műszaki gazdasági mutatóink vannak, melyek az előregyártás előnyeiről tanúskodnak.

Lakóépületek előregyártása terén még sok pótolni való van, nem rendelkezünk kellő számú kísérlettel, nincsenek megfelelő, új anyagokat gyártó üzemek, nem alakultak ki az előregyártott szerkezetű lakóháztervezés irányelvei. A lakóépületek előregyártása kihat az alaprajzi felfogásra, az architektúra kialakítására, a szükséges gépészeti installáció korszerű építésére. Külföldi példák azt bizonyítják, hogy nem foglalkozhatunk a szakági tervezésekkel elszigetelten, figyelembe kell vennünk a gyártás, szállítás, összeszerelés kérdését is. Oly tervezési metodikára van szükség, mely az új építési mód szerteágazó kérdésével együttesen foglalkozik, csakis a komplexen megtervezett épület viheti előre az új építési technika fejlesztését. Ezért az Építésügyi Minisztérium helyesen, nem meghatározott alaprajzi kialakításra kért szerkezeti, gépész, organizációs megoldást, hanem szabad kezett adott a tervező kollektíváknak a teljes épület megtervezésére, egy nyolcszintes, teljesen előregyártott lakóépület felépítésére kívánt javaslatokat beszerezni.

A tervpályázat célja volt a Csepelen felállítandó Könnyű Betongyár gyártmányainak kialakítására, az anyag helyes alkalmazására és ezen üzemből készült elemek felhasználásával készített lakóépület célszerű szerkezeti megoldása.

A terveknek maximálisan lehetővé kellett tenniük az épületszerkezetek és felszerelő szerkezetek üzemi előregyártott megoldását.

A korszerű lakóház-előregyártás megkívánja a felszerelő és befejező szerkezetek munkafázisainak és időszükségletének az építkezés helyén történő, minimumra való csökkentését. Döntő szempont ezért a munkaigényes folyamatok megszüntetése az építkezés helyén, kívánatos ezen munkálatok üzemből való bevétele és központos elvégzése.

A tervpályázati felhívás kikötötte, hogy a lakások elrendezése a helyiségek kialakítása és felszerelése általában az érvényben levő tervezési irányelvek előírásai szerint történjék. Ez a megkötés szerintem nem volt helyes, ugyanis nem valószínű, hogy a hagyományos téglalapítási mód során kialakított lakás-irányelvek a nagyüzemi lakástermelés szempontjait kielégítik. Külföldi példák szerint az üzemi előregyártás racionális megszervezése feltétlenül egyszerűbb lakásbeosztást kíván. A mai lakásnormák szigorú betartása mellett csak nehezen vihető keresztül a nagyméretű fal- és födémelem gyártása. Ezzel a szemponttal

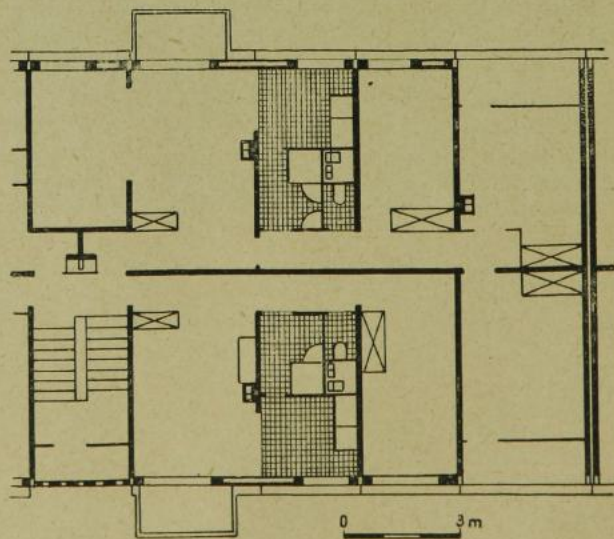
számolnunk kell az új technika bevezetésénél és a komplex tervezés részére szabad kezett kell biztosítani. Lehetőséget kell adni arra, hogy a kialakítandó új lakástípusok — figyelembevéve a lakás használati és helyszükségleti igényeit — ki tudják elégíteni a nagyüzemi gyártás követelményeit is. Ezt a törekvést tükrözik a külföldi példák is (1. ábra).

Az épület valamennyi elemét, függőleges és vízszintes teherhordó szerkezetét, azonkívül lépcső, tető, erkélyek stb. előregyártására alkalmas módon kell megoldani. Megoldandó feladat volt a válaszfalak racionális előregyártott megoldása, melyek a jelenlegi módon történő helyszíni falazás esetén erősen munkaigényesek és a befejező munkálatok elhúzódsához vezetnek.

Az elemek kialakításánál törekedni kellett az elemféleségek számának csökkentésére, összeszerelés szempontjából pedig a csomópontok egyszerű, biztonságos és kevés munkaigényességgel kialakítására. Kívánatos volna az elemekkel együtt készített homlokzat kiképzés, általában törekedni kellett az elemek komplex megtervezésére és a helyszíni munka csökkentésére.

I. Választható anyagok

Fejlett iparú országokban legkülönbözőbb anyagokkal találkozunk, melyek a panelépítés igényeit jól kielégítik. A hazai ipar az utolsó évekig nem rendelkezett olyan könnyű anyaggal, mely az előregyártott lakásépítésben felhasználható lenne. 1949-ben kezdődött a kutató munka, melynek hivatása volt a belföldi, olcsó alapanyagból előállítható, könnyű építési anyag kikísérletezése. Jelenleg két üzem gyárt kísérleti jelleggel ipari méretű elemeket: a Parafakőgyár autoklávolt gázszilikátot, a Fogarasi úti üzem gőzölt habszilikátot. A tervezett csepeli üzem is ezen két



1. ábra. Franciaországi példa: panelszerkezetű lakház

anyag egyikét fogja előállítani. A tervezés során ezen anyagok szilárdsági és hőtechnikai adatainak középértékével kellett számolni:

térfogat súlya	800 kg/m ³
kockaszilárdsága	25 kg/cm ²
húzószilárdsága	2 kg/cm ²
hőszigetelési tényező	0,27
fajhő	0,21 kcal/kg

Az új anyag célszerűen vasbeton peremezés-sel, merevítő, osztó bordákkal ellátva alkalmas fal- és födémpanelek kialakítására. A tervezés során olyan kombinációval kell megtervezni az új szerkezetet, hogy megőrizze a téglafal előnyös hőtechnikai tulajdonságait, tehát hőtároló képessége legalább 25 cm vtg. tömörtéglával, hőátbocsátási tényezője pedig 38 cm vtg. tömör fallal legyen egyenértékű. A hőhidakat páralecsapódás elkerülése érdekében ki kell küszöbölni. Az új anyag, mivel nem égetett agyagtermék, eléggé pára- és gőzáteresztő, az áthatoló gőz a falszerkezetben lecsapódhat. Ezért védőrétegről gondoskodni kell, úgy azonban, hogy a falszerkezet természetes lélekzését ne akadályozza meg.

Ez a követelmény elméletileg megoldott és a kísérleti építkezések során beépítésre is került. Azonban több évi használat fogja bebizonyítani, hogy az alkalmazott egyrétegű, 20–30 cm vastagságú, külső felületén vasbeton kéreggel ellátott, belső felületén vakolt panelszerkezet a fenti hőtechnikai követelményeknek megfelelő-e.

II. A szerkezeti rendszer kiválasztása megkötöttség nélkül történhetett. A tervező által kiválasztott rendszer azonban, a legtöbb esetben, erősen megszabja az építész és gépésztervezés irányát, korlátozza a lakóhelyiségek méretét és alakját, determinálja a homlokzat megjelenését. Figyelembe kellett venni az egyes szerkezeti elem gyári előállítás lehetőségét, mely szerint egy darabban gyártható könnyű beton-elem súlya 500 kg-nál súlyosabb, 30 cm-nél vastagabb és egyik irányban 1,75 m-nél hosszabb nem lehet. Az egy darabban összeszerelt szerkezeti elem súlya max. 2,5 t, mely felső súlyhatárt a jelenlegi emelő gépeink és szállító eszközeink kapacitása korlátoz. A szerkezeti váz ezen belül vasbeton és könnyűbeton felhasználásával tetszőlegesen kialakítható. Döntő szempont a felépítési, összeszerelési technológia egyszerűsége, ez az igény azonban csak abban az értelemben lehet helyes, ha a felépítés, egyszerűsége mellett nem részleges, tehát nem egyes építési szakaszra, (pl. teherhordó váz) korlátozódik, amit a térelhatároló szerkezetek és befejező munkálatok lassú és hosszantartó művelete követ. Meg kell változtatni a befejező munkák eddigi módszerét, melyek az építési időt az épület tető alá hozása után még nagymértékben megnövelik. (Külső-belső falburkolatok, nyílászáró szerkezetek elhelyezése, installációs vezetékek szerelése stb.).

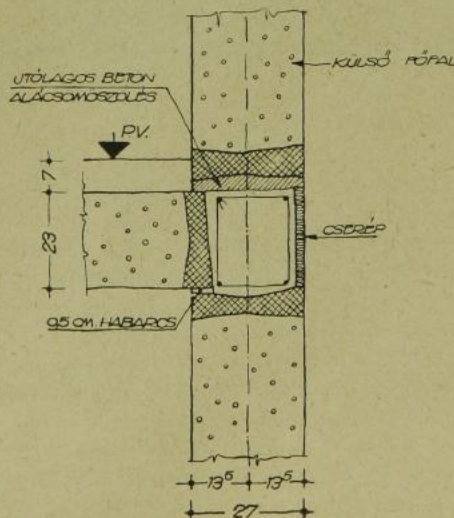
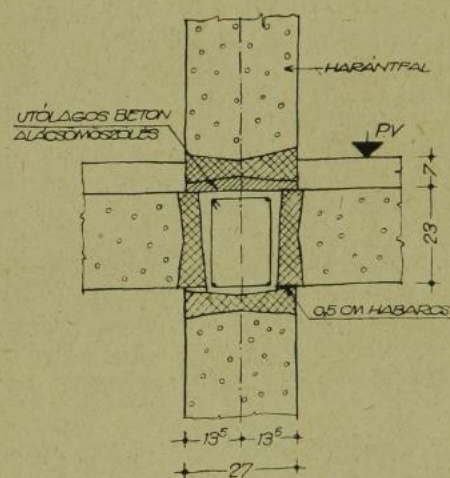
A helyes szerkezeti megválasztás biztosítja az előregyártott épület térbeli merevségét. A függőleges és vízszintes teherhordó elemeknek kellő együttműködése elégíti ki ezt a feltételt.

A tervpályázat anyagából az alábbi 4 főbb szerkezeti rendszert emelhetjük ki:

1. teherhordó paneles
 - a) Fogarasi úti haránt paneles
 - b) hosszirányú paneles
 - c) hossz- és harántpanel kombinációja
2. pillérváz, kitöltő paneles,
3. teherhordó paneles és pillérváz kombináció,
4. „dobozos” szerkezeti rendszer.

1. A teherhordó paneles megoldások a Fogarasi úti kísérleti építkezés tapasztalatait veszik át (lásd Magyar Építőipar 1956. 3. sz.) esetleg fejlesztik. Ezen felfogás a hazánkban létesített kísérleti üzemek technológiájából indul ki, mely szerint a rendelkezésünkre álló könnyű anyagok lapszerű gyártással készülnek, a födém és falpanelek előállítása azonos. Tekintettel arra, hogy a külső határoló szerkezet, a helyiségek és lakások elválasztó falai is panelek lehetnek, a falpanel méreteinek statikailag helyes megválasztásával alkalmasak az épület terheinek hordására, helyes

FOGARASI ÚTI KÍSÉRLETI ÉPÜLET



2/a. ábra. A Fogarasi-úti kísérleti épület szerkezeti részletei

csomóponti kialakítás esetén a szélérő felvételére, tehát külön teherbíró váz építése feleslegessé válik.

A vertikális terhelő erők vonal mentén adódnak át, a külső határoló falak és a lakáson belüli válaszfalak nagyrésze szerkezeti teherhordó szerepet kap. A Fogarasi úti 3 emeletes kísérleti épületnél a harántfal panelekben kitöltő elem teherviselésben nem vett részt, csupán a vasbeton bordák kimerevítését biztosította, az erők felvételét vasbeton peremezés látta el. (2. ábra.) Nyolcszintes épületnél ezen kisméretű vasbeton keretek az erők teljes felvételére nem elégségesek, felvetődik a kérdés, mennyiben lehetne a kitöltő könnyű anyagot is erők felvételére igénybe venni. Tisztázandó kérdés a vasbeton és kitöltő anyag együttdolgozása, ez a feladat laboratóriumi kísérleteket igényel.

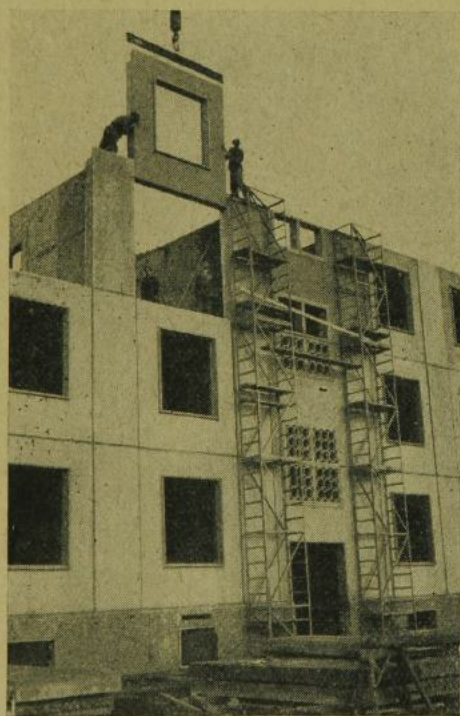
A Fogarasi úti épület háromemeletes, harántszerkezetű rendszer, a teherhordó panelfalak ritmikusan 3,70 illetve 4,20 tengelytávolságban helyezkednek el. A födémpanelek az épület hossz-

tengelyével parallel futnak. Ezen kísérlet variációjaként elképzelhető hosszfőfalas szerkezeti rendszer, (1. 22. sz. tervet) sőt, a kettő kombinációja, (1. 15. sz. tervet) amikor a hossz- és haránt teherviselő falpanelekre 4 oldalon felfekvő, szobanagyságú födémpanelek kerülnek beépítésre. Ebben az esetben a statikai erőjáték a legkedvezőbbben biztosítja a hossz- és keresztirányú merevséget, lehetőséget ad a födémpanelek gerendarácsszerű vasalására és gazdaságos kivitelére. Az összeépített, térbelileg háromirányú épületelemek helyes csomóponti kialakítás esetén összefüggő monolit rendszert alkotnak. A szobanagyságú elemek beépítése lehetővé teszi a befejező munkálatok gyors szerelését, az eddig csupán térlezárást képviselő válaszfalaknak szerkezeti kialakításával a másodrendű (nem teherviselő) válaszfalak száma minimumra csökkenthető.

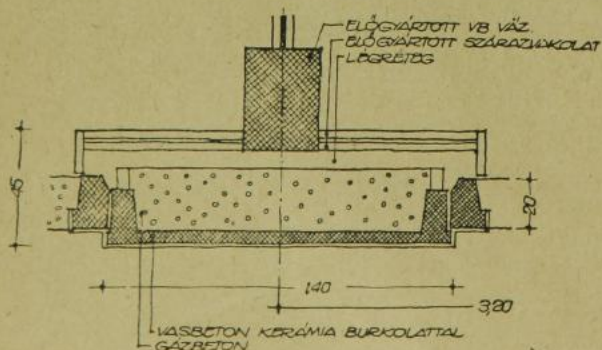
A felhasznált építési anyag mennyiségi vizsgálatánál azonban fel kell vetnünk a jogos kérdést: helyes-e a lakáson belüli helyiségválasztó falak viszonylag vastag, anyagigényes kiképzése nyolc szinten keresztül, nem gazdaságosabb-e a teherhordó pillérváz, kitöltő 6—10 cm vastagságú válaszfalakkal. A kérdés eldöntésére nem egyszerű anyagkalkuláció, összefüggésében kell vizsgálnunk az összetevő komponenseket, melyekre később visszatérünk.

2. *Pillérvázazás*, kitöltő paneles rendszer hazai kísérleteként tekinthetjük a Gubacsi úti K. 1. épületet (lásd Magyar Építőipar 1954. 12. szám, 525. oldal), melynél a függőleges teherhordó elemek pontra koncentrálnak adják át a terhelést.

Külföldön számos példát látunk pillérvázazás rendszerben, elsősorban vasszerkezettel, mely anyag a kapcsolatok kialakítása szempontjából tökéletesen megfelel. A Szovjetunióban vasbeton pillérvázakat alkalmaznak, hegesztett csomóponti kivitelben. Ezen rendszernek előnye az, hogy a váz felépíthető a térlezáró, határoló szerkezet elkészítése nélkül is, a befejező munkálatok későbbi időpontra halaszthatók. Hátránya: külön technológiát igényel a teherhordó váz és a kitöltő paneleszerkezet. A pilléreknek, gerendáknak térbeli merev keretként kell működniök, melyeknek a vízszintes erőhatásokkal szemben válaszfalak nélkül is teljes stabilitást kell biztosítaniok. A falelemek teherviselésben nem vesznek részt. Sok problémát okoz a kétfajta szerkezeti elem repedésmentes összeszerelése (lásd 3. ábra). Létjogosultsága csak abban az esetben lehet, ha a panelelemek oly könnyűek, hogy azok szerelése kézi erővel elképzelhető, anyaguknál fogva karsú méretük mellett is biztosítani tudják a szükséges hő-, hang- és nedvességvédelmet, megfelelnek a korszerű szigetelési követelményeknek. Helyes a pillérvázazás kialakítás sokszintes 8—10 emeletes, vagy ennél magasabb toronyépületek esetén. Jelen pályázat nyolcszintes, mely a határon mozog, vitatható, hogy mely szerkezet követendő. Nem látszik helyénvalónak az a törekvés, melynél a teherviselő vasbetonváz mellett nehézkes, méreteiben teherviselő szerkezetre emlékeztető, határoló falak létesülnének, ez feltétlenül a szerkezet túlméretezésére vezetne.



2/b. ábra. A Fogarasi úti kísérleti építkezés



3. ábra. Peszcsanaja utcai kísérleti építkezés szerkezeti részlete

3. A pillérváz és teherviselő paneles megoldás kombinációja szerint a külső határoló falak — melyek hőtechnikai okokból meglehetősen vastag méretekben kell készüljenek — teherviselő szerepet kapnak. A belső váz vasbeton pilléres rendszerben készül, válaszfalszerű térelzárásokkal. Ebben az esetben az épület merevségét a belső vasbetonváz adja, a külső határoló panelek ingaoszlopként vesznek részt a teherviselésben. Ez a szerkezeti felfogás elvben logikus, a teherviselő váz gyorsan felépíthető, hátránya az inhomogén szerkezeti elemek alkalmazása, különböző anyagok eltérő zsugorodási hajlandósága, mely nyolc szint esetében nem hanyagolható el. Az egymástól eltérő, külső és belső szerkezeti rendszer különböző csomóponti megoldásokat is követel (l. 18. és 4. sz. tervek).

4. A szerkezeti rendszerek utolsó példajaként bemutatjuk az ún. „dobozos” kialakítást. Ez elsősorban az elemek gyors felállítására, az elemkötések egyszerű megoldására törekszik. Kétségtelen a térbeli szerkezeti egység nem igényel ideiglenes kitámasztást, a csomóponti kialakítás is egyszerűen megoldhatónak látszik. Hátránya a térbeli gyártás igénye, mely a jelenlegi lapgyártási technológia mellett nehezen képzelhető el (l. 17. sz. terv).

III. Csomóponti kialakítás, elemek kötése

Az egyes szerkezeti elemek csatlakozása, végződésük kialakítása, összeszerelése és a helyes csomóponti megoldás sarkalatos része az előregyártott lakóépületek tervezésének. Amíg az ipari szerkezetek előregyártásánál az elmúlt 5—6 év alatt mondhatni szabványosításra alkalmas kötési rendszerek alakultak ki, addig a lakóház építésénél ez a kérdés ma is vitatott. Nehezíti a problémát elsősorban az a tény, hogy a lakóépület légm³-ére vonatkoztatva a csomópontok száma megsokszorozódik az ipari építményekhez viszonyítva. A Harmat utcai 6 emeletes középső váznál (lásd Magyar Építőipar 1955. 10. szám) a vasbeton pillérekből túlnyúló vasalást alkalmaztak, melyet emeletenként a helyszínen gallérszerűen kibetonoztak. Ez a rendszer kétségkívül hátrányos az elemgyártás részére, de hátrányos a helyszíni összeszerelésnél is munkaigényessége miatt. Valószínű, hogy ez a kapcsolási mód tömeges építésre nem alkalmas.

A Gubacsi úti K. 1. épületnél csavaros kapcsolat készült, (lásd Magyar Építőipar 1954. 12. sz.) szögvashevederes toldással. A csavarozás anyag-szerűségét csakis vasalátétekkel, vasnak vashoz való illesztésével érhetjük el. Helytelennek kell minősíteni azon törekvéseket, melyek betonelemeket kívánnak betonelemhez csavarolni, elkerülhetetlen a helyi feszültségek fokozott növekedése, ami a beton roncsolódásához vezet (l. 4. sz. terv).

A Szovjetunióban bevált a hegesztéses elemkapcsolás, ennek feltétele, hogy a betonelemek megfelelően bebetonozott idomvasakkal végződjenek, melyek hegesztése gyors összeszerelést biztosít. Valószínű, hogy a távlati perspektíva, legalább is pillérváz szerkezeteknél, ezen kapcsolási mód felé mutat.

Teherbíró paneles rendszer esetén a Fogarasi úton ún. cementhabarcs alácsömösölés készült, mely biztosította a panelelemek egyenletes felfekvését. Biztonságos tömitést adott az elemek csatlakozásánál az időjárási behatásokkal szemben. Paneleszerkezet esetén az alácsömösölés anyagszerűnek látszik, kellő méretű vasbeton koszorú kialakítása esetén az épület merevsége biztosítható (l. 15. sz. terv).

Helytelenek azok a kapcsolatok — elsősorban vasbetonváz megoldásoknál kerültek javaslatba —, melyek a vasbeton elemeket fakonstrukciókra emlékeztető csapos kialakítással kívánják kapcsolni (l. 18. sz. terv). Ez a megoldás anyagszerűtlen, ellentmond a vasbeton jellegének és nem nyújt kellő statikai biztonságot.

Az építőipar jelen helyzetében a minimumra korlátozott nedves kapcsolást kell előtérbe helyeznünk, mint az épület térbeli merevségét biztosító olyan megoldást, mely ha némileg késlelteti is az építés ütemét, de az előregyártott épület szerkezetének monolit jelleget biztosít, védi az épületet az esetleges káros behatásoktól, megakadályozza az elemek mozgását, ami csatlakozások helyén kellemetlen repedéseket okozhat (l. 9., 22., 15. sz. tervet).

IV. Gyártás és organizáció

A tervpályázati kiírás nem tartalmaz utalást arra vonatkozóan, hogy a létesítendő új panelüzem milyen technológiával fogja gyártmányait előállítani. Az eddigi kísérleti épületek elemeinek gyártásánál alkalmazott öntött sík eljárás egyszerűnek látszik, a pályázók zömmel ilyen szerkezetet javasolnak.

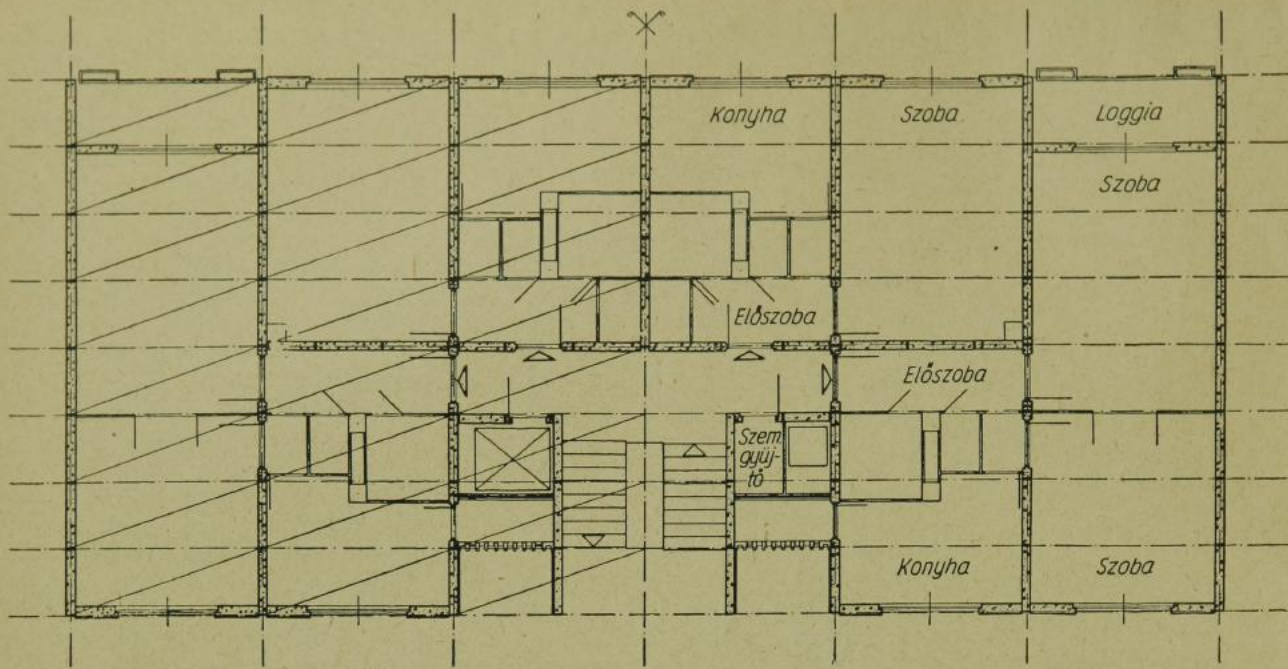
Az előállító üzem technológiája lehetőség szerint egyrétegű panel gyártását igényli, a többretegben esetleg légrésszel, vagy cellákkal ellátott panelek készítése (l. 18. sz. tervet) nehézkes. A rendelkezésünkre álló új könnyű anyag csakis vasbeton peremezéssel szállítható és kezelhető, ezért kerülni kellett a túlnyúló, rendszerint hőszigetelési igényt kielégítő habszilikát anyagú „füleket” (l. 22. sz. terv), melyek letöredeznek, helyszíni pótlásuk úgyszólván lehetetlen és csakis takarélem felhordásával adhatnak esztétikailag elfogadható architektúrát (Gubacsi út).

Térbeli elemek gyártása, azok költséges technológiája miatt nem jöhet számításba, így a dobozos rendszerű, vagy tört elemeket igénylő előregyártás bevezetését sok előnye ellenére sem javasolhatjuk (l. 2. és 17. sz. tervek).

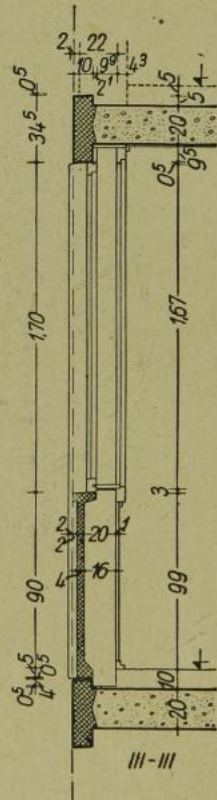
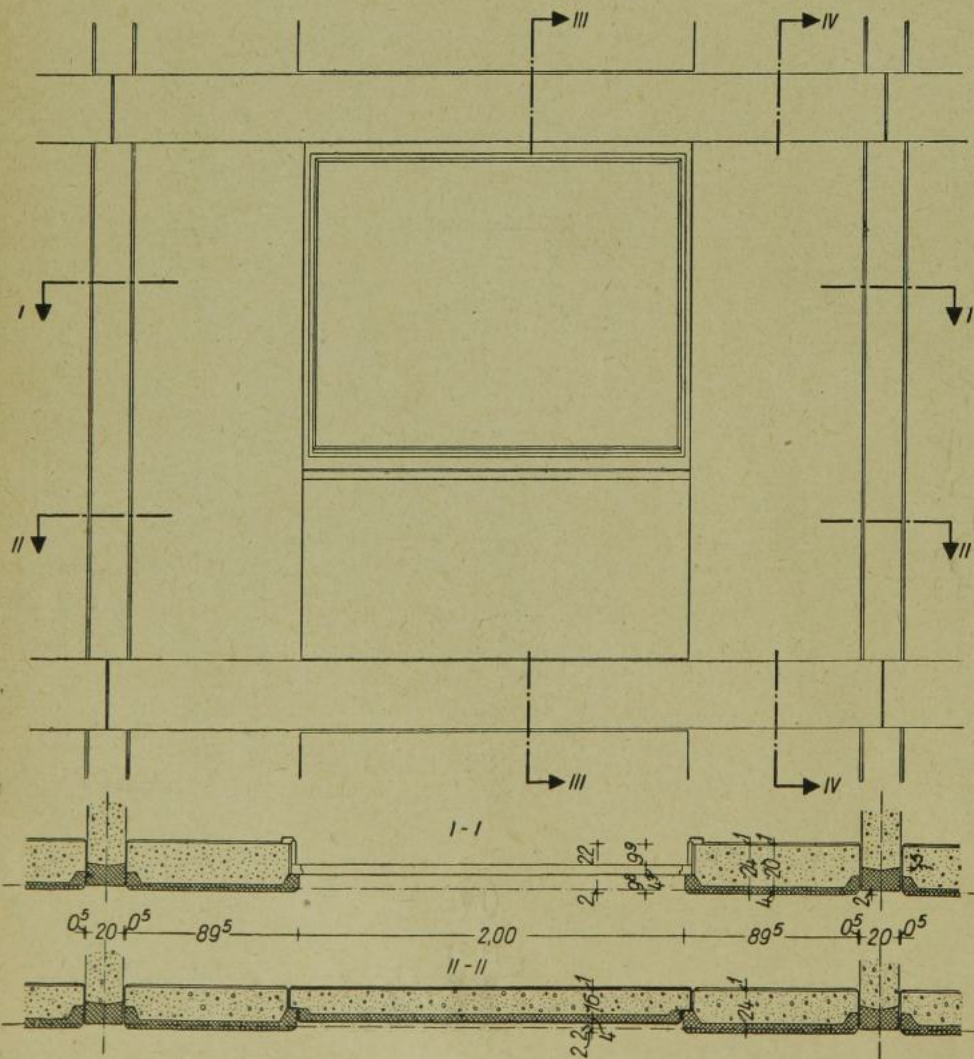
A bíráló bizottság véleménye szerint zártkeretek gyártása elemgyárban könnyen elképzelhető (l. 4. és 18. sz. tervek).

A helyes gyártási és helyszíni organizáció megkívánja, hogy az elemek közel azonos súlyúak legyenek, az emelőgépek kapacitását (2,5 tonna) jól kihasználják. Ezt az elvet sok pályázó nem tartotta be és igen nagy súlydifferenciával alakították ki elemeiket (l. 13. sz. terv).

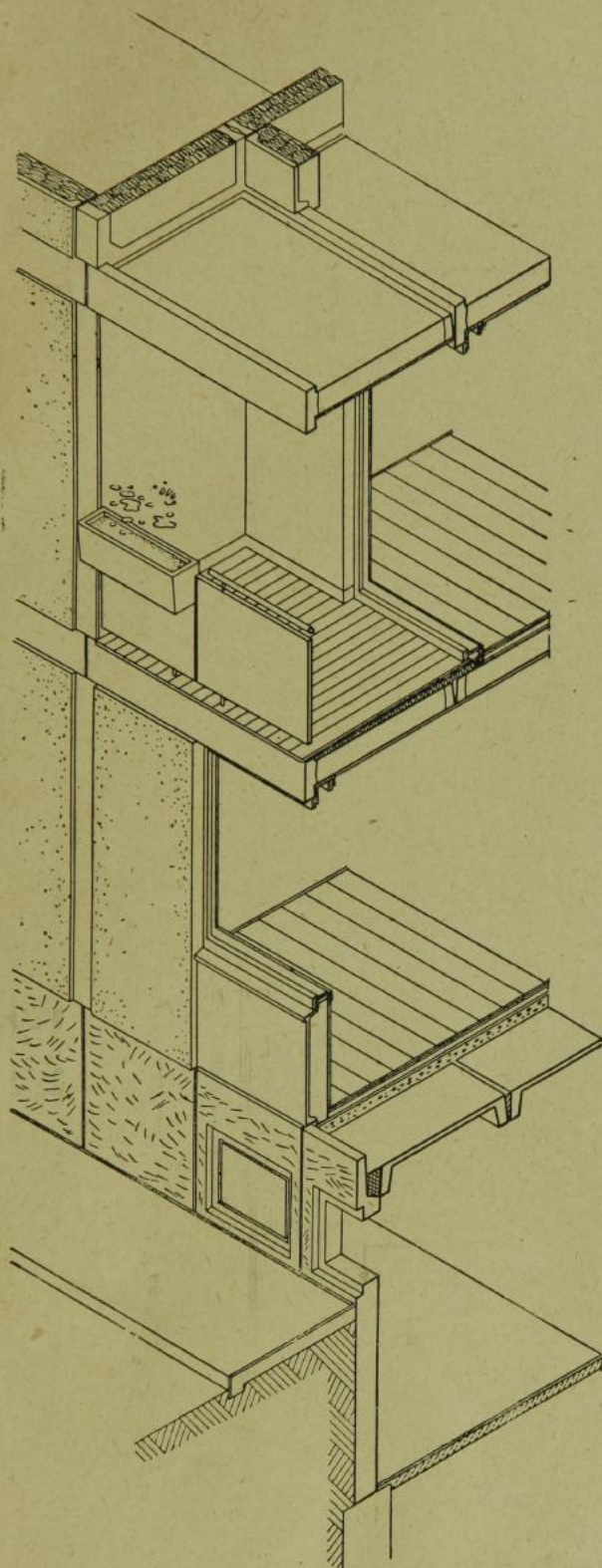
Födémpanelek alul-felül sík kialakítására törekedtek a pályázók, mely igény nemcsak panel szerkezeti épületeknél lép fel, hanem a hagyomá-



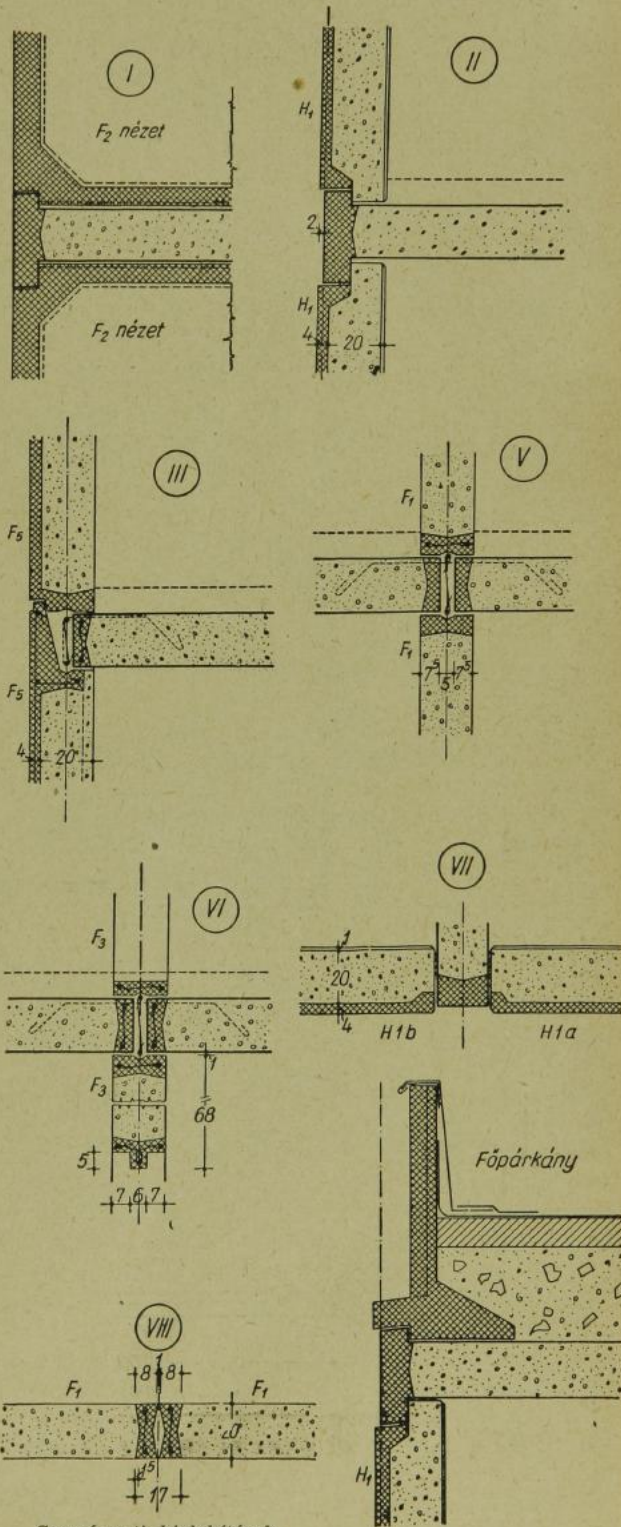
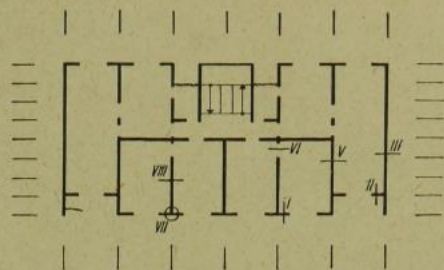
Alaprajz



Külső falpanel részletei



4/a. ábra. 9. sz. terv.
Axonometrikus rajz a homlokzati szerkezetről



Csomóponti kialakítások

nyos technikával épített jelenlegi építkezéseknek is fontos szempont.

A Fogarasi úti kísérleti épület tanulsága szerint a szerkezeti váz kb. 3 hét alatt összeszerelhető volt, ugyanakkor a befejező munkálatok, elsősorban a válaszfalak építése, belső vakolás stb. több hónapig elhúzódtak. Ennek egyik oka az, hogy a toronydaru kapacitását a befejező munkálatoknál nem lehet kihasználni, válaszfalakok, habarcs stb. szállítása az elkészült váz után csak az ablakon át történő szállítással bonyolítható le. Ezért helyeselnünk kell azt a törekvést, mely szerint a válaszfalakat lehetőség szerint teherviselő jelleggel kell kialakítani, nagy panelként kell megtervezni, annak ellenére, hogy ezen falak többletanyag felhasználást jelentenek a jelenlegi technikához viszonyítva. A komplex építés ütemének meggyorsítása kifizetődőnek látszik a többlet panelmennyiség felhasználás ellenére is.

A panelépítésű lakóháztervezés néhány problémájának felvetése után bemutatjuk a pályázat azon terveit, melyek képviselik a különböző szerkezeti rendszereknek megfelelő jellemző törekvéseket.

Az ismertetésre kerülő tervekhez általános keresztmetszeti rajzokat nem mellékelünk, minden terv pince, földszint + 6 emelet magassággal készült, a tervek megérthetőek az általános emelet és jellemző csomópontjainak ismeretében is.

A tervekhez nem mellékeljük a lépcsőszerkezet, erkély, főpárkány megoldásokat, melyek a javaslatok lényegét nem képezik.

A tisztán teherbíró panelvázak tervek közül alábbiakban ismertetjük a 9., a 22. és a 15. sz. terveket.

A 9. sz. terv szerzői a Fogarasi úti kísérleti épület tapasztalataiból indultak el. Szerkezetük 4 m tengelytávolságban kiosztott harántváz, melyre az épület hossztengelyével párhuzamosan kerülnek a födémpanelek. A homlokzati falpanelek nem teherviselők, A fal- és födémpanelek kiosztása tiszta szerkezeti rendszert eredményez. Az elemek mérete, kialakítása, peremezése és bordázata lényeges változást nem ad a Fogarasi úti kísérlethez viszonyítva. A panelek vastagsági méretét csökkentik, aminek következtében az összeszerelési csomópontok általában hibásnak mondhatók. Keskeny, kisméretű koszorúk alkalmazása nyolcszintes épület esetében nem megnyugtató. Helytelen csomóponti kiképzés a falpanel tetejére habarcsba fektetett födémpanel, melyre ugyancsak habarcssterítésen falelem fekszik fel. A habarcssterítésen felülő nagyméretű elemek teherátadása bizonytalan. Nem helyeselhető a homlokzati megoldás, melynél az ablakokat nem előregyártottan helyezik a panelekbe, hanem utólagosan, az épületen. Ezen kialakításhoz egyetlen ablakos panel helyett 4 elemre van szükség, ami a helyszíni befejező munkálatokat növeli. A Fogarasi úti rendszerrel szemben előnyt jelent az azonos hosszúságú födémpanelek bevezetése, mely az elemféslesek számát csökkenti. A jó alaprajzi elrendezés lehetővé tette a másodrendű, tehát nem teherviselő válaszfalak számának minimumra csökkentését.

A tervezők véleménye szerint a Fogarasi úti panelgyártás módszerét meg kellene változtatni, helyesebb a vasbeton peremezés elkészítése után a kitöltő pernyebeton anyagát a megkötött vasbeton bordák közé önteni és így együttesen gözölni. Ezzel a gyártási technológia egyszerűsíthető lenne.

Véleményem szerint a tervben szereplő viszonylag kisméretű fal- és födémpanel mérete feltétlenül növelendő, így mód nyílna az előregyártott vakolásra, villanyvezetékek elhelyezésére, burkolatok gyári úton történő előkészítésére. A terv szerkezetei nem fejlesztik a példának vett kísérleti épületen alkalmazott megoldásokat, a bírálóbizottság helyesen csakis az építészeti értéket honorálta.

A 22. sz. terv szerzői a Fogarasi úti rendszert már továbbfejlesztik. Önhordó merevítő paneles szerkezeti kialakítást javasolnak hosszfőfalas elrendezésben, két traktusban. A homlokzati és középfőfal vonalában meglehetősen nagyméretű monolitikus, vasalt váz kibetonozását tervezik, 3,4×4,2 m-es raszterben. Ezen függőleges vasbetonpillér méretű kibetonozás a csatlakozó panel végződésekszalagszerű kialakításából nyerhető. Probléma elsősorban a külső falakon adódik, ahol a hőhid elkerülése érdekében tervezett 5 cm vastag, kisméretű habzsilikát fülek letöredezésével kell számolni.

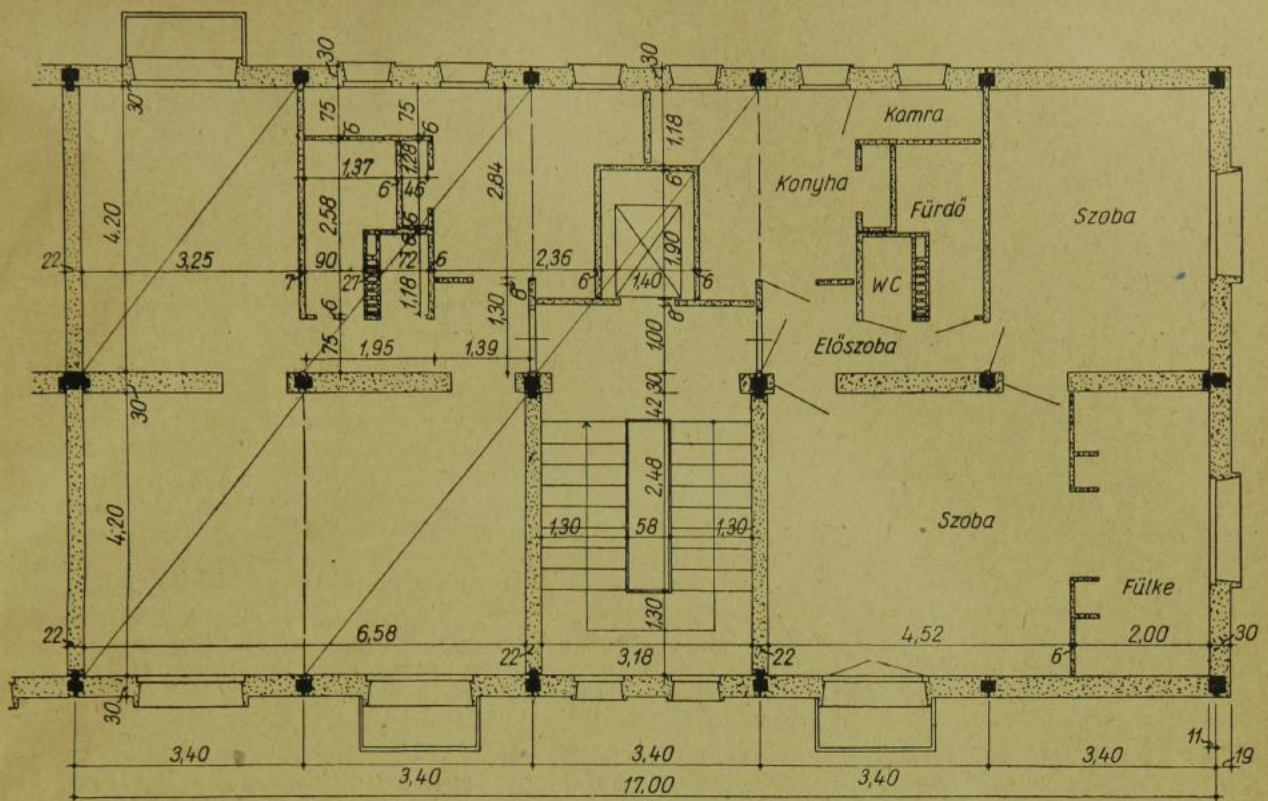
A födémpanelek harántirányban teherviselőek, méretük a raszternek megfelelően szobanagyságban kerül legyártásra (3,40×4,40). A fal- és födémpanelek elhelyezése után az illesztési hézagokban mindhárom térbeli főirányban megfelelő vasalással ellátott vázrendszer kerül kibetonozásra. Ez a térbeli rendszer az egész épület monolit egységét biztosítja és gyakorlatilag valamennyi panel elem sarokmerv lapnak tekinthető. Az alkalmazni kívánt panelek súlya 3–3,5 tonna körül mozog, tehát lényegesen túllépi a kiírás által megkívánt 2,5 tonna maximális súlyhatárt.

A panelméretek és súlyok növelését a terv nem tudja előnyösen kihasználni. A födémpaneleket nem fekteti fel négy oldalon, ami feltétlenül szerkezeti előnyt jelenthetne. Nem oldja meg a válaszfalak előregyártott kivitelét, ugyanis a javasolt vasbeton válaszfalakkal nem érthetünk egyet, vasbeton alkalmazása térelzárásra indokolatlan, költséges. A hangszigetelés problémát okoz.

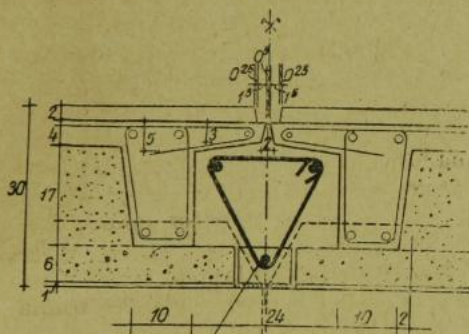
A nagyméretű helyszíni kibetonozás elvileg helyes, mivel az épület merevségét ezúton megnyugtatóan biztosítani tudja, gyengébb felkészültségű kivitel esetén is.

Véleményem szerint a terv helyes irányban jelöli meg a Fogarasi úti kísérlet fejlesztési lehetőségét, amennyiben a szobanagyságú panelekre, megbízható csomóponti kötésekre tesz utalást. Hibája, hogy ezt az elvet nem hajtja végre következetesen.

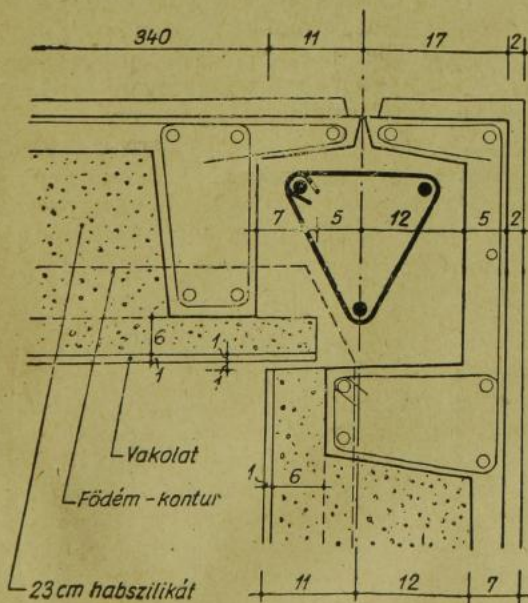
A teherbíró paneles rendszerek között a Fogarasi úti kísérleti építkezés továbbfejlesztését képviseli a 15. sz. terv. A haránt- és hosszirányú teherhordó falpanel elrendezéssel biztosítani kívánja az épület mindkét irányú stabilitását, szakít a harántfalas rendszerrel, a kevésszámú, de szoba-



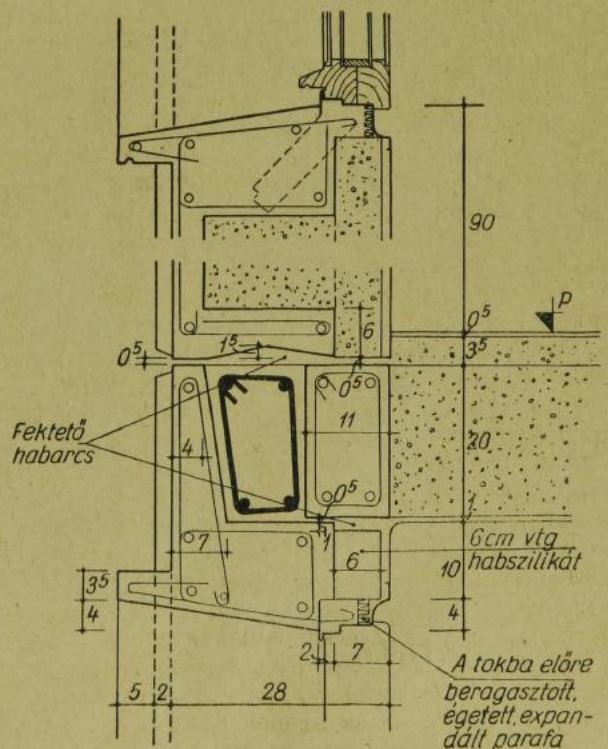
Alaprajz



A panelek felállítása után
de még a bordák kibetonozása
előtt gyorsankötő cementhabarccsal felfalazva

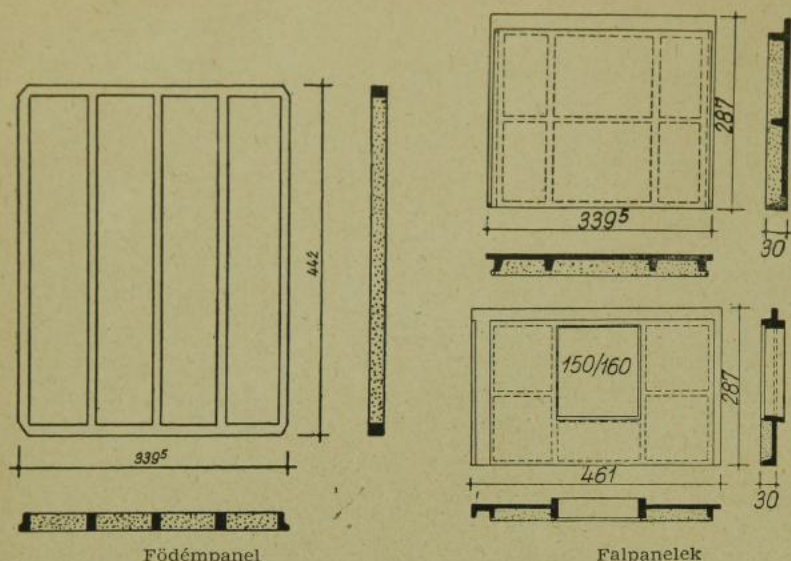


23 cm habszilikát



A tokba előre
beragasztott,
égetett, expan-
dált parafa

5. ábra. 22. számú terv (jutalom). Szerzők: Nagy Zoltán, Bedő Béla, Szoboszlai Tibor, Bene László, Budaházi Miklós



5/a. ábra. A 22. sz. terv panelkialakítása

nagyságú födémek alkalmazásával lehetőséget mutat a helyiségek nagy részénél a teljesen kész, vakolással is ellátott megoldásra. A födémek általában négy oldalon felfekvőek, kétirányú teherátadás következtében gazdaságos kialakítást kapnak gerendarácsszerű bordázattal.

Teherviselés szempontjából eltér az eredeti kísérlettől. A habszilikátot egyútdolgozóknak tételezi fel a vasbeton peremezéssel, rugalmassági tényezőjük arányában.

Amennyiben ez az elméleti feltevés laboratóriumi kísérletekkel igazolható, akkor helyes a bíráló bizottság azon megállapítása, hogy a Fogarasi úti kísérlet nemcsak 3 emelet esetében, hanem 6 emeletnél is alkalmazható. Az ott kikísérletezett panel-kialakítás a kitöltő könnyűanyag és vasbeton peremezés egyútdolgozása következtében lényegesen nagyobb igénybevételek felvételére alkalmas, a helyszíni koszorúrendszer célszerű növelésével a Fogarasi úton alkalmazott csomóponti kialakítás nyolc szint esetében is elfogadható szerkezet. Szélmerevség biztosítása érdekében a harántrendszert kombinálni kell a hosszirányú elrendezéssel, a panelek méretét befejező munkálatok gyári előkészítése érdekében növelni kell. Csökkenteni kell a másodrendű válaszfalak számát és lehetőség szerint a válaszfalakat is teherhordó kialakítással (vastagabb keresztmetszettel) kell kialakítani.

A Bratislavában felépített kísérleti ház (1. 6. ábra) alapelveiből indul ki a 3. sz. terv. Az épület függőleges és vízszintes keretszerkezet, $3,9 \times 3,9$ m-es raszterosztásnak megfelelő, nagyméretű, függőleges falpanelek és vízszintes födémek felhasználásával lesz kiképezve. A födémek raszternek megfelelő nagyságúak és a keresztirányban csatlakozó falpanelekkel a tér három dimenziójában zárt rendszert alkotnak. A könnyű betontestek súlycsökkentés miatt hulladékpapírból gyártott spirálsavarasú papírcsövek segítségével üregesen készülnek, így a teljes mező nagyságú, nagyméretű panelek súlya a súlyhatáron belül marad, a javasolt kiüregelés a hangszigetelést fokozza.

Az egyébként helyes szerkezeti rendszer kialakítását a bírálóbizottság a csomópontok helytelensége miatt utasította el. Hibáztatta a paneleknek horonyban való elhelyezését, mely a kivitel bizonytalanná teszi.

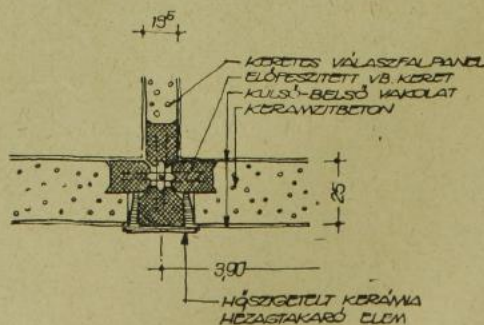
Véleményem szerint a terv helyes irányban halad, csomópontok esetleges változtatásával kivitelezhető megoldást nyújt.

Kiselemű panelszerkezetű megoldást javasolnak a 2. sz. terv szerzői. Az elemek magassága 67 cm s így egy emelet magasság eléréséhez 4 elemet kell egymásra helyezni. Tekintettel arra, hogy a vízszintes fugák kialakítása és az egyenes felfekvés biztosítása az előregyártott elemek elhelyezésénél a legnehezebb feladat, a bíráló bizottság a javasolt szerkezetet elhibázottnak minősítette. A javasolt U-alakú héjpanelek gyártása és összeszerelése munkaigényes, az elemformák aránytalanul nagy gyártási és tárolási helyet foglalnak el.

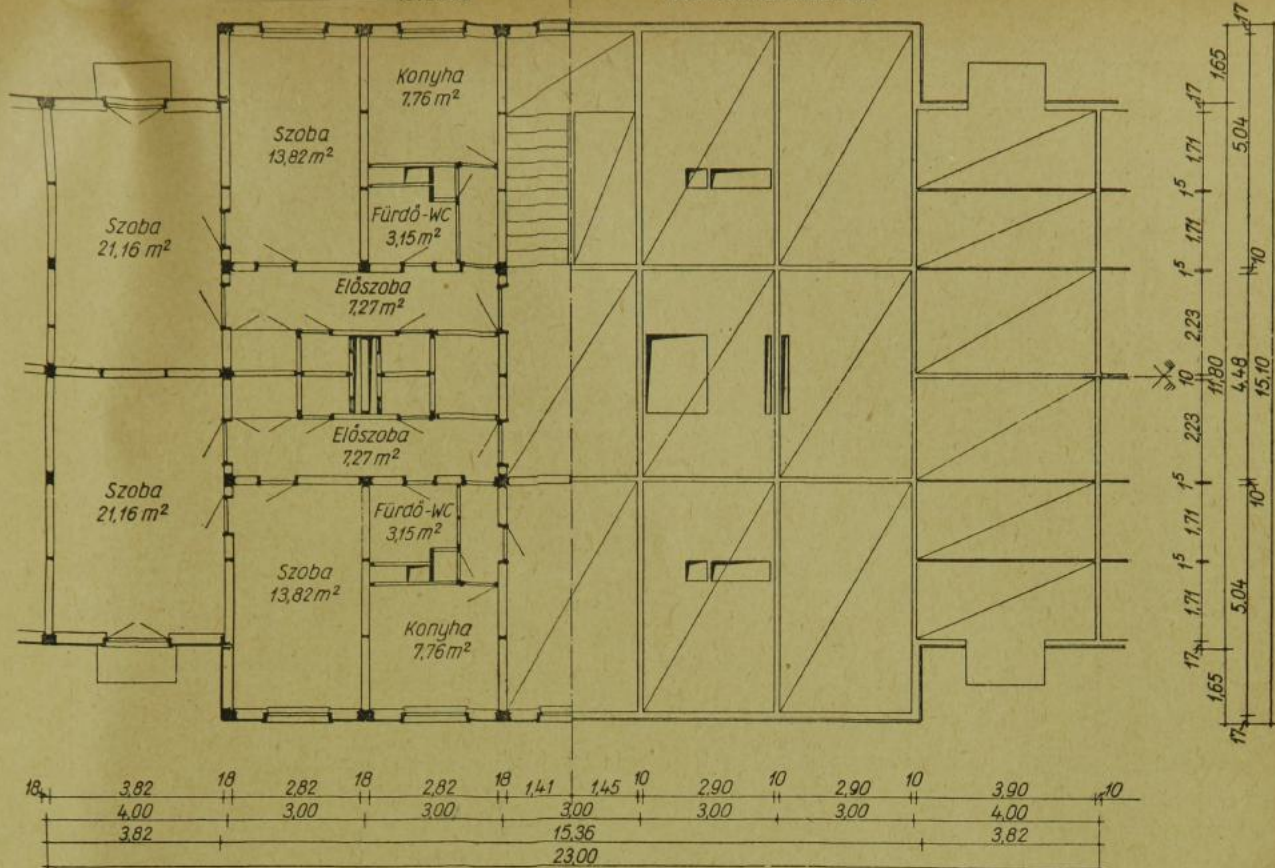
Véleményem szerint a javasolt szerkezet csakis földszintes jellegű épületek panelszerkezeti kivitelére lehetne alkalmas abban az esetben, ahol gépi emelőberendezés nem áll rendelkezésre.

A pályázatok között egyedül áll Mentényi Tibor és Farkasdy Zoltán 13. számú vasbeton pillérváz tervjavaslata.

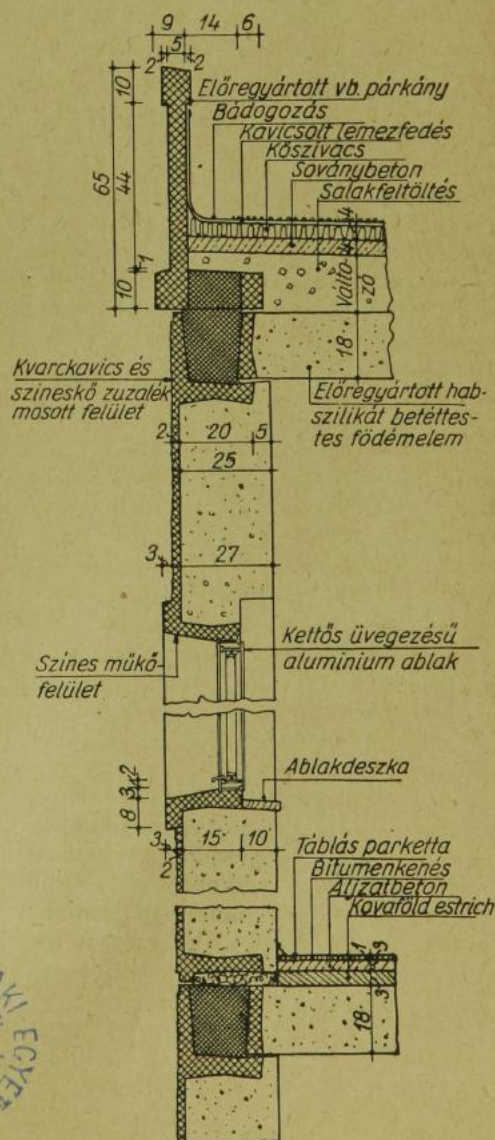
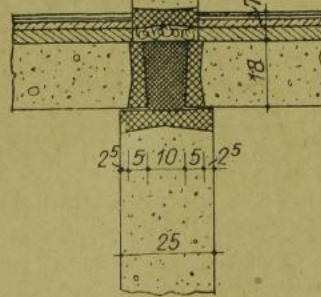
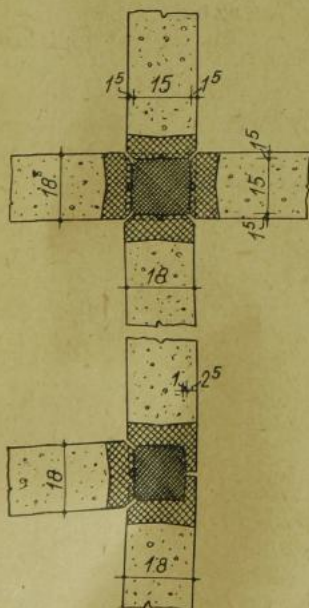
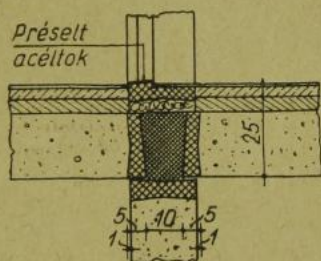
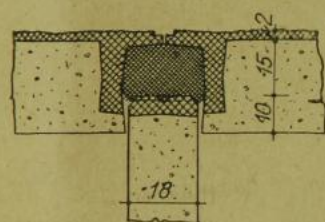
Szakítva a szokásos gyakorlattal, pillérrendszerüket nem négyszög keresztmetszettel kívánják kialakítani, hanem 6 cm vastagságú T- és L-keresztmetszetű ún. héjpillérekkel, $3,2 \times 3,2$ m,



6. ábra. A bratislavai kísérleti épület csomóponti részlete

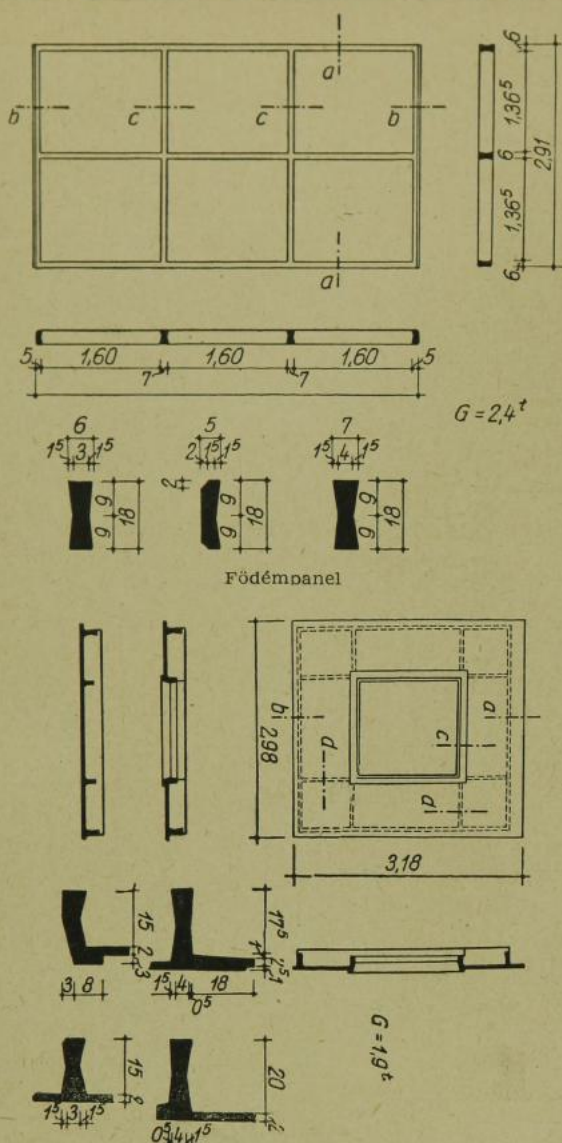


Alaprajz



7. ábra. A 15. számú terv (II. és III. egyesített díj). Szerzők: Pászti Károly, Benkő János





7/a. ábra. A 15. számú terv panelrészletei

illetve $3,2 \times 1,6$ m-es raszterben. A pillérek emelet magasságban készülnek olyan elrendezésben, hogy a födém felett kiállnak, a kapcsolatok könnyebb kivitelezhetősége érdekében. Az egymás fölé kerülő pillérek illesztése hegesztéssel történik, ideiglenes támasztó elemek biztosítása mellett. A héjpillérből háromszög alakú felfekvési lapok készülnek a födém síkjában, erre kerülnek a födém, illetve falpanelek, kapcsolásuk az itt elhelyezett vashurok és a panelből kiálló vaspálca egymásba kapcsolása útján történik, megfelelő habarcs-kiöntés után. A különböző emeletű pillérek keresztmetszete és vasalása állandó, csupán a beton minősége változik a növekvő terhelésnek megfelelően.

Födémpanelek raszterméretben, alul-felül sík kialakításban vasbeton peremezéssel és andráskereszt bordázattal készülnek, négy ponton való felfektetéssel. Külső falpanelek $3,20 \times 3,20$ m méretű peremezett elemek. Térlezáró szerepen kívül az épület szélmerevségét is biztosítják. Beszerelésük a vasbeton perembe és héjpillérbe betonozott résszel ellátott vaslemezrel történik, ez a szerkezet

szükségtelemmé teszi az ideiglenes kitámasztást. Vaslemezek lehegesztése után kiadódó hézagok cementhabarcs kiöntést kapnak.

A bíráló bizottság véleménye szerint a karcsú héjpillérek laposvas szerelésükkel, különféle bütykeikkel az üzemi gyártás előfeltételeinek nem felelnek meg. Az oszlop és nagyméretű födémelem kapcsolata komplikált, megbízható stabilitást nem nyújt. Általában a szerelés vasszerkezeti pontosságot követel vasbeton elemekből, esomóponti kialakításai komplikáltak. Fenti megállapításokat el kell fogadnunk, a terv szokatlan alapelvből indul ki és túl sok igényt akar kielégíteni.

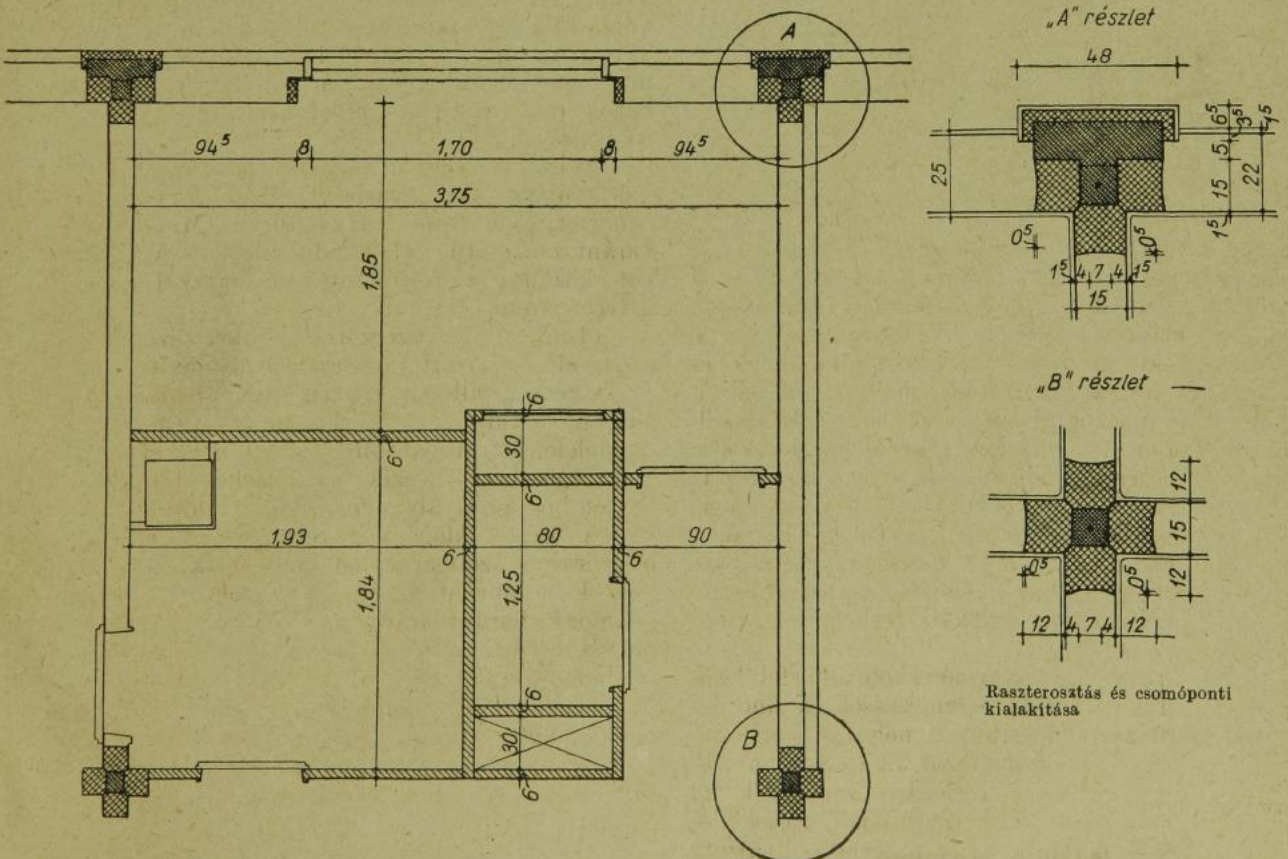
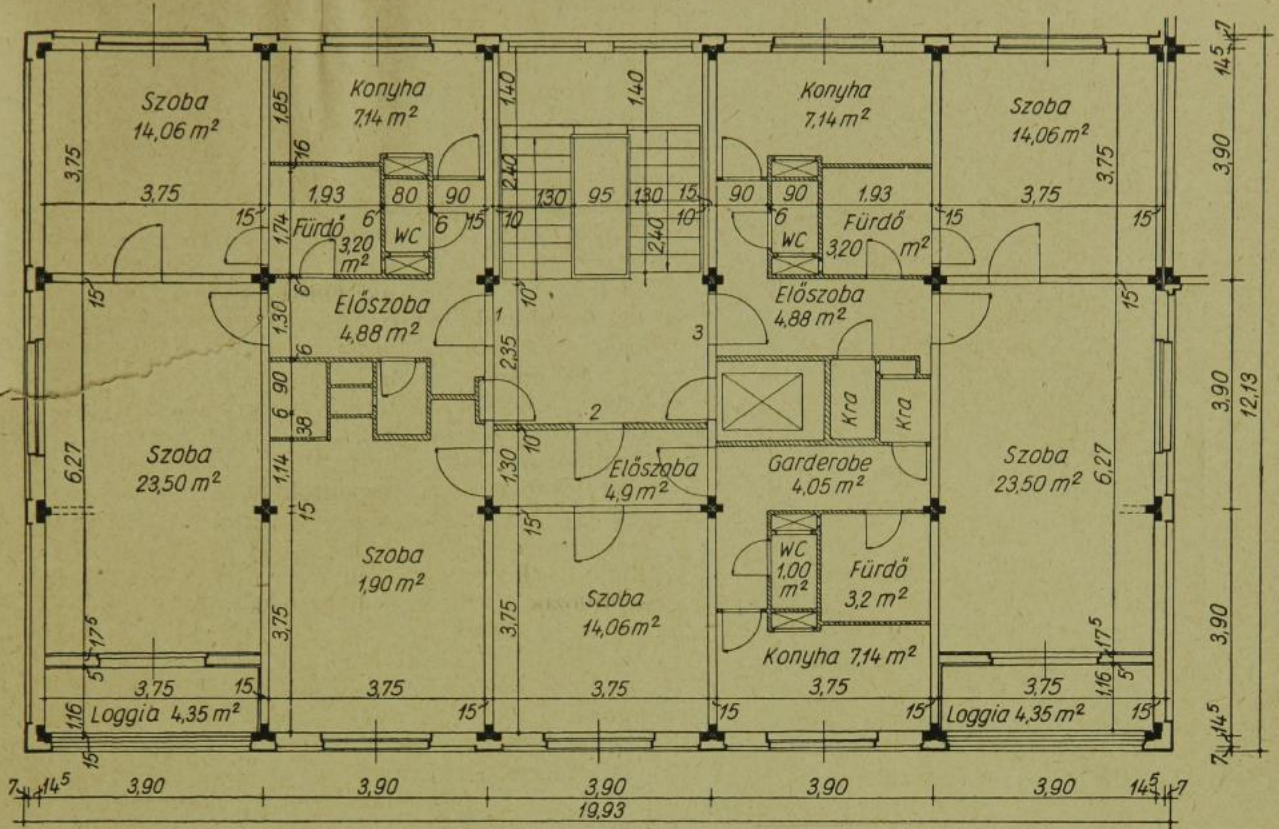
Az építészeti alaprajz variálhatósága érdekében olyan szerkezeti rendszer kialakítására törekedett, mely független a haránt és hosszfófalak megkötöttségétől. Alul-felül sík kialakítást biztosít, csupán a raszterpontok helyén enged meg egy-egy 6 cm vastagságú válaszfalra emlékeztető szerkezeti elemet, melyhez a helyiségek elválasztó falait csatlakoztatja. Feltűnő, hogy az alaprajzok nélkülözik a szokásos dimenziókkal ellátott szerkezeti pilléreket, vagy falakat, csupán 6–10 cm vastagságú válaszfal hálózatot találunk, melyek a lakóhelyiségek térlezárását biztosítják. Ez az építészeti törekvés nagy áldozatokat kíván, felvetődik a jogos kérdés, nem lett volna-e helyesebb vasszerkezettel operálni és a nehezen legyártható héjpillérek helyett fémlemezeket alkalmazni. Ebben az esetben viszont a külső beton jellegű határfalakat és belső elválasztásokat is valamely (külföldön alkalmazott) könnyű műanyaggal kellene megoldani a fémszerkezetű előregyártás karakterének megfelelően. Végeredményben levonható a következtetés: a terv nem ezen tervpályázat céljainak megfelelő gondolatokat tartalmaz, más anyagokkal igen értékes, jól használható épület, illetve épületvariációk létesítésére ad ötletet.

Több pályamű a vázas és paneles megoldás variációjára tesz javaslatot. Ezen tervek közül ismertetjük a 18. és a 4. sz. tervet. Mindkét terv harántszerkezetű elvből indul ki, a harántpaneleket középső előregyártott vb. vázzal kívánja helyettesíteni.

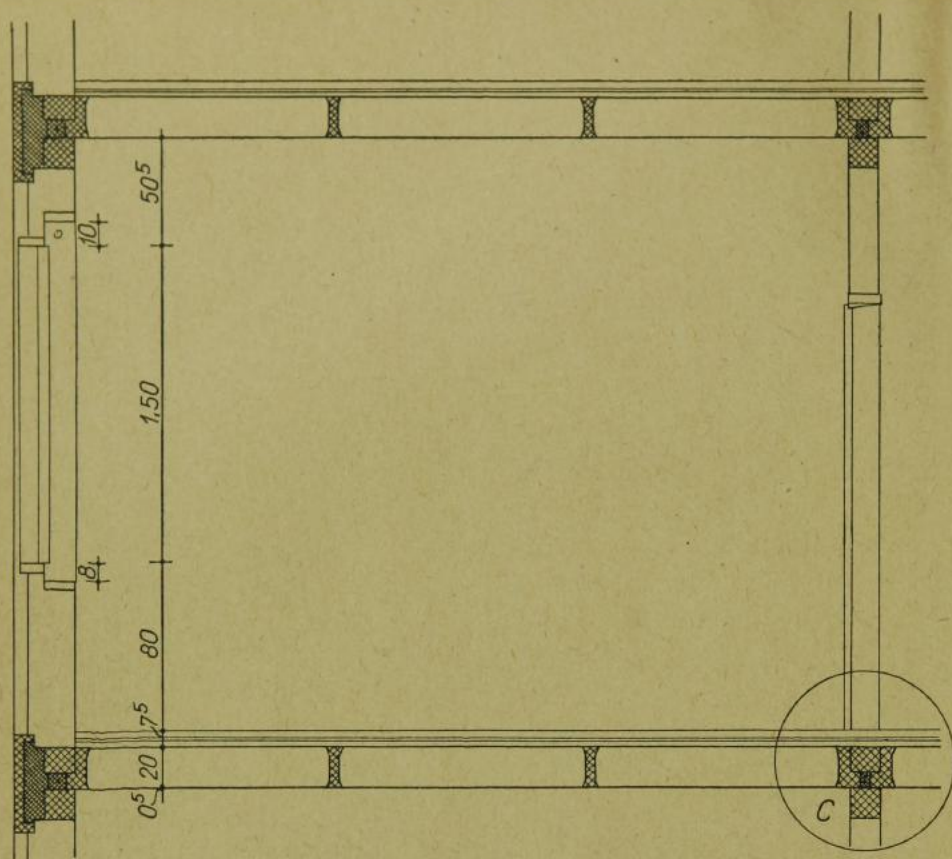
A 18. sz. terv szerzői az épület középtraktusában előregyártott vasbeton vázat alakítanak ki: 2 db kettős pilléren, illetve ezekből kiálló 4 db csapon, mindkét végén konzolos — a csapnak megfelelő horonnyal bíró — 10 m hosszú vasbeton gerenda fekszik fel. Ezeket terhelik az épület hosszirányában felfekvő födémpanelek.

A szélső falak nem teherviselők, csupán a hosszirányú szélmerevítést biztosítják. Lényegileg a szerkezet harántváz, ennek megfelelően a mestergerendák haránt irányban lelógnak. Alaprajzát kénytelen eszerint alakítani, a haránt mestergerendák alatt válaszfalakat épít anélkül, hogy ezen válaszfalak teherviselő lehetőségét kihasználná. Véleményem szerint a javasolt esomópontok anyagszerűtlenek, az épület stabilitását sem hossz, sem keresztirányban biztosítani nem tudják.

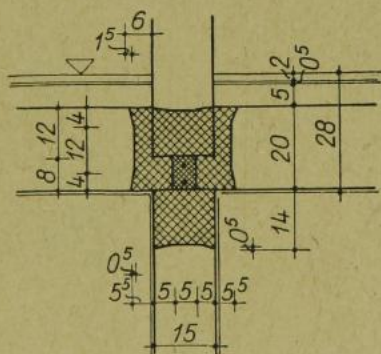
A födémpanelek indokolatlanul kis méretűek ($0,70 \times 4,0$ m), kialakításuk alsó-felső 3 cm vb.



8. ábra. 3. számú terv. Szerzők: Fehérvári Aladár, Erős Imre, Farkas László, Hlavács Andor, Keledi Ferenc, Zsótér Pál



„C” részlet



8/a. ábra. 3. számú terv. Függőleges metszet

kéreggel komplikálja a gyártást anélkül, hogy annak szerkezeti, vagy egyéb hangszigetelési előnye lenne. A háromrétegű paneljavaslat helytelen.

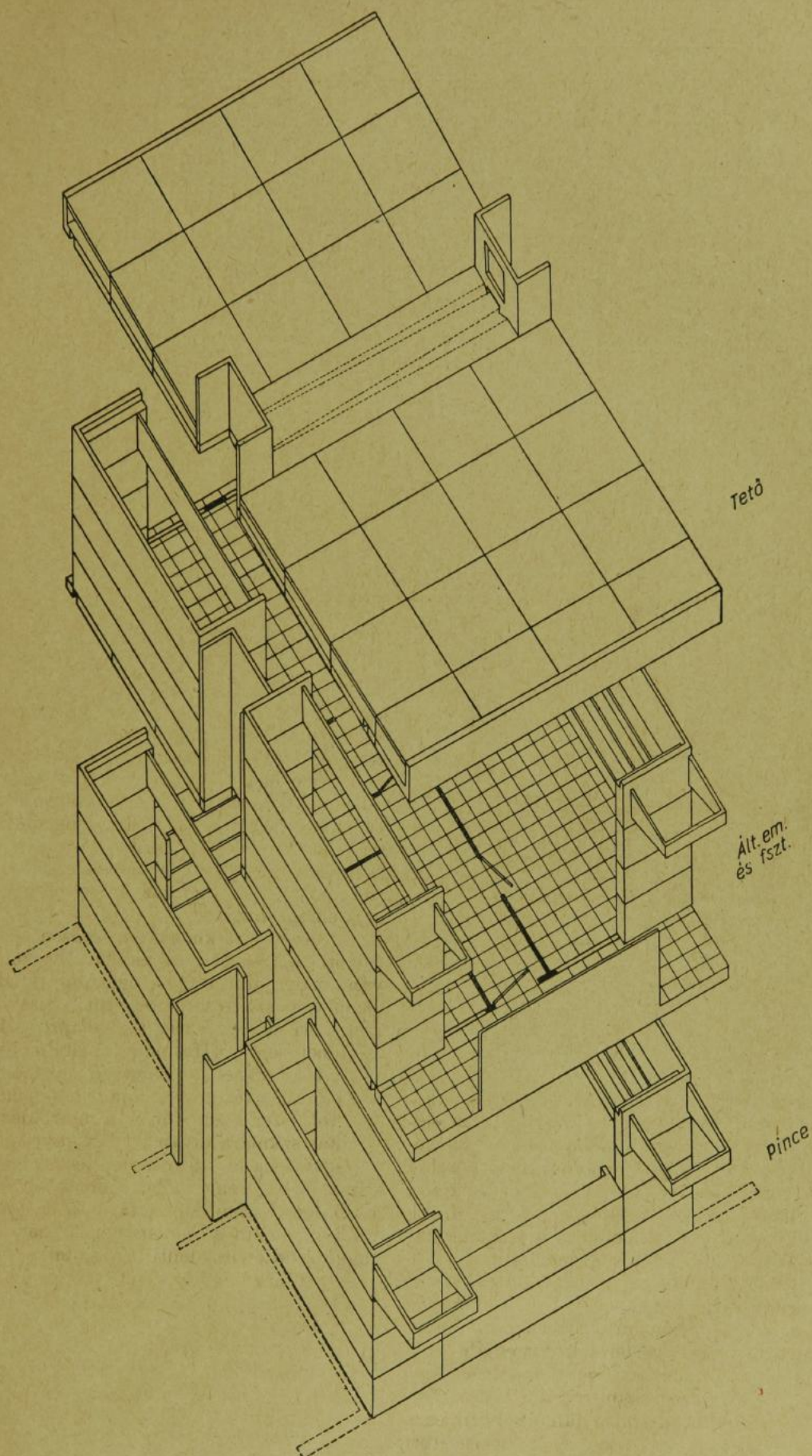
Előnye a tervnek a váz gyors összeszerelési lehetősége, kapcsolatok száraz jellege, amire a tervezők határozottan törekedtek is. Szerintük ez a törekvés helyes, a befejező munkákat csakis a váz felépítése után kell megindítani. Tervezők figyelmen kívül hagyták az előregyártás komplex kivitelezhetőségét.

A 4. sz. terv is harántirányú középvázat javasol előregyártott yb. zárkeretek formájában. A zárkereteken hosszirányú ún. gerendapanelek futnak, a szélső traktusokban viszont harántirányú paneleket fektet a külső fali kiváltón és a középső gerendapanelre fektetve. Az így kialakított szerkezet teljesen sík mennyezetet biztosít, azonkívül a szélső traktusok minden szerkezeti meg-

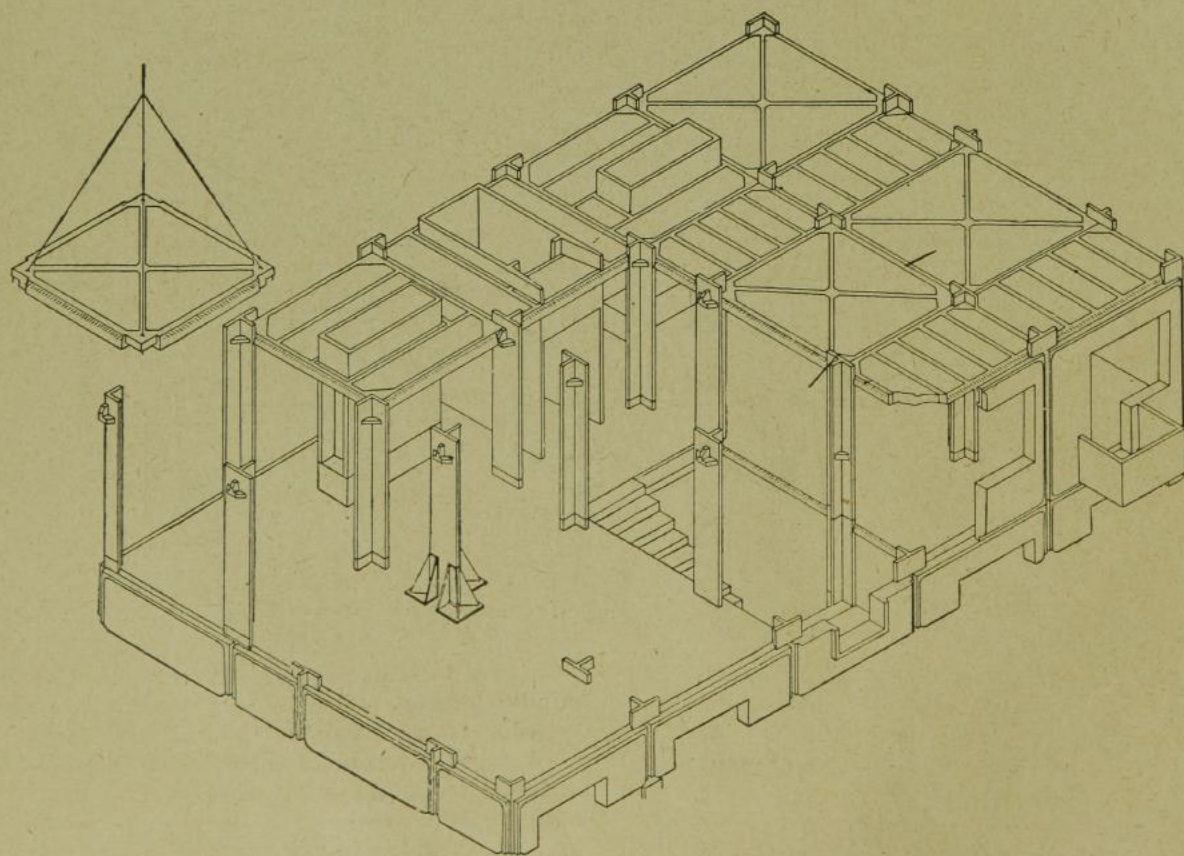
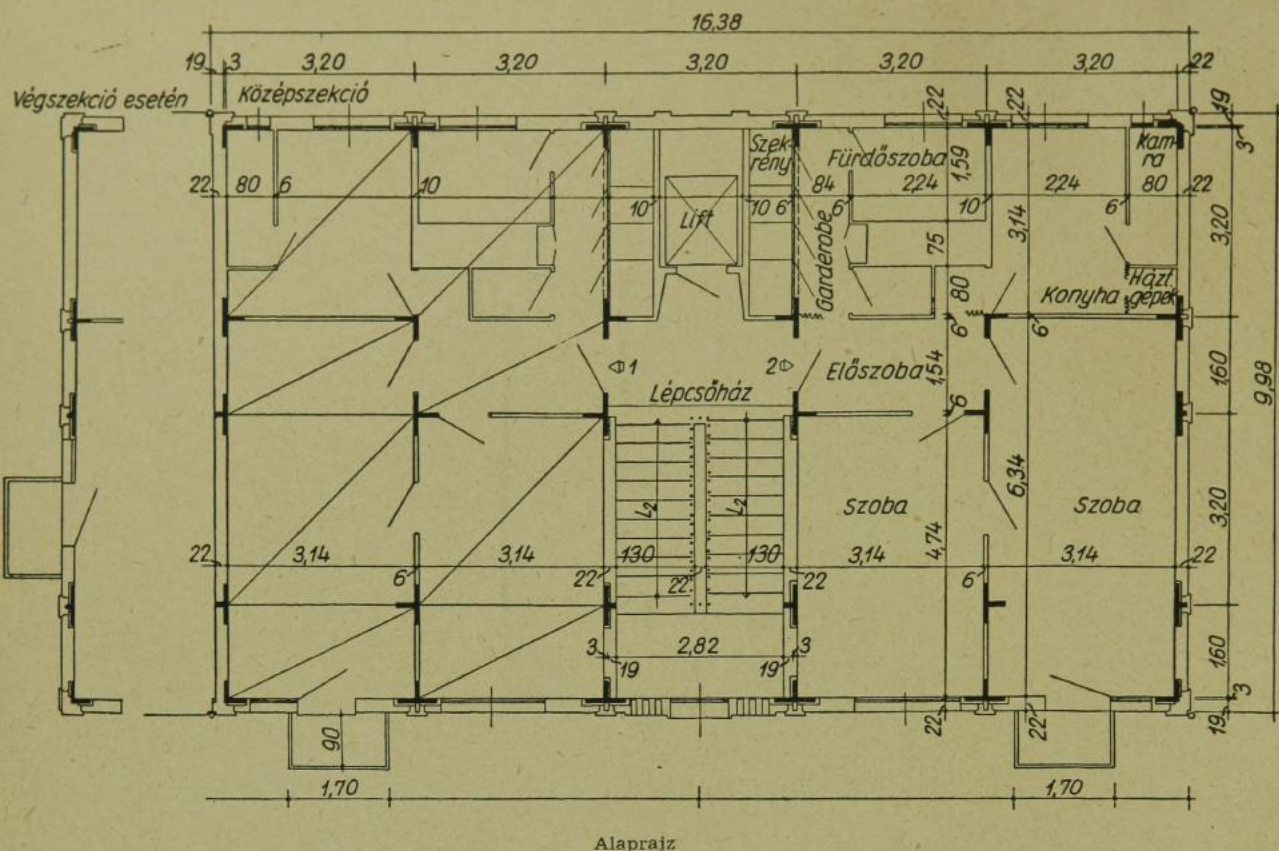
kötés nélkül tetszőleges építési kialakítást tesznek lehetővé. Kifogásolnunk kell a csavaros kötések kivitelét, mely komplikáltsága mellett nem nyújt megbízható kapcsolatot nyolc szint esetében. Helyesebb lett volna a külső főfali paneleket teherviselő kialakításban megoldani, mert a tervben szereplő X-profilú előregyártott pillérek és közéjük csúsztatott panelelemek nem képeznek logikus egységet az épület egyéb konstrukciós elképzeléseivel.

A szerkezet kialakítása erősen alá van vetve túlzott építészeti igényeknek. Oly megoldást kíván, mely jóformán az egész emelelszinten lefogásmentes szerkezetet biztosít, válaszfalak helyét nem köti meg és variálható alaprajzi kialakításra ad lehetőséget. (Hasonló követelményt találunk a 13. sz. tervnél is.) Tervező véleménye szerint: „az előregyártás problémája nem egy házhoz előregyártott szerkezetekkel való megoldása, hanem a gyártás számára olyan elemek javasolása, melyek a legváltozatosabb összeépítést biztosítják. Az előregyártás nemcsak az elemekben és az egyedi házhoz belül jelent meghatározott nagyobb egységű rendet, hanem a lakásméret, a házméret összefüggő rendjét is jelenti. Tulajdonképpen az előregyártott ház szerkezetének összerakhatósági elve jelentkezik így a lakás, lakóház és háztömbök kategóriájában is”.

A fenti elv végrehajtása és kielégítése, amennyiben racionális határok között megvalósítható, helyes. A tervezők javaslata azonban túl nagy áldozatot kíván a szerkezettől építészeti elveinek kielégítésére. Tervezők abban a téves hitben vannak, hogy néhány éven belül csakis panel-szerkezetű lakóházakat fogunk építeni és csakis

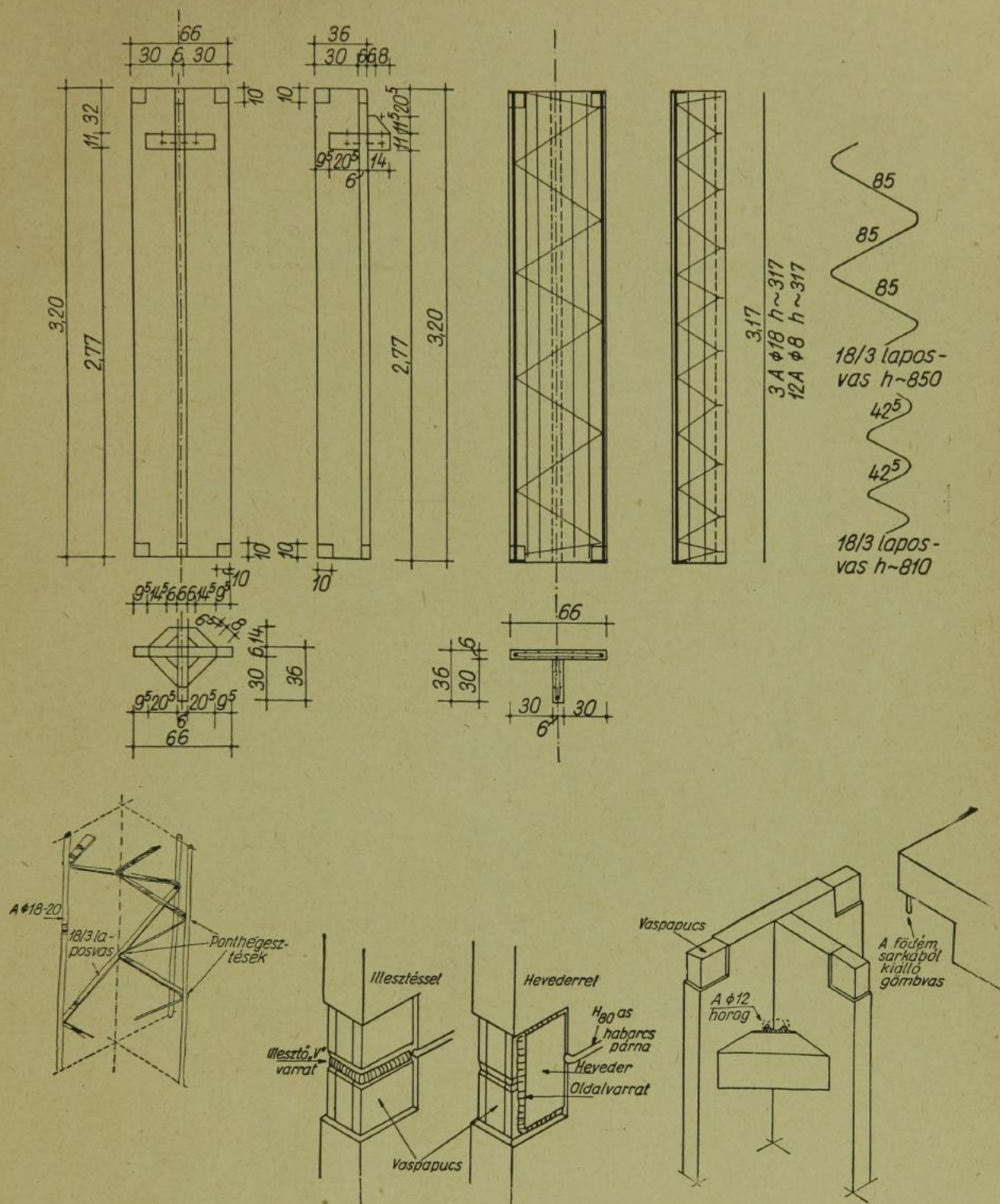


9. ábra. 2. számú terv. Axonometrikus kép. Szerzők: Sámsondi Kiss. Farkas. Polónyi. Csillag. Keledi



A szerkezeti rendszer axonometrikus képe

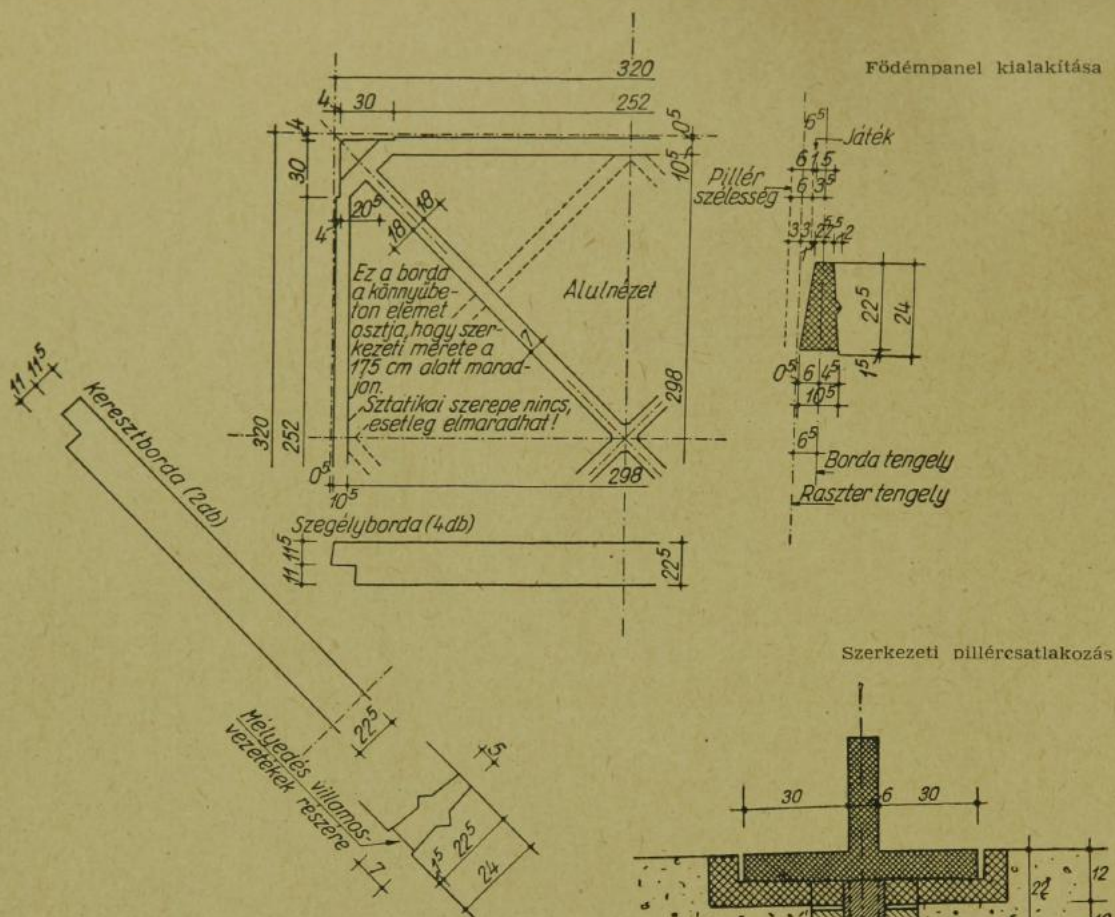
10. ábra. 13. számú terv. Szerzők: Farkasdi Zoltán, Mentényi Tibor, Simon Ferenc, Sándori Zoltán



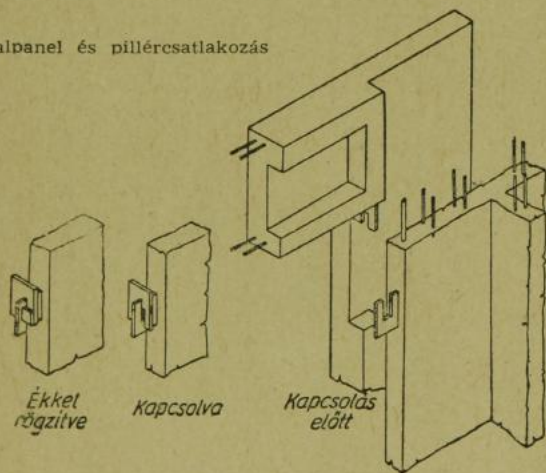
10/a. ábra. 13. sz. terv. Héjpillér és csatlakozás részletei

olyan előregyártást javasolhatunk, mely a legkülönbözőbb lakásféleségek kialakítására alkalmas. A valóság az, hogy a lakóházak zöme még sokáig hagyományos technológiával készül, tehát a különböző lakásigények kielégítésére eszközeink megvannak. Egyelőre meg kell elégednünk néhány jó lakás-alaprajzot biztosító panelszerkezetű rendszerrel, amelyhez szükséges elemeket a létesítendő új üzem legyárthatja.

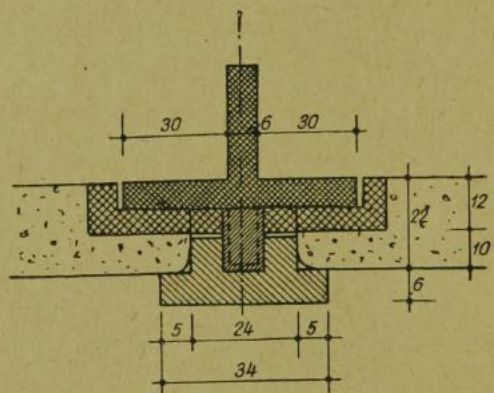
Feltűnő volt a zsűri döntése, amennyiben mindkét tervet (18. és 4. sz.) organizációs szempontból elfogadhatónak találta, sőt külön előnyöket velt a tervben találni. Véleményem szerint a panelépület komplex szemléletéből kiindulva mindkét terv szerkezeti megoldása helytelen utakon jár. Ezt bizonyítja az egyes szerkezeti részletek erőltetettsége, kapcsolatok erősen kifogásolható megoldása, de főképpen az a tény, hogy



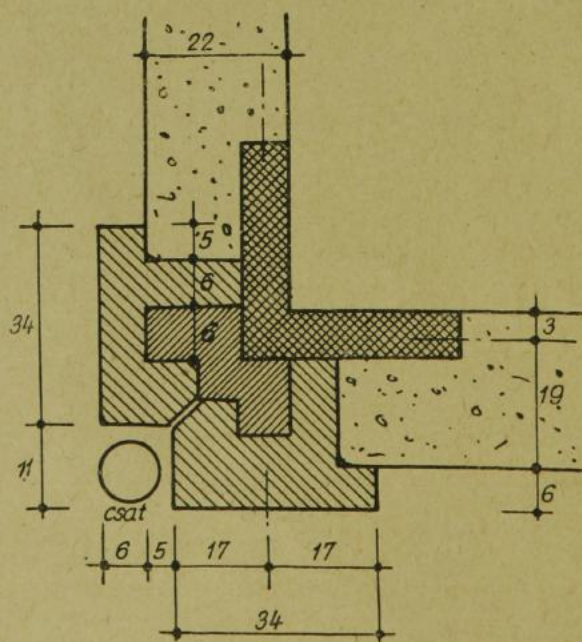
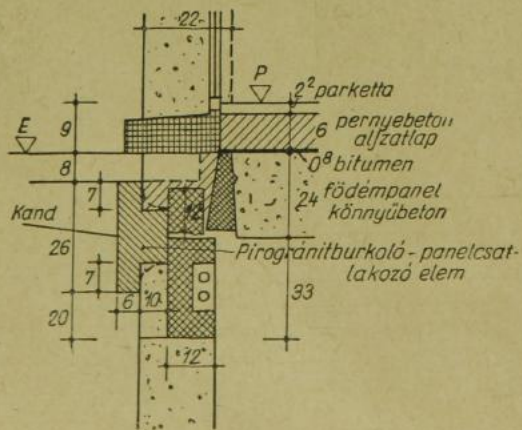
Falpanel és pillérsatlakozás



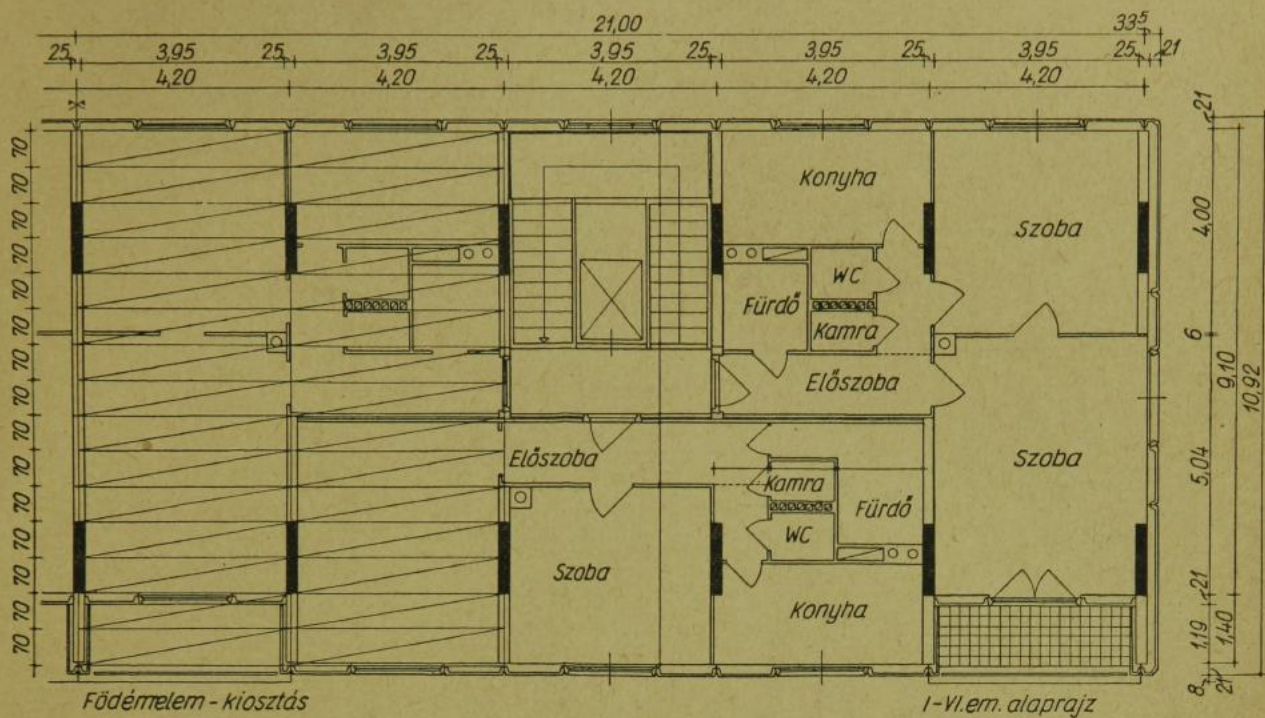
Szerkezeti pillérsatlakozás



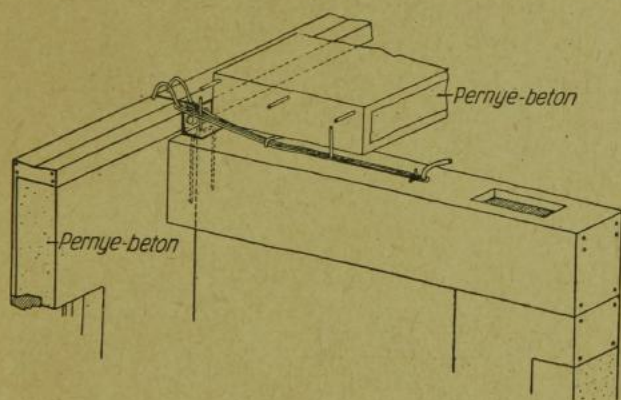
Sarokpillér részlete



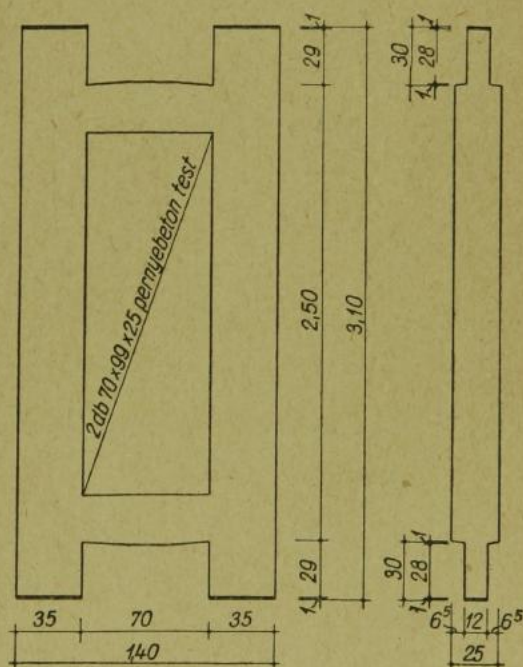
10/b. ábra. 13. sz. terv részletei



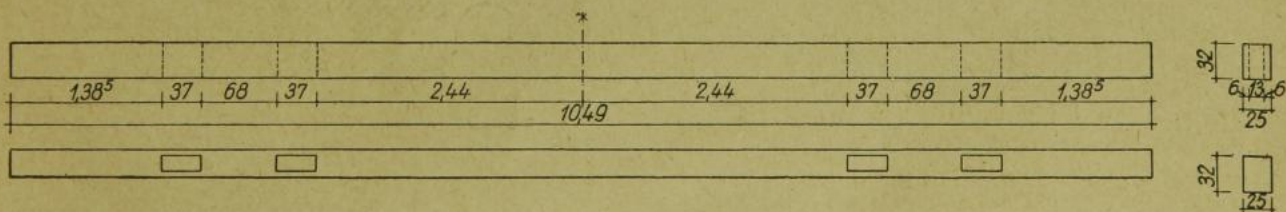
Alaprajz



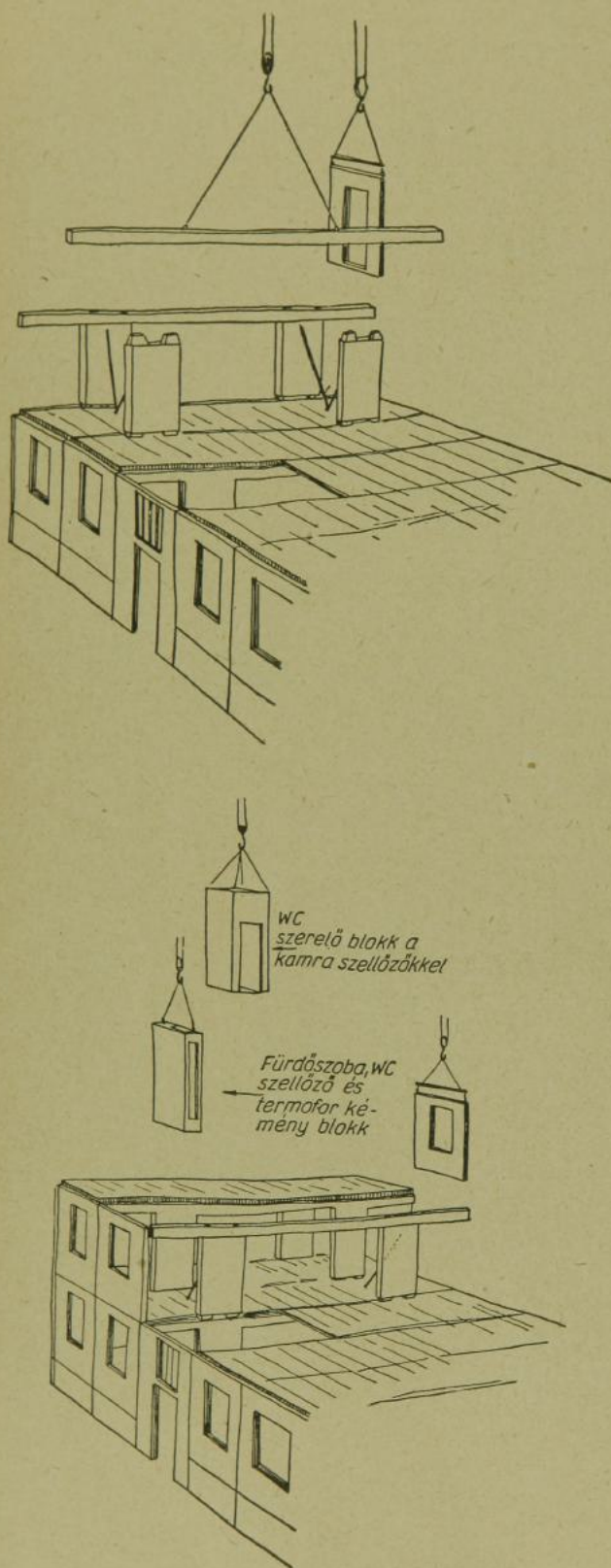
Gerenda és külső falpanel kapcsolata



Pillérelem



Gerendaelem



11/a. ábra. A 18. számú terv organizációja

a befejező munkálatok lényegileg a hagyományos technológiával készülnek.

A 17. sz. terv szerzői harántirányú középvázként kialakított dobozrendszer javasolnak a szélső határoló falak mentén elhelyezett falrácsok kombinációjával. A terv különlegessége azonban

nem ezen két elem bevezetésében van, hanem az erők felvételének eddig szokásostól eltérő módszerében. Ugyanis az egymás fölé helyezett szerkezeti elemek nem vonal, vagy pontszerű felfekvésükkel adják át terhüket az alattuk levő elemekre, hanem az elemek között függőleges és vízszintes irányban sűrűn alkalmazott ún. vasbeton rostoknak tapadása, illetve nyírása útján. Ezen elképzelés szerint a vertikális erők egyenletesebben oszlanak meg, sehol sem fordulhatnak elő a felfekvések mentén túligénybevételek. A tervezők szerint a panelek alatti alácsömöszölés (Fogarasi úton) is tömörödhet egyenlőtlenül, ami nyolc szintnél már veszélyessé válhat. Ez a megállapítás szerintem önkényes, az állítást bizonyítani vagy cáfolni csak kísérletekkel lehet.

A javasolt szerkezet összeszerelése a következő: először a belső dobozelemek kerülnek felállításra, melyek egyben a szellőzők, strangok stb. helyét biztosítják, illetve esetenként beépített szekrény céljaira is szolgálnak. Az elemek tetemes szélességi méretüknél fogva (58 cm), kitámasztást nem igényelnek. A belső dobozokra elhelyezett panelek a függőleges hornyok kiöntésével azokra rá vannak „szegezve”. Egymás fölé kerülő elemek sem habarcskiöntést, sem alácsömöszölést nem kapnak, csupán szárazon fekszenek fel. A külső falszerkezeten elhelyezett falrácsok lényegileg a dobozokéval megegyező összeépítést nyernek, szilárdsági viselkedésük is hasonló. A falrácsokat építőművészeti szempontból nem panelszerű gyártásban javasolják a tervezők, hanem a vasbeton-rács független hőszigetelő betétekkel készülne, mely lehetővé tenné a variálható homlokzati kialakítást.

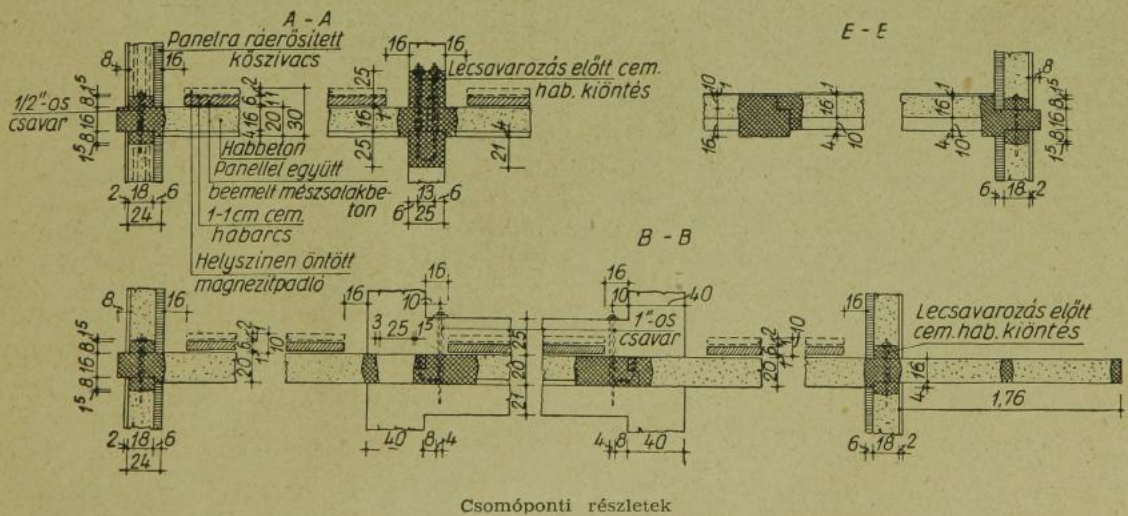
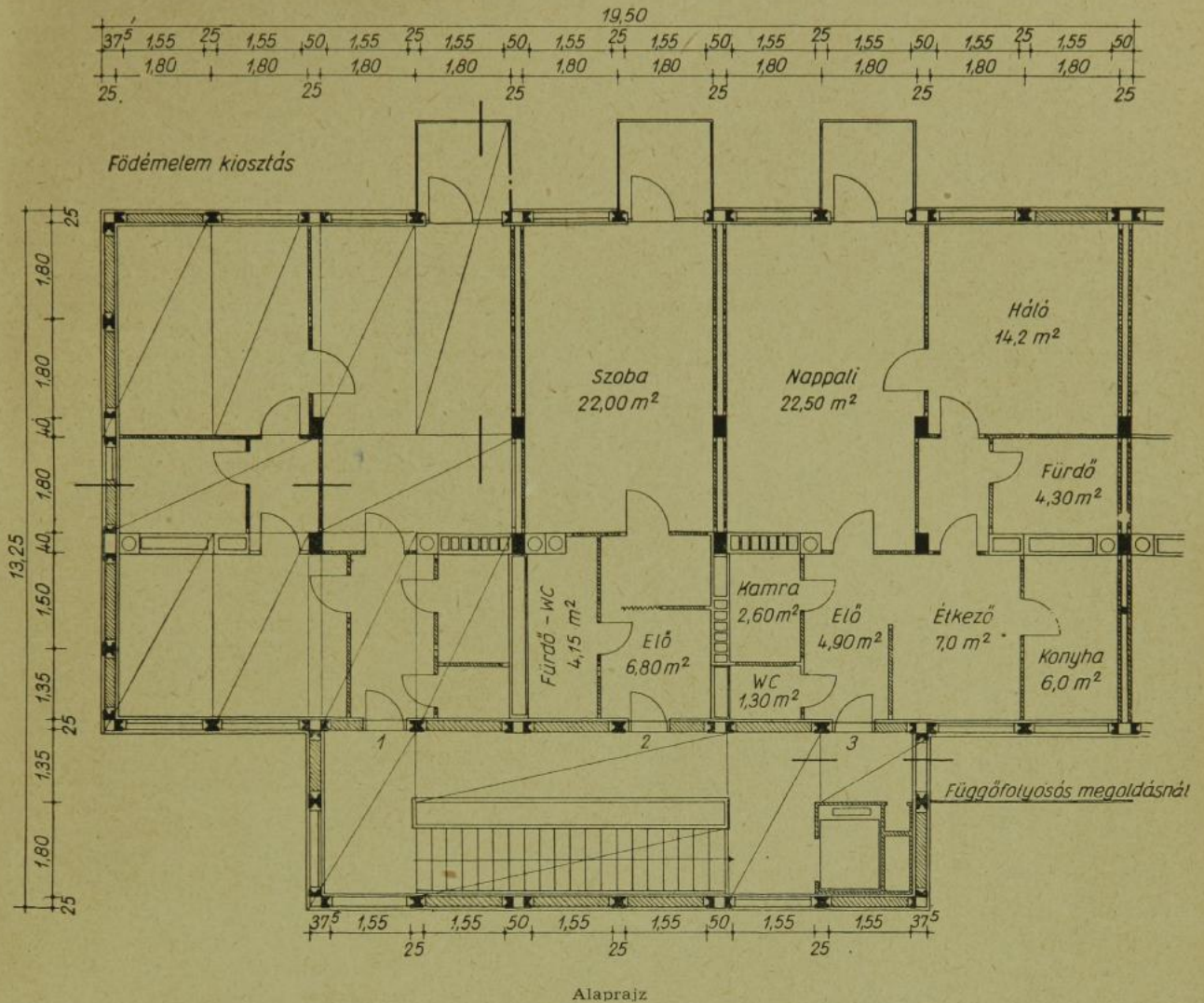
A bíráló bizottság a terv építészeti értékeit elismerte, a szerkezeti rendszert, elemek megválasztását és statikai felfogását elvetette.

Véleményem szerint ez a döntés helyes. A harántfal lényegesen egyszerűbb megoldásra adhat módot. A doboz és rács-elemek gyártása komplikált, számtalan hő- és hangszigetelési probléma felvetéséhez jut, melynek megoldása körülményes. Igen nagy az elem-méreték közötti súlydifferencia, válaszfalak építése a jelenlegi technológiával történik.

A teherviselés elve, statikai felfogása újszerű, azonban lényeges előnyöket nem ad. A vasbetonrostok kibetonozása sokkal megbízhatóbb, mint a beton alácsömöszölés. A rostok csak akkor dolgoznak, ha meglehetősen sűrű egymás utánban kerülnek kivitelre, ez viszont akadályozza az elemek méretének célszerű növelését. A rostszerű teherviselés harántszerkezeteknél indokolatlan, nem ad térbeli erőhatást, lényegileg a vonal mentén fellépő erőket összevonja és pontszerűvé alakítja át.

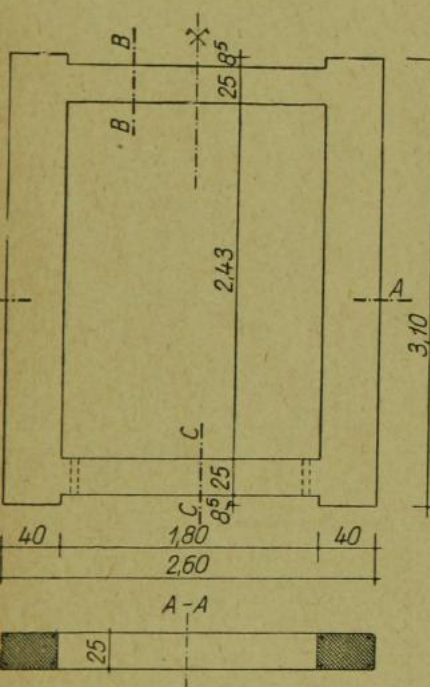
Összefoglalás

Leszűrve a tervpályázat tanulságait, szem előtt tartva a komplex tervezés igényeit és hazai adottságainkat, a következő megállapításokat tehetjük:

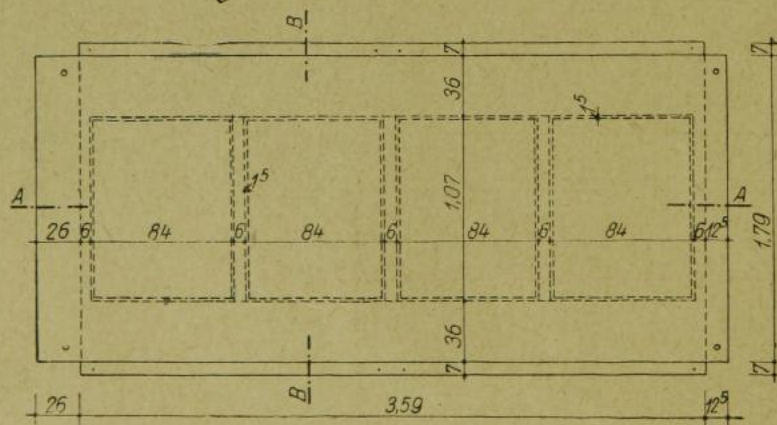


12. ábra. 4. számú terv. (Jutalom.) Jánossy György, Zajovics Jenő, Réfy Imre, Tóth József

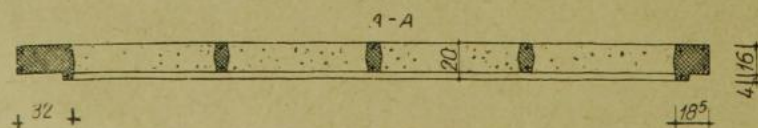
Középsőváz szerkezete



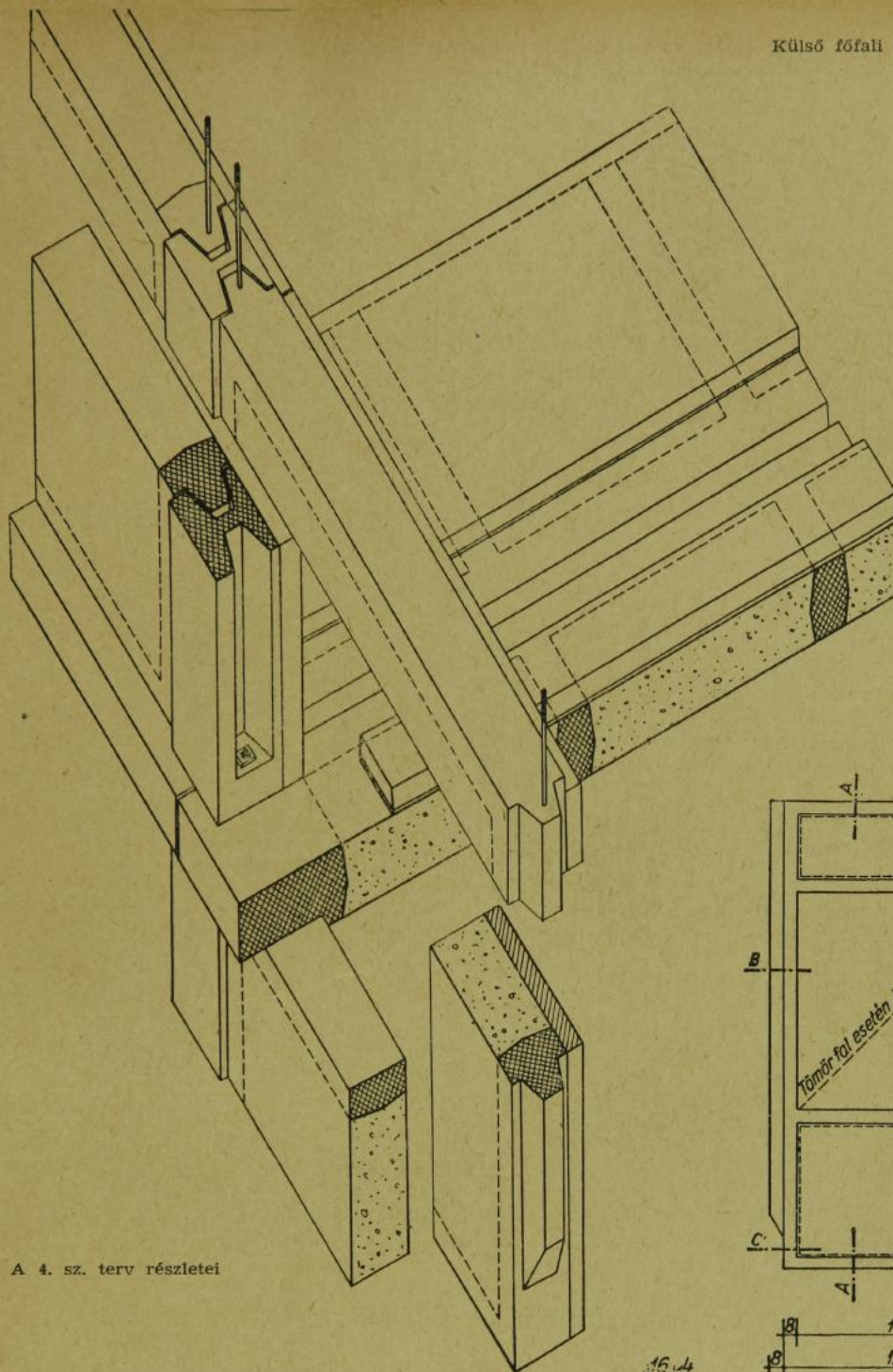
Zárt keretelem



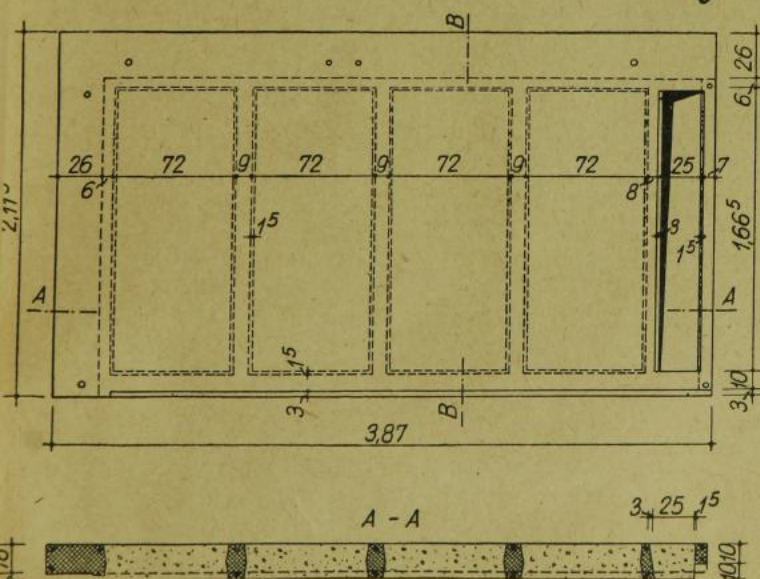
Gerenda panel



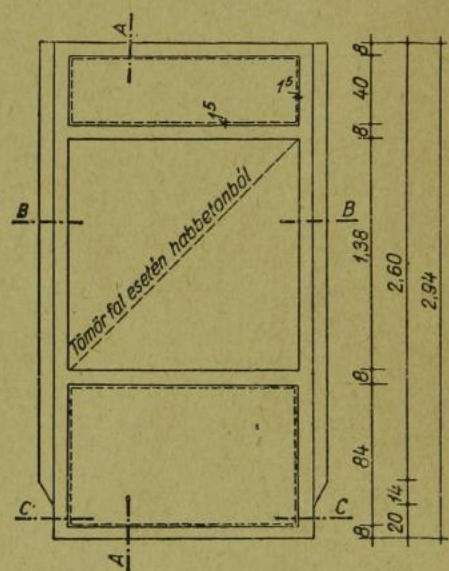
12/a. ábra. A 4. számú terv részletei



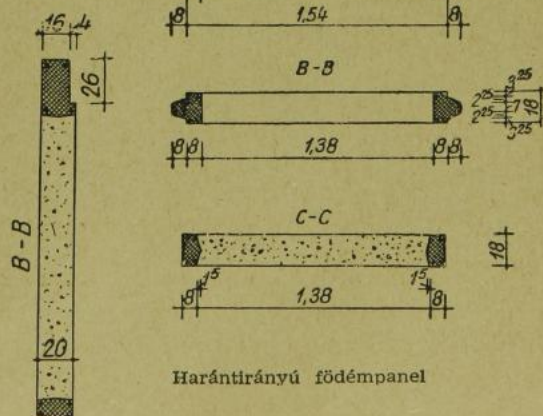
12/b. ábra. A 4. sz. terv részletei



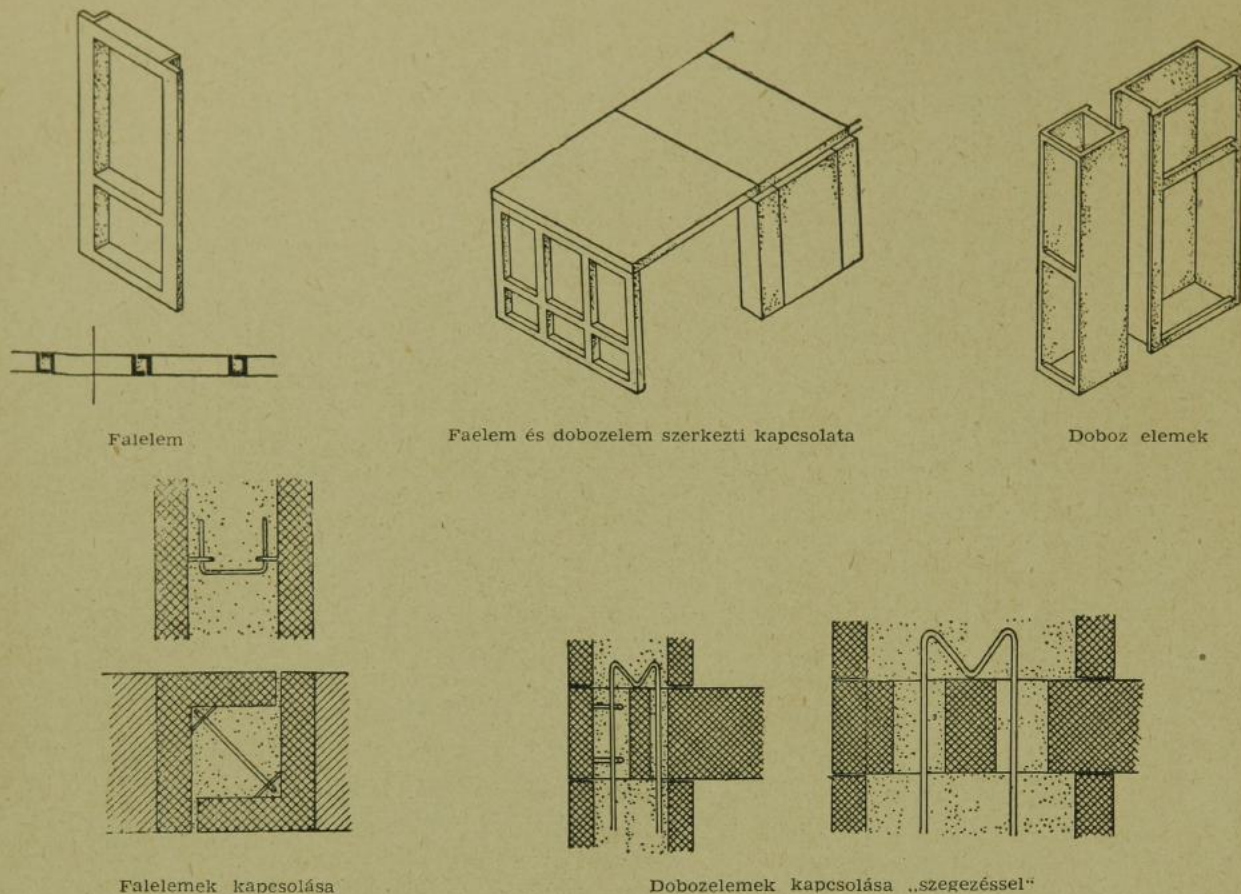
Külső falpanel



Köszivác



Harántirányú födémpanel



13. ábra. 17. számú terv szerkezeti részletei. (Jutalom.) Szerzők: Cserba Dezső, Pirk Katalin, Szabados Lajos, Chatel Otto, Isza József

1. 6 emelet magasságig, lakóházak előre-gyártott szerkezeti megoldására a teherviselő nagypaneles megoldás látszik célszerűnek.

2. A panelek méretét lehetőség szerint szobanagyságúra kell megválasztani, mert az előre-gyártott vakolat és befejező munkálatok csak ezen a módon biztosíthatók gyári előkészítésben.

3. A válaszfalakat teherviselő megoldásban kell kialakítani, szobanagyságú méretekben. Ez biztosítja az épület kellő szélmerevségét, a teherelosztás egyenletességét, szükségtelenné teszi a válaszfalnak jelenleg munkaigényes kivitelét.

4. A panelek méretnövekedése következtében az elemek súlyát legalább 2,5 tonnában kell megállapítani (Fogarasi úton 1—1,5 t volt), bár kívánatos volna ezen súlyhatárnak 3—3,5 tonnára való felemelése, ami új, nagyteherbírású épületgépek beszerzését igényli. A gépeket el kell látni olyan gépészeti berendezéssel, mely a panelek finom beállítását biztosítja (ezen nagyméretű panelek feszítő vassal való igazgatása már nem lehetséges).

5. Csomópontok kialakítására legalkalmasabbnak az ún. alácsömöszölés látszik, mely nagyméretű panelek esetében is biztosítja az egyszerű és a

statikai igényeket kielégítő csomóponti kapcsolatot.

6. A nagypaneleket nyílászáró szerkezetekkel, vakolva és az installációs vezetékekkel együtt kell gyárban elkészíteni.

7. A paneleket egyrétegű kialakításban öntött gyári technológiával kell megtervezni. A homlokzati panelekre a homlokzat burkoló anyagát gyárban kell felhordani. Többrétegű, vagy légréssel ellátott panelek gyártása nem kívánatos.

8. A tervpályázat bebizonyította, hogy a vegyes vázas rendszer 6emeletes épület esetében nem indokolt, befejező munkálatok csakis a hagyományos technikával képzelhetők el, az előregyártás komplex szemléletének fejlődését nem viszi előre.

9. Az elméletileg tisztázott főbb szerkezeti elvek laboratóriumi bizonyítást kívánnak, az eddig lefolytatott kísérleteket ki kell terjeszteni a csomóponti kapcsolatok, az anyagok együttdolgozásának tisztázására is.

10. Végül lehetőséget kell adni olyan építész alaprajz kialakítására, mely független a jelenlegi lakásnormáktól és a szükséges lakásalapterület figyelembevételével teljes mértékben képes kielégíteni a panelépítés követelményeit.

A többszintes kísérleti lakóépületekről

BRETZ GYULA

Az ÉTE 1956. április hó 25-én a többszintes kísérleti lakóépületekről vitaestet rendezett. Hozzászóltak: *Bánóczy Dezső, Mátrai Gyula, Weisz Gyula, Erdői Károly, Szikszay Gerő, Gillyén Jenő, Éber István, Molnár Miklós, Telkes Gábor, Miskolczy László, Oserba Dezső, Harmos Zoltán és Rimner János.*

A többszintes kísérleti építkezések a fal- és födémpanelek alkalmazásával, a munkaigényesség csökkentésével (építőgépek kihasználása, épületek szerelése) a hulladékok felhasználásával (porszénhamu) a építkezések olcsóbbá, korszerűbbé tételét tűzték ki célul. A kevés számú kísérleti épület, de a többi építkezés tapasztalatai alapján is a vitán felfoaltak előadásából az alábbiak szűrhetők le. (A hozzászólások részben az LA, K1 és K2 kísérleti épületek egyes kérdéseivel foglalkoztak, részben ezekkel kapcsolatban általános megállapításokat tettek).

1. Az építő és panelgyártó ipar gépesítése nem elégtő.

a) Az előgyártó üzemek ma még sokszor a helyszíni előgyártás módszereivel dolgoznak. Ez a minőség, termelékenység, önköltség rovására van.

b) Nincs elegendő emelőgép, ezért az organizáció sokszor nem a legcélszerűbb. A kevés emelőgép nagyon megköti a beépítést. Megszabja az építkezés ütemét. A meglévő gépek emelőkapacitása kevés, emiatt nem készülhetnek elegendő nagyságú, szobaméretű elemek. A kis gémkinyúlás miatt csak nem mély, négyszögalaprajzú épületeket lehet építeni.

c) Az elemek szállítása megoldatlan. Nincs speciális szállítókecs a előregyártott épületelemek részére. Ilyenek nélkül a panelek üzemi előgyártása el sem képzelhető. Speciális kecsik szükségesek a hosszú, vonalas elemek szállítására és a mezőgazdasági építkezések rossz utakon való kiszolgálására is.

Fokozni kell a gépesítést úgy az előregyártó üzemekben, mint az építési helyeken, mennyiségi és minőségi vonatkozásban egyaránt.

2. Az építőgépek kihasználatlanok, mert a gépesített építkezéseknél nincs kellő időben elegendő anyag és munkaerő. Az építési ütemet pedig az emelőgép kapacitása határozza meg, minden egyébnek ehhez kell időmúlni.

Előregyártott építkezéseknél biztosítani kell az anyag és munkaerő ellátottság optimumát.

3. Minden kísérleti épületet más dolgozók szereltek össze. Minden brigádot külön kellett megtanítani a fogásokra. A tapasztalatok nem adódtak át, a szerelési idő és költség nem csökkent eléggé. Állandó szerelőbrigádokat kell szervezni.

4. Az épütelemgégyarak arra törekszenek, hogy a gyártott elemek minél egyszerűbbek legyenek. Politikájuk helytelen. A túlságosan leegyszerűsített elemek miatt szükséges bonyolultabb szerkezeteket az épületen kell lényegesen alacsonyabb képzettségű dolgozókkal, lényegesen kedvezőtlenebb körülmények között elkészíteni. Az épütelemgégyaraknak az egyszerű szerelési munka érdekében nehezebben gyártható elemek készítését is el kellett vállalni.

5. A mostani gyártási technológiánál elkészítik a könnyűbeton betéteket, majd ezeket vasbetonnal peremezik. A kétütemű gyártás munkaigényes, a gyártó kapacitást csökkenti, az előgyártó telephely és berendezés-szükségletét fokozza, az előállítás költségeit növeli.

Törekedni kell az egyanyagú, vagy együttemben előállított kétanyagú panelekre.

6. A kísérleti épületek szerkezeit felett módszerrel építették. Nem mondható ez az épületgépeszeti munkákra, melyek a régi kézművesipari módszerekkel készültek. A tervezők az épületgépeszeti munkákra nem fordítanak kellő gondot.

Ki kell alakítani a paneles épületek épületgépeszeti munkáinak korszerű módszereit. Pl. a panelekbe beépített csővezetékekkel, üvegesővek használatával.

7. Amíg a határoló és teherhordó falak, a födémek korszerűen készülnek, addig a válaszfalak, padló, belső felületképzés, festés mázolás stb. anyaga és szerkezete semmit sem fejlődött. Az épület nyers része gyorsan készül, a befejező munkák vontatottan.

A korszerű anyagokra és építési technológiára való kísérleteket ki kell terjeszteni az épületek kiépítő és befejező munkáira is.

8. A homlokzati panelek felületi kiképzését a panel felső szintjén befejező fázisként készítették. Ez munkaigényes. A műköretek kialakítása bonyolult munkafolyamat. A jelenlegi homlokzatképzés költséges műköves munka.

A homlokzatképzést üzemben kell elkészíteni, azonban egyszerűbb technológiára kell törekedni (pl. alsó szinten első fázisként) még akkor is, ha a felület hatása a mostaniét nem éri el. A technológiai tervező az építéssel közösen alakítsa ki a minden szempontból megfelelő homlokzatképzés technológiáját.

9. Az ipar hulladékegyainak hasznosítása helyes. A kutatás terjedelme és üteme nem felel meg a feladatnak és a hulladékegyainak felhasználásával elérhető népgazdasági előnynek. A habosított kohósalak kísérletei pl. 30 000 forint hiánya miatt álltak. A kísérleti épületek új anyagai (kvare-mész, mész-porszénhamu) még nem elégtően ki. Súlyúkhöz képest kevés a szilárdságuk, időállóságuk stb.

A laboratóriumi kutatást és a felüzemi kísérleteket ki kell terjeszteni a már alkalmazott hulladékegyainak új felhasználására, a már használt anyagok tulajdonságainak megjavítására és az eddig még nem használt hulladékegyainak építőipari alkalmazására. A kísérletek részére a feladattal és a népgazdasági haszonnal arányos anyagi alapot kell biztosítani.

10. A fejlesztést gátolja, hogy egyszerre nagy teljesítményű, teljesen automatizált házgyárat akarunk létesíteni. Ennek nagy a beruházási költsége, hosszú az építési ideje. Az igényeket csak évek múlva fogja kielégíteni. Néhány százezer forinttal egyszerűbb technológiájú, nem automatizált üzemek létesíthetők, melyek rövid idő után már termelhetnek és kapacitásuk is tekintélyes. Ilyen kis üzemek a megfelelő minőségű porszénhamut adó erőművek mellé telepítendők és a környék építkezéseit látnak el. Ilyen pl. a 25-ös vállalat csepeli telepe.

Erőművek mellé telepített, egyszerű technológiájú üzemek gazdaságosságát meg kell vizsgálni és ha ez megfelelő, ilyen üzemeket kell létesíteni a nagy házgyárak építése mellett.

11. A paneles épületek a házgyárak működésének első szakaszában az egész lakásépítési volumennek csak kis részét fogják kitenni. Az egyéb a jelenlegi korszerűbb építési módokkal — vázas épület kitöltő falakkal — épülnek majd a többi épületek. Ilyen épületek épülnek már most is, holott az előregyártott váz problémája nincs megoldva. A feladat sürget.

A vázas épületekre vonatkozó kísérleteket — előregyártott, vagy más korszerű szerkezetű vasbetonváz, az igényeket kielégítő kitöltő-falazati téglák és blokk — azonnal meg kell kezdeni és rövid idő alatt be kell fejezni.

12. Nem tisztázott, hogy a teherhordó paneles épületek hány szintig építhetők gazdaságosan és hány szintes épületeknél kell vasbeton vázra áttérni. Egyesek szerint a határ 8—9, mások szerint 4—5 szint. A kérdést valószínűleg nem lehet elméletileg eldönteni, a választ a gyakorlat fogja megadni. A teherhordó panelváz és a lelőgő gerendás vasbetonváz megköti az alaprajzot.

Tisztázni kell a különböző rendszerekkel építhető maximális szintszámot és a legcélszerűbb szerkezetet.

13. A hazai kísérleti épületek esztétikailag kiegyensúlyozottak, mérsékelték, időállóak. Előnyösebbek a külföldiekénél. Az alkalmazott formák a hagyományos építési módnak felelnek meg, nem aknázzák ki a korszerű technika adta lehetőséget.

Az új épületeknek a formát a szériagyártásnak megfelelően kell kialakítani. A kísérleti épületeknek korszerű megjelenésben is elől kell járniuk.

14. A kísérleti épületek terhet jelentenek, a kivitelező vállalatnak és dolgozóinak, mert a jelenlegi építőipari konstrukció miatt — mely a forinttervet, az egy főre eső termelési értéket előírja — erkölcsileg és anyagiilag egyaránt hátrányos helyzetbe kerülnek. A kivitelező vállalatnak a kísérleti épület teher- és nem szívügye. A dolgozókat animálni kell az áldozat vállalására.

A kísérleti építkezéseket mentesíteni kell a normális építkezésekre vonatkozó tervteljesítési, pénz-

ügyi stb. előírások alól, hogy a kivitelező vállalat ne kerüljön hátrányosabb helyzetbe mint egyéb építkezéseknél. Olyan bérezési rendszert kell bevezetni, mely a dolgozókra nézve az átlagosnál kedvezőbb.

15. A kísérleti épületek állékonyságát minden esetben alaposan megvizsgálják. Nem így az egyéb épületeknél. Holott sem a szerkezet — csökkentett méretű koszorú, előgyártott vasbeton födémgerendák, melyek nincsenek a koszorúba bekötve — sem a kivitelezési technológia nem azonos a hagyományokkal.

Az új szerkezeti és kivitelezési módzatok figyelembevételével a nem kísérleti épületek állékonyságát is felül kell vizsgálni.

A rudabányai csillebuktató süllyesztési munkáinak kiértékelése

RUDNAI JÓZSEF Kossuth-díjas és JÁNOSKUTI SÁNDOR

A rudabányai csillebuktató építési munkáival, illetve a süllyesztés technológiájával a *Magyar Építőipar* 1956. évi 8-ik száma részletesen foglalkozott. A cikk megírása és megjelenése idején a süllyesztési munkák még folytak, így arról akkor összefoglaló képet adni nem lehetett. Most a munkák teljes befejezése után annak eredményéről és a tapasztalatokról kívánunk tájékoztatást adni.

Emlékeztetőképpen ismételjük, hogy a munka lényege egy $14,1 \times 18,1$ m külmeretű, $255,21$ m² alapterületű, $22,9$ m magas szekrénynek a talajszintig történő lesüllyesztése volt. A süllyesztési munka megszervezését hivatkozott cikk már tárgyalta és így most kiegészítésül a kiértékelt adatokat közöljük.

A süllyesztési munkát a $223,5$ m A. f. magasságú platóról $219,61$ m A. f. fenékszintre előásott munkagödörből indítottuk meg (ami egyben a bebetonozott vágóél magasságát is jelenti) és a vágóéllal a $200,60$ m A. f. szintre kellett lejutni. A végleges helyzet eléréséhez tehát $19,01$ m süllyesztési munkát kellett végrehajtani. Az előzetes talajfúrások alapján kapott talajszelvény a 218 . A. f. szinten mintegy másfél méter vastag szürke tufa réteget jelzett, ami a süllyesztést erősen befolyásolta volna. Ezért a tényleges helyzet megállapítására a süllyesztés megkezdése előtt egy újabb talajkutató gödör készült, minek segítségével sikerült megállapítani, hogy a talajfúrás alkalmával csak egy tufa lencse került a fúró útjába, mert a leásáskor ez a tufa réteg nem volt megtalálható. A süllyesztés folyamán harántolt talajrétegek tényleges elrendeződését az ábrán feltüntetett második talajszelvény mutatja.

Meg kell jegyezni, hogy a 216 -os szinten jelzett talajvíz süllyesztés közben nem jelentkezett, mindössze a sárga agyag és kavicsos homok választóvonalán jelentkezett a $212,80$ -as szinten először erősebb, majd jelentéktlenebb szivárgás, amit a függőleges ledobó aknában lefolyatva az altáróban készített vízgyűjtő zomp és beépített szivattyú segítségével könnyen el lehetett távolítani, tehát a munka lényegében száraz munkaterületben folyt. A különböző talajrétegek nem vízszintes fekvése ilyen nagy alapterületű szekrény süllyesztését erősen befolyásolja. Így pl. a szekrény keleti oldalán a $213,19$ -es szinten értük el a ka-

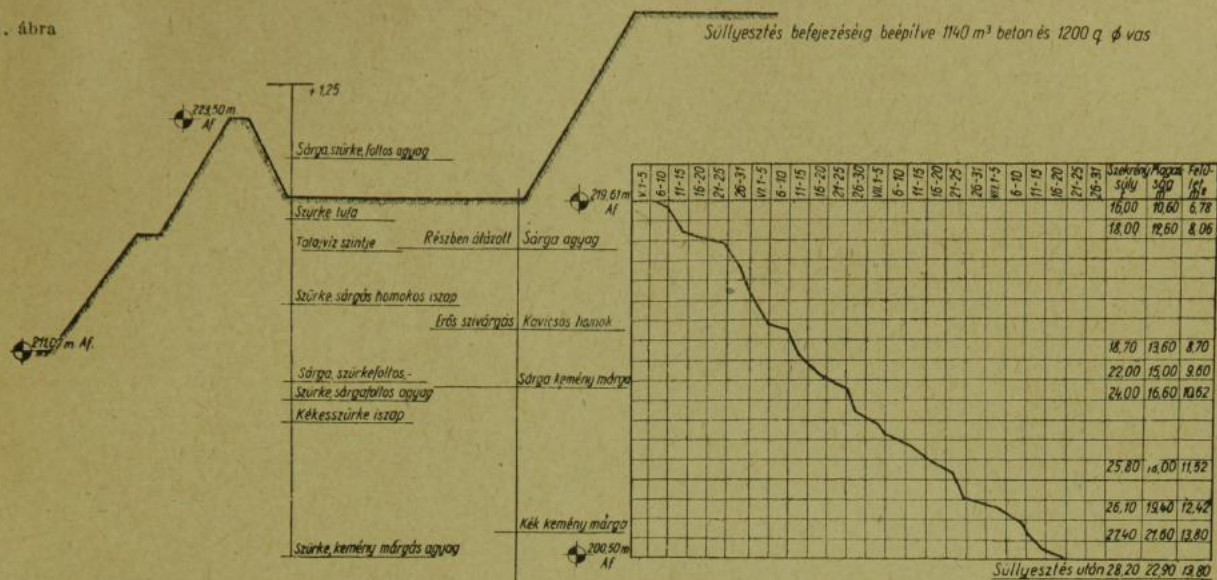
vicsos homokréteget, míg a nyugati oldalon a $211,99$ -es magasságban jutottunk ugyanebbe a rétegbe. Ez azt jelenti, hogy a homokrétegnek nyugat — keleti irányban $4^\circ 10'$ -es dőlése volt. Természetes, hogy ily módon a nem egyforma ellenállású talajban a súlyos szekrény elferdülése könnyen bekövetkezhet. Ezt a lehetőséget a munka folyamán úgy küszöböltük ki, hogy a kisebb ellenállású homoktalajnál a vágóél mellett az anyag eltűrését, tehát így a vágóél süllyedését is jobban akadályozó szélesebb padkát hagytuk meg a középső magok kiemelésénél. A homokrétegen való áthalolás végén ugyanezt a megoldást, de ellenkező oldalra vetítve alkalmaztuk.

A süllyesztési munka 1956. május hó 5-től augusztus 17-ig, tehát 102 napig tartott. A süllyesztés mértéke $19,01$ m, vagyis az egész munkaidőre osztva a napi előrehaladás értéke $186,4$ mm. Ha a süllyesztés grafikonját vizsgáljuk szembeötlő a szakaszosan végzett munka képe, a kavicsos homokrétegen való áthaladás után. A kitermelést ekkor a középső mag erősebb kiemelése után az elhagyott padka egyszerre történő lefaragása követte, ami azt eredményezte, hogy az erre eső napok alatt a süllyedés üteme meggyorsult. Az újabb magvétel ideje alatt természetesen az utósüllyedés, illetve konszolidáció adja a kisméretű előrehaladást. Ezért mutatja a grafikon a lépcsős képet.

A különböző talajnevekben a süllyedés sebessége a következőképpen alakult. A megindítás szakaszán részben átázott sárga agyagban $2,41$ m vastagságon 18 nap alatt hatoltunk át, ami napi 134 mm előrehaladást jelent. Ez a viszonylag kis érték azért is ilyen alacsony, mert egyrészt ez jelentette a munkavállalók begyakorlási idejét, másrészt az építészeti vezetőséget készítette óvatosságra az a tény, hogy a talajjellenállást a nagy szekrény súlyával szemben még nem ismerte. A következő homokos, kavicsos rétegen $4,45$ m vastagságban 11 nap alatt hatoltunk át, ami napi 405 mm-es előrehaladást jelent.

Ezt a réteget kemény sárga agyagréteg követte $3,46$ m vastagságban, amin 21 napos időszak alatt hajtottuk végre a süllyesztést. Ebbe az időszakba esik a Szénbányászati Igazgatóság által rendelkezésünkre bocsájtott 45 m-es kaparószalag

1. ábra



be- és kiszerezési munkája, ami összesen 7 napot vett igénybe, amely időszak alatt süllyesztési munka nem folyt. Gyakorlatilag tehát nem 21, hanem 14 napba került ezen a rétegen az áthatolás, ez pedig napi 246 mm süllyedést jelent. Az utolsó kemény kék márgarétegen 8,69 m vastagságban 52 napon át napi 167 mm előrehaladással folytattuk a süllyesztést, annak befejezéséig. Az előrehaladás sebességének alakulását az ábra jól mutatja.

Az ábrán feltüntettük a süllyesztés minden fázisában a bebetonozott szekrény magasságát, a kialakult surlódó felület nagyságát és a szekrény esetenkénti összsúlyát. A munka előrehaladása közben a betonozást úgy ütemeztük, hogy az újonnan rábetonozott súly lehetőleg egy süllyesztési időszak befejezése után érvényesüljön.

Munka közben a szekrény függőlegesben tartására kellett törekedni. Mint az előző cikkben már jeleztük mindenkor helyzet megítéléséhez 4 nagysúlyú függőt építettünk be, amelyek alá a falra fok beosztást festettünk és így a függők helyzete szerint minden irányú dőlés közvetlenül és azonnal leolvasható volt. Az egész munka folyamán a legnagyobb eltérés a függőlegestől nem haladta meg az 1,5 fokot, amit munka közben a fejtés irányításával egész rövid idő alatt sikerült kiküszöbölni. A végső szintre való érkezés előtt a szekrény déli oldalán váratlanul puhább rétegbe ütköztek és így az utolsó fázisban az addig függőlegesben süllyedő szekrény 0 fok 45 percre elferdült. Mivel az előírt mélységnél tovább haladni már nem lehetett, ez a dőlés az elkészített szekrénynél megmaradt, ami technológiailag az építmény rendeltetését nem befolyásolja és így jelentősége nincs.

A szekrény süllyedés közbeni helyváltoztatását illetően megállapítást nyert, hogy az alsó szint geometriai középpontja mindössze 4 cm-t vándorolt el eredeti helyétől. Ez annyira értékhátaron belül van, hogy nem jön számításba.

Emlékeztetni kívánunk arra, hogy a szekrény folytatódó betonozása süllyesztés közben folya-

matosan történt, így a függőlegestől időnként eltérő szekrény miatt a zsaluzási munkáknál sem a vízmérték, sem a függő nem volt használható. Az előzőleg (a süllyesztés megindítása előtt) gondosan betonozott —12,30-as szinttől mérési adatokkal kellett a további zsaluzási munkát végezni. A nehéz helyzet ellenére a folytatódó zsaluzás sima egyenes szekrényfalat adott és az átlagosan mért legnagyobb eltérés 2 cm.

Süllyesztés közben a szekrény nem akadt meg egyszer sem. Az alsó kemény rétegben a vágóél vasai nagyrészt befelé csavarodtak, oly nagy mértékben, hogy azt levágással el kellett távolítani. Ebből megállapítható, hogy a jövőben hasonló műtárgynál nem elegendő a vágóél vasalásának egyszerű bekötése, hanem célszerű a vágóél függőleges vaslemezét a külső oldalon legalább 60 cm-re a vágóél szintje felé folytatni és annak bekötését a betonba ráhegesztett kampókkal biztosítani.

A süllyesztés befejezéséig beépített beton mennyisége 1,140 m³, a beépített vas mennyisége 1200 q és a szekrény összsúlya — beleszámítva a beépített állványnak a súlyát is — 2820 tonna volt. Ez a súly tökéletesen elegendő volt a süllyedő ellenállás leküzdésére.

Az előző cikkben már említett biztonsági berendezések és óvintézkedések teljes eredményre vezettek, mert az egész munka folyamán semmilyen baleset nem fordult elő annak ellenére, hogy munka közben 387 fő idegen és a helyzettel nem ismerős látogató is megtekintette a munkát. Célszerű előgondoskodással tehát egy ilyen szokatlan és nagy mélységre végrehajtott alapozási munka is balesetmentesen végezhető.

A munka közben 3 jelentősebb újítás nyert alkalmazást, melyek egyrészt a kivitel módját (altárón át történő anyagszállítás), másrészt a külső talajtól függetlenített zsaluzási és állványozási munkák céljait szolgálták. Ezen újítások kapcsán elért megtakarítás összege meghaladja a 180 000 Ft-ot.



1. ábra. Gubacsi híd fő, iskola. Tervező: **Pintér Béla** (Közt)

Szemelvények az 1956. évi építkezésekből

Budapesten végleges befejezést nyernek egyes — már a korábbi években megkezdett — lakótelepek, mint a Gubacsi híd fői, Rákospalota-i, Albertfalva-i, Erzsébet királyné úti lakótelepek. Jelentős mértékben kiépül a Kerepesi út, a Fiastyúk utca és az óbudai Hunor utca.

Vidéken teljes befejezést nyert a győri Nádorváros. Sok lakás készül el Várpalotán, Miskolcon, Ózdon, Komlón, Tatabányán, Ajkán, Oroszlányon, Pécsen, Debrecenben, Salgótarjánban és Szolnokon.

Az alábbi képsorozat ízelítőt kíván nyújtani az 1956. évben felépült lakóházakról.



2. ábra. Tatabánya. lakótelep. A kép jobb sarkában lévő épületek 1956-ban épültek.

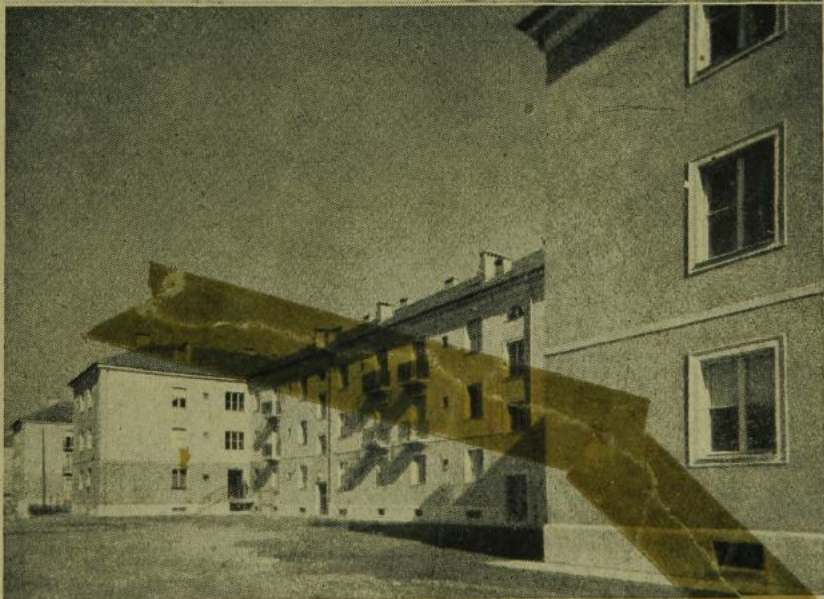
3. ábra. Gubacsi hídő. Tervező: **Breuner Jánosné.** (Lakóterv) Kivitelező: E. M. 23. sz. Építőipari Vállalat.



4. ábra. Rákospalota. 50 fős óvoda a földszinten és 8 lakás az emeleteken. Tervező: **Fábián István** (Lakóterv). Kivitelező: E. M. 25. Építőipari Vállalat



5. ábra. Rákospalota. Udvari kép. Jobboldalon 40 lakásos lakóház. Tervező: **Fábián István** (Lakóterv). Kivitelező: E. M. 25. sz. Építőipari Vállalat





6. ábra. Erzsébet kir.-né úti lakótelep.
Tervező: **Dúl Dezső**



7. ábra. Erzsébet kir.-né úti lakótelep
Tervező: **Dúl Dezső**



8. ábra. Kerepesi úti lakótelep. Tervező:
Legány Zoltán—Schmidt Lajos



9. ábra. Kerepesi úti lakótelep. Tervező:
Legány Zoltán—Schmidt Lajos

10. ábra. Kerepesi úti lakótelep. Óvoda.
Tervező: Legány Zoltán—Garay Gyula



11. ábra. Kerepesi úti lakótelep. Lakó-
épület kapubejárata. Tervező: Legány
Zoltán—Schmidt Lajos

13. ábra. Kerepesi úti lakótelep. Tervező:
Legány Zoltán—Schmidt Lajos





14. ábra. Győr. Nádorváros. Lakóépület.
Tervező: **Lakatos Kálmán**



15. ábra. Bp. XIII. ker., Flastvúk utcai
lakótelep, II., III., IV., V. épület. Ter-
vező: **Vidos Zoltán (BUVÁTI)**. Kivite-
lező: É. M. 41. és 44. sz. Építőipari
Vállalat



16. ábra. Albertfalva. G3-jelű épület. 116
db. „Cs lakás”. Tervező: **Rácz György**
(Iparterv 8 Iroda). Kivitelező: É. M. 43.
sz. Építőipari Vállalat

Salgótarjáni Áruház

Tervező: *Vass Antal*. (Közt)

Társtervezők: Statikus: *Molnár József*,
Víz: *Botfay László*,
Fűtés: *Sárkány Endre*,
Villany: *Bányay Pál*,
Szellőzés: *Sárkány Endre*.

Kivitelező: ÉM Nógrádmegyei Állami Építő Vállalat, Salgótarján.

Szerkezeti rendszer: alapozás vert vasbeton cölöpök, gerendavázzal, külső főfalak téglá, belső vasbeton pillérváz. Előregyártott vasbeton gerendák között helyszínen előregyártott vasbetonlemez, kis részben monolit bordás födém, lapostető, kavicsolt lemezfedéssel.

Homlokzat: nemes vakolat, oszlopok, lábazat, párkányok és nyíláskeretek kemény mészkőburkolat.

Beépített légm³: 15 154

Költség: 7 415 784 Ft

Fűtés: alacsony nyomású gőzfűtés.



Pillangó utcai 400 személyes munkásszálló

Tervező: *Kleineisel János*. (Közt)

Társtervezők: Statikus: *Walthier Gábor*,
Víz: *Botfay László*,
Fűtés: *Schusztál György*,
Elektromos: *Fusztér Ferenc*,
Szellőzés: *Sárkány Endre*.

Kivitelező: ÉM 23. sz. Állami Építőipari Vállalat.

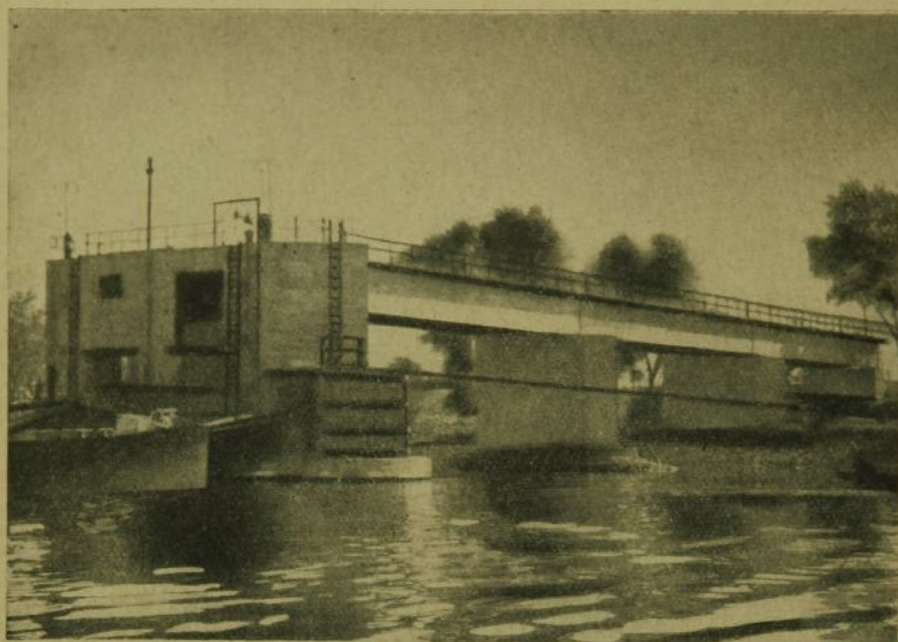
Szerkezeti rendszer: terméskő és beton sávalap, kisméretű téglafalak. Előregyártott vasbeton gerendák között vasbeton palló födém, vasbeton tetőszék palafedéssel.

Homlokzat: nemesvakolat, kőlábazat, húzott főpárkány és ablakkeret.

Beépített légm³: 25 786

Fűtés: szivattyús melegvízfűtés

Költség: 9 713 572 Ft.



1. ábra. A szőnyi kikötőhíd

Megépült a szőnyi kikötőhíd

A Szőnyi Kőolajipari Vállalat kikötőhídja a Dunán hajókban érkező nyersolajnak és darabáruknak kirakodására, továbbá a készáruknak a hajókba rakására szolgál.

A kikötőhíd a parttól 70 m távolságra levő kikötő pillérből és az innen a partra vezető 3×23 m támaszközü hídból áll (1. ábra). A kikötő pillért a pályaszinttől 18 m mélyen fekvő agyagtalajig süllyesztett két 8 m átmérőjű, 9,50 m magas vasbeton köpenyű kútra alapozták. A kutakat soványbetonnal töltötték ki. A pillér felépítménye a középszint fölött három emeletre osztott monolit vasbetonszerkezet. Az egyes emeleteken elhelyezett szivattyúkkal a Duna bármely vízállásánál ki lehet emelni az olajat a hajókból.

A hídszerkezet két mederpillérét ugyancsak soványbetonnal kitöltött vasbetonkutakra helyezték. A pillérenként lesüllyesztett két-két kút átmérője 4,70 m, magassága átlag 7 m. A felmenő falazat köburkolatát és csömöszölt betonmagját zsaluzat között egyidőben építették.

A parton levő ellenfal alapozása és felmenő falazata is csömöszölt betonból készült.

A pilléreken három — egyenként 23 m nyílású — kéttámaszú, felsőpályás, monolit, vasbeton híd nyugszik. A nyílásonként elhelyezett két-két — egyenként 2,20 m magas — főtartó mindegyike 0,45 m széles konzolt hord. Utóbbiak gyalogjáróul szolgálnak. A főtartók között levő keresztartók alatt építették be az olajvezetékeket alátámasztó vasbeton karokat. A vezetékek a főtartók alsó síkjában levő vasbetonjárdáról kezelhetők.

A pályaszerkezet 15 cm magas bordás vasbetonlemez, 5 cm vastag koptató betonnal. A darabáruk szállítására két 0,60 m nyomtávú kisvasúti vágányt fektettek a hídra (2. ábra).

A kikötőhidat a Mélyépítési Tervező Vállalat tervei alapján a Hidépítő Vállalat építette.

Enökl Elemér
tervezőmérnök



2. ábra. A szőnyi kikötőhíd pályaszerkezete

Befejezték a debreceni közvágóhíd szennyvíztisztító telepének építését

Debrecenben a közvágóhíd, a hűtőház és a baromfi feldolgozó telep részére közös, *mechanikai rendszerű szennyvíztisztító* berendezést létesítettek.

A telepre érkező szennyvíz a *túlfolyó aknába* kerül, amelyből zápor esetén az *ötszörös* hígításon felüli szennyvíz-mennyiség oldalbukókon át tisztítás nélkül jut az elvezető csatornába. A száraz időben érkező szennyvíz, illetőleg ennek legfeljebb *ötszöröse*, $230 \text{ m}^3/\text{ó}$ mennyiségben a túlfolyó aknából az iker *homokfogóba* kerül. A homokot az üzemmen kívül helyezett medence-részből kézi erővel távolítják el. A szennyvíz ezután a *rácsaknán* folyik keresztül, ahol a darabos úszó szennyeződés visszamarad. Majd a hosszanti átfolyású kétrekeszes *ülepítő medencébe* jut a szennyvíz. A rekeszek külön-külön üzemeltethetők. Az ülepítő medencékben a szennyvíz iszaptartalma rakódik le. Az ülepített iszapot *kotrószerkezet* tereli a medence mélyebb részébe, ahonnan gravitációsan jut az iszap a *szivattyúház* szívóterébe. Innen az iszapot szivattyúk nyomják az ún. hideg *rothasztó medencékbe* (1. ábra), ahol az iszap körülbelül *60 nap* alatt rothad ki.

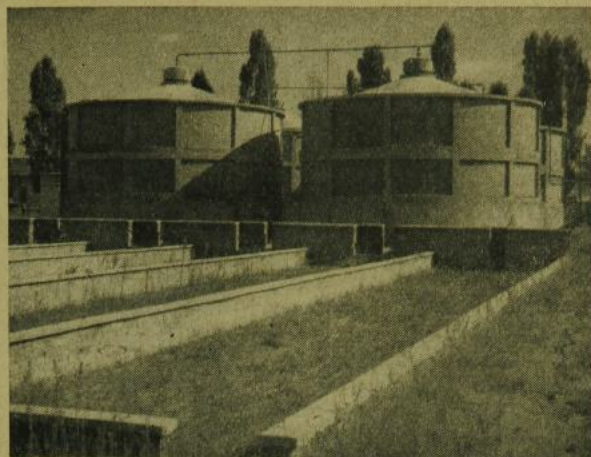
A rothasztó medencékben naponta kerekén 30 m^3 friss iszap helyezhető el, amelyből mintegy 300 m^3 — köbméterenként *6000 kalória* fűtőértékű — iszapgáz fejlődik. — A gáz erre a célra készült *gáz-harangban* (2. ábra) tárolható és onnan elvezetve hasznosítható.

Értékesíthető továbbá a szikkasztott iszap is, amelynek mennyisége naponta 17 m^3 -re tehető. A szikkasztott iszap kiváló humuszképző és trágyázó anyag. A kirothadt iszap szikkasztása az erre a célra készült *szikkasztó-ágyakban* (1. ábra) történik.

Az ülepítő medencében megtisztított szennyvíz végül is a *fertőtlenítő-medencébe* (3. ábra) kerül és innen az elvezető csatornában az ún. *Vizes-árokba*, majd ebből a *Kondorosi érbe* jut.

A szennyvíztisztító telepet a *Mélyépítési Tervező Vállalat* tervei alapján a *Hajdumegyei Állami Építőipari Vállalat* építette.

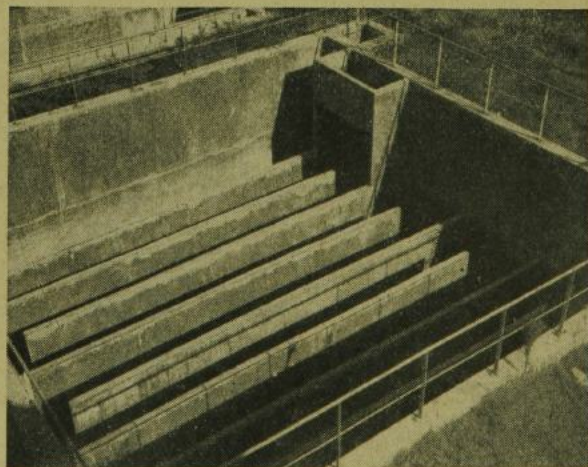
Horváth László
tervezőmérnök



1. ábra. Debreceni vágóhíd szennyvíztisztító telepe, rothasztó-medencék és iszapszikkasztó-ágyak



2. ábra. Gáz-harang a rothasztó-medence tetején



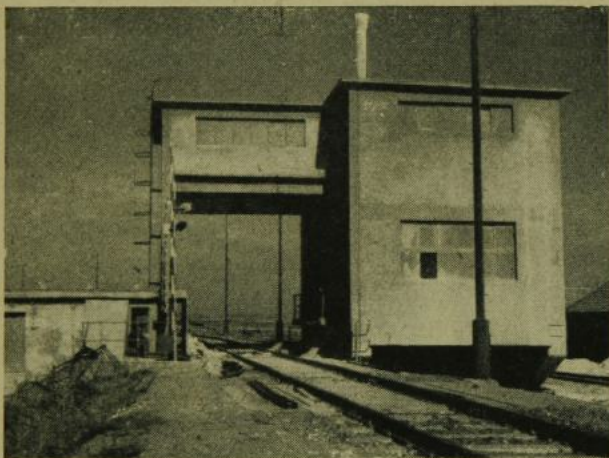
3. ábra. Fertőtlenítő medence

A Péti Nitrogénművekben vagonbuktatót és mészkő-előtörőt építettek

A mészkő vasúti kocsikban érkezik a telepre. Gyors ürítésük biztosítására *kettős homlokbuktatót* (1. ábra) építettek. A kocsik buktatásakor a legfeljebb 40 cm méretű mészkövek bunkertölcséerbe esnek, ahonnan *szállítószalag* (2. ábra) szállítja azokat a *törőműbe* (3. ábra). Itt nagyteljesítményű, négy kalapácsos *Titán* törő működik, amelynek fordulatszáma percenként 250, ütésszáma pedig 1000.

A létesítmény jó talajra került. Építés közben talajvíz nem mutatkozott, ezért az alapozást nyílt munkagödörben lehetett elkészíteni, ámbár az alapozás síkja a terepszint alatt 10 m mélyen volt.

A vasbeton törőalapot monolitikusan egybe építették az oldalfalakkal, ezért a teljes szerke-



1. ábra. Vagonbuktató

zetet úgy kellett tervezni, hogy az *önrezgésbe* ne kerülhessen. Ezt azáltal érték el, hogy a szerkezet percenkénti önrezgésszámát lényegesen 1000 alá szorították.

Nagy *ütőhatás* keletkezik a bunkertölcsérekben is. Ez ellen rugalmas *tölgyfaréteg* közbeiktatásával védekezünk. A tölgyfaréteget a koptató hatás ellen vaslemez borítás védi.

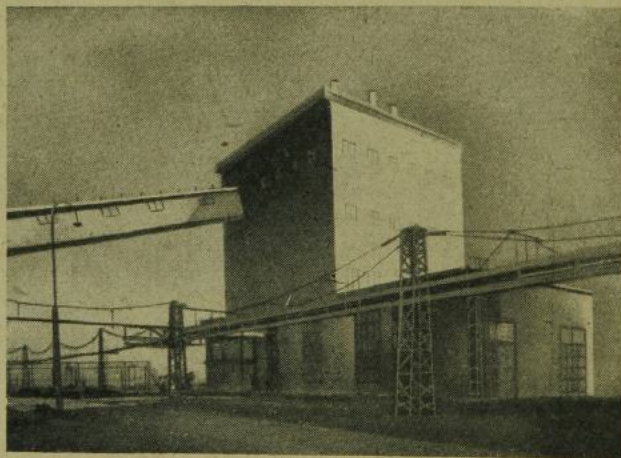
A vagonbuktató mellett a kihordó szalagfolyosó fölött vasúti vágányt kellett átvezetni. Az egyenlőtlen ülepedés elkerülése végett a szalagfolyosónak ezt a részét egybeépítettük a vagonbuktatóval úgy, hogy nagyméretű faltartókkal konzolosra készítettük. A létesítmények mély részeit esetleges talajvíz ellen beton tömegszigetelés és vízzáró vakolat védi, a dilatációs hézagokat bitumenes kenderkóccal tömítettük.

A létesítményeket a *Mélyépítési Tervező Vállalat* tervei alapján az *1. sz. Mélyépítő Vállalat* építette (4. ábra).

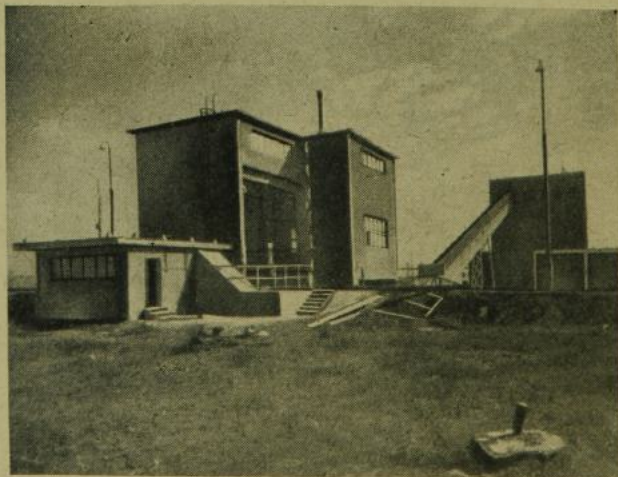
S. Szabó István
tervezőmérnök



2. ábra. Szállítószalag-folyosó belső képe



3. ábra. Mészkő előtörő



4. ábra. A vagonbuktató és előtörő együttes képe

A csepeli és táti földszintes pernyebeton panelépületekből álló lakótelep

HARMOS ZOLTÁN és SEBESTYÉN GYULA

A Magyar Építőipar 1956. évi 3. számában megjelent cikk ismertette a Csepeli Művek részére Csepel Erdősor utcában épült földszintes előregyártott lakótelep 1955-ben beindult I. ütemét.

Ezúttal a csepeli építkezés folytatásáról, az új táti építkezésről, valamint a földszintes paneles építkezés eddig szerzett tapasztalatairól szeretnénk beszámolni. Mindenekelőtt ismertetnénk a különböző épületek terveit, majd a gyártási technológiákat és ezekből leszűrt tapasztalatokat, végül az építkezések gazdasági kérdéseit.

I. Az építkezések tervei

a) A csepeli lakótelep

Az 1. ábrán közölt helyszínrajz feketével jelzett épületei képezték az építkezés I. ütemét, míg a sraffozott, illetőleg fehéren hagyott épületek jelzik a II/a., illetve II/b. ütemet. A teljes lakótelep 352 lakást foglal magában, melyből 304 ikerházakban, a főútvonal mentén pedig 48 lakás egyemeletes, 8 lakásos épület formájában épül, illetőleg fog épülni.



1. ábra Csepeli lakótelep. Telepítés tervező: Kotsis Laios

A telepen az 1955. év során 88 db „A”, 4 db „B” és 20 db IV. típusú lakás épült, az utóbbiakat az R. M. Erőmű tervezte és gyártotta le. A II/a és a II/b ütem földszintes lakásai közül 48 db az „E”, 56 db az „M” és 98 db az „N” típus szerint épül.

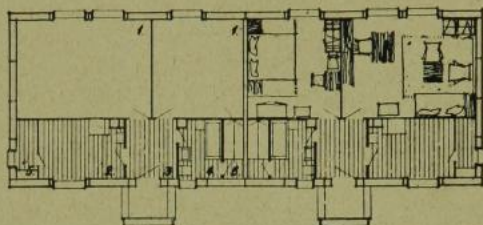
A Magyar Építőipar 1956. évi 3. számában megjelent cikk ismertette az „A”, „B” és az időközben elmaradt „C” jelű épülettípusokat ezúttal bővebben csupán a továbbiakkal kívánunk foglalkozni. Az „A”, „B” és „C” típusoknak csak fontosabb adatait soroljuk fel.

„A” típus (2. ábra) 2 szobás, teljes komfortos alaprajz.

Beépített alapterület 66,8 m²
Hasznos alapterület 57,4 m²

Lakóterület 36,7 m²
Lakóterület aránya a beépített
alapterülethez 54,9%

A homlokzati megjelenés megkívánja, hogy a lakószobák ablakai az utcára nézzenek, így a bejárat a hátsó oldalra kerül. Mivel a beépítési ter-

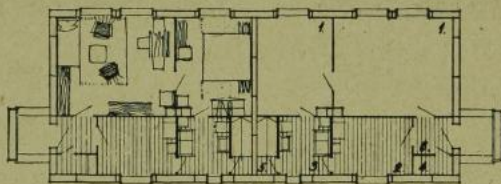


2. ábra. „A” típus. Tervező: Sebestyén Gyula, Rudnai Gyula, Emőd Attila

ven az I. ütemben jóformán kizárólag K-Ny-i útvonal van, az épület tájolása az esetek felében nem megfelelő.

„B” típus (3. ábra) 2 szobás, teljes komfortos alaprajz, a második szoba nem közelíthető meg közvetlenül.

Beépített alapterület 57,6 m²
Hasznos alapterület 48,8 m²
Lakóterület 30,8 m² 53,6%
Lakóterület aránya a beépített
alapterülethez 53,6%



3. ábra. „B” típus. Tervező: Emőd Attila, Rudnai Gyula

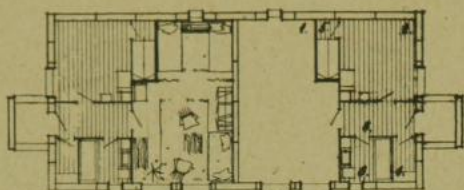
A homlokzat kívánalmait ugyanazok, mint az „A” típus esetében.

„C” típus (4. ábra) egy szoba hálófülke, teljes komfort

Beépített alapterület 52,0 m²
Hasznos alapterület 44,2 m²
Lakóterület 25,1 m²
Lakóterület aránya a beépített
alapterülethez 48,4%

A lakótér két ellentétes oldalon kap ablakot, tehát tájolás szempontjából könnyebben alkalmazható.

Mind a három típusnál azonos az 1,60 m méretű alaprajzi raszter, illetőleg a 6,40 m-es födém-tálcával áthidalt fesztáv. A hasonló tömegek, illetve az „A” típusnak túlnyomó alkalmazása miatt a település képe bizonyos fokig egyhangú-

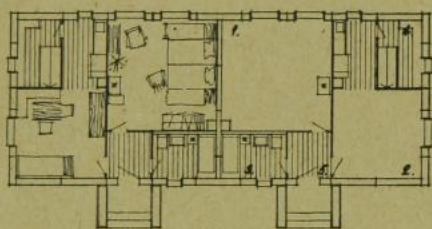


4. ábra. „C” típus. Tervező: Harmos Zoltán, Rudnai Gyula

nak mutatkozott, melyen az épületek színezésével segítettünk.

„E” típus (5. ábra) egy szoba, lakókonyha, fürdő, kamra, előszoba. A bejárás a hátsó oldalon történik. A szoba az utcára, a lakókonyha két oldalra, a rövid, illetve utcai homlokzatra nyílik. A lakókonyha 17,3 m² nagyságú alapterülete két részre oszlik, főző- és lakórészre, mely osztás a padlóburkolatban is jelentkezik. A kamra a padlásfeljáróval együtt a konyha főzőrészéből nyílik.

Az alaprajz 180 cm-es raszterra van felhordva s a válaszfalak is előregyárthatóak, 90 cm-es osztásban. A belső ajtókat 2 méretben (60/196, illetve 80/196 cm) tipizáltuk. A 90 cm-es válaszfal osztásba a 80 cm széles ajtó is elhelyezhető tokkal együtt.

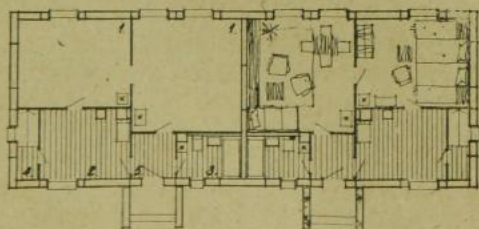


5. ábra. „E” típus. Tervező: Harmos Zoltán

Az épület fesztávja 6,30 m, melyet egy földemtálca hidal át. A fedélszerkezet vb. szarugerendák.

Beépített alapterület	58,2 m ²
Hasznos alapterület	49,1 m ²
Lakóterület	28,9 m ²
Lakóterület aránya a beépített alapterülethez	49,5%

„M” típus (6. ábra) két szoba, konyha, fürdő, kamra, előszoba. Mind a két szoba az utcai frontra nyílik, a második szoba nem közelíthető meg közvetlenül az előszobából, de az első szobán és a konyhán keresztül két kijárási lehetőség is van. A kamra a konyhából nyílik s benne helyezkedik el a padlásfeljáró is. Az alaprajzi raszter itt is 180 cm, illetve a válaszfalakat illetően 90 cm.

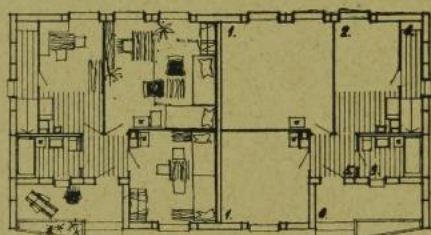


6. ábra. „M” típus. Tervező: Harmos Zoltán

A földem és fedélszerkezet azonos az „E” típusával.

Beépített alapterület	64,0 m ²
Hasznos alapterület	54,1 m ²
Lakóterület	36,9 m ²
Lakóterület aránya a beépített alapterülethez	57,6%

„N” típus (7. ábra) két szoba, konyha, fürdő, kamra, előszoba, tornác. A központos fekvésű előszobából külön közelíthető meg a két szoba, a konyha és a fürdő, a kamra és padlásfeljáró a konyhából nyílik. A konyha és fürdő elrendezése közös vizes falat tesz lehetővé. A szobák ablakai a két hosszoldalra nyílnak, a bejárás mind a két oldalról történhet. Az alaprajzi és válaszfal raszter azonos az „E”, „M” típusokéval. A 8,10 m-es fesztávot pillérrel alátámasztott mestergerendára kerülő két földemtálca hidalja át. A fedélszék szerkezete az „E” és „M” típusával azonos.



7. ábra. „N” típus. Tervező: Harmos Zoltán

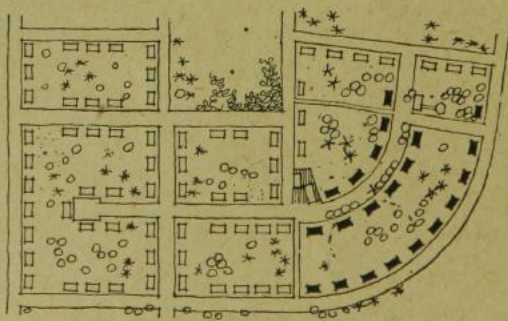
Beépített alapterület	72,4 m ² tornáccal
Hasznos alapterület	61,3 m ² tornáccal
Lakóterület	34,6 m ² tornác nélkül

Lakóterület aránya a beépített alapterülethez

47,7%

b) TÁTI lakótelep

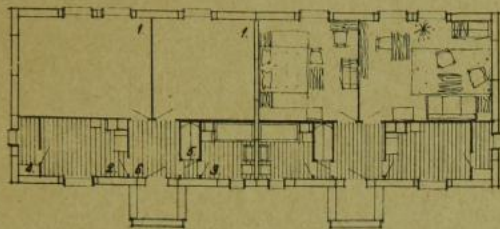
A 8. ábrán bemutatott helyszínrajz szerint 1955. év végén indult meg a lakótelep építkezése, ahol a perspektivikus tervek szerint 1955—58-ban 500 lakás épül. Az I. ütemben, mely 132 lakás, ikerházak épülnek, míg a II. ütem sorházakkal épül be. Az I. ütem első 20 lakása, részben a sürgős kezdés, részben a kissugarú íves beépítés miatt, téglaszerkezettel készült (fekete jelzés). A további 112 előregyártott lakás az alábbiak szerint oszlik meg: 46 db „I.” típus, 30 db „II.” típus, 36 db „III.” típus. A beépítési terv sajnos



8. ábra. TÁTI lakótelep. Tervező: Kiss Dénes

nem felelt meg teljesen az építési módnak, mert a sok rövid házsor (2—3 épület) miatt a portáldarut gyakran kell átállítani.

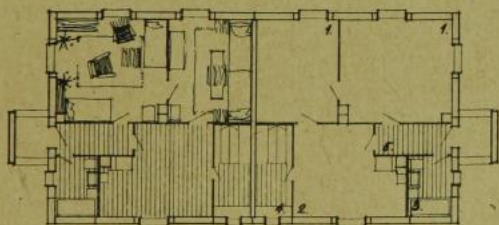
„I.“ típus (9. ábra) két szoba, konyha, fürdő, kamra, padlásfeljáró, előszoba. Az elrendezés lényegében azonos a csepeli „A“ típusal, azzal a különbséggel, hogy a padlásfeljáró közvetlenül az előszobából nyílik.



9. ábra. I. típus. Tervező: Sebestyén Gyula, Rudnai Gyula, Emödy Attila, Harmos Zoltán

Beépített alapterület	68,6 m ²
Hasznos alapterület	58,9 m ²
Lakóterület	38,2 m ²
Lakóterület aránya a beépített alapterülethez	55,8%

„II.“ típus (10. ábra) két szoba, lakókonyha, fürdő, kamra, előszoba. Az előszobából közvetlenül az első szoba, a lakókonyha és a fürdő közelíthető meg. A második szoba a konyhán és az első szobán keresztül körbe járható, a kamra a padlásfeljáróval a konyhából nyílik. A lakókonyha 15,5 m²-es területén a felső rész külön fülkében helyezkedik el. A konyha és fürdőszoba elrendezése közös vizesfalat tesz lehetővé. A 8,00 m-es épületfeszítávot mestergereidára fekvő két egyforma fűdémpanel hidalja át. A válaszfalak elrendezése lehetővé teszi azok előregyártását 80 cm-es rászterban, de a 80 cm-es ajtók mellett kiegészítő panel válik szükségessé.

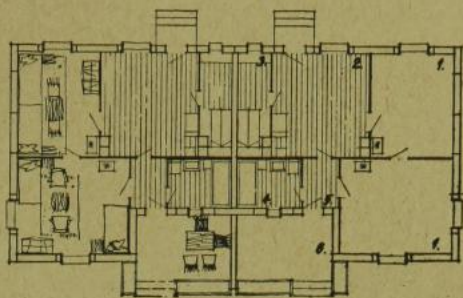


10. ábra. II. típus. Tervező: Harmos Zoltán

Beépített alapterület	70,5 m ²
Hasznos alapterület	61,5 m ²
Lakóterület	40,4 m ²
Lakóterület aránya a beépített alapterülethez	57,4%

„III.“ típus (11. ábra) két szoba, lakókonyha, fürdő, kamra, előszoba, tornác. Az előszobából közvetlenül nyílik az első szoba, a konyha és a fürdő. A második szoba a konyhán és az első szobán keresztül is megközelíthető. A lakókonyhából (16,5 m²) külön kijárási lehetőség van a kert felé. A fürdőszoba és a konyha vizes szerelvényei egy falon helyezkednek el. A válaszfalak ez esetben is előregyárthatók 80 cm-es rászterben.

A szobák ablakai két irányban nyílnak, így az épület jól tájolható s bármelyik homlokzat kerülhet utcáfrontra.

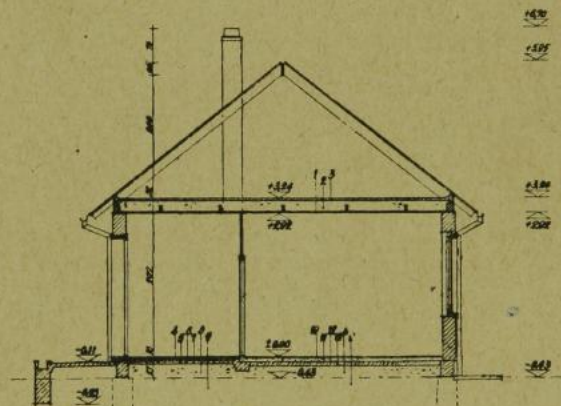


11. ábra. III. típus. Tervező: Harmos Zoltán

Beépített alapterület	80,2 m ² tornáccal
Hasznos alapterület	70,0 m ² tornáccal
Lakóterület	39,2 m ² tornác nélkül

Lakóterület aránya a beépített alapterülethez 49,0%

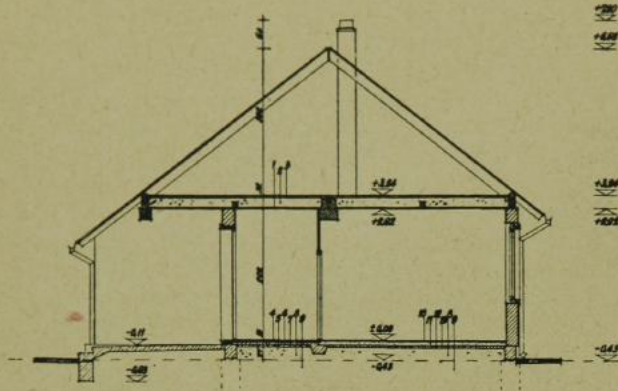
Mint a felsorolt típusok is mutatják, közel azonos lakóértékű lakásokból nagyvelemes előregyártás esetén is aránylag nagy változatosság érhető el. A különböző lakások megépítése után lesz lehetőség a lakók véleményének megismerésére. Az 1955-ben megépült „A“ típusú épületek általában megnyerték a lakók tetszését.



12. ábra. A, B, C, E, M, I. típusok metszete. 1. vasbeton födémfalca, 2. salakfeltöltés, 3. salakbeton, 4. mozaiklap, 5. fektetőhabarcs, 6. aljzatbeton, 7. kavicssterítés, 8. földfeltöltés, 9. termelt talaj, 10. hajópadló, 11. homokfeltöltés, 12. szigetelés, 13. aljzatbeton

II. A falelemek előregyártása

A csepeli I. ütem épületeinek falelemeit az I. sz. Épütelemgépgyár gyártotta le, ahol azonban nem csak a gyártás megszervezése volt nehézkes, de a gyártás minősége sem nyújtotta azt, amit tőle vártunk. Az 1955. évi gyártás tapasztalatai alapján az 1956. évi gyártás megindítása előtt kisebb-nagyobb javításokat végeztek, mindez azonban nem küszöbölhette ki a technológia adta hibákat. Éppen ezért szükséges volt más technológiával, új kísérleti üzem létesítése, ami csak sok nehézség és kétség leküzdése árán sikerült. Az új üzem 1956. áprilisban indult meg. Az alábbiakban össze kívánjuk vetni a kétfajta gyártási módszert.



13. ábra. N. II., III. típusok metszete. 1. vasbetonfödémfalca. 2. salakfeltöltés. 3. salakbeton. 4. mozaiklap. 5. fektetőhabarcs. 6. aljzatbeton. 7. kavicssterítés. 8. földfeltöltés. 9. termett talaj. 10. hajópadió. 11. homokfeltöltés. 12. szigetelés. 13. aljzatbeton

a) 1. sz. Épületelemgyár

A pernyét vasúti kocsin szállítják a Csepeli Művekből. A vasúti kocsik kirakása a nagy porképződés miatt igen nehézkes, s az egészségre is ártalmas. A vasúti kocsikból kirakott pernye a Dunai oldalon levő bunkerban tárol, majd fulleren kerül a keverőtorony legfelső emeletén levő napi tárolóhelyre. A pernye és a kötőanyagok mérése cementmérlegeken történik, majd görgőjáraton való keverés után jut a megkevert beton szállítószalag közbeiktatásával a sablonba. A felhasznált berendezés értéke nagy. A berendezés a célnak nem is teljesen megfelelő, mert egyrészt a fulleres továbbító gyakran eldugul, a cementmérlegek pedig nem bizonyulnak megbízhatóknak. A gyártás aggregátrendszerű, a beton bedolgozása vibráosztalon történik, ami a zsaluzatot erősen igénybeveszi. A vibráosztalról az elemeket Demág macska emeli be a gőzőlőaknába. Az aknában két elem kerül egymás fölé, ami egyrészt az alsóelemek zsaluzatának nagy igénybevételét jelenti, másrészt egy elem nem helyes felfekvése a fölötte levő elemeknél is deformációt okozhat.

Az érlelés előírt rendszerét a berendezés nem tudta biztosítani. Az előzetes száraz melegítést nem lehetett zavartalanul végrehajtani, mert a szomszédos aknák gőze a nem megfelelő szigetelés miatt átfűjt, a beton a korai gőz hatására megkelt és az anyag leveles szerkezetű lett. A zsaluzatok az eredeti kivitelben nem tudtak a rájuk háruló igénybevételnek ellentállni, s már az első sorozatok után sok deformáció, lazulás, a sarkoknál hézag stb. keletkezett és szükségessé vált a zsaluzatok kijavítása, megerősítése. Külön meg kell említeni, hogy a nagy igénybevételnek kitett zsaluzatok egy-egy db-jának összsúlya elérte a 2,0 tonnát. Mindez azt mutatja, hogy ilyen nagy méretű (közel 5,0 m²-es) külső falelem gyártásához az aggregát rendszer nem alkalmas. További nehézséget jelentett a külső felületképzés felhordása s a kísérletek nem is vezettek eredményre. Az alsó felületről a vibrálás miatt a műkő felszáll, a felső felületen pedig a táskásodás miatt leválik.

A gyártó terület :

Keverés és részben

raktár	7,2 m ² /m ³ elem naponta
Aknák és zsalukezelés	11,5 m ² /m ³ elem naponta
Kiszerezés és zsalukezelés	20,0 m ² /m ³ elem naponta
összesen :	38,7 m ² /m ³ elem naponta

Az üzem létesítési költségét nem lehet pontosan megállapítani, mert felhasználásra került az I. Elemgyárnak más célokra korábban készült berendezése és épülete is. A termelékenység az alábbi adat világítja meg. Az üzem átlagos napi teljesítménye 25,0 m³ (a nagyobb leállásokat nem beleszámítva). A foglalkoztatott létszám 18 fő egy műszakban. Tehát 1,0 m³ elemre 5,76 óra jut. A gyártott elem önköltsége 450,— Ft/m³, amennyiben a zsaluzat 1000-szer való felhasználása lehetséges. A 450,— Ft-os m³ árban a pernye szállítási összköltsége kerekén 90,— Ft-ot tesz ki.

b) Csepeli Művek Erőmű

1955. őszén a Csepeli Erőmű saját erőből történő lakásépítési akciója keretében teljesen ideiglenes jellegű előregyártást kezdeményezett saját területén. Ez a telep gyártotta az I. ütemben épült Erőmű által, tervezett „IV.” típust. Időközben az I. Épütelelemgyári gyártásnál tapasztalt hiányosságok miatt került javaslatba a Csepeli Erőmű mellett szttend rendszerű üzem létesítése. A Bellosevich, Harnos, Gebhard által javasolt tervvel szemben azonban az É. M. 1956. elején még az I. Épütelelemgyári gyártás rendbehozását tűzte ki fő célul és így a telep nagyrészt a Csepeli Erőmű támogatásával épült meg.

Az előregyártó üzem az alábbi technológia szerint működik. A pernye a kiválasztó rendszerből közvetlenül csővezetéken jut a keverő melletti tárolóba. A kötőanyagok: cement, mész, trisogipsz, raktárban tárol. Az anyag keverése két 500 l-es betonkeverőben történik. A zsaluzatok páronként 4 × 5,00 m-es 50 cm mély kádban vannak lerögzítve úgy, hogy az alsó felületüket a kád működőlapja képezi és a vas oldalak pántron lenyílnak.

A zsaluzat alsó síkját a tisztítás után kötés-gátlóval bekenik, majd leterítik a külső műkő burkolatot plasztikus, illetve földnedves két rétegben. Ezután következik a vasalás elhelyezése. A megkevert anyagot alulnyíló edényben portáldaru viszi a zsaluzathoz. (Az újabb technológia szerint békaszájú csillén tolják a zsaluzatig). A pernyebetont lapvibrátor dolgozza be. A bedolgozás után a kádra három főszigetelő réteget tartalmazó fedlap kerül s ezután kezdődik a hőkezelés, mely két-két kádban folyik egyszerre. A hőkezelés csak meleg levegővel történik. Ennek érdekében a kádak padlójában alsó hőszigeteléssel csőkégyő épült be, valamint a kádak oldalfalain is csőkégyők helyezkednek el. A hőérlelés időtartama átlag 11 óra. A kész elemeket a zsaluzat oldalainak lehajtása után portáldaru szakítja, majd a tárolóhelyen a műkőfelületet átkéfélik és utána deponálják. A száraz melegítés

előnye, hogy a kész elemek nedvességtartalma cca $\frac{1}{2}$ -e a gőzölt elemekének. Az üzemből elérhető falszilárdság meghaladja a 60 kg/cm^2 -et ($3,0 \text{ m}$ magas fal), a minőség állandó.

Az üzem napi kapacitása 32 m^3 (egy kád-sorral) a foglalkoztatott létszám 16 fő. Az egy köbméterre eső munkaerőszükséglet $4,0$ óra.

Helyszükséglet:

Raktárak	$10,0 \text{ m}^2/\text{m}^3$ elem naponta
Keverőhely	$2,2 \text{ m}^2/\text{m}^3$ elem naponta
Kádak	$13,0 \text{ m}^2/\text{m}^3$ elem naponta
Kíszerelés és tárolóhely	$16,0 \text{ m}^2/\text{m}^3$ elem naponta
	$41,2 \text{ m}^2/\text{m}^3$ elem naponta

A kétfajta technológiájú üzem helyszükséglete (m^2/m^3 napi kapacitás) között tehát nincs lényeges különbség.

1 m^3 falelem önköltsége $240\text{—}260$, — Ft.

A két előregyártó telep összehasonlítása feltétlenül a szttend rendszer előnyét mutatja, bár az összehasonlítás különböző körülmények miatt nem lehet teljesen egyértelmű. A szttend rendszerrel a gyártmányok minősége állandó, a megkívánt méretek igen kis határokon belül betarthatók, van lehetőség külső burkolat készítésére. Az anyag szerkezete nem leveles a felületi duzzadás csak elhanyagolható mértékben jelentkezik. Lényegesen kisebb beruházással létesíthető, igen egyszerű és kevés gépparkra van szükség. A gőzölőaknás technológia a jelen esetben nem fogadható el, s az a javaslat, hogy a sablonok a felső felületen is kapjanak lezáró lemezt az amúgy is igen költséges sablonokat tovább drágítaná. A szttend rendszer sablonjai lényegesen egyszerűbbek, s könnyen alakíthatóak, míg az agregát rendszer sablonjainak alakítása jóformán egyáltalán nem lehetséges.

Az egyes erőművek közelében, bár általában igen szűkös a hely, de általában van lehetőség egy-egy évi több száz lakás kapacitású üzem létesítésére, amikor is még megoldható a pernyének csövön való szállítása.

Itt szeretnék szólni arról, hogy a gyártást károsan befolyásolhatja a helytelenül bevezetett terv és normakötelezettség. Könnyen átlátható ugyanis, hogy a zsaluzatok száma, valamint keverésnek és a hőérlelésnek a technológiában előírt időtartama miatt a mennyiségi termelés kötött, tehát nincs lehetőség mennyiségi többtermelésre, ezzel szemben igen lényeges a jó minőség és a gépek jó karbantartása, tehát a premizálás a jelenlegitől eltérően csak ebben az irányban történhet. A kizárólagosan mennyiségi premizálás csak a minőség romlását, illetve a technológia be nem tartását vonhatja maga után.

III. A csepeli lakótelep II. ütemének és a táti lakótelep építése

a) A csepeli építkezés II. ütemének technológiája lényegében megegyezik az előző évben alkalmazottal. Fejlődést jelent az a körülmény, hogy az elemek külső burkolattal készülnek. Sajnos

a műköipar ellenállása egyelőre nem teszi lehetővé a különböző színű mészkőzúzalékok beszerzését, ami a lakótelep biztosítása érdekében szükséges volna. A munkaerővel és anyaggal való egyenetlen ellátás, a szakipari munkák bonyolult kijelölései, megrendelési és szállítási módszerei még változatlanul megakadályozzák az előregyártás adta jobb folyamatos építési mód keresztülvitelét s így az építkezés időtartama elhúzódik, ami a gazdaságosságot is lerontja.

A technológiában további lényeges fejlődést jelentene az elemek belső vakolatának üzemből (az előregyártás alkalmával) való elkészítése és a belső válaszfalak előregyártása. Erre vonatkozó kísérletek történtek s van remény, hogy néhány lakásnál ezt még 1956-ban be tudjuk vezetni.

b) A táti lakótelep építése a csepeli I. ütemhez képest további fejlődést nem jelent, sőt a már előbb említett gyártási és szállítási minőségi hiányosságok miatt még kedvezőtlenebb képet mutat. Egyetlen haladás az elemek kítámasztása, amihez a Komárommegyei Építőipari Vállalat a Fogarai úti építkezésnél használt kítámasztási módhoz hasonló eljárást alkalmazott az ÉTI tervei alapján. Sajnos a csepeli építkezésen a 25. sz. Vállalat mindmáig sem készítette el a javasolt támaszokat.

A táti építkezéssel kapcsolatban külön meg kell említenünk a szállítással és a portáldarukkal kapcsolatos tapasztalatainkat. Az 1. sz. Elemgyárban nem megfelelő minőségben gyártott elemek szállításánál helytelen rakodás következtében egyes szállítmányoknál igen magas (40% -os) selejt keletkezett, amit némi pótvásalással és gondosabb rakodással sikerült 1% alá csökkenteni. Az építkezésnél használt $15,8 \text{ m}$ fesztávolságú daruk az Építőipari Gépesítő Tröszt elfekvő kábelدارu elemekből készítette. A daruk igen súlyosak és főleg nagy fejsúllyal rendelkeznek. Erre jellemző az, hogy az 1956. évi augusztus 19-i nagy szélvihar alkalmával két daru is elszabadult és a pályán végigfutva végülis felborult. Ez a darutípus inkább egy vagy két emeletes építkezésnél alkalmazható célszerűen.

Egyébként jellemző, hogy a paneles épületekben sem a táti nagy szélvihar, sem a csepeli földrengés alkalmával nem következett be rongálódás. A tatabányai építkezéshez a falelemeket 1957-ben a Tatabányai Erőmű mellett létesítendő szttendüzem fogja gyártani. Ennek tervezése már folyamatban van. A gyártástechnológia megegyezik a Csepelen alkalmazott technológiával.

IV. Gazdasági kiértékelés

A földszintes lakások a pernyebeton falpanellel való építése még nem egészen 1 éves múltat tekint vissza. E rövid idő után véglegesen gazdasági értékelést még nem lehet adni. Úgy látszik azonban, hogy a különböző könnyűbeton falpanellel történt hazai kísérleti építkezések közül egyelőre ennek a legkedvezőbbek az adatai. Az 1. táblázat mutatja — igaz, hogy részben előkelülési adatok alapján — a kilencféle földszintes panelépület költségadatait. A kilenc épület ada-

1. táblázat

Épület megnevezése	K ö l t s é g (Ft)			
	1 lakásra	1 m ² lakóterületre	1 m ² lakóterületre	1 légm ³ -re
Csepeli földszintes panel-épületek:				
„A” típus, 2 szoba	80 810	2231,50	1408,00	333,20
„B” típus, 2 szoba	72 979	2401,75	1524,00	349,80
„C” típus, 1 szoba hfke	65 975	2658,70	1492,00	350,60
„E” típus, 1 szoba lakókha	67 992	2390,40	1382,00	332,60
„M” típus, 2 szoba	72 558	1995,50	1340,00	320,20
„N” típus, 2 szoba tornác	80 100	2248,60	1300,00	309,30
Táti földszintes panel-épületek:				
I. típus, 2 szoba	75 600	1978,90	1280,00	301,90
II. típus, 2 szoba lakókha	71 300	1786,40	1160,00	277,20
III. típus, 2 szoba lakókha tornác	81 800	2091,90	1162,00	296,30
Sajószentpéteri üveggyári földszintes téglaszerkezetű ház	103 700	2800,00	1388,20	338,00
Tatabánya XV. sz. aknatelep, földszintes téglaszerkezetű ház	76 750	2132,00	1132,00	251,70

taihoz összehasonlításképpen közöljük két téglaszerkezetű ikerépület költségadatait, ugyancsak előkalkulációk alapján.

A pernyebeton falpanelekből épülő földszintes lakóházak tehát nem drágábbak, mint a hasonló jellegű téglaszerkezetű lakóházak, sőt a csepeli „E”, „M”, „N” típusoknál már költségmegtakarítás jelentkezik, amennyiben a Csepelen gyártott panelek utókalkulációs árával számolunk. A költségcsökkenésnek még további lehetőségei vannak. Így az alapozásnál költségcsökkenés remélhető az Építéstudományi Intézetben elkészült új fűrókocsi folyamatos munkájától is. Jelentős tétel a fedélszék. Br az előfeszített vasbeton szarukkal rendkívül korszerű fedélszék készíthető, ez azonban elég számottevően emeli az épületek költségeit.

Az egyes épülettípusokhoz szükséges falpanel darabszámot, súlyt, illetőleg m³ mennyiséget az alábbi táblázat mutatja:

2. táblázat

	F a l p a n e l e k		
	db/lakás	m ³ /lakás	t/lakás
„A” típus	22	23,22	32,5
„B” típus	20	21,60	30,3
„C” típus	21	20,28	28,4
I. típus	23	23,26	32,6
II. típus	23 ¹ / ₂	22,93	32,1
III. típus	27 ¹ / ₂	25,31	35,4
„E” típus	20	19,90	27,9
„M” típus	22	20,92	29,3
„N” típus	25 ¹ / ₂	24,13	33,8

A csepeli építkezésnél természetesen a munkának lényegesen magasabb termelékenysége valósult meg, mint a téglaszerkezetű építkezéseknél. A tavalyi évben végzett — sajnos még nem teljesen részletes — időmérési adatok szerint 1 m² beépített alapterületre jutó építési idő 0,8 óra, míg ugyanaz téglafal esetén 5,1 óra.

Felvetődik az a kérdés, hogy a helyszíni munkaigényesség csökkenésével nem áll-e szemben az épületelemek gyártásánál lényegesen nagyobb munkaidőszükséglet. Tóth Ferenc gépészmérnöknek erre vonatkozóan elvégzett számításai a csepeli „A” típusú épületet a MNOT 10—54 jelű épülettel összehasonlítva az alábbi képet mutatták:

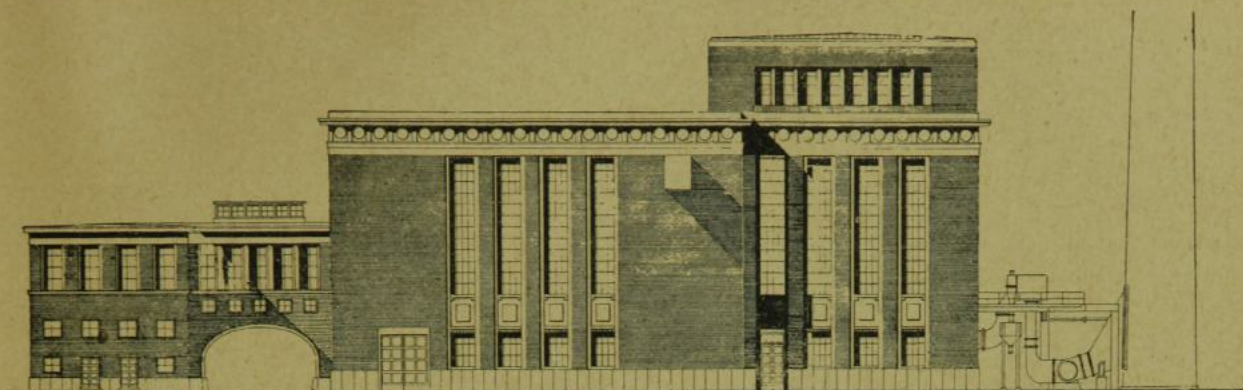
1 téglaház fal- és alapépítésének	
munkaigénye	4800 munkaóra
az alapanyagok előállításának	
munkaigénye	2760 „
összesen	7560 munkaóra
egy csepeli épület fal- és alapépí-	
tésének munkaigénye	800 munkaóra
alkatrészének gyártása	1130 „
alapanyagok munkaigénye	1000 „
összesen	2930 munkaóra

Az alapanyagok és épületelemek gyártásánál tehát a munkaigény 2760 órától 2130 órára, a helyszíni építés munkaigénye 4800 órától 800 órára csökkent. Ezzel együtt az energiahiány 4000 kalória/kg fűtőértékű szénre átszámítva, a téglaszerkezetű épület 34 tonna igényével szemben a csepeli panelházaknál 19,7 tonnára csökkent.

Mint látható a pernyebeton épületeknek a téglaszerkezetű épületekkel való összehasonlítása gazdaságosság szempontjából akkor is kedvező képet mutat, ha a vizsgálatba bevonjuk az épületelemek gyártását.

A csepeli és táti lakótelepnek az építése előre-gyártott nagy fal-, födém- és fedélelemből, nemzetközi viszonylatban is számottevő. A lakótelep tervezési és építési tapasztalatait már több ország ittjárt szakemberei tanulmányozták.

Remélhető, hogy az ezévi kutatás és tervezés, valamint a jövő évi kivitelezés további eredményeket fog jelenteni.



1. ábra. Az erőmű homlokzata a széntér felől

Csepeli Papírgyári ellennyomásos erőmű szerkezeti értékelése

PAULOVITS LÁSZLÓ

Statikus tervező: Mayer Pál A.
Építész tervező: Wappler József.

I. Tervezési feladatok

Alaprajzi rendszerében az erőmű három egy-ségből tevődik össze:

1. Kazánház, 2. tápház, 3. gépház.

A kazánház két kazánegység részére készül, $23,65 \times 30,80$ m alapterülettel, $a + 7,00$ m-es szinten monolit földemmel. A szerkezeti fesztáv csökkentése érdekében a technológia által megengedett helyen egy belső pillér lett elhelyezve. A kazánház tetőszerkezete 9 db vasbeton pilléren nyugszik. A pillérek tengely távolsága egységesen $11,00 \times 14,50$ m.

A tápházi belső szerkezetek monolit készülnek, a technológia által megkövetelt egymástól eltérő szintek miatt vegyes rendszerű, sűrűn elhelyezett pillérekkel, sok közbenső földemmel és darupálya gerendával. A legfelső földem hordására a szerkezeti pillérek helyesen a gépház szerkezeti rendszerét követik. Így a tetőhordópillérek egységesen $7,25 \times 14,80$ m pillérosztást követik.

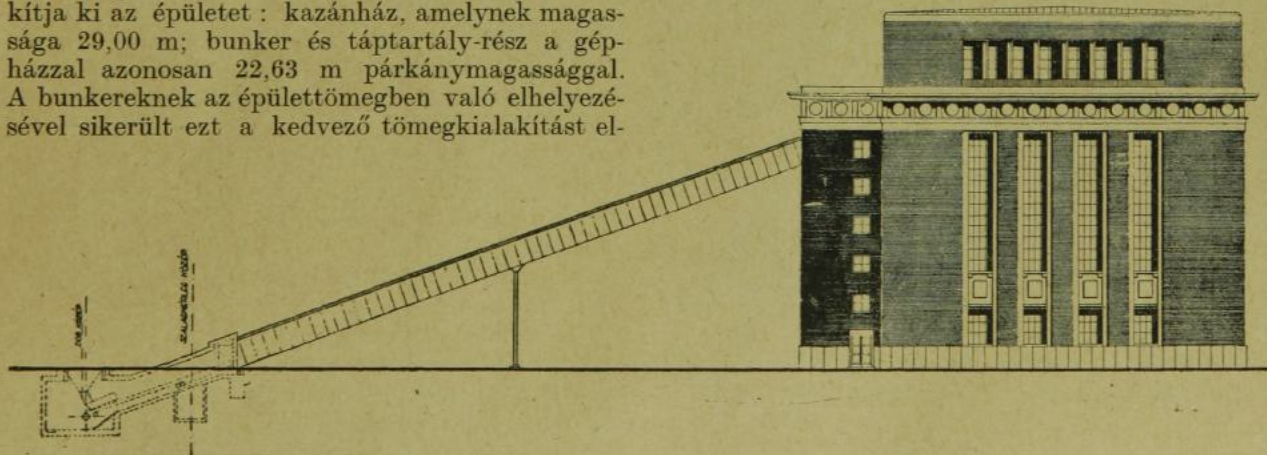
A gépház tiszta rendszerben alakul, $18,80 \times 37,65$ m alapterülettel, 12 db szerkezeti pillérrel, $a + 7,00$ m szinten monolit kezelő podiummal. A pillérosztás $7,25 \times 18,00$ m.

Az építész tervező helyesen két tömegben alakítja ki az épületet: kazánház, amelynek magassága 29,00 m; bunker és táptartály-rész a gépházal azonosan 22,63 m párkánymagassággal. A bunkereknek az épülettömegben való elhelyezésével sikerült ezt a kedvező tömegkialakítást el-

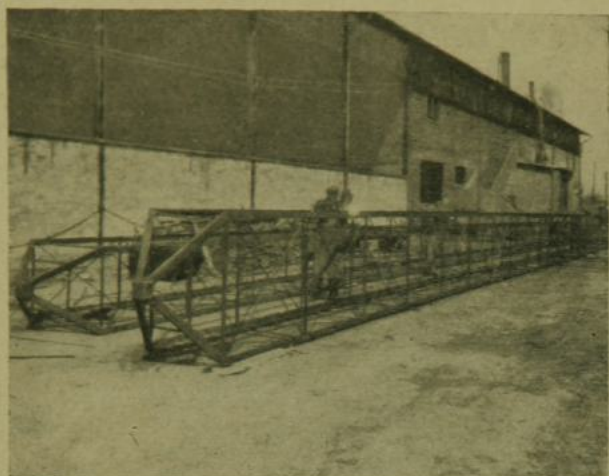
érni és a kazánháznak kedvezőbb megvilágítást is biztosítani. A szén kezelése a kazánház és a gépház légterétől falakkal, hermetikusan el van zárva. A tápházi szakasz egy $4,80 \times 7,30$ m alapterületű laternával kedvezően világított, ugyanakkor szellőzése biztosítható.

Szerkezeti rendszerében és felépítésében az épület három szakaszra bontható. Első lépésként az alapozásra felfekvő önhordó acélváz as monolit vasbeton pillérek készülnek el; utána készül a tetőföldem előregyártott rácsos szelemenekre felfekvő földem panel-rendszerben; majd a lefedés után a belső monolit szerkezetű vasbeton pillérek, bunkerek és földemek készülnek el.

Az előregyártott elemek száma kedvező, 3-féle méretű rácsostartó ($14,50$ m, $14,80$ és $18,00$ m) és kétféle méretű panelem ($11,00$ és $7,25$ m) készült. Az előregyártott elemeknél a statikus tervező a gyakorlatban már kialakult gyártási és beemelési technológiát választotta. A rácsostartók fekvő, faszaluzással készülnek, majd 20 t-ás bikával átfordítva emelik a pillérekre. Betonsablon megtakarítása érdekében a földempaneleket az alsó bordákkal felfelé betonozták, majd a beton megkötése után, portáldaru segítségével átfordították és szállították a tárolóhelyre.



2. ábra. Az erőmű oldalhomlokzata



3. ábra. Az önhordó merev acélváz készítése az üzemben. Jól látható a szögvasakat összekötő laposacél hevederek, valamint a kettős betonacél rácsozás. Az egyes elemeket hegesztéssel kapcsolják egymáshoz

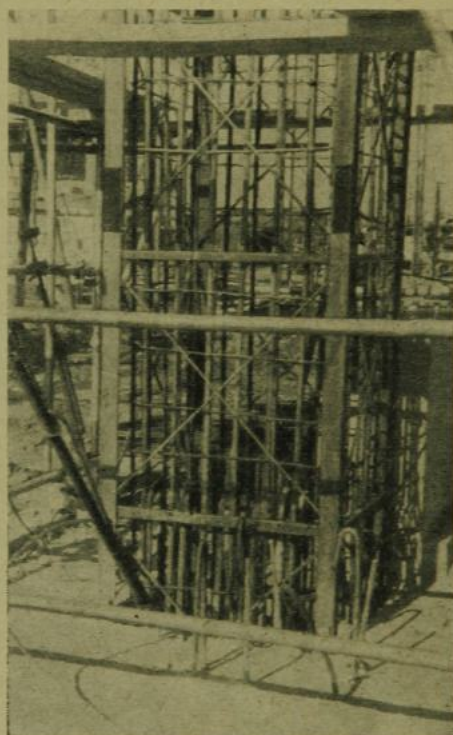
Az eddigi hazai gyakorlattól a szerkezetben eltérés a vasbetonpillérekénél van. Főleg a szovjet irodalom foglalkozik az úgynevezett merev önhordó vasalású monolit vasbeton szerkezetekkel. Magyarországon ez az első kísérleti építkezés. A merev acélváznak az alábbi követelményeket kell kielégíteni. Merevsége elegendő legyen ahhoz, hogy a belső betonacél szereléssel együtt a helyére beemelhető legyen; betonozás alatt a szükséges állványt rögzítse; a betonozáshoz szükséges anyag felhúzható legyen; a betonozás alatt az összes fellépő erőhatásoknak megfelelően; és kész állapotban a betonacéllal együtt dolgozva a hajlításból és nyomásból keletkező erőhatásokat felvegye.

Az épületnél a kazánházi részen 7 db $1,25 \times 1,25$ m és 2 db $1,00 \times 1,40$ m keresztmetszetű, 32,00 m magas, 9 db $1,00 \times 1,00$ m és 6 db $1,00 \times 1,20$ m keresztmetszetű 24 m magas merev vasváz pillér készül. A beton keresztmetszet csökkentésére a pillérek körkeresztmetszetű takarékküregekkel készültek, s így a pillér, számítás szerint szükséges merevsége mellett kb. 45% beton megtakarítható. A merev acélvázat az üzemből le-



4. ábra. A merev acélvázat a hozzáerősített gömbvasszereléssel együtt az alaptestben kiképzett kehelybe helyezik. A kehely kibetonozása biztosítja a pillér befogását az alaptestbe

szállítva láncetalpas emelővel emelték be a kellően előkészített alapokra, majd a függőleges helyzetük biztosítására feszítő kábelekkel kötötték ki az alapokhoz. A 25 db acélvázat 2 nap alatt emelték be és rögzítették. A zsálaszedszedhető táblákból, a belső takarékküreg körkeresztmetszetű vaslemezzel burkolt csúszózsálaszattal készült. A pillérek betonozása toronydarúval készült, négy pillérnek egyidejű folyamatos anyagszállításával. A pillérekénél négy oldalról munkaállvány lett kialakítva. A pillérek hegesztett acélváza a négy sarkon szögvas, vízszintes laposacél merevítő hevederekkel és kettős betonacél rácsozással készült. A csatlakozó monolit födémelek gerendái részére a szükséges felfekvést biztosították, a legfelső szinten a rácsostartó felfekvésére az oszlopban fészkek készült. A rácsostartók a vasbetonpillérekkel nem



5. ábra. Az elhelyezett és rögzített merevacélvázak pillér alsó szakasza betonozás előtt. Az alaptestből kiálló tüskékhez csatlakoznak a felépítmény hosszvasai

lettek sarok-mereven összeépítve. A rácsostartó beemelésére 1 db 20 t bika felállítása vált szükségessé.

A pillérek számításánál figyelembe kellett venni, hogy az építkezés első szakaszában a pillérek közbenső merevítést nem kapnak és a tetőterhelésre teljes magassággal kell megfelelniök. A csuklós csatlakozással tervezett rácsostartó sarok-merevítő hatását nem lehetett figyelembe venni, ezért a tetőterhelésre a pillérek mint kétszeres kihajlási hosszú konzolos szerkezetek méretezettek. Közbenső ideiglenes megtámasztásokat, amik a karcsúságot (140-es karcsúság) csökkentették volna a kivitelezés hátráltatása nélkül nem lehetett megoldani.

II. Gazdaságossági vizsgálat

Tekintettel arra, hogy a felső lefedő szerkezet megoldása az eddigi gyakorlatnak megfelel, a vizsgálatot csak a felmenő vasbeton pillérekre kell elvégezni. Az Iparterv Műszaki Osztálya készítette az összehasonlító számításokat. Az összehasonlítás az elméletileg számított tervezési adatok alapján történt, mert tényleges ráfordítási adatok nem állnak a tervezőiroda rendelkezésére. De az sem adna reális képet, mert a beruházó a tervező által készített organizációt, különösen a kivitelezési sorrendben módosította és így a szükséges költségeket növelte.

A kiértékelés előregyártott vasbetonpillérekkel összehasonlítva készült, de ez sem mutat reális képet, mert az előregyártott erőművek pillérei általában nagyobb fesztávolságra és axis-távolságra készültek. Pontos összehasonlítás csak ugyanazon feladat mindkét megoldásának részletes feldolgozása esetén lehetséges.

Az Iparterv műszaki vizsgálata az alábbi szempontokra terjedt ki:

statikai értékelés — anyag felhasználási mutatók,
 organizációs értékelés — munkaerő és gépigényesség,
 költségek összehasonlítása, gazdasági jellemzők.

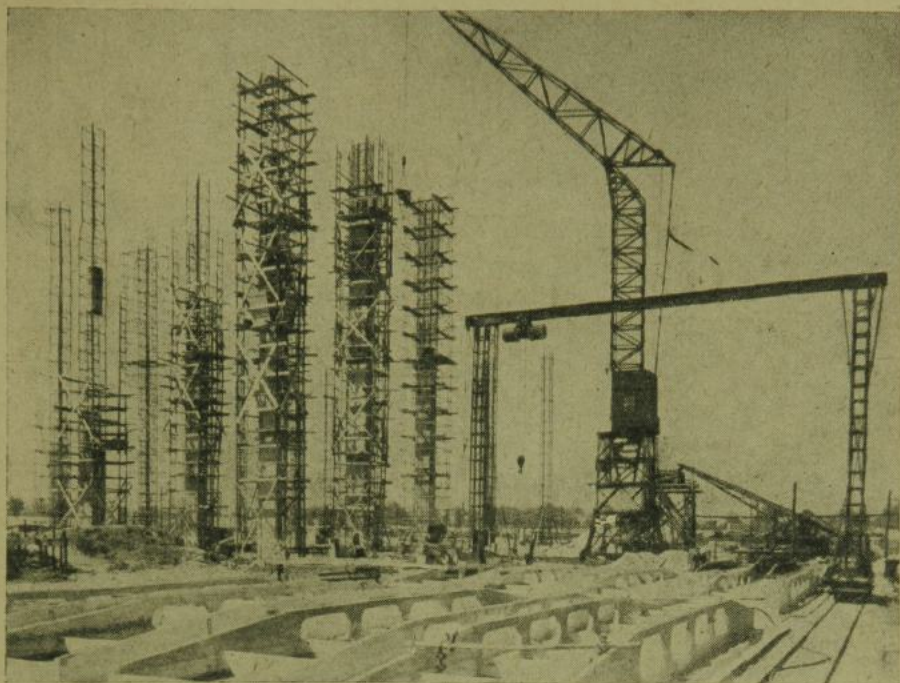
Az anyag felhasználásnál az összehasonlítás alapja a kavics, cement, gömbvas, profilvas és zsaluzó anyag mennyisége.

Az organizációt az építési és statikai tervekben származó adottságok figyelembevételével oldották meg. A kétféle vezérgép és pedóg a T. K. 30 toronydarú a betonozás, a 20 t emelőbika a rácsostartók beemelése miatt vált szükségessé.

Megállapítást nyert, hogy a betonozási munkaszintek kialakításánál a merev acélváz rendszer előnye nincsenek teljes mértékben kihasználva. Szükségtelen az önhordó pillérek körülállványozása, mert a munkaszintek a vasváza rögzíthetők. A tényleges munkaidőket nem lehet megállapítani, itt is elméleti kiértékelést kellett figyelembe venni.

Az előregyártott rácsosgerendák és a merev acélváz betonozásának jó megszervezése esetén folyamatos munka biztosítható és így a gépkihasználás kedvező, valamint időelőnyt is ki lehet mutatni az előregyártott rendszerrel szemben.

Költségek összehasonlítására csak új árelem-



6. ábra. A kazánházi merev acélváz pillérek betonozása. A TK-30 KAISER toronydarú egyszerre 4 pillér betonozását szolgálja ki. Jól látható a külső kúszózsálya és a belső üregek kiképzésére szolgáló hengeres zsaluzat, mindkettő 2,5 m hosszú. Az előtérben láthatók a kazánház 11 m fesztávolságú tetőelemei fordított helyzetben levagyva, amit a képen látható portáldaruval fordítottak át és szállítottak tovább

zés útján van lehetőség. Az É. K. N. alapján részletezett egységarak a ténylegeshez, valamint egymáshoz viszonyítva nagy eltérést mutatnak s így azt nem lehet megbízható alapnak tekinteni gazdaságosság mérésére. Tájékoztatásul szolgálhat, hogy a csepeli merev acélbetétes monolit pillér ára az egész építkezésre vonatkoztatva 360 700 Ft, míg ugyanaz előregyártva 292 606 Ft összeget tesz ki.

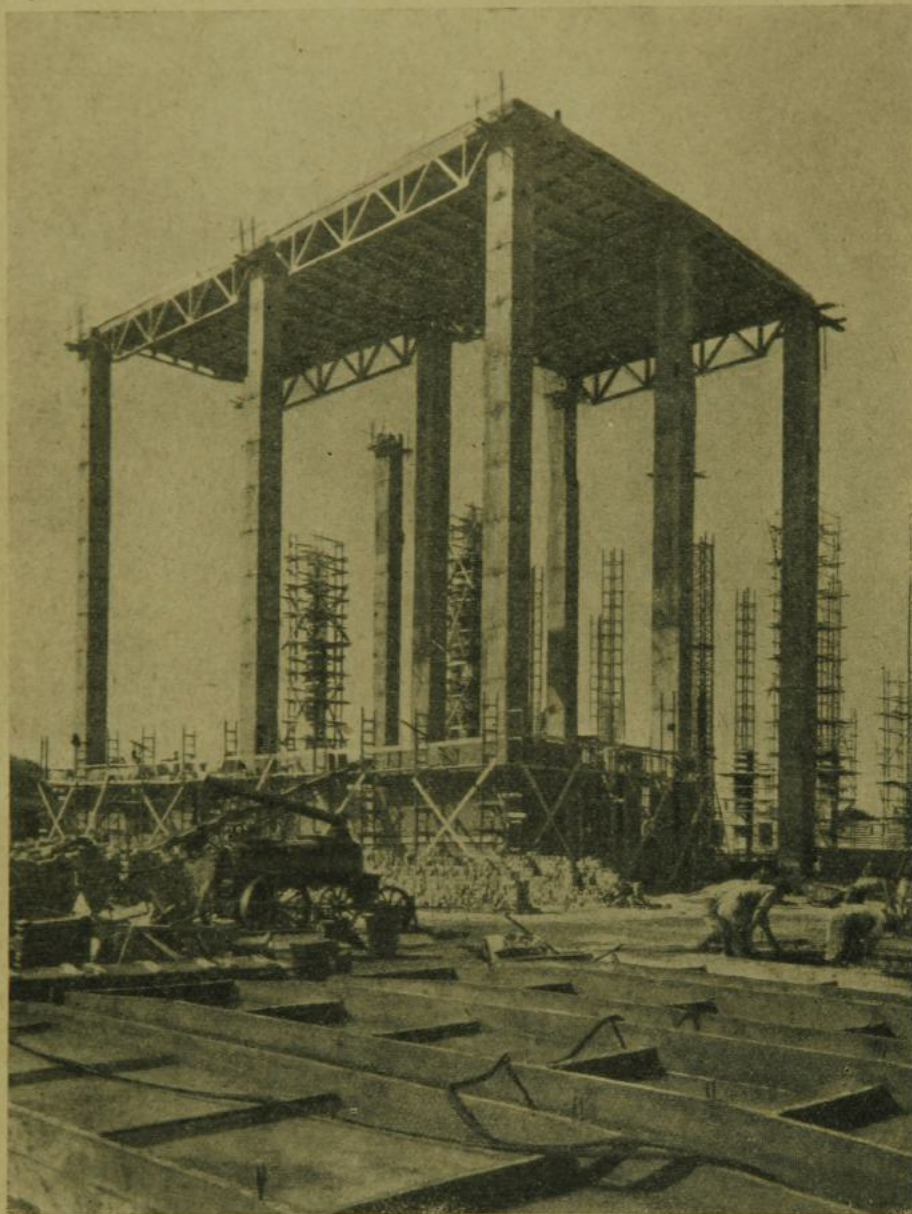
A gazdaságossági jellemzőkre az alábbi táblázat ad tájékoztatást

(A csepeli erőmű adatai alapján.)

	Előregyártott rendszer	Merev acélbetétes monolit rendszer	
Kavics	560 m ³	730 m ³	+ 30%
Cement	1200 q	1460 q	+ 22%
Betonacél 50—35	480 q	380 q	— 20%
Hengerelt	—	240 q	+100%
Zsaluzó faanyag	10,6 m ³	5,6 m ³	— 90%
I. o. óra	15047	16600	+ 11%
T. K. 30. toronydarú	1 db	1 db	
20 t. bika	2 db	1 db	

Fenti táblázatból a csepeli erőműre vonatkoztatott végkövetkeztetések az alábbiak:

1. Felhasznált anyag szempontjából (cement, kavics, vasanyagok) a merev acélváz monolit



7. ábra. Az elkészült kazánházi pillérekre elhelyezett rácsos tartószerkezetű, födémpaneles rendszerű tető beemelt állapotban. A háttérben a gézházi pillérek betonozása folyik

rendszer, hátrányosabb, mint az előregyártott rendszer. Egyedül fafelhasználás szempontjából gazdaságosabb, de ez a mennyiség mindkét rendszernél elenyészően kevés.

2. Munkaigényesség szempontjából szintén hátrányosabb helyzetben van az előregyártással szemben.

3. Legfőbb előnye a gépesítésben jelentkezik, mert egy emelőbikával kevesebb szükséges, mint az előregyártott rendszernél, ami a felvonulási költségeket csökkenti, valamint a gépparkot nem veszi olyan mértékben igénybe, mint az előregyártott rendszer. Tehát az önhordó merev acélváz rendszer alkalmazási területe kis gépesítés esetén fennáll.

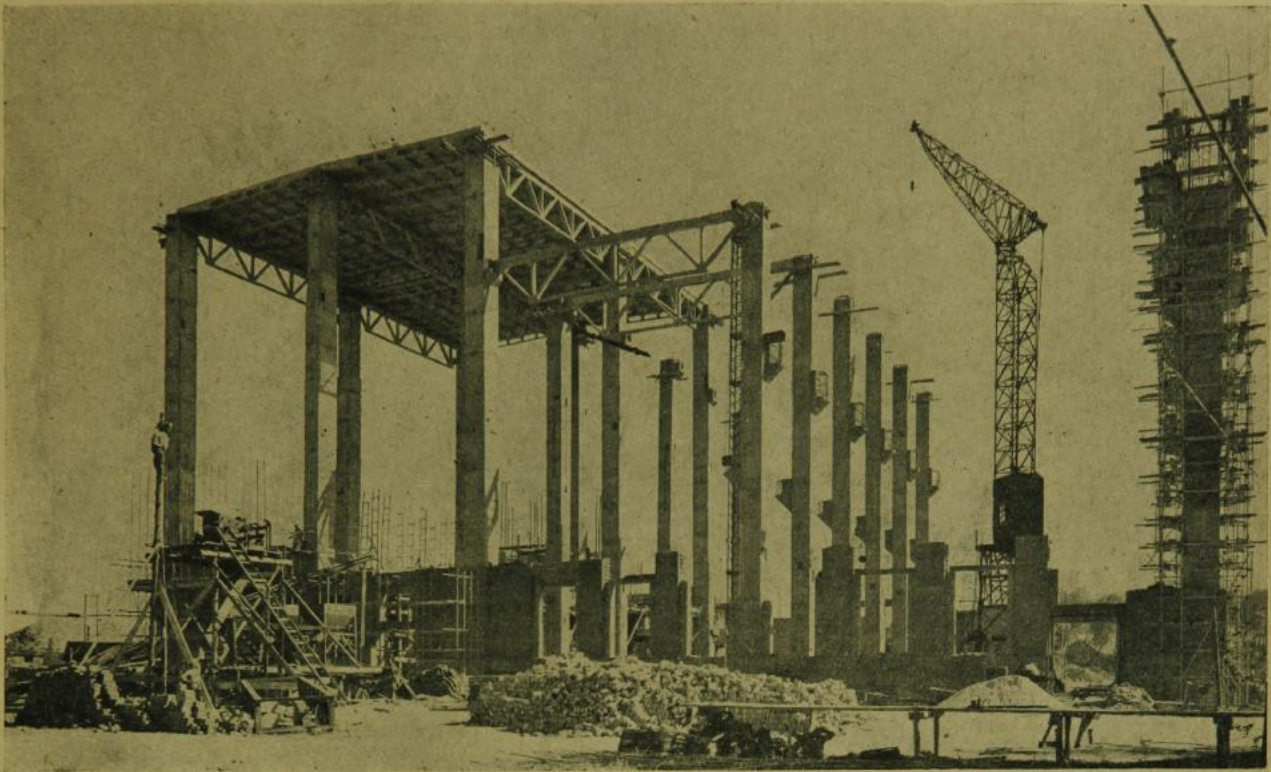
III. Fejlesztési kérdések

A csepeli erőmű építkezésénél szerzett tapasztalatok alapján a statikus tervező a kispesti erőmű tervezésénél lényeges változtatásokat hajtott végre, ami mind anyagban, mind munkaerőben és

gépesítésben a tervet gazdaságossá és kisebb erőműveknél a rendszer alkalmazását egyedül használhatóvá teszi.

Acél felhasználásnál az 1953. évben készült csepeli erőmű terve a betonacélt és profilacélt az akkori előírásoknak megfelelően 1950 kg/cm^2 határfeszítéssel számolta. A mai hivatalos álláspont szerint a különböző minőségű acélok mindegyikét saját feszültségi értékével lehet számításba venni, ami a pillérek betonacél szükségletét lényegesen csökkenti. Így a profilacélt 1950 kg/cm^2 , a betonacélt pedig 2800 , illetve 2500 kg/cm^2 határfeszítéssel lehet számolni. Ez a teljes hosszvasalásnak kb. 20%-át teszi ki, és így a profilvas alkalmazása miatt előálló többlet kb. 10%-kal haladja meg a szokványos pillérszerkezetek acél-szükségletét.

A kispesti erőműnél az előregyártott szerkezetek tervét a statikus úgy készítette, hogy a $18,00 \text{ m}$ fesztávolság ellenére az egyes elemeket egy darab T. K. 30 jelű toronydaru be tudja emelni és



8. ábra. A képen jól láthatók az egyes munkafolyamatok. A kazánházi szakasz szerkezeti rendszere elkészült, a tápházi szakasz tetőszerkezetének beemelése folyik, a gépházi szakasz pilléreit betonozzák.

így elmarad a 20 t bika beállításának szükségessége az organizációba, a szerkezet egy vezérgéppel megoldható.

További vizsgálatot igényel még a beton fel szállítása a pillérekbe. Az acélvázhoz rögzített felvonó valószínűleg megoldja a betonszállítást és úgy a toronydaru csak az előregyártott elemek beemeléséhez szükséges, ami a toronydaru üzemeltetési idejét lerövidíti.

Továbbfejleszthető a pillérek betonozására szolgáló munkaállvány is. Feleslegessé válik a felállított acélvázak négyoldali körülállványozása, mert a merev acélváz helyettesíti az állványzatot is. Elegendő a vasváz tetejére függesztett csúszószaluzással összeépített munkaszint kialakítása, amit a munkaállványra szerelt csőrlő segítségével a pillérek betonozásával folyamatosan kell mozgatni.

A csúszószaluzás korszerűbb megoldást jelent a folyamatos betonozásban is, mint a Csepelen alkalmazott táblás kúszószaluzás. Meg kell jegyezni, hogy ez a gondolat már 3 éve is felmerült, de a kivitelező aggályai miatt Csepelen nem került kivitelre.

Tehát megtakarítás érhető el a betonacélnak a teljes kihasználásával, az egy vezérgép organizálásával, valamint a csúszószaluzás bevezetésével. Fentiekkel nemcsak az anyagoknál, hanem munkaigényességben is csökkenés érhető el.

Megvizsgálandó kérdés marad még a monolit szerkezetek kialakítása, valamint a külső határfalaknak panelrendszerű megoldása.

A tervben sok közbenső szint, bunker, táptartály miatt, sok pillér és födém készül monolitikusan. Ezeknél is foglalkozni kell a faanyag

megtakarítással. A födémeknek különböző terhelése 500, 1000, 2000 kg/m² is a kiváltógerendák méretváltozását eredményezi. Fentiek miatt megvizsgálandó az állványozó szerkezetnek alumíniumcsővázas megoldása, vagy ha erre lehetőség nincs a tervező által fatakarékos állványozás készítenő.

Meg kell vizsgálni a térelhatároló falaknak vasbetonpanel kialakítását is. Az építési területen a kivitelező rendelkezik előregyártó teleppel, az előregyártott szerkezetek beemelésére toronydaru rendelkezésre áll, tehát önként felmerül a vasbeton falpanelek kérdése figyelembevétel, hogy hőszigetelési igény a fallal szemben nem merül fel.

Mint újdonságot meg kell említeni, hogy az igen magas téglahatárfalaknak faállványanyag nélkül való falazhatósága céljából a statikus tervező felhúzható vasszerkezetű falazóállványt tervezett. Az állványt a már elkészített pillérek tetejére függesztik fel. Ez a módszer a gyakorlatban igen jól bevált.

Fentieket összefoglalva megállapítható, hogy a merev acélvázvas vasbeton pillérrépítési rendszer életképes, szélesebb körben alkalmazásra ajánlható a hazai gyakorlatunkban. Főleg kisebb terjedelmű erőművek építésénél van nagy jelentősége. Egyesíti magában a monolit és az előregyártott rendszerek előnyeit azok hátrányai nélkül. Minimális faanyagfelhasználás, kis gépesítési igény, gyorsütemű kivitelezés a jellemzői. Ezeket az előnyöket ugyan némi vastöbblet árán adja, de ez a vastöbblet az egész épületre vonatkoztatva elenyészően csekély. A gyakorlatban szerzett kedvező tapasztalatok a statikus tervező elgondolásait igazolják.

Budapesti épületek fokozott avulásának okai

GABOS GYÖRGY—VARGA MÁRTON

Budapest általaja alapozás szempontjából általában építkezésre alkalmas: nagyrészen jó minőségű homok, homokos kavics, illetve agyagrétegekből áll. Nehézséget okoznak az alapozásnál a budai hegyvidék agyagos-márgás rétegei, amelyek csúszásra hajlamosak, a helyenként megtalálható szerves, tőzeges települések, amelyek nagyobb részben a XIII. kerületben és Újpest északi részén (Angyalföld) találhatók, valamint a régebbi mocsaras, mélyedésszerű feltöltött területek talajrétegei.

Az utóbbi 20 évben a gyakorlat számára általánosan felhasználhatóvá vált talajmechanikai tudomány segítségével ma már minden területen műszakilag megfelelően és a helyi adottságoktól függő leggazdaságosabb módon tudjuk építményeinket alapozni.

A talajmechanika széleskörű elterjedése fokozottan irányította nemcsak a szorosan vett alapozási szakemberek figyelmét az altalaj teherbírási és az épületek süllyedési kérdéseire, hanem a műszakiak, sőt a nagyközönség érdeklődését is felkeltette. Az ingatlanok állami kezelésbe vételével, a lakó- és ipari épületek szocialista megőrzésével fokozottabb figyelem irányul az egyes épületek állapotára. Az egyes üzemeltetők, a KIK műszaki szervei és a lakóbizottságok egyre gyakrabban figyelnek fel a régebbi épületeinken mutatkozó repedésekre, sérülésekre. Ezek nagyrésze az építmények süllyedéséből keletkezik és kivizsgálásuk fontos népgazdasági érdek.

A süllyedő és sérült épületekkel kapcsolatban igen sok téves elképzelés és állítás terjedt el. Így gyakran tulajdonítanak egyes épületsérüléseket újabb építkezések hatásának, földalatti építkezésnek, stb.

Az építmények károsodásai, repedései általában az alábbi okok következtében keletkezhetnek:

1. Az altalajrétegek összenyomódása, vagy pedig a talajnak az alaptest alól oldalirányban történő kitérése. Az utóbbi jelenség főleg feltöltéses, tőzeges, puha iszap- és agyagrétegek esetén következik be.

2. A talajban lévő víz mennyiségnek megváltozása következtében beálló talajterefogat-változás, vagy a talajréteg állapotának leromlása.

3. Dinamikus hatások következtében szemcsés talajban keletkeznek épületkárok.

4. Kimosás, aláüregelés következtében, ami leggyakrabban szemcsés, ritkábban kötött talajoknál fordul elő.

5. Talajcsúszás következtében.

6. Alábányászás következtében.

7. Az építőanyag túl igénybevétele következtében beálló anyagkifáradás miatt.

Jelen cikk célja néhány sérült budapesti épület leírásával rámutatni a leggyakrabban előforduló épületsüllyedések okára és egyúttal röviden ismertetni a szükséges helyreállítási, illetve karbantartási munkálatokat.

A háború előtti Budapesti Építési Szabályzat csak nagyobb építmények esetén írt elő szakértő által végzendő talajvizsgálatot. A 30-as évek előtt azonban még legnagyobb épületeinket is csak a tervezők, illetve kivitelezők empirikus tudása alapján, részletes feltárás és laboratóriumi vizsgálat nélkül alapozták.

Így több budapesti épületünk talajfeltáró fúrás hiányában 0,5—3,0 m vastag vegyes, szemetes, salakos, szerves tartalmú *feltöltésen* épült. Az ilyen épületeken — tapasztalataink szerint — esetleg már az építés után közvetlenül, de esetleg csak évtizedek múlva jelentkeznek a károk. Az inhomogén összetételű és gyakran különböző vastagságú feltöltések ülepedése egyenetlen, ami az egyes épületelemekben a tervezésnél számításba nem vett többletfeszültséget okoz, vagy olyan elemeket vesz hajlításra igénybe, amelyek ilyen igénybevételt elviselni egyáltalán nem képesek (pl. kőlabazatok). A süllyedő épületen mutatkozó repedések jellege legtöbbször elárulja az építmény legjobban süllyedő részeit. Az 1. ábra egy épület sarkának süllyedését mutatja. A süllyedés oka a csapadéklevezető-csatorna helytelen karbantartása miatt bekövetkezett talajátázás. A nagyobb terhelésű sarok süllyedt legjobban, ami a repedés vonalából jól látható. A 2. ábra lábazati repedés mutat. Az épület sávalapja két szélén erősebben süllyedt, mint a közepén, amit jól mutat a repedés függőleges irányú és felül kissé szétnyílt alakja.

A XI. ker., Budafoki út 78. szám alatti csarnok *szemetes, szerves, salakos feltöltésre* épült. A csarnok alapterülete 32×32 m. Teljes magassága 8,0 m. Eredetileg ideiglenes jelleggel tervezték, így az építést, illetve tervezést talajvizsgálat nem előzte meg. Az alapozási mélység kb. 2,0—2,50 m a terepszint alatt, a talajfeszültség pedig = 0,6—0,7 kg/cm². A feltöltés a terepszint alatt kb. —6,0 m-ig tart. Alatta dunakavics terras, tehát igen jó teherbírási réteg következik. A csarnok egyes szerkezeti elemein, különösen a földemgerendán és a darutartó-gerendán számottevő deformációk és repedések mutatkoztak. Utólagos



1. ábra

vizsgálatunk szerint a nagymértékű süllyedéseket és ezenbelül a süllyedéskülönbségeket a változó vastagságú feltöltés összenyomódása okozta. Fokozta ezt a hatást, hogy a csarnokban nedvesüzem folyik és így az összenyomható réteg átázott. A csarnok jelenleg olyan állapotban van, hogy a darutartón a darut még terheletlen állapotban sem szabad végigvezetni. A helyreállítás módja csak aláfalazás, illetve a jelen esetben gazdaságosabban alkalmazható talajszilárdítás lehet ⁽¹⁾.

Ugyancsak *feltöltésre való alapozás és víz hozzájutás* okozott süllyedéseket és repedéseket a Budapest, X., Halom u. 13/b. alatti sütőüzemnél. Az épület területén az építés előtt szemétdödrök voltak, melyeket az építkezés megkezdése előtt feltöltöttek. Az épület sérüléseit két körülmény kedvezőtlen egymásra hatása okozta: a szakszerűtlen (laza feltöltéssel készült) alapozás és a zuhanyozó lefolyócsatornájának eldugulása. Az így bekövetkezett süllyedéskülönbség 6–8 cm nagyságú volt. Tökéletes műszaki megoldást természetesen itt is csak aláfalazás, illetve talajszilárdítás adhat (3. ábra).

A talajvizsgálat nélkül, alapozásra nem alkalmas feltöltésre alapozott budapesti épületek egyik legkirívóbb példája a Budapest, IX., Soroksári út 42. számú épület, mely 1912-ben épült V emeletes lakóház. Az épület a Duna régi áradmányos területén épült. A változó vastagságú feltöltés az eredeti terep mélyedései helyén 7–8 m vastagságot is elér.

Az épület sávalapozással épült változó mélységű alapozással és az alapok mindenütt változó vastagságú feltöltéssel állanak (7. ábra).

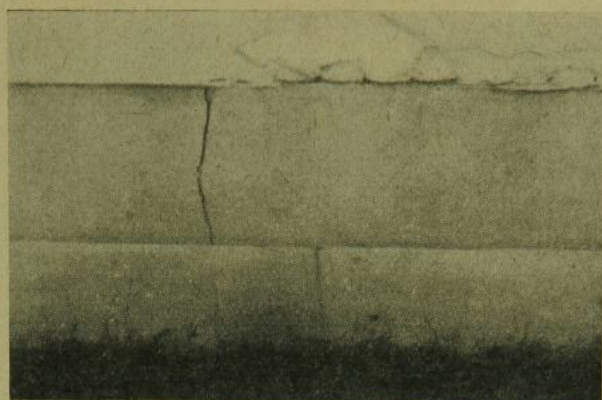
Az épület sérülései olyan erősek, hogy a függőfolyosók szemmel láthatóan ferdek, a nyílászáró szerkezetek jelentős része nem csukható és helyenként a födéme és boltozatok is megnyíltak (4., 5., 6. ábrák). Az épületen mért legnagyobb süllyedéskülönbség 27 cm. A 8. ábrán feltüntettük az épület homlokzatát és alatta a függőfolyosók relatív süllyedéseit. Az abszolút süllyedések még ennél is nagyobbak, ezek azonban utólag nem rekonstruálhatók.

A rendkívüli nagymértékű süllyedések az alapok alatti feltöltés összenyomódásából keletkeztek.

Az óriási épület mélyen fekvő alapjainak utólagos megerősítése igen komoly műszaki feladat. Leggazdaságosabbnak látszik az egyes sávalapok terhének fűrt cölöpökre való átadása. Az épület egyes részei azonban olyan rossz állapotban vannak, hogy a kiváltással járó elkerülhetetlen zökkenők és mozgások komoly előzetes védelmi intézkedéseket (egyes lakások kiürítése, aláducolás, stb.) tesznek szükségessé.

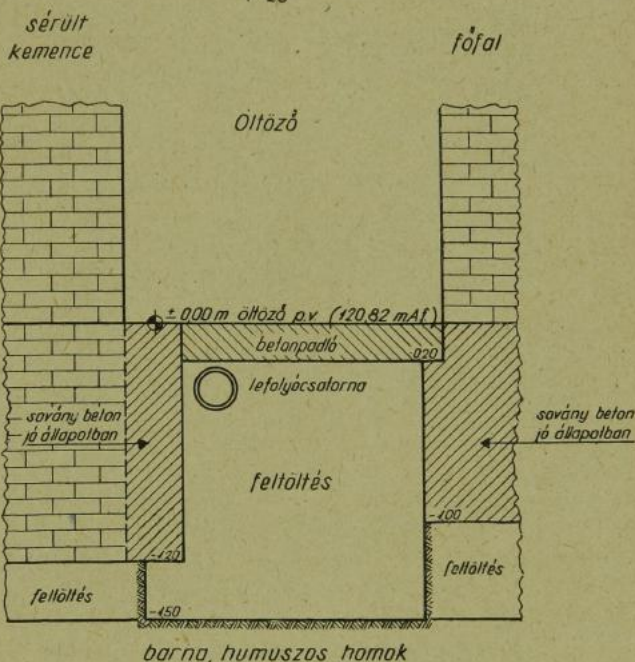
Több budapesti épület süllyedését és sérülését okozták az alattuk lévő *tőzegrétegek*. Bár egyes anyalföldi és budapesti területek tűzeges volta már évtizedek óta közismert, részletes talajfeltárás hiányában egyes épületek, mégis tőzegtalajra

¹ Ezen épület szilárdításának kérdésével részletesen foglalkozott Ács Endre és Debreczeny Péter cikke, a Mélyépítési Értesítő, 3. évf. 6. számában.



2. ábra

1:20



3. ábra

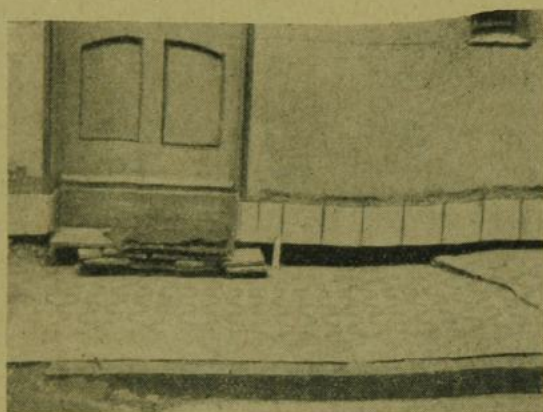


4. ábra

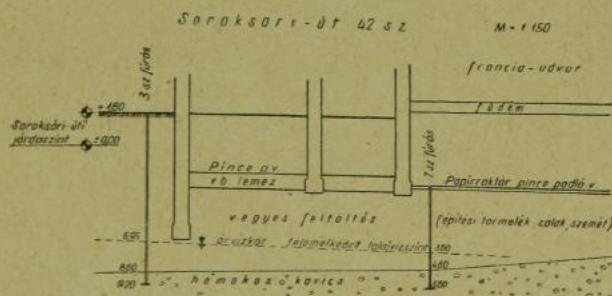
épültek. Így pl. a Kőbányai Műanyaggyár X. ker., Fertő utca 5. számú épülete is részben tűzeges területen épült. Az épület falain több helyen repedések és megnyílások láthatók. A 9. ábra a meg-



5. ábra



6. ábra.



7. ábra

repedt ablakáthidalást és lábazatot mutatja. Az épületre újabb emelet ráépítését tervezik, ez azonban hosszabb ideig tartó megfigyelések (süllyedésmérések) elvégzése nélkül nem kivihető.

Hasonlóan tőzegre épült a Budapest, XIII., Reiter Ferenc utca 7. számú 3 emeletes lakóépület. Már az építkezés folyamán süllyedések voltak észlelhetők, amelyek miatt az alapokat helyenként kiszélesítették. Az épület egyik része 2,0 cm-t, másik része 20 cm-t süllyedt. Ennek következtében gyakoriak a csőrepedések, csőtörések és a falak szemmel láthatólag is megdőltek. Az épület össze-vissza repedt, sokhelyütt a szerkezeti elemek is át vannak repedve (10. ábra). A vizsgálat eredményeképpen megállapítható volt, hogy az észlelt épületkárok okozója a különböző rétegekben kivitelezett alapozás, illetve

az ottlévő tőzegréteg volt. Az épület további süllyedésének megakadályozására számításba jöhető módok: fúrt cölöpözés, előregyártott és besajtolt cölöpök beiktatása és talajszilárdítás.

Hasonlóképpen tőzegre alapozták a IX. ker., Dimitrov tér 13. sz. lakóházat. Az épület 1886-ban épült, északi és déli részét 1,0 m vastag betonlemezre, míg középső részét cölöpökre helyezték. A 15,0 m magas, kétemeletes, alapincézett épület a talajt aránylag kis, 1,20 kg/cm²-es feszültséggel terheli. Az utóbbi időben az épület déli szárnyán a járdaszinttől a padlásig terjedően, a nyílásokkal áttört és át nem tört falrészekeken egyaránt ferde repedések keletkeztek. A repedések nagysága hajszálrepedésektől 4 cm-es megnyílásig terjed. A repedésekkel egyidőben a vastag betonlemez kelet-nyugati irányban teljes szélességében és vastagságában megrepedt. Az épület helyén az 1800-as években még tó állt. A süllyedésből eredő károsodások helyreállítását és kijavítását az épület beosztásának, a talajrétegződés és a talajviszonyok figyelembevételével kellett megválasztani és ennek megfelelően a javítás utólag elhelyezett fúrt cölöpökkel vagy kútalapokkal történhet gazdaságosan.

A felsorolt példák azonban nem jelentik azt, hogy tőzegetalajokon egyáltalán nem lehet alapozni. Legújabbán Biczók Imre⁽¹⁾ foglalkozik ezzel a kérdéssel. Felhívja a figyelmet, hogy vízszintes rétegződésű, megfelelően előterhelt tőzegetalajok helyes méretezés mellett kisebb építmények alapozására alkalmasak.

Rámutat továbbá, hogy nagy veszélyt jelent tőzegre alapozott építménynél a talajvízszint megemelkedése, amely a tőzegeben erőteljes duzzadást okozhat.

Kövér, zsugorodásra hajlamos agyagtalajok víztartalmuk változásával a rájuk alapozott építményeket erősen megrongálhatják. Az agyagok kiszáradása az építmények süllyedését, víztartalmuk növekedése az építmények kismértékű emelkedését okozhatja. A nagymértékű vízhozajutás az agyagtalajokat átáztatja, felpuhítja, ami újabb süllyedésekhez, esetleg talajtörés következtében az építmények tönkremeneteléhez vezethet (1. ábra).

Így pl. a XII., Bíró utca 16. sz. fővárosi általános iskola épülete szenvedett túlnyomórészt ilyen okokból sérüléseket. Az épület meghibásodásának oka a telek vízgazdálkodási egyensúlyának megbomlása. A kertben u. i. régebben jelentős mennyiségű növényzet volt, ami sok vizet elpárologtatott. A háború után a kert huzamosabb ideig kopáran állott, ami elősegítette a talaj átnedvesedését és ezáltal süllyedések keletkezését. Az épület további süllyedése a vízelvezetés helyes megoldásával és a telek vízgazdálkodási egyensúlyának helyreállításával megnyugtató módon megakadályozható.

Az olyan talajrétegződésű területeken, ahol alapozásra máskülönben kitűnően alkalmas homok és kavicsrétegek vannak — mint amilyen általában a pesti rész is — számos esetben keletkeznek

¹ Biczók Imre: Szerves tartalmú talajok vizsgálata. Gedenkbuch für Dr. J. Jáky. 1955.

süllyedések *dinamikus hatások* következtében. Ilyen épületkár keletkezett a Véső utcai Orvosi Műszergyárban. Az eredetileg tubusgyártásra készült épületet orvosi műszerek gyártására alakították át, még egy emeletet építettek rá és az épület belsejében nagyterhelésű és dinamikus hatásokat keltő gépeket helyeztek el. A gépek üzemeltetése okozta rezgések hatására az épület alatti homokos kavicsrétegek szemcséi átrendeződtek, tömörödtek, és ennek következtében a főfalak és a pillérek egyenlőtlenül megsüllyedtek. A további egyenlőtlen süllyedéseket a gépek helyes (rezgésmentes) alapozásával kell kiküszöbölni.

Abban az esetben, ha finomabb szemcsés talajokban, tehát homoklisztben, iszapos homokban, finom homokban talajvízszivárgás van, *kimosás és aláüregelés* igen könnyen bekövetkezhet. Ilyen aláüregelésből származó süllyedésre példaképpen a Klauzál utca 6. sz. és Dohány utca 44. számú épületeket említhetjük meg. A pincében a Hungária-fürdő vízellátása céljaira egy kb. 10 m mély 3,0 m $\varnothing$ kutat mélyítettek le. A fürdő részére történő rendszeres szivattyúzás 1829 óta folyik és az iszapos finom homokban elhelyezett alagsóvek az évek során annyi szemcsét mostak ki a környezetükből és szállították el, hogy 1928-ban a fürdő-medencék a bekövetkezett süllyedések következtében kismértékben összeroppedeztek. A további süllyedéseket 1929-ben injektálással sikerült megakadályozni. 1953-ig látható repedéseket a pincékben nem is észleltek, amikoris a Dohány utca 44. számú pince Nyár utcai oldalán az alapfalon kb. 15,0 m hosszú vízszintes repedés jelentkezett. A keletkezett üregek megszüntetése, továbbá a keletkezett rongálódások továbbharapódzásának megakadályozása injektálással vagy más olyan alapozási rendszerrel történhet, mellyel a süllyedésben lévő épületrészek terhelését a kavicsrétegre adják át.

Az utóbbi években néhány budapesti épület sérülésével kapcsolatban *téves feltételezés*, felfogás terjedt el.

Így pl. 1954-ben hirtelen ki kellett üríteni az V., Nádor utca 12. számú épületet. Az épület rongálódását sokan a Földalatti Vasút építkezésével hozták kapcsolatba, mert a helyszínhez közel a Földalatti Vasút építkezése folyt. A károsodás okaira nézve számításba jöhetnek a következő tényezők:

1. A Földalatti Vasút építkezés közelsége.
2. A talaj túlterheltsége.
3. A pillérek túlterheltsége.

Az 1. sz. lehetőséget el kellett vetni, mert az alkalmazott mélységű földalatti üreg budapesti viszonyok között nem okozhatott felszíni süllyedéseket.

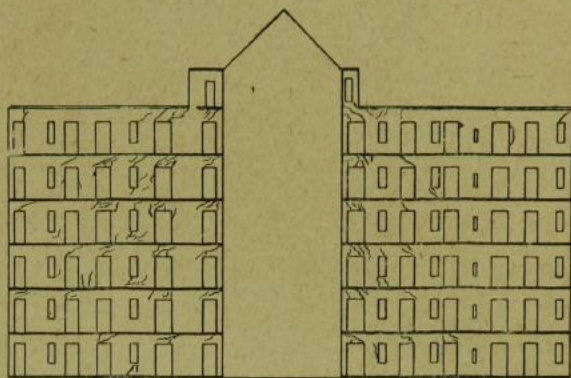
A Földalatti építkezéséből származó süllyedéseket, illetve emelkedéseket a Földalatti Vasút geodéziai csoportja rendszeresen méri és ezek az eredmények alátámasztják a fenti megállapításokat.

A 2. sz. feltevés sem helytálló, mert az építmény által átadott terhelés a talaj határterheletét nem éri el.

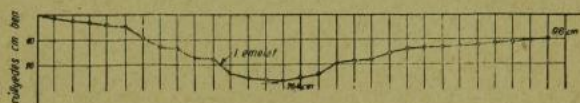
A Saroksári út 42 sz lakóház

homlokzati rajza az udvar felől nézve

M - 1 250



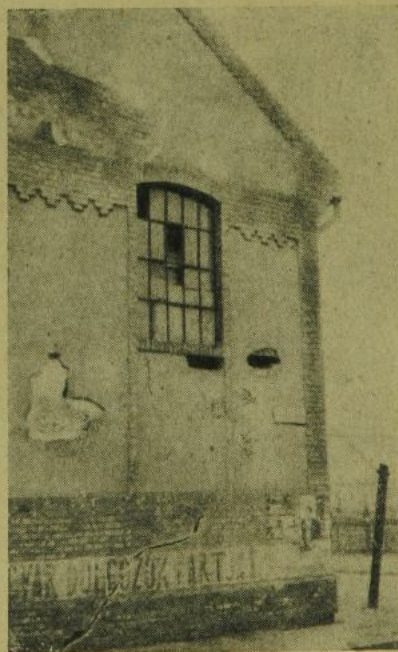
A függőfolyósó relatív süllyedése



8. ábra

A statikai szakvélemény szerint az épület, ill. az egyes pillérek állapota: „törés utáni állapot”. A beépített mész-kő tényleges törőszilárdsága 13 kg/cm²-re adódott, ami az előírtaknak nem egészen egyharmada. A jelenlegi tényleges pillérterhelést figyelembe véve a pillérek anyagául legalább 200 kg/cm² törőszilárdságú építőanyagra lenne szükség.

A károsodás oka tehát a *pillérek anyagának túlterhelése*, illetve a pillérek anyagául felhasznált anyag kis törőszilárdsága és kis keresztmetszete. Fokozta az építőanyag kifáradását az erős utcai



9. ábra



10. ábra. A Reiter F. u. 7. sz. ház udvari homlokzata

forgalomból átadódó dinamikus hatás is. Az épület helyreállítására többféle terv született, pl. az egyes pillérek vasbeton köpennyel való megerősítése.

Hasonló jelenség következett be a VII., Rákóczi út 6. sz. háznál. Ez 80 éves, háromemeletes, alápincézett épület. 1955-ben a Rákóczi úti homlokzat pillérein nagymértékű függőleges repedések keletkeztek. Az épületet részben alá kellett ducolni, az üzlethelyiségeket kiürítették.

A mérési és számítási eredményekből minden kétséget kizáróan megállapítható, hogy az épüle-

ten keletkezett károsodások oka nem az épület süllyedése, hanem az építőanyag túlterhelése és az erős forgalom hatására bekövetkezett kifáradása. Fokozta ezt a hatást az, hogy a portálok építése közben a pilléreket helyenként meggyengítették. A helyreállítás módja megegyezik az előző példában ismertetettel.

*

Végezetül hangsúlyozni kívánjuk, hogy a már megépített építményeken keletkezett károsodások további súlyosbodásának megakadályozása, illetve a keletkezett károk teljes helyreállítása mindig nehezebb és költségesebb feladat, mint az újonnan létesítendő épület megfelelő előzetes védelme, illetve a várható süllyedéskülönbségeknek a tervezésnél való számításba vétele. Új építmények esetén az összenyomható vagy más okból veszélyessé válható talajrétegek kiiktatása a teherviselésből akár talajcsere, akár mélyalapozás alkalmazásával, műszakilag teljesen megnyugtatóan megoldható. Bizonyos többletköltségek természetesen ez esetben is felmerülnek, ezek azonban még mindig messze alatta maradnak az utólagos helyreállítási költségeknek.

Az előzőekben felsorolt példákban látható, hogy Budapest területén — az általában jó altalaj ellenére — a legkülönbözőbb helyeken igen változatos okok hatására következtek be épületsüllyedések és épületkárok. Ezek helyreállítása teljesen az épület jellegétől, továbbá a talaj és vízviszonyoktól függ. A helyreállítási és javítási módot gondos körtekintéssel kell megválasztani és azt, hogy javítási módként talajcsere, cölöpözést, szádfalazást, kútalapozást, vagy a talajrétegek mesterséges szilárdítását választjuk-e, — esetenként a helyi körülményektől függően kell megállapítani.

A Műszaki Könyvkiadó hirdetésekét vesz fel az alábbi díjszabás szerint:

Egészoldalas hirdetés ára	1300,— Ft
Féloldalas hirdetés ára	650,— „
Negyedoldalas hirdetés ára	325,— „
Apróhirdetés szavanként	2,— „

Hirdetés szövegoldalon hasábonként, milliméterenként 5,— Ft

HIRDESSEN A

MAGYAR ÉPÍTŐIPARBAN

A hirdetések az alábbi címre küldendők:

MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ, BUDAPEST, V., BAJCSY-ZSILINSZKY ÚT 22.

A befizetéseket az MNB 44 csekkzámlára kérjük.

Előregyártott elemekkel épülő nagysiló

(Tiszapolgár)

HORVÁTH KÁLMÁN—JOÓ ISTVÁN

A tiszapolgári 300 vagonos siló építéséről a Magyar Építőipar egy korábbi számában már megjelent egy előzetes tájékoztatás Horváth Kálmán, Csaják Kálmán és Cziglina Vilmos szerzőségében. A cikk felhívta a figyelmet arra, hogy ezen az építkezésen az alapozás is egy újrendszerű eljárással, a préselt acélköpenyes alapozási módszerrel készült, s maguk a silók is újszerű kiviteli technológiával, előregyártott elemekből készülnek, önemelő állvány segítségével.

Ezen korábbi cikk megjelenése óta a szerkezet és a kiviteli technológia végleges formát öltött. Sikeresült megoldanunk az elemek előregyártásával, helyszíni organizációval — anyagmozgatás gépesítés — és magának az építés kiviteli technológiájával összefüggő valamennyi problémát és így a silók építése 1955. május végén megkezdődött.

Jelen cikkünkben ismertetni kívánjuk a kivitel alatt álló épület szerkezetét, az építkezés előkészítését és az építés kiviteli technológiáját, és fel kívánjuk hívni a kartársak figyelmét az építkezés érdekességére és fontosságára abból a szempontból, hogy az itt szerzett tapasztalatok vannak hivatva elválasztani a csúszószaladás és az előregyártás célszerű alkalmazásának területeit.

A siló szerkezetéről

Az épület többszintes része mellé 10 db 5,00 m átmérőjű, 26 m magas siló épül. Elrendezését a fénykép szemlélteti. Az egyes silók egymáshoz érintőlegesen csatlakoznak, tehát lényegében mindegyik önálló egység. A csatlakozási szakaszon kb. 2,40 m szélességben a silók összeépülnek átkötő kengyelek és a két silófal közé eső rész kibetonozása révén. Ez azért is szükséges, mert a silók között kimaradó ún. káridomokat is felhasználják tárolás céljaira.

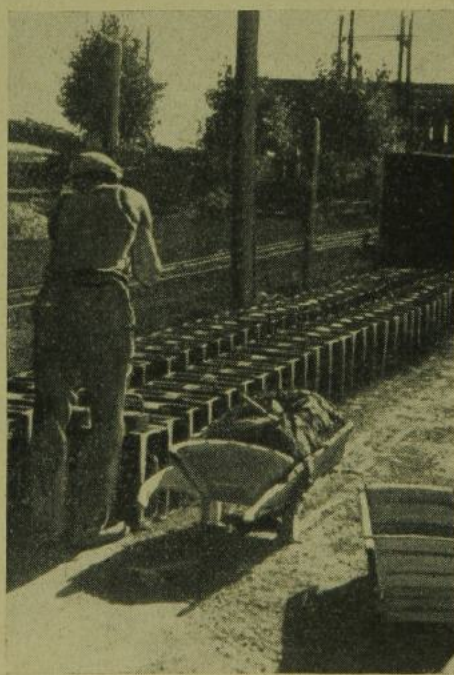
A silókat a földszinten ezen negyedpontoknak megfelelő oszloprendszer támasztja alá. A silófalat alsó monolitikus gyűrű váltja ki az oszlopokra. A gyűrűk alsó szintjében ugyancsak monolitikus vb. lemez biztosítja a szerkezet alsó összefogását. Ez egyébként az építés alatt védőtetőként használható fel a földszinti anyagmozgatás, kiszolgálás számára. A silók felső végződése felett a silókat kiszolgáló két szint helyezkedik el, melynek terhét a silófalak, szorosabban a silók közötti összeépült rész közvetíti az alapok felé.

A silók, amint azt korábbi tájékoztatás is jelezte, előregyártott kiselemekből készülnek. Ezen elemek formáját azonban az eredeti javaslattal szemben az Iparterv módosította. Csak egyféle elem készül, $15 \times 49 \times 39$ cm mérettel rosecometta-szerű kialakításban, tehát két függőleges belső üreggel. A rövid szálabból toldott függőleges vasak ezekben az üregekben haladnak, a kettős gyűrűs vasalás között, mely soronként, az elem felső felén kiképzett horonyban fekszik. Az elemek

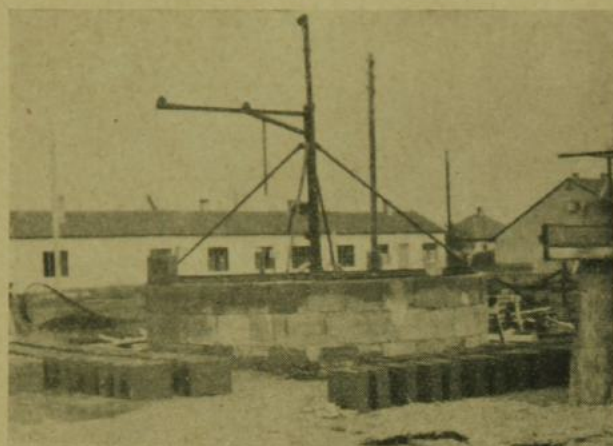
üregeit a helyszínen kibetonozzák. Az elemek kötésben nyernek elhelyezést.

Az elemek rosecometta jellegű kialakítása az előregyártással kapcsolatban komoly nehézségeket eredményezett. Az eredetileg tervezett gépesített gyártási módot hosszabb kísérletezés után fel kellett adni. Az elemek íves volta és a belső üregek nagy mélysége — 40 cm — a meglévő rosecometta gyártó gépek alkalmazását még költséges átalakítás után sem tette volna lehetővé. Új gép tervezése és legyártása időben nagy késedelmet, költségben kb. 60 000—80 000 Ft-t jelentett volna. Egyrészt a nagy idővesztés nem volt megengedhető, másrészt nem lett volna célszerű nagy költséget igénylő gépesítéssel felvonulni, mert egyedi feladatról lévén szó, a felvonulás nem amortizálódott volna. A legyártandó 17 300 db elemre jutó sablon, illetve felvonulási költség fent részletezett esetekben elemenként 2,50—4,50 Ft-t tett volna ki, míg egy rosecometta elem jelenlegi teljes ára sablonköltséggel együtt 10,80 Ft.

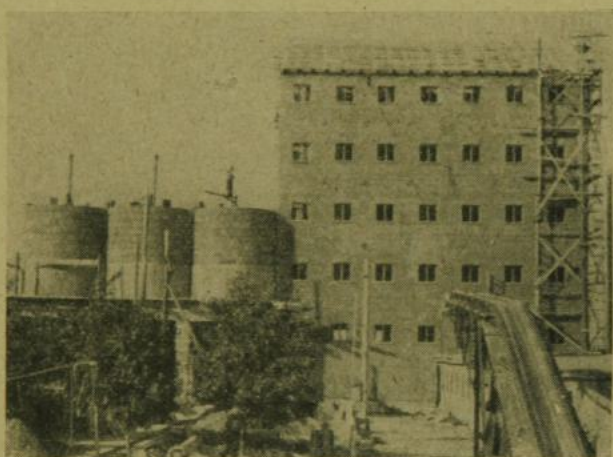
Ezen adatok ismeretében kompromisszumot kellett keresnünk, s így kevésbé tetszetős, de 3 hét alatt megvalósítható és összesen nem több, mint 6000,— Ft költséget igénylő gyártási módot választottuk. A thermofor kéményidomok gyártási módszerével, a kontur meghatározó vassablonban, kihúzható fémlemez-dugókkal — a belső üregek számára — és kézi bedolgozás mellett döntöttünk. Így egy elemre kevesebb mint 40 fillér sablon és felvon. költség, viszont 2,50 Ft munkabér esik. A 17 300 db elem összmunkabére kb. 45 000,— Ft. Ebből is megállapítható, hogy a



1. ábra. Rosecometta elemek gyártási és tárolási helye



2. ábra. Próbagyűrű építés a szerkezet és a technológia kipróbálására



3. ábra. Silócellák falazása. Mellette az üzemi épületek



4. ábra. Rozekometta blokk elhelyezése

munkabér terhére történő megtakarítás összegszerű lehetősége nem fedezné feltétlenül a fokozottabb gépesítés költségeit, bár ezen prototípus épület után a további azonos rendszerű építkezéseknél ezt a kérdést újból meg kell vizsgálni.

Az ismertetett előregyártási technológiával 12 fő mellékmunkákkal együtt napi 450—500 db

elemet tud gyártani, így lehetségessé vált az össz elemszükséglet 6—7 hét időtartamon belüli legyártása.

Az elemek alakja olyan karcsúságot határoz meg, — 40 cm magasság, 2 cm min. falvastagság — amely miatt a próbakockaeredmények nem nyújtanának elegendő támpontot sem az egyes elemek, sem az összeépített faltest szilárdsági viselkedésére. Ezért javaslatot tettünk maguknak az elemeknek, illetve egy összeépített 1 m-es faltest nyomószilárdságának vizsgálatára az alábbi három kísérlettel:

1. Üres elemet horonnyal lefele B 140-es betonba belenyomtuk oly módon, hogy ezáltal ne csak az elemek szélső falai, hanem a horony miatt 4 m-rel lemaradó átkötő bordák is résztvegyenek a teherviselésben. A 9 db eltört elem törési eredményei a következők:

Sorszám	Térfogatsúly kg/m ³		Nyomószilárdság kg/cm ²	
	teljes	tömör	teljes	tömör
	térfogatra vonatkoztatva		keresztmetszetre vonatkoztatva	
1.	1230	2285	55,5	91,5
2.	1258	2340	62,5	108,0
3.	1240	2380	90,0	154,0
4.	1250	2370	75,0	125,0
5.	1230	2310	73,5	121,5
6.	1230	2280	72,5	119,0
7.	1190	2260	52,5	88,0
8.	1225	2310	77,5	128,0
9.	1250 1235	2330 2320	78,5 71	129,0 118

2. A rosacometta jelleg falkarcsúsága által meghatározott kedvezőtlen komponens kiküszöbölése végett az elem üregeit és vízszintes hornyát B-50-es betonral kitöltöttük oly módon, hogy a kitöltő beton az üregek felső peremétől 1—2 cm elmaradt, így a teherviselésben nem vett részt. Ily módon 6 db elemet terhelünk törésig, vizsgálat eredménye a következő:

Sorszám	Nyomószilárdság a teljes keresztmetszetre vonatkoztatva kg/cm ²	
1.	66	80
2.	67	
3.	107	
4.	70	
5.	72	
6.	97	

3. Kb. 1 fm hosszú és 1 fm széles a végleges állapotnak megfelelő falszakaszt építettünk előírt vasszereléssel és az üregek és hornyok B-200-as betonnal történt kiöntésével. Három eltört falszakasz a következő eredményeket adta:

Sorszám	Törést okozó erő kg
1.	148 000
2.	126 000
3.	180 500

Ha tekintetbe vesszük, hogy a siló teljes terhelése esetén legkedvezőtlenebb keresztmetszetben $15\text{--}20\text{ kg/cm}^2$ igénybevételre lehet számítani, így a vizsgálatból 40 kg/cm^2 törési szilárdságot már mint elegendőt vártunk, a törési próbák eredményei rendkívül kedvezőnek minősíthetők.

A törővizsgálatokat az ÉTI Diószegi úti laboratóriuma végezte.

Az elemek munkaállványra történő feljuttatása képezte a helyszíni organizálás legfontosabb feladatát. A gyártás részben fedetlen előgyártó téren, részben az üzemi épülethez csatlakozó fedett csillegarageban történt a téli időszak alatt, 80, illetve 50 m vízszintes távolságra a beépítés helyétől. Helyszínre szállítás platós csilléval történik. Az utókezelés szempontjainak megfelelően tárolt elemeket külön e célra gyártott konténerbe helyezük, amely a bitó emelőképesége és a helyszűke miatt limitált mérettel 6 db elem befogadására alkalmas.

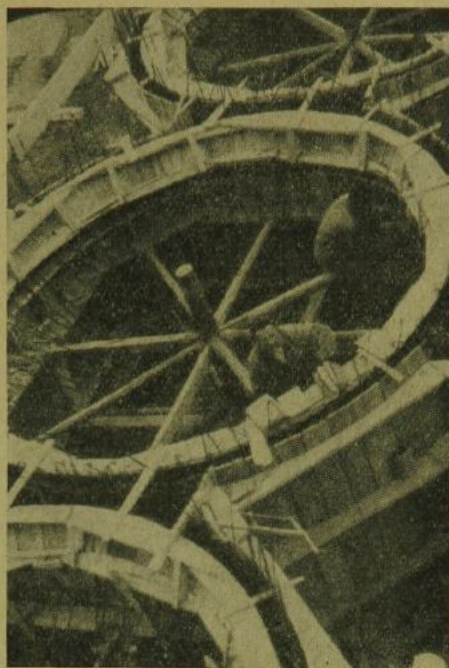
A csillevágány a silókon lévő bitók emelőcsigája által meghatározott pontok alatt fut végig, így csillékről a konténerezett elemek elektromos csörlővel közbelső megfogás nélkül munkaszintre emelhetők. A helyszínen bedolgozandó beton szintén külön e célra szerkesztett konténerekben, az elemekkel azonos módon nyer felszállítást. A csörlőrendszer központi távvezérléssel irányítható, ahol egyetlen kezelőnek a baleset-elhárítási szempontokat tekintetbevévő jelzőtábla áll rendelkezésére. A gépészeti megoldás egyébként külön figyelmet érdemel, melynek részletes ismertetésére még visszatérünk.

Elgondolásaink helyességét ellenőrizendő, még az építkezés megkezdése előtt, kísérleti próbafalazást végeztünk, amely igazolta az előzetes elképzeléseket, egyben pedig dolgozónk számára reálisra tette az építés számukra eddig ismeretlen módját, továbbá hasznos szempontokat nyújtott a helyszíni betonozások betontechnológiai adatainak meghatározásához.

A bitószerkezet a fényképen látható formában nyert végleges kialakítást.

A 80-as I. vas keresztre $\varnothing 108\text{ mm}$ -es cső áll fel, melyet a négy saru irányából 4 db cső támaszt. A középső, függőleges cső konzolos végén szögvasakból konstruált zászló forog körbe, amely kettős csigarendszert hordoz a külső végén levő csiga az elemek elhelyezését szolgálja: ennek kötele a cső belsején át falicsörlőhöz fut; az árbóchoz közelebb eső másik csiga a gépi csörlővel működtetett anyagfelvonást szolgálja. A 360° -ot körbenforgó zászló az árbóchoz két keskeny bronzgyűrűvel csatlakozik. Az I. vas kereszt végein falba nyúló saruk nyerne elhelyezést. Ezek a fugába $60\text{--}80\text{ mm}$ -t nyúlnak be 20 cm szélességben. Kiképzésük reteszszerű, tehát az I-szelvény végén előre-hátra csúsztatható. A reteszláb lemezének vastagsága 8 mm , azonban bordázattal van erősítve. Minden egyes bitószerkezetet a darukra előírt túlterheléssel próbaterhelésnek vetettünk alá és a próbát sikeresen kiállották.

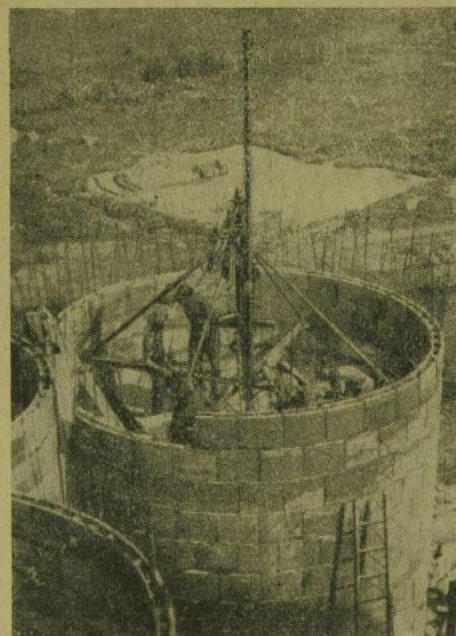
Az állványzat másik eleme, a pódium, két db nagyobb szelvényű I. gerendából áll, melyeknek végén a bitószerkezet megoldásához hasonló re-



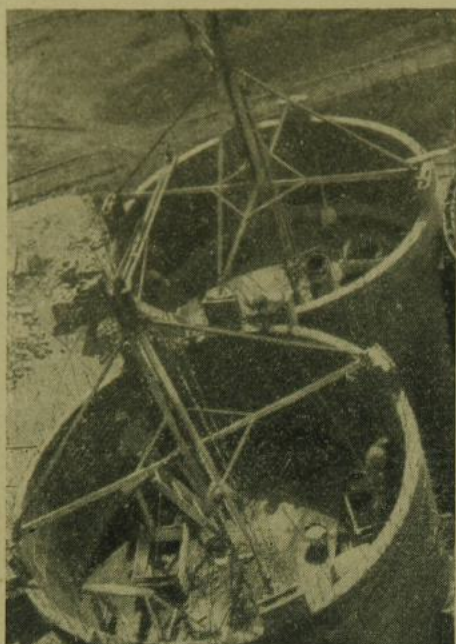
5. ábra. Monolit alapgyűrű zsaluzása

teszláb található. Miután a reteszlábak egyetlen háromszoros biztonsággal méretezett és szárnyas anyával leszorított csavarral vannak rögzítve, ezért Román Andor főmérnök javaslatára minden egyes reteszlábhoz biztosító átkötés került elhelyezésre. A pódium két vastartójához csavarokkal leerősített fa gerendarendszer csatlakozik, mely a pallóterítést hordozza. A megfelelő helyen nyitható fedéllel ellátott nyílás szolgál az anyag felszállításra.

Mind a bitó, mind a pódium olyan szerkesztési megoldással készült, hogy néhány csavar megoldásával elemeire legyen szétszedhető.



6. ábra. Silócella falazás. Bitóállvány, alatta a munkaállvány

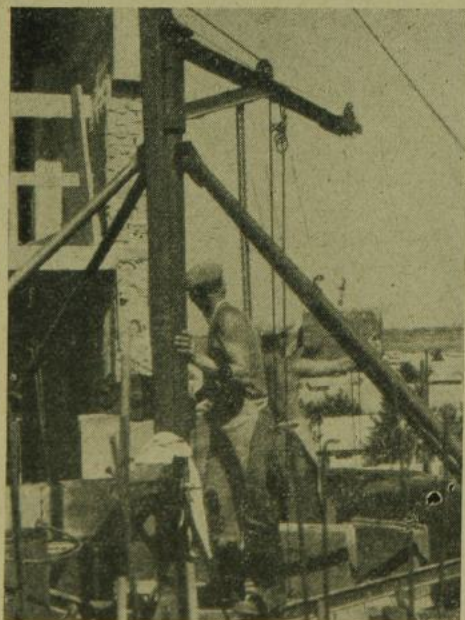


7. ábra. Lépegető állvány átállítás közben

Az előzőekben felsorolt tervezési munkák, kísérletek és tanulságaik alapján az építés végleges technológiája a következőképpen alakult ki:

Egyszerre öt bitószerkezet készült, tehát a silók fele indult egyszerre. A silók középpontját bemértük és tartósan megjelöltük. Ehhez a középponthoz képest pontosan bemérve helyeztük el az első sort, melynek elemeit már a monolit betonra helyezett bitón húztuk fel a gépcsörlők segítségével. (Természetesen a monolitikus lemezen megfelelő nyílások kerülnek kihagyásra és a siló töltésére is utólag készül.)

Az első alapkörre nyer elhelyezést részeiből összeszerelve a pódium, a gépcsörlő felvonónyílásának megfelelően elfordítva. A bitószerkezet egy



8. ábra. Bitószerkezet üzem közben

sorral feljebb, a következő fugába nyúlva támaszkodik. Alaprajzilag a pódium és a bitó reteszlabái nem egymás fölé esnek, hanem eltólva helyezkednek el, tehát más-más követ terhelnek. Az építés ezen „alapállásában” a függőleges vasak az átfogásnak megfelelően nyúlnak a felső sor fölé.

Az anyagfelszállítás idejére a bitó zászlóját két láncsal rögzítik a merevítőcsövekhez. A szintes épületrész tetején elhelyezett gépkezelő és a földszinti vasbeton védőtető alatt működő beakasztók elektromos jelzésekkel történő összeműködésével indulnak a csörlők. A falazóelemek hatásával az előzőekben ismertetett konténerekkel kerülnek felszállításra. A megkevert beton és cementhabarcs ugyancsak az erre a célra készített nyitható edényekben kerül felszállításra. Egyszerre egy sor anyaga és nyolc fő terhelheti teljes biztonsággal a pódiumot.

Az anyagfelszállítás ideje alatt történik a vaszerelés elhelyezése, az előző sor kibetonozása stb. Magukat az elemeket a falicsörlő segítségével helyezzük el, az elemekből kiálló kampót a bitó horgára akasztva. Így a súlyos elemeket nehézség nélkül lehet elhelyezni: a falazást végző dolgozó csupán helyére igazítja a horgon lebegő és társa által leengedett elemet. Az elemek cementhabarcs-terítésre fekszenek fel és hornyolt közüket is falazás közben cementhabarccsal telítik. Az első sort ily módon elhelyezve beállítják az üregekbe a függőleges vasbetéteket és kibetonozzák az üregeket.

Pontos méréseket végeztünk az elemek vízfelvevő képességével kapcsolatban. Az elemek megfelelő áztatása, vagy alapos előzetes locsolása meglehetősen nehézségekkel járna, ezért ezt a vízmennyiséget a bedolgozandó betonhoz adjuk hozzá. Ezen kibetonozás tölti ki azt a felső hornyot is, melyben a körvasalás helyezkedik el. Ezáltal ennek szabályszerű elhelyezése és jó körülbetonozása biztosítva látszik.

Az építés középpontosságát szakaszonként az előzetesen véglegesített fix közephez lefüggőzik. Az így bemért sorok között építés közben egy speciálisan kiképzett kis szerszámmal, — nevezhetnénk vezérlécnek mint a gyáráépítésnél — történik a fal függőlegességének biztosítása. A fugákat belül telibe dörzsölik minden állványemelés előtt, kívül víztaszító vakolatot kap.

Egy állásról két sort lehet elhelyezni. Az első kivételével fennáll a rosacometta rendszer miatt az a hátrány, hogy valamennyi elemet fel kell a függőleges vasak végződéséig húzni és a vasakra ráfűzni. Minden két sor felhelyezése után kerül sor az állványzat emelésére.

Eredeti elgondolás szerint a bitót négy ember kézi erővel, — előbb az egyik, majd a másik két lábát felemelve — helyezte volna fel a fal tetejére. Végleges formájában Urbán főművezető és G. Kovács brigádvezető javaslatára egy cső segédárbóccal és az arra szerelt falicsörlővel emelik meg a bitót, miután megelőzően a lábukat kellően alátámasztva a reteszeket a fugákból kiütik. Miután a bitó reteszlabái a fal tetejére kerülnek azok ellenőrizhetők, pontos elhelyezésére megvan minden lehetőség. Eleinte naponta egy, később kettő, majd három emelés történt.

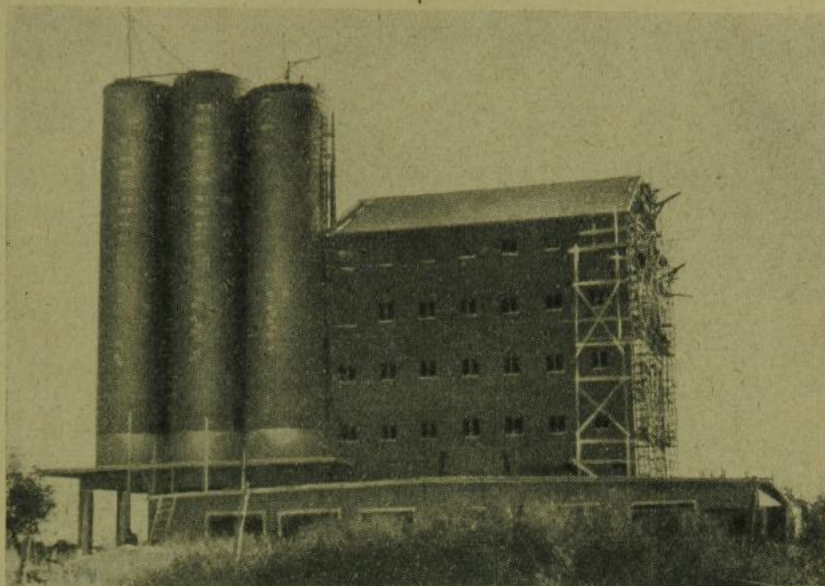
A bitó ilyen elhelyezése után a pódiumot egy négyágú himba és flaschenzug segítségével felkötik a bitó e célt szolgáló horgára. A flaschenzuggal érintkezést vesznek és ezután a brigádvezető felülvizsgálja a kötéseket, majd a pódium négy reteszlábát a falból kiüti. Miután a himba négyágú, közel a kerülethez felerősítve és a pódium összes súlya 1 tonna körül van, ezért a pódium fel nem billenhet. A reteszlábak kiszabadítása után megkezdődhet a flaschenzuggal történő emelés. A pódium reteszlábainak a helye fugában előre ki van hagyva. A pódiumot a végleges szintre emelve kitöltik a négy reteszlábát és a flaschenzuggal a helyére engedik. Ezekután az építés az előzőekben leírtak szerint folytatódik. — A bitó úgy van méretezve, hogy a pódiumot a teljes terheltség állapotában is elbírja.

Személyek az üzemi épületrészről közelíthetik meg az épülő silókat, míg az egyes silók egyenlő magasságban lévén az átközlekedés könnyűszerrel megoldható. A siló építését befejezve, mindenkéltől a bitóval felszállítják a födémekekhez szükséges anyagokat, majd szétcsavarozzák és leengedik. A pódiumot egyelőre felhasználják a silók feletti födém elkészítéséhez, majd szétcsavarozzák és a következő alkalmazásához szállítják.

Mindenki, aki új utakra lép és valami új szerkezetet, vagy eljárást kíván megvalósítani ki van téve annak, hogy a lehető leggondosabb előkészítés mellett is valami, előre számításba nem vehető körülmény, problémát okozhat. Minthogy az ország szinte valamennyi újszerű szerkezeténél, itt is adódott egy ilyen körülmény, amely balesetet okozott. Egy 36.24 B. betonacélból tervezett és 40-szeres biztonsággal kialakított függesztőkampó emelés közben elpattant és a pódium a bitóval együtt 9 m-ről leesett. A baleset egyfelől figyelmeztet, hogy az É. M. által annyit szorgalmazott betonacél minőség terén még igen súlyos hiányosságok mutatkoznak, másfelől azt a gondolatot sugalmazta, hogy az anyagminőségeink általában nem megbízhatóak és így ilyen kényes szerkezeteknél a $2 \times 100\%$ -os biztonság alkalmazása egyáltalán nem mondható túlzásnak.

E gondolat jegyében a szerkezeteket pontrólpontra átvizsgáltuk. Általában a sokkal megbízhatóbbaknak mondható drótkötelekkel helyettesítettük mindenütt a betonacél alkatrészeket és a kétszeres biztonság elvét következetesen keresztül vittük. Ennek lett eredménye az a két darab, csőből készült átvető, amely emelés közben az alul átfűzött kenderkötél segítségével a flaschenzug esetleges meghibásodása esetén a bitó, illetve pódium alátámasztását van hivatva szolgálni.

Az említett baleset azonban lehetőséget nyújtott arra, hogy a tönkrement ötödik állvány pótlásakor olyan új állványt konstruáljunk, mely az eddigi tapasztalatokat mind hasznosítja. Az új



9. ábra. Felfalazott silócellák az üzemi épülettel

szerkezet a kivitellel kapcsolatos vonatkozásokban azonos alapelveket követ, konstrukciójában azonban minden vonatkozásban eltér. Az új állványnál mind a pódium, mind a bitó három ponton támaszkodik. Alaprajzban tehát egyenlő oldalú háromszögeket látunk, melynek csúcsain helyezkednek el az újszerű saruk, melyeket hajtókkal lehet a falba betolni, illetve kihúzni. A bitó és pódium saru azonosak.

A bitó saruitól 3 db ferde rúd fut középre, ahol egy kis csőcsomkon keresztül csatlakoznak. Így az egész lényegében egy tetraédert eredményez, melynek felső csúcsán forog körben egy egyszerű zászló. Ez most már csak a kövek elhelyezését szolgálja, mert az anyagfelhúzás a geometriai középpontban történik. Az elhelyezés és az anyagfelszállításnak ez a függetlenítése az építés gyorsaságát nagyban fokozza.

A flaschenzuggal szerzett rossz tapasztalatokból kiindulva a bitó emelése és a pódium utánhúzása egyaránt a három sarunál elhelyezett 3 db csavarorsóval történik. Az orsók meghajtása kúpkerék áttételes hajtókkal nyer megoldást.

Az új állványszerkezettel e pillanatban még tapasztalatok nincsenek, de véleményünk szerint ez képviseli ezen kiviteli technológia végleges megoldását.

A szerzőkön kívül jelentős szerepe van az előregyártott kisélemes silóépítés megvalósításában *Munkácsy Nándor* főgépésznek a gépészeti kérdések, különösen pedig az elektromos jelzőtábla megkonstruálásában. Magát a megvalósítást pedig részben gondolataikkal, részben kiállításukkal elősegítették *Mayer Imre* főmérnök, valamint *Román Andor* főmérnök, *Várkonyi Mihály* főtechnológus, *Fokter Vilmos* építésvezető, *Urbán János* főművezető és *G. Kovács István* brigádvezető. Az eredeti újítási javaslatnak az adott feladatra való átültetését az Ipartervből *Zentai Zoltán* és *Bagi Imre* végezték, így az elért sikerek valóban egy kollektív munka eredményének tekinthetők.

Hozzászólás

Horváth Kálmán és Joó István „Előregyártott elemekkel épülő nagysiló (Tiszapolgár)” című cikkéhez

Az ismertetett eljárással, az ÉM 23. sz. Építőipari Vállalat kivitelezésében e sorok írásakor a munka befejezéséhez közeledik.

Cikkírók nem említették meg, hogy vállalatunkhoz az újítást Hörcher Elemér a 30. sz. Vállalat termelési osztályának vezetője adta be és alapgondolata egy olyan lépegető állvány készítése volt, amely állványanyag és zsaluzóanyag teljes kikészítésével előre-gyártott idomkövekből kémény módjára javasolta a siló megépítését.

A gondolatot azonnal magamévá tettem, azt elvi jóváhagyásra az ÉM Műszaki Főosztályára azonnal felterjesztettem. Sebestyén Gyula elvtárs az ötletet lelkesen felkarolta.

A megvalósításnál két súlyos akadályba ütköztünk. Az egyik a bitó és pódiumból álló lépegető állvány kiviteli terveinek megtervezése és legyártása, amelyeket előbb az ÉGT tervező részlegénél akartunk megrendelni és egy műhelyben kiviteleztetni, azonban az aggályoskodások és bürokratikus huzavona ezt lehetetlenné tette. Így vállalta Horváth Károly elvtárs, hogy a lépegető állvány részleteit megtervezi, műhelyrajzait elkészíti és használatának technológiai utasításait pontosan előírja, amit napok alatt meg is valósított. Tervei alapján a 23. Vállalat Telepes utcai gépműhelye vitelezte ki az állványzatokat.

A másik nehézség a beruházónak az új módszertől való aggályoskodása és húzódozása volt. A tervező-

intézet sem lelkesedett a gondolatért, mert a csúszó zsaluzási rendszert helyesebbnek tartotta volna. Az ehhez szükséges felszerelés, a nagyszámú csavarorsó beszerzése és a 10 db kapcsolt silócellával járó nehézségek a kivitelező számára akadályt jelentettek. Így a tervezőintézet a beruházó aggodalmaitól befolyásolva, az eredeti javaslat szerint lényegesen egyszerűbb eljárást kissé elkomplikálta. Az íves, tömör, horonnyal ellátott betonkövek helyett, amelyeket ugyancsak hézag cserében lehetett volna elhelyezni és a vertikális vasalás folyamatosságát az oldalhornyok kiképzésével biztosítani és amelyek legyártása összehasonlíthatatlanul könnyebb és kevésbé munkaigényesebb lett volna, megváltoztatta és előírta a cikkben ismertetett rozekometta rendszerű követ és beépítési módot. Így nemcsak a kövek gyártása lett az eredeti elgondolással szemben komplikáltabb és munkaigényesebb és gép híján kézi legyártásra utalt, hanem az elhelyezés után az üregek kibetonozásának pepecselő munkája a kivített a tervezettnél jóval munkaigényesebbé tette.

Véleményem szerint az ilyen magas silóknak teljes állványozás és zsaluzat nélküli megoldására az általunk alkalmazott eljárás helyes, de semmi akadályát nem látom annak, hogy ezen prototípus megépítése után rátérjünk a kisebb munkaigényű íves, hornyos, tömör betonkövekkel történő kémény építéséhez hasonló kiviteli módra, a most már helyesen megoldott lépegető állvány (bitóállvány plusz pódiumállvány) alkalmazásával.

Román Andor
főmérnök

Kossuth-díjasaink

Március 15. ünnepelésének keretében az idén is kiosztották a Kossuth-díjakat. Ez alkalommal szakmánk négy kiválósága nyerte el a jól megérdemelt magas kitüntetést.



Barta József



Choinoky Tibor



Gnädig Béla



Thoma József

Biológiai betonvédelem

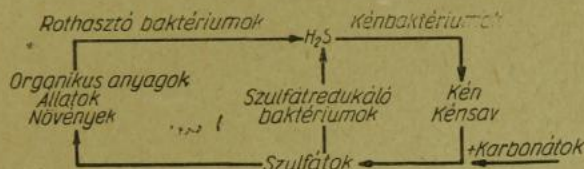
VÉSEY EDE

Korunk egyik jellegzetessége egy új tudományág, a mérnökbiológia. Az élettan rohamos fejlődése egyúttal rávezetett bennünket arra is, hogy a biológiai kutatások eredményeit a műszaki tervezés és gyakorlat is egyre szélesebb körben alkalmazhatja. Alábbi ismertetés példája annak, hogy milyen jelentékeny szerepet játszanak a biotikus tényezők, pl. a korrózióviszonyok kialakulásában, hogy a mérnökbiológiai kutatások eredményei miképpen használhatók fel az építés mérnöki munkájában.

A betonépítmények legjelentékenyebb korróziós tényezője a talaj, illetőleg a talajvíz szulfáttartalma. Szulfátok a talajba kénvegyületeket tartalmazó ásványok, talajalkotók oldódásából jutnak, de keletkezhetnek kémiai és biológiai folyamatok hatására is.

A talajban lévő kénvegyületek átalakításában főképpen két mikróbacsoport vesz részt: a kénbaktériumok és a szulfátredukáló baktériumok. Amíg a kénbaktériumok a kénvegyületeket szulfátokká oxidálják és a talajvízben gyakorlatilag kénsavat termelnek, addig a szulfátredukálók életfolyamataikkal ellenkező hatást fejtenek ki. Ez utóbbiak a kénsavat és más szulfátokat redukációs úton a betonra kevésbé káros kénvegyületekre, főleg kénhidrogénre bontják le. Ez a redukció azonban — mint a továbbiakban látni fogjuk — csak szervesanyagok jelenlétében mehet végbe.

A talajban lévő kénvegyületek biokémiai körforgalma egy kisebb és egy nagyobb körből áll, melyet a következő módon ábrázolhatunk:



1. ábra

A mikrobiológiai tudomány már közel egy évszázad óta ismeri, hogy a talajban, szervesanyagok jelenlétében, szulfátredukáló mikrobák szaporodnak el. Külföldi kutatók a holland városok csatornáiban (7) az orosz limánokban, sós- és iszaptavakban (4), ezenkívül számos más helyen — több esetben 30–40 m talajmélységben is — kimutatják e mikrobák működését. Jelenlegi ismereteink szerint a szulfátredukálás folyamatát a talajban, talajvízben és nyílt vizeinkben két mikróba, a *Sporovibrio desulfuricans* és *Mikrospira aestuarii* végzi. Thermálvizeinkben pedig a *Mikrospira thermodesulfuricans* fejti ki szulfátesőkkentő hatását. Ezek a mikrobák tenyésztéssel elkülöníthetők, mert kénhidrogén tőrésük igen különböző. Ha a redukció folyamán keletkező oldott kénhidrogén mennyisége az alábbi értékeket túllépi, úgy a redukció megszűnik.

Szulfátredukáló baktérium fajta	Kénhidrogén tőrés oldott H ₂ S mg/l	Tenyésztés opt. hőfoka
<i>Sporovibrio desulfuricans</i>	794	30–32 C°
<i>Mikrospira aestuarii</i>	1448	30–32 C°
<i>Mikrospira thermodesulfuricans</i>	566	50–60 C°

Látható tehát, ha az oldott kénhidrogén mennyisége 794 mg/l-t meghalad, akkor a redukciót már csak a *Mikrospira aestuarii* folytatja, amely ebből — az egyébként igen baktericid hatású — kénvegyületből lényegesen magasabb értéket tud elviselni.

A természetben a szulfátredukálás folyamatát leginkább a *Sporovibrio desulfuricans* végzi, amely szigorúan anaerob, spórás, zömök, görbült palcikához hasonló vibrio. (Lásd 2. ábra).

Ezenkívül hidrogén jelenlétében más anaerob, vagy fakultatív anaerob talajbaktériumok is redukálnak, pl. a *Bac. subtilis* (szénabacillus) és a *Coli* csoport baktériumai.



2. ábra. *Sporovibrio desulfuricans* szintenyésztésben. Kb. 2500-szoros nagyítás (Foto: Vámos)

Megfigyeléseink azt mutatják, hogy ott, ahol petroleum, vagy kátránytermékek szivárogtak el a talajban, lokálisan nagymértékű és tartós deszulfifikáció volt kimutatható. A kőolaj elbontását a talajban szintén baktériumok idézik elő. Valószínű, hogy e bomlási sor végén keletkező vegyületek már kedvező táptalajt biztosítanak a szulfátredukáció biokörnyezetének.

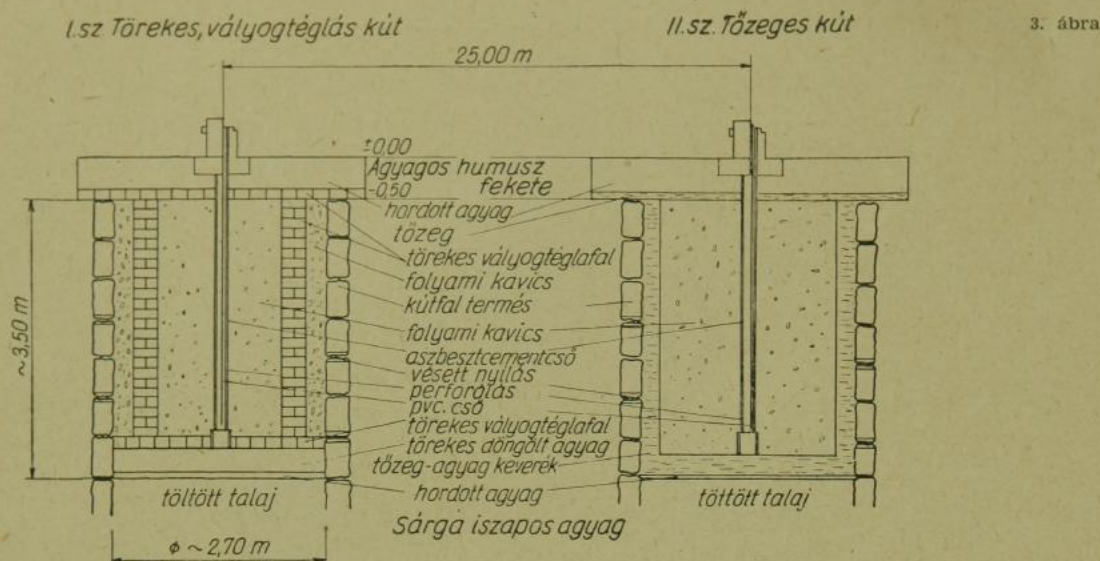
Fentiekből nyilvánvaló, hogy a talajban és talajvízben mind a kénbaktériumok, mind a szulfátredukáló baktériumok egyaránt elszaporodhatnak. Szaporodásuk intenzitása és a domináns fajták uralomra jutása a közeg fizikai állapotától, vegyi jellemzőiből és más adottságoktól függ.

Egyes tavak vizében a szulfáttartalom lényegesen magasabb, mint ez a terület talajának általános szulfát-viszonyaiból következtetve indokolt volna. Az ilyen tavakban a szulfátmennyiség növelését előidéző kénbaktériumok jelenléte rendszerint kimutatható. Más vizekben, pl. Budapesten a XI. ker. Bartók Béla úti ún. „feneketlen tóban“, a redukációs folyamatok az uralkodók. Ez a tó nagy szulfáttartalmú talajvízű területen fekszik s ennek ellenére vize — a benne elszaporodott szulfátesőkkentő mikrobák miatt — alacsonyabb szulfáttartalmú, mint az a talajvíz, amelyből származik.

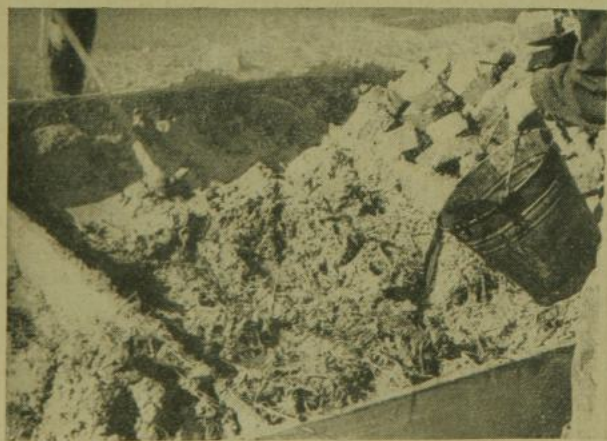
Ugyanez a helyzet a használaton kívüli, szerves hulladékokat tartalmazó kutaknál is. Mind a kutakban, mind a mélyebb tavakban előfordul az is, hogy a felszínen lényegesen magasabb a szulfáttartalom, mint a fenékhez közeleső vízrétegekben, ahol az oxigén hiánya miatt a redukációs hatások érvényesülhetnek (4).

De nemcsak vízben, hanem talajban is megtalálhatók a biológiai okokból előálló szulfátkülönbségek. Mivel az élettani folyamatok kialakulásában a talaj szerkezetének adottságai igen nagy szerepet játszanak, a folyamatok irányát és kialakulását a tényezők mesterséges megváltoztatásával előidézhetjük, szabályozhatjuk. Munkagödörök ásásával, talajvízszint emelése vagy süllyesztése révén, lecsapolásokkal, a humuszréteg eltávolításával, szervesanyag tartalmú feltöltésekkel, ipari talajszennyezésekkel stb. a talaj kénkészlete átalakítható.

Salakos feltöltés esetén pl. barna szeneink égési maradékaival, nagymennyiségű kénvegyületet halmozunk fel a terepen. Ugyanez a helyzet a házi szemét, különösen a salakban dúis téli szemétnél is. A nyári szemét szervesanyagokban gazdag, miáltal — különösen ha gondosan van tömörítve — az előálló szulfátredukáló folyamat a benne lévő szulfáttartalmat fel-emésztí. A téli szemétben több a salakból származó kénvegyület, amelynek redukációjához a benne lévő, aránylag igen kevés szervesanyag-tartalom nem elegendő. (Lásd későbbi labor kísérleteink 21. és 22. számú



4. ábra. A tőzeg és agyag összekeverése



5. ábra. Vályogsár készítése tőrekekkel és fertőzése iszappal

keverékeit). Nyilvánvaló, hogy a tereprendezés tervezésénél a biológiai folyamatok várható kialakulását is figyelembe kell venni.

Szulfátredukáló baktériumok gyakorlati alkalmazása

Dr. Vendl Aladár akadémikus egyetemi tanár gondolt először arra, hogy a szulfátredukáló mikrobák élettani működését az ipar, elsősorban az építőipar területén hasznosítani lehet. Ebből a célból a Budapesti Műszaki Egyetemen, az Ásvány- és Földtani Tanszék laboratóriumában, később a Budapest Tétényi úti kórház környékén kísérleteket végzett, amelyek eredményét irodalmilag is ismertette (5).

Ezeknek a kísérleti eredményeknek birtokában, indult meg a FTI bekapcsolódásával az a terepkísérlet, melynek végcélja a szulfátredukció mérhetővé tétele volt.

Terepkísérleteink ismertetése

A célt szemelöltött tartva s az eddigi tapasztalatokat felhasználva, az FTI 1954. évi műszinttérvi feladata keretében Lágymányoson (Bpest, XI. Péterhegyi úton), a keserűvízes kutak területén, 2 db kísérleti kutat telepített. A telepítés 2 db használaton kívüli, már betemetett, régi keserűvízes kútba történt, melyből a töltött talajt kb. —3,50 m mélységben kiástuk. Az I. számú kutat tőrekekkel készült vályogtéglákkal, a II. számú kutat pedig döngölt tőzeges agyagkeverékkel béleltük. A körszelvényű kutak metszeteit a 3. ábra tünteti fel. A 4., 5., 6., 7., 8. számú fényképek a kutak építésének egy-egy részletét mutatják be.

Az előző terepkísérletekhez képest ennek a terepkísérletnek három előnye volt.

Elsősorban célszerűbbnek találtuk, ha az alkalmazott szervesanyagokat nem tisztán használjuk fel, hanem csak bizonyos százalékos keverésben. Mint eddig nem használt szervesanyagot, bevezettük a gabona-csészle hulladékát, a mindenütt fellelhető és más célra nem hasznosítható, kedvező vegyi összetételű *gabona-tőreket*. A kísérlethez árpátőreket használtunk, kb. 15 súlyszázalékos adagolásban. Összehasonlításképpen azonban párhuzamosan tőzeget is alkalmaztunk darált állapotban, melyet Ócsáról szereztünk be és légszáraz állapotban kevertünk össze agyaggal.

Másodszorban a szervesanyagot zúzott, földnedvesnél kissé szárazabb agyaggal keverünk. A szervesanyag-agyag keverékre való áttérésnek okait az alábbiakban foglalhatjuk össze. Az agyag helyszínen termelhető, olcsó anyag, amely kalciumkarbonátot tartalmaz, tehát a savanyodást kémiaiilag gátolja. Szemcséinek kolloid méreténél fogva biztosítja az anaerobitást, ezzel elősegíti a számunkra kedvező baktériumflóra kialakulását, vízzárósága révén vagy távol-

tartja a talajvizet, vagy pedig erős mértékben lelassítja a talajvíz áramlását. Agyagos közegben az életfolyamatok igen lassan játszódnak le, tehát az agyag a folyamat számára bizonyos időállóságot biztosít. A szervesanyagoknak viszont nagy a vízfeltevő- és víztartó-képessége, amelyet, ha agyaggal keverünk össze, a keverékben lévő organikus anyag nehezen szárad ki s így a keverék nem zsugorodik. Közismert, hogy pl. a falusi házak vert vályogfalán nem repedezik meg a vályogvakolat annak ellenére, hogy az teljesen kiszárad. A vályogban lévő szalmaszálak húzószilárdsága ugyanis igen magas és úgy működnek, mint a vasbeton vasbetétjei. Ha az agyag huzamosabb szárazság esetén, vagy bármely okból kiszárad, a bennmaradó kötött víz biztosítja a baktériumspórák számára (akár többéves időtartamra) az átvészeléshez szükséges vízminimumot.

A harmadik eltérés az eddigi módszertől abban állott, hogy a szervesanyagot nem egy talajfuratba helyeztük, hanem a szervesanyag-agyagkeverékből — mindkét kút esetében — egy kb. 25 cm vastag, hengerköpeny alakú, olyan *biológiai szűrőréteget* képeztünk ki, amely több m³ talajtérseget határol. E térsegen a helyszínen jelenlévő, közismerten magas szulfáttartalmú, talajvíz csak a szűrőrétegen átszivároghat, juthat be, miáltal egyúttal a biológiai redukciós folyamaton is át kell mennie. A belső térseget vegyileg közömbös, mosott dunakavicssal töltöttük ki s a rendszeres leszívás, illetőleg mintavétel céljaira a kút közepén, annak fenekéig, egy alul perforált eternitesövet helyeztünk el.

A kutak betelepítését megelőzően vizsgáltuk az eredeti talajvizet, amelynek összetételét tájékoztatás végett az alábbiakban adjuk meg.

$$pH = 7,28$$

Calcium (CaO)	680 mg/l
Magnesium (MgO)	2315 mg/l
Natrium (Na ₂ O)	3662 mg/l
Ammonia (NH ₃)	0,81 mg/l
Sulfát (SO ₃)	10 032 mg/l
Chlorid (Cl ₂)	282 mg/l
Nitrit (NO ₂)	0
Nitrát (NO ₃)	0
Összes keménység	392,0 n. k. f.
Oxigén fogyasztás	3,09 mg O ₂ /l

Megfigyeltük egyúttal a talajvíz szintjének alakulását, megállapítottuk a vízmozgás körülményeit a kutakban és azonkívül ellenőriztük a talajvíz szulfáttartalmának havi változásait a kutak környékén a redukciós folyamatoktól nem befolyásolt területeken is.

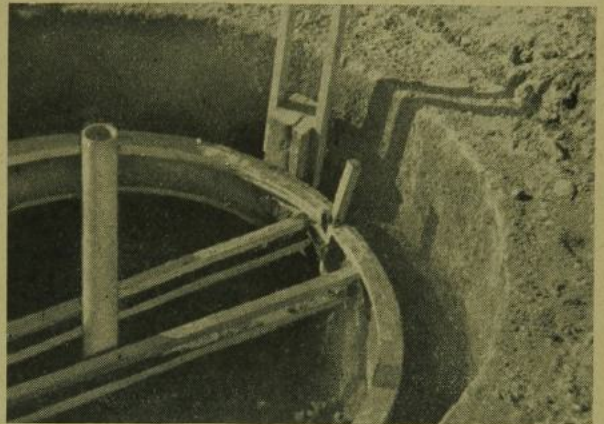
A 3. ábrán a két kútban egy év alatt bekövetkezett redukció eredményeit mutatjuk be. A kutakból ugyanis minden hónapban mintát vettünk és a vízmintákat szulfáttartalomra, pH értékre, kalciumra, magnéziumra rendszeresen vizsgáltuk. Ezen vegyi alkotók közül csak a szulfáttartalom változásait ismertettjük.

A 9. ábrából kitűnik, hogy az I. sz. törekekkel készült kút lényegesen jobban (45–60%) redukált, mint a tőzeges, amelynek redukciós csúcsértéke kb. 40% volt. Egyes esetekben előfordult, hogy tartós esőzések után bekövetkező magas talajvíz-álláskor nagyobb mennyiségű talajvíz rövid idő alatt jutott be a kútba. Ezáltal a redukció nem működhetett kellő intenzitással s a kutak vizében a szulfáttartalom felszökött. Később azonban a biológiai folyamatok mintegy „utólérik” az átmenetileg magasabb szulfátszintet és a feldúsult szulfáttartalmat redukálják. A korrózióviszonyok kiértékelése szempontjából nem a csúcsértékeket, hanem az átlagszintet kell figyelembe venni.

Meg kell jegyezni, hogy a kutakat szándékosan telepítettük erre a területre, mivel itt a redukció szempontjából, hazai természetes viszonyaink között, pesszimális körülményekkel számolhatunk. A talaj szulfáttartalma vizes kioldással általában 7–9000 mg/kg, a talajvízé pedig 7000–16 000 mg/l SO₃ volt. A talajvízszint általában a talajfelszíntől — 0,30 — 1,50 m között változik, ősszel pedig gyakran a térszín fölé is emelkedik.



6. ábra. Vályogtéglaák verése



7. ábra. A tőzegagyag keveréssel II. sz. kút kibélelése

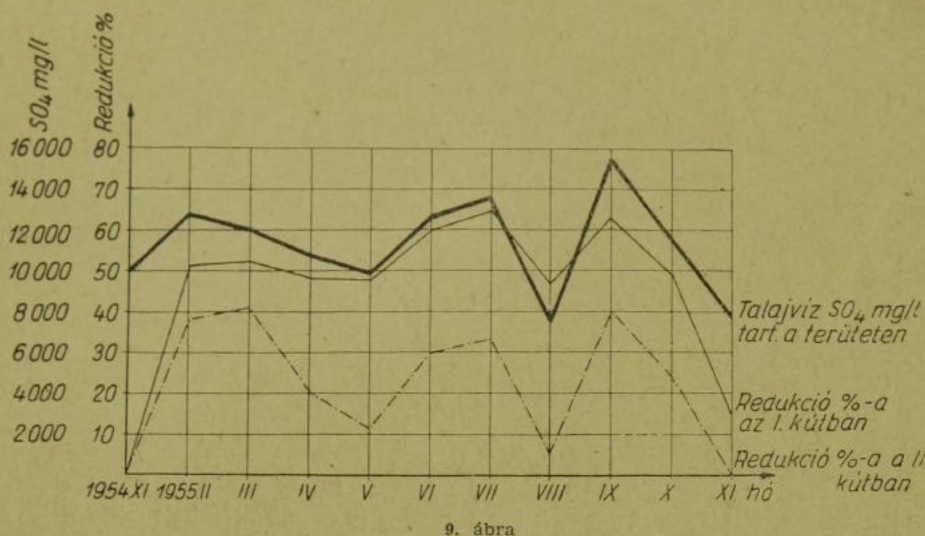


8. ábra. A törekes vályogtéglaával készített kút (I. szám)

Laboratóriumi kísérletek ismertetése

A terepkísérletekkel egyidőben laboratóriumi vizsgálatokat is végeztünk. Ezek célja részben az volt, hogy összehasonlítható adatokat kapjunk az egyes szervesanyag fajták és adalékok használhatósága tekintetében, másrészt, hogy a szervesanyag adagolás optimális mennyiségét megállapíthassuk.

Ezeket a kísérleteket 200 gr-os olyan üveg dugós porüvegben végeztük, amelyeknek dugóját átfúrtuk és abba egy üvegcsapot rögzítettünk. Ezen a csapon keresztül szívtuk ki a levegőt a tenyészetek beállítása



9. ábra

után. A vizsgálatokhoz sárga iszapos agyagot használtunk, amelyet a terepkísérleteink színhelyén, a kutak környékén található keserűsótartalmú talajból termeltünk ki. Ezt kiszáritottuk, porítottuk, összekevertük, majd 105 C°-on ismét száritottuk. Az így előkészített talajhoz a különféle szervesanyagokat, ún. töreket, granulált tőzeget, a Pécsi Erőműből származó széniszapot, keményfa fűrészpórt, kistéti városi szemetet, petróleumot, továbbá egyes mintákhoz kalciumkarbonát precipitátumot, másokhoz pítisót (kalciumammóniumnitrátot) adagoltunk. Az egyes adagolások

tuk, majd a gyurmával megtöltöttük a már ismertett üvegeket, melyek legnagyobb részét 32 C°-os, bizonyos számú üveget pedig, összehasonlítás végett, 20 és 38 C°-os termosztátba tartottunk. Ugyanekkor 105 C°-on száritva, meghatároztuk az üvegbe helyezett gyurma víztartalmát, valamint a száraz anyagra vonatkoztatott SO₄ tartalmát. A 3. és 4. mintát iszapfertőzés nélkül állítottuk össze. Az 5. mintát egy alkalommal három órán keresztül 80 C°-os hőmérsékleten sterilizáltuk. A 25. mintát pedig szakaszosan, három alkalommal kb. 80—100 C°-on sterilizáltuk.

menyiségét úgy állítottuk be, hogy a szervesanyagok az agyagnak 2—6—10—15 súlyszázalékát tegyék ki. A porszáraz talaj-adalékot elkevertük, majd ezt vízzel addig nedvesítettük, amíg nedvességtartalma kb. 25%-ra emelkedett. Ezekután mintegy 1 cm³ tavi iszappal fertőztük, amelyet a már említett Bartók Béla úti tőnadasából termeltünk ki. Minden tenyésztettséghez adagoltunk kevés, igen finomra porított, öntöttvas port is, a fejlődő kénhidrogén indikálására. A redukció során keletkező hidrogén-szulfid ugyanis a vassal fekete színű vasszulfidot képez.

Az így elkészített keveréket alaposan összegyúr-

Szulfátredukciós kísérletek agyag- és szervesanyag keverékekkel

Sorszám	Keverék aránya grammokban									Keverék 1955. IX. 5.		1955. IX. 5.—XII. 10.		SO ₄ red. %	Megjegyzés
	Talaj	CaCO ₃	Török	Tőzeg	Széniszap	Fűrészpórt	Petróleum	Pítisó	Szemcsés szemét	Víztart. %	SO ₄ mg/sz. a. mg	Víztart. %	SO ₄ mg/sz. a. mg		
1.	450		9							26,8	8 272,5	24,6	2 080,6	74,7	
2.	400		24							27,6	8 394,1	26,2	179,1	97,8	
3.	400		40							29,6	8 824,4	28,6	4 096,4	53,6	
4.	400		40							27,7	8 450,9	25,0	5 539,2	34,4	Izsfertőzés nélkül
5.	400		40							26,8	9 039,2	26,3	7 367,2	18,4	Izsfertőzés nélkül. Egy szer sterilizelve
23.	400		40							29,20	9 934,4	28,5	5 342,8	46,2	Hőmérséklet 38 C°
24.	400		40							24,2	9 057,3	24,1	4 733,6	47,7	Hőmérséklet 20 C°
25.	400		40							24,1	9 645,0	23,8	9 316,0	3,41	3×sterilizelve Hőmérséklet: 38 C°
7.	400		56							30,4	8 921,0	28,3	7 030,0	21,2	
8.	400	40	40							30,8	8 332,4	27,4	4 476,7	46,2	
9.	450	68	9							25,5	8 272,2	23,2	5 248,5	36,5	
10.	450	68	27							26,7	8 054,2	24,2	6 763,4	16,0	
11.	400	60	40							28,3	7 644,3	28,3	2 362,6	69,0	
12.	400	60	56							28,8	8 302,0	27,0	6 156,8	25,9	
13.	400			24						22,5	10 087,2	20,8	5 650,0	43,9	pH 6,3
14.	400			40						27,7	9 938,8	26,5	9 295,6	6,4	pH 6,3
15.	400	60		40						28,3	8 606,5	24,6	8 284,4	4,4	pH 6,3
16.	400			60						27,9	9 683,3	27,0	7 869,3	18,7	pH 6,3
17.	400				40					22,5	8 950,0	22,0	8 610,3	3,8	
18.	450					45				30,3	8 933,6	27,8	7 354,7	17,6	
19.	450						45			24,2	9 801,3	23,9	8 604,5	12,2	
20.	450							5		21,4	9 475,9	17,3	8 854,9	6,5	
21.	450								45	18,0	12 140,6	19,2	9 208,8	23,4	pH 6,4
22.	450								68	24,2	14 357,0	23,5	13 114,5	8,6	pH 6,4

A légmentesen lezárt keverékeket három hónapig inkubáltuk, majd az üvegeket felnyitva, meghatároztuk a víz- és szulfáttartalmat, továbbá a pH értéket. A kapott eredményeket Toroczkay Györgyné vizsgálatai alapján a közölt táblázatban foglaltuk össze.

E táblázatból kitűnik, hogy valamennyi szervesanyag közül a törek vált be legjobban. A keverék adagolása tekintetében pedig nem az igen magas szervesanyag tartalom, hanem annak kisebb százalékú keverése adott kedvezőbb eredményt. A 2. keverékben pl. mindössze hat százalékos törek alkalmazásával az eredeti szulfáttartalom 97%-a ment át redukción, minek következtében a három hónapos biológiai processzus után az SO_4 tartalom 8394 mg/kg-ról 179 mg/kg-ra csökkent.

A tözeg-keverékeknél kedvezőtlenebbek az eredmények, nemcsak azért, mivel a redukció százalékos aránya kisebb volt, hanem azért is, mivel az eredetileg semleges, vagy ahhoz közeleső pH értékű keverék kémhatása erőteljesebben le savanyodott. De ez esetben is a 6%-os keverék adta a legmagasabb redukciós eredményt. Nagymennyiségű szervesanyaggal sok levegőt s így oxigént is viszünk a talajba, megváltoztatjuk a talaj szerkezetét, elsősorban a kapilláris viszonyait. Mindaddig, amíg a talaj hézagközeiben megrekedt oxigén más (korhasztó) mikrobák fel nem használják, addig a redukció nem indulhat meg. Ebből az a következtetés vonható le, hogy a szerves anyaggal kevert agyag gondos tömörítése az intenzív redukció egyik előfeltétele.

Az egyes szervesanyag fajták struktúrájuknak és vegyi összetételüknek megfelelően bomlanak el. A töreknél pl. nagy a bomlás kezdeti intenzitása, az egyéb szervesanyagokkal szemben, főleg azokkal, amelyek a mineralizáció bizonyos fokán már átestek (tözeg, szénpor). Vannak olyan szervesanyagok is, amelyek a szulfátredukáló mikrobák által közvetlenül nem hasznosíthatók, csak bizonyos mikrobiotikus közösség kialakulása mellett. Így pl. a petróleum lebontásához más mikrobák előzetes közreműködésére van szükség. Ezek életfunkciójának könnyebben lebontható végtermékeit már a szulfátredukálók is hasznosíthatják.

A kalciumkarbonát por adagolása (15%-ig) általában kedvező eredményeket ígér, valószínűleg ez a folyamat tartósításának egyik előfeltétele.

Az anyag vastartalmának, a kénhidrogén megkötésén kívül, mint katalizátornak is előnyös szerep jut a szulfátszökkentő — és ezzel párhuzamosan működő egyéb — életfolyamatok területén.

Vannak szervesanyagok, amelyeknek igen magas szulfáttartalmuk van, pl. a városi szemcsézett szemétnék. Az ilyen anyagok felhasználásával károsan emeljük a közeg szulfáttartalmát. Ez esetben, ha a redukció százalékosan egyébként biztató mértékű volna is, a szervesanyag saját szulfáttartalma csökkenti az eredményt (21., 22. minta).

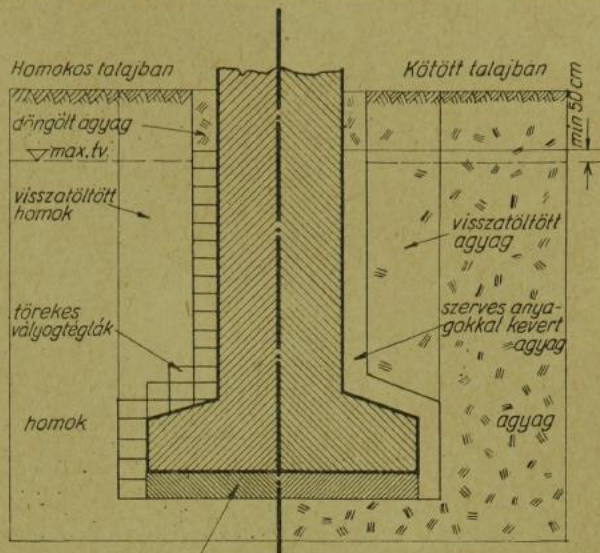
A háromszor, szakaszosan sterilizált 25. számú keverékben gyakorlatilag redukció nem volt kimutatható. A spórák előlése tehát a redukciós baktériumflóra kialakulását kizárja. Ez a tapasztalat egyúttal kézzelfogható bizonyítéka annak is, hogy a talajban lejátszódó szulfátredukció nem kémiai folyamat.

A 3. és 4. számú keverékeket iszapfertőzés nélkül készítettem, ennek ellenére a redukció csak kismértékben maradt el a fertőzöttéktől. Ebből az a következtetés vonható le, hogy a redukcióhoz szükséges spórák a felhasználott talajban is megfelelő mennyiségben jelen vannak. Valószínű, hogy általában minden hazai talaj esetében — legalábbis a felszínhez közleges rétegekben — ugyanez a helyzet. Ez a feltevés azonban egyelőre még csak igen kis számú megfigyelésre támaszkodhat.

Jövőben, az eddigi eredmények birtokában, laboratóriumi kísérletekben nem a növényi szervesanyagok szerepét, hanem azok dekomponált egyes alkotórészeit szándékozunk külön-külön vizsgálni. Ha kísérleteink pl. azt igazolnák be, hogy a növényi anyagokból csupán a szénhidrátok mennyisége a döntő, akkor elsősorban cukorgyári, vagy más ipari hulladékokkal fogunk kísérletezni.

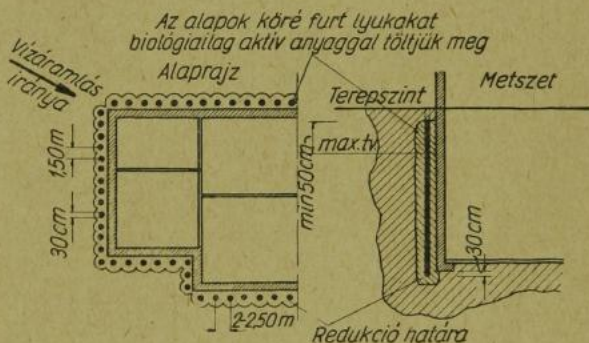
Gyakorlati lehetőségek

A terep- és laboratóriumi kísérletekben mutatkozott eredmények alapján a következő ábrákon (9. és 10. ábrák) mutatjuk be a biológiai betonvédelem gyakorlati lehetőségeit, külön feltüntetve az előzetes és külön az utólagos védekezés módjaitak tervezetét.



Az adott szulfátos hatásnak ellenálló beton v. tégl (mészszegény pillértégla v. klinkertégla) alapfal

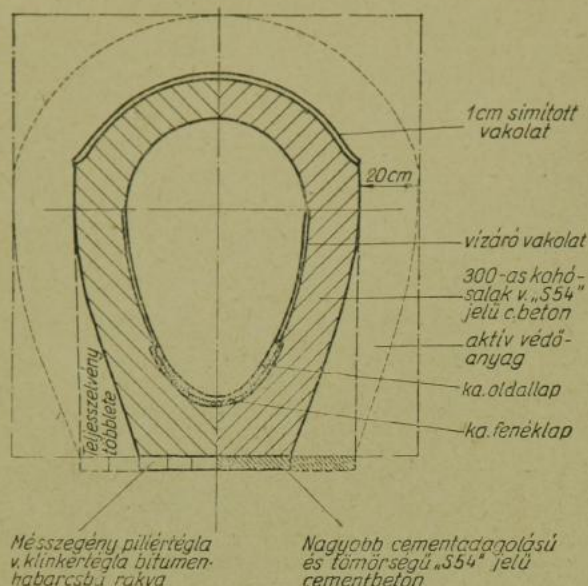
10. ábra



11. ábra

Az előzetes védekezésnél úgy képezzük ki az alapokat, hogy azokat szervesanyaggal kevert agyagból készített vályogteglákkal vesszük körül, vagy ilyen földnedves keverékkel körüldöngöljük. Agyagtalajoknál, ahol a szükséges agyag helyszínen termelhető, a körüldöngölés látszik célszerűbbnek, míg homokos talajban, ahova a védekezéshez szükséges agyagot amúgyis szállítanunk kell, a vályogteglás megoldás. A keverék összeállítását az FTL. esetenként, az előzetes helyszíni talajvizsgálatok alapján szándékozik megadni. Ennek előírásánál a talajmechanikai eredmények döntő fontosságúak. A száraz vályogteglákat agyaggéppel habarcsoljuk. Ha az így elkészített falazatot a talajvíz átnedvesíti, az megduzzad és szűrőréteget képez. A védőfalazat vastagságát szintén a helyi viszonyoktól függően, esetenként kell megállapítani. Ennek előírásánál az építmény jellegét és a talajvíz vegyi összetételét kell figyelembe venni.

Utólagos védekezésnél kb. 1,5—2,0 m távolságban egymástól és lehető legközelebb az alapokhoz, legalább 30 cm átmérőjű fúratokkal fúrjuk körül az építményt. E fúratoknak kb. 50 cm-rel az alapozási mélység alá kell mélyülniük s azokat szervesanyag-agyag keverékkel döngölve kell, a max. talajvízszint fölé érően, kitölteni. Ezt követően a fúratokat agyagdugóval kell lezárni. Ebben az esetben a szervesanyag-tartalomnak a fúratokban 20%-ot el kell érnie.



12. ábra

Ezt a védekezési módot azért javasolhatjuk, mert a terepkiérleteink eredményei azt mutatták, hogy a redukció nemcsak a kutakban, hanem azoktól néhány méter távolságra is érvényesül. Ezért valószínűsíthető az a feltevés, hogy a leírt módon, szerves-agyag tartalmú furatokkal körülvett építmény alatt egy összefüggő, redukált szulfáttartalmú talajvíz-zóna keletkezik. A furatokban lévő szervesanyagot szükség esetén, időnként cserélni lehet, miáltal a redukció folytonossága biztosítható. A redukció várható időtartamára és a redukciós hatás felújítására csak további kísérletek és megfigyelések fognak közelebbi felvilágosítást adni.

Általában az ismertetett biológiai eljárás legcélszerűbben olyan területeken alkalmazható, ahol a talajvízben a szulfáttartalom nem haladja meg a 6000 mg/l SO_4^{2-} -et. A magas sókoncentráció ugyanis a baktériumok fejlődésének nem kedvez, ezért alacsonyabb szulfáttartalmú talajvízben szárazlékban még nagyobb mértékű és tartósabb redukció érhető el.

Hasznosan alkalmazható fel e módszer a laza szerkezetű talajokban is ott, ahol a talajvíz mozog és ezáltal korrózió hatása lényegesen magasabb. Az ilyen területeken az agyagpakolás előnye — eltekintve a biológiai védelemtől — a vízáramlás meglassításában is megmutatkozik.

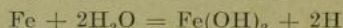
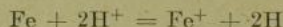
Kísérleteink igazolták, hogy az elrothadt szervesanyagok kolloidjai az agyag vízzáróságát emelik. Ismeretesek olyan kísérletek is, melyek kimutatták, hogy a rothadó szervesanyaggal körülvett betontestek pórusai szerves kolloidokkal tömődnek el, miáltal a beton vízáteresztőképessége és ezzel együtt a korróziós tényezőkkel szembeni ellenállása is lecsökken.

Kizárólag a cement fajtájának és a beton készítési módjának megválasztásával csak kb. 3500–4000 mg/l SO_4^{2-} értékű szulfáthatárig lehet eredményesen védekezni. Ezeket a védekezéseket biológiai védelem alkalmazásának kombinálásával kb. 6000 mg/l SO_4^{2-} -et tartalmazó talajvízeknél is lehet használni. Ha a talajvíz SO_4^{2-} tartalma kisebb, mint 4000 mg/l, úgy biológiai védelem alkalmazásánál a cementfajta és a beton készítési módjának megválasztásánál az eredeti agresszivitásnak 25–30%-kal csökkentett értékét célszerű mértékadó agresszivitásként figyelembe venni. Természetesen a biológiai aktív védelem csak akkor lesz a gyakorlatban megnyugtatóan alkalmazható, ha a betontestek mellé beépítésre kerülő biológiai védőréteg aktivitásának időtartamáról megnyugtató adatok fognak már rendelkezésre állni.

Érzékeny pontja a tervezett védekezésnek az épületalapok alzatbetonjának kérdése. Ezek védelme ugyanis így módon nem oldható meg, mert az alapok alá az esetleges káros talajmozgások miatt szervesanyag nem építhető be. Ezért az alapok alzatbetonjának védelmét a már ismert egyéb módszerek közül esetenként kell megválasztani.

A vas biológiai korróziója

Nem szabad elhallgatni azt sem, hogy amíg a szulfátredukáló mikrobák szulfátesőkkentő hatásuk miatt a betonra hasznosnak mondhatók, addig a talajba fektetett vastárgyakra korróziós hatást gyakorolnak. A talajjal érintkező vasfelület az alábbi egyenletek szerint a ferroionok anódos oldásával párhuzamosan, a katódos helyeken, hidrogén fejlődése mellett korrodeálódik.



A keletkezett hidrogént a baktériumok felhasználják, miáltal a depolarizációs hatást növelik. A redukció végtermékeként keletkező H_2S a ferroionokkal FeS -t képez. Egyes angol szerzők megállapították, hogy a vaskorrózió agyagban — valószínűleg a teljes anaerobitás miatt — következik be legintenzívebben. A vaskorróziós károk elkerülése érdekében, vb. létesítmények biológiai védelme esetében, célszerű a vasbetéteket takaró betonréteg vastagságát az előírt méretnél 2–3 cm-rel növelni.

Nemcsak épületalapoknál, hanem csatornáknál is alkalmazhatónak látszik a biológiai védekezés. Erre vonatkozóan Hunyady Domokos (Mélyépítési) közreműködésével speciális eljárást dolgozunk ki (l. 11. ábrát).

A kutak tervezésében tanácsaival, vizsgálataink területén pedig az ellenőrzés munkájával Dr. Bidló Gábor műszaki egyetemi adjunktus, vegyész-mérnök volt segítségünkre. A terepkiérletek valamennyi talaj- és talajvíz vegyvizsgálatát Czerny Győző vegyész végezte el, aki ezenfelül az eredmények kiértékelésében is részt vett.

Összefoglalva az elmondottakat, a biológiai aktív védekezés ezideig külföldön is ismeretlen, új betonvédelmi módszer. A vizsgálati eredmények arra engednek következtetni, hogy az eljárás a mérnöki gyakorlat számára kedvező eredményeket fog biztosítani. Ezt a feltevést azonban további kísérletek útján kell beigazolni.

IRODALOM

- (1) Bavendamm: Schwefelbakterien 1927.
- (2) Fehér Dániel: Talajbiológia 1954.
- (3) Fjodorov: Mikrobiológia 1951.
- (4) Kuznyecov Sz. I.: A mikroorganizmusok szerepe tavak anyagkörforgásában. Moszkva 1952.
- (5) Dr. Vendl Aladár: Über Sulfathaltige Grundwasser. Acta Technica 1952. Tom. V. Fasc. 2.
- (6) Dr. Vendl Aladár: Geológia 1951.
- (7) Beierinck M. W.: Über Spirillum desulfuricans als Ursache von Sulfatreduktion 1895.
- (8) Düggeli M.: Die Schwefelbakterien und ihre Tätigkeit in der Natur 1917.
- (9) Klein G.—Liusberger A.: Zum Kreislauf des Schwefels im Boden 1923.
- (10) Lytle M. L.—Calwel J. A.: Partmenti építmények baktériumok okozta korróziója.
- (11) Tarr H. L.: Hidrogénszulfid heterotrofikus baktériumok okozta enzimes alakulása.
- (12) Wachsmann S. A.: Die Oxidation des Schwefels durch Bodenorganismen 1924.
- (13) Hunyady Domokos: Csővezetékek építése rossz talajban. Mérnöki Továbbképző Intézet előadás-sorozata 3456/1955.
- (14) Véssy Ede: Biológiai betonvédelem. Mélyépítési Értésítő (Mélyépítési és FTI kiadvány) 1955. nov. szám.

Mégegyszer az infravörös sugárzó fűtésről

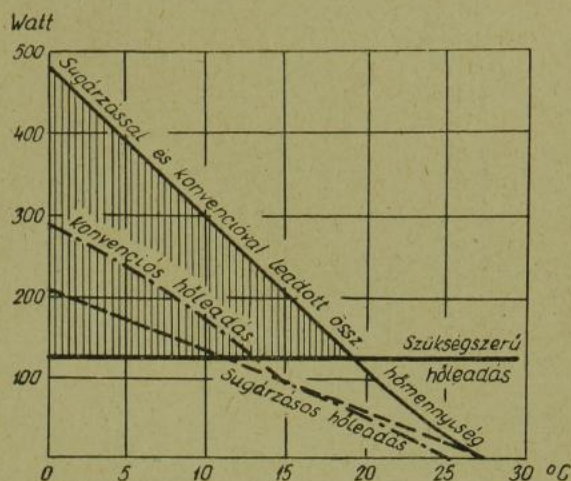
TAKÁCS PÉTER PÁL

Az infravörös sugárzó fűtés klasszikus példája a hideg, téli környezetben, napsütés mellett fürdőruhában sző sportoló melegérzete. Az infravörös sugárzás „fűtőhatását” használták ki — öntudatlanul is — tábor tüzek mellett melegedő őseink. Infravörös sugárzás útján ad meleget a párisi kávéházak terraszain parázsló koksz. És még folytathatnánk a példák sorolását. Valamennyinek közös jellemzője, a *hideg környezeti levegőben, magas hőmérsékleten izzó, aránylag kis sugárzó felület*. Ugyanezen elveken alapszik a művi sugárzaskeltés útján történő infravörös helyiségfűtés.

*

Az emberi test életműködése folyamán szükségszerűen hő fejlődött és ad le környezetének. A hőátadás — melynek mértéke elsősorban az öltözködéstől és a környezeti hőmérséklettől, másodszorban a végzett munkától függ — nagyobb részben konvekcióval, kisebb részben sugárzás útján történik. A leadott hő, átlagos $19-20^{\circ}\text{C}$ környezeti hőmérséklet, normális öltözködés és könnyű testmozgás mellett, kerekén 125 W teljesítménynek felel meg. Ez a teljesítmény nő, minél alacsonyabb a környezeti hőmérséklet, 1. ábránkon a szükségszerűen leadott hőmennyiség látható a környezeti hőmérséklet függvényében. Az emberi szervezet által leadott hőmennyiséggel arányosan hőszükséglet lép fel a szervezetben. A leadott hőmennyiség pótlásáról gondoskodni kell. A pótlás mind konvekcióval, mind sugárzással történhetik. Szűkebb határok között változó hőszükséglet fedezésére szükségtelen, nagyméretű termekben és csarnokokban gazdaságtalan és szabad téren lehetetlen a környezeti levegő felmelegítése. Az ilyen esetekben kerül előtérbe a hőszükséglet sugárzás útján történő pótlása — az „infravörös fűtés”.

Az eljárás indikált alkalmazási területeit elsősorban rendszeresen, de rövid ideig, vagy alkalmasszerűen használt helyiségek fűtése képezi. Ilyenek a naponta, meghatározott időpontban, aránylag rövid ideig igénybe vett üzemi öltöző-, mosdó- és étkezőhelyiségek, diákmenzák, hivatali étkezdék, fogadószobák, tárgyalótermek, városzobák, iskolák tanári szobái stb., különösen, ha a helyiségek nagy köbtartalma, egyébként konvekciós fűtéssel történő, jelentékeny mennyiségű levegő felmelegítését igényelné, mint tornatermek, gyűléstermek, templomok, kiállítási csarnokok fűtésénél. Az említett helyiségek egy részének alkalmasszerű, másik részének rövid ideig tartó igénybevételenél az infravörös sugárzó fűtés alkalmazásának a gazdaságosságát ott találjuk meg, hogy a sugárzók üzemeltetése, a helyiségek igénybevételenek tényleges idejére korlátozható. Nincs szükség felfűtési időre és elkerülhető a helyiség igénybevétele után történő felesleges melegfejlődés is. Az ilyen helyiségek rendeltetésszerű igénybevétele gyakran rövidebb ideig tart, mint maga a felfűtés. Az eljárás további jellegzetes alkalmazási területét jelenti légáramlásnak kitett, vagy félig nyitott



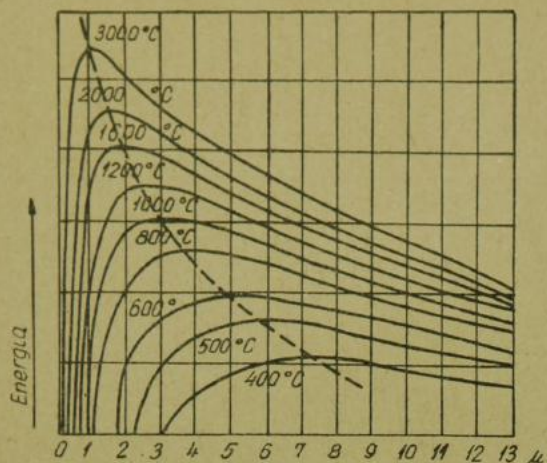
1. ábra. Az emberi test szükségszerű hőleadása a környezeti hőmérséklet függvényében

helyiségek, kórházi átjárók, összekötő folyosók, a külső levegővel gyakran vagy állandóan érintkező helyiségek, szerelőműhelyek, repülőcsarnokok, pályaudvarok, előcsarnokok, ruhatári helyiségek, teraszok fűtése. Az infravörös sugárzásnak — a fénysugárzáshoz hasonló — pontos irányíthatósága egyúttal lehetővé teszi nagyobb csarnokok részleges, csak a ténylegesen elfoglalt munkahelyre irányított fűtését. Így megoldható pl. élelmiszerboltok, virágüzletek, vásárcsarnokok fűtése is, a sugárzásnak a kiszolgálóhelyekre való irányításával és teljes egészében elkerülhető a kirakott érzékeny áru melegedése.

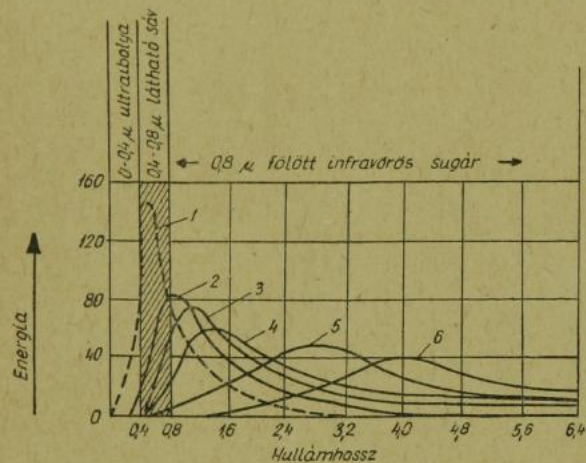
*

Az infravörös sugárzás a fénysugárzástól csak hullámhosszban és rezgésszámban különbözik. Amint tehát a villamos- és gázenergia alkalmazása a világítástechnikában egyetlen kapcsolásra történő fényszolgáltatást eredményezett, úgy kaptunk szükségszerűen hasonló ideális eredményeket infravörös sugárzók alkalmazásával a hőtechnikában. Mind a gáz- mind a villamosüzemű sugárzók egyetlen kapcsolására üzembehelyezhetők. A sugárzótestek másodpercek alatt történő felmelegítése után azonnal teljes intenzitással megindul a sugárzás és nyomában a melegérzet, melynek a helyiség levegője hűs marad, megtartja viszonylagos nedvességtartalmát, ezáltal elkerülhető a nyálkahártyák, konvekciós fűtésnél gyakran tapasztalt kellemetlen kiszáradása. Elmarad a légmozgás, melyet a meleg levegő termikus felhajtóereje egyébként kivált. A helyiség levegőjének aránylag alacsony hőmérséklete folytán lényegesen csökkennek a külső behatásra jelentkező — egyébként számottevő — hőveszteségek.

Az infravörös sugárzók tápláló energiájának a megválasztását a gazdaságosság és az adottságok döntik el. A két különböző energiával táplált sugárzók sajátosságainak, egyes sugárzó típusoknak és ezek működési elvének rövid ismertetése előtt föltét-



2. ábra. Izzó test sugárzó energiájának — hőmérsékletének megfelelő — eltolódása a hullámhossz függvényében



3. ábra. Különböző testek sugárzásának spektrális energiamegoszlása. 1. Nap 6000 K°, 2. Wolframszálas fotólámpa 3100 K°, 3. wolframszálas normállámpa 2850 K°, 4. szubinfravörös sugárzó 2200 K°, 5. sötétsugárzó 773 K°

lenül szükséges az infravörös eljárással kapcsolatos egyes fogalmak tisztázása, mert az eljárás fizikája lényegének jobb megértéséhez és ezen keresztül ily kérdések helyes megítéléséhez vezet.

*

Az infravörös sugárzás láthatatlan elektromágneses hullám alakjában terjed, energiát hordoz, mely energiának a forrása a sugárzó test elemi részecskéi molekuláris rezgési és forgási energiájának a megváltozása (csökkenése). Az infravörös sugarak tartománya 0,8 μ -nál ott kezdődik, ahol a látható színek végződnek és 1 mm-ig, a rádióhullámok alsó határáig tart. Iparilag felhasználható tartománya, ennél lényegesen hamarabb, kb. 8 μ -nál ér véget. A sugárzás soha nem egy meghatározott hullámhosszon történik, hanem egész — a sugárzó felület hőmérsékletének megfelelő — hullámsávot ölel fel, (2. ábra) melynek görbéje az emisszió legnagyobb kapacitásának hullámhosszán maximumot mutat (Planck-Wien—Stefan—Boltzmann—Kirchoff törvénye). Infravörös sugárzásról akkor beszélünk, ha a sugárzás energiagörbéjének a csúcértéke az infravörös tartományban van.

A mindennapi életben feketének látunk egy olyan testet, amely minden ráeső látható sugárzást gyakorlatilag elnyel. Fizikai értelemben „fe-

kete test” az olyan, amely minden látható és láthatatlan sugárzást elnyel, majd kibocsát. A *fekete test* a gyakorlatban csak bizonyos mértékű közelítéssel valósítható meg. Így 2. ábránk görbéi, melyek a különböző hőmérsékleten izzó „fekete test” spektrális emisszióját tüntetik fel, csupán elméleti értékűek. Ezért 3. ábránkon az 5,727 C°-on izzó *fekete test*, a NAP sugárzásának spektrális energiamegoszlását tüntetjük fel és hasonlítjuk össze más, mesterséges sugárzótestek sugárzásának spektrális energiamegoszlásával. A görbék közül érdekes következtetéseket vonhatunk le. A NAP (1) sugárzó energiája felöleli a ultraibolya, a látható és az infravörös sugarak tartományát; a wolframszálas fotólámpa (2) sugárzása, melyet W. Jubitz „Infrarottechnik” c. könyve 4. ábráján egyszerűen csak „izzólámpa”-nak jelöl meg, szintén ad még elenyésző kevés ultraibolya sugárzást, felöleli az egész látható sávot és az infravörös tartomány egy részét, az energiacsúcs a vörös sáv szélén van; a világítási célra szolgáló wolframszálas normál izzólámpa (3) sugárzása már nem tartalmaz semmi ultraibolya sugárzást, a látható sávnak is csak egy részét és tekintélyes mennyiségű infravörös sugárzást, mely rendeltetése szempontjából parazitasugárzásnak tekintendő és bár energiacsúcsa az infravörös tartományban, kb. 1 μ -nál van, kiképzésénél fogva mégsem tekinthető infravörös sugárzónak; a szubinfravörös sugárzó (4) a látható sávnak egy kis részét öleli fel, energiájának lényegesen nagyobb részét az infravörös tartományban sugározza, energiacsúcsa 1,3 μ -nál; a 850 C°-on gázüzemű diaphragma-sugárzó (5) a látható színek narancs és vörös sávjából tartalmaz, világos vörösízzás látható, energiacsúcsa 3 μ -nál van; a sötétsugárzó (6) sugárzó energiája nem tartalmaz semmit a látható sávból, sugárzása nem látszik egyáltalában, energiacsúcsa kb. 4 μ -nál van. Mint a fenti görbék közül megállapítható a mesterséges sugárzótestek energiája nem tartalmaz szükségszerűen mindhárom sugárzás tartományából.

2. és 3. ábránk görbéiből további következtetést is levonhatunk. Mint látjuk, a sugárzó felület hőmérsékletének emelésével a sugárzás maximuma a rövidebb hullámhosszúságú sugárzás felé tolódik el, ezzel egyúttal nő a sugárzás intenzitása. A rövidebb hullámhosszúságú (1,3—2,5 μ) sugárzás behatolási képessége testünk szöveteibe nagyobb, mint a hosszabb hullámoké, ami infravörös helyiségfűtés esetében egyáltalában nem kívánatos, mert helyi túlmelegedést, következtetésként maradandó vérbőrséget okoz. Lényegesen kellemesebb közérzetet vált ki hosszabb hullámhosszúságú sugárzást kibocsátó (2,5 — 5 μ) alacsonyabb hőmérsékletű sugárzók alkalmazása, mert a test szöveteibe való behatolás nélkül kelt melegérzetet. E célra kiválóan megfelelnek a későbbiek során ismertetett gázüzemű diaphragma-sugárzók, melyek 800—900 C° felületi hőmérsékletükkel 3 μ energiacsúcsú sugárzást adnak. E sugárzók a Bunsen-égők működési elvén alapulnak, melynek nyomait a szakirodalomban már 1913-tól megtaláljuk. E sugárzókat az elmúlt években továbbfejlesztették.

A levegő az infravörös sugárzást gyakorlatilag akadálytalanul át bocsátja. Sugárzással történő hőátadásnál nincsen szükség közvetítő közegre, mint a konvekciónál. A hő magában a besugárzott anyagban keletkezik abszorpció révén: a sugárzás rezgési energiája az abszorpció révén hővé alakul át. Konvekciós fűtés esetén testünk ténylegesen hőt vesz fel a fellemegetett környezeti levegőből, ezzel pótolja szükségszerű hőleadását. Sugárzó fűtés esetén testünk — ellentétben a konvekciós fűtésnél tapasztaltakkal — nem vesz fel hőt, hanem abszorbeálja a reá ható infravörös sugárzást és hővé alakítja át, hőt termel. Az emberi test felülete, a bőr (epidermis) infraaktív, mint a 4. ábránkon közölt diagramból leolvasható, különösen jól abszorbeálja a sugárzás infravörös tartományában: míg a reá ható fénysugarakat 20–50%-ban visszaveri, addig az infravörös sugarakat 95%-ban elnyeli.

„... szükségesnek tartom megállapítani, hogy a falakban, mennyezetben, vagy padozatban elhelyezett melegítő- és fűtőcsövek a hőt nem sugárzás útján közlik. Ezeket és gyakran a melegvízkeringéses radiátorfűtést is felületes íráások helytelenül sugárzófűtésként említik. Bár a fűtőtestek mindegyike három módon közöl meleget, vezetés, áramlás és sugárzás útján és e módok a gyakorlatban nem határolhatók el teljesen egymástól, jellegüket mégis az szabja meg, hogy a hőenergia továbbítása *túlryomóan* melyiken történik. Az említett esetekben sugárzásról már csak a fűtőfelületek viszonylag alacsony hőmérséklete miatt sem beszélhetünk.“*

Ehhez még a következőket kell hozzátennem:

A falakban elhelyezett ellenállásfűtés és a lapfűtés infravörös sugárzása már oly távoli infravörös tartományban van (a 200 °C hőmérsékletű fekete test sugárzásának maximuma már jóval túl van a 8 μ hullámhosszúságon!), ahol az emisszió intenzitása roppant csekély. Az eljárás, ily alacsony hőmérsékletű fűtőfelület mellett, már elveszti a *sugárzás útján történő* hőátadás jellegét. Erről a levegő hővezetőképességének, illetve a „besugárzás“ távolságának, valamint a fűtőfelület és a fellemegetett testek közötti hőmérsékleti gradiensnek megfelelő figyelembevételével mindenkor meggyőződhetünk. Az ilyen esetekben a sugárzás útján közölt hő, meghatározott — reális — besugárzási távolságon túl — a levegő hővezetőképességének a befolyása révén — már csak kisebb része a közölt összes hőmennyiségnek. Konkrétan lefolytatott kísérletek azt mutatták, hogy ha a fűtőfelület 100 °C hőmérsékletű, akkor jó abszorpciós képességű (!) fekete vaslemez besugárzásánál kialakult határhőmérséklet eléréséhez közölt összes hőmennyiségnek — már 100 mm távolságban! — csak kerekén 1/3-a sugárzás útján átvitt, míg 2/3-a a levegőnek kondukció útján átvitt hővel, konvekciós úton jutott el a melegített testhez. Itt nem beszélhetünk sugárzás útján történő hőátadásról. Ez a helyzet a tárgyalt esetekben is.

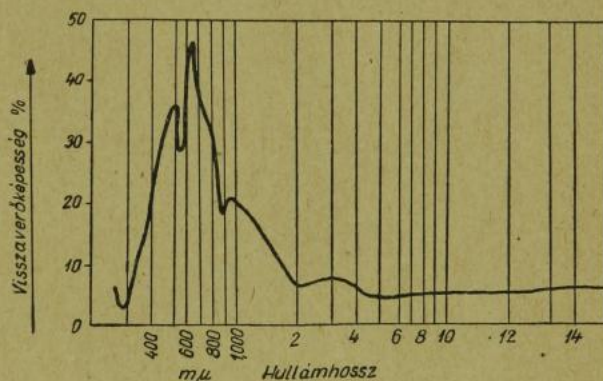
* Idézet, szerzőnek a GÉP f. é. 7. számában „Szerelőcsarnokok, géptermek részleges infravörös fűtése“ c. közleményéből.

Ennek további alátámasztására hivatkozom W. *Weitbrecht*-nek az ELEKTROWÄRME-TECHNIK 1954. évi 5. számában „Betrachtungen über die elektrische Infrarot-Bestrahlungsheizung“ címen megjelent közleményében szereplő — itt következő — 2. ábrájára, amely a melegnek, tetőfűtés és radiátorfűtés melletti térbeli elosztását tünteti fel. A helyiség *levegőjének* az 5. ábrán közölt hőmérsékleti görbéje aránytalanul magas és egyenletes hőfokot mutat, amely már egymaga is ellentmond annak, hogy a tetőfűtés = sugárzófűtés. Hol marad a sugárzófűtésre annyira jellemző hűvös környezeti levegő? A valóság az, hogy az infravörös sugárzófűtés, frappáns eredményei révén divatos fogalom lett. Ez a divat a magyarázata annak, hogy e fogalmat egyes esetekben indokolatlanul kiterjesztik.

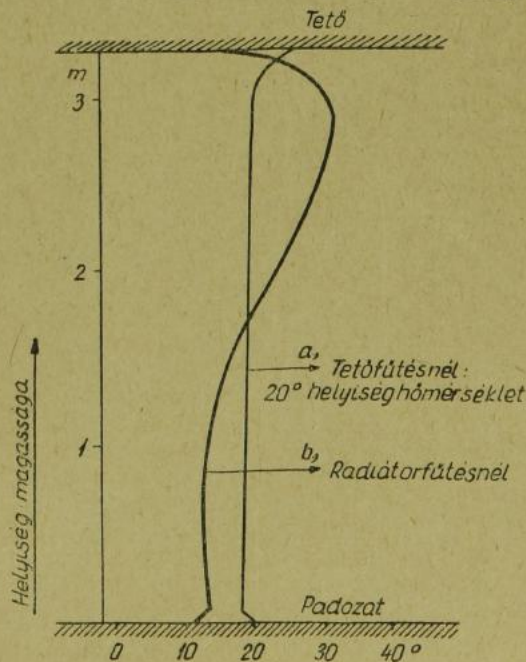
*

A következőkben egyes sugárzóegységeket ismertetünk.

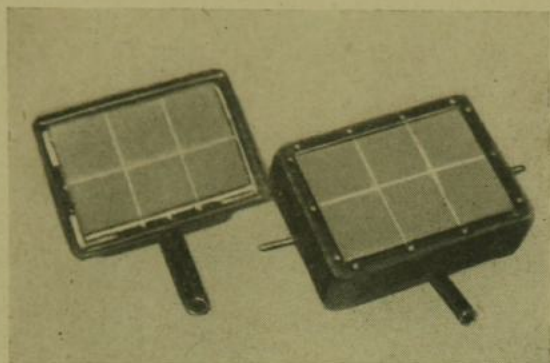
Ezek egyike a Magyar Építőipar f. é. 5. számában már ismertetett gázüzemű sugárzó, amely a Bunsen-égők elve szerint működik. 6. ábránkon bemutatjuk e sugárzók egyik, külföldön használt típusát. E diaphragmasugárzók specialis oxidok-



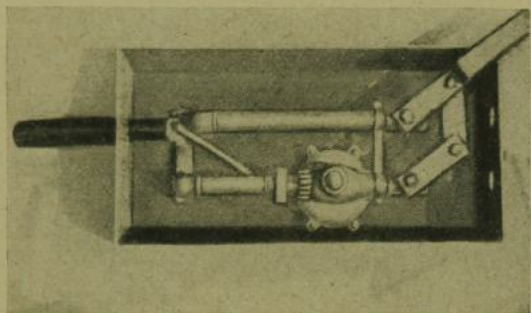
4. ábra. Az emberi test felületének abszorpciós képessége



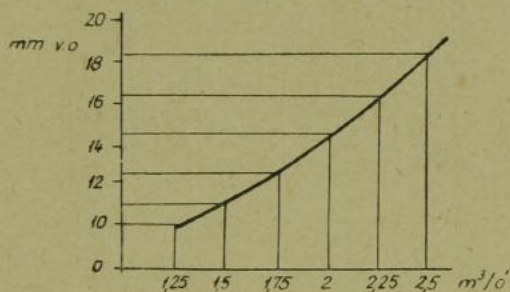
5. ábra. A helyiség hőmérsékletének alakulása tetőfűtésnél



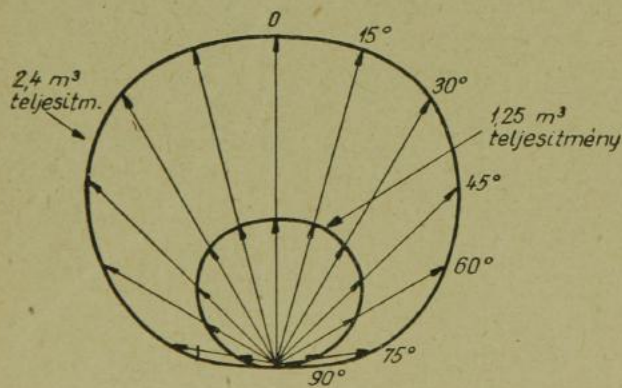
6. ábra. Gázüzemű diaphragma sugárzó



7. ábra. Levegőszabályozó injektor



8. ábra. Gázfogyasztás a nyomás függvényében



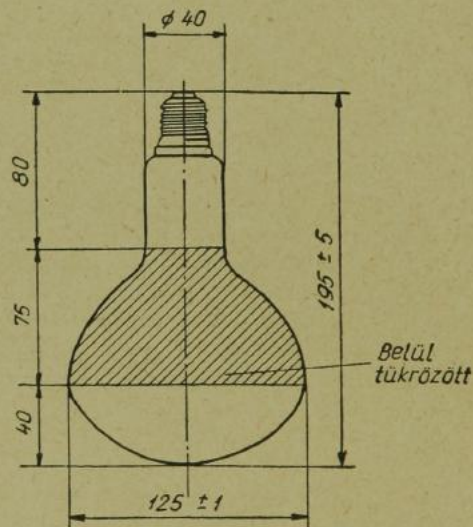
9. ábra. Diaphragmasugárzó sugárzása térbeli megoszlásának karakterisztikája

kal kezelt, kerámianyagból készült segmensek a gáz ennek számtalan kis pórusán át diffundál. A kerámialapok katalizációs hatásúak és biztosítják a pórusokon kilépő gáz láng nélküli felületi izzását, melynek hatására 800–900 C°-ig terjedő hőmérséklet alakulhat ki. Az ábránkon látható sugárzóegységek hat darab jó emisszióképességű 100×100×40 mm méretű kerámialapokból állnak közös acéllemezszekrényben. A kerámialapok

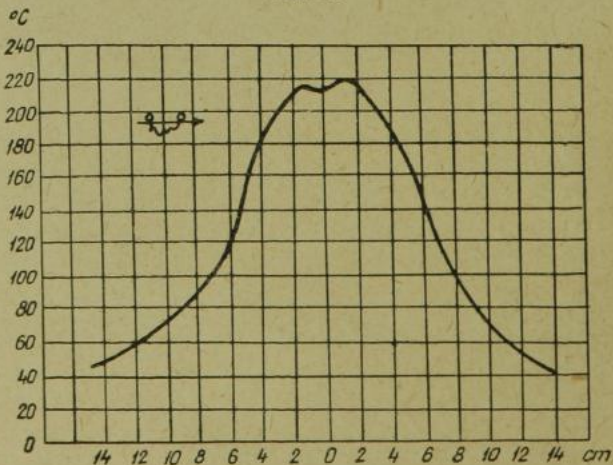
párosával csatlakoznak egy-egy gázvezetőtorokhoz, ezen kapják egy keverőkészüléken át a tápláló energiát. Ábránkon a baloldali sugárzón hiányzik a keret, amely a részlapokat közös egységgé fogja össze, így jól láthatók a gázvezetőtorok rései. A keverőkészülék mellett a 7. ábránkon látható injektor működik és biztosítja a gáz és a levegő helyes arányát. A sugárzó a szekrény oldalán levő csapokon billenthető. A sugárzók a visszagyújtás ellen védő alacsony nyomáson működnek.

A sugárzóegységek óránkénti maximális gázfogyasztása 2,4 m³, 20 C° és 760 mm Hg nyomás mellett, ekkor a felület izzási hőmérséklete kb. 700–800 C°; legkisebb a fogyasztás, 1,25 m³, a sötétsugárzás tartományában. A gázfogyasztás és a túlnyomás közötti összefüggést 8. ábránkról leolvashatjuk. E diaphragmasugárzók szekunderlevegőt nem fogyasztanak, zárt helyiségben való üzemeltetésénél CO₂ képződés miatt mégis figyelemmel kell lenni, hogy a helyiség köbtartalma a sugárzók maximális teljesítményéhez óránként szükséges gázmennyiségnek legalább ötvenszerese legyen.

Az adott esetben szükséges melegmennyiség elérésére alkalmazandó sugárzók számának és



10. ábra. Tungram gyártmányú Infrasec szubinfravörös sugárzó



11. ábra. Infrasec sugárzó sugárzásának melegeloszlása a tengelytől való távolság függvényében

elhelyezésének pontos megállapítása külön tanulmány tárgyat képezi, míg a sugárzók térbeli sugárzásának a karakterisztikája 9. ábránkon látható.

E sugárzók, a hazánkban eddig gyártott szubinfravörös sugárzóknál lényegesen nagyobb energiasűrűséggel, kereken háromszor olcsóbban üzemeltethetők. A 800 C°-os sugárzó felület saját terjedelménél kereken 300-szor nagyobb terjedelmű felület fűtését szolgálja. Nedvességlepárolgatatás céljára történő ipari alkalmazásuk nagy jelentőségű, míg a fémiparban lakkszáritásra történő esetleges alkalmazása, a szárítótérségben jelen levő nyitott izzó felület miatt komoly meggondolásra késztet; a lakkszáritás ui. a levegővel meghatározott hőmérséklet és térfogatkoncentráció mellett robbanó elegyet képező hígító- és oldószerek elpárolgatatása útján megy végbe.

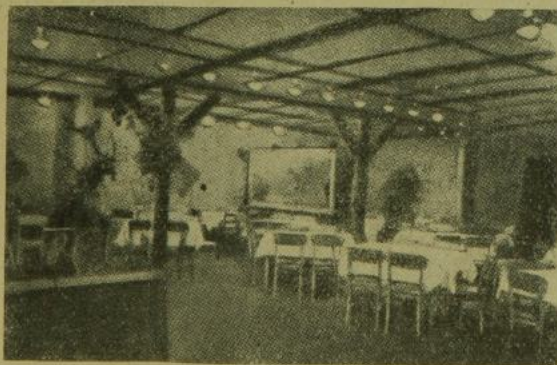
*

A villamosüzemű infravörös sugárzók közül elsőnek említjük az izzólámpához hasonló felépítésű, hazánkban is gyártott szubinfravörös sugárzó típusát. Részletes leírását mellőzzük, mert hazai szakirodalmunk bőven foglalkozik vele. A sugárzók által kibocsátott sugárkéve hegyes kúp alakú. Helyiségfűtésre történő alkalmazásánál a felmelegítendő alapterület minden m²-ére 150—200 W teljesítménnyel kell számolni. 10. ábránk a sugárzót 11. ábránk pedig a sugárzó által kibocsátott sugárzás útján fejlődött meleg eloszlásának a karakterisztikáját tünteti fel, a búra alsó csúcsától 10 cm távolságban, fekete lemezen mérve.

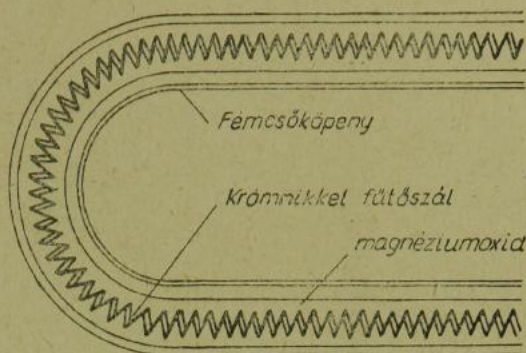
E sugárzókat sikerrel alkalmazták az idei lipcei tavaszi vásáron, különböző helyiségek, köztük egy nagyméretű étterem fűtésére (12. ábra). Előnye a sugárzók alkalmazásának, hogy külön energia igénybevétele nélkül, egyúttal a „fűtött” helyiség megvilágítását is szolgálja, továbbá, hogy külön reflektorokról szükségtelen gondoskodni, mert ezek a zárt búraban foglalnak helyet és így egyúttal minden szennyeződés ellen is védettek.

*

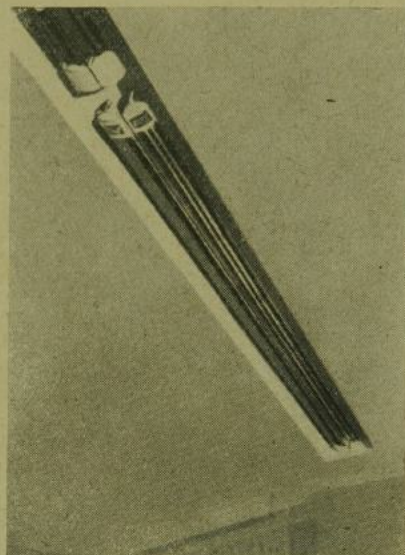
A villamosüzemű sötétsugárzók standard típusa a *Backer*-cső (13. ábra). E csősugárzók fűtőtekerese krómnikkelből vagy más hasonló anyagból készül, melyet magnéziumoxidba ágyaznak és felületileg különlegesen kezelt, 1—2 mm falvastagságú fémesőköpenyben helyeznek el. A tömítő kerámikus porréteg pórusmentesen veszi körül a fűtőszálát, jó hővezető- és villamosszigetelőképes-



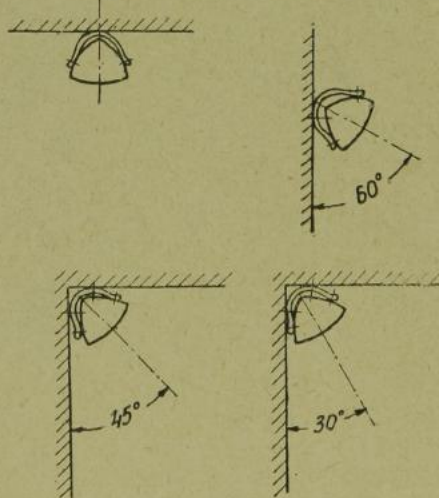
12. ábra. A lipcei vásár éttermének szubinfravörös fűtése



13. ábra. Backer csősugárzó keresztmetszete

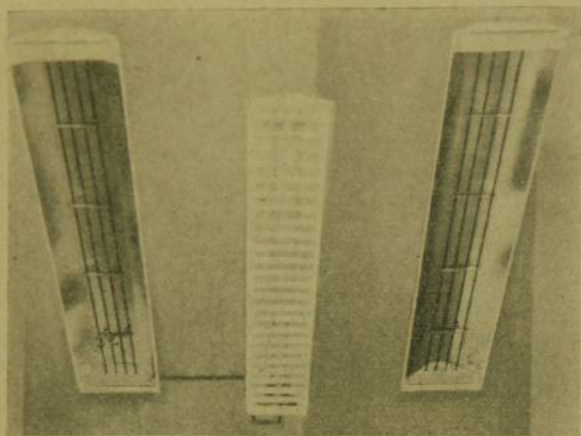


14. ábra. Vályogszerűen kiképzett reflektorban csoportosan elhelyezett Backer-csővek

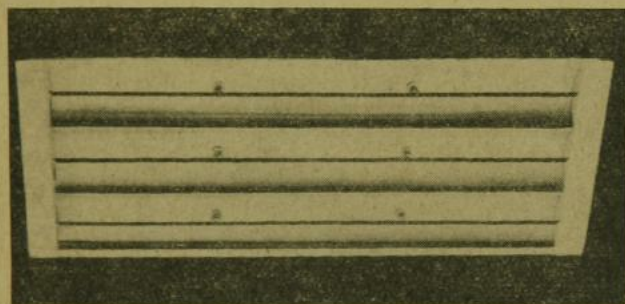


15. ábra

ségű, egyben megfelelő mechanikai szilárdsággal bír, hogy a csövek hajlítása után a fűtőszál koncentrikus helyzetben maradjon. A sugárzócsöveket válygszerűen kiképzett reflektorban helyezik el egyesével vagy csoportosan (14. ábra) aszerint, hogy mekkora a teljesítményigény és irányított vagy szórt sugárzás elérése a cél. Az egyedül alkalmazott csöveket kengyelekkel erősítik a falra



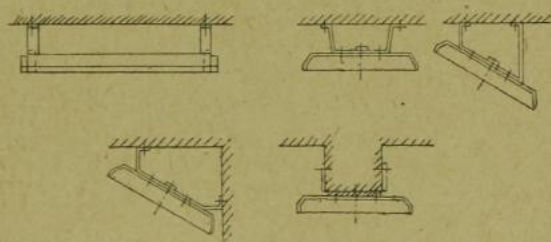
16. ábra. A fénycsőarmatúra mellett kétoldalt felfüggesztett infravörös sugárzóegységek



17/a. ábra. Csoportosan alkalmazott sugárzócsövek



17/b. ábra



18. ábra

(15. ábra) a megkívánt szögben és magasságban vagy abba a hajlatba, amelyet a falak a mennyezettel képeznek. A helyiségfűtés céljára szolgáló csősugárzók, mind, a fentiekben ismertetett azonos elvek szerint készülnek és különböző védett nevek alatt kerülnek forgalomba (*Backer, Pleron, Prometheus, Zeus*, stb.). A fűtőszál valamely ellenállás-huzal, melyet jó hővezető masszába ágyazva, felületileg különbözőképpen kezelt fémcsőköpenyben helyeznek el. A csövek sugárzásának spektrális emissziója — azonos hőfokon is — a felületi kezeléstől függ. A csövek különböző alakra hajlíthatók és különféle teljesítményfelvételre, ennek megfelelően más és más átmérővel és hosszban készülnek. Alkalmazásuk módja a közvetlen megvilágításra szolgáló fluoreszkáló fénycsővek felfüggesztésére

emlékeztet (16. ábra). Mint látjuk egyesével, párosával, néha hármasával vagy négyesével (17a és b ábra) alkotnak sugárzóegységet közös reflektorban. Az így kialakított sugárzóegységek egy síkban, kisebb-nagyobb sugárzófelületet képeznek; az igényeknek és a helyiség architektúrájának megfelelően, különböző idomú alátétek, rögzítőbilincsek, kengyelek vagy karok alkalmazásával (17. ábra) bármely irányba — esetleg billenthetően is — beállíthatók, egyesével, vagy egymás mellett szalagban szerelhetők.

A szükséges villamosenergiateljesítményre vonatkozó néhány adat:

12	15	18	20
C°-ra fűtött helyiségben tapasztalható melegérzet eléréséhez, a környezeti hőmérséklet függvényében.			
A fűtendő alapterület m ² -eként, Watt-ban			
120—150	180—200	200—230	200—250

(Szabad téren a fenti értékekhez 50% számítandó.)
Műhelyek és garázs fűtésénél 75—100 W/m² szükséges. Normális méretű fürdőszobában 500 Watt.

Végül meg kell említenünk az ámpolnasugárzókat. Ezeknél a közepén elhelyezett világítótestet, körben, gázzal vagy villamosenergiával táplált infravörös sugárzófelületek övezik. Dekoratív hatásúak, ezért főleg templomokban, reprezentatív helyiségekben kerülnek alkalmazásra.

*

Az infravörös eljárás fejlődésével szükségesnek látszott annak tisztázása, hogy mit nevezhetünk sugárzófűtésnek, hol kell meghúzni a határvonalat a sugárzó- és konvekciós fűtés között, továbbá, melyek azok az esetek, amelyeknél a sugárzófűtés gazdaságos.

IRODALOM

- K. Holzbecher: „Verwendungsmöglichkeiten gasbeheizter Infrarotstrahler“. *Energietechnik*, 1956. 1. sz.
- Werner Jubitz: „Die Entwicklung der Infrarot-Technik und deren Anwendung in der Industrie“. Die technische Gemeinschaft 1955. 7.
- F. Lauster: „Phisik und Technik der Infrarot Strahlung“. *Bulletin des Schweizerischen elektrotechnischen Vereins* 1951. 18. sz.
- Max Schaeppi: „Raumheizung mit Infrarot“. *Elektrizitätsverwertung*, 1955. 1—2. sz.
- Szerkeszt. cikk: „Infrarot Raumheizung mit Voutenstrahlern“. *Das Handwerk* 1952. 5. sz.
- Szerkeszt. cikk: „Infrarot Ampelstrahler“. *Elektrotechnische Zeitung E.T.Z.* 1955. 4.
- Takács Péter Pál: „Infravörös hőközlés és hőkezelés“. *Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat*, 1954.
- Takács Péter Pál: „Infravörös hőközlés“. *Építőanyag*, 1956. 6. sz.
- Takács Péter Pál: „Szerelőcsarnokok, géptermek részleges infravörös fűtése“. *Gép*, 1956. 7. sz.
- Wolfgang Weibrecht: „Betrachtungen über die elektrische Infrarot — Strahlungsheizung“. *Elektrowärme-Technik*, 1954. 5. sz.
- Wolfgang Weibrecht: „Infrarot Heizung für Wohn- und gewerbliche Räume“. *Elektro-Anzeiger*, 1955. 41—42. sz.
- Wilh. Zimmermann: „Infrarot — Strahlungsheizung“. *Schweizerische Blätter für Heizung und Lüftung*, 1955. 3. sz.

A beton szilárdulásának gyorsítása és a gyorsgőzölés

KUNSZT GYÖRGY

A beton szilárdulásának meggyorsítása már több mint fél évszázada tervszerű törekvése a betontechnológiának. A szilárdulás gyorsítását általában és elsősorban a zsaluzat mielőbbi elbontásának és a szerkezet mielőbbi igénybevételének követelménye teszi szükségessé. Ezek fontossága érthetővé teszi, hogy a szilárdulás gyorsításával hosszú ideje foglalkoznak és alig van év, mely ne hozna ezen a téren valami új, elméleti vagy gyakorlati szempontból jelentős eredményt.

A betonelemek üzemi előállításának kifejlődése még nagyobb lendületet adott a szilárdulás gyorsítására irányuló kutatásnak. A betonelemgyártó üzemek beruházási és termelési költségei egyaránt jelentős mértékben függenek attól, hogy az elemek előállításához szükséges formákat mennyire lehet kihasználni, a kiformázott elemeket mikor lehet az üzemben belül megmozgatni, az elemeket elszállítás előtt mennyi ideig kell az üzemben tárolni, mikor lehet az elemeket a végső, tervezett igénybevételnek megfelelő módon és mértékben megterhelni.

A szilárdulás gyorsításának különböző módjai

A beton- (illetve cement-) ipar fejlődése során lényegében négyféle módszer alakult ki a szilárdulás gyorsítására, módszerenként több, vagy éppen számos változattal. Ez a négy alapvető módszer a következő:

1. Gyorsan szilárduló, speciális cement előállítása és alkalmazása.
2. A szilárdulást meggyorsító vegyszerek, az ún. kötőgyorsítók adagolása a betonkészítésnél.
3. A beton összetételének a szilárdulási sebesség szempontjából kedvező megválasztása, illetve befolyásolása.
4. A friss beton hőkezelése.

Foglaljuk össze röviden ezeknek a módszereknek a lényegét, s a velük elérhető eredményeket.

A gyorsan szilárduló cementek előállítása elsősorban azon alapul, hogy — mint ismeretes — a különböző cementásványok szilárdulási sebessége igen eltérő, s ennek megfelelően a cement összetételének változtatásával erősen befolyásolható a cement szilárdulásának időbeli lefolyása is.

A leggyorsabban szilárduló cementek a nagy Al_2O_3 -tartalmú, ún. aluminátcementek. Ismert, a múltban a magyar iparban is gyártott és alkalmazott fajtájuk a bauxitcement, amellyel 1—2 napos korra olyan szilárdságú betont lehet előállítani, mint a közönséges portlandcementekkel 14—28-napos korra. A bauxitcement alkalmazását azonban e kiváló tulajdonsága ellenére is világszerte szűk körre korlátozták, mert idősebb korú bauxitbetonoknál a gyakorlatban nagy szilárdságcsökkenést tapasztaltak, s a cementkémiái kutatás kimutatta, hogy ennek a jelenségnek törvényszerűen bekövetkező átkristályosodási folyamatok az okai (1). Széleskörű kutatás folyik annak érdekében, hogy

a bauxitcementet stabilizálják, s ezzel visszaadják az építőiparnak.

Nagy kezdőszilárdságú cement előállítása azonban portlandcement alapon is lehetséges, összetéti vonatkozásban főként a mésztelítettség és tricalciumszilikát-tartalom növelésével, bizonyos mineralizátorok (folypát) adagolásával, valamint magas égetési hőmérséklet és nagy őrlésfinomság alkalmazásával (2). Ezekkel a módszerekkel a tatabányai 600-as portlandcementnél kétszer-háromszor nagyobb 1-napos szilárdságú cement is biztosítottan előállítható, amellyel szintén 1-napos korra 150 kg/cm^2 , sőt 200 kg/cm^2 nyomószilárdságú betont is lehet készíteni. A magyar cementipar is dolgozik a nagy kezdőszilárdságú cement kikísérletezésén és előállításán, portlandcement alapon.

A kötőgyorsítók közül a legismertebb a calciumchlorid ($CaCl_2$), a konyhasó és a szóda (natriumcarbonát).

A leggyakrabban a calciumchloridot alkalmazják, a cement súlyához viszonyított 1—3%-os adagolásban. Vasbetonszerkezeteknél való felhasználhatóságára vonatkozóan a betonkutatásban még nem alakult ki egységes vélemény. A véleménykülönbségek abból származnak, hogy különböző kutatók különbözően ítélik meg a $CaCl_2$ -adagolás veszélyességét a beágyazott vasak korróziójának szempontjából. Biztonság okáért 1,5%-nál nagyobb adagolásban vasbetonszerkezeteknél nem szabad alkalmazni, de még ebben az esetben is különös gondot kell fordítani arra, hogy a beton tömör legyen, s a szerkezetet ne érje víz.

Emellett a $CaCl_2$ alkalmazásánál figyelembe kell venni azt is, hogy a hidraulikus pótlékokat tartalmazó cementeknél kevésbé hatásos, valamint azt, hogy adagolásának hatása a készítési és tárolási hőmérséklettől is függ.

W. H. Price által közölt újabb kísérletekben (3) a $CaCl_2$ -adagolás hatását $+20$ és $+5^\circ\text{C}$ -on vizsgálták, közönséges portlandcementtel készült betonnal, amelynek cementtartalma 290 kg/m^3 , vízcementtényezője pedig 0,53 volt.

A 3, 2, 1 és 0%-os $CaCl_2$ -adagolás 20°C esetében 12-órás korra 45, 40, 35 és 11 kg/cm^2 nyomószilárdságot eredményezett, 24 órára 63 68 55 és 35 kg/cm^2 -t, 3 napra 144, 155, 130 és 112 kg/cm^2 -t, 28 napra pedig 265, 325, 310 és 275 kg/cm^2 -t. 5°C esetében 12 órára még a 3%-os adagolás is 5 kg/cm^2 -nél kisebb szilárdságot eredményezett, 24 órára a 3 százalékos 10 kg/cm^2 -t, a 0%-os 4 kg/cm^2 -t; 3 napra a 3, 2, 1 és 0%-os adagolás rendre 88, 81, 67 és 29 kg/cm^2 -t adott, 28 napra pedig 295, 288, 275 és 245 kg/cm^2 -t.

Több egymástól független kísérlet igazolja, hogy a $1/2\%$ -nál kisebb $CaCl_2$ -adagolás rendszerint lassítja a kötést, néha még az 1% -os is. 4% -nál nagyobb adagolás igen gyors kötést eredményez és erősen lerontja a szilárdságot. Még nagyobb adagolásnál nagymértékű és gyors duzzadás tapasztalható.

A betonösszetétel meghatározói közül főként a cementadagolás és a vízcementtényező befolyásolja a szilárdulás sebességét.

Mint ismeretes, a cement hidratációja hőtermelő folyamat, magasabb hőmérsékleten pedig gyorsabb a hidratáció, vagyis nagy cementadagolásnál a betonban termelt hőmennyiség miatt a szilárdulás sebessége is nagyobb. Ez a hatás azonban természetesen csak nagyobb tömegű betonnál számottevő. Mironov szerint (4) 1 kg portlandcement a hidratáció folyamán 3 nap alatt 60 kJcal, 28 nap alatt pedig 100 kJcal hőt fejleszt. Ezek az értékek azonban erősen függenek a cement ásványi összetételétől.

A vízcementtényező jelentős mértékben befolyásolja a cementek kötéseidjét és a beton szilárdulási sebességét. Minél nagyobb a vízcementtényező, annál később kezdődik a kötés és annál lassúbb a szilárdulás. Kétszer akkora vízcementtényező alkalmazása a kötés kezdetéig tartó időt 3-4-szeresére is növeli. Ugyanakkor a 28 napos szilárdsághoz viszonyított 1 napos szilárdság a félakkora vízcementtényezőjű betonnál a másikénak több mint kétszerese is lehet, ami abszolút értékben véve természetesen még nagyobb szilárdsági differenciát jelent.

Ebből a tényből következik, hogy minden olyan eljárás, amely lecsökkenti a frissbeton víztartalmát, egyben a szilárdulás sebességét is növeli. Ilyenek az ismert tömörítési és vízelvonási eljárások, a vibrálás, sajtolás, vibroprés, centrifugálás, elektrooszmózis, vákuum, vibrovákuum.

J. G. Dempsey kísérletei szerint (5) a vákuum-eljárás alkalmazásával 3 napos korra elérhető a kezeletlen, plasztikus beton 28 napos szilárdsága is, gyakorlati keverékek és feltételek esetében.

O. Graf közlése szerint (6) nagy kezdőszilárdságú portlandcement és vákuumozás együttes alkalmazásával 16 órás korra már 210 kg/cm²-es betonszilárdságot is sikerült elérni.

A korai nagy szilárdság elérésének leghatásosabb és legelterjedtebb módszere a *hőérlelés*.

Említettük, hogy a hőmérséklet növelésével a cement kötésénél és szilárdulásánál lejátszódó kémiai reakciók sebessége rohamosan növekszik. Ezen alapulnak a különféle hőérlelési eljárások, az atmoszferikus nyomáson történő gőzölés, a túlnyomás alkalmazásával történő gőzölés vagy röviden autokláválás, a beton melegvízben való érlelése, száraz levegővel végzett érlelés, elektromos fűtése, vagy egyéb módon végrehajtott melegítése.

A melegítés természetesen csak a betonban levő víz párolgásával jár, ami veszélyezteteti a hidratációt, ha a párolgás nagyobb mértékű. Minthogy a páratelt térben melegített beton viszont nem szárad ki, különböző hőérlelési módszerek közül — kevés kivételtől eltekintve — mindenütt a gőzölést alkalmazzák, egyéb technológiai és gazdasági előnyeit is figyelembe véve.

Ismeretes, hogy a legnagyobb korai szilárdságot a beton túlnyomás alatti gőzölésével lehet elérni, sőt az autoklávolt betonnál rendszerint a végső szilárdság is számottevően nagyobb, mint a normálisan szilárduló betonnál, különösen akkor, ha az autoklávolt betonba igen finom kvarchomo-

kot, vagy kvarcörleményt is adagolunk. A végső szilárdság megnövekedésének az az oka, hogy az autokláválásnál általában alkalmazott kb. 170 °C-os hőmérsékleten a cement kötésénél lejátszódó kémiai reakciók sebessége nemcsak sokkal gyorsabb, mint különben, hanem olyan — a szilárdságot növelő — reakciók is keletkeznek, amelyek normális körülmények között nem jönnek létre.

Gáspár Géza (7) közölte, hogy az ÉTI-ben 350 kg/cm²-es cementadagolású betonnál 24 órás korra 410 kg/cm²-es nyomószilárdságot ért el, mikor a beton 28 napos normális szilárdsága csak 275 kg/cm² volt. Természetes kvarchomok adagolásánál 560 kg/cm²-es, kvarcisztnél pedig 680 kg/cm²-es nyomószilárdság adódott, változatlan cementadagolás mellett. A cementadagolás 100-150 kg/cm³-es növelésével és kvarciszadagolással 1000 kg/cm²-nél nagyobb nyomószilárdságokat sikerült elérni.

Az alkalmazott túlnyomás 7 atmoszféra volt, az izotermikus érlelés időtartama 7 óra, a felfűtés 4 óra, a lehűtés 7 óra.

Az autoklávolt beton nemcsak a nyomószilárdság, hanem egyéb tulajdonságainak a szempontjából is lényegesen felülmúlja a normálisat. Minthogy az elérendő betonszilárdságtól függően 50, 100, 150, esetleg 200 kg/m³ cementmegtakarítást is lehetővé tesz, külföldön egyre nagyobb mértékben alkalmazzák pl. kavicsbeton falazóblokkok gyártásánál (8). Alkalmazásának terjedését gátolja az a körülmény, hogy a 7-8 atmoszféra túlnyomás kifejtéséhez szükséges kazánok beruházási költsége meglehetősen nagy. Ezért — az iparilag legfejlettebb államoktól eltekintve — egyelőre inkább csak a speciális rendeltetésű betonok gyártásánál hódít teret, amelyek jobban bírják a nagy beruházási költséget, sok esetben pedig nem is állíthatók elő másként.

Az autoklávok nagyobb beruházási költségét figyelembevéve érthető, hogy legtömegesebben világszerte a kisebb beruházást igénylő atmoszferikus gőzölést alkalmazzák a korai nagy szilárdság elérésének érdekében, annak ellenére, hogy a közönséges gőzölt beton tulajdonságai nem versenyezhetnek az autoklávolt beton tulajdonságai-
val. Sőt, az idősebb korban megállapított szilárdságok a közönséges gőzölt betonnál rendszerint valamivel kisebbek, mint a normálisan szilárduló beton esetében. Ezt a hátrányt azonban ellensúlyozza a formák jobb kihasználása, s az elemek gyors szállíthatósága és terhelhetősége.

Az atmoszferikus nyomáson történő gőzölés általános gyakorlatában a betont előbb 2-4 órán át pihentetik, majd lassan, 2-4 óra alatt fűtik fel portlandcementeknél maximum 70, traszportlandcementeknél maximum 80, kohósalak-portlandcementeknél pedig maximum 85 °C-ra (9, 10, 11). Ezen a hőfokon a 8, 10, 12 órán át, a maximálisnál kisebb hőfok esetében még ennél is hosszabb időn át érlelnek izotermikusan, majd végül a betont ismét lassan, 2-4 óra alatt hűtik le az érlelő berendezés környezetének hőmérsékletére.

Ilyen módon a 14-24 órán át tartó teljes érlelés befejezésének időpontjára a beton 28 napos szilárdságának rendszerint a $\frac{2}{3}$ -át éri el, a ce-

ment fajtájától, a beton összetételétől, és egyéb tényezőktől függően. A gőzölés után a beton tovább is szilárdul, a normálisan szilárduló beton azonban — amint említettük — 28 napos korra rendszerint eléri, sőt az esetek túlnyomó többségében meg is haladja a gőzölt beton szilárdságát.

Az atmoszferikus nyomáson történő gőzölésnek ezzel az elterjedt és bevált technológiájával kapcsolatban az előgyártó üzemek gyakorlatából két követelmény merült fel. Az egyik az, hogy szükség van a formák még fokozottabb kihasználására, amit az adalékanyag frakcionálásának, a beton keverésének, bedolgozásának és az elemek mozgatásának rohamosan fejlődő gépesítése is sürget, a másik pedig az, hogy a gyártási költségek csökkentésének érdekében szükség van az érlelésre felhasznált hőenergia csökkentésére.

Ez a két követelmény indította — tudomásunk szerint elsőként — a csehszlovák betonelemgyártó ipart arra, hogy kísérleteket kezdjen a beton ún. *gyorsgőzölésével*.

Tekintettel arra, hogy a korai nagy szilárdság elérésének legelterjedtebb üzemi módszere az atmoszferikus gőzölés, az atmoszferikus gőzöléssel kapcsolatban pedig az előbb említett követelmények kielégítése a legsürgetőbb feladat, a szóbanforgó témakört illetően az utóbbi időben az ÉTI a beton gyorsgőzölésével foglalkozott a legalapossabban, s tanulmányunk hátralevő részében is ezzel foglalkozunk részletesen.

A beton gyorsgőzölése

Egy csehszlovák elemgyárban azzal kezdtek kísérletezni, hogy a megtöltött formákat a bedolgozás befejeztével lefedték és azonnal, hőátmenet nélkül 100 C°-ra, vagy valamivel még ennél is magasabb hőmérsékletű kamrába helyezték. Az elemek csak 1—2 órán át maradtak a kamrában és fokozatos lehűtés, vagyis ismét hőátmenet nélkül kerültek a szabadba. Ilyen módon párórás korra 80 kg/cm²-es nyomószilárdságot sikerült elérni, közlés szerint az utószilárdulás számottevő csökkenése nélkül, annak ellenére, hogy számos irodalmi adat hívja fel a figyelmet az ilyen jellegű érlelés káros hatására, különösen az utószilárdulás szempontjából.

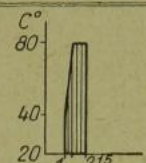
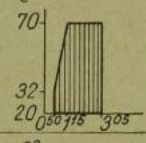
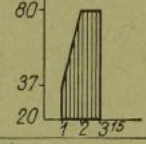
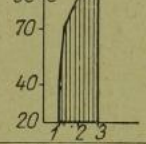
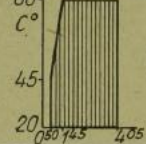
A Csehszlovákiában járt Kordik László közlése és szorgalmazására az ÉTI-ben azonnal kísérleteket kezdtünk ennek az eredménynek a reprodukálására, Gáspár Géza javaslatára az ásványi összetétele miatt legkilitátosabbnak tetsző lábatlani 500-as homogén portlandcementtel. Az első eredményeket Gáspár Géza már 1955. januárjában közölte (12). Itt az összes adatot közöljük.

A felhasznált cement oxidos analizisének az izzítási veszteség 0,77% volt, SiO₂: 21,26%, Al₂O₃: 4,94%, Fe₂O₃: 3,26%, CaO: 66,82%, MgO: 1,06%, SO₃: 1,76%. A beton cementadagolása 400 kg/m³, adalékanyaga dunai homokoskavics, maximális szemnagysága: 30 mm, vízcementtényezője pedig 0,35 volt. A Graf-készüléken 3,0 cm-es behatolást mértünk, szabványos kézi tömörítést alkalmaztunk, és 20 cm élhosszúságú kockákat készítettünk.

A kockák vasformákban, 20 mm-es vaslemezrel lefedve kerültek a gőzölőbe. A berakodásra a

keverővíz hozzáadása után 1/2—1 órával került sor. A gőzölőt előre felfűtöttük, 100 C°-ra. A berakodással a gőztér hőmérséklete 30—45 C°-ra csökkent. Erről a hőfokról indult a tulajdonképpeni felfűtés. Az alkalmazott érlelési módokat az 1. táblázat mutatja.

1. táblázat

A gőzölés		
jelle	diagramja	órafok-szám óra×C°*
1		62
2		105
3		112
4		131
5		180

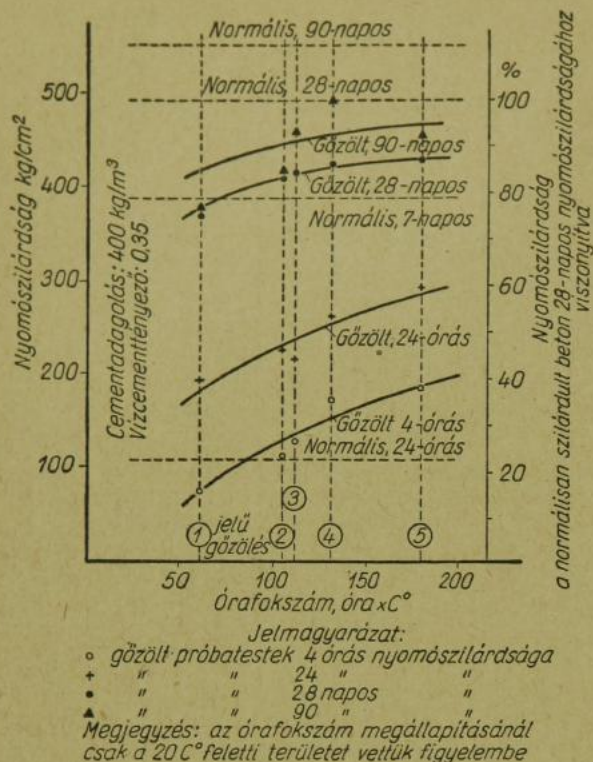
Jelmagyarázat: *a vonalkázott terület figyelembevételével számítva

Az izotermikus érlelés befejeztével a kockákat hőátmenet nélkül vettük ki a gőzölőből, s azonnal kiszalasztuk. Megállapítottuk, hogy azoknál a próbatesteknél, amelyeknél a lefedés a forma egyenletlensége, vagy a lemez görbültsége miatt nem zárt jól, a betont vaspálcával 0,5, sőt 1 cm mélységig is könnyen fel lehet kaparni. A megfelelő lefedésű próbatesteket 1 mm mélységig sem tudtuk felkaparni.

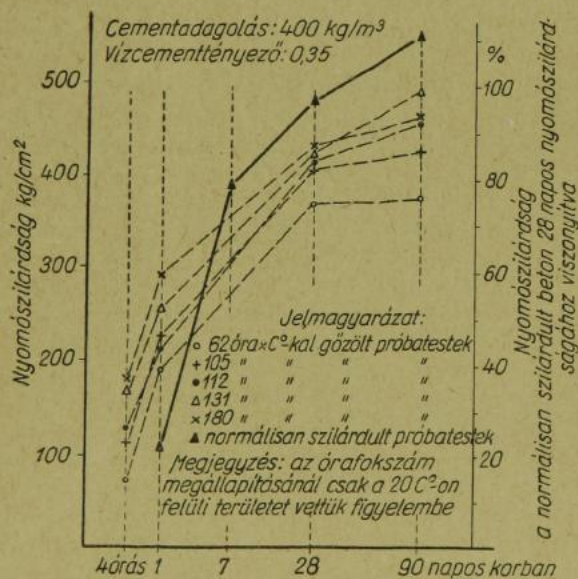
Az első törést a gőzölt próbatesteknél 4 óras (az 5-jelűnél 4 1/2 óras) korban végeztük. Ekkor a kockák még 50—70 C° hőmérsékletűek voltak, aszerint, hogy mi volt a gőzölés hőfoka, s mennyi idő telt el a gőzölés befejezése és a törés között. A gőzölt kockák belseje még a 24 óras töréskor is 30—35 C° hőmérsékletű volt.

A törési eredményeket az 1., és 2. ábra mutatja.

Az ismertetett kísérletekkel a cseh kísérleti eredmények reprodukálhatónak bizonyultak, sőt azoknál még kedvezőbbeket is nyertünk.



1. ábra



2. ábra

Ebből a tényből kettős következtetést vonunk le:

1. A beton gyorsgőzölése igen jelentős megtakarítási lehetőségeket nyújt a betonelemgyártó iparnak.

2. Azok a betont érő károsodások, amelyeket a gyorsgőzölésnek mondható érlelési módok alkalmazásánál külföldi és hazai kísérletekben egyaránt tapasztaltak, csak bizonyos feltételek között következnek be. Ezeket a feltételeket tisztázni kell, s ezzel meg kell nyitni az utat a gyorsgőzölés adta lehetőségek kihasználására.

A gyorsgőzölés adta lehetőségek felmérésére

hasonlítsuk össze a gőzölési mód jellemzőit az általánosan alkalmazott és a gyorsgőzölés esetében.

2. táblázat

A gőzölési mód jellemzői az általánosan alkalmazott gőzölés és gyorsgőzölés esetében

A gőzölési mód jellemzője	Az általánosan alkalmazott gőzölésnél	Gyorsgőzölésnél
Pihentetés időtartama, óra	2—3	0—1
Felfűtés időtartama, óra	2—3	0—1
Izotermikus érlelés hőfoka C°	60—85	80—100
Izotermikus érlelés időtartama, óra	8—12	1—4
Lehűtés időtartama, óra	2—4	0—1

A 2. táblázatból kiolvasható, hogy míg az általánosan alkalmazott gőzölésnél a teljes érlelés időtartama 14—24 óra, addig gyorsgőzölésnél 1—7 óra. Az izotermikus érlelés időtartama 8—12 órától 1—4 órára csökken.

A teljes érlelés időtartamának csökkenésével arányos a formakészlet kihasználási fokának növekedése, az izotermikus érlelés időtartamának rövidülése pedig a hőenergiamegtakarítás mértékére jellemző.

A hőenergiamegtakarítás abszolút értékének felbecsülésénél azonban az izotermikus érlelés időtartamának megrövidülésén kívül egyéb tényezőket is figyelembe kell venni, amelyek részben csökkentő, részben növelő hatásúak. Főként két tényező kerül számításba. Az egyik az, hogy az érlelő berendezés mekkora hővesztességgel dolgozik. A másik az, hogy a felfűtésnél a beton tömegén kívül mit kell még felmelegíteni (formák, rakodókocsi, kamra falai stb.).

Ha az érlelő berendezés hővesztése nagy (pl. gözzel fűthető, hőszigetetlen, és igen jól záró nyílásokkal ellátott kamráknál), akkor az izotermikus érleléshez szükséges hőenergia kb. ugyanannyi is lehet, mint amennyi a felfűtéshez szükséges. Ilyen esetekben tehát az izotermikus érlelés időtartamának felére való csökkentése a teljes érleléshez felhasznált hőenergia mennyiségét $\frac{3}{4}$ -ére csökkenti, az időtartam negyedére való csökkentése pedig $\frac{5}{8}$ -ára.

Ha viszont kicsiny az érlelő berendezés hővesztése (pl. igen jól szigetelt, és igen jól záró nyílásokkal ellátott kamráknál), akkor az izotermikus érleléshez szükséges hőenergia csak mintegy ötöde a teljes érleléshez szükséges hőenergiának. Vagyis ebben az esetben az izotermikus érlelés időtartamának felére való csökkentése a teljes érleléshez szükséges energiát már csak 10%-kal és negyedére való csökkentése is csak 15%-kal kisebbíti.

Kis hővesztességű kamrák esetében viszont 50%-osnál nagyobb energiamegtakarítás is érhető el azzal, hogy a gyorsgőzölés alkalmazása mellett elkerüljük a kamrák falainak lehűlését és újra

való felmelegítését az érlelési ciklusok változásánál. Ez a lehetőség gyors ki- és berakodást, illetve teljes megoldásként zsilipes kamrák alkalmazását kívánja meg.

Ezután vegyük szemügyre, és az előbb ismertetett megtakarítási lehetőségekkel egybevetve értékeljük az 1. és 2. ábrában feltüntetett szilárdsági eredményeket, majd térjünk át azokra a károsodásokra, amelyek a gyorsgőzölésnek mondható érlelési módok alkalmazásánál külföldi és hazai kísérletekben egyaránt tapasztalhatók voltak. A lábatlani 500-as homogén portlandcementtel végzett betonkísérletekben 62—180 óra $\times$ C°-os érlelés alkalmazásával 4, illetve $4\frac{1}{2}$ órás korra 74—180 kg/cm²-es szilárdságot sikerült elérni, a normálisan szilárduló beton 28 napos szilárdságának százalékában kifejezve 15—37%-ot. 24 órás korra a szilárdság a 62 óra $\times$ C°-os érlelésnél 189, a 180 óra $\times$ C-os érlelésnél pedig 292 kg/cm²-re növekedett, ami a 28 napos szilárdsághoz viszonyítva 39, illetve 60%-nak felel meg.

Az ÉTI-ben végzett és a „Műszaki irányelvek a beton gőzölésére“ c., MI-7-54 sz. előírás IV. táblázatában közzétett kísérleteink szerint az általában alkalmazott gőzölési mód esetében a lábatlani 500-as portlandcementnél 37% viszonylagos szilárdságot 24 órás korra is csak lényegesen nagyobb, 600—700 óra $\times$ C°-os érleléssel lehet elérni. (Az órafokszámot itt is a gőzölési diagramnak csak a 20 C° feletti területével adtuk meg, eltérően az MI-7-54-től. Az órafokszámnak ezt a számítást szerző egy korábbi tanulmányában indokolta [13]). Vagyis az 5-jelű érleléssel $4\frac{1}{2}$ órás korra elért szilárdság az MI-7-54 szerinti gőzölést alkalmazva (amely legalább 2 órás pihentetést, legalább 2 órás felfűtést, a szóbanforgó cementnél maximum 70 C°-ot és legalább 2 órás lehűtést jelent) legalább 16—17 órás teljes érlelési időtartamot és 10—11 órás izotermikus érlelést követel meg. Eszerint a vizsgált konkrét esetben a gyorsgőzölés alkalmazásával a teljes érlelés időtartama kb. negyedére, az izotermikus érlelésé pedig majdnem ötödére csökkenthető, tekintve, hogy az 5-jelű érlelés időtartama $2\frac{1}{2}$ óra volt.

Nagy hőveszteségű berendezésnél a fentiek szerint ez mintegy 40%, kis hőveszteségű, de ciklusonként lehűtött berendezésnél pedig mintegy 15% hőenergiamegtakarítást jelent. Az egyes ciklusok között nem-lehűtött kamránál a hőenergiamegtakarítás 50% fölé emelkedik. Az utóbbi érték megegyezik az 1. sz. Épületelemgyár Műszaki Osztálya által közölt adatokkal, amelyek szerint a C/2 üzemben a gyorsgőzölésre való, 1955-ben végrehajtott áttérés — többhavi átlagot véve alapul — kb. 50%-os hőenergiamegtakarítást eredményezett. Az említett üzembrészben a felfűtést és a lehűtést is beleértve 4—5 órás érlelésre tértek át, a kamrák az egyes ciklusok között csak részben hűlnek le.

Fordítsuk most figyelmünket az utószilárdulásra, amely irodalmi adatok szerint a gyorsgőzölésnek mondható érlelési módok legaggályosabb mozzanata. Az 1. és 2. ábrán látható, hogy a gyorsgőzölt próbatestek erőteljes utószilárdulás után az alkalmazott órafokszámtól függően 76—87%, 28

napos viszonylagos szilárdságot értek el. Ez kévéssé igazolja a szakirodalmi adatokat és figyelemztetéseket. Az MI-7-54 szerint a lábatlani 500-as portlandcementtel elérhető 28 napos viszonylagos szilárdság normális gőzölés esetében 80—95%, vagyis alig valamivel nagyobb, mint ami a gyorsgőzölésnél adódott. Túlzottak lennének a szakirodalom aggályai?

Ez a kérdés M. Rey kísérleti eredményeire, helyesebben kísérleti eredményeihez fűzött feltevéseire támaszkodva látszik tárgyalhatónak. M. Rey (14) azzal vizsgálta a hidratáció fokát, hogy cementpépből készült próbatestek térfogatváltozását mérte. A próbatesteket különböző hőmérsékletű vízben tárolta. Keverés előtt felmelegítette a cementet és a vizet, ami a beton igen gyors fűtésének felel meg. Olyan alakú görbékert nyert, mint a gőzölt betonnál. A 20 C°-ú vízben tárolt próbatestek térfogata az idő függvényében egyenletesen növekedett. 50 C° fölött a térfogat eleinte igen erőteljesen növekedett, néhány óra alatt azonban állandósult.

Rey úgy képzei el a magas hőmérséklet hatását, hogy a cementszemcsék körül áthatolhatatlan burok képződik, amely megakadályozza a további hidratációt. Ez a burok hidratizált trikalciumalumnátról képződhet, ha az oldatban kevés a szulfátion. Tudvalevő, hogy a gipsz oldhatósága a hőmérséklet növekedésével csökken, a trikalciumalumnát hidratációja viszont fokozódik. Ebből azt a következtetést vonja le, hogy a gyors kezdeti hőmérsékletnövekedés kedvezőtlen hatása gipsz, vagy más sok adagolásával bizonyos esetekben ellensúlyozható. Rey megállapításait az ÉTI-ben végzett több kísérletünk látszik igazolni.

Visszatérve a szűkebb értelemben vett betontechnológiai problémákra, a fentiek alapján azt kell megállapítanunk, hogy azok az utószilárdulási károsodások, amelyekre a gyorsgőzölésnek mondható érlelési módokkal kapcsolatban az irodalom felhívja a figyelmet, nyilvánvalóan döntő mértékben függenek a cementfajtától. Ennek az összefüggésnek az empirikus tisztázására az ÉTI-ben széleskörű kísérletsorozatot végeztünk, amelynek ismertetése azonban a terjedelem szabta lehetőségek és célkitűzése miatt is kívül esik ennek a tanulmánynak a témakörén. A kísérletek anyaga egyelőre csak az ÉTI 1955. aug. 31. keltű és „A beton gyorsgőzölési technológiájának kidolgozására irányuló laboratóriumi kísérletek“ c. jelentésében van feldolgozva, valamint egy azonos keltű és „Műszaki tájékoztató a beton gyorsgőzölésére“ c., gyakorlati jellegű, sokszorosított ÉTI-kiadványban. Jelen tanulmány inkább csak általános áttekintést kíván adni a gyorsgőzöléssel kapcsolatos főbb problémákról.

Ezekre a főbb problémákra korlátozódva még egy kérdéskört találunk, amellyel részletesen foglalkoznunk kell, s az a gyorsgőzölésnél sok esetben fellépő alak- és struktúraváltozások, valamint repedések veszélye.

Hivatkozott korábbi tanulmányában szerző már több idevágó jelenségre felhívta a figyelmet. Itt elsősorban a kisebb méretű habarcstestek magas (80—85 C°-os, vagy annál magasabb) hőmér-

sékletre történő nagyon gyors ($1/4$ — $3/4$ órás) felfűtésénél tapasztalható térfogatnövekedésről van szó, amelynek hatására a habarcsok felpúposodnak, „megkelnek”, rétegesen megrepedeznek.

Mi az oka ennek a térfogatváltozásnak és miért éppen ezek között a feltételek között tapasztalható?

Tudvalevő, hogy a frissbeton felfűtése a frissbeton hőtágulásával jár (15). Homokoskavics esetében az adalék hőtágulása alhanyagolhatóan kicsiny, a cement közönséges hőtágulása is, amely természetszerűleg megkülönböztetendő a hidratációval járó térfogatnövekedéstől. A víz hőtágulása viszont már számottevő. A legjelentősebb a frissbetonban levő levegő, a pórusok hőtágulása. Ezzel kapcsolatban azonban rögtön meg kell jegyeznünk, hogy míg a víz hőtágulását technikailag reális erőkkel nem lehet megakadályozni, addig a levegő hőtágulását már viszonylag kicsiny erők is meggátolják.

A hőtágulás mértéke egyrészt attól függ, hogy a betonnak milyen hőfokkülönbséget kell felvennie, vagyis annál nagyobb lesz, minél alacsonyabb hőfokról minél magasabbra fűtjük fel, másrészt attól, hogy a frissbeton-térfogat hányad részének jelentős a hőtágulása. Vagyis minél több a betonban a víz és a levegő, annál jelentősebb ez a közönséges, hőtágulási térfogatnövekedés, s fordítva, minél vízszegényebb és tömörebb a frissbeton, annál kisebb. Ebből az következik, hogy a nagy cement- és finomhomoktartalmú habarcsoknál sokkal nagyobb a káros térfogatváltozás veszélye, mint a betonoknál, hiszen ezeknek a habarcsoknak a fajlagos víztartalma sokkal nagyobb, mint a betonoké.

Ezzel a jelenségek fizikai oldaláról választadtunk arra, hogy miért inkább habarcsoknál és miért a magas hőmérséklet esetében adódnak a káros térfogatváltozások. Következnie a felfűtési sebesség szerepének értelmezése.

Említettük, hogy a frissbeton hőtágulásának esetében a levegő hőtágulása lenne a legjelentősebb, ezt a hőtágulást viszont már csekély erők is meggátolhatják. Itt figyelembe kell vennünk, hogy a hőerlelt frissbeton hőtágulásának folyamata a benne levő cement hidratációjának folyamatával, pontosabban annak korábbi, vagy későbbi fázisával egyidejűleg játszódik le, aszerint, hogy milyen

diagrammot alkalmazunk. Nyilvánvaló, hogy ez a körülmény a hőtágulás mértékére döntő hatást gyakorol. Ha ugyanis a kötés alatt álló frissbetont a hidratációs folyamat viszonylag előrehaladott stádiumában éri erőteljes hőhatás, akkor a hidratálódó struktúrájának már van akkora szilárdsága, illetve belső sűrűldése, amely ellent tud állni a pórusok hőtágulásának. Ellenkező esetben viszont, vagyis akkor, mikor a hidratációs folyamat még nem növelte meg számottevően a frissbeton belső sűrűldését, a frissbeton pórusainak hőtágulása, helyesebben az a nyomás, amit a térfogatukat növelni kívánó pórusok kifejtene, már elegendő nagyságú ahhoz, hogy a kialakuló struktúrát szétolja, s így az, ilyen széttolt, laza, likacsos állapotban szilárduljon meg.

Lassú felfűtésnél azért nem tapasztalható a habarcs felpúposodása, mert a hidratációs folyamat a hőmérsékletnek már néhány fokos emelésénél is számottevően meggyorsul, a víz- és légdilatáció viszont csak a magas hőmérsékletet elérve válik, illetve a légdilatáció esetében válnék jelentőssé, ha a lassú felfűtés miatt addigra előrehaladott stádiumot elérő hidratáció ebben meg nem akadályozná.

A légdilatációval kapcsolatban megtett állításainkhoz szolgáljon illusztrációul és igazolásul egy kísérletünk.

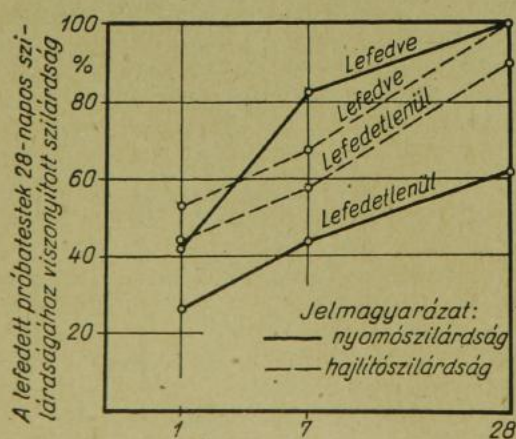
Tatai 600-as portlandcementtel MNOSZ 523—53 szerint készített, szabványos területű plasztikus habarcs felhasználásával vizsgáltuk, hogy a formák lefedésének mi a jelentősége a gyorsgőzőléssel elérhető szilárdságok szempontjából. A szabványos, $4 \times 4 \times 16$ cm belméretű vasformákat használtuk. A próbatetek egyik sorozata lefedetlenül került a gőzölőbe, a másik sorozat pedig 20 milliméter vastagságú vaslapokkal lefedve. Az érlelés a már ismertetett módon előfűtött tartányban, pihentetés nélkül, 45°C -ról indult. 15 perc alatt 90°C -ra fűtöttük fel, ezen a hőfokon 2 órán át gőzölve a próbateteket. Az izotermikus érlelés befejeztével a próbateteket azonnal kivettük a tartályból azonnal kiszalasztunk.

A lefedetlenül gőzölt próbatetek kb. 4 mm-es maximális magassággal púposan kiduzzadtak a formákból, s szerkezetük lazává, lyukacsossá, rétegessé vált. A lefedve gőzölt próbatetekben ugyanakkor semmiféle elváltozás sem volt észlelhető.

A lefedve gőzölt próbatetek 28 napos szilárdságához viszonyított százalékos szilárdságokat a 3. ábrán tüntettük fel, a próbatetek korának függvényében.

A 3. ábrán látható, hogy a laza, lyukacsos, réteges próbatestet eredményező dilatáció a nyomószilárdság mintegy 40%-os csökkenését eredményezte, 1. és 28 napos korra egyaránt. 7 napos korban a különbség valamivel nagyobb volt, 47%. Figyelemreméltó jelenség, hogy a hajlítószilárdságot a lefedés, illetve a dilatáció sokkal kisebb mértékben befolyásolta.

Azt a tényt, hogy az említett dilatációt a próbatetek lefedésével meggátolhattuk, úgy magyarázzuk, hogy a szóbanforgó dilatáció légdilatáció.



3. ábra

Mindebből arra következtetünk, hogy a kisebb méretű habarcszestek magas hőfokra történő nagyon gyors felfűtésénél tapasztalható felduzzadási jelenségek elsősorban fizikai természetűek, az átmelegedési és hőtágulási viszonyok függenek. A cement hidratációs dilatációja nem elsőrendű oka a fentiekben leírt jelenségeknek, ámbar kísérletileg megállapítottuk, hogy a légdilatáció következtében előálló duzzadás mértéke az alkalmazott cementfajtától is függ.

Egy kísérletünkben azonos érlelési digrammot alkalmazva összehasonlítottuk a gőzölés és a száraz meleg hatását. A gyorsgőzölt hasábokon a már említett duzzadási jelenségeket észleltük, a szárítószekrényben érlelt hasábok viszont alig növelték meg térfogatukat. A gőzölt és a szárítószekrényben érlelt hasábok térfogatának különbségét a 4. ábrán mutatjuk be a selypi 400-as traszportlandcementtel készült hasábok fényképével.

A 4. ábrán látható jelenség okát a szárítószekrényben érlelt hasábok vízvesztésében kell keresnünk. A gőzölt hasábok térfogatsúlya az érlelés befejezése után $2,14 \text{ g/cm}^3$ volt, a szárítószekrényben érleltéé viszont csak $1,98 \text{ g/cm}^3$. Ez a $0,16 \text{ g/cm}^3$ vízvesztés az egész hasábra számítva 41 cm^3 vízvesztést jelent. Ugyanakkor a 4. ábrán is látható, hogy a gőzölt hasábok kb. 3 mm-rel voltak magasabbak, mint a szárítószekrényben érlelt hasábok, vagyis a gőzölt hasábok térfogata kb. $0,3 \cdot 4 \cdot 16 \approx 20 \text{ cm}^3$ -el volt nagyobb, mint a szárítottaké. Azt a tényt, hogy a szárított hasábok térfogata kisebb volt, mint a gőzölté, úgy kell felfognunk, hogy a szárítás esetében a friss habarcs hődilatációját egy egyidejű vízvesztés miatt keletkező zsugorodás mérsékelte. Ha meggondoljuk, hogy a szárított habarcs az elvesztett teljes vízmennyiségnek feltehetően csak egy részét vesztette el az érlelésnek abban a szakaszában, amelyben a hődilatáció kialakult, akkor érthetőnek tűnik, hogy a gőzölt hasábok térfogata a szárított hasábok vesztett víztérfogatának csak a felével volt nagyobb, mint a szárított hasábok térfogata.

Vagyis az ismertett jelenség bizonyítja, hogy a hődilatáció következtében előálló alakváltozások mértéke az érlelő tér relatív nedvességtartamától, ill. a habarcs vagy beton keverő-vízvesztességétől is függ.

A magas hőfokra történő korai és gyors felfűtés hatásának feltételeiről beszélve még egy tényezőről kell megemlítenünk, a gyorsgőzölt test alakjáról és méreteiről. Nagyobb tömegű és zömök testek esetében az említett káros elváltozások csak a testek nyitott felületén várhatók. Részen azért, mert az ilyen testek belsejében lassabb és fokozatosabb az átmelegedés, részben pedig azért, mert a külső rétegek előrehaladottabb hidratációja, vagyis megkeményedése miatt az ilyen testek belsejében nem jöhet létre légdilatáció.

Ezeknél a testeknél viszont a gyors lehűtésnek vannak káros következményei, különösen vasalatlan elemeknél. A külső rétegek a hirtelen hőmérsékletváltozás miatt gyorsan és erőteljesen összehúzódnak, míg a belső rétegek még magas hőmérsékleten, dilatált állapotban vannak. A kö-



4. ábra

vetkezmény a külső rétegek megrepedezése és a szilárdság leromlása.

Kisméretű testeknél a gyors lehűtés nem okoz repedéseket, s a szilárdságnak sem árt. Ezeknél viszont erős kiszáradást okoz, amely igen nagy mértékben lecsökkenti az utószilárdulást. A gyors lehűtésnek ez a káros következménye azonban elkerülhető az elemek nedves utókezelésével, amely igen lényeges, kisméretű testeknél esetleg 40–50 százalékos szilárdságtöbbletet is eredményezhet 28 napos korra.

Ezzel befejeztük a gyorsgőzölés lehetőségeiről, veszélyeiről, azok okairól és elkerülésükről adott áttekintésünket.

Végezetül még meg kívánunk emlékezni a gyorsgőzölés helyzetéről a magyar építőiparban, s fel kívánjuk hívni a figyelmet további feloldására irányára.

Az ÉTI laboratóriumi kísérleteit félüzemi kísérletek követték, fűthető fémformákkal, szerző javaslatára előfűtött formák alkalmazásával, amiktől több ok miatt speciális előnyöket várt. Ezeket a kísérleteket Marosszéki Miklós végezte, aki eredményeit és a kísérletek során tett megállapításait e lap hasábjain külön tanulmányban fogja ismertetni. Kísérleteinek egyik lényeges eredménye az volt, hogy a gyorsgőzölés alkalmazása előfeszített szerkezetek készítésénél kevésbé célszerű. Feszített szerkezeteknél ugyanis a feszültség feloldásához a 28 napos szilárdság 75%-ára van szükség, a kedvező hatású gyorsgőzölés viszont 50%-ot eredményez. Vagyis a gyorsgőzölésnek ott van jelentősége, ahol csupán a gyors kiszáradás, vagy a gyors szállíthatóság a cél, nem pedig a 28 naposhoz közelálló szilárdság elérése. Persze az esetek túlnyomó többségében nem is az utóbbi a gőzölés célja.

Az 1. sz. Épületelemgyár — amint említettük is — a C/2 üzemben már bevezette és jó eredménnyel állandóan alkalmazza a gyorsgőzölést. Ugyancsak gyorsgőzölés folyik az 1. sz. Épütelelemgyár G üzemében is, vasbetonaljak gyártásánál. Mindkét üzemben kamrás jellegű érlelés történik. Az elmúlt év folyamán a gyár a legnagyobb (C/1) üzemében korszerű, nagykapacitású kamrasort épített, ami lehetővé teszi, hogy a gyorsgőzölést a panelgyártásnál is bevezesse. Az ehhez szükséges

üzemi kísérleteket a gyár és az ÉTI közösen fogja végezni.

Átmenetileg már a 2. sz. Épületelemgyár is alkalmazza a gyorsgőzölést, távvezetési oszlopok keresztartóinak és paneleknek a gyártásánál. Állandó és újabb alkalmazás bevezetése tervbe van véve.

A meglevő ismeretekre támaszkodó ipari alkalmazás mellett lényeges, hogy további kutatással bővítsük az ismereteinket. Ennek érdekében az ÉTI-ben többirányú kísérleti és elméleti munka folyik, amely hőtechnikai, betontechnológiai és kötéseleméleti jellegű. Az utóbbi területen, amely különösen lényeges, Dr. Náray Szabó István és Szuk Géza az általuk kidolgozott konduktometriás módszer segítségével dolgoznak.

A fejlődés legújabb külföldi iránya az (16), hogy a gyorsgőzölést csekély túlnyomás, kb. 1 atmoszféra alkalmazásával hajtják végre, 110–120 C°-on. A csekély túlnyomás felvételére alkalmas gőztér létesítése nem jelent túlzottan nagy beruházási megterhelést, a külföldi közlések szerint viszont jelentős szilárdulási előnyökkel jár. Az ÉTI is kísérleteket kezdett ennek az érlelési módnak a kivizsgálása.

HIVATKOZÁSOK

- (1) Talabér J.: Az alumínátcementek és azok kötése-nél és szilárdulásánál lejártszódó fiziko-kémiai fo-lyamatok. Építőanyag. 1956. 5.

- (2) Talabér J.: Nagy kezdőszilárdságú cementek. Elő-adás az Építőanyagipari Tudományos Egyesület-ben. 1956. V. 11.
- (3) W. H. Price: Factors influencing concrete strength. Journal of the ACI. February 1951.
- (4) Mironov: A téli betonozás elmélete és módszerei. Budapest, 1953. (Fordítás oroszról).
- (5) J. G. Dempsey: Design of concrete mixes for vacu-um processing. Journal of the ACI. April. 1954.
- (6) O. Graf: Aus neueren Mitteilungen über amerika-nischen Fertighäuser. Bauen und Wohnen. 1947. 7.
- (7) Gáspár G.: Nyomás alatti gőzöléssel kezelt beton. MTA Műszaki Tudományok Osztálya Közlemé-nyei. VI. kötet. 1952.
- (8) ACI Committee 716: Physical properties of high-pressure steam-cured concrete block. Journal of the ACI. April. 1953.
- (9) Gersberg—Szoroker: Vasbetonelemgyárak. Buda-pest, 1952. (Fordítás oroszról).
- (10) Shideler—W. H. Chamberlin: Early strength of concrete as affected by steam curing tempera-tures. Journal of the ACI. Dec. 1949.
- (11) Műszaki irányelvek a beton gőzölésére. MI—7—54. (Gáspár, Kunszt, Marosszéki, Völgyes)
- (12) Gáspár G.: Az 1954. évi cementkutatások főbb kérdései. Építőanyag. 1955. I.
- (13) Kunszt Gy.: A gőzölési diagram alakjának hatása a gőzölt betonra, a cementfajtától függően. Építő-anyag. 1956. 4.
- (14) Welche Gründe sind für den Festigkeitsverlust bei anfänglich starker Temperatursteigerung mass-gebend? Referátum. Zement-Kalk-Gips. 1952. Mai.
- (15) Pavlik: Betongyártás melegítéses módszerrel. Sta-vebni prumysl. 1953. 5.
- (16) R. L'Hermite: L'évolution de la technologie du beton. Revue des matériaux. No. 482—483, 1955.

INFRAVÖRÖS

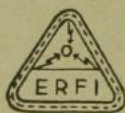
BERENDEZÉSEK TERVEZÉSE, SZAKVÉLEMÉNYEZÉS,

MEGLÉVŐ BERENDEZÉSEK FELÜLVIZSGÁLATA,

ÜZEMSZERŰ TECHNOLÓGIÁK KIALAKÍTÁSA,

KÍSÉRLETEK FOLYTATÁSA, IRÁNYÍTÁSA,

ENERGIAMÉRLEG, KONZULTÁCIÓ



**ERŐSÁRAMÚ
GYÁRTMÁNYFEJLESZTÉSI INTÉZET**

BUDAPEST, XIII. VÁCI ÚT 48/a-b.

Roncsolásmentes betonvizsgálat ejtőorsóval

CRISTOFOLI ERMENEGILDO

Beton vagy vasbeton építmények betonanyaga vizsgálatának legelterjedtebb módja a próbakockák szilárdsági vizsgálata. Ha pl. egy 20 cm élhosszúságú beton próbakockát a vizsgáló nyomógépben törősig terhelünk, úgy megkapjuk a próbatest törőszilárdságát. Ez azonban csak látszólagos érték, mert ha az említett próbakockák készítésével egyidőben ugyanabból a betonból 10 cm, illetve 30 cm élhosszúságú betonkockákat készítünk, gondosan ügyelve arra, hogy a kockák tömörítése, szilárdítása és utókezelése a 20 cm-es kockáéval azonosan történjék, akkor mind a három próbakockával egyidőben végzett törési vizsgálat azt fogja mutatni, hogy a 10 cm-es kocka szilárdsága nagyobb a 20 cm-esénél, és a 30 cm-es élhosszú kocka szilárdsága kisebb az előbbinél. A beton-teszt méretét tovább növelve további szilárdsági csökkenést tapasztalunk. Tehát ha egy beton-építmény betonminőségét kívánjuk ellenőrizni, úgy az építménnyel egyidőben és azonos módon készített próbatestek vizsgálata csak tájékoztató szilárdsági értékeket eredményez. Ez a vizsgálati mód amellet, hogy csak tájékoztató jellegű, igen költséges és hosszadalmas. A tájékoztató jelleg igazolására átvizsgáltam az Építőanyagipari Központi Kutató Intézet találmányra kivett vizsgálati jegyzőkönyveit és megállapítottam egyrészt, hogy az általam megvizsgált jegyzőkönyvek 17%-ánál a szilárdsági értéke szórása 30%-on felüli volt (egész 81,5%-ig terjedt), másrészt, hogy a megvizsgált minőségi bizonyítványok 37%-ánál a próbatestek átlagos szilárdsága 50%-kal magasabb volt a megadott költségvetés szerint előírt szilárdságnál. Tehát e vizsgálati bizonyítványok (63-at vizsgáltam meg szűrőpróbaszerűen) egyrészt azt mutatták, hogy egy-egy vizsgálatra beküldött 3—3 próbatestnél, ha azonos anyagból készültek is, a tömörítés, a szilárdítás és utókezelés körülményei nem voltak azonosak; másrészt az előírtnál elért magasabb (!) szilárdság arra figyelmeztet, hogy az építmény cement pazarlással készült vagy valamely csere, esetleg tévedés folytán a próbakockák anyaga nem azonos az építmény anyagával, hanem annál jobb minőségű, ill. kivitelű. Tehát látható, hogy a próbakockákkal végzett vizsgálati eredmények csak erősen tájékoztató jellegűek.

Tehát, ha pontos eredményekre törekszünk leghelyesebb lenne magából a kész betonépítményből a próbakockákat kivágni. Ez azonban igen körülményes vizsgálati mód, mert csak gondos munka biztosítja, hogy sem a beton-építményben, sem a kivett próbakockákban káros elváltozás ne keletkezzék, mely egyrészt a beton-építmény állagát veszélyezteti, másrészt a próbakockák vizsgálati eredményeit befolyásolja. Azonkívül, s nem utolsósorban ez a vizsgálati mód még költségesebb és hosszadalmasabb, mint az előbb említett.

Ezért a betonkutatók már régebben rátértek a roncsolásmentes „helyszíni” betonvizsgálati mó-

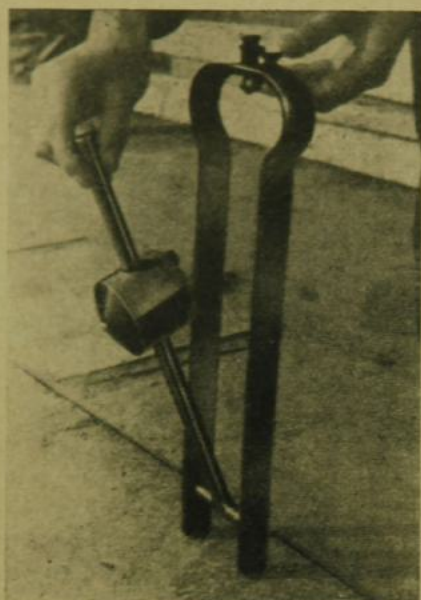
dok alkalmazására, melyek gyorsabban, csekély költséggel s magán a betonépítményen, tehát a „helyszínen”, minden csere vagy tévedés kizárásával végezhetőek el. Ezek végeredményben a Brinell-próba analógiáján alapulnak, melynél pl. egy 10 mm $\varnothing$ acélgolyót egy meghatározott erővel rányomnak a vizsgálandó betontárgy felületére és a keletkezett nyom valamely mérete alapján állapítják meg a beton keménységét és a nyomószilárdságát. Ilyen készülékek a rugós vagy ingakalapácsos betonvizsgáló készülékek. Ez utóbbiak közé tartozik a Dr. Szmodits Kázmér által szerkesztett ingakalapács (lásd 1. ábra), mely $\varnothing$ 10 mm-es ütőcsúccsal ellátott és 50 kgcm munkával üti a nyomokat. Természetesen így módunkban áll az építmény bármely helyén több (10—20) ütést is ejteni és a kiugró értékeket elhagyva az átlag értéknek megfelelő nyomószilárdsági értéket a készülékhez tartozó táblázatból kiolvasni. A táblázat értékeit Prof. Dr. Ing Kurt Gaede* állapította meg egy ingakalapáccsal kb. 750 kísérlet adatai alapján (1. táblázat). Dr. Szmodits az általa készített ingakalapáccsal ellenőrizte a táblázatot és azokkal egyező eredményeket kapott. E vizsgálati mód tehát lényegesen egyszerűbb, gyorsabb és csekély költséggel végezhető. A magasépítkezés vonalán Németországban annyira közkedveltek ezek a roncsolásmentes, rugós — és ingakalapácsos betonvizsgá-

1. táblázat

A Szmodits-féle betonvizsgáló ingakalapáccshoz
($\varnothing$ 10 mm ütőfejjel 50 kgcm ütőenergiával ütött nyomok)

Átlagos nyomáserő mm	Kockaszilárdság kg/cm ²	Átlagos nyomáserő mm	Kockaszilárdság kg/cm ²
4,1	764	6,1	160
4,2	690	6,2	150
4,3	635	6,3	140
4,4	600	6,4	130
4,5	540	6,5	122
4,6	500	6,6	114
4,7	460	6,7	103
4,8	430	6,8	98
4,9	400	6,9	93
5,0	360	7,0	88
5,1	350	7,1	83
5,2	310	7,2	80
5,3	290	7,3	75
5,4	270	7,4	71
5,5	242	7,5	69
5,6	221	7,6	66
5,7	206	7,7	64
5,8	197	7,8	61
5,9	180	7,9	59
6,0	170		

* Beton und Stahlbetonbau. 1951. júliusi szám : Gaede : Über die Bestimmung der Festigkeit des Betons.



1. ábra

latok, hogy a vizsgálati eljárásokat DIN 4240. sz. szabványban szabályozni kellett. A szabvány tartalmazza az 50 kgcm munkával ütő $\varnothing 10$ mm-es golyós és rugós kalapácsos készülék nyomátmérőjéhez tartozó szilárdsági értékek táblázatát. E szabvány mellett a $\varnothing 25$ mm-es ütőfejjel kialakított készülékek 137 kgcm, illetve félütéssel 168,5 kgcm munkával ütött nyomátmérőkhöz tartozó szilárdsági értékeket is tartalmazza (2. táblázat). A 25 mm $\varnothing$ ütő fej vizsgálati értékei megnyugtatóbbak, mint a 10 mm $\varnothing$ ütőfejjel előállítottaké, mivel a nagyobb golyóval úgyszólván

„nyújtott sávban” kapjuk meg a szilárdsági értékeket.

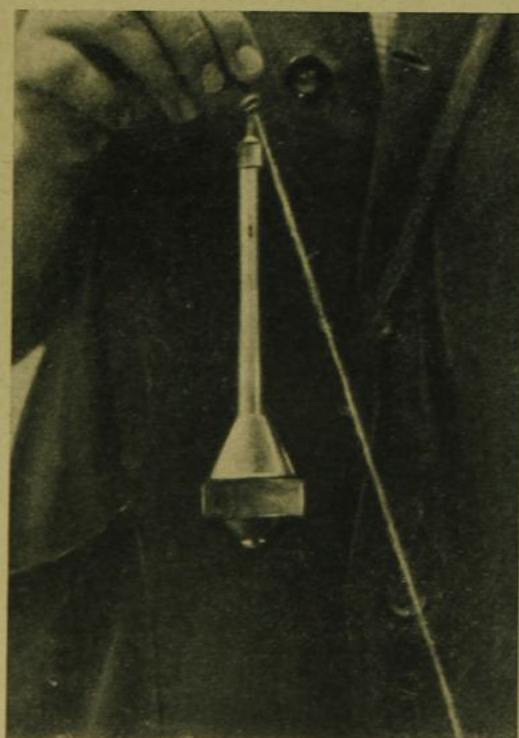
Mint láthatjuk, a rugós- és az ingakalapács, így a Szmodits-féle készülék is könnyen kezelhető, mégis pl. ez utóbbi készülék 4,3 kg súlya már

2. táblázat

A betonvizsgáló ejtőorsóhoz

(ütőfej $\varnothing 25$ mm, üténergia 137 kgcm² [1., 2] és 68,5 kgcm² [3., 4. rovat])

Rovat	1	2	3	4
d Nyomátmérő mm	Teljes		Fél	
	ü t é s			
	K _k	K _{90%}	K _k	K _{90%}
	kg/cm ²			
7,0	792	721		
7,1	750	679		
7,2	712	640		
7,3	675	604		
7,4	641	570		
7,5	608	538		
7,6	579	509		
7,7	550	482		
7,8	524	457		
7,9	499	433		
8,0	476	410	152	135
8,1	454	388	147	130
8,2	433	367	142	125
8,3	413	348	137	120
8,4	395	330	132	115
8,5	377	313	127	110
8,6	361	297	123	106
8,7	346	282	119	102
8,8	331	268	115	98
8,9	317	254	111	94
9,0	303	241	108	91
9,1	291	229	104	87
9,2	279	217	101	84
9,3	268	206	98	81
9,4	257	196	95	78
9,5	247	186	92	75
9,6	237	177	89	72
9,7	228	168	86	69
9,8	219	160	84	67
9,9	211	152	81	64
10,0	203	144	79	62
10,1	195	137	77	60
10,2	188	130	74	57
10,3	181	124	72	55
10,4	174	118	70	53
10,5	168	112	68	51
10,6	162	106	66	49
10,7	156	101	65	48
10,8	151	96	63	48
10,9	146	91	61	44
11,0	141	86	60	43
11,1	136	82	58	41
11,2	131	78	57	40
11,3	127	74	55	38
11,4	123	70	54	37
11,5	119	66	52	35
11,6	115	63	51	34
11,7	111	59	50	33
11,8	107	56	48	31
11,9	104	53	47	30
12,0	101	51	46	29



2. ábra

tekintélyes súlynak bizonyul, mind a helyszíni vizsgálatoknál, mint műszer, mind az utazásnál, mint poggyász. Ezért célszerűnek látszott a kalapácsot orsó formára kialakítani és a súlyát lényegesen csökkenteni. A 2. ábrán látható orsó $\varnothing$ 10 mm acélgolyó ütőfejjel kialakított s a súlya mindössze 0,5 kg. Így ha az orsót a vizsgálandó vízszintes betonfelületre 1 m magasról ejtjük (3. ábra), a golyónyomok természetesen 50 kgcm munka eredményeképpen jönnek létre. Az ejtőorsóval a vizsgálat egyformán elvégezhető függőleges felületeken is (4. ábra). Ebben az esetben az ejtőorsó, súlypontja felett felfüggesztve, az 1 m hosszú vízszintesen kifeszített zsinór, mint sugármentén negyed kört haladva, ugyancsak 50 kgcm energiával ütött nyomot hagy.

Miután az ejtőorsók a rugós és ingakalapácsos készülékekkel azonos energiával hagynak nyomot a beton felületén, az ejtőorsós vizsgálatokhoz, az egyéb kalapácsos vizsgálatokhoz nagyszámú kísérlettel készült táblázatok minden további nélkül felhasználhatók. Az Építéstudományi Intézet laboratóriumában szűrőpróbaképpen végzett ellenőrző összehasonlító vizsgálatok ezt kielégítően igazolták.

A különböző minőségű betonok vizsgálatához különböző súlyban és különböző átmérőjű ütőgolyóval ellátva készülnek az ejtőorsók az alábbi táblázat szerint:

3. táblázat

Típus	$\varnothing$ ütőgolyó	Súly	Ütő- energia	Mérhető be- tonnyomó- szilárdság
	mm	kg	kg/cm	kg/cm ²
50 -es ...	10	0,50	50	100—750
68,5-ös ...	25	0,685	68,5	60—150
137 -es ...	25	1,37	137	150—800

A 2. táblázatból látható, hogy a nagyszámú vizsgálatok eredményei bizonyos szórást adtak. E szórás a (K_k) közepes kockaszilárdság és a ($K_{90\%}$) nagy valószínűségű kockaszilárdság alsó határát jelentő értékek között mutatkozik. Miután e szórás a magasabb értékeknél + 10%, az alacsonyabb szilárdságoknál pedig növekszik, ezért kisebb szilárdságú betonoknál, ha a 137 kgcm energiával ütő orsónyomok $\varnothing$ 10,9 mm-t meghaladják, át kell térni a félütésre, vagyis vagy a 137-es orsóval 0,5 m magasról ejtünk, vagy a 68,5-es orsóval 1 m magasról; ezesetben a 2. táblázat 3., 4. rovata ismét finom lépcsőben adja az értékeket. Egyébként minden orsóhoz használati utasítás és a szükséges táblázat mellékelve van.

A betonvizsgáló ejtőorsó-készülék elterjedését a magas- és mélyépítés szélesebb területén éppen az egyszerű kezelhetősége, megbízhatósága, csekély súlya teszi indokoltá. Az alacsony beszerzési ára* lehetővé teszi, hogy a legkisebb vállalat

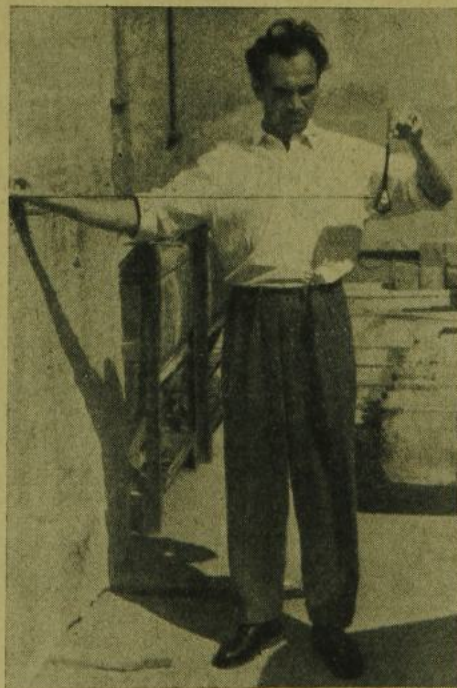


3. ábra

minden egyes munkahelye el legyen látva ily készülékkel, mert ez biztosítja a munkák minőségét.

Betonépítmények vizsgálatán kívül az ejtőorsó még a következő vizsgálatok elvégzésére alkalmas.

a) *Anyagok, gyártmányok minőségi vizsgálata az átvételkor, helyszíni tájékoztató szilárdsági vizsgálatok. Pl.:*



4. ábra

* A betonvizsgáló készülék megrendelhető az É. M. 42. sz. Építőipari V.-nál (Bp. X. Gergely u. 8.), az alábbi egységárakon az összeg előzetes beküldése mellett: 50-es jelű 58,00 Ft/db, 68,5-ös jelű 71,00 Ft/db, 137-es jelű 84,00 Ft/db.

kerámiai égetett anyagok (összes téglák bélés-
testek stb.),
mészhomoktégla,
előregyártott beton-, vasbetoncikkek,
különböző anyagokból előregyártott cikkek
(pernyebeton stb.) vizsgálatai.

b) *Valamely új anyagnak a szokványos anyag-
gal való összehasonlító vizsgálata. Pl.:*

osztrák, lengyel, cseh és egyéb származású
magnezit összehasonlító vizsgálata,

különböző gipszek, vágott gipszek és ezekből
gyártott áruk szilárdságainak összehasonlító vizs-
gálata, általában különböző kötő- és adalék-
anyagokkal készített szerkezetek gyors és házilag
elvégezhető vizsgálatai.

c) *Öntött burkolatok helyszíni vizsgálata. Pl.:*
simított betonburkolat,
terazzo burkolat,
vasszilikát betonburkolat (acélbeton),
magnezitpadló vizsgálata.

d) *Összes falazó és vakoló habarcsok helyszíni
vizsgálatai.*

e) *Természetes kőek, fémek és műanyagok
tájékoztató keménységi vizsgálata, melyeken a szük-
séges ütőmunkával az ütő orsó mérhető nyomot
hagy, s melyeket egyébként Brinell szerint kellene
megvizsgálni.*

Természetesen, ezeknél a vizsgálatoknál, bár-
melyik orsót alkalmazzuk is, az ütőenergiát
úgy kell megválasztani, hogy a nyomátmérők
szórási határai még elfogadhatók legyenek.

A törési elmélet alkalmazása többtámaszú tartókra és keretekre

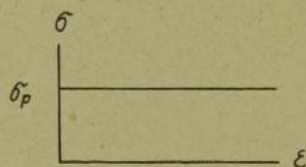
SZMODITS KÁZMÉR

Egy szerkezet rugalmasságtan szerinti méretezése,
mint ismeretes, abból áll, hogy meghatározzuk az adott
teher hatására a szerkezetben fellépő belső erőket és a
szerkezet alakváltozását, és a szerkezetet megfelelően
minősítjük akkor, ha az így megállapított feszültségek
egy megengedett feszültségértéket, az alakváltozások
pedig egy megengedett alakváltozási mértéket nem
lépnek túl.

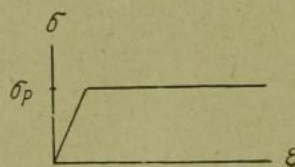
Ez a klasszikusnak nevezhető méretezési eljárás
feltételezi, hogy a szerkezet anyaga tökéletesen rugal-
mas és a szilárdsági vizsgálatnál csak a rugalmas
határon belüli igénybevételeket enged meg. Ez az el-
járás, mint ismeretes, általában nem alkalmas a szer-
kezet biztonsági mértékének meghatározására, ahol
biztonsági mértéknek azt a számot tekintjük, mellyel
ha az adott terhet megszorozzuk, a szerkezet tönkre-
menetelét okozó terhet kapjuk. A klasszikus eljárás a
biztonság mértékének meghatározására azért nem
alkalmas, mert a törés közelében a szerkezetben fellépő
plasztikus alakváltozások folytán a belső erőnek egy
olyan átrendeződése következik be, mely a rugalmas
alapon számított belső erőket lényeges mértékben
módosítja. Ezért a rugalmasságtan alapján számított
belső erők a törésre nem jellemzőek és a biztonság
mértékének meghatározására nem alkalmasak.

Szerkezetek biztonsági mértékét a plasztikus alak-
változásokat is figyelembe vevő teherbírásszámítással
határozzuk meg. Számítási egyszerűsége céljából a
teherbírásszámítás az anyagok szilárdsági tulajdon-
ságait idealizálja és ennek megfelelően a vizsgálatoknál
kétféle idealizált anyagú szerkezettel dolgozik. Ezek a
merev-plasztikus és ideális rugalmas-plasztikus anyagú
szerkezetek. A merev-plasztikus szerkezet olyan szer-
kezet, mely rugalmas alakváltozásokat nem végez,
az alakváltozások erő-nyúlásdiagrammja pedig egy
vízszintes egyenes, ami azt jelenti, hogy addig amíg az
erő egy bizonyos értéket nem ér el (folyási határ), alak-
változás nincs, ezután pedig az alakváltozás az erő
növekedése nélkül korlátlan mértékben növekedhet
(1. ábra). Ezzel szemben az ideális rugalmas-plasztikus
anyag a folyási határig ideálisan rugalmasan visel-
kedik és ezután az erő-nyúlásdiagramm ugyancsak egy
vízszintes egyenesbe megy át, vagyis a folyási határon
túl az adott erő növekedése nélkül az alakváltozás kor-
látlan mértékben növekedhet (2. ábra).

A teherbírásszámítás alkalmazása szükségessé teszi
a szerkezet tönkremenetelének definícióját. Egy szer-
kezet akkor tekinthető tönkrementnek, ha a követ-
kezőkben felsorolt négy feltétel közül legalább egy
feltétel teljesül.



1. ábra



2. ábra

1. A szerkezet rugalmas vagy rugalmas és plasztikus alakváltozásai túllépnek egy megengedett mér-
téket.

2. A szerkezetben fellépő plasztikus deformációk
miatt az kinematikusan labilis rendszerre vált.

3. A szerkezetre ható külső és belső erők vagy
csupán a külső erők egyensúlya labilissá vált.

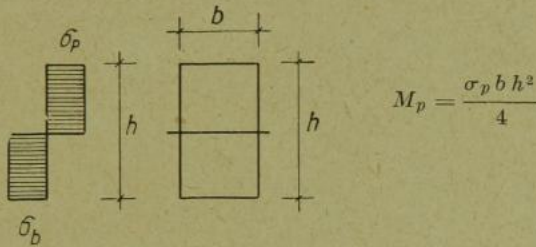
4. Változó teherrel terhelt szerkezeteknél a teher
olyan mértékű, hogy a teher változása folytán a szer-
kezet fokozatosan növekvő alakváltozásokkal járó
fokozatos plaszticizálódása következhet be.

A felsorolt négy követelmény közül csak a második,
harmadik és negyedik követelmény matematikailag
megfogalmazható objektív feltétel, az első követel-
mény szubjektív jellegű. Ugyancsak szubjektív jellegű
a biztonság megkövetelt mértéke, melyet az első fel-
tétel megengedhető alakváltozásaiával együtt nem a
természeti törvények, hanem szabályzati előírások
határoznak meg. Mivel e szabályzati előírások statisztika-
i, gazdaságossági és más objektív megfontolásokon
alapulnak, szubjektív jellegük ellenére exakt feltételek-
nek tekinthetők.

A következőkben a teherbírásszámítást statikailag
határozatlan rúdszerkezetekre alkalmazzuk. A vizsgá-
latnál az elemi hajlításelmélet felfogásának megfelelően,
a rudak keresztmetszeteiben ható axiális erők és hajlító-
nyomatékok okozta belső feszültségek megoszlását
lineárisan tételezzük fel. Feltételezzük továbbá, hogy
a szerkezet anyaga merev-plasztikus, vagyis a rugalmas
alakváltozások a plasztikus alakváltozásokhoz képest

elhanyagolhatók. A rugalmas alakváltozások merev-plasztikus anyagok erő-nyúlás vagy az ehhez hasonló nyomaték-görbület diagramja szerint egy adott értékű M_p értéknél, mely a teljes keresztmetszet plasticizálódását okozza, korlátlan mértékű görbület állhat elő, miközben az M_p nyomaték változatlan marad. Az M_p nyomatéknál többet tehát a keresztmetszet nem bír el, vagy más szóval az M_p nyomaték a keresztmetszet nyomatékbitásának felső határa. Egy olyan keresztmetszet tehát, ahol a nyomaték eléri M_p értékét, további nyomatékot nem képes felvenni és így úgy viselkedik a további teherrel szemben, mintha az M_p helyén egy csukló lenne és ezért a tartó azon pontjait, ahol az az M_p nyomatékok hatására folyási állapotba kerül, plasztikus csuklóknak nevezik. Természetesen olyan helyen, ahol a nyomaték nem élesen kiugró értékű, mint pl. állandó teherrel terhelt tartó nyílásának közepén, a plasztikus csukló helyett egy olyan tartószakasz alakul ki, mely részben rugalmasan, részben plasztikusan dolgozik és így e szakasz végkeresztmetszetei egymáshoz képest jelentős elfordulást végeznek. Közelítőleg egy ilyen szakaszt a szakasz középpontjára képzel plasztikus csuklóval helyettesítünk.

A plasztikus csukló helyén a feszültségmegoszlást a 3. ábra tünteti fel, ahol σ_p a folyási feszültség és a csuklóban fellépő maximális nyomaték



3. ábra

Abban az esetben, ha az M nyomatékon kívül még egy N központos erő is hat, a 4. ábrán látható feszültségi ábra jön létre.

$$M = \sigma_p b a (h - a)$$

$$N = \sigma_p b (h - 2a)$$

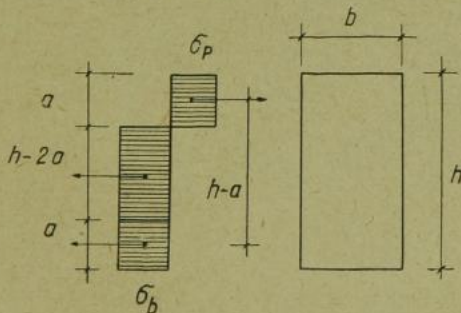
Ha bevezetjük a következő jelöléseket:

$$M_p = \frac{\sigma_p b h^2}{4}$$

és

$$N_p = \sigma_p b h$$

$$M = 4 M_p \left(\frac{a}{h} - \frac{a^2}{h^2} \right); \quad N = N_p \left(1 - 2 \frac{a}{h} \right)$$



4. ábra

Mivel a teher arányos növelésével az egyes keresztmetszetekben ható nyomatékok és központos erők hányadosa állandó, vagyis N -et

$$N = \mu M$$

a folyási feltételbe helyettesítve és az M -re megoldva kapjuk

$$M = M_p \frac{\sqrt{1 + 4 \mu^2 \xi^2} - 1}{2 \mu^2 \xi^2} \quad \text{ahol } \xi = \frac{M_p}{N_p}$$

Mivel M az a nyomaték, amely a hozzá tartozó N erővel együtt a keresztmetszet plasticizálódását okozza, a központosan nyomott keresztmetszetben M -nél nagyobb nyomaték nem léphet fel. Ha

$$N_p = 0, \quad M = M_p$$

Az N erő plasticizáló hatása M hatásához képest általában csekély és így azt a gyakorlatban legtöbbször elhanyagoljuk.

A közölt képletek izotrop anyagú, téglalap keresztmetszetű szerkezetekre vonatkoznak. Vasbetontartók esetén az M_p törőnyomaték megállapítása az „n”-mentes méretező eljárás szerint történik.

A plasztikus csuklók kialakulása a következőképpen történik. Képzeljünk egy rúdszerkezet, egy C állandóval szorzott adott függvény szerint megoszló és C -vel jellemzett intenzitásában fokozatosan növekedő ún. arányos erőrendszerrel való terhelését, mely művelet során kezdetben a szerkezet tisztán rugalmasan viselkedik, de miután az egyes maximális nyomatékok helyén a nyomatékok fokozatosan elérték M_p értékét, e helyeken plasztikus csuklók alakulnak ki. Ha az így kialakult rendszer a rugalmas csuklók számának növekedésével végül is kinematikusan labilissá válik és a törés bekövetkezik, mint pl. kéttámaszú tartó esetén, melynek közepén kialakuló rugalmas csukló a tartó törését vonja maga után. Ha ellenben a tartó statikailag sokszorososan határozatlan, egyes rugalmas csuklók kialakulása a statikai határozatlanság mértékét csökkenti ugyan, de a törés csak akkor következik be, ha az egyre növekvő teher hatására kialakult rugalmas csuklók száma elegendő ahhoz, hogy a szerkezet kinematikusan labilis rendszerré váljék. Elvileg a leírt megfontolás, mely a terhelés fokozatos növekedéséből és a sorozatosan kialakuló plasztikus csuklók figyelembevételéből áll, alkalmas lenne a rúdszerkek teherbírásiának megállapítására. Ez az eljárás azonban igen hosszadalmas és olyan közbeeső lépéseket is tartalmaz, melyek a keresett végső labilis állapot szempontjából érdektelenek. Ezért egyszerűsítés céljából a végső labilis állapotból indulunk ki és azt a teherintenzitást keressük, mely ezen állapotot létrehozza. Ebben a megfogalmazásban a feladat nem egyértelmű, mert a kialakuló rugalmas csuklók helye határozatlan és így végtelen sok kinematikusan labilis rendszer vehető fel. A plasztikus csuklók kialakulásának helyét részben korlátozza az a körülmény, hogy azok csak a maximális nyomatékok helyén jöhetnek létre, így támaszok felett, koncentrált erők alatt, csupán végnyomatékokkal terhelt rudak esetén pedig csak a támaszoknál. Egyenletesen megoszló teher esetén, ha a rúdra ható végnyomatékok ismeretlenek, a maximális nyomatékok helye is ismeretlen és így a plasztikus csukló helye előre nem becsülhető meg. Ezen esetben a plasztikus csuklót közelítőleg a nyílás közepén vehetjük fel. Mivel az így megállapított lehetséges plasztikus csuklók száma általában több, mint az a labilis kinematikus rendszer kialakulásához szükséges, e pontok körül csak egyes pontokban keletkeznek plasztikus csuklók. E pontok meghatározása a következő plasticitástani tételek alapján történik.

1. Egy merev-plasztikus testben nem léphetnek fel plasztikus alakváltozások olyan teher hatására, melyre megadható egy e teherrel egyensúlyt tartó és a rugalmas határon belül maradó feszültségrendszer.

2. Egy merev-plasztikus testben plasztikus alakváltozásoknak fel kell lépni olyan teher hatására, melyhez egy kinematikusan labilis — vagyis munka nélkül tovább deformálható — alakváltozásrendszer rendelhető.

$\frac{a}{h}$ kiküszöbölésével a következő folyási feltételt kapjuk

$$\frac{M}{M_p} + \left(\frac{N}{N_p} \right)^2 - 1 = 0,$$

vagyis a keresztmetszetben akkor alakul ki plasztikus csukló, ha M és N kielégíti a fenti folyási feltételt.

A fenti tételek segítségével nemcsak rúdszerkezet, hanem bármilyen más merev-plasztikusnak tekinthető héj- vagy lemezszerkezet törési terhének egy első, ill. egy felső korlátja meghatározható az első, ill. második tétel szerint felvett belső feszültséghez tartozó teher megállapításával. Abban az esetben, ha a törési alakot jellemző paraméterek száma véges és így az összes lehetséges törési alakoknak megfelelő terhek meghatározhatók, ezek közül a legkisebb a törőteher legkisebb felső korlátja. Mivel rúdszerkezetek esetén a plasztikus csuklók lehetséges helye a fentiek szerint előre ismert, ezek variálásával előállítható végesszámú kinematikusan labilis rendszerhez tartozó törőterhek könnyen meghatározhatók. Ezek szerint a valóban fellépő törőteher a legkisebb az így nyert törőterhek között, és az ehhez tartozó törési alak a valóban előálló törési alak lesz. E teherhez tartozó plasztikus csuklórendszer meghatározására általános érvényű és gépiesen alkalmazható eljárás nem adható, de ez nem is szükséges, mert a gyakorlatban előforduló keretalakoknál e rendszer egyszerű szabályok segítségével könnyen felvehető, és vitás esetekben az egyes rendszerekhez tartozó törőterhek értéke könnyen kiszámítható.

A minimális törőteherhez tartozó kinematikusan labilis rendszer plasztikus csuklóinak meghatározása után a plasztikus csuklóban felvesszük az M_p nyomatékokat, a többi hiányzó nyomatékok pedig az egyensúlyi feltételekből határozunk meg. Ezen egyensúlyi feltételek szerint a keretcsomópontokra ható végnyomatékok és a szabadon kilendülő keretrudakra ható axiális erők egyensúlyban lévő erőrendszert képeznek. A számítás során tehát az alakváltozási feltételeket nem vesszük figyelembe, hanem kizárólag egyensúlyi követelményeket elégtünk ki. Az így nyert nyomatékok meghatározása után felrajzolt nyomatéki ábrához tartozó teher éppen a keresett törőteher. Ezt az egyensúlyi követelmények teljesítésével járó számítást célszerű a virtuális elmozdulások elvének alkalmazásával elvégezni, vagyis úgy, hogy feltételezzük a kinematikailag labilis rendszernek a folytonossági és geometriai követelményekkel összhangban álló, a plasztikus csuklókkal kapcsoló végpontok elfordulásával járó alakváltozását. Mivel a külső terhet a belső erők kiegyensúlyozzák, e mozgás során végzett külső és belső munka egyenlő, mely egyenletet felírva a teher és a törőnyomatékok között kapunk összefüggést, melyből az alakváltozás mértékét jellemző eltolódási paraméter kiesik, és így abból a törőteher M_p függvényében kifejezhető. Mivel a törőteher mint egy adott arányos teherrendszer intenzitását definiáltuk, mely egyetlen c növelő szorzóval megadható, és mivel az egyes plasztikus csuklóban fellépő, a megfelelő rúdkeresztmetszetek teherbírástól függő különböző M_p nyomatékok egymáshoz közti aránya ismert, a törőteher értéke bármely tetszős szerint választott csomópont M_p nyomatékának függvényében meghatározható.

A minimális törőteheret biztosító rugalmas csuklórendszer kijelölése a következő szabályok szerint történik. Rudakból képezett, zárt sokszögeket nem tartalmazó ún. nyílt keretek esetén a kinematikai labilitás feltétele, hogy minden végén megtámasztott szomszédos oszlopokból és azokat összekötő gerendákból álló nyílás legalább négy nem egy egyenesre eső, vagy három egy egyenesre eső csuklót tartalmazzon. Ha az oszlopok végeiken csuklós megtámasztásúak, ezeken kívül csupán két plasztikus csukló szükséges, míg végein befogott oszlopú nyílásoknál ugyancsak négy nem egy egyenesre eső, vagy három egy egyenesre eső plasztikus csukló teszi a nyílás egyensúlyát labilissá. Zárt keretek esetén a keret egy zárt sokszögének labilissá válásához ugyancsak négy plasztikus csukló kialakulására van szükség. Szomszédos nyílások vagy rúdsokszögek közös oldalaira eső plasztikus csuklók mindkét nyílás vagy sokszög labilis egyensúlyához egyformán hozzájárulnak. A labilis egyensúly létrejöttéhez szükséges csuklók számán kívül több plasztikus csukló nem jöhet létre. Ezek helyét a fentiek szerint a minimális törőteher biztosításának követelménye alapján úgy választjuk ki, hogy a virtuális elmozdulások elvének alkalmazása során felírt külső és belső munka egyenlőségében a belső munka lehetőleg kicsiny legyen, mert így a törőteherre megoldott

egyenlet is kis törőterhet szolgáltat. Mivel a belső munka az M_p nyomatékok és a plasztikus csuklóban találkozó rúdvégék előfordulásának sorozata, ennek értéke akkor minimális, ha a legkisebb M_p értékkel rendelkező plasztikus csuklóban engedünk meg végeláfordulásokat és a törési alakot úgy vesszük fel, hogy ezen elfordulások viszonylag minimálisak legyenek. Végpontjain csuklósan megtámasztott oszlopok esetén olyan törési alakot kell felvenni, melynél a támaszcsuklók körül az oszlopok elfordulnak, vagyis a keretgerenda kilendül, mert így kevesebb plasztikus csukló kialakulását kell feltételezni, ami szintén a belső munka csökkentésével jár. A törési alak felvétele és az ehhez tartozó törőteher minimumának igazolása után az egyensúlyi feltételek fenti követelményeit kifejező egyenletekből meghatározzuk a plasztikus csuklókat nem tartalmazó rúdvégék nyomatékait.

A leírt eljárás keretszerkezetekre vonatkozik. Többtámaszú tartók esetén az eljárás jóval egyszerűbbé válik, mert itt az egyensúlyi feltételek a jobb- és baloldali támaszponti nyomatékok egyenlőségének biztosításával könnyen teljesíthetők, továbbá a plasztikus csuklók kialakulása, a fenti minimálkövetelmény kielégítésétől függetlenül bekövetkezik. Ugyanis a többtámaszú tartó egyes nyílásainak kinematikusan labilis egyensúlya csak úgy lehetséges, ha a támaszok felett és a nyílások közepén, vagyis nyílásonként összesen három plasztikus csukló alakul ki. A nyílásban létrejövő plasztikus csuklók helye a maximális nyomaték helyén van. Ez másszóval azt jelenti, hogy a többtámaszú tartó törésre való méretezése úgy történhet, hogy az egyes kéttámaszú nyílások nyomatéki ábráinak felrajzolása után a nyomatéki záróoldalt tetszős szerint behúzzuk és a tartót az így nyert nyomatékok ábrájára méretezzük. Mivel keretekenél, mind többtámaszú tartónál a plasztikus csukló kialakulása a plasztikus alakváltozások fellépése után jön létre, kívánatos a tartót úgy méretezni, hogy a plasztikus alakváltozások lehetőleg a támaszoknál, a negatív nyomatékok helyén keletkezzenek és a nyílásközben kialakult plasztikus csukló helyén ható nyomaték a törőtehernél érje el az M_p értéket. Ezzel ugyanis elejét vesszük annak, hogy a nyílás közepén széles szakaszon keletkezett plasztikus alakváltozás, még a törés előtt, a tartó nyomott résének kihajlását okozza. E káros jelenség tehát úgy kerülhető el, ha a záróoldal eltolással nyert nyomatéki ábra a rugalmas számítással kiadódó negatív nyomatékoknál kisebb és pozitív nyomatékoknál nagyobb nyomatékokat tartalmaz. Ugyanez az elv vonatkozik a keretszerkezetek vizsgálatára is. Ezt az eljárást az a körülmény is indokolja, hogy a nyílás közepén esetleg már a használati teher alatti plasztikus alakváltozások alulról látható repedéseket okoznak, míg a támasz feletti plasztikus alakváltozások okozta repedések kevésbé feltűnőek.

A leírt eljárás csak abban az esetben használható, ha a szerkezet csak egyféle arányos terhet kap és nincs változó teherhatásoknak kitéve. Ez az eset a gyakorlatban majdnem sohasem fordul elő, mert csak a szerkezet önsúlya állandó, a használati teher pedig változó. A rugalmas alapon való méretezés e körülményt úgy veszi figyelembe, hogy az összes lehetséges teherkombinációk figyelembevételével meghatározza a maximális nyomatékok ábráját és a tartót ezen ábra nyomatékaira méretezi. A változó teher hatása a plasztikus alakváltozásokra a következő módon hat ki:

Vegyünk fel példaképpen két egyenlő nyílású, vagyis háromtámaszú tartót, melynek terhe a nyílások közepén ható P koncentrált erő. Mivel rugalmas állapotban a maximális nyomaték a támasz felett lép fel, ha a terhet fokozatosan növeljük, az első plasztikus csukló a támasz felett alakul ki. Ha ezután a terhet még tovább növeljük, amíg a nyílás közepén fellépő nyomaték eléri az M_p értéket, utána pedig a terhelést megszüntetjük, mire a támaszpont felett előálló maradó alakváltozás következtében a tartó, ha nincs a támaszhoz lehorgonyozva, a támaszról felemelkedik és egy feszültségmentes törtvonal alakú deformált alak jön létre. Lehorgonyzás esetén a tartó egyenes marad, és a tartóban a lehorgonyzó erő által okozott nyomatékok lépnek fel. Ha ezután csupán a tartó egyik nyílását ter-

heljük P koncentrált erővel, a támaszponti nyomaték kisebb, a nyílás közepén kialakult nyomaték pedig nagyobb lesz, mint az előző esetben és így a terhelés növelésével az első plastikus csukló a nyílás közepén alakul ki. Ugyancsak növeljük a terhet addig, amíg a támaszponti nyomaték is eléri M_p értékét és utána a terhelést szüntessük meg. Végezzük el ugyanezt a műveletet a második műveletnél terheletlen nyílással is. E három művelet eredménye az lesz, hogy a kétnyílású tartó középső támaszpontján és a nyílások közepén olyan maradó alakváltozások alakulnak ki, melyek következtében a kezdetben egyenes tartó a nyílások közepén és a támasz felett megtört törtvonalba megy át. Ez az alakváltozás a középső támaszpont lehoronyzása nélkül, vagyis belső erők nélkül is fenntartható. Ha az így deformált tartó a fenti három teherlépcsőhöz hasonló terheket kap, e terhekkel szemben mint maradó alakváltozásokat nem szenvedett tartó viselkedik, minek következtében az előző teherlépcsőnél kialakult alakváltozások a második teherlépcső hatására megkétszereződnek. Ily módon a tartó az ismétlődő terhelések hatására fokozatosan plastificizálódik és ennek következtében az alakváltozások meg nem engedett mértékekké válnak.

Változó terhelés esetén a méretezés feladata változó teher azon intenzitásának megállapítása, melynél a fentiekben leírt fokozódó plastificizálódásnak nevezhető jelenség nem léphet fel.

Ekkor a méretezést úgy végezzük, hogy a lehetséges plastikus csuklók helyein csak olyan mértékű plastikus alakváltozást engedünk meg, hogy az ezek hatására kialakult nyomatéki ábrának és a rugalmas alapon számított maximális nyomatéki ábrának összegezésével előállított ábra maximális ordinátái egy helyen se lépjenek túl M_p értékét. Ha így járunk el, a plastikus alakváltozások kialakulása után bármilyen részleges (veszélyes) teher esetén a keletkező nyomatékok csak a teher legnagyobb értékénél érik el M_p értékét és így további maradó alakváltozások nem léphetnek fel. Ezzel az eljárással nem törésre méretezünk, mert a kialakult plastikus csuklók száma nem elegendő ahhoz, hogy a szerkezet kinematikusan labilissá váljon.

A fokozódó plastificizálódás kísérleti előállításán igen nehéz, és ezért valószínű, hogy a gyakorlatban is csak igen kedvezőtlen körülmények együttes előfordulása esetén lép fel, és ezért az erre való méretezésnél a biztonsági tényező a szokásos biztonsági tényezőnél kisebbre vehető.

A tervezésnél felvett plastikus alakváltozások fellépése a szerkezetnek az adott teherhez való alkalmazkodását képezi (angolul: shake down), mely alakváltozások helyes tervezés esetén a terhek változása folytán nem növekedhetnek.

Az eljárás során a felvett plastikus alakváltozások, illetve ezek nyomatéki ábrája az egyensúlyi feltételek kielégítése mellett önkényesen vehető fel, és így mód nyílik arra, hogy megfelelő felvétellel a tervezés egyes formái vagy gazdaságossági igényét a nyújtott lehetőségeken belül kielégítsük. A feladat megoldása tehát nem egyértelmű, mert ugyanazon teherhez többféle nyomatéki ábra vehető fel, de a belső és külső erők egymáshoz rendelése egyértelművé válik, ha az egyes keresztmetszeteket a felvett nyomatéki ábra alapján tervezzük meg. Ez a látszólagos többértelműség a rugalmas szerkezetek méretezésénél is előáll, ahol az egyes rudak merevségi viszonyai szintén kihatnak a nyomatékok értékeire és így önkényesen felvett nyomatékokhoz csak megfelelő merevségű rudak rendelhetők.

Változó teherrel terhelt rúdszerkezetek esetén tehát nem beszélhetünk törési biztonságról olyan értelemben, mint állandó teherrel terhelt rúdszerkezeteknél, ahol törésen azt az állapotot értettük, amikor a rugalmas csukló kialakulása folytán a szerkezet kinematikusan labilissá vált. Az egységesség kedvéért azonban itt is megtartjuk a törési biztonság fogalmát, törésen azonban a fokozatos plastificizálódás kialakulásának lehetőségét értjük.

Fokozódó plastificizálódásnak ellenálló rúdszerkezetnél a változó terhek maximális nyomatéki ábrájának felvehető egy olyan záróoldala, hogy az ezzel

kialakult nyomatéki ábra maximális nyomatékaira a megfelelő tartókeresztmetszetek azonos biztonsággal megfeleljenek. Ekkor az egyes keresztmetszetek biztonsági tényezője a keresztmetszet törőnyomatékának és a keresztmetszetre ható nyomaték hányadosa és a szerkezet biztonsága azonos az egyes keresztmetszetek biztonsági mértékével. Ha e feltételnek megfelelő záróoldal nem vehető fel a szerkezet a fokozódó plastificizálódásnak nem áll ellen.

Ha a szerkezetet úgy tervezzük meg, hogy nem veszünk fel maradó alakváltozásokat, vagyis a rugalmasságtan szerint számított maximális nyomatékok ábrájának nyomatékaira méretezünk, a biztonsági mérték fenti definíciója nem változik.

Amennyiben a maradó alakváltozásokat megengedünk, célszerű azok mértékét úgy megválasztani, hogy a használati teher alatti szerkezet feszültségei a rugalmas határon belül maradjanak, vagyis a nyomaték záróoldalát kívánatos úgy felvenni, hogy a kiadódó maximális nyomatékokra méretezett keresztmetszetek a rugalmas elmélettel nyert maximális nyomatékok esetén se kerüljenek plastikus állapotba. E szabály betartása azzal az előnnyel jár, hogy a szerkezet alakváltozása kisebb lesz, mintha maradó alakváltozásokat is megengedünk.

Amennyiben megengedünk plastikus alakváltozásokat, a nyomatéki záróoldalt úgy vesszük fel, hogy azokat a nyomatékokat, melyekhez tartozó keresztmetszetek teherbírásának a méretek változtatásával vagy a vasalás növelésével való fokozása formai okokból nem kívánatos, vagy gazdasági szempontból hátrányos, a nyomatéki ábra záróoldalának eltolásával csökkentjük. Természetesen a maradó alakváltozások nyomatéki ábrája tartozik kielégíteni az egyensúlyi feltételeket és az előzőekben közölt szabály szerint úgy kell felvenni, hogy maradó alakváltozás csak a támaszokon jöjjön létre.

Célszerűségi okokból az eljárás során nem a törőteherrel, illetve a törőnyomatékkal, hanem a megfelelő növelő tényezőkkel szorzott teherrel, illetve a határnyomatékkal számolunk. Ily módon a szabályzati előírásoknak megfelelő biztonsági mértéket vesszük figyelembe.

Példák:

1. Határozzuk meg az 1/a ábrán feltüntetett P koncentrált erővel terhelt keret törőterhét. A törési alakot az 1/b ábra tünteti fel.

A külső munka:

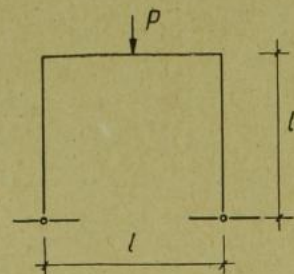
$$L_k = \frac{\Delta P}{2}$$

A belső munka:

$$L_b = 4 \frac{\Delta}{l} M_p$$

Ebből:

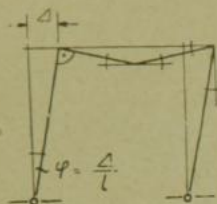
$$P = \frac{8 M_p}{l} \quad \text{és} \quad M_p = \frac{Pl}{8}$$



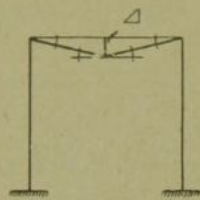
1/a. ábra

Ha a keresztoszlopok lent befogottak a minimális P erőhöz tartozó törési alakot az 1/c ábra tünteti fel. A belső és külső munka egyenlősége

$$P \Delta = 4 \frac{2 \Delta}{l} M_p,$$



1/b. ábra



1/c. ábra

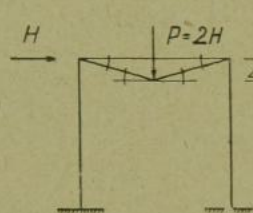
melyből

$$P = \frac{8 M_p}{l}$$

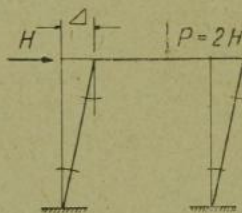
és így

$$M_p = \frac{P l}{8}$$

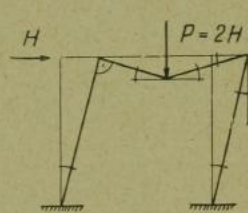
A nyert eredményekből kitűnik, hogy a vizsgált csuklós és befogott keretek teherbírása azonos.



2/a. ábra



2/b. ábra



2/c. ábra

2. Határozzuk meg a 2. ábrán feltüntetett, a nyílásban P koncentrált erővel, valamint H vízszintes oldal-erővel terhelt keret törőterhét.

A 2/a, 2/b és 2/c ábrák a lehetséges törésképet tüntetik fel. E három esetben a külső és belső munkák egyenlősége:

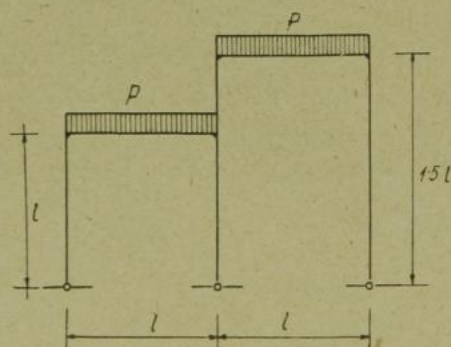
$$a) P \Delta = 4 \frac{2 \Delta}{l} M_p \quad P = \frac{8}{l} M_p \quad M_p = \frac{P l}{8}$$

$$b) \frac{P}{2} \Delta = 4 \frac{2 \Delta}{l} M_p \quad P = \frac{16}{l} M_p \quad M_p = \frac{P l}{16}$$

$$c) \frac{P}{2} \Delta + \frac{P \Delta}{2} = \frac{6 \Delta}{l} M_p \quad P = \frac{6}{l} M_p \quad M_p = \frac{P l}{6}$$

Mivel P a harmadik esetben minimális, a törőerő

$$P = \frac{6}{l} M_p$$



3/a. ábra

3. Határozzuk meg a 3/a ábrán feltüntetett két-nyílású keret p törőterhét. A minimális törőteherhez a 3/b ábra törési alakja tartozik. A külső és belső munka egyenlősége:

$$2 p l \frac{\Delta}{2} = 8 \frac{2 \Delta}{l} M_p$$

$$p = 16 \frac{M_p}{l^2}; \quad M_p = \frac{p l^2}{16}$$

Az 5 és 2 pontokban fellépő, a M_p nyomatékokat tartalmazó 3/c ábra szerint,

$$M_2 = M_5 = \frac{P l}{2} - 3 M_p$$

Az ismeretlen M_{35} és M_{34} nyomatékokat a 2—3 rúd és 3 csomópont következő egyensúlyi feltételeiből számítjuk:

$$\frac{M_2}{l} + \frac{M_{34}}{l} - \frac{M_5 + M_{35}}{0,5 l} = 0$$

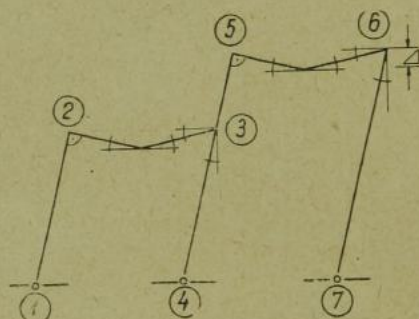
$$M_{34} + M_{35} + M_p = 0$$

A két egyenletből M_2 és M_5 előbb nyert értékének behelyettesítésével

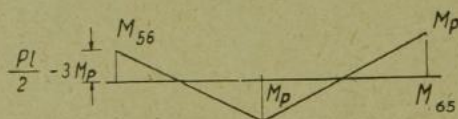
$$M_{35} = \frac{2}{3} M_p; \quad M_{34} = -\frac{5}{3} M_p + \frac{P l}{6}$$

4. Határozzuk meg a 4. ábrán feltüntetett egy-nyílású keret P törőterhét. Ebben az esetben célszerűbb

az egyensúlyi feltételeket a virtuális elmozdulások elveinek alkalmazása helyett közvetlenül felírni.



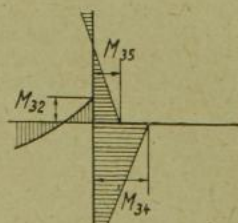
3/b. ábra



3/c. ábra

Vegyük fel a plasztikus csuklókat a P erő alatt és a 4 csomópontban, ahol ennek következtében az M_p törőnyomaték hat. E nyomatékokhoz tartozó az 1 és 5 pontban ható vízszintes erők

$$H = \frac{M_p}{\Delta}$$



3/d. ábra

és

$$H + P_H = \frac{M_p}{h} + P \cos \varphi,$$

melyből

$$M_2 = (H + P_H) h \text{ és } M_3 = (H + P_H) h_1$$

Mivel az előző példa szerint M_p szélső és M_p középső nyomaték esetén

$$M_3 = \frac{Pl}{2} - 3 M_p = \left(\frac{M_p}{h} + P \cos \varphi \right) h_1,$$

melyből a törőerő

$$P = \frac{\frac{l}{2} - h_1 \cos \varphi}{M_p \left(\frac{h_1}{h} + 3 \right)}$$

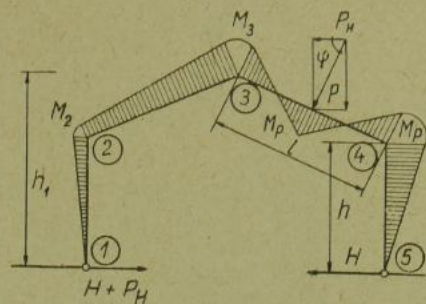
5. Méretezzük elvileg az 5. ábrán feltüntetett, változó teherrel terhelt keretet. A maximális nyomatékok ábrájának a támaszfeletti maximális nyomatékát a záróoldal eltolásával csökkentjük úgy, hogy a középső támasz feletti negatív nyomaték kívánt mértékben csökkenjen.

IRODALOM

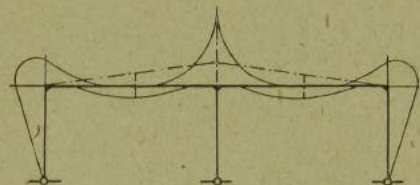
Dr. Kazinczy G.: Az anyagok képlékenységeinek jelentősége a szerkezetek teherbírása szempontjából. M. Tk. K. III. köt.

P. S. Symonds és B. C. Neal: Recent Progress in Plastic Methods of Structural Analysis. I. Franklin Inst. 252 (1951).

W. Prager: Probleme der Plastizitätstheorie. Birkhäuser Verlag. Basel. 1955.



4. ábra



5. ábra

Külföldi Szemle

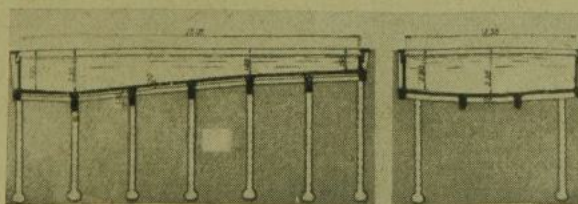
Sportuszoda feszítettbetonból

Nem véletlen, hogy a megépült nyitott vasbeton úszómedencék Magyarországon és külföldön is gyakran jelentkeznek nagyobb repedések. Még igen jó talajnál is nehezen lehet a repedések szélességét 0,2 mm-re korlátozni. Gyengébb talaj esetén az alapelveiben helyes vasbeton megoldásokat (magas gerendarács, három ponton támaszkodó szerkezet stb.) gazdasági okokból csak kivételes esetekben lehet megvalósítani.

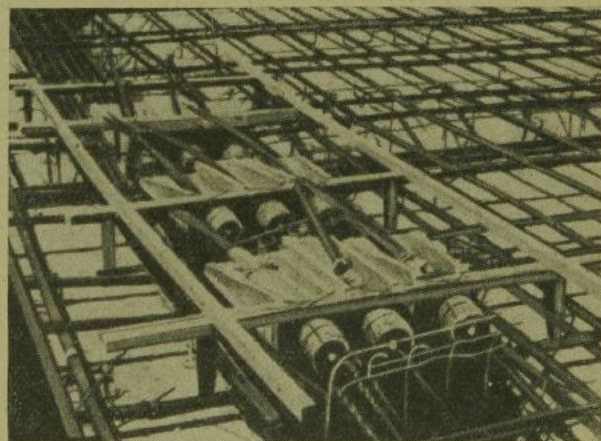
A feszítettbeton alkalmazása a négyszögalaprajzú medencéknél nem olyan gazdaságos, mint a köralaprajzúaknál. Ezzel magyarázható, hogy a sportuszodák feszített beton megoldására eddig kevés példa van.

A *La Technique des Travaux* c. folyóirat 1956. szeptember-októberi száma (303–306. p.) egy Braziliában épült feszítettbeton uszodáról számol be. A helyi körülmények miatt a vasbeton megoldás nem lett volna tartós. Nemcsak a talaj volt gyenge, hanem igen erősen agresszív külső talajvízzel is számolni kellett. Az alkalmazott feszített betonmegoldásnál a korróziót gátló szerkezetek elmaradásával gazdasági előny is mutatkozott.

A 25,0 m hosszú, 12,5 m széles uszoda hossz- és keresztmetszetét az 1. ábra tünteti fel. A medencét 14 db Franki-rendszerű fúrt cölöp hordja. Az átlagosan 7 m



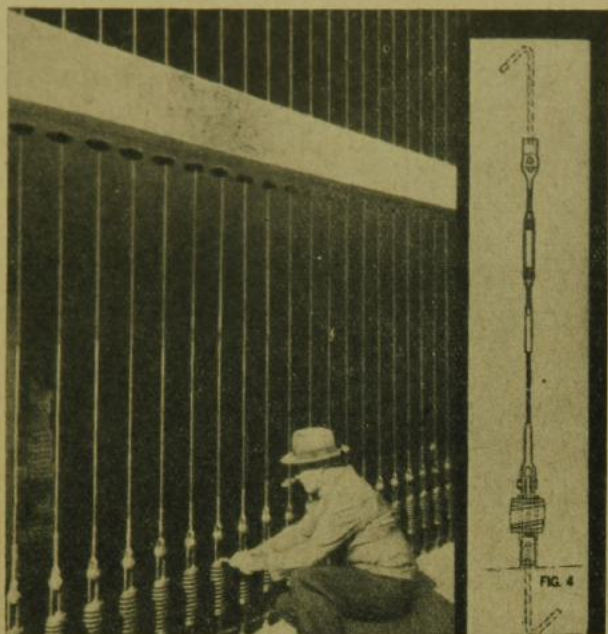
1. ábra



2. ábra

hosszú, 40 cm Ø-jű cölöpöket 65 tonnára méretezték. A talajvíz agresszivitására jellemző, hogy a talajvíz-szint süllyesztésnél a szűrőfejek vaslemezei egy hónap alatt kilyukadtak.

A medencefenék és oldalfal 20 cm vastag, a fenék gerendarácsa 0,50 × 1,20 m méretű gerendákból áll és a falak alatti szegélygerendák 0,50 × 0,65 m méretűek. Ezek a szerkezetek mind feszítettbetonból készültek. A feszítőkábelek egyenként 12 × 5 Ø mm-es nagyszilárdságú huzalból állnak, melyeket egy 15 mm Ø-ű spirál vas köré helyeztek el. A feszítést Freyssinet-rendszerű sajtókkal végezték. Az egyébként szokásos bádoghüvely és injektálás helyett a huzalokat különleges védőmázzal vonták be és a kábelre impregnált papírbevonatot helyeztek (2. ábra).



3. ábra

A szakcikkekben közölt adatokból kiszámítottam a medence alapterületének 1 m^2 -re jutó anyagszükségletét és ez a következő: $0,61 \text{ m}^3$ beton, $11,5 \text{ kg}$ betonacél, 27 kg feszítőkábel.

Garázsfallal helyett feszített kábel

A korszerű emeletes garázsokról érdekes cikk jelent meg a *Civil Engineering* (New York) 1955. augusztusi számában Metz: *Chicago parking garage features cable barrier* (a Chicago-i autógarázst kábel-védőfal jellemzi) címmel.

A szakcikk szerint Chicago autógépjárműforgalmának torlódásait az utcákon huzamosabb ideig parkoló személyautók is fokozták. A helyzet megjavítására 1955/56-ban 10 igen nagy garázst építenek és ezzel kb. 9300 személykocsit befogadásáról gondoskodnak.

Az egyik, kb. 720 autó befogadására épített garázst a szakcikk részletesebben ismerteti. A 14 emeletsoros, vasbetonvázás épület szélessége $12+6+12=30 \text{ m}$, hossza 45 m , magassága 45 m . Csak a két szélső traktusban vannak közbenső födégek. A 6 m széles, belülről üres középső traktusban a portáldarukra függesztett felvonókat helyezték el. Az érdekes emelőszerkezet az autók függőleges és vízszintes szállítását egyidejűleg végzi, egy percnél nem hosszabb menetidővel.

A garázs másik érdekessége az, hogy külső tömör határfalak helyett feszített acélkábeleket alkalmaztak. Tömör falnál a falnak szaladó autó még akkor is súlyosan megrongálódhat, ha nem üti át a falat. A szokásos belső, rugós lökhárítók alkalmazása helyett, itt magát a „fal”-at tették rugózóvá.

A falat helyettesítő, függőleges acélkábeleket az I. emelet és a legfelső emelet vasbeton födémeihez kapcsolták. A 20 cm -kénti távolságban elhelyezett, $\varnothing 9 \text{ mm}$ -es kábelek rozsdamentes nagyszilárdságú acélból készültek. A közbenső födémeknél előre bebetonozott csődarabok nyílásain megy át a kábel, tehát ezeken a helyeken csak vízszintes irányban van megtámasztva (3. ábra). A kábelek alsó végénél erős acélrugót, felső végénél pedig ellenmenetes csavarorsót alkalmaztak és ezek segítségével mindegyik kábelt 500 kg erővel feszítették meg. A feszítés célja, az elhelyezési pontatlanságból és hőmérsékletváltozásból származó kezdeti lazasság megszüntetése.

A gépkocsik maximális gyorsuló képessége, továbbá a felvonó- és a védőkábel legnagyobb távolsága alapján 16 km/óra ütköző sebességre méretezték a kábeleket. Az ütközéskor hét védőkábel ellenállásával számolva, egy kábelre 4500 kg húzóerő jutott.

A megsérült kábelek könnyen kicserélhetők. A szakcikk szerint az ismertetett megoldás nemcsak biztonságos, hanem gazdaságos is, mert a tömör falon és lökhárítókön kívül a szellőzőberendezés is feleslegessé vált.

*

A gorkijji előregyártott vasbeton kongresszus anyaga könyv alakban is megjelent.

Primenenie szbornükh szlezoobetonnükh konsztrukcij v promüslennom sztroitelsztve. (Az előregyártott vasbeton szerkezetek alkalmazása az ipari építkezésben.) Moszkva 1955. 188 p., 23 cm. (Iparterv könyvtára.)

A Szovjetunióban, Gorkijban 1954. május 8–12-ig tartott előregyártott vasbeton kongresszuson 250 mérnök és tudományos kutató vett részt. Az elhangzott 17 előadást tartalmazza a most megjelent könyv.

Az előadások az ipari épületekkel foglalkoztak és magyar vonatkozásban is időszerűek.

A földszintes ipari épületek, a nagypaneleli megoldások, a mezőgazdasági épületek előregyártása és az erőművek előregyártott szerkezetei külön-külön előadások tárgyai voltak. Az egyik előadás a két részből összeállított trapézalakú, feszített beton kiváltó gerendát ismerteti. Az üzemi előregyártás technológiájának javításával és az üzemi előregyártás minőségi ellenőrzésével egy-egy előadás foglalkozik.

Idaskin előadásában egy 1000 m^3 -es, előregyártott, utófeszített víztartály építése szerepel.

Akszelrod egy 250 m^3 -es, 16 m magas víztornyot ismertet, amelynél a hengeralakú, térbeli rácsos alátámasztó szerkezetet előregyártott háromszögalakú elemekből építették.

Korszerű vasbeton héjszerkezetek

Az első vasbeton héjszerkezetet Bauersfeld és Dischinger német mérnökök tervezték az 1923-ban épült berlini Zeiss—Planetarium részére. Finsterwalder 1930-ban ismertette a hajlított dongahéj rugalmasságtani elméletét. Azóta világszerte több ezer vasbeton héjszerkezet épült és a héjszerkezetek térhódítására jellemző, hogy a második világháború alatt egy angol cég Angliában több, mint 500 héjszerkezetet épített. Újabban a vasbeton héjszerkezetek fejlődésében az előregyártás, a feszített beton, a gördülőszaluzás, továbbá a függőhéjak alkalmazásával jelentkező figyelemreméltó eredmények. A fejlődést a könyvirodalom is igyekszik követni, és eddig több mint 20 könyv jelent meg a héjszerkezetekről magyar és idegen nyelveken. Azonban a bő könyvirodalomnak hiányossága, hogy kivitelezett szerkezetek rajzaiból és fényképeiből keveset közölnek.



1. ábra. Hajlított dongahéj, konzolos, négyoszlopos megoldással

Ezért figyelmet érdemel az *Architectural Forum* 1954. augusztusi száma, amely *Schell concrete today* (Korszerű héjszerkezetek) címmel (156—167 p, 54 á) fényképek és vázlatrajzok alapján megfelelő csoportosításban ismerteti a jelentősebb külföldi példákat. (KÖZTI Könyvtára.)

A szakcikk tárgyalja a *dongahéjak* különböző szerkezeti megoldásait. Nagyobb fesztávok esetén, Amrikában az alkotók mentén támaszkodó héjboltozatoknál szívesen alkalmaznak felfelé álló, merevítő bordákat, hogy gördülő állványt használhassanak. Az ismertetett példák között 80 m-es, gördülő állvánnyal megoldott héjboltozat is szerepel. Gyakran építenek kéttámaszú, mindkét végén konzolosan túlnyúló hajlított dongahéjat. Az 1. ábra négy oszloppal alátámasztott, konzolos dongasort mutat be. A szerkezet hossza az alkotó irányában 21,3 m, szélessége dongánként 4,70 m, a lemezvastagság 5 cm.

Amerikában családi házaknál is használnak dongahéjat (2. ábra). A vakuum-beton alkalmazása az elemek emelésénél is előnyt jelent.

A szakcikk bőven ismerteti *séd-tető* megoldásokat is. Egyik érdekes megoldásnál a séd-tető Z-alakú (3. ábra). A szerkezet kéttámaszú, de mindkét végén túlnyúló héjból áll. Az oszlopok távolsága 23 m, a konzolos kinyúlás 7 m, a lemezvastagság 10 cm.

Érdekesekek az *ernyő-alakú* héjak. Közülük az egyik négyzet alaprajzú, 10 m-es élhosszal (4. ábra). Az oldalfelezőkkel négy részre osztott héjelemek hiperbolikus-paraboloid alakúak. A szerkezet magassága 1 m, vastagsága 4 cm.

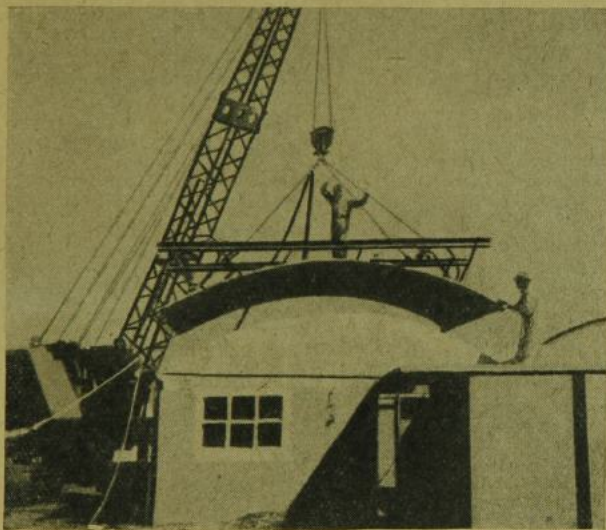
A szakcikk ismerteti a *konoid-alakú* héjakat is.



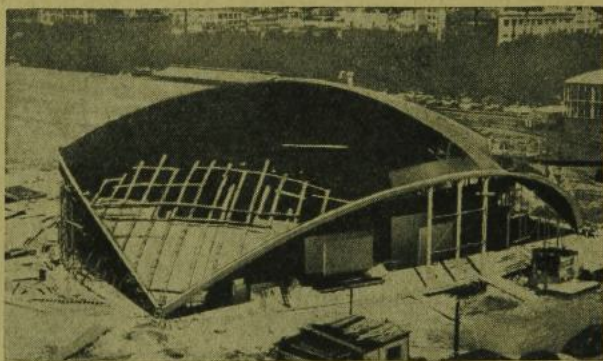
4. ábra. Esernyőalakú vasbeton héj, hiperbolikus-paraboloid felülettel



5. ábra. Konoid-alakú héjszerkezet



2. ábra. Előregyártott, vakuum-beton dongahéj alkalmazása, családi ház fedésére



6. ábra. 35 m nyílású, három ponton támaszkodó, gömbcikk-alakú héj



3. ábra. Z-alakú séd-tető, kéttámaszú, konzolos megoldással

Az egyik példában (5. ábra) a 15×10 m alaprajzi méretű *konoid-héj* vastagsága 3—10 cm.

A *gömb-alakú* héjboltozatoknál a korszerű megoldások az állványzat megtakarítását biztosítják. Ilyen korszerű megoldások: az *előregyártott* íves elemek, *körbenmozgó állványzat*, és — mint érdekesség — a fel-fűjt *gumiballon* alkalmazása. Utóbbi megoldás torkréthéjaknál alkalmazható, de csak 10 m átmérőig.

A cikkben szereplő egyik legérdekesebb megoldás — a *függ héjakon* kívül — a 3 ponton támaszkodó *gömbcikk-alakú* héj (6. ábra). A 35 m nyílású szerkezetnél a gömb sugara 34 m, a gömbháromszög pedig a teljes gömbfelület $1/8$ -ad része. A lemezvastagság 9 cm, azonban erre még 5 cm vastag üvegyapot hőszigetelés és 5 cm védőbeton is kerül.

A mindenképpen értékes cikk magyarázó szövege helyenként statikai szempontból nem eléggé szabatos. A szöveg szerint a vékony membránhéjak feszültségének túlnyomó része a vasbeton önsúlyból származik. A valóságban azonban az önsúlyból és esetleges teherből (hó stb.) származó feszültségek egyenlő nagyságrendűek is lehetnek.

Gnádig Béla

Adatok a világ építőiparáról

A világ cementtermelése

A cementipar az elmúlt 50 év alatt a világ egyik nagyiparává fejlődött, melynek szerepe az építőipar számára sok szempontból hasonlít ahhoz a szerephez, amelyet a gépipar számára a fémkohászat betölt. Fejlett ipar (és építőipar) bármely országban fejlett cementipar megteremtését követeli meg. A világ cementtermelésének fejlődése:

Év	Cementtermelés (millió tonnában)
1913	39,4
1920	32,3
1929	77,7
1938	86,7
1949	116,4
1950	132,3
1951	148,7
1952	158,8
1953	176,0
1954	189,5

A cementtermelés fajlagos mutatóját úgy kapjuk meg, hogy az egy lakosra jutó évi cementtermelés mennyiségét számítjuk ki. Világrészek szerint az 1954. évi cementtermelés az alábbiak szerint oszlott meg:

Világrész	Cement- termelés (millió to)	Lakosság (millió)	Fajlagos cement- termelés kg/lakos
Európa (az egész Szovjet- unióval)	100,7	646	156
Észak- és Dél-Amerika ..	59,1	350	169
Ázsia (Szovjetunió nél- kül)	20,3	1280	16
Afrika	7,1	210	34
Ausztrália	2,3	14	168
Az egész világ	189,5	2500	76

Néhány országra vonatkozó adatok alább következnek.

Ország	Cement- termelés (1000 to) 1954	Lakosság (millió) 1954	Fajlagos cementtermelés kg/lakos 1954	1955
Belgium	4 376	8 819	495	
Nyugatnémetország ..	16 276	49 516	328	375
Svédország	2 120	7 213	294	
USA	44 270	160 000	277	313
Dánia	1 164	4 405	264	
Franciaország	9 553	43 000	222	248
Finnország	932	4 190	222	
Anglia	10 240	50 784	202	248
Csehszlovákia	2 553	12 948	194	220
Olaszország	8 775	47 665	184	
Német Demokratikus Köztársaság	2 597	17 000	153	175
Lengyelország	3 431	26 750	128	140
Japán	10 640	88 000	121	118
Románia (1953. évi adatok)	1 896	17 300	110	119
Bulgária	793	7 350	108	121
Magyarország	947	9 690	98	120
Szovjetunió	19 243	216 000	89	
Jugoszlávia	1 393	17 288	81	
Törökország	22 949	703	31	
India	—	—	—	12

A táblázatban Magyarország elég hátul szerepel. Ezt az is okozza, hogy a fejletlen iparral rendelkező dél-európai, ázsiai, afrikai és egyéb országok közül csak

Jugoszlávia és Törökország adata került be a táblázatba. Természetesen elsősorban a fejlett cementiparral rendelkező országok adatai érdekesek a számunkra. Sok ország nagy erőfeszítést tesz cementtermelésének növelése érdekében. Magyarország kedvezőtlen helyzetét a táblázatban az is okozza, hogy 1954-ben Magyarországon az ipari termelés visszaesett az előző 1953. évihez képest. A magyar cementtermelés évenként az alábbiak szerint alakul (1000 to-ban):

1938. év	323
1948. év	328
1949. év	552
1950. év	797
1951. év	948
1952. év	1057
1953. év	1060
1954. év	947
1955. év	1175

A cementfogyasztás némely országban jelentősen eltér a cementtermeléstől. Belgium pl. cementet exportál és ezért fogyasztása kisebb, mint termelése. A világ fajlagosan legtöbb cementet fogyasztó országai (1955. évi adatok):

Svájc	336 kg/lakos
Nyugatnémetország	333 kg/lakos
Belgium	323 kg/lakos
USA	306 kg/lakos
Svédország	304 kg/lakos

A fogyasztás megoszlása építési ágak között országonként különböző. Nagy cementmennyiségek szükségesek a vízierőművek építéséhez.

Svájcban 1955-ben a teljes cementfogyasztás 21,4%-át, Spanyolországban 23%-át erőmű építéshez használták fel.

A Szovjetunió cementtermelésének fejlődését az alábbi számok mutatják:

Fajlagos cementtermelés 1913-ban	11 kg/lakos
Fajlagos cementtermelés 1937-ben	33 kg/lakos
Fajlagos cementtermelés 1950-ben	56 kg/lakos
Fajlagos cementtermelés 1955-ben	114 kg/lakos
Fajlagos cementtermelés 1960-ban (terv) ..	262 kg/lakos

A cementtermelés növekedési üteme az elmúlt öt év során nagyobb volt a Szovjetunióban, mint a fejlett iparú kapitalista országokban.

Az 1960. évi tervezett fajlagos cementtermelés megvalósításához a Szovjetunió cementtermelését az 1955. évi 22 millió tonnáról 1960-ra évi 55 millió tonnára kell növelni.

Világszerte növekszik a gyárak átlagos évi termelése is; a Szovjetunióban pl. az 1940. évi 126 000 tonnáról 1955-ig 300 000 tonnára.

Sebestyén Gyula

FORRÁSOK

Európai Gazdasági Bizottság jelentése az 1954. évi európai lakásépítésről.

Revue des Matériaux 1905—1955. évi jubileumi száma a cement-, mész és egyéb kötőanyagtermelés fejlődéséről.

Neue Zürcher Zeitung 1956. szeptember 16-i számában megjelent cikk a svájci cementiparról.

Zement—Kalk—Gips 1956. augusztusi számának közleménye a spanyol cementiparról.

Magyar Statisztikai Zsebkönyv. 1956.

L. Leontyev: A kapitalizmus egyenlőtlen fejlődésének fokozódása (Anyag- és Adatszolgáltatás, 1956. június.)

Andrzej Brzeski: Zestawienie wazniejszych wskazanikow planow wieloletnich w krajach socjalistycznych (Investyeje i Budownictwo, (1956, 11. sz.).

3. Логинов: Перспективы развития цементной промышленности СССР (Вопросы экономики, 1956., 11. sz.)

СОДЕРЖАНИЕ

Бэла Гнэдиг—Йозеф Тома : Сборный напряжённобетонный водоприёмник 1200 м³	1
Бэла Рузичка : Современный метод производства сборных элементов у многоярусных жилищных зданий	8
Дюла Бретз : О большеярусных пробных жилищных зданиях	31
Йозеф Руднаи—Шандор Яношкүти : Оценка работы опускания опрокидывателя в городе Рудабаня	32
Отрывки из строек 1956 года	34
Золтан Хармош—Дюла Шебештен : Чепельский и Татский одноэтажный жилой комплекс, строящийся из золowych бетонных филёнчатых зданий	43
Ласло Паулович : Структурная оценка Чепельской бумажнозаводской электроцентрали-противодавления	49
Дердь Габос—Мартон Варга : Причины усиленного износа будапештских зданий	54
Калман Хорват—Иштван Йоо : Большой силос, строящийся из сборных элементов	59
Лауреаты Кошутской премии	64
Эдз Вечей : Биологическая охрана бетона	65
Петер Пал Такач : Снова об ультракрасного лучистого отопления	71
Дердь Кунст : Ускорение затвердевания бетона со свободнопадающим шпинделем	77
Е. Криштофюли : Испытание бетона без разрушения падающими шпинделями	85
Казмер Смодитш : Употребление теории излома на многоопорные балки и рамки	88
Обзор заграничной литературы	93
Данные из строительной промышленности мира	96

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
B. Gnädig—J. Thoma : Vorgefertigter, gespannter Betonwasserbehälter mit 1200 m³ Inhalt	1
B. Ruzicska : Zeitgemässe Vorfertigungsweise von mehrgeschössigen Wohnbauten	8
Gy. Bretz : Mehrgeschössige Versuchswohnhäuser	31
J. Rudnai—S. Jánoskúti : Wertung der Absenkungsarbeiten der Wippvorrichtung in Rudabánya	32
Auswahl aus den Bauten 1956	34
Z. Harmos—Gy. Sebestyén : Die ebenerdige Wohnsiedlung in Csepel und Tát mit Häusern aus Aschenbetonplatten	43
L. Paulovits : Auswertung der Konstruktion des Gegendruck-Kraftwerkes der Csepeler Papierfabrik	49
Gy. Gabos—M. Varga : Ursachen der gesteigerten Veralterung der Budapester Gebäuden	54
K. Horváth—I. Joó : Grossilo aus vorgefertigten Bauelementen	59
Kossuth-Preisträger	64
E. Véssey : Biologischer Betonschutz	65
P. P. Takács : Wieder einmal über die Infrarot-Strahlenheizung	71
Gy. Kunszt : Beschleunigung der Verfestigung von Beton und schnelle Verdampfungstrocknung	77
E. Cristofoli : Zerstörungsfreie Betonprüfung mit einer Fallspindel	85
K. Szmodits : Anwendung der Bruchtheorie auf durchlaufende Träger und Rahmen	88
Auslandsrundschau	93
Zahlen über die Bauindustrie der Welt	96

TABLE DES MATIÈRES

	page
B. Gnädig—J. Thoma : Réservoir d'eau du béton préfabriqué et précontraint d'une capacité à 1200 m³	1
B. Ruzicska : Système moderne de préfabrication des immeubles de plusieurs étages	8
Gy. Bretz : Les immeubles expérimentaux de plusieurs étages	31
J. Rudnai—S. Jánoskúti : Évaluation des travaux du fonçage de l'équipement de benne à bascule à Rudabánya	32
Selection des constructions de bâtiment en 1956	34
Z. Harmos—Gy. Sebestyén : Unités résidentielles à Csepel et Tát avec des immeubles construits des blocs du béton de cendre	43
L. Paulovits : Évaluation de la construction de l'usine génératrice de contre-pression dans la papeterie à Csepel	49
Gy. Gabos—M. Varga : Les causes du vieillissement forte des bâtiments à Budapest	54
K. Horváth—I. Joó : Un grand silo construit d'éléments préfabriqués	59
Les titulaires du prix-Kossuth	64
E. Véssey : Protection biologique du béton	65
P. P. Takács : Encore une foi du chauffage par rayonnement infra-rouge	71
Gy. Kunszt : Accélération du durcissement du béton et méthode rapide du séchage à vapeur	77
E. Cristofoli : Essai nondestructif du béton avec un fuseau du choc	85
K. Szmodits : Adoption de la théorie de fracture aux poutres et cadres continues	88
Revue d'étranger	93
Dates sur l'industrie de bâtiment du monde	96

CONTENTS

	page
<i>B. Gnädig—J. Thoma</i> : Prefabricated, prestressed watertank of 1200 cubicmeter capacity	1
<i>B. Ruzicska</i> : Modern prefabrication methods of multistoried living-houses	8
<i>Gy. Bretz</i> : Multistoried experimental living-houses	31
<i>J. Rudnai—S. Jánoskúti</i> : Evaluation of countersinking methods for the tipping-car device at Rudabánya	32
Selection of building constructions in 1956	34
<i>Z. Harmos—Gy. Sebestyén</i> : One-story residential district at Csepel and Tát with houses constructed of fly ash-concrete blocks	43
<i>L. Paulovits</i> : Evaluation of the construction of a back-pressure power plant in the Csepel paper-mill.	49
<i>Gy. Gabos—M. Varga</i> : Causes of increased ageing of buildings in Budapest	54
<i>K. Horváth—I. Joó</i> : Big silo constructed of prefabricated elements	59
Kossuth-prize winners	64
<i>E. Véssey</i> : Biological protection of concrete	65
<i>P. P. Takács</i> : Once again on infrared radiation heating	71
<i>Gy. Kunszt</i> : Acceleration of concrete hardening and rapid steam curing	77
<i>E. Oristofoli</i> : Nondestructive testing of concrete with a drop-spindle	85
<i>K. Szmodits</i> : Adoption of the fracture-theory for continuous beams and girdres	88
Review from abroad	93
Datas about the world's building industry	96



MŰSZERFELHASZNÁLÓK FIGYELEM!

A

MŰSZER- ÉS IRODAGÉPÉRTÉKESÍTŐ V.

mintatermeiben ma már igen sok műszer minden előzetes igénylés és megrendelés nélkül kapható:

1. sz. Mintateremben (VI., Magyar Ifjúság útja 38.)

elektromos-, elektronikus- és meteorológiai műszerek.

11. sz. Mintateremben (VI., Magyar Ifjúság útja 2.)

mechanikai mérő-, anyagvizsgáló-, hőtechnikai és meteorológiai műszerek

MAGYAR ÉPÍTŐIPAR

Felélős szerkesztő: Lux László. Technikai szerkesztő: Rojkó Ervin

Kiadja a Műszaki Könyvkiadó V., Bajcsy Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450

Felélős kiadó: Solt Sándor

Megjelent: 1500 példányban

Előfizetés: a Posta Központi Hírlapiroda Vállalatnál, Budapest V., József nádor tér. Távb.: 180-850

Előfizetési díj 54,— Ft (egész évre), egyes szám ára 9,— Ft. Csekkszám: 61.252