

1868 VII

MAGYAR

ÉPÍTŐIPAR

3-4

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

Nagy Béla Zoltán—Félix Vilmos: A hatvani pályaudvar új felvételi épülete	97
Dr. Szmodits Kázmér: Tetőszerkezetek betonacélból	105
Dr. Domony András—Dr. Buray Zoltán: Újabb alumínium felhasználások az építőiparban	108
Cziglina Vilmos: Egy hazai compressorcölöpözési munka kiértékelése	116
György László—Varga Károly: Rádióaktív izotópok alkalmazása a hazai építőanyagiparban	122
Kunszt György: Az Építéstudományi Intézet kísérletei sugárvédő nehézbeton előállítására	126
Kovács József—Dr. Náray Szabó István—Novák András: A beton savállóvá tétele gázkezeléssel	139
Krausz László: Újszerű kézi falazóblokkgyártó készülék	142
Litvai Tamás: Épületrezgések számítása és mérése	144
Dr. Weiszbürg Pál: Lakáskultúra és épületgépészet	149
Sallai Gyula: Betonradiátorok	159
Dr. Albert János: Agyagkötésű égetett porszénhamu-téglák ..	163
Sebestyén Gyula: Adatok a világ építőiparából	167

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

Felelős kiadó: Solt Sándor

MAGYAR ÉPÍTŐIPAR

1957. VI. ÉVFOLYAM 3—4. SZÁM

A hatvani pályaudvar új felvételi épülete

NAGY BÉLA ZOLTÁN—FÉLIX VILMOS

Most, hogy Hatvan állomás új felvételi épülete idestova már egy esztendeje át van adva a forgalomnak és a vele szomszédos, az építészeti kompozícióba szorosan beletartozó épületek építése is folyik, nem érdektelen, ezzel az egyik leghosszabb lélegzetű tervezési munkával egy kicsit foglalkozni s tervezői szemmel bemutatni és megmagyarázni új állomási felvételi épületünket.

Hatvan pályaudvar új felvételi épületének tervezése — leszámítva az 1947-ben lezajlott nyilvános tervpályázatot — még 1948. év végén kezdődött az újonnan alakult Közlekedésüzemi Tervező Intézetben, az Állami Mélyépítés Tudományi Intézetben — ÁMTI — és kisebb-nagyobb megszakításokkal 7 éven át egészen 1956. év januárjáig tartott, amikor is az egy év alatt felépített új felvételi épületet átadták a forgalomnak és ezzel lezárult ez a hosszú tervezési szakasz.

Hatvan pályaudvar felvételi épülete a II. Világháború pusztításának esett áldozatul. Az eredetileg 22 000 m³-es felvételi épület helyett a felszabadulás során több mint egy évtizeden át egy 2200 m³-es barakk felvételi épület volt kénytelen kielégíteni a vasútüzemi és közönségforgalmi igényeket olyan berendezésekkel, hogy a személy- és a teherforgalom csak a legnagyobb nehézségekkel volt lebonyolítható. Tekintettel arra, hogy Hatvan állomás helyzete adottságainál fogva az észak-keleti országrészben, Miskolc és Nyíregyháza állomás után a legnagyobb személyforgalmi csatlakozó állomás, amellet a Miskolc—borsodi és a salgótarjáni bánya és iparvidék, nemkülönben az északkeleti országrész ipari és mezőgazdasági termékeinek forgalmát bonyolítja le, a Közlekedés és Postaügyi Minisztérium már 1948. év végén tervbe vette egy új felvételi épület építését és megbízta az Állami Mélyépítés Tudományi Intézetet az új felvételi épület terveinek sürgős elkészí-

tésével, hogy a kivitelezési munka minél hamarabb megindulhasson.

Az első terv még 1949-ben kivitelre teljesen kész állapotban elkészült, a kivitelezési munka is már-már megindult, mikor az Építésügyi Minisztérium Épület- és Településtervezési Főosztálya Tervbíráló Bizottsága elé került és az azt elutasította. Ezután még — nem számítva a menetközben elvetett alternatívákat — 4 teljesen új terv készült el az évek folyamán a felvételi épületről, melyek különböző fórumokon jóváhagyásra is kerültek, de azután a kivitel megkezdése előtt mindig vagy váratlan nehézségek, vagy új szempontok merültek fel a pályaudvar jövőbeni helyzetét illetően s az új felvételi épület építése tovább halasztódott. Sajnos a helyhiány nem ad lehetőséget a kétségtelen érdekes tervezési folyamatnak, ill. fejlődésnek az ismertetésére és bemutatására. Mindezeknek a terveknek azonban nagyjából egy közös sajátosságuk volt: a MÁV által kiadott tervezési program ebben az időben még gyakorlatilag az elpusztult felvételi épület adatainak figyelembevételével, a vasútüzemi fejlődésre csak kis mértékben számítva, a személy- és teherpályaudvar várható bővítését figyelmen kívül hagyva, nagyjából a két világháború között hazánkban általánosan kialakult, kissé konzervatív elvek alapján készült. Minden terv a fejlődésnek kétségtelenül egy-egy állomása volt és a tervezők számára pedig jó iskola a rendkívül összetett funkciójú felvételi épület tanulmányozására.

Ilyen körülmények között érkeztünk el 1954. év októberéhez, amikor is újra felmerült a négy nagy pályaudvar — Hatvan, Győr, Szolnok és Debrecen megépítésének sürgős szükségessége. Ekkor már az első ötéves terv eredményeképpen igen nagy mértékben megnőtt a személy- és teherforgalom, valamint a Miskolc—borsodi és a salgó-



1. ábra. A pályaudvar város felőli homlokzata

tarjáni iparvidék rohamos fejlődése megkövetelte az egész személy- és teherpályaudvar igen nagyarányú bővítését és korszerűsítését, úgy, hogy a felvételi épület új terve úgy elhelyezésében, mint programjában az előzőektől eltérően már ezeknek a szempontoknak a figyelembevételével készült. A felvételi épület új terve már figyelembe vette Hatvan állomás speciális helyzetét, melyre jellemző az igen erős átmenő áru- és utasforgalom, az átszálló utasforgalom, melynek a Miskolc—borsodi és a salgótarjáni bánya- és iparvidék igen erős, gyorsütemű fejlődése folytán úgy átmenő utas- és áruforgalma, valamint átszálló utasforgalma a közeljövőben még igen erőteljesen növekedni fog. Az új felvételi épületnek ma még látszólag kissé túlméretezett volta a jövőbeni fejlődés igényeit hivatott kielégíteni.

Az új felvételi épület tervezésére rendkívül rövid idő állott rendelkezésünkre, hiszen a megbízástól számított 3 hét alatt készítettünk el egy 4 alternatívát tartalmazó tanulmánytervet és ennek 1954. december hó elsején a közlekedés- és postaügyi miniszter által történt jóváhagyása után, egy hónap múlva, 1955. január 2-án már a kivitelezésnek is meg kellett indulnia és olyan ütemben folynia, hogy egy év múlva, 1956. januárjában az új felvételi épület a forgalomnak átadható legyen. Ez a körülmény igen nehéz helyzet elé állította a tervezőket, a tervezés egész eddigi szokásos és racionális gyakorlatát felborította,

hiszen a főszempont a kivitelezőnek tervvel való ellátása lett, így sok esetben a részletterveket a kiviteli terv elkészülte előtt már a különböző szakiparosok rendelkezésére kellett bocsátani, a tervfeladat menetközben már kiviteli és részlettervek birtokában jóval később készült el, a jóváhagyó hatóságok utólagos változtatásai is sok zavart okoztak a részlettervi stádiumban álló tervezésben. Hogy a kivitelezéssel párhuzamos tervezés mellett is 1 év alatt az új felvételi épületet mégis át lehetett adni a forgalomnak, az a tervezők, beruházók és kivitelezők áldozatkész jó együttműködésének az eredménye volt.

A felvételi épület elhelyezését megköthette az a körülmény, hogy a személypályaudvar korszerűsítésével és bővítésével kapcsolatban — mikor is az kétszigetperonos megoldású lesz — a tervezett I. sz. vágány a jelenlegi I. sz. vágányhoz képest 33,00 m-rel délkelet felé, a Cukorgyár felé tolódik el, úgy, hogy az új felvételi épület pályafelőli homlokzati síkja a jelenlegi I. sz. vágánytól 43,00 m-re, a tervezett I. sz. vágánytól pedig 10,00 m-re került. Az új és a régi felvételiépület közötti kényszerű mintegy 20,00 m-es szabad terület lehetővé tette az építkezés tartamára a Boldogi-út ideiglenes áthelyezését, a régi felvételi épület az új elkészültéig üzemben maradhatott s így az utasforgalmat zökkenő nélkül lehetett lebonyolítani.

A felvételi épületnek a pályaudvarral pár-

2. ábra. A pályaudvar főbejárata

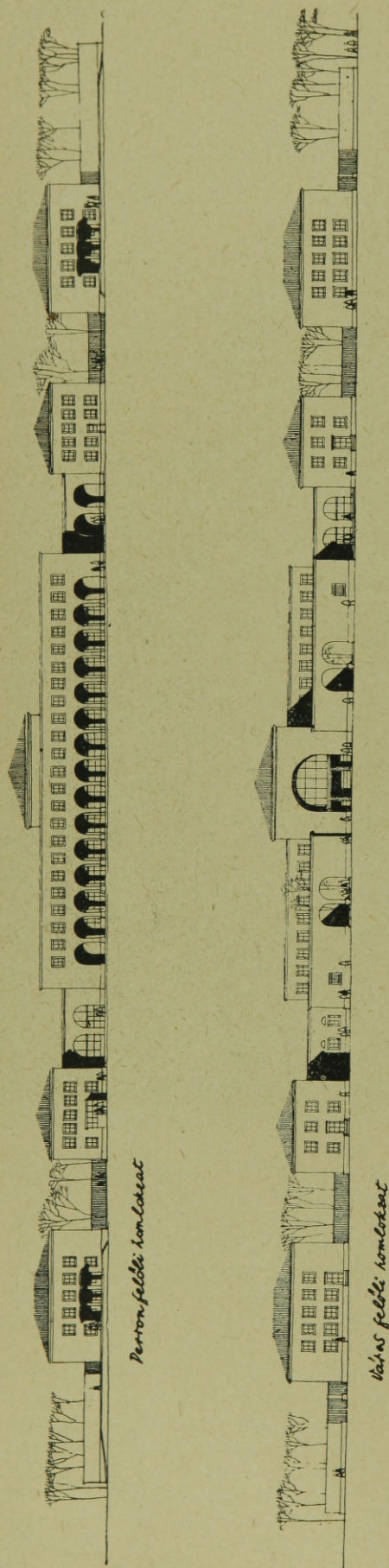


huzamos elhelyezésénél is, mint megkötöttség jelentkezett a Budapest felőli oldalon a cukorgyári kihúzó vágány, melynek csak egész minimális áthelyezésére volt lehetőség, a Salgótarján felőli oldalon pedig a meglévő áruraktárak, melyeknek lebontására csak az új felvételi épület elkészülte után, a személypályaudvar tervezett bővítésének végrehajtása alkalmával új áruraktárak építése után van lehetőség a kereskedelmi forgalom zavartalanságának biztosítása miatt.

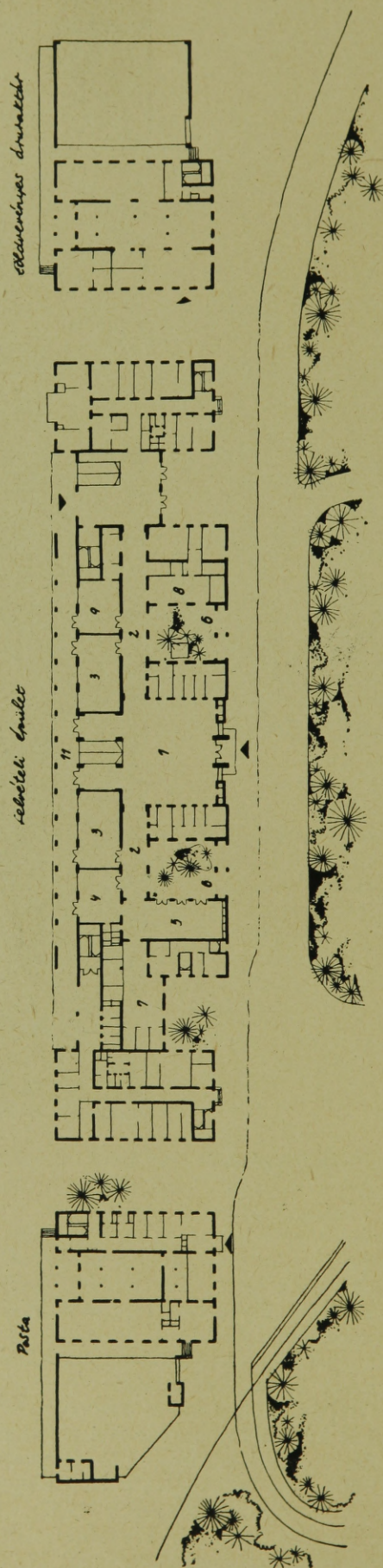
A felvételi épületnek a személypályaudvar bővítéséből folyó a Cukorgyár felé való kényszerű elhelyezése a rendelkezésre álló előteret mindössze 27,00 m-re csökkentette le. Szerencsére a Cukorgyár kerítése mögött egy 17,00 m széles régi fasorral bíró, jóformán kihasználatlan terület volt, így a cukorgyári kerítésnek 17,00 m-rel

Dél felé való áthelyezésével az állomási előteret 44,00 m-re sikerült megnövelnünk; az ott lévő fasoros sétánynak a kiszabadításával és a Boldogi útnak a mellé való helyezésével az adott körülmények között mégis megnyugtató megoldást sikerült nyerni, továbbra is fenntartva azt a lehetőséget, hogy a távolabbi jövőben a Cukorgyár kihelyezésével, a város szívéből közvetlenül egy parksávon keresztül az épületre merőlegesen széles felvonulási út biztosítható legyen.

Az új felvételi épület 134,00 m hosszú és 30,00 m széles öt egységből álló épület, középen az utasforgalmi résszel, — a tulajdonképeni felvételi épülettel, a Salgótarján felőli oldalon az érkezési csarnok, mint összekötő szárny közvetítésével a forgalmi épülettel és a Budapest felőli oldalon az Utasellátó konyha üzemének, mint



3. ábra A hatvani vasútállomás 1955-ben kivitelezett felvételi épülete



4. ábra. A hatvani vasútállomás alaprajza. 1. Indulási csarnok, 2. összekötő folyosó, 3. várócsarnok, 4. söntés-büfé, 5. étterem, 6. belsőudvarok, 7. konyház, 8. gyermekes anyák várója, 9. poggyász feladás, 10. érkezési csarnok, 11. fedett peron

5. ábra. Az összekötő folyosó részlete



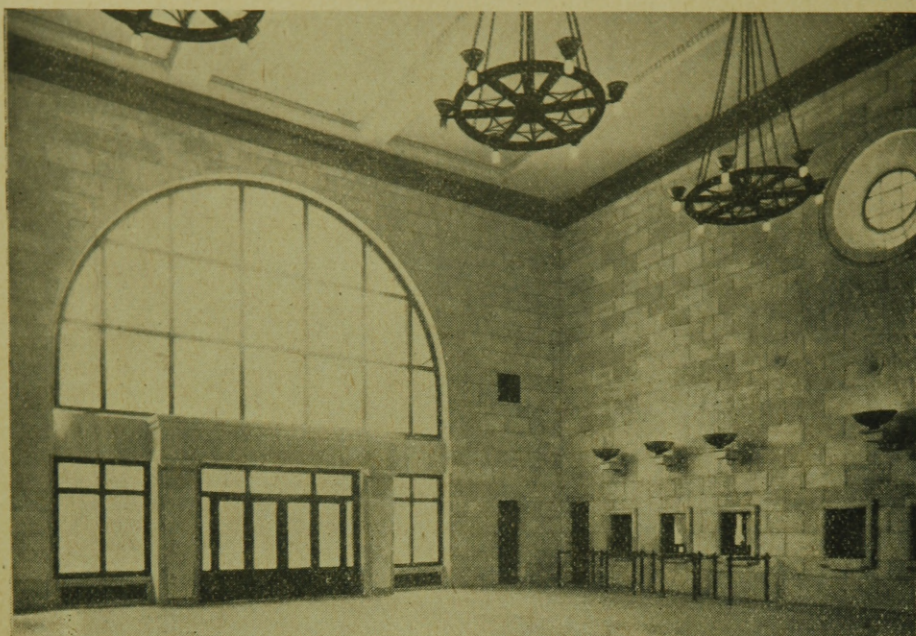
összekötőszárnynak a közvetítésével a vontatási épülettel.

Az utasforgalmi rész ennek az öt épületrészből álló komplexumnak súlypontját képezi, a szimmetria tengelyben levő erősen kihangsúlyozott és a Városkapú jelleget dominózan mutató reprezentatív nagycsarnokkal, mely köré fűződnek igen rövid forgalmi utakkal — összekötő folyosókkal — a különböző reprezentatív utasforgalmi helyiségek olyan megoldásban, hogy két szimmetrikus elhelyezésű, 100 m²-es belső udvar köré csoportosulnak, mindegyiknek természetes szellőzést és jó megvilágítást biztosítva.

A felvételi épület tervezésénél az a szempont érvényesült, szemben az eddigi általános gyakorlattal, hogy azokat az utasforgalmi helyiségeket, melyek természetüknél fogva viszonylag igen

nagy alapterületű és magassági igényrel jelentkeznek, önálló egységben oldjuk meg, függetlenül, illetve csak a legszükségesebb kapcsolat biztosításával a kis alapterületű és magassági igényű helyiségekkel. A másik szempont volt — okulva az eddigi tapasztalatokon — az üzemi forgalmi szolgálat és az üzemi vontatási szolgálat helyiségei egy részének közvetlen vágány felé kijáratú igényének olymértvű biztosítása, hogy a felvételi épület 134,0 m-es pályaudvarral párhuzamos hosszának megköötöttsége mellett, az ezeket a helyiségeket tartalmazó épületrészeknek hossz tengellyel a pályára merőleges elhelyezése mellett $15,70 + 27,50 = 43,20$ m homlokzati hossz kihasználására nyílt lehetőség.

A felvételi épület tervezésénél arra törekedtünk, hogy az utasforgalmi helyiségeket úgy cso-



6. ábra. Az indulási nagy-csarnok részlete

portosítsuk, hogy az indulási nagycsarnokból, mint a felvételi épület legrepresentatívabb centrumából az összes utasforgalmi helyiségek könnyen áttekinthetően, a lehető legkisebb út megtételével, az utasforgalmi folyamat egymásutjának figyelembé vételével, a keresztezések lehetőség szerinti kiküszöbölésével, az utasnak a térkapcsolások által nyújtott élményeztetésével legyenek elérhetők.

Az utasforgalmi helyiségek tervezésénél kielégítettük azt az utasok pszichológiájából fakadó vasútüzemi igényt, hogy a várótermek ablakaikkal lehetőleg a pályatestre nézzenek. Ugyanez a helyzet a söntés-büffé és a poggyász fel- és leadás helyiségeinél is. Viszont azokat a helyiségeket, melyek ilyen igénnyel nem lépnek fel, sőt bizonyos

mértékben a vasútüzem zajától mentesebb, nyugalmasabb elhelyezést igényeltek, két, a nagycsarnok tengelyére szimmetrikus elhelyezésű $9,80 \times 11,84 = 116,00 \text{ m}^2$ alapterületű belső udvar köré csoportosítottuk. Ezek a helyiségek az étterem, a jegypénztárak, a gyermekes anyák várója, a kultúrváróterem. Maguk az udvarok architektonikusan kiképzett, a város felé árkádokkal megnyitott, kovácsolt vasráccsal elzárt, belső udvarok, melyek tavasztól—őszig a gyermekes anyák váró termével és az étteremmel nyitható üvegfalakkal összeköthetők és annak játszótérül, illetve kert-helyiségül is szolgálnak.

A két udvar köré való csoportosítás lehetővé tette az összes utasforgalmi helyiségek igen jó természetes megvilágítási és szellőzési lehetőségé-



7. ábra. A peronfolyosó részlete

8. ábra. A rács terve



nek a biztosítását. Döntő itt az összekötő közlekedő folyosóknak jó megvilágítási és szellőztetési lehetősége, melyek a felvételi épületeknek ilyen szempontból általában a legsebezhetőbb pontjai.

Figyelemmel voltunk a tervezésnél arra is, hogy vannak olyan igényű utasforgalmi helyiségek, melyeknek az indulási és érkezési csarnok közötti elhelyezése a célszerű, mert az induló és érkező utasok egyaránt használják. Ilyen a gyermekes anyák várója, a csomag fel- és leadás helyisége, a kultúrváróterem, a ruhatár, fodrász, stb. Ezek a helyiségek általában a Salgótarján felőli belső udvar köré csoportosítva nyertek elhelyezést.

Maga az indulási nagycsarnok 18,00 m széles, 16,60 m mély és 11,00 m magas, a város felé egy 10,00 m széles félköríves lezárású hatalmas üvegfal nyitja meg, mely a felvételi épületnek Városkapú jellegét van hivatva kifejezésre juttatni. A bejárattal szemben, 13,00 m szélességben háromtagozású, a peron árkádsorával azonos kiképzéssel a várótermi traktus 7,00 m-es mélységével és 5,60 m-es magasságával összhangban van megoldva a kijárat, mégpedig kétoldalt a fedett peronhoz, illetve az I. sz. vágányhoz, középen pedig a később megépülő szigetperronokhoz vezető aluljárók lejárati lépcsőjéhez. Ez a megoldás lehetővé tette, hogy a bérletjeggyel rendelkező, vagy más utasforgalmi helyiséget igénybe venni nem akaró utasok a lehető legrövidebb útvonalon elérhessék a fedett peront, vagy a szigetperonokhoz vezető aluljáró lépcsőjét.

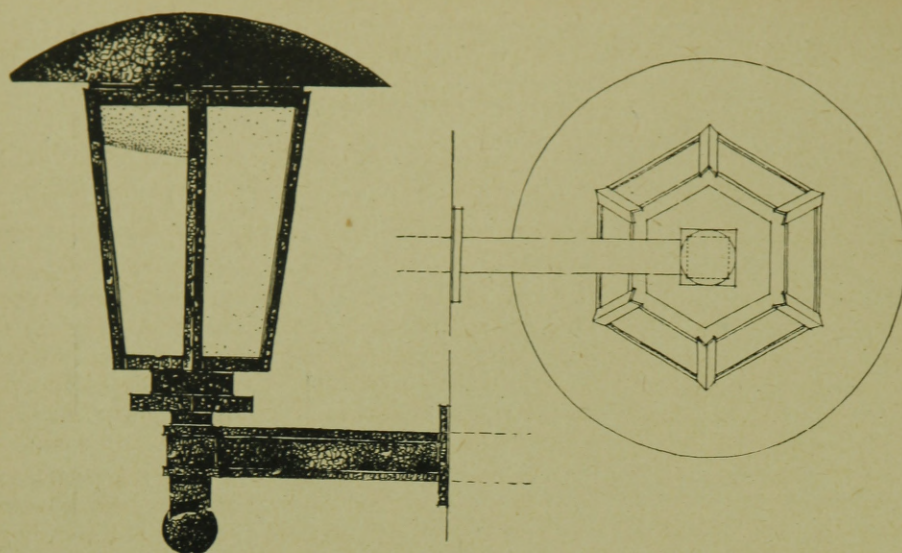
Az indulási nagycsarnok két oldalán teljesen szimmetrikus elrendezésben a kijárat, illetve a várótermek felé áramló utasforgalomtól mentes, leárnyékolt területen nyert elhelyezést a 3—3 jegypénztár, az információ és a portás helyisége, valamint az Utasellátó Vállalat elárusító fülkéinek kirakata, illetve kiadó ablaka. A jegypénztárakat, stb. magában foglaló kétoldali épületraktus magassága megfelel az összekötő folyosók, várótermek 5,60 m magasságának úgy, hogy félemeleti megoldásban belső lépcsős megközelítéssel itt nyertek

elhelyezést a pénztárosok pihenő — öltöző — mosdó — zuhanyozó és W. C. helyiségei.

Az indulási nagycsarnokot részben a vágánnyal párhuzamos 7,00 m-es traktusban elhelyezett, részben a két belső udvar köré is csoportosított utasforgalmi helyiségekkel az indulási nagycsarnok két végén a bejárattal azonos kiképzésben induló, a 4,00 m széles összekötő folyosó köti össze. A nagyvárótermek a fedett peron felőli traktusban helyezkednek el egyenként 100 m² alapterülettel szimmetrikus elrendezésben, közvetlenül a kijárat két oldalán a vágányzat és az összekötő folyosó felé a fedett peron árkádjaihoz hasonló íves lezárású nagy üvegfalakkal. Ehhez, csatlakozik egyik oldalt a söntés—büffé helyiség az összekötő folyosóról, a fedett peronról és az étteremből is biztosított bejárattal, a mások oldalt szintén szimmetrikus elrendezésben a poggyász fel- és leadás helyisége.

A Budapest felőli udvar mellett, a söntés—büfféhez kapcsolódva, a vágányzatra merőleges hossz tengellyel, a belső udvarra néző ablakokkal és nyitható üvegfalakkal nyert elhelyezést a 120 m² alapterületű étterem. A belső udvar tavasztól—őszig az étterem kerthelyiségéül is szolgál, árkád kitekintéssel a város felé. Az étteremhez csatlakoznak, részben még az utasforgalmi, részben pedig az összekötő szárnyépületben elhelyezve az Utasellátó Vállalat konyhaüzemmel kapcsolatos üzemi és szociális helyiségei.

A Salgótarján felőli udvar köré csoportosul a gyermekes anyák várója a szükséges szociális helyiségekkel, egy nem dohányzó váróterem, a tanuló- és a kultúrváró-terem, valamint a fodrász-üzem helyisége oly megoldásban, hogy a gyermekes anyák várója földszinti elhelyezését, a belső udvarra néző ablakokkal illetve nyitható üvegfalakkal, hogy tavasztól—őszig a belső udvar egyúttal gyermekjátékszó céljaira is felhasználható legyen. Ezek felett a félemeleten az összekötő folyosóról induló egyeneskarú egykarú lépcsős megközelítéssel a nemdohányzó váróterem, a



9. ábra. A lámpa-falíkar részletrajza

tanuló váróterem és a kultúrváróterem nyert elhelyezést.

Az utasforgalmi épületeknek a nagycsarnok mellett másik reprezentatív kialakítású csarnoka az érkezési csarnok, mely az utasforgalmi épület és az üzemi forgalmi épület között, mintegy összekötő szárnyépület nyert elhelyezést 180 m² alapterülettel. Az érkezési csarnok úgy a pályaudvar, mint a város felől teljesen a fedett peronhoz hasonló 2 árkádives megoldású. Az egyiknek a tengelyében van az I. sz. vágányról a bejárat, a másiknak pedig a szigetperonok aluljárójának érkezési lépcsője.

A pályaudvar felől, az utasforgalmi épület előtt, annak teljes hosszában szükséges fedett peron kérdését úgy oldottuk meg, hogy szakítva az eddig általában szokásos elötétös megoldással, árkádos folyosószerű kiképzést alkalmaztunk. A mögötte lévő 7,00 m-es várótermi és 4,00 m-es összekötő folyosós traktussal együtt 16,00 m mélységben föléje helyeztük emeleti középfolyosós megoldásban a két végén elhelyezett lépcsős megközelítéssel az üzemi forgalmi szolgálattól elválasztható segédhivatali, kulturális, szociális és társadalmi helyiségeket. Ide tartoznak a 150 m²-es nagyoktató terem, mely egyúttal kultúrterem céljaira is szolgál, a kisoktató terem, az orvosi rendelő, a párt- és szakszervezet helyisége, a számadó és utánfizetési pénztár váróval, a bérelszámoló, a kereskedelmi és áru normás helyiségei, a közös várószoba köré csoportosuló személyzeti ügyek, központi nyilvántartás, valamint B. B. I. ügyek helyiségei. Ide tartozik még a tüzelőanyagügyek és nyugdíjügyek helyisége, valamint a központi irattár és nyomtatványtár.

A felvételi épület tömegéhez kapcsolódik az újabb kívánságoknak megfelelően utólag tervezett és még kivitelezés alatt álló a Budapest felőli

oldalon a postaépület és ezzel teljesen szimmetrikus elrendezésben, tömegben és megjelenésben a Salgótarján felőli végén a zöldvevényes áruraktár épület. Ezen épületek megjelenése, kiképzése teljesen összhangban van a felvételi épület üzemi és vontatási szárnyépületeivel.

A felvételi épület külső megjelenésében vakolt homlokzatú, süttő—haraszti keménymészkkő lábazattal, ablakkeretekkel és árkádbélésekkel, valamint párkányokkal. A reprezentatív helyiségek időtállóbb, gazdagabb kiképzésére súlyt helyeztünk, így az indulási nagycsarnok, az érkezési csarnok és az összekötő folyosók sóskúti homokkő oldalfal burkolatot kaptak szintén keménymészkkő keretezésekkel piszkei bányahegyi sárga, valamint süttő—haraszti keménymészkkőből kombinált mintás padlóburkolatokkal, gazdagabb kiképzésű színezett stukkó mennyezetekkel, pácolt tölgyfa nyílászáró szerkezetekkel. A rácsok, szellőzők, csillárok, lámpatestek kovácsoltvas kiképzésűek. Az összes utasforgalmi helyiségek tervezett bútort kapnak, mely csak most van még kivitelezés alatt. Ugyancsak még most dolgoznak a szobrászművészek az indulási nagycsarnokban a bejáratnál szemközti falon elhelyezendő az ipart, a közlekedést és a mezőgazdaságot ábrázoló hármaskeménymészkkő domborművön.

Az 1955. év január hó 3-án megindult kiviteli munka megkövetelte a tervezés igen erőltetett ütemét. A tervezők nagy-nagy szeretettel és áldozatvállalással egy esztendő szinte teljesen az új felvételi épületnek szenteltek. Ez a körülmény, valamint a beruházóval és a kivitelezővel való jó együttműködés tette lehetővé, hogy Hatvan állomás új felvételi épületét 1956. január 20-án a közlekedés és postaügyi miniszter átadhatta a forgalomnak és ezzel Hatvan állomás 7 évi huzavona után mégis új felvételi épületet kapott.

Tetőszerkezetek betonacélból

dr. SZMODITS KÁZMÉR, a műszaki tudományok kandidátusa

Az elmúlt években az épületfával való takarékoság szükségessége miatt az építőiparban különféle acélszerkezetű fedélszékrendszereket vezettek be. Ezeknek a szerkezeteknek egy része nem tartalmaz szelvényacélt és kizárólag hegesztett kapcsolatokkal készült betonacél szarugerendák rendszeréből áll. A szarugerendák síkjára merőleges irányú eldőlés elleni merevítést a lécezés és a gerincvonalon alkalmazott fagerenda biztosítja. A fedélszék oldalnyomását a padlásfödém gerendái, nyílt fedélszékeknél pedig az oldalnyomást a támaszpontok egyenesen vagy magasabban alkalmazott vonóvasak veszik fel.

A betonacél fedélszerkezetek főleg nyeregtetős fedélszékek kialakításánál alkalmazhatók. Bonyolult fedéldíomok esetén a fedélsíkok összemetsződése menti élek alátámasztása betonacél szerkezettel nehézkés, és ezért azokat főleg nyeregtetős kialakítás esetén, vagy bonyolult fedelek nyeregtetős részén alkalmazzák.

A betonacél fedélszékek statikai szempontból síkbeli vagy térbeli rácsostartók. A szokásos acélszerkezeti rácsos tartóktól abban különböznek, hogy az egyes rudak nem profilacélból hanem rúd-acélból készülnek, és a csomópontokban a rudak nem csomólemezekkel vannak összekapcsolva, hanem közvetlen egymáshoz vannak hegesztve.

A betonacél fedélszerkezetek statikai számítását a gyakorlatban a rácsos acélszerkezetekre vonatkozó előírások szerint végzik. Ez a gyakorlat helytelen, mert nem veszi figyelembe a szelvényacélvázakból és a betonacélból készült tartók közti alapvető statikai különbségeket.

A szelvényacélból készült rácsos tartók rúd-jainak süllyponti tengelyei ugyanis a csomópontokban szigorúan egy pontban metsződnek és ennek következtében a számítás során csuklósnak tekintett, a valóságban azonban sarokmerekv csomópontú tartó rúdjaiban fellépő nyomatékok csupán járulékos jellegűek és a méretezésnél elhanyagolhatók. Ha a betonacél rácsostartók rúd-jainak egy csomópontban való metsződése nincsen biztosítva, e tartók csuklós csomópontú rácsos tartókként való számítása nem megengedhető, mert a tökéletlen csomópontok miatt fellépő hajlításokból származó feszültségek már nem járulékos jellegűek, mert azok az axiális erők okozta feszültségek többszörösét tehetik ki. Ezenkívül, ha a támaszpontok és a középső csukló környékén a szerkezetek nem állnak zárt vagy közel zárt háromszögek rendszeréből, ott az egyes rudak még jelentősebb hajlításokat szenvednek mint a tartó más helyén. Például azon esetben, ha a külpontoság mértéke a rudvas d átmérője, a maximális acélfeszültség

$$\sigma = \frac{4P}{\pi d^2} + \frac{32Pd}{\pi d^3} = \frac{36P}{\pi d^2}$$

Vagyis a teljes feszültség kilencszerese az axiális erő okozta feszültségnek. Ilyen mértékű vagy ennél nagyobb külpontoság a szokásos kivitel

esetén majdnem minden rúdnál előfordul. A külpontoság értéke, ha két rúdvas hengeralkotója mentén illeszkedik: $\frac{d}{2}$, melynek következtében az axiális erő okozta feszültség négy és félszeresére nő. A betonacél tartók ideális csomópontú rácsostartóknak való számítása tehát nem engedhető meg. Ezzel szemben a hegesztett kötések következtében kialakított sarokmerekv csomópontok kerethatása, az egyes rudak kis hajlítási merevsége miatt nem okoz számottevő hajlításokat.

A csomópontok tökéletlenségéből származó hajlítások számítása a rugalmasságtani követelmények szigorú betartása mellett rendkívül bonyolult. E számítás képlekenységtani megfontolásokkal jelentős mértékben leegyszerűsíthető. A pontos rugalmas számítás helyett ugyanis elegendő a tartó egy statikailag lehetséges feszültségi állapotának előállítása, melyhez tartozó teher, mint ismeretes a törőteher egy alsó korlátját képezi. E feszültségi állapotot úgy állítjuk elő, hogy felvesszünk egy az adott tökéletlen csomópontú tartó geometriai vázáról minimális mértékben eltérő ideális csomópontú rácsos tartót úgy, hogy a két rácsos tartó megfelelő rúdjai párhuzamosak legyenek és meghatározzuk e felvett tartó rúderőit. Ezek az erők a valóságos tartó rúdjaikat külpontosan veszik igénybe. A tartó rúdjaikat az így nyert külpontos erőkre méretezzük.

Ha e vizsgálatokat az említett hazai betonacél fedélszékekre elvégezzük, melyeknél általában a tökéletlen tervezés vagy kivitel folytán az egy csomópontban befutó rúdpárok metszéspontjai közti távolság a rúdátmérő többszörösét is kiteszi, arra az eredményre jutunk, hogy annak rúdjai már a hasznos teher hatására olyan mértékű hajlításokat kapnak, melyekre nincsenek méretezve.

A betonacél fedélszerkezeteket az MNOSZ 15024. sz. Acél és Vasszerkezetek Méretezése c. szabvány szerint méretezik. Ez a gyakorlat nem helyes, mert a szabvány a szokásos és a műszaki gyakorlatban már bevezetett, ismert és szerkezetileg nem új, még ki nem próbált szerkezetekre vonatkozik. A szabvány ugyanis feltételezi, hogy a rácsostartók a szokásos méretű szelvényacélból készülnek, melyek egyenes rudak alakjában kerülnek forgalomba és hajlítási merevségük elegendő arra, hogy készítés és szállítás közben ne görbüljenek meg nagyobb mértékben, mint azt a szabályzat 4.431 pontja feltételezi és a számításban figyelembe is veszi. Ezzel szemben a betonacél fedélszék rúdjai egyes rúdacélokból állanak, melyek hajlítási merevsége jóval kisebb a szögvasak hajlítási merevségénél és így hajlító hatásokkal szemben érzékenyek. Például egy középen P koncentrált erővel terhelt rúdnak az erő alatti lehajlása

$$f = \frac{Pl^3}{48EI} = \frac{P}{48E} \frac{\lambda^2 l}{F}$$

A képletből kitűnik, hogy azonos karcsúságú rudak esetén a görbülési veszély annál nagyobb, minél kisebb a keresztmetszet területe. Mivel a betonacél fedélszékek rúdjaiknak területe jóval kisebb szokásos szelvényacél rudak keresztmetszeti területénél, a szabályzat 4.431 pontja, mely egyenes tengelyű rudakra vonatkozik, közvetlenül nem alkalmazható, illetve az abban figyelembe vett külpontosságon túl még további valószínű külpontosságot kell feltételezni. Ennek mértékét csak megfelelő kísérlettel lehet meghatározni.

A műszaki gyakorlatban közismert, hogy az acélszerkezeteket az egyes elemek illesztésének és a feltételezett erőjáték biztosításának érdekében milliméter pontossággal kell készíteni és a szabvány előírásai ilyen szerkezetekre vonatkoznak. E követelmény a betonacél fedélszékeknel csak üzemi sorozatgyártásnál szokásos hajlító berendezések alkalmazása esetén valószínű meg. Egyes nem típusszerkezetek készítésénél ilyen berendezések készítése nem gazdaságos és így azok lehajlítása a kívánt pontossággal nem végezhető el. Ehhez járul még, hogy hegesztés közben a tartók könnyen deformálódnak és a hegesztés előtt egyenes övek elgörbülnek.

A szabvány olyan merevrúdú tetőgerendákra vonatkozik, melyek lehajlása legfeljebb a fesztáv 300-ad része (5. pont). A kísérletek szerint a betonacél fedélgerendák lehajlása ennél jóval nagyobb, mert a lehajlást a rudak alakváltozásán kívül a kezdetben görbe húzott rudak kiegyenesedése is okozza.

A betonacéltartók stabilitás-vizsgálata a rácsos tartóknál szokásos módon történik.

Az egyes nyomott rudak kihajlásán kívül számolni kell a teljes felső öv kihajlásával is. Ez ellen a tetősík lécezése által nyújtott kimerevítés nem vehető figyelembe, mivel a lécek a szarugerendákhoz csuklósan és nem sarokmereven kapcsolódnak, így az azonosan terhelt szarugerendák együttes kihajlását csak akkor gátolják, ha a lécezt merev homlokfalak támasztják meg. Ezért a felső övnek vízszintes irányban is hajlítási ellenállással kell rendelkezni. A felső öv vagy statikailag határozott rácsos tartó vagy a felső betonacélöveket összekötő laposvas hevederekkel előállított Vierendeel-tartó. A felső öv kihajlási veszély elleni méretezését általában annak feltételezésével végzik, hogy a felső övet alkotó két betonacél öv a rácsrudak merevítő hatása folytán tökéletesen együttműködik és így keresztmetszetük egységes keresztmetszet, melynek a felső öv középtengelyére vett inercianyomatéka a megfelelő Euler képletbe behelyettesíthető. E felfogás, tekintettel arra, hogy a felső öv általában sok mezőből áll, és így az övek kielégítő együttműködése biztosítva van, elfogadható. A szokásos méretek mellett a felső öv egyes övrúdszakaszai általában nagyobb tehernél hajolnak ki, mint a teljes felső öv. Ugyanis a parabolikusan változó nyomásnak kitett két felső öv kritikus nyomóereje az öv közepén

$$2P_k = 20,5 \frac{EI}{L^2},$$

ahol L a gerenda teljes fesztáva, I pedig a két

felső övrúdacél keresztmetszetének inercianyomatéka az övrúd középtengelyére. Ha egy l szabad kihajlási hosszal rendelkező — övrúdszakasz kritikus ereje

$$P_k = \pi^2 \frac{EI'}{l^2},$$

ahol I' az övrúdacél inercianyomatéka, a két kritikus erő közelítőleg akkor egyenlő, ha

$$\frac{I}{L^2} \sim \frac{I'}{l^2}$$

E követelmény általában nem teljesíthető, mert a szokásos méretek mellett az egyenlet jobboldala jóval nagyobb a baloldalnál és így a felső öv kihajlása megelőzi az egyes felső övszakaszok kihajlását. Ugyanezen megfontolások érvényesek a Vierendeel alakú felső övre is.

A betonacél tartóknál fokozott mértékben előforduló kezdeti görbületek és külpontos axiális rúderők miatt tulajdonképpen kihajlás nem következik be, mert ezt megelőzi a külpontosan nyomott rudak hajlítással történő tönkremenetele. Az ezt előidéző axiális nyomás kisebb a kritikus axiális nyomásnál, de mivel a kezdeti görbületek ismeretlenek, a megengedett axiális feszültség nem számítható. Ennek következtében a szerkezet állékonysága szükségképpen előre meg nem határozható ismeretlen körülményektől függ.

A tartók előállítására vonatkozó utasítások szerint azok csak hegeszthető acélból készíthetők. Mivel kellő mennyiségű hegeszthető rúdacél nem áll rendelkezésre, a gyakorlatban a betonacél fedélszerkezeteket válogatás nélkül mindenféle acélból készítik. Ennek az a következménye, hogy a hegesztések tökéletlenek és így azok helyén, ha azt megfelelő minőségű ellenőrzés nem előzi meg, fennáll a rideg törés veszélye vagy ismételt igénybevételek következtében a hegesztett kötések felszakadhatnak.

Az Építéstudományi Intézetben betonacél fedélszékekkel végzett minősítő kísérletek azt mutatták, hogy a tartók nem a várt módon, a húzott öv folyása és a nyomott öv egyidejű kihajlása következtében mentek tönkre, hanem egyes gyenge pontokon történt kihajlás következtében a törés váratlanul következett be. A hibásnak bizonyult helyek kijávítása után az újabb teherpróbának alávetett tartókon újabb hibás helyek mutatkoztak. Azonos gyártási sorozatból vett minták egymástól jelentősen eltérő teherbírást mutattak, ami igazolja azt a tényt, hogy az egyes tartók gyári hibái a teherbírással döntően kihatnak és így egyes gyártási sorozatok minőségvizsgálata egyes próbadarabok vizsgálatával nem végezhető. Ezért szükséges a betonacél fedélszékeknel minden gerendának a gyártó üzemből való próbaterhelése, a használati teherig történő terheléssel. Azonban minden darabra kiterjedő próba sem kielégítő, mivel a teherbírással kapcsolódólag csak a törésig folytatott próba nyújt megnyugtató tájékoztatást és így a használati teherig való terhelés ellenére a beépített szerkezetek teherbírása nem nyer kellő igazolást.

A betonacél szerkezetek statikailag tökéletesen számíthatók és így nem tételezhető fel, hogy

olyan „rejtett teherbírástartalékkal“ rendelkeznek, melynek folytán azok teherbírása a számítás-sal kimutatott teherbírásnál több, és így a statikai számítás-sal kimutatott nem kielégítő teherbírá-s ellenére a biztonsági követelményeknek megfelel-nek. A kísérleti eredmények szerint a statikai számítás-sok szerint várható káros jelenségek való-ban bekövetkeznek és az azonos tartók törőterhei jelentős szórást mutatnak. Ebből az következik, hogy a szerkezet „rejtett hibákat“ és nem „rejtett teherbírási tartalékokat“ tartalmaz.

A betonacél tartókra vonatkozó elméleti és kísérleti vizsgálatokat összefoglalva megállapít-hatjuk:

1. A rácsos tartók mellékfeszültségeinek figyelembevétele a tartók méretezésénél csak akkor hanyagolható el, ha a tartó megfelel az MNOSz 15024-52 Á 6,51 pontjának, vagyis a tartók egy csomópontban találkozó rúdjai egy pontban met-sződnek.

2. A tartókat úgy kell kialakítani, hogy azok geometriai váza csupa zárt háromszögből álljon, és az egyes csomópontokba befutó rudak kapcsola-ta olyan legyen, hogy a rudak tengelyei egy pont-ban vagy közel egy pontban metsződjének. E követelmény a tartó felső övére is vonatkozik, melyet a kihajlás elleni merevség fokozása céljából szintén zárt háromszögekből álló rácsos tartónak kell kiképezni.

3. Mivel az egyes rudak várható kezdeti görbülete jóval nagyobb, mint a szelvényacél rudas tartók kezdeti görbülete, a nyomott rudakat tapasztalati adatok alapján megállapított mértékű külpontos igénybevételekkel kell számítani, még akkor is, ha azokat tökéletes szerkezeti kialakítás esetén csupán központos erők veszik igénybe.

4. A tartókat a vasszerkezetnél megkövetelt milliméter nagyságrendű töréseken belüli pontos-sággal kell készíteni. A minőségi ellenőrzésnek gondoskodni kell arról, hogy szállítás vagy be-építés közben előálló görbeségek és alakváltozások használatbavétel előtt kiegyenesítést nyerjenek. A tartókat csak hegeszthető acélból szabad készíteni és e rendelkezés betartását, valamint a hegesztett kötések megfelelő minőségét szigorú ellenőrzéssel kell biztosítani.

Az Építéstudományi Intézetben a csomó-pontok tökéletes kialakítására vonatkozó kísérlet-ek azt mutatták, hogy a szerkezet teherbírása jobb kivitellel és kialakítással, valamint minőségi gyártással fokozható. Ezenfelül azonban a szük-séges biztonság elérésére a nyomott rudak túl-méretezése feltétlenül szükséges.

A felsorolt körülményekből az következik, hogy a betonacél szerkezetek rendkívül kényesek

és kicsiny, alig észlelhető kiviteli hibák azok teherbírást döntően befolyásolják. Ezért azokat e hibák előfordulási valószínűségének figyelembe-vételével túl kell méretezni olyan szerkezetekkel szemben (szelvényacél tartók), ahol hasonló hibák nem fordulhatnak elő. Az így túlméretezett szer-kezet megfelel a biztonsági követelményeknek, értéke gazdasági szempontból azonban kedvezőt-lennek látszik.

Gazdaságosabbnak látszik ezért a tiszta be-tonacélból, vagy csövekből és betonacélból kom-binált szerkezetek készítése, ahol a nyomott rudak merevebbek és így azok kezdeti görbületé-nek valószínűsége kisebb. Ezenkívül a csomó-pontokban a rudak közös metszéspontja tökélete-sebben kialakítható és a merev rudak hajlító-ellenállása felhasználható a tartó teherbírá-sának fokozására. Ez azzal az előnnyel is jár, hogy a tartó rácsosozása egyszerűbbé válik.

Az Építéstudományi Intézetben végzett kísér-leti tervezés* azt mutatta, hogy nyomott elem-ként acélső, húzott elemként pedig betonacél alkalmazásával nagyobb mértékű súlycsökkenést lehet elérni a jelenleg alkalmazott, tisztán betőn-acélból készített tetőszerkezeti elemekhez képest. Jelentősen csökkenthető a szerkezet munkaigé-nyessége is (hajlítási, hegesztési munkák). Ugyan-akkor a jelenleg alkalmazottaknál megbízhatóbb, a szerelési pontatlanságok és szállítási durvaságok iránt kevésbé érzékeny szerkezetet kapunk.

Acélsőnek szerkezeti anyagként való fel-használását eddig elsősorban a beszerzés nehézségei akadályozták. Most, hogy a beruházások üteme átmenetileg lassul, az építőiparnak síkra kell szállnia annak érdekében, hogy az előrelátható-lag felszabaduló csőkapacitás egy részét könnyű acélszerkezetek céljára megkapja. Ez népgazdasági szempontból nyilvánvalóan indokolt, hiszen az acélső a saját súlyánál lényegesen nagyobb mennyiségű betonacélt helyettesít.

Rá kell mutatnunk arra, hogy a szerkezeti elemként felhasznált acélső teherbírást a helyi pontatlanságok (méreteltérés, egyenetlen falvas-tagság, hosszrepedés, stb.) viszonylag kevésbé befolyásolják, feltéve, hogy a cső folyóméter súlya a szabványos előírásoknak megfelel. Ezért könnyű vasszerkezetekben olyan csőanyag is felhasználható, mely eredeti rendeltetésére (cső-vezetékben) alkalmatlannak, selejtesnek minő-sül.

* Az ÉTI-ben folyó ezirányú kutatómunkákról a közeljövőben részletesebben is beszámolok e lap hasá-bjain.

Újabb alumínium felhasználások az építőiparban

dr. DOMONY ANDRÁS és dr. BURAY ZOLTÁN

Az alumíniumnak mint egyik legfontosabb nyersanyagunknak építőipari felhasználásáról a szakembereknek már a Magyar Építőipar (1), valamint a Műszaki Élet (2) hasábjain az elmúlt évben beszámoltunk. Az idézett cikkekben igyekeztünk bemutatni az építőiparban használható alumíniumötvözeteket, megismertetni azok kedvező és az eddig használt anyagoktól eltérő tulajdonságaival. Levontuk azt a következtetést, hogy ennek az anyagnak a felhasználása csakis úgy gazdaságos és célszerű, ha mind a tervezésben, mind a kivitelezésben szem előtt tartjuk az anyag által megszabott sajátosságos követelményeket és a felhasználásnál gondosan mérlegeljük a megfelelő alkalmazási területeket.

Az alumíniumnak építőipari felhasználására irányuló hazai kezdeményezéseink világviszonylatban nem egyedül állóak és nem is újszerűek. Mégis, bár a külföld jó és bő példával jár előttünk, bizonyos vonalakon már eddig sem vagyunk elmaradva, egyes esetekben pedig úgy látszik sikerül újat és a külföldinél jobbat alkotnunk. Ez annál is inkább figyelemre méltó, mivel — kevés kivételtől eltekintve — kísérletezéseink és kezdeményezéseink csak a legutolsó években indultak meg és sajnos hazai szakköreink csak most kezdenek ezekre figyelni és ezeket értékelni.

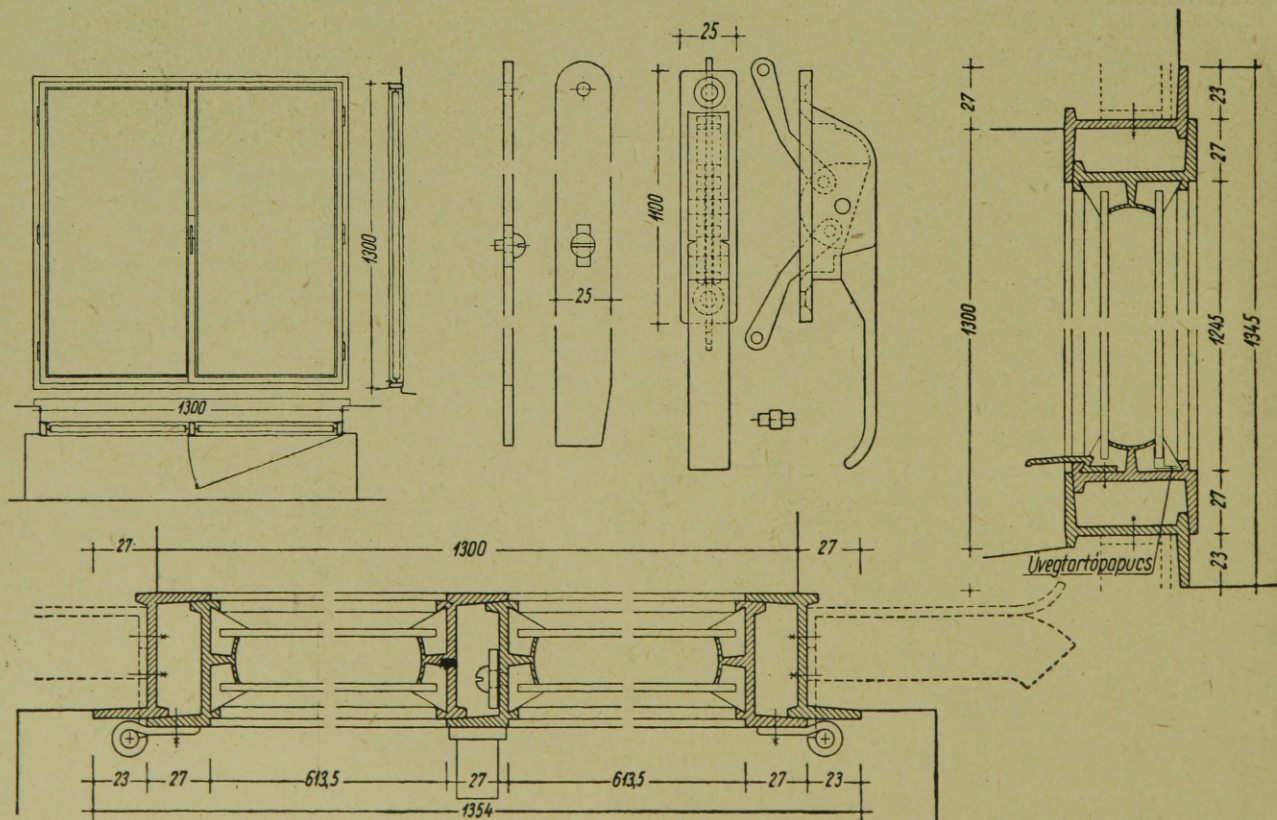
A mostoha lehetőségek ellenére — hála egyesek hitének és szívósságának — az elmúlt év is újabb eredményeket tud felmutatni.

A nyílászáró szerkezetek vonalán az Iparterv-féle dupla fix üvegezésű ablak- és ajtókeretek mellett (1. ábra) új profil kialakítás is történt (2. ábra), ezzel a nagyobb inerciájú osztó bordával lehetővé vált nagy nyílások nyílászárnyas bezárása. Ezekhez a szerkezetekhez szükséges profilokat ma már a Székesfehérvári Könnyűfémű nagy mennyiségben gyártja, míg az ablak- és ajtókereteket és tokozkat az É. M. Fém munkás Vállalat készíti.

E keretek egyik hibája, hogy az alumíniumnál közkedvelt, rendkívül tartós és dekoratív felületvédelmet: az anódikus oxidációt, és a vele kapcsolatos színezést a keretek nagy mérete és a hegesztett kivitel miatt nem lehet alkalmazni. Ezen segített a Fémipari Kutató Intézet, amikor kidolgozta az elemeiből könnyen, házilag is összeállítható, tetszésszerű színben előállítható ajtó- és ablakkereteket. Ezzel a megoldással a külföld érdeklődését is felkeltettük úgy, hogy a kereteket gyártó Jászberényi Fémlemezárugyár export igényeket is ki fog elégíteni (3. ábra).

A dupla fix üvegezésű nyílászárószerkezetek után a felnyílászárnyas szerkezetek kialakítása az elmúlt évben történt. E témára az ÉTI., a Fémipari Kutató Intézet közreműködésével több megoldást dolgozott ki, amelyek közül a legjobbat és legalumíniumszerűbbet a 4. ábrán mutatjuk be. A megoldásnál az üveg behelyezése a járműiparban jól bevált profilgumival történik.

A hazai nyílászáró szerkezetek a külföldiekhez



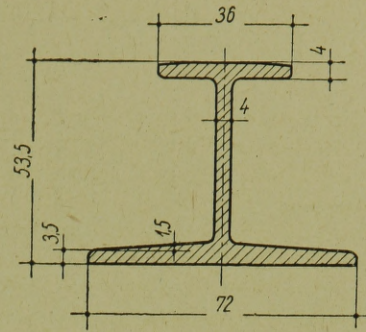
1. ábra. Duplaüvegezésű fix alumíniumablak keret és tok] rajza

képest egyszerűségükkel, anyagtakarékosságukkal és így olcsóságukkal tűnnek ki. Néhány külföldi megoldás képét az 5/a, 5/b, 5/c ábrákon láthatjuk.

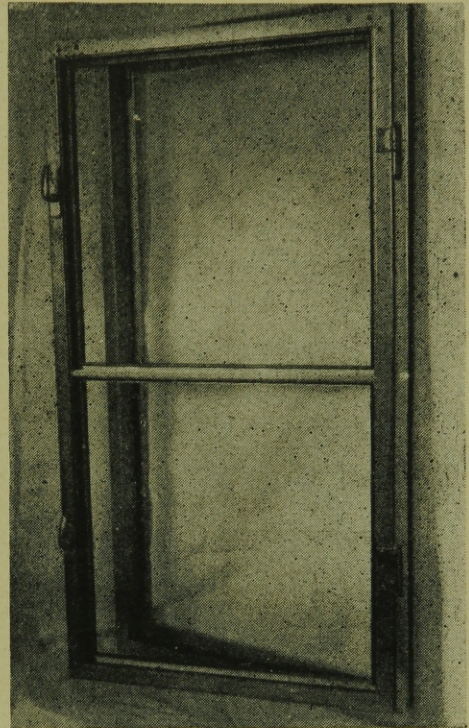
Az alumínium tetőszerkezetek közül elkészült prototípusokon kívül sajnos kivitelre még egy sem került. Ennek oka elsősorban az, hogy a prototípusok még kissé súlyosak (lakóházi tetőszerkezet fedéssel $6-7 \text{ kg/m}^2$), ami az alumínium jelenlegi, még aránytalanul magas ára mellett költséges. A tervezés vonalán sikerült már két újabb tetőszék megoldást találni, melyek közül az első egyszerű összerakásával, a másik könnyűségével és szellemes állíthatóságával tűnik ki. A 6. ábra az ÉTI-ben tervezett tetőszék modelljét mutatja. Ennél a tetőlemezek egymásba illeszkednek és a szaruzat megfelelően kiképzett vájataiba tolhatók. A 7. ábrán a V. K. M. könnyűfém tetőszék pályázatán díjnyertes egyik alumínium tetőszék megoldása látható. Igen szellemes a rendkívüli könnyűség mellett is nagy inerciájú teleszkóposan összetolható szaruzat. E megoldással lehetővé válik $2,4 \text{ m}$ és 10 m fesztávolságok közt tetszés szerinti méretű tetőszék előállítás, $30-45^\circ$ -os hajlásszöggel. Az egyszerű alumínium hullámlemez vonalán is mutatkozik fejlődés, mivel a Híradástechnikai Alapanyagok Gyára Vácott 3000 mm hosszúságú $800-1000 \text{ mm}$ szélességű hullámlemezeket tud előállítani 76 mm hosszú és 18 mm magasságú hullámokkal.

A már említett cikkekben említés történt a Budapesti Vasas Pazaréti úti fedett tenispályájának alumíniumszerkezetű kivitelezéséről (8. ábra). E tetőszerkezet teljesen önhordó héjszerkezet kb. 9 kg/m^2 súlyban csaknem 1000 m^2 terület közbelső alátámasztás nélküli lefedésére. A tetőszerkezet koszorúja két oldalon terméskőfalra, a másik két oldalon alumíniumoszlopokon nyugszik. E tetőszerkezet nagy előnye, hogy e megoldással olcsón lehet nagy tereket lefedni mivel az aránylag nem drága szerkezeti költségekhez csak rendkívül kicsi szerelési, illetve építési költség jár. Így ipari csarnokok, mezőgazdasági épületek, gépszínek, hangárak és minden olyan csarnok lefedésére, ahol fűtési igény nincs, vagy hőszigetelés nélküli sugárzó fűtés van, kiválóan alkalmasnak látszik.

A külföldi példa nyomán hazánkban is megindultak a teljesen alumíniumból készült és alu-

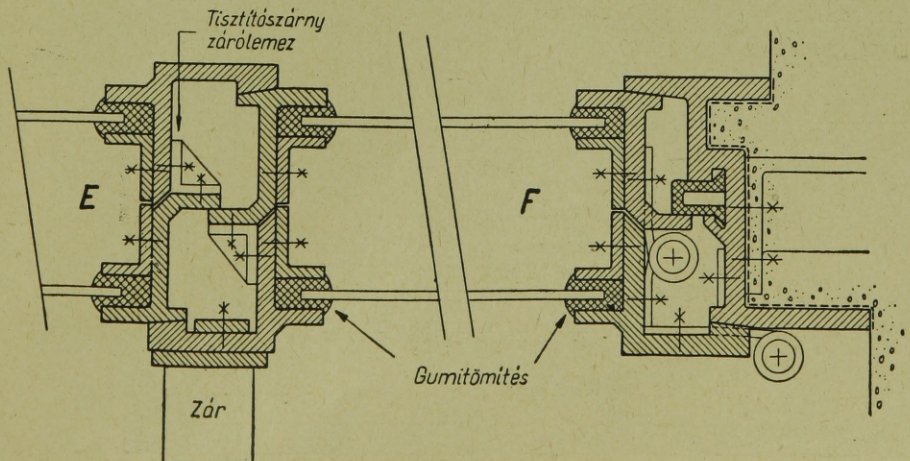


2. ábra. Új osztóborda-profil rajza

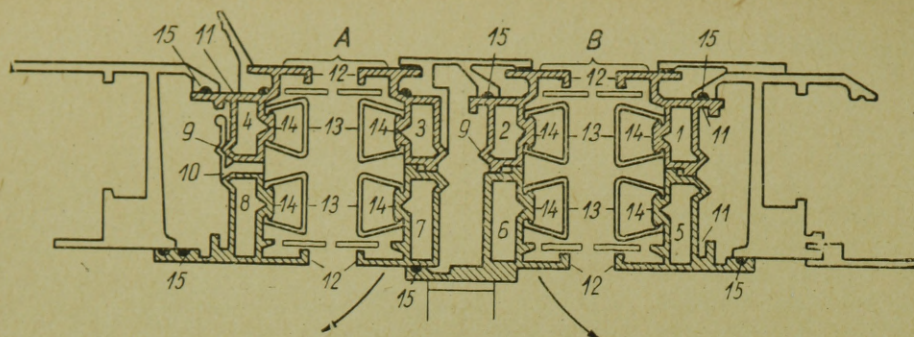


3. ábra. Szétszedhető anódikusan oxidált ablakkeret és tok

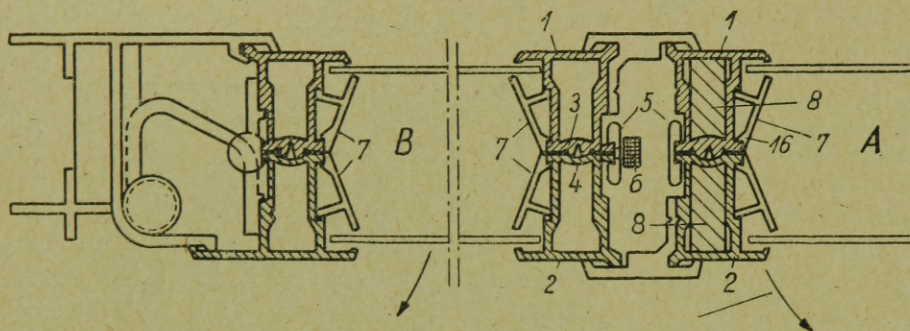
mínium panelépítésű épületek tervezése. Sajnos a teljesen alumíniumból készülő lakóépületek, barakok, a tervezés fázisán még nem jutottak túl, mivel



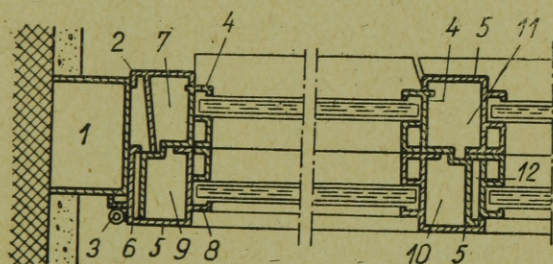
4. ábra. Az ÉTI duplaüvegezésű felnyílósárnnyas ablaka



5/a. ábra



5/b. ábra



5/c. ábra

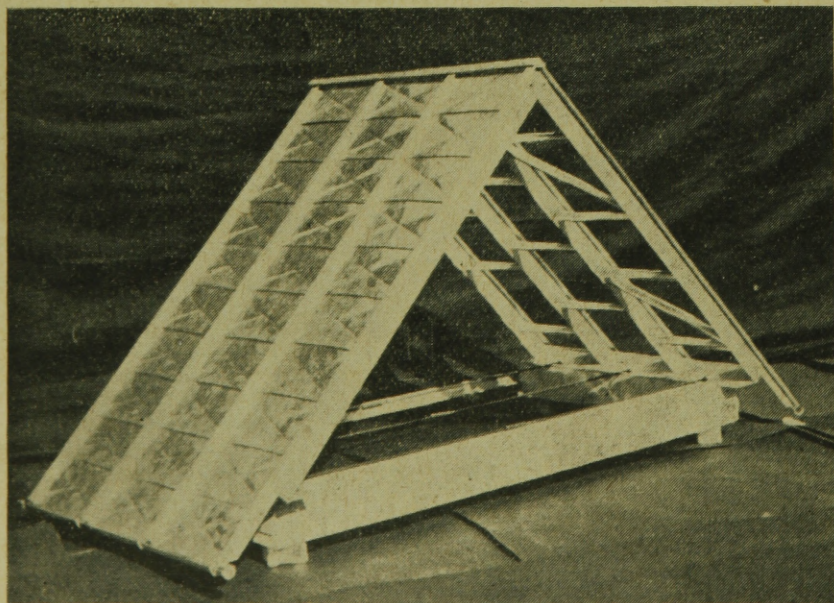
a prototípus elkészítéséhez szükséges pénzösszeg sem az építőiparnak, sem az alumíniumiparnak nem áll rendelkezésére. A külföld különösen családházak, víkendházak építésére gyakran alkalmaz alumíniumszerkezeteket. A gyárüzemben előállított teljesen komplett panelekből, egyes külföldi

5. ábra. Külföldi bonyolult nyílászáró szerkezet megoldások

cégek 24 órás határidőre vállalnak háromszobás családház felépítést. Egy ilyen családház képét láthatjuk a 9. ábrán.

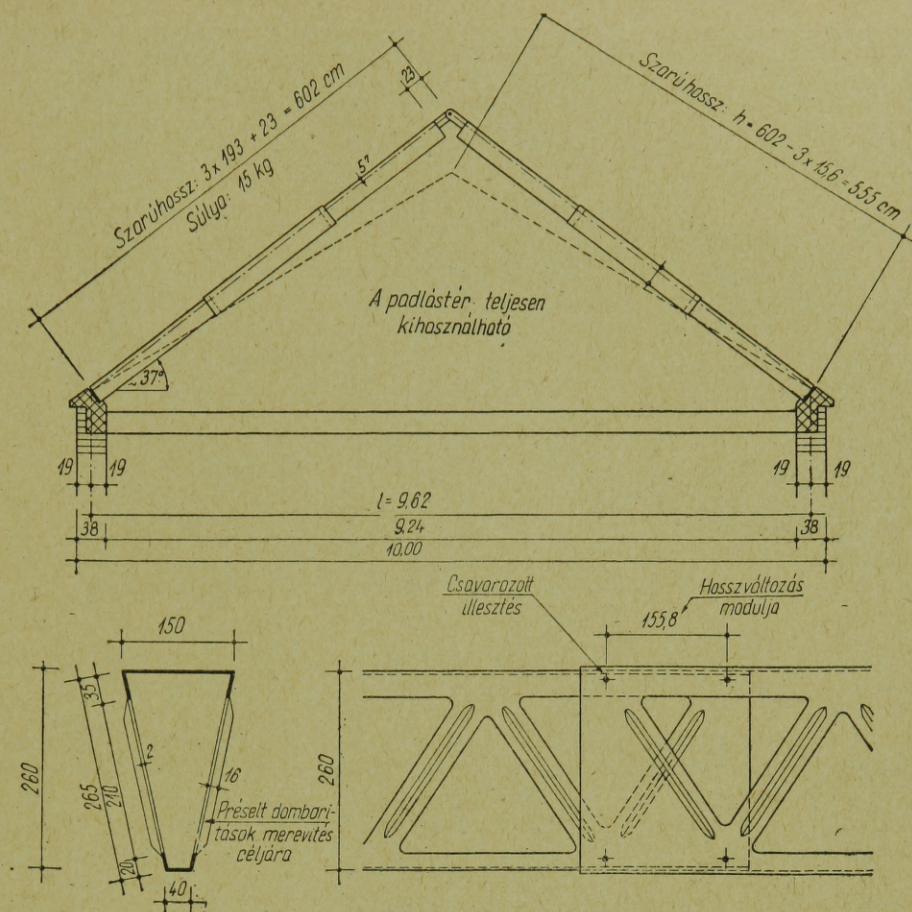
Bár nem lakóépület, de kezdetnek nem jelentéktelen a Váci Híradástechnikai Alapanyaggyár kezdeményezése, amely utcai elárúsító bódékat készít csaknem teljesen alumínium kivitelben (10. ábra).

A teljesen alumíniumból készülő földszintes családházak és épületek mellett külföldön mindinkább alkalmazzák a többemeletes üzemek, irodaházak és lakóépületek külső borítására az alumíniumot. Ilyen épületeknél vagy vasbetonból készült vázakhoz vagy könnyűbeton keresztfalakkal készített dobozszerű szerkezetű házak külső falaihoz alkalmaznak előregyártott alumínium paneleket. Ezeknek az építési módoknak rendkívül nagy előnye a dekoratív külsőn és karban-



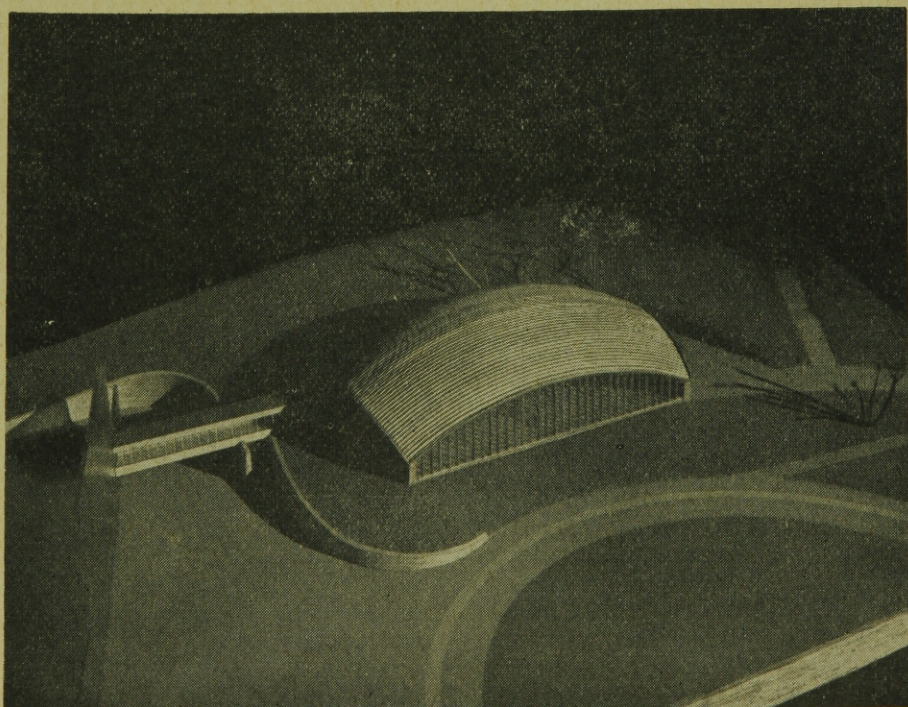
6. ábra. ÉTI tetőszerkezet modellje

7. ábra. Az IPARTERV mérnökei által tervezett állítható fasz távolságú szaruzat

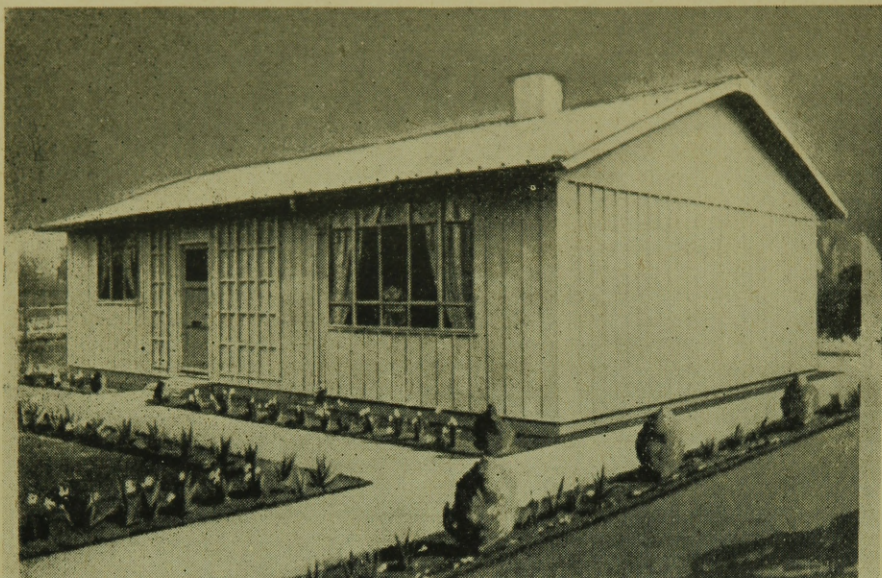


tartási igénytelenségen kívül a felépítésnek igen kis időszükséglete. Nagy városokban, ahol egy-egy új sokemeletes épület konzervatív módszerekkel történő felépítése hónapokat vesz igénybe, mialatt a forgalmat az építkezés nagymértékben megnehezíti, ilyen alumínium panelekkel az építés

befejezése csak pár napig tart. A 11. ábrán a Párisi Fédération du Bâtiment épületének szerelését láthatjuk. A képen jól megfigyelhető az erős vasbeton keretszerkezet, amit a helyszínre készre szerelt állapotban teherautón szállított, könnyedén beemelt alumínium panelekkel töltenek ki.



8. ábra. A Vasas fedett teniszcsarnokának modellje



9. ábra. Alumínium panelépítésű angol családi ház képe

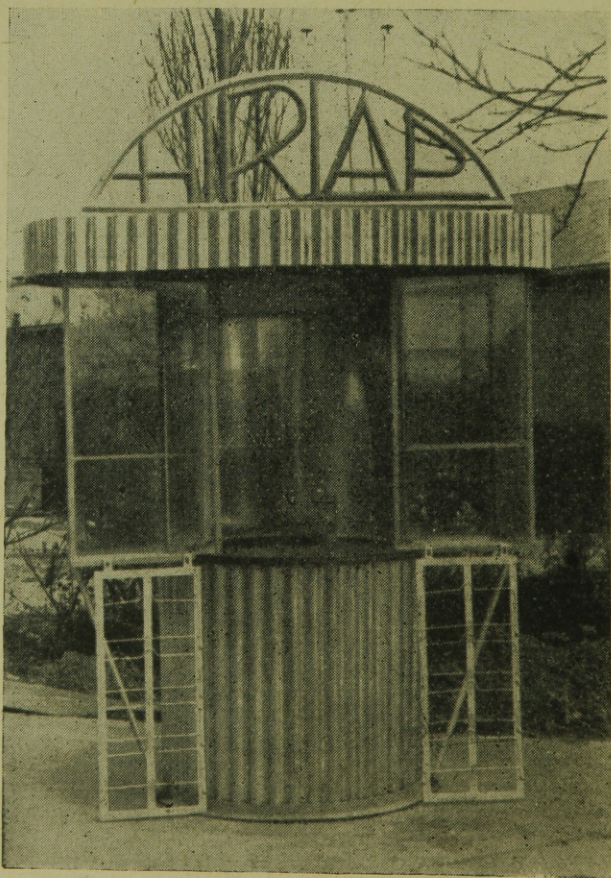
Hasonló elvek alapján folyik az első magyarországi ötemeletes alumínium panelfalas lakóépület tervezése is az Ipartervnél. A keresztfalas könnyűbeton szerkezetű épület külső falai 3×4 m-es alumínium panelekből készülnek. A panelek teljesen egyformák egy ablakkal, kívül alumínium, belül műfa borítással. A 12 cm vastag falelem könnyű és igen jó hőszigeteléssel van ellátva. Az elem váza különleges kialakítású alumíniumszelvény.

Az építészetnek egyik ága a belső építészet. Az alumínium felhasználásának ezen a vonalon is van bő lehetősége. Így az alumíniumbútorok Magyarországon már kb. 10 évvel ezelőtt megkezdték térhódításukat. Sajnos az Alufa üzem megszűnésével a közkedvelt, szép, és — mint a gyakorlat bebizonyította — tartós alufa (alumínium-fa kombinációjú) bútorok gyártása is megszakadt (12. ábra). Konkrét megkeresésre jelenleg a Fémpari Kutató Intézet készít egy export tengerihajó számára könnyű alumíniumbútorokat (13. ábra).

Az alumínium mint jó hővezető és hőszugárzó a fűtéstechnikában is tért hódított. Így a lakó- és irodaépületekben használt alumínium fűtőtestek gyártása többéves szünetelés után ismét megindult. Nagycsarnokok sugárzó fűtésére a legújabb időkben az ÉTI kezdeményezésére nálunk is megindult az alumínium keretben kerámiai sugárzó testekből készített gázfűtőtestek alkalmazása. Ennek első felhasználása a Vörösmarty cukrászda teraszának fűtése (3).

Mint már említettük az alumínium magasépítési szerkezetek előállítására vonalán hazánk Európában az élvonalban volt. Sajnos a Szabadszállás-i alumíniumhíd és a Kossuth-hídi hídvizsgáló kocsi elkészülte óta újabb alumíniumszerkezet előállítására nem került sor. A Székesfehérvári Könnyűfémű bővítésével kapcsolatban felmerült problémák szükségessé tették, hogy a régi meglévő darupályákon újabb könnyűszerkezetű darukat működtessenek. Az Aluterv tervezésében el is

készült egy 29,18 m fesztávolságú, 10 tonna teherbírású futódaru terve. A daru rácsos szerkezetű, szegecselt kivitelben készül és a hasonló méretű és teherbírású acélszerkezetű daruval szemben 35% súlycsökkenés érhető el. E daru szerkesztésénél szerzett tapasztalatok alapján ugyancsak az Alutervnél elkészült egy 5 tonnás 10,54 m fesztávolságú, teljesen hegesztett kivitelű futódaru terve is. E darunál a súlymegtakarítás 42,5%.

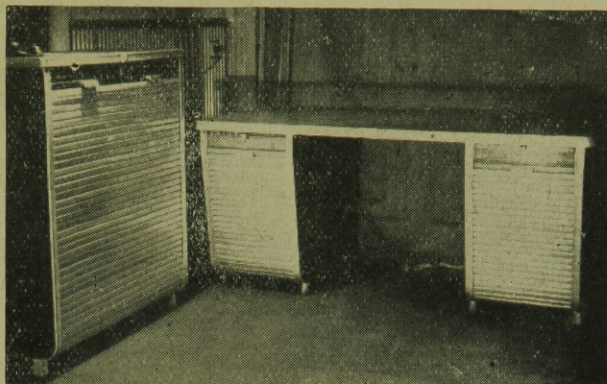


10. ábra. Utcai elárusító bóde

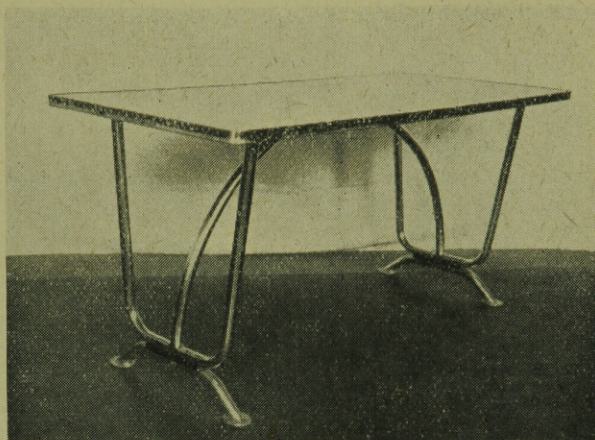
Bár a jelenlegi vas-alumínium árviszony mellett az alumínium daruszerkezet előállítási költsége lényegesen magasabb, régi berendezések bővítésénél a meglévő tetőszerkezet és alapozás nagyobb hasznos terhelésre való alkalmazhatósága, új épületeknél pedig az alapozásban és tartószerkezetekben mutatkozó megtakarítás, üzemeltetésnél pedig az energiában, illetve meghajtó berendezésben jelentkező megtakarítások az alumínium felhasználását nemcsak indokolttá, hanem gazdaságossá is tehetik.

Az elmondottak — az elmúlt év eredményei — sajnos elég kevésnek mondhatók, aminek oka nagyrészt a szakembereknek az alumíniummal szemben való idegenkedésének és az anyag nem ismerésének következménye. Be kell azonban látni, hogy régebben és sajnos sokszor ma is az alumínium nem megfelelő felhasználása joggal elrettenti az óvatos szakembereket.

Az egyik legtöbbet hangoztatott aggály az alumínium felhasználásával szemben annak állítólagos korrózióérzékenysége. A gyakorlat és a kísérletek azonban azt mutatják, hogy a tiszta alumínumból (99,5%-os, illetve 99,3%-os fémből) vagy korrózióálló alumíniumötvözetekből készült tetőfedés, esőcsatorna és egyéb bádogosmunka az idő viszontagságainak igen jól ellenáll. Alumínium bádogosmunkák élettartama még a legkedvezőtlenebb légköri viszonyok között is az egyéb fémből készülteknél nagyobb. A 14. ábra tengeri sós levegőnek és erősen szennyezett ipari atmoszférának kitett vas- és alumíniumlemezek korróziós viselkedését hasonlítja össze. A korróziós



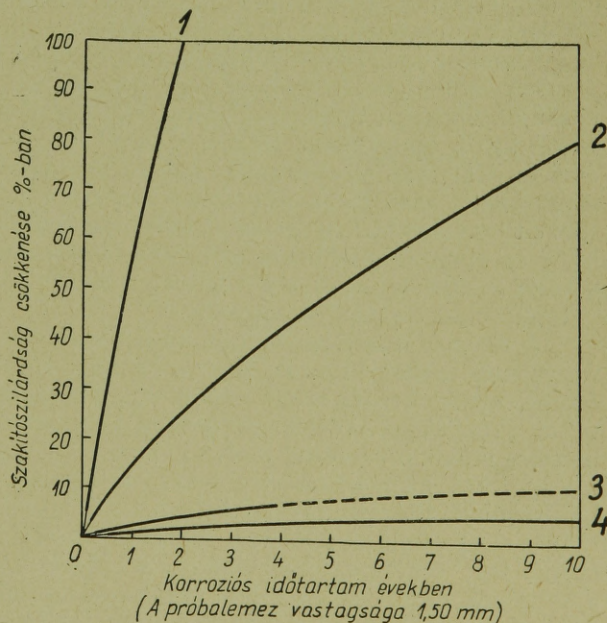
12. ábra. Alufa íróasztal és redőnyös szekrény



13. ábra. Tengeri hajó alumíniumbútorzatának asztala

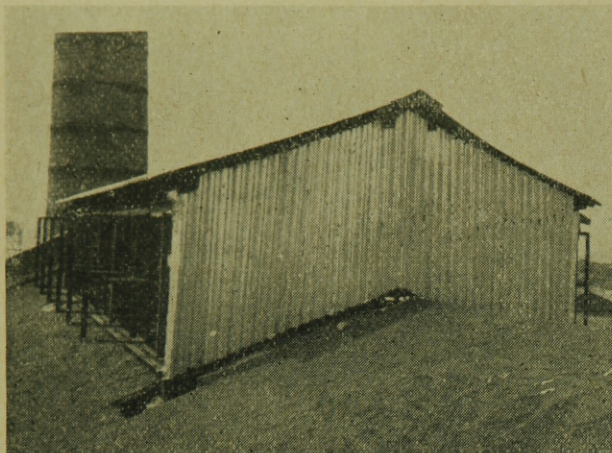


11. ábra. Francia alumínium panelekkel borított emeletes ház



14. ábra. Különböző atmoszférának kitett vas- és alumíniumlemezek korróziós viselkedésének összehasonlítása 1 = vaslemez tengeri atmoszférában, 2 = vaslemez ipari atmoszférában, 3 = alumínium lemez tengeri atmoszférában, 4 = alumínium lemez ipari atmoszférában

próbákon mért szilárdságsökkenések is azt bizonyítják, hogy az alumíniumlemezek élettartama a vaslemezekének sokszorosa és ezért több tíz évig



15. ábra. Alumínium hullámlemezrel fedett üzemépület

a célnak kifogástalanul megfelelnek. Erősen kén-tartalmú és nagyon szennyezett ipari atmoszférában, ahol festett, vagy horganyzott vaslemezek, de még tiszta horganylemez is rövid idő alatt tönkremennek, az alumíniumlemezekeken képződő berágódások mértéke egy év alatt 0,1 mm-t nem haladja meg. Körülbelül egy év után a berágódás mértéke csökken és öt évi használat után sem nagyobb 0,2 mm-nél. A korróziós kísérletek eredményeit hazai üzemi tapasztalatok is igazolják. A Csepeli Acél és Fémműben alumíniumból készült, festés nélküli esőcsatorna tíz év óta kifogástalan állapotban van. A mellette elhelyezett horganyzott vasbádoggal készült, festett esőcsatornát időközben már háromszor kellett cserélni. Hasonlóan jó eredményeket adott az egyik, igen szennyezett levegőjű üzemrésznek alumínium hullám-bádoggal történő lefedése is (lásd 15. ábra).

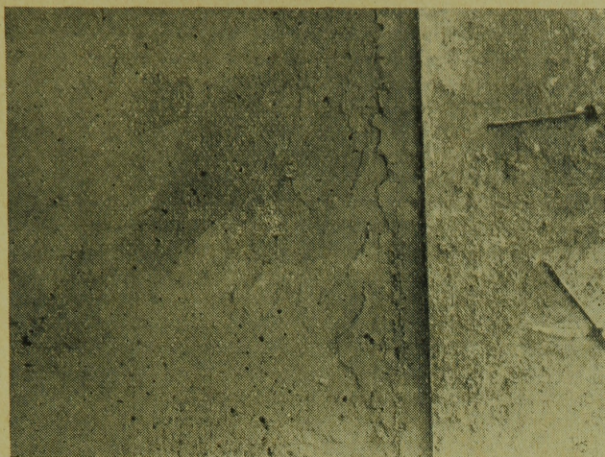
Alumíniumból készült külső burkolatok, illetve panelek felületkezelését elsősorban nem az alumínium korrózióellenállásban mutatkozó hiányosságok teszik szükségessé. Helyesen szerelt és megfelelően kiképzett alumíniumidomok felületi védelemre nem szorulnak. Esztétikai szempontból viszont számos felhasználási területnél fontos, hogy az alumíniumfelületek igen erős fényvisszaverését csökkentsük, illetve a felületen lévő hibákat, karcokat részben eltüntessük.

A fényes, kezeletlen alumíniumfelületek hátránya még ezenkívül az is, hogy a kézzel történő érintés által okozott szennyeződések maradandó foltot okoznak. A fenti hiányosságokat egyszerű, hidegen működő pácolási, illetve lemosási eljárással ki lehet küszöbölni. A foly sav, salétromsav keverékéből álló pácfolyadékkal történő kezelés után az alumínium felületén fokozott korrózióellenállású védőréteg képződik. (A pácolásnál a savgőzök maró hatása miatt gázálarc és gumikesztyű használata kötelező.) A pácolt felületek szép egyenletesen matt színűek; a csökkentett fényvisszaverőképesség következtében a felületi hibák kevésbé szembetűnőek; a kézzel történő érintés által okozott szennyeződések könnyen eltávolíthatók, illetve a pácolt felületek az ily módon történő szennyezésre kevésbé érzékenyek. (Szerelésnél és karbantartásnál nagy előny.)

Betonnal érintkező alumíniumnak korróziós megítélése az utóbbi évek tapasztalatai alapján lényegesen változott. Felületi védelem nélküli könnyűfém alkatrészeket betonba építeni továbbra sem lehet. Bebizonyosodott viszont, hogy még frissen készült betonnal érintkező alumíniumfelületek, — különösen ha azokat vékony zsírréteg-gel vonjuk be és megfelelő légcirkuláció lehetséges —, a beton kötési ideje alatt sem korródálnak. Levegő hatására ugyanis az alumínium felületén oxidokból és karbonátokból álló védőréteg képződik. Ezt a tapasztalatot jól lehetett alumíniumból készült betonzsaluk készítésénél felhasználni. Az alumíniumzsaluk szilárdság és falvastagság csökkenés nélkül ismételtelen felhasználhatók, a vasból



16. ábra. Alumínium zsaluzással készült beton oszlop



a)



b)

17. ábra. Alumínium- a) és fazsaluzású b) beton felületének összehasonlítása (az alumínium zsaluzású beton sima és tömör felülete jól látható)

készült zsaluknál lényegesen könnyebbek és élettartamuk hosszabb. Az alumíniumzsalukban készült beton felülete simább és tömörebb, ami különösen betonidomok (pl. kútgyűrű) gyártásá-

nál jelentős. Az alumíniumzsaluk hosszú élettartama, könnyű súlya és egyszerű szállíthatósága a saját erőből történő kislakás építkezést is előmozdíthatják. Elképzelhető, hogy a saját erőből történő házépítésnél az építők a típusterveknek megfelelő, helyszíni betonozásra kölcsönképpen rendelkezésre bocsátott alumíniumzsalukkal dolgoznak. A 16. ábra alumíniumzsalu felhasználásával a helyszínen készült kis lakóház betonoszlop előállítását szemlélteti. 150×500 mm keresztmetszetű oszlop készítéséhez szükséges zsalu folyóméter súlya 5—6 kg. A zsaluk tehát kézi erővel könnyen mozgathatók. A betonoszlopok közei vagy téglával, vagy a helyszínen fellelhető, közfal építésére alkalmas anyaggal tölthetők ki. Alumíniumzsalu felhasználásával készülő lakóházak típusterveinek kidolgozása nemcsak nagy mennyiségű fát takarít meg, hanem megfelelő zsalukölcsönzés megszervezésével a saját erőből történő kis házépítést is előmozdíthatja.

A korrózióval szembeni félelmet és egyéb idegenkedéseket legjobban úgy tudjuk leszerelni, ha minden igyekezettel azon vagyunk, hogy hazai fémünket nemcsak megfelelő felhasználási területeken, hanem megfelelő konstrukcióval és nem utolsósorban megfelelő gyártástechnológiával alkalmazzák. Mind emellett a meggyőzés legjobb módja a személyes megismerés és gyakorlati kísérlet. Ezért törekszünk minden erővel arra, hogy az általunk jónak vélt és megfelelőnek tartott felhasználási vonalakon minél több prototípus kerüljön kivitelezésre. Az ezeken szerzett tapasztalatok értékelésével fogjuk legjobban alátámasztani a külföldi adatok helyességét és hazai alkalmazhatóságát.

IRODALOM

- (1) Dr. Buray Z.: A könnyűfémek építőipari felhasználása. Magyar Építőipar, 1956. 5. sz.
- (2) Dr. Buray Z.: Alumínium felhasználása az építőiparban. Műszaki Élet, 1956. VI. 20.
- (3) Völgyes István: Infravörös sugárzó fűtés. Magyar Építőipar, 1956. 2. sz.

Egy hazai compressolcölöpözési munka kiértékelése

CZIGLINA VILMOS

Beruházásaink, ipari létesítményeink szükségessé teszik, hogy olyan esetekben, amikor vagy az altalaj, vagy az épület nagy terhelése ezt megkívánja, mélyalapozást készítsünk. Az építőipar általában idegenkedéssel fogadja a mélyalapozást, mert eddigi tapasztalatai azt mutatták, hogy ahol erre sor kerül, ott az építési költségek megnőnek, a kivitelezés ideje meghosszabbodik és az eredeti határidők nehezen tarthatók. Természetesen legtöbb esetben a fentiek azért következnek be, mert — mellékes és látszólag nem lényeges körülmények elhanyagolása miatt — a tervek nem eléggé alaposak, és a kivitel nem eléggé gondos.

Mind ipari, mint lakásépítésnél, ha mélyalapozás szükséges, általában a kút és cölöpalapozás kerül szóba, ezen alapozási módok a költséget és készítési időt illetően, mint már előbb kifejtettük, kedvezőtlenebbek a sákalapozásnál.

Felmerült a kíváncsi az építőipar részéről, hogy olyan mélyalapozási módot alkalmazzanak ilyen esetben, amely lehetővé teszi az alapozási költségek és elkészítési idő csökkentését.

A vasköpenyes kútalap és az előregyártott kútalapozás ezen kíváncsiakat bizonyos esetben kielégíti; az alapozás költsége és a kiviteli idő csökkentésén keresztül a vasbetonköpenyes kútalapozáshoz képest — egyéb előnyökön kívül — komoly megtakarítást jelent.

A cölöpalapozásnál a kézi fúrtcölöpök helyett a gépi fúrású cölöpalapozás kezd tért hódítani, amely az előbbivel szemben műszakilag és gazdaságilag előnyösebb.

A vert cölöpalapozásnál a régi cölöpözési mód helyett külföldön a helyben készülő cölöpök lépnek előtérbe (Simplex, Franki, Vibró, Express, stb.). Nálunk ezen újfajta kiviteli módok nem kerültek még bevezetésre felszerelés hiánya miatt. Ilyenirányú próbálkozások már történtek azon elgondolásból kiindulva, hogy lösz talajnál, vagy feltöltéses területen ezen alapozási mód — amely lösztalajban a roskadás veszélyét és a süllyedéseket csökkentő tömörítést is előidézi — bevezethető legyen.

Hazánkban Dunapentelén, a Vasgyár területén végeztek már talajtömörítő eljárással készült cölöpözési kísérleteket a nagyolvasztó épületnél, verőcsöves és robbantásos megoldással. Ezen kísérleteket *Karafiáth László* ismertette (Tanulmányok az Épületszerkezetek köréből, Építésügyi Kiadó, 1953).

1955. évben Gazda Mihály által elkészített brossura egy külföldön évek óta használt tömörítő hatású eljárást írt le, a „Compressol cölöp” készítményt. A compressol cölöp az irodalomban Dulac-cölöp néven ismeretes. Az Építésügyi Minisztérium Műszaki Főosztálya ezen új cölöpöt kívánta egy kísérleti munkán megvalósítani, hogy ennek alapján, amennyiben a kiértékelés kedvező, ezen új alapozási mód bevezethető legyen az építőiparban.

A compressol cölöp készítése

A kísérleti munka elvégzésének előfeltétele a felszerelés megtervezése és legyártása volt. A tervezési munkát *Gazda Mihály* közreműködésével az ÉGTV vállalta és *Széchy Endre* főmérnök vezetésével készítették a kiviteli terveket. A megtervezett felszerelés legyártását a 21. sz. Vállalat gépészeti részlege, a kiviteli munkát a 21. sz. Vállalat mélyépítő osztálya, a koordinálást, munka levezetését és kiértékelését pedig az FTI. vállalta.

Amint a brossúrában le van írva, a compressol cölöp külföldön eddig kétféle formában került kivitelre, mint talajtömörítő lebegő cölöp (egyiptomi építkezéseknél) és mint támaszkodó cölöp feltöltéses területen. (Schoklitsch: Grundbau c. könyvében leírt varsói építkezés.) Első feladatunknak a talajtömörítő compressol cölöp kivitelét és kiértékelését tekintettük.

Amint az *Gazda Mihály* leírásában olvasható, a talajtömörítő compressol cölöp készítésének bizonyos előfeltételei vannak:

a) a talajvízszint ne érje el az alapozási síkot,

b) a talaj jól és gazdaságosan tömöríthető legyen.

A fenti két előfeltétel kielégítésére önként adódott a megoldás, hogy a kísérleti munkát Dunapentelén végezzük el, mivel azonban ez nem volt lehetséges, Salamon Rácz és Zug mérnökök segítségével a váci DCM telepen került kivitelre a kísérleti munka.

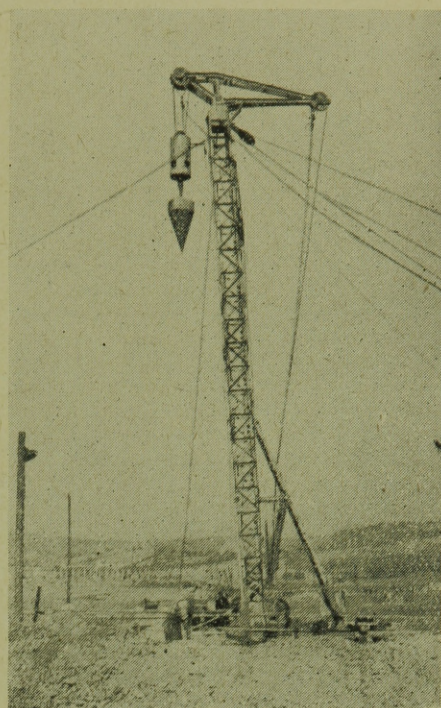
A terület kijelölése úgy történt, hogy azon részeket végeztük el a kísérletet, ahol nagyterhelésű üzemi épületek kerülnek kivitelre és így ezen épületek alapozási terveinek készítésénél a kapott eredmények felhasználhatók legyenek.

A kísérleti helyen a talaj szelvényét az 1. ábra mutatja.

Mivel a tervezési és kivitelezési hitelkeret állvány tervezést és készítést nem tett lehetővé, csak a legfontosabb felszerelések terve és kivitele valósult meg. Elkészült a 2—2 tonna súlyú lyukverő és döngölő kos, valamint a kioldó szerkezet. Az állványt egy ideiglenes állvánnyal helyettesítettük, amely a kísérleti munkához megfelelt, de az üzemszerű munkához nehézkes és lassú. A felhasznált állvány (Győri bika) 16 m magas volt, általános elrendezését a 2. ábra mutatja. A kivitel egészen csekély eltéréssel a Gazda-féle tapasztalati leírás szerint készült. Az állványról 12—13 m magasságról először a lyukverő 2 tonnás súlyt ejtegették, (3. ábra) majd miután a 75 cm Ø kos egy cca 85 cm Ø lyukat 6 m-ig kiütött, egy 50 cm vastag forgácskő réteget szórtak be és ezt a két tonnás döngölő kossal betömörítették (4—5. ábra) az alsó rétegbe úgy, hogy az utána betöltött beton a bedöngölésnél lefelé nem, csak oldalt tud kitérni, illetve az oldalfalat tovább

126,63 m.A.f.		126,39 m.A.f.	
barna iszap	(lősz)	barnássárga homo-	-kos agyag (lősz)
	1,80		2,80
barnássárga sovány	agyag (lősz)	barna homokos	agyag
	3,50		3,40
sárga meszes	homokliszt (lősz)	szürke meszes	iszap (lősz)
	4,80		5,20
meszes kövér	agyag	sárga iszap	(lősz)
	6,50	szürke	5,90
		sárga	6,10 homok
			6,50 agyag
sárga homokos	iszap (lősz)	sárga iszap	(lősz)
	7,80		8,40
kavicsos	8,30 homok		
iszapos	homok		
	9,20		
		sárga homokos	iszap (lősz)
sárga homokos	iszap (lősz)		
	12,50		12,40
homokos	kavics	homokos	kavics
	13,30		13,20

1. ábra. Talajszelvény a kísérleti munka helyén



2. ábra. Az ideiglenesen használt verőállvány

tömöríteni. A betonozás 50 cm-es rétegekben történik, a felhasznált beton 150 kg/m^3 adagolással készülhet, 30% kőforgács felhasználásával (6. ábra).

A lyukverésnél a váci munkán nyert tapasztalatok alapján átlagosan 10 cm behatolás következett be ütésenként, természetesen úgy, hogy az első ütésekre 50–30 cm, az utolsókra pedig 4–6 cm volt a behatolás. A betontömörítésnél a tapasztalati adat szerint a lyukba beöntött 50 cm betonréteg vastagsága öt ütésre 30 cm-re csökkent. A felső részt (az utolsó 1 m-t) már nem döngölő kossal, hanem vibrálással tömörítették. Ezen részbe lehet elhelyezni vastüskéket, vagy lehorgonyzó csavarokat. A cölöp készítéséhez öt fő szükséges és 1 db cölöp elkészítése betonozással együtt két műszak alatt elvégezhető. (Egy műszak lyukverés, másik a betonozás.) Az átállás ezen ideiglenes állványnál lassú és több órát vesz igénybe, azonban az eredetileg tervezett állvánnyal fele idő alatt elvégezhető (7. ábra).

Az elkészített 6 m-es lyukba $5,5\text{--}6,0 \text{ m}^3$ betont kell tömör állapotba bedolgozni, a bedöngölési tényező $1,4\text{--}1,5$ között változik az oldalfal tömörségétől függően.

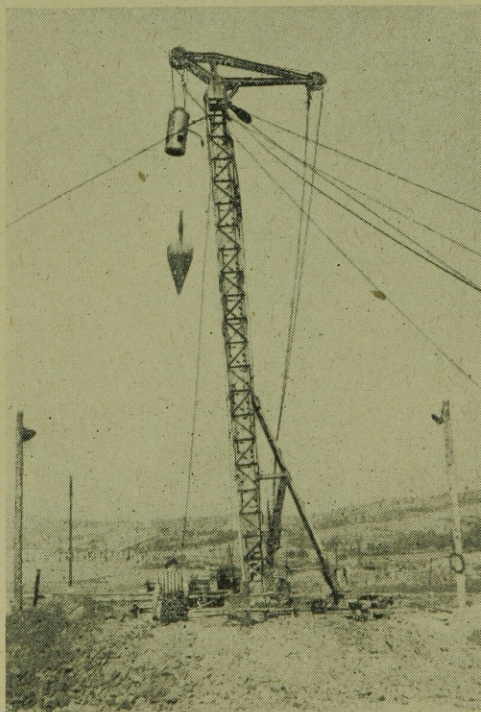
Műszaki kiértékelés

A kiértékelésnek kettős célja volt: 1. megállapítani a cölöp teherbírását, 2. megvizsgálni a tömörödést (talajsűrítés), ezáltal a roskadási veszély csökkenésének mértékét.

A várható teherbírás értékét a talajfizikai jellemzők alapján számítással állapítottuk meg, mert a próbaterhelés fedezet hiányában nem történt meg. A cölöp törőterheléséhez 4–500 tonna

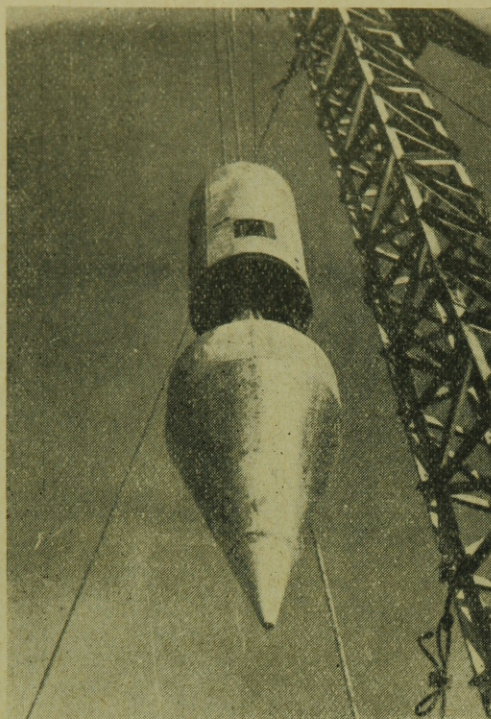
terhelés felhordása, az $1,1 \text{ m } \varnothing$ cölöpre különleges és nehezen megoldható feladat.

A számításhoz szükséges talajfizikai jellemzők megállapítása a kiásott cölöp aknáiból vett minták alapján történt. Mivel talajvíz csak 10–12 m mélyen jelentkezik, a cölöp alól és oldalából is tudtunk zavartalan mintát venni.



3. ábra. Lyukverőkos ejtése





4. ábra. Lyukverő kos és kioldó szerkezet

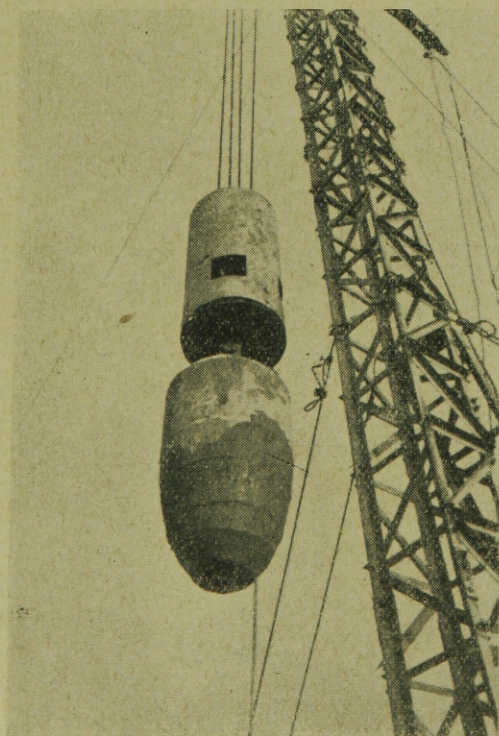
A teherbírást két eljárással határoztuk meg :
1. *Meyerhof* képletével (biztonságból a kohézió értékét 0-nak véve fel)

$$\sigma_{törő} = p_0 V_b + b\gamma V_\gamma \text{ ebből}$$

$$P_{törő} = 490 \text{ t}$$

$n = 3$ biztonsági tényező felvételével

$$P_{határ} = 160-170 \text{ t.}$$



5. ábra. Döngölő kos és kioldó szerkezet

Számításunkban $\varphi = 25^\circ$ belső súrlódási szög-gel számoltunk az eredeti $20-22^\circ$ helyett, a térfogatsúly értékét a tömörödés miatt $\gamma = 1,95 \text{ t/m}^3$ -nek vettük fel.

2. Egy támaszkodó cölöp teherbírása a vonatkozó szabvány szerint (MSZ 15005) :

$$R = \sigma_d F + f u$$

ahol $F = 10\,000 \text{ cm}^2$

$$\sigma_d = 8 \text{ kg/cm}^2$$

$$f = 3,5 \text{ t/m}^2$$

$u = 20,6 \text{ m}^2$, ezek alapján

$$R = 158 \text{ t}$$

Ezen érték az előzővel összhangban van, tehát elfogadható.

Megvizsgáltuk a cölöpcsoport teherbírását is feltételezve, hogy egy $2,0 \text{ m}$ sugarú körön 3 db cölöp háromszögalakban helyezkedik el.



6. ábra. Cölöp betonozás

Ez esetben a három cölöp által bezárt föld feltételezhetően együtt dolgozik a cölöpökkel és így a törőterhelés

$$P_t = \frac{2^2 \pi}{4} \cdot 670 \text{ t/m}^2 = 2100 \text{ t}$$

$n =$ három biztonsági tényezőt feltételezve

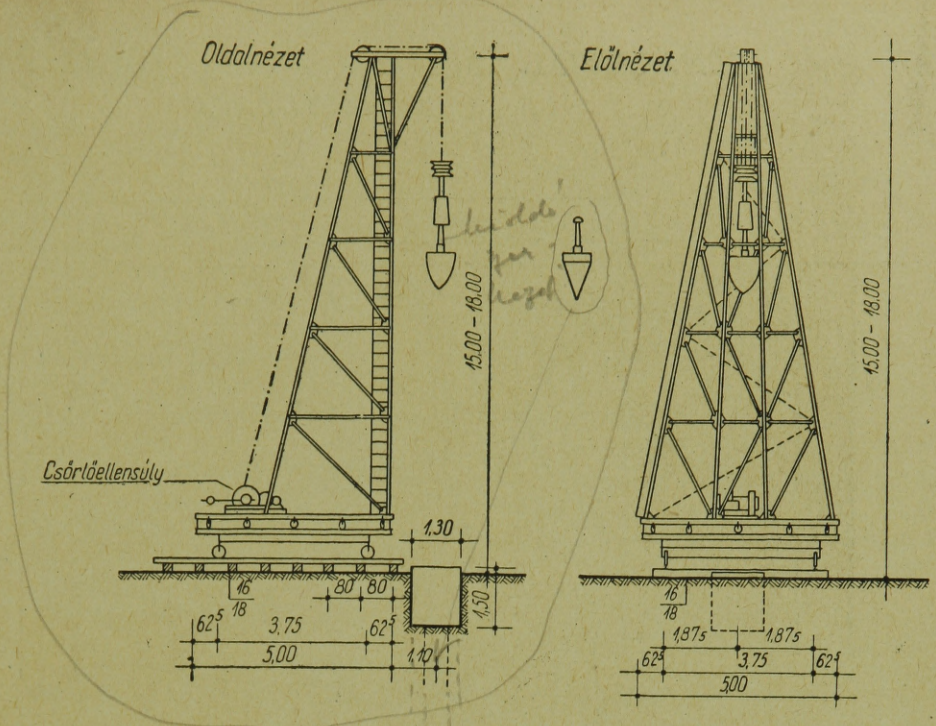
$$P_{eng} = 700 \text{ t}$$

Ha biztonság okából megvizsgáljuk, hogy mi történik, ha a három cölöp által bezárt földtömeg nem dolgozik együtt a cölöpökkel és a terhelést ezek viselik, számítás szerint ez esetben a biztonsági tényező még így is $n = 2,1 > 2$ -re adódik.

Másik feladat volt a talajtömörödés megállapítása a cölöp környezetében.

A cölöpök elkészülte után két elkészített cölöp között egy kutató árkot létesítettünk, amelyben a cölöpök alapjaig elvégeztük a föld-kiemelést (8. ábra). A 9. ábra a tömörödést százalékban kifejezve az eredeti állapotra vonatkoztatva mutatja. A cölöp külső szélétől $2-3 \text{ m}$ -ig nagymértékű tömörödés állapítható meg, az átlagos hézag-tényező (e) ezen a területen a talaj-mechanikai vizsgálat szerint $0,8$ volt, a cölöptől $1,2$ távolságra pedig átlag $e = 0,65$ értéket talál-

7. ábra. Verőállvány (Gazda Mihály terve szerint)



tunk. Ha a $3,7 \text{ m} \varnothing 65 \text{ m}^3$ -es földtömeg tömörödését kívánjuk meghatározni, akkor 6 m -es cölöp $5,7 \text{ m}^3$ többlet anyagot jelentve, $8,7\%$ talajtömörödést okoz.

A feltárás után megállapítható volt, hogy a $0,75 \text{ m}$ -es lyukverő, illetve döngölő kos ezen talajban $110 \text{ m} \varnothing$ betoncölöpöt állít elő (10. ábra). Ez megfelel $1:2$ arányszámnak a $0,75 \varnothing$ kos területére vonatkoztatva. Az egyiptomi tapasztalatok szerint a Nilus iszapban ezen szám $1:3$ — $1:4$ között változott, míg a varsói adatok szerint feltöltéses talajban ezen érték $1:5$ volt.

Amint a fényképek is mutatják, a cölöp palástja érdes és egyenetlen, tehát ezen cölöpöt, ha mint lebegő cölöpöt számítjuk, a palástsúrlódás értéke 3 — 5 t/m^2 körüli értékre is felvehető, különösen, ha az érintkező talaj tömörségét ($n = 30\%$) figyelembe vesszük.

Talajrezgés

Ezen kiviteli mód, mivel 2 t kos esik 12 — 14 m magasról, nagy talajrezgéseket idéz elő és ezért szükségesnek tartottuk, hogy a keletkezett rezgéseket megvizsgáljuk, ezáltal meg tudjuk állapítani, hogy milyen távolságra lehet ezt az alapozási módot alkalmazni meglevő épületektől.

Irodánk rezgésmérő csoportja kivitel közben elvégezte a szükséges vizsgálatokat és ennek alapján megállapítható, hogy 10 m -en belül nem lehet emeletes épületet megközelíteni, földszintes épületnél pedig ezen határ 7 — 8 m . A fenti vizsgálatok és mérések a váci DCM területére vonatkoznak. Veszélyességi határnak azt a legnagyobb gyorsulási értéket tekintettük, amelynél a nehézségi gyorsulás $0,3$ -ét éri el. E határérték megállapításánál tekintettel voltunk a földrengések erősségének megállapítására használt táblázatokra.

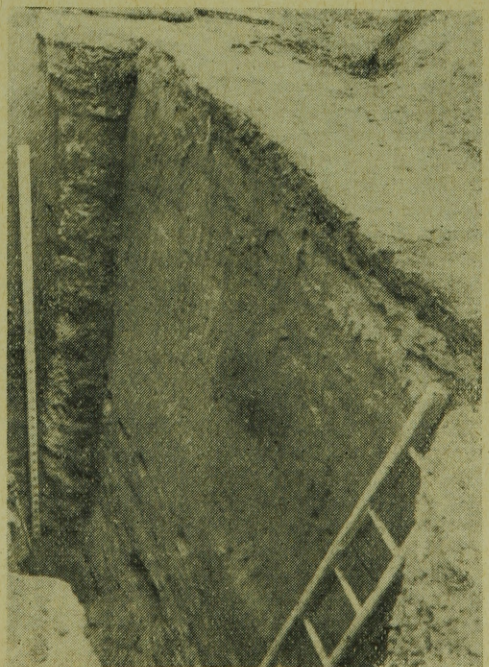
Gazdasági kiértékelés

Minden új műszaki megoldás csak akkor jelent eredményt, ha a régi megoldásokkal szemben műszakilag és gazdaságilag kedvezőbb eredményt biztosít az eddigieknél.

Mellékeltén feltüntettük azonos feltételek mellett készülő mélyalapozási módok költségeit, a felvonulás nélkül.

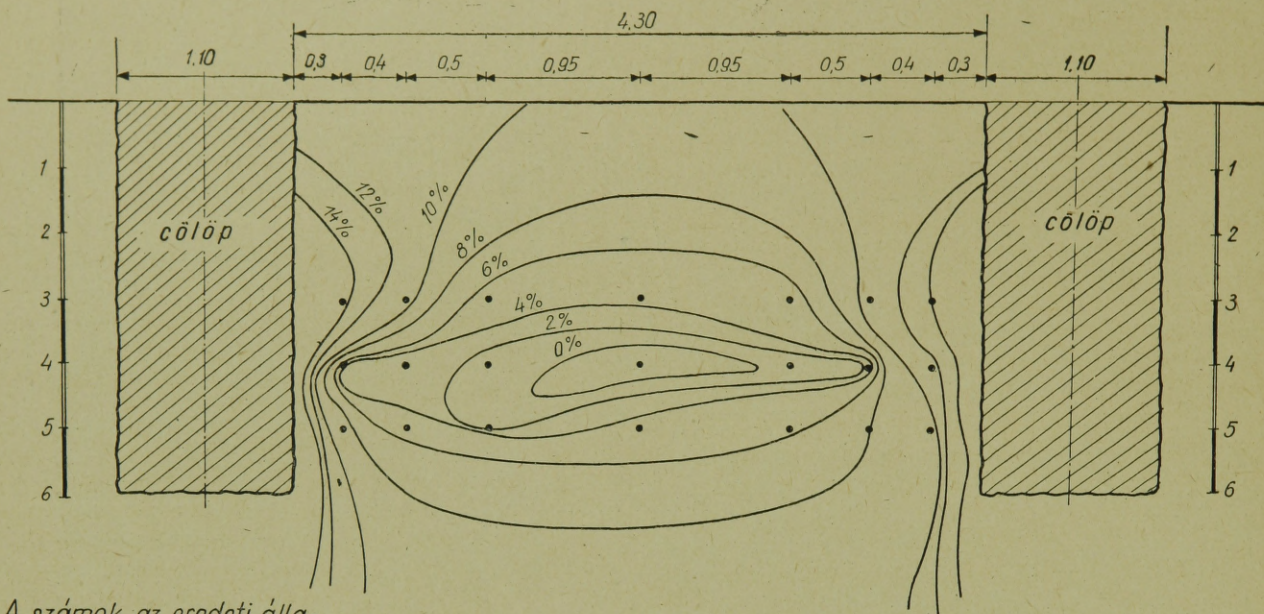
1 t hasznos terhelés forintköltsége 6 m mélységre vonatkozóan

Fúrt vasbeton cölöp	$30 \text{ cm} \varnothing$	62 Ft/t
Vert vasbeton cölöp	$30/30 \text{ cm}$	46 Ft/t



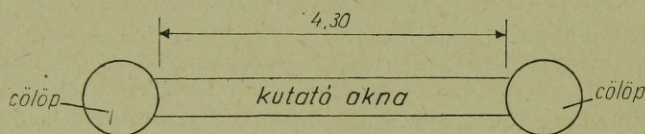
8. ábra. Két cölöp közötti feltárás

KOMPRESSZOL CÖLÖP HATÁSÁRA HÉZAGTÉRFOGAT %-OS VÁLTOZÁSA



A számok az eredeti állapothoz képest bekövetkezett hézagterfogat változást (tömörödést) jelentik

VÁZLATOS ALAPRAJZI ELRENDEZÉS



9. ábra. Tömörödés az eredeti állapothoz képest hézagterfogat százalékban



10. ábra. Klászott betoncölöp

Vasbeton köpenyes kútalap	2,0 m Ø	70 Ft/t
Vasköpenyes kútalap ...	1,2 m Ø	42 Ft/t
Compressol cölöp	1,1 m Ø	25 Ft/t

Dunapentelén 1952-ben végeztek talajtömörítő cölöpözést és robbantásos talajtömörítést s az ott kapott gazdasági adatokat felhasználva, összehasonlítást teszünk a compressol cölöpözéssel. Karafiáth László tanulmányában megállapítja, hogy robbantásos tömörítésnél 1% hézagterfogat csökkentés az utókalkuláció szerint 48 Ft/m³, a cölöpözéses tömörítésnél ezen szám 70 Ft/m³. Ugyanezen számérték a compressol cölöpözésnél 10—12 Ft/m³ körül volt. Mivel a dunapentelei kísérlet részletes utókalkulációja nem áll rendelkezésre, csak következtetni tudunk a nagy különbségre, amely szerintünk az átmérők különbségéből adódik: amíg Dunapentelén 40 cm, addig itt nagyjából ugyanazon felszerelés és felkészülés mellett 110 cm Ø cölöp készült el, ami majdnem nyolcszoros területet jelent.

A compressol cölöp teherbírasi és talajtömörítő eredményei alapján ezen új eljárás az alábbi gazdasági előnyöket jelenti:

1. Löss talajoknál, mint talajtömörítő cölöp alkalmazható, feltéve, hogy az alapozási sík max. 1,00 m-rel kerül talajvíz alá.

2. A compressol cölöp kivitelezése gyors, a lyukverés és betonozás két műszak alatt 6 m-ig elvégezhető.

3. A költségtényezők szerint azonos körülmények között minden más mélyépítési módnál olcsóbb.

4. Meglévő épületek mellett az épület jellegétől függően 6—10 m távolságban készíthető.

5. A cölöpkészítéshez vasat és 500-as cementet használni nem kell, tehát nem igényel hiányanyagokat.

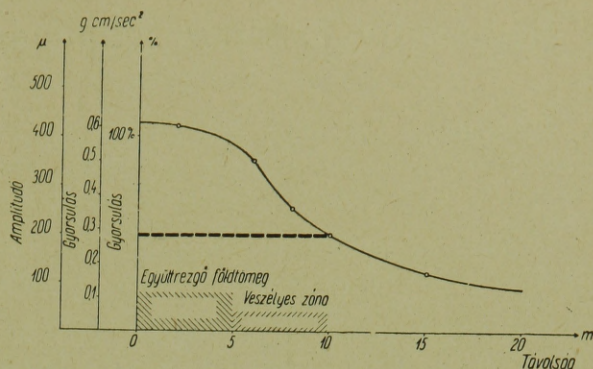
6. Löss talajoknál az alapozáson kívül az egész épületnél javítja az állapotot, mert talajtömörítést is végez és tömörítés után megszűnik a roskadási veszély.

7. A kivitel egyszerű gépeket igényel, a cölöpkészítés betanított segéd munkásokkal elvégezhető, egy gépész és négy betanított segéd munkás minden munkát ellát.

8. Feltöltéses területen a leggyorsabban készíthető mélyalapozás és egyben talajtömörítés (talajvíz max. 1,5 m-ig).

Alkalmazási terület

A fentiek alapján a compressol cölöp elsősorban lösz talajban alkalmazható, másodsorban 5—6 m feltöltésnél. Budapesten és bányavidékeken nagyon sok olyan hely van, ahol az eredetileg mély terület feltöltötték és utólag beépítették, mivel vastag, 4—6 m-es a feltöltés, építkezni csak költséges mélyalapozással lehet. Ezeken a területeken lehetne a compressol cölöpalapozást igen jó eredménnyel használni, amint a varsói példa is mutatja. Múlt évben elkészítettük lösz talajra vonatkozóan a compressol cölöp kiértékelését, ez évben szeretnénk, ha a Minisztérium módot ad rá, feltöltéses területen elvégezni a kísérletet, mert sok olyan körülmény van, ami a kiviteli feltételeket megváltoztatja feltöltéses területen. Lényeges különbség pl. az, hogy míg lösz talajnál általában lebegő cölöpöket készítünk, addig feltöltéses területen általában támaszkodó cölöpökre számíthatunk. Ez évben — amennyiben lehetőségünk lesz rá — a betonon kívül még a talajcölöp készítését is



11. ábra. Lyukverés hatására keletkező rezgés diagramja

kipróbáljuk. Ugyanakkor a cölöpök teherbírását próbaterheléssel kívánjuk meghatározni, a fenéken betonozás előtt végrehajtott próbaterheléssel.

Összefoglalás

Az első kiértékelés után már látni, hogy ezen cölöpözési módnak bizonyos esetekben komoly műszaki és gazdasági jelentősége van egyéb mélyalapozási módokkal szemben. Célszerű volna a beruházásoknál ez évben a compressol cölöp-alapozást betervezni, hiszen minden felszerelés rendelkezésre áll és az ideiglenes állvány is megfelel 20—30 cölöpből álló alapozásnak.

Feltétlenül szükséges volna a feltöltéses kísérlet végrehajtása és kiértékelése, mert a lakás-építési programnál is lehetne ezen gazdaságos mélyalapozást alkalmazni. Célszerű lenne, ha az első munkákat az a kivitelező vállalat végezné, amely a kísérleti munkát kifogástalan kivitelben elvégezte és megfelelő gyakorlattal rendelkezik a további munka végzéséhez.

Ezen mélyalapozási mód, bár külföldön már több mint 50 éve használják, nálunk műszaki fejlődést jelentene, mert amint a kiértékelésben bebizonyítottuk, mind teherbírás, mind talajtömörítés szempontjából gazdaságosabb az eddig használt mélyalapozási módoknál, amennyiben az alkalmazási feltételei biztosítottak.

Rádióaktív izotópok alkalmazása a hazai építőanyagiparban*

Írta: GYÖRGY LÁSZLÓ és VARGA KÁROLY

Áttekintve a radioaktív izotópok alkalmazásának lehetőségeit, az építőanyagiparban, azt találjuk, hogy a lehetőségek reálisan a következők:

1. Fizikai állandók meghatározása; így tehát abszorpciós mérése és az abszorpciós alapján sűrűség, súly és vastagság mérés.

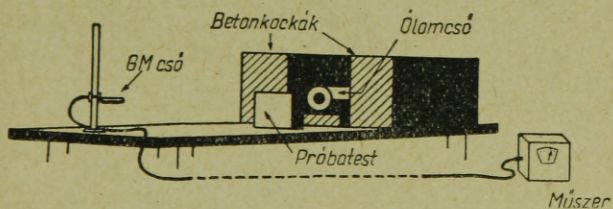
2. Roncsolásmentes anyagvizsgálat; belső hibák, egyenetlenségek, belső durva szerkezetek vizsgálata átvilágítással, felvételek készítése rádióaktív sugárzóval nagyméretű testekről.

3. Rádióaktív elemeknek nyomjelzőként való alkalmazása. A nyomjelzés segítségével vizsgálhatjuk egyes folyadékok, gázok áramlási sebességét, diffúzióját, továbbá megállapíthatjuk az egyes anyagok oldhatóságát. Nyomjelző elemekkel nagy lépést tehetünk kristály struktúrák megismerésében s a kristályszerkezetekbe beépülő egyes elemek helyzetének meghatározásában.

Az alábbiakban leírt kísérletek csak szerény kezdetet jelentenek, melyeknek jelenlegi viszonyaink és felszerelésünk szabtak határt.

Kísérleteink első részében felsorolt alkalmazási lehetőségek közül a különböző építőanyagok, építőelemek, falazatok abszorpciós együtthatójának meghatározásával foglalkoztunk.

A mérések alkalmával először meghatároztuk a gamma-sugár intenzitás térbeli elosztását és a meghatározott eloszlás maximumán helyeztük el az észlelő berendezés (GM-cső) mérőfejét. Hogy így az egyes zavarásokat, szóródásokat, visszaverődéseket kiküszöböljük és a mérést a lehető legpontosabban végezhesük el. A Compton elektronok és fotó elektronok zavaró hatásának csökkentésére a csövet távol helyeztük el a mérendő testtől.



1. ábra

A mérést az 1. ábrán látható elrendezésben végeztük. Az abszorpciós együttható számítását

$$I = I_0 e^{-\mu x} \quad (1)$$

képlettel végeztük, ahol

I_0 = a gamma-sugár intenzitása abszorbens réteg nélkül,

I = a gamma-sugár intenzitása abszorbens elhelyezése után,

x = az abszorbens réteg vastagsága (cm),

e = a természetes logaritmus alapja,
 μ = az abszorpciós együttható (cm^{-1})

Felezési távolság (F cm) jelenti azt a távolságot, amelyen az anyagban a sugárzási intenzitás felére csökken, azaz $I = \frac{I_0}{2}$. Ezt behelyettesítve a felezési távolság és az abszorpciós együttható között az alábbi összefüggés adódik:

$$\mu = \frac{0,693}{F} \quad (2)$$

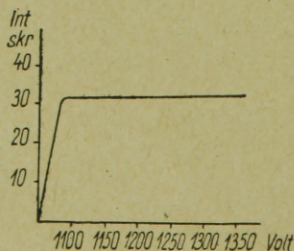
Fenti képletből nyilvánvaló, hogy mindennek előtt meg kell határozni I_0 értékét, vagyis a sugárzás intenzitását abszorpciós réteg nélkül. Ezeknél a méréseknél természetesen a levegő abszorpciója elhanyagolható, majd meghatározandó az I_0 értéke, vagyis a gamma-sugár intenzitása az abszorbens réteg elhelyezése után. Ismerve az abszorbens réteg vastagságát az abszorpciós együttható most már egyszerűen számítható.

A méréshez felhasznált rádióaktív anyag műszaki adatai:

Izotóp megnevezése	 Co 60
Izotóp mennyisége	 9 mC (huzal)
Vegyület	 Fémcs
Kibocsátott gamma-sugár energiája	 1,17 és 1,33 MeV.
Felezési ideje, mint ismeretes	 5,3 év

A felhasznált mérőberendezés műszaki adatai:

Műszer	 Precíziós rate-méter (KFKI Radiológiai osztály)
Használt méréshatárok	 10 000 és 300 000 imp/min.
Időállandó	 10 sec.
Hitelesítés	 50 Hz (hálózat)
Nagyfeszültség	 500—2000 V (folyamatosan szabályozható)
GM-cső	 Üvegfalú béta-gamma-cső
Falvastagság	 a számlálócső falának vastagsága 30 mg/cm ² , de a felhasználásnál még be volt burkolva a cső és így az összburkolat vastagsága kb: 2g/cm ²
Töltés	 Argon-alkohol
Munkapont	 1250 V.



2. ábra

* Ebben a cikkben röviden szeretnénk beszámolni a Magyar Tudományos Akadémia Mérés és Műszerügyi Intézete segítségével az Építőanyagipari Központi Kutató Intézetben végzett radiológiai vizsgálatokról.

A GM-cső működési karakterisztikáját a 2. ábra tünteti fel:

A mérési eredmények összefoglalását az 1. sz. táblázatban tüntettük fel.

1. táblázat

Sor- szám	Megnevezés	μ (cm ⁻¹)	F (cm)
1.	Acél	0,370	1,87
2.	Csempe	0,107	6,6
3.	Táblaüveg	0,135	5,1
4.	Kisméretű falazótégla	0,076	9,1
5.	Ikersejt téglá	0,061	11,3
6.	Falelem 1.	0,066	10,5
7.	Falelem 2.	0,048	14,5
8.	Falelem 4.	0,067	10,3
9.	Kádkő	0,121	5,7
10.	Beton 11.	0,090	7,7
11.	Beton 12.	0,090	7,7
12.	Beton 3.	0,103	6,7
13.	Beton 4.	0,099	7,0
14.	Porcelán	0,118	5,8

A 6. sorszámú 1-es jelű falelem tömör kisméretű téglából készült féltégla vastagságban, kötésben rakva és habarcssimitással. A 8-as sorszámú (4-es jelű) szintén tömör kisméretű téglából az előbbihez hasonló módon készült, de másfél téglá vastagságban.

A 7. sorszámú (2-es jelű) falelem ikersejttégla-ból készült féltégla vastagságban, a 6-os sorszámúhoz hasonlóan.

A 10—12. sorszámú (11. és 3. jelű) beton próbatesteket 200 kg/m³ „500”-as tatabi cementadagolással, a 11., 13. sorszámú (12. és 4. jelű) próbakockákat 400 kgm cementadagolással készítettük azzal a különbséggel, hogy míg a 12., 13.

sorszámú próbatesteket az MNOSz 934. sz. szabvány előírása szerint, a 10., 11. sorszámú próbatesteket pedig lazán tömörítettük.

A téglák abszorpciós együtthatóinak mérésénél kb. 10%-os ingadozás figyelhető meg a téglák égetésétől, méretétől és térfogatsúlyától függően. Ezeknek a jelenségeknek vizsgálatára azonban méréseinknél nem térünk ki. Az ikersejttéglák abszorpciója függ továbbá a lyukak elrendezésétől is.

Az abszorpciós együttható, illetve a felezési távolság főként a térfogatsúlytól függ (3. ábra). Ugyanezen az ábrán néhány külföldi építőanyag felezési távolságát is feltüntettük.

A mérési eredmények általánosságban meg-egyeznek az irodalomban közölt adatokkal. Az egyezések mellett azonban eltérő eredmények is tapasztalhatók. Az eltérések szélső esetben 10%-ot is elérnek amit azonban feltehetőleg főként az okoz, hogy a külföldi anyagok pontos összetétele és szerkezeti kialakítása nem ismeretes, s azok valószínűleg nem egyeznek az általunk vizsgált hazai mintákkal.

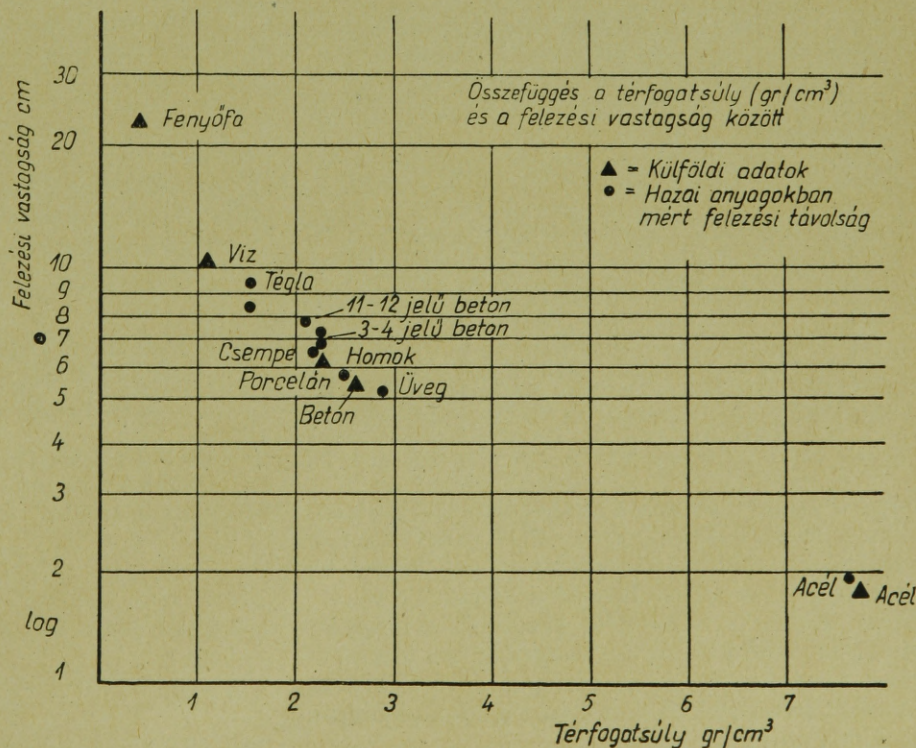
Kísérleteink második részében építőanyagok rádióaktív gammasugárzó izotópokkal történő átvilágításával foglalkoztunk.

A rádióaktív gammasugárzó izotópokkal történő átvilágítási vizsgálatokat

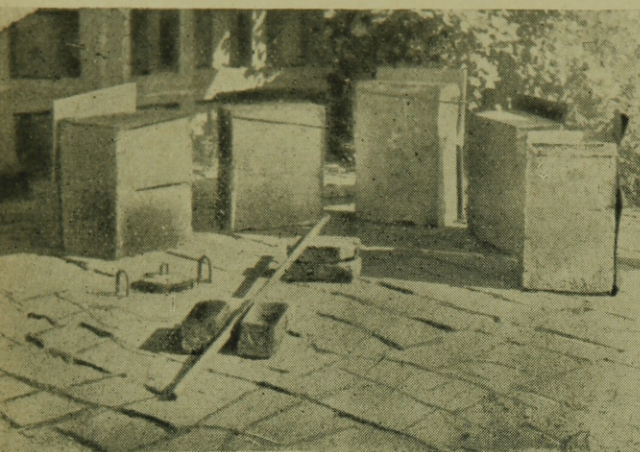
- durvakerámiai anyagokon,
- kádköveken,
- vasbeton testeken.

Radiografiai felvételek készítése gammasugárzó izotóppal gyakorlatilag az alábbiak szerint történik:

Egy-két méter sugarú kör területén felállítjuk a vizsgálati tárgyat. A tárgyak mögé,



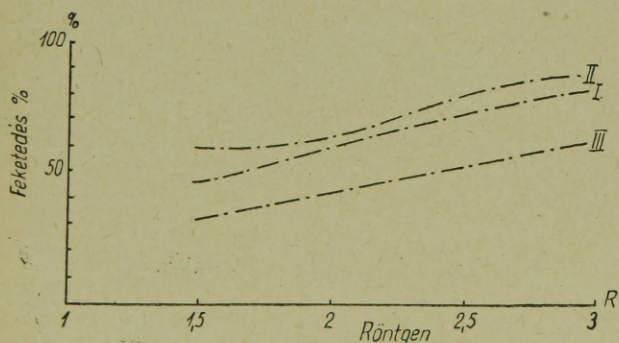
3. ábra



4. ábra



5. ábra



6. ábra

külső oldalukra, fényzáró csomagolásban Röntgen-filmet helyezünk. A film elhelyezése után a sugárvédelmet biztosító ólomtartóból kiemeljük az izotópot és a kör közepére helyezzük (4., 5. ábra). Ettől az időponttól kezdődik a megvilágítás. Az előre kiszámított megvilágítási idő letelével visszahelyezzük az izotópot a tartójába, a filmeket bevesszük és a szokásos módon előhívjuk és kiértékeljük.

Az átvilágítások végzésénél minden alkalommal felmerül a megvilágítási idő kiszámításának szükségessége.

A megvilágítási idő elsősorban függ a választott preparátum fajtájától és nagyságától, továbbá a film és a megvilágítást végző izotóp távolságától, illetve az átvilágítandó anyag vastagságától. Természetesen a választott filmanyag fektedésétől is függ az expozíciós idő.

A rendelkezésünkre álló 85 mc Co 60-as preparátummal történő átvilágítási vizsgálatainkból megállapítottuk, hogy

Co 60-as izotóp megfelelő 200—300 mm vastag 2,4—2,6 g/cm³ térfogatsúlyú anyag esetében,

a hiba kimutatás nagysága nem rosszabb mint 5%, az anyag szerkezetétől, vastagságától függően.

Az átvilágításhoz használt Agfa Texo S filmet (III. jelű) összehasonlítottuk két magyar Forte gyártmányú filmmel (I., II. jelű).

A 6. ábrán feltüntettük a filmek fektedését %-ban, hol 100% a teljes fekte. Míg a dózis értékeit a később közölt (3) képlet alapján számítottuk ki. A méréshez vaséket használtunk. A Forte filmek jók, de azzal az általános hibával küzdenek, hogy egyenetlen az emulzió és az erősen zavarja a film kiértékelését. Meg kell ugyan említeni, hogy az összehasonlítás nem teljes értékű, mert az Agfa Texo S filmek már lejártak. Sajnos, le nem járt filmet nem sikerült beszerezni. Hogy a felvételen a hiba kellő mértékben legyen felmérhető, tapasztalataink szerint 50%-os fektedés szükséges. Így a Forte filmeknél kb. 1,5 R, az Agfa Texo S filmeknél pedig 2,5 R dózis szükséges.

A fektedést E. M. G. gyártmányú Magnephot Type 2212 műszerrel mértük.

A preparátum által leadott dózis teljesítményt az abszorbens után az alábbi képlet szerint határoztuk meg.

$$R = C \frac{I \cdot d}{r^2 e^x} \quad (3)$$

r = a preparátum és a film közötti távolság (cm) = totális absz. együttható (cm⁻¹),

I = a preparátum mennyisége mC-ben,

x = az átvilágítandó anyag vastagsága cm-ben,

d = dózis egyenérték (ez Co⁶⁰ esetén 13,5 r/óra 1 cm-re 1 mC),

c = arányossági tényező.

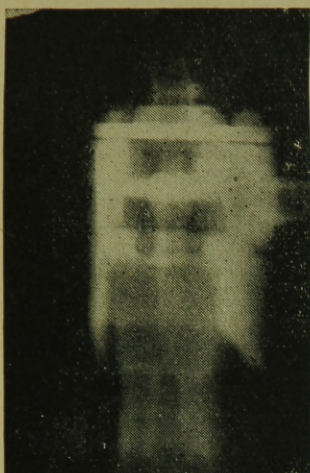
Pl.: Egy 30 cm vastag beton esetében, ha a preparátum 85 mc mennyisége 60 cm távolságban van a filmtől, a leadott dózis teljesítmény

$$R = \frac{13,5 \cdot 85}{60^2 e^{30 \cdot 0,09}} = 0,0216 \text{ r/ó}$$

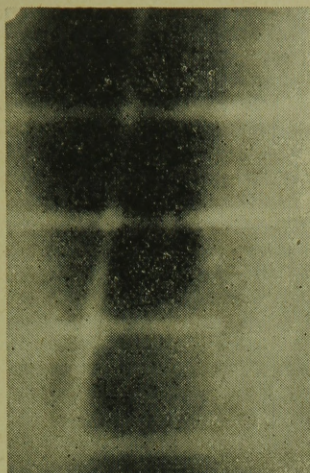
1,5 r eléréséhez tehát:

$$\frac{1,5}{0,0216} = 69,5 \text{ óra expozíciós idő szükséges, ha}$$

nem számítjuk a szórt sugárzást.



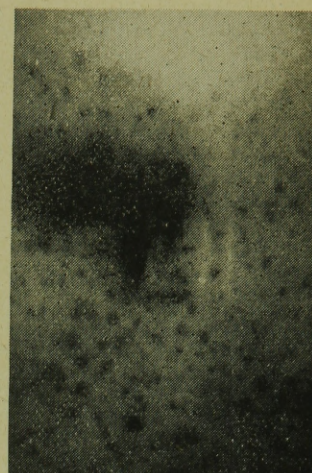
7. ábra



8. ábra



9. ábra



10. ábra

1. Porlasztó (7. ábra). 2. Vasbetonoszlop (8. ábra). 3. Kádkó nagy öntési hibával (9. ábra). 4. Kádkó apró lyukakkal (10. ábra)

Hogy a felvételi időket megrövidítsük, erősítő ernyőt alkalmaztunk, így kb. 1/3-ra csökkentettük az expozíciós időt.

A felhasznált preparátum 85 mC Co^{60} -as volt (5×10 mm-es Al. kapszulában).

A felhasznált filmanyag műszaki adatai:

Film megnevezése: Agfa Texo S.

Film mérete: 18×24 és 30×40 .

Felhasznált erősítő fólia: Perspecta Universal.

Használt kazetta: 30×40 Siemens.

Használt hívó: Agfa 30 és Unifort.

Használt rögzítő: Agfa 303 és Unifix.

Eddigi felvételeinkből néhányat bemutatunk a 7, 8, 9 és 10 ábrán.

Végezetül egy fontos kérdésről szeretnénk még beszámolni és ez a sugárvédelem.

Az alkalmazott izotópok zárt preparátumként kerültek felhasználásra, így tehát csak külső sugárvédelemről kellett gondoskodnunk.

Az első esetben, amint az a 1. ábrán is látható, a kezelőt a preparátum tartójának falvastagságán kívül még 40 cm-es vastagságú beton is védte, így a dózis teljesítmény 1,22 mr/óra, ami napi 6 órai munkaidőt feltételezve, 6,8-szeres biztonságot jelentett.

Az átvilágításnál a tartórúd preparátummal ellentétes végén a dózis teljesítmény 0,5 mr/óra értéknél alacsonyabb, ami kb. 16-szoros biztonságot jelent.

A személyi dózisméretek alapján 0,5 mr/nap dózisteljesítményt kaptunk maximálisan.

A fentiek vázolója után részünkről el kell mondanunk, hogy a rádióizotópok az építőanyagiparban sokkal több területen alkalmazhatók, mint amelyeket mi szerény eszközökkel eddig kipróbáltunk.

A jövőben mi az elkezdett munka folytatásaként a folyamatos anyag sűrűség meghatározásával és a belső szerkezeti hiányok kutatásával kívánunk foglalkozni.

IRODALOM

1. I. R. Bradford: Radioisotopes in Industry.
2. Marble used as a radiation shield A. I. A. File No. 35-E-3 (NN) 1954.
3. Dr. Bozóky László: Jegyzet az MTA. KFKI. Radiológiai osztályán megtartott izotóp tanfolyam elméleti előadásairól.
4. Scarrott, G. G.: Progress in Nuclear Physics. Kiad. Frisch, O. R. Butterworth—Springer, 1950.
5. Curran, S. C.—Craggs, J. D.: Counting Tubes (Számláló csövek). Butterworth, 1949.
6. Wilkinson, D. H.: Ionization Chambers and Counters (Ionizációs kamrák és számlálók). Cambridge University Press, 1950.
7. Pontecorvo, B.: Helv. Phys. Acta 23, 97 (1950).
8. May, A. N.: Proc. Phys. Soc. 51, 26 (1939).
9. Stever, H. G.: Phys. Rev. 61, 38 (1942).
10. Putman, J. L.—Cooke-Yarborough, E. H.: Jaur Sci. Inst. 25, 409 (1948).
11. Brown, S. C.—Miller, W. W.: Rev. Sci Instr. 18, 496 (1947).
12. Zumwalt, L. R.: MDDC. 1346.
13. Collie, C. H.—Halban, H.—Wilson, R., Proc. Phys. Soc. 63, 944 (1950).
14. Burt, B. P.: Nucleonics, 5, (2), 28 (1949).
15. Putmann, J. L.: Brit. J. Radiol. 23, 46 (1950).
16. Simpson, J. A. (Jr): Rev. Sci. Instr. 15, 119 (1944).
17. Whitehouse, W. J.—Putman, J. L.: Rádióaktív izotópok. Budapest, 1955. Akadémia Kiadó.
18. Korányi, Gy.: Rádióaktív izotópok alkalmazása az építőiparban. Építőanyag, 1956. évf. 4. sz.

Az Építéstudományi Intézet kísérletei sugárvédő nehézbeton előállítására

KUNSZT GYÖRGY

A) A nehézbeton és a hidrátbeton

Atomreaktorok épületeiben a betont a szokásos építőipari felhasználáson kívül más, különleges célból is alkalmazzák. A reaktorban lejátszódó folyamatoknál keletkező sugárzások nagy része még akkor is rendkívül veszélyes biológiai szempontból, ha eredeti — a reaktorban keletkező — intenzitásuknak sokszorosán csökkentett értékével jutnak a szervezetbe. Ezért, a reaktor üzemében dolgozó fizikusok, mérnökök, laboránsok testi épségének érdekében rendkívül lényeges, hogy a keletkező sugárzások ellen megfelelő védelmet biztosítsunk. Ebben a védelemben világszerte fontos szerep jut a betonnak, amely ezzel új — s várhatóan növekvő jelentőségű felhasználási területet kapott. Az említett sugárzások, illetőleg azok egyes fajtái nemcsak a nukleáris energiaiparban és a rádióaktív izotópok termelésében vannak jelen, hanem a rádióaktív izotópok egyre növekvő gyógyászati és ipari felhasználásánál is. Ezért a beton új, sugárvédelmi alkalmazása a reaktorteknikán kívül is egyre jobban terjed.

A sugárvédelemnek a sugárzások két fajtájára kell kiterjednie, elektromágneses hullámokra és anyagi részecskékre. Az előbbiek közül csak azoknál van szükség védekezésre, amelyeknek nagy az energiájuk, vagyis a röntgen — és a gammasugaraknál. Az anyagi részecskék esetében vagy atommagokról van szó, mint az α -sugárzásnál, vagy atommagok részecskéiről, neutronokról, protonokról, vagy pedig — a β -sugárzás esetében — elektronokról. Az utóbbiak közül a neutron-sugárzás elleni védelem a leglényegesebb. Reaktoroknál — legalábbis a betontechnológiust közvetlenül érintő módon — általában csak a gamma- és a neutron-sugárzás elleni védelemről kell gondoskodni.

A gamma- és a neutron-sugárzás intenzitásának csökkentése a védőközegben lejátszódó különféle szóródási és abszorpciós folyamatok eredőjeként jön létre. A gamma-sugárzás intenzitásának gyengülése, sok esetben pedig a neutron-sugárzásé is exponenciális csökkenést mutat, a következő összefüggés szerint:

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

ahol

I = a védőközegtől kilépő sugárzás intenzitása,

I_0 = a védőközegbe lépő sugárzás intenzitása,

μ = a védőközeg anyagától és a sugárzás energiájától függő állandó, az ún. abszorpciós koefficiens,

x = a sugárnyaláb útjának hossza a védőközegben, a védőközeg határoló felületeire merőleges sugárnyaláb esetében a falvastagság.

Ez az összefüggés csak az ún. primér sugárzás gyengülésére vonatkozik. Az ún. szekundér sugárzások figyelembevétele, melyek egyes fajtáiról később említést teszünk, más összefüggések alapján történik.

A képlet szerint azonos falvastagság esetén a sugárzás exponenciálisan csökken az abszorpciós koefficiens értékének növekedésével. A sugárzás gyengülését eredményező folyamatok azonban egészen más természetűek a gamma-sugárzásnál, mint a neutronnál. Ezért ennél a két fajta sugárzásnál különböző anyagok kedvezőek a hatásos védekezés céljára. Gamma-sugár esetén annál nagyobb az abszorpciós koefficiens, vagyis annál jobban csökken a sugárzás intenzitása, minél több nagy rendszámú atom jut a védőközeg térfogatának egységére. Neutron-sugárzásnál pedig éppen fordítva, a kis rendszámú atomok sűrűségével nő az abszorpciós koefficiens értéke. Így a gamma-sugárzás elleni védelem igen hatásos anyaga pl. a nagy rendszámú, nagy fajsúlyú ólom, a neutron-sugárzásé pedig a legkisebb rendszámú elem, a hidrogén atomjait nagy mennyiségben tartalmazó víz.

Az építőipar először a röntgen-laboratóriumok építésénél került szembe sugárvédelmi problémákkal, s ott kezdetben általában ólomlemezt használtak. A röntgen-sugarakkal rokon gamma-sugarak árnyékolásánál először szintén az ólomvédelem alkalmazásához nyultak, itt azonban olyan szempontok merültek fel, amelyek kérdésessé tették az ólomvédelem célszerűségét. A rendkívül nagy energiák még ólomból is igen nagy falvastagságokat tettek szükségessé, s az ezzel kapcsolatban adódó szilárdságtani követelményeknek az ólom már nem felelt meg. Emellett nagy létesítményeknél és nagy falvastagságoknál az ólomvédelem nagy költsége is ellene szólt alkalmazásának. Ezért kezdtek áttérni a beton felhasználására, amely ugyan lényegesen kevésbé hatásos anyag a gamma-sugárzás gyengítésének szempontjából, kellő vastagságban alkalmazva azonban éppen úgy megfelel, s emellett a felmerülő szilárdságtani követelményeknek is eleget tesz.

Reaktoroknál a reaktortestet legtöbbször vas-tag vízréteggel veszik körül, amelynek egyéb reaktorteknikai funkciói mellett sugárvédelmi szempontból is igen fontos szerepe van. Az emitált neutronok befogása csak akkor történik meg, ha sebességük nagymértékben lecsökkent. A reaktortestet körülvevő vízréteg sugárvédelmi szempontból az emitált gyors neutronok lelassítását végzi el. A lelassított neutronok befogását azonban már nem célszerű vízréteggel végeztetni, mert a befogásnál szekunder gamma-sugárás keletkezik, azt viszont csak rendkívül vastag vízréteg nyelne el. Ezért a lelassított neutronok befogására már olyan anyagot célszerű alkalmazni, amely a neutro-

nok befogásán kívül a befogásnál keletkező gamma-sugarakat is elnyeli, azokkal a primér gamma-sugarakkal, vagy legalábbis azok jelentős részével együtt, amelyek a maghasadások keletkeznek. Ennek a kettős funkciónak a teljesítésére jól alkalmazható a beton, amely a benne levő nagyobb rendszámú elemek (Si, Ca) atomjaival a gamma-sugárzást nyeli el, a benne levő víz hidrogénjével pedig befogja a neutronokat. A kettős védelmi funkció egyidejű teljesítésére megfelelő anyag alkalmazása azért is lényeges, mert a gamma-sugárzás elnyelésénél viszont újabb neutronok keletkeznek, amelyek befogásáról szintén gondoskodni kell.

A gamma- és a neutron-sugárzás hatásos gyengítésének feltételeinél elmondottakból következik, hogy milyen módon lehet a beton sugárvédelmi tulajdonságait kedvezően befolyásolni. Ha nagy rendszámú elem atomjait tömör szerkezetben tartalmazó, nagy sűrűségű, nagy térfogatsúlyú adalékot használunk, ha nagy térfogatsúlyú betont készítünk, akkor a beton nagy mértékben redukálja a gamma-sugárzás intenzitását. Másrészt, ha növeljük a beton hidrogén-atom tartalmát, akkor nagyobb mértékben redukálódik a betonon áthatoló neutron-sugárzás intenzitása. A hidrogén-tartalom növelésének legegyszerűbb módja a betonban levő kémiaiilag kötött víz, a hidratvíz mennyiségének növelése.

Ezeknek megfelelően a sugárvédelem technikájában speciális betonfajták alakultak ki, a gamma-védelem céljára a nehéz adalékok felhasználásával készülő ún. nehézbeton, a neutron-védelem céljára pedig a szokásosnál lényegesen nagyobb mennyiségű hidratvizet tartalmazó ún. hidratbeton. A neutronbefogásnál keletkező szekundér gamma-sugárzás és a gamma-abszorpciónál keletkező szekundér neutron-sugárzás említett tényéből következik, hogy a hidratbetont is célszerű nagy térfogat-súllyal készíteni és a nehézbetonnál is kívánatos, hogy a hidratvíztartalom bizonyos célszerű értéknél kisebb ne legyen.

A nehézbeton készítésére leggyakrabban használt nehéz adalékok a barit, a magnetit, a hematit és a vastörmelék. Nagy rendszámával az elsőt a Ba, az utóbbiakat pedig a Fe teszi jó gamma-abszorbenssé. A hidratvíztartalom növelésének legegyszerűbb módja a cementtartalom növelése lenne, ez út azonban kevésbé járható, mert a beton zsugorodásának megnövekedését eredményezi, a zsugorodási repedések viszont a beton-szerkezet sugárvédelmi értékét veszélyeztetik. Ezért nagyobb mennyiségű vizet lekötő speciális cementek kidolgozásához nyultak, és olyan adalékanyag alkalmazásához, amelynek lehetőségig nagy térfogatsúly mellett nagy kristályvíz-, hidratvíz-tartalma van. A speciális cementek közül a magnéziumoxyklorid cementekkel érték el a legjobb eredményeket. A hidratvíztartalmú adalékok közül a limonit alkalmazása általánossá vált. A nagyobb vízadagolás betontechnológiai káros következményeinek ellensúlyozására kis mennyiségben, javító anyagként bentonitok és gélek adagolásával is kísérleteztek, neutronvédelem esetében pedig sugárfizikai okokból sikerrel alkalmaznak

kismértékű bór-, lithium- és kadmium-adagolást. A speciális adalékanyagokkal készülő nehéz- és hidratbeton előállításának költsége természetesen nagyobb, mint a megszokott adalékokkal készülő közönséges betoné, már az adalékok költségesebb volta miatt is. Ezen kívül a szokatlan adalékokkal történő betonozásnak speciális nehézségei is vannak. Az éles sarkos alakú és rendszerint igen nagy-szemű adalék megnehezíti a bedolgozást, a habarcs és a nehéz adalék térfogatsúlya közötti nagy különbség pedig megnöveli a szétkeveredés veszélyét. A szétkeveredett beton sugárvédelmi értéke viszont lényegesen kisebb, mint az egyenletes összetételű, mert a habarcsmentes rész a neutron-sugárzás, az adalékmentes rész pedig a gamma-sugárzás szempontjából átlátszó. A rosszul tömörödött, üreges beton az üregeknél áteresztja a sugárzást, márpedig sugárzásvédelmi szempontból a szerkezet egészének értékét is a leggyengébb részek értéke határozza meg. A bedolgozás nehézsége és a szétkeveredés fokozott veszélye miatt a nehézbeton készítésénél gyakran alkalmazzák a prepekt-eljárást, amelynél — miként ismeretes — az adalékot előre tömörítik a formába és utólag nyomják közé a habarcsot. Az adalék külön problémákat jelenthet azért is, mert kénvegyületekkel való szennyezettség esetén cementkorrozíót okozhat. A bárium-szulfát (barit) nem okoz korrozíót. Más okok miatt az adalék esetleg számottevően megnöveli a beton zsugorodását és hőtágulását, sokszor pedig a vibrálás hatására szétrepedezik.

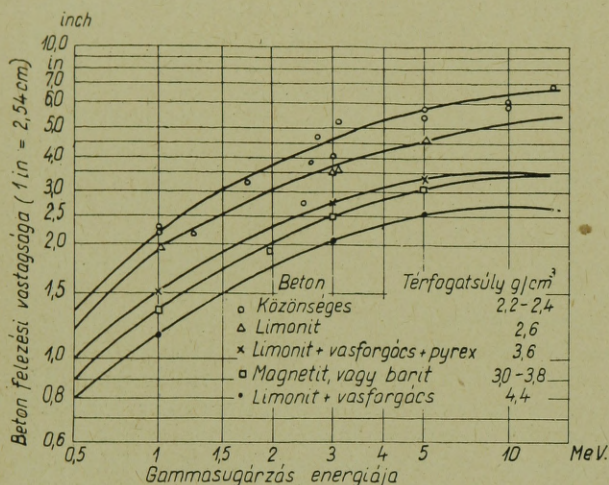
A nehézbeton árára vonatkozó irodalmi adatok igen eltérőek. Az adatok szerint egyes esetekben a nehézbeton előállításának költsége alig volt nagyobb, mint a közönséges betoné, egyes esetekben viszont 20—30-szorosa volt. Az árak közötti különbség természetesen igen sok tényezőtől függ. Már a nehézbeton minőségében is igen nagyok az eltérések. Térfogatsúlyban pl. 2,6—2,7 t/m³-tól egészen 6,0—6,2 t/m³-ig terjedően vannak adatok. Az első esetben gyenge minőségű, olcsó ércel vagy barittal is lehet dolgozni, s az adalék esetleg természetes szemeloszlással, osztályozás nélkül is felhasználható. Az utóbbi esetben viszont még az adalék legfinomabb részének is vassnak kell lennie, szigorúan meg kell kötni az adalék szemcséinek alakját és szemszerkezetét, s különleges bedolgozási módot kell alkalmazni, speciális javítóanyagokkal.

Nagyobb árának ellenére a nehézbeton alkalmazása azért gazdaságos, mert a sugárzás intenzitásának meghatározott redukciónak megfelelő csökkenését teszi lehetővé, a közölt képlet szerint az abszorpciós koefficiens értékének növelésével fordított arányban. Ezen kívül, mint-hogy a szükséges falvastagság esetleg méterekkel is csökken, az egész épület légköbmérettartalma is számottevően kisebb lehet. Végül, a falvastagság csökkenésével csökken a falakon keresztül vezetett költséges szerelvények, vezetékek hossza is. Mindezek összegeződésének következtében a nehézbetonnak a helyi adottságokat és lehetőségeket is figyelembevevő alkalmazása rendszerint jelentős gazdasági előnnyel jár.

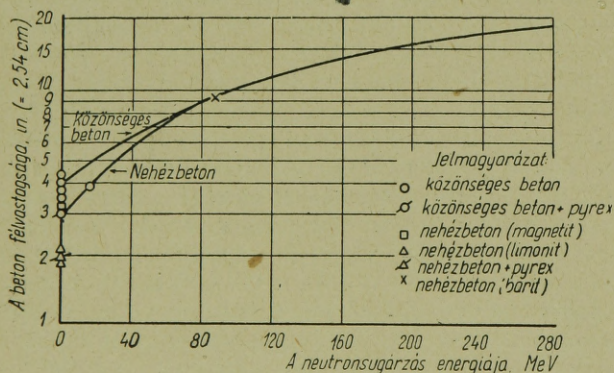
Itt közöljük E. J. Callan (I. irodalom) két

ábráját, különböző betonok sugárvédelmi értékének összehasonlítására. Az 1. ábra gamma-sugárzás, a 2. ábra neutron-sugárzás esetére vonatkozik. A betonok sugárvédelmi értékét mindkét ábra az ún. félvastagsággal adja meg. A sugárvédelmi értéket ezzel jellemzik a leggyakrabban, s a védőközegnek azt a vastagságát értik rajta, amely a primér sugárzás intenzitását a felére gyengíti. Az intenzitás gyengülésének fent közölt képletéből következik, hogy a félvastagság

$$x_{1/2} = \frac{0,693}{\mu}$$



1. ábra. Félvastagsági értékek közönséges és nehéz betonoknál a gamma-sugárzás energiájának függvényében



2. ábra. A beton félvastagságának és a neutron-sugárzás energiájának összefüggése

Említettük, hogy neutron-sugárzásnál a betont rendszerint csak a lelassított, kis energiájú neutronok befogására használják. Ezért a 2. ábránál elsősorban a kis energiákhoz tartozó értékek lényegesek.

B) Előkísérletek

Az épülő magyar atomreaktor sugárvédelmi betonjainak kikísérletezésére az ÉTI 1956. tavaszán kapott megbízást az ÁÉTI-től. A két intézmény között megkötött szerződés háromfajta beton összetételének megállapítására és technológiai előírásának elkészítésére vonatkozott. A háromfajta betonnal szemben támasztott követelményeket az I. táblázat tartalmazza.

Az épülő magyar atomreaktor sugárvédelmi betonjainak tervszerinti előírt minősége

I. táblázat

Sorszám	Megnevezés	Véglegesnek vehető térfogatsúly t/m ³	Hidrátvíz-tartalom l/m ³	Javasolt adalékanyag
1	Nehézbeton	3,2	60	Hematit
2	Nehézbeton	4,2	60	Hematit + + vastörm.
3	Hidrátbeton	3,2	140	Limonit + + hematit

Véglegesnek vehető térfogatsúlyon a cement súlyának 20%-ában feltételezett kémiaiilag megkötött vizen kívül a keverővízből már semmit sem tartalmazó, teljesen kiszáradt beton térfogatsúlyát értjük.

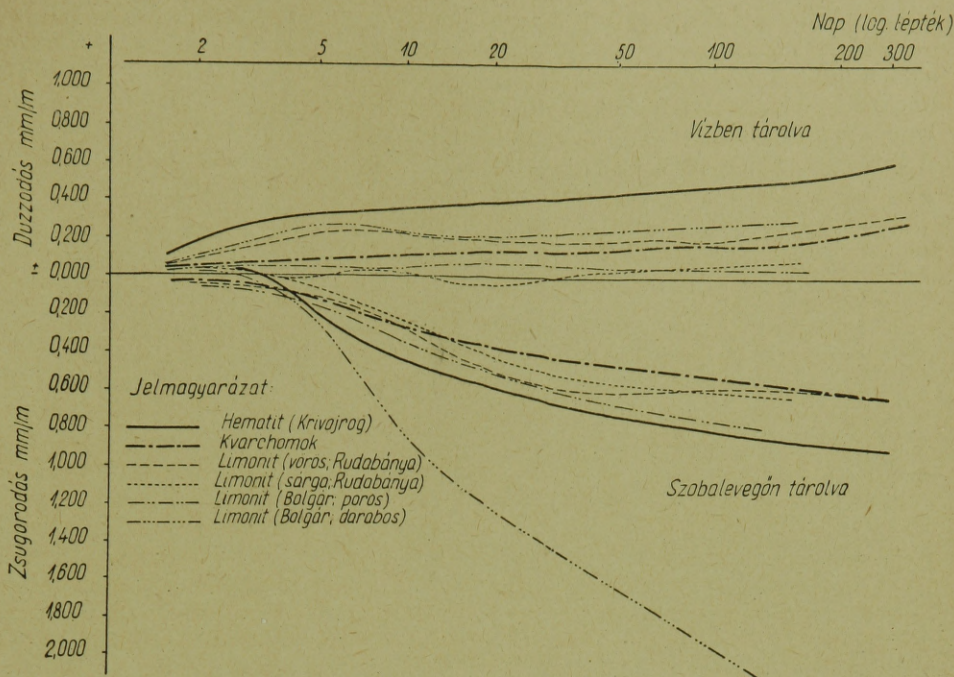
A vizsgálatokat a kohóiparunk által igen nagy mennyiségben használt, krivojrogi hematit Fe-tartalom szempontjából közepes minőségű fajtájával, továbbá zengővárkonyi, majd rudabányai vörös és sárga limonittal kezdtük. Ezek során megállapítottuk, hogy a közepes minőségű krivojrogi hematit térfogatsúlya túlságosan kicsiny, a megkívánt beton térfogatsúlyok elérésének szempontjából. A limonitfelelések hidrátvíz-tartalmára vonatkozólag — más adat híján — pusztán az izzítási veszteségből kellett következtetnünk. A zengővárkonyi limonitnál ez az érték olyan alacsony volt, hogy — mint teljesen alkalmatlant — eleve kizártuk a további vizsgálatokból.

Az alkalmassági vizsgálatok egyik leglényesebb feladata az volt, hogy tájékozódjunk az ércnek, különösen az ércnek porának hatásáról az ércbeton zsugorodásának és korróziójának szempontjából. Ebből a célból kétféle vizsgálatot végeztünk. Cementfinomságú (4900-as szítán áthulló) ércpor és tatai 500-as portlandcement 1:1 súlyarányú keverékével az MNOSz 523—53. sz.



3. ábra. Hematitporral készített lepeny zsugorodási repedései

4. ábra. Különböző érclek örléményének felhasználásával készült $4 \times 4 \times 16$ cm-es hasábok térfogatváltozása



szabvány rendelkezéseinek megfelelő lepenyeket és gombócokat készítettünk a térfogatállandóság vizsgálatára. A gombócok a főzőpróbát kiállották, a rudabányai limonit lepenyvizsgálatának eredménye szintén kielégítő volt, a krivojrogi hematittal készült lepenyeken azonban már 24-órás korra igen erős zsugorodási repedések keletkeztek (1. 3. ábra).

A zsugorodás és az esetleges korrózió szempontjából való tájékozódásra végzett másik vizsgálatunkban — szintén az MNOSz 523—53 szerinti szabványnak megfelelő — $4 \times 4 \times 16$ cm-es hasábokat készítettünk, szabványos területű plasztikus habarcsból. Az összehasonlítás céljára készült próbatestektől eltekintve a szabványtól abban térünk el, hogy a szabványos kvarchomok helyett azonos szemeloszlású érchomokot adagoltunk. A víz alatt és szobalevegőn tárolt hasábok térfogatváltozását a 4. ábra mutatja, az idő függvényében. Ezen az ábrán már két bolgár limonitféleség adatai is fel vannak tüntetve, amelyeket később vontunk bele vizsgálatainkba. Különösen feltűnő az egyik bolgár limonitféleséggel készült hasábok rendkívül nagy zsugorodása.

A végzett vizsgálatok eredményeiből azt a következtetést vontuk le, hogy a vizsgált érclek szulfátkorrózió szempontjából veszélytelennek minősíthetők, minthogy szulfátkorrózióra jellemző mértékű duzzadást nem tapasztaltunk. A hematitra vonatkozólag arra az álláspontra jutottunk, hogy az 1 mm-nél finomabb részt nem szabad felhasználni, mert ennek jelenléte — különösen a szilárdulás első idejében — olyan mértékben növeli a beton zsugorodását, amely sugárvédelmi szempontból veszélyessé válhat. Ezen kívül az 1 mm-es aluli hematitrész elhagyása mellett szól az is, hogy ennek a résznek az átlagos szemnagysága rendszerint lényegesen kisebb, mint a szokásos bánya-, vagy dunahomoké, s ezért a beton vízigényét is számottevően növeli, vagyis szilárd-

sági szempontból is kedvezőtlen. A kisebb átlagos szemnagysággal járó nagyobb vízigény a már említett zsugorodási hátrány szempontjából természetesen további súlyosbodást jelent.

C) A $3,20 \text{ t/m}^3$ térfogatsúlyú nehézbeton előállítására irányuló kísérletek

A kísérletekben a kohóink által használt közepes minőségű krivojrogi hematitból válogatott anyaggal dolgoztunk. A válogatást arra a tapasztalatunkra támaszkodva végeztük, hogy a sötét-szürke, sokszor kékes-szürke törésfelületű ércdarabok térfogatsúlya kedvező, míg a vöröses, barnás, vagy sárgás daraboké kicsiny. A válogatott hematit átlagos térfogatsúlya $4,00 \text{ kg/dm}^3$ volt. Az átlagtól való eltérése egyes daraboknál a $\pm 15\%$ -ot is meghaladta. Az érc átlagos Fe-tartalma a Vasipari Kutató Intézet vizsgálatai szerint $47,60\%$ SiO_2 -tartalma $29,70\%$, S-tartalma pedig $0,16\%$ volt. A szórás vegyi összetétel szempontjából is nagy volt.

Betonkísérleteinket 20 cm élhosszúságú kockák készítésével kezdtük, 40 mm maximális szemnagyságú hematitot használva. Ezekben a kísérletekben megállapítottuk, hogy az adott térfogatsúlyú hematit alkalmazásánál, 40 mm -es max. szemnagyság mellett az előírt betontérfogatsúlyt még laboratóriumi viszonyok között is csak rendkívül nehezen lehet elérni. Megállapítottuk továbbá, hogy a homok $1\text{—}5 \text{ mm}$ közötti része helyett célszerű azonos szemnagyságú hematitot használni részben azért, mert ez javítja a betontérfogatsúlyt, főként pedig azért, mert a habarcs és az adalék térfogatsúlyának nagy különbsége miatt szegregálódásra igen hajlamos betonkeverék lényegesen kisebb szétkeveredési veszéllyel vibrálható, ha a habarcs durva részeként is hematitot használunk.

Ezután áttértünk 30 cm élhosszúságú kockák

készítésére. Miként valamennyi — itt ismertetett — kísérletünkben, itt is tatai 500-as portland-cementet használtunk. Keverékenként 3—3 db kockát készítettünk. A keverést közönséges, bil-lenődobos, szabadesésű keverőgéppel végeztük. A betont egy 4500/sec. frekvenciájú tűvibrátorral

dolgoztuk be. A vibrálás időtartama keverékenként más és más volt, a keverék tömörödésének megfelelően. A keverékek összetételét, köbméterenkénti adagolását, különböző készítési és törési jellemzőit, valamint a 28 napos nyomószilárdságot a II. táblázat tartalmazza.

II. táblázat

A 3,2 t/m³ térfogatsúlyú nehézbeton megfelelő összetételének meghatározására irányuló 30 cm élhosszúságú kockákkal végzett kísérletek adatai

Keverék jele	Száras anyagok %-os súlyaránya*							Adalék Abrams-féle finomsági modulusa**	Víz-cement- tényező v/c	Vibrálás idő- tartama perc
	cement	folyami homok 0—1 mm	hematit							
			1—5	5—15	15—40	40—60	60—80			
			mm							
H14	9	8	12	29	42	—	—	6,23	0,517	9
H15	9	8	12	24	31	16	—	6,52	0,517	8
H16	9	8	12	18	26	15	12	6,77	0,517	7
H17	9	8	12	13	22	20	16	6,95	0,517	7
H18	9	10	15	20	22	13	11	6,31	0,547	5
H19	9	12	19	—	24	20	16	6,47	0,505	3
H20	9	12	19	19	19	13	9	6,02	0,505	5
H21	9	12	19	—	—	27	33	6,79	0,505	3

A keverék jellemzői	Köbméterenkénti adagolás				Térfogatsúly			Nyomó- szilárd- ság 28 na- pos kor- ban kg/cm ²
	cement	folyami homok	hematit	víz	készítési	törési	végleges- nek ve- hető	
Földnedves, nehezen tömörödik . .	279	240	2550	144	3,216	3,180	3,128	494
Gyengén plasztikus	284	244	2600	147	3,284	3,255	3,194	545
Gyengén plasztikus	285	247	2630	149	3,317	3,290	3,225	531
Gyengén plasztikus	290	250	2660	150	3,357	3,310	3,265	518
Gyengén plasztikus, jól tömörö- ródik	288	313	2530	157	3,283	3,256	3,184	505
Gyengén plasztikus, könnyen tö- mörödik, szétkeverésre hajla- mos	294	390	2480	149	3,316	3,283	3,227	502
Földnedves, jól tömörödik	288	382	2430	145	3,243	3,213	3,156	540
Gyengén plasztikus, könnyen tö- mörödik, szétkeveredésre haj- lamos	294	389	2480	149	3,310	3,293	3,220	536

* A könnyebb áttekinthetőség kedvéért kikerekített számértékek.

** A térfogat %-okra vonatkozó Abrams-féle finomsági modulus meghatározásnál a folyami homokot 2,65 kg/dm³-es, a hematitot pedig 4,00 kg/dm³-es térfogatsúllyal vettük figyelembe.

A táblázat adataiból megállapítható, hogy 80 mm-es maximális szemnagyságot alkalmazva a rendelkezésre álló, kis térfogatsúlyú hematittal is sikerült elérni az előírt 3,2 t/m³ végleges-nek tekinthető betontérfogatsúlyt (II. táblázat H16 és H17-es keverék), ebből a célból azonban olyan nagy finomsági moduluszt kellett választanunk, hogy a folytonos szemszerkezetű keveréknél a kellő tömörséget csak igen hosszú ideig tartó

vibrálással sikerült biztosítani. Főként a vibrálási idő csökkentésének érdekében tértünk át a lép-csős szemszerkezetű keverékek vizsgálatára (II. táblázat H19 és H21-es keverék), számolva azzal, hogy ez viszont növelni fogja a keverékek hajlamát a szétkeveredésre. Mégis, ezen a módon minden szempontból megfelelőnek mutatkozó keverékeket állítottunk elő. A konzisztenciával kapcsola-tban meg kell jegyeznünk, hogy a szabványos

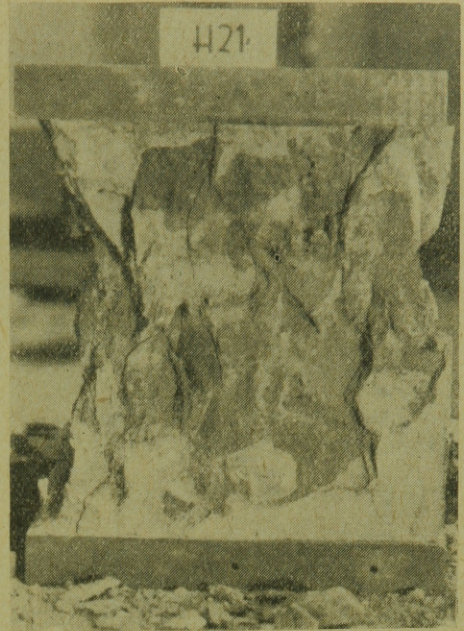
konzisztenciamérési módok a vizsgált keverékek-nél használhatatlannak bizonyultak, valamint azt, hogy a II. táblázatban használt „földnedves” és „gyengén plastikus” megjelölésekkel inkább csak a keverékek szemlélet szerinti vízeségét kívántuk jelezni, nem pedig a keverékek alakíthatóságát, amely lényegesen kisebb volt, mint ami a szemlélet szerinti vízeségnek a közönséges beton esetében megfelelt volna.

A táblázat adataiból megállapítható, hogy a nyomószilárdsági értékek nagyobbra adódtak, mint amekkorát az adott cement, cement-adagolás és vízcementtényező alkalmazásánál közönséges kavicsbeton esetében várhattunk volna. Ennek okát főként abban látjuk, hogy az alkalmazott légszáraz hematit átlagos nedvességtartalma 0,39 súly-%, átlagos vízfelvétele viszont 2,86% volt, tehát a hematit a keverővíz számottevő részét magába szívta. A nagy szilárdsági értékhez hozzájárult természetesen az is, hogy az adalék nem gömbölyű, hanem éles-sarkos alakú volt. Érdekes viszont, hogy a hematit kivágott kockákon megállapított önszilárdsága csak rétegre merőleges törésnél volt nagyobb (770 kg/cm^2), mint a hematittal készült beton szilárdsága, réteggel párhuzamos törésnél pedig számottevően kisebb volt (180 kg/cm^2). Kétségtelen azonban, hogy az adalékként felhasznált válogatott hematitban meglehetősen kevés volt a feltűnően réteges szerkezetű, vagyis a beton szilárdságának szempontjából kedvezőtlen érc, mert az önszilárdsági vizsgálat eredményének megfelelően a válogatásnál erre már törekedtünk is. A H21-jelű keverékből készült, nyomószilárdságra vizsgált beton tönkremenetelének módját és egyben struktúráját mutatja az 5. ábra.

Kísérleteink alapján a $3,20 \text{ t/m}^3$ végleges térfogatsúlyú nehézbeton előállítására a következő keverési arányt javasoltuk:

1	súlyrész	cement	(500-as)
1	„	homok	0—1 mm
2,17	„	hematit	1—5 mm
6,50	„	hematit	40—80 mm
$0,55 \pm 5\%$	„	víz	

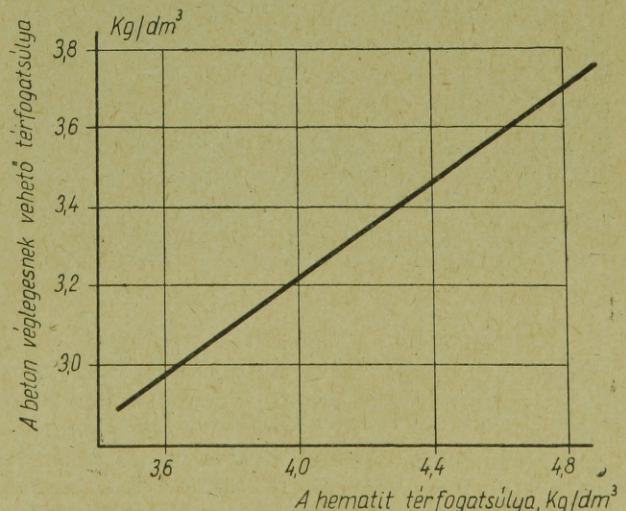
Ez a keverési arány természetesen nem alkalmazható azokon a helyeken, ahol szerelvények vagy vasalás miatt 80 mm-es maximális szemnagyságú betont nem lehet bedolgozni, továbbá ez a keverési arány csak abban az esetben érvényes, ha a rendelkezésre álló hematit térfogatsúlya nem kisebb, mint $4,10 \text{ kg/dm}^3$. Ha a szemnagyság vagy a hematit térfogatsúlya ennél kisebb, a keverékhez legalább 200 kg/m^3 vagy ennél megfelelően több, javító vastörmeléket kell adagolni, s ennek szemnagysága nem lehet nagyobb 15 mm-nél. Megfelelő konzisztenciamérési mód hiányában kénytelenek voltunk a készítési vízmennyiség fenti értékét előírni, teljesen száraz adalékanyagra vonatkoztatva. Ugyanakkor meg kellett kötni a vibrálás módját és időtartamát is, előírva, hogy elégtelen tömörödés, vagy szétkeveredés esetében változtatni kell a készítési vízmennyiségen, vagy még a homoktartalom is.



5. ábra. H21-jelű keverékből készült, 30 cm élhosszúságú kocka törés után

Ezzel a kettős kikötéssel, tehát a készítési vízmennyiség és a bedolgozási munka együttes szabályozásával kívántuk elérni azt, amit más esetekben a keverési arány megadása mellett inkább csak a konzisztencia előírásával érünk el, ti. az egyenletes minőségű betont.

A kísérletek során felmerült az a kérdés, hogy miként függ a hematit felhasználásával készülő beton térfogatsúlya a felhasznált hematit térfogatsúlyától. Ennek megállapítására nem végezhetünk kísérletet, már csak a különböző térfogatsúlyú hematitféleségek beszerzésének nehézsége miatt sem, s ezért megfontolásokra kellett támaszkodnunk. Ha a betonban levő hematit által kitöltött tér nem változik, vagyis a keverék összetevői abszolút térfogatának aránya állandó, akkor a beton térfogatsúlyának változása könnyen számítható. Ha ezt a teret sorra más és más térfogatsúlyú hematittal kitöltöttnek vesszük, s az állandó



6. ábra. A hematit és a beton térfogatsúlyának számított összefüggése a H21-jelű keveréknél, az összetevők abszolút térfogatának változatlan aránya mellett



7. ábra. Az 1-jelű vashulladék



8. ábra. A 3-jelű vashulladék



9. ábra. Az 5-jelű vashulladék

vizet is beszámítjuk, s feltételezzük, hogy a friss beton teljesen pórusmentes, akkor

$$\sum_{i=1}^{i=n} \frac{G_i}{\gamma_i} = 1000$$

Megjegyezzük, hogy porózus adalék esetén korrekcióra van szükség.

Szintén magától értetődő, hogy ha T -vel a frissbeton térfogatsúlyát jelöljük, akkor

$$\sum_{i=1}^{i=n} G_i = T$$

Erre a két egyenletre támaszkodva konkrét esetekben egyes összetevők köbméterenkénti adagolásának célszerű felvételével és egyes összetevők fajsúlyának ismeretében a meghatározott térfogatsúly elérésére irányuló betontervezés különféle segédegyenleteit állíthatjuk fel, amelyekkel a szükséges összetételt meghatározhatjuk.

D) A 4,20 t/m³ térfogatsúlyú nehézbeton előállítására irányuló kísérletek

A 4,2 t/m³ térfogatsúlyú nehézbeton előállítására irányuló kísérleteknél először a beton-technológiai és sugárvédelmi szempontból megfelelő vashulladék kiválasztása volt a feladat. Nyilvánvaló, hogy alak szempontjából a gömb-, zömök henger-, korong- vagy zömök hasábszerű hulladék a kedvező, a lapos hasáb-, gyűrű-, cső-, vagy fésű-alakú, a fogazott és különösen a tű alakú vagy ágas-bogas hulladék pedig kedvezőtlen, vagy egyenesen használhatatlan. A hulladékdarabok maximális méretét több szempont is korlátozza, így a szabadesésű keverőgépek kímélése a nagy, súlyos darabok koptató hatásától, a szétkeveredés veszélyének csökkentése, a vashulladékon kívül egyéb nehéz adalékot is tartalmazó keverékeknél pedig a megfelelően egyenletes vaseloszlás biztosítása. Kísérleteinket végül 5-féle vashulladékkal végeztük. Ezekből az 1-, 3- és 5-jelűt bemutatjuk a 7., 8. és 9. ábrán. Az ábrákon látható mércék osztása 1 cm-es. A 2-jelű vashulladék alakja az 1-jelűvel megegyezően pogácsa-szerű volt, az 1-jelűnél azonban általában 13–17 mm volt a korongátmérő, a 2-jelűnél viszont általában 20–30 mm. A 4-jelű hulladék henger alakú darabokból állt, melyek átmérője 20 és 40, magassága pedig 15 és 60 mm között változott.

A vashulladék felülete zsíros szennyeződésű volt, ezért azt először zsírtalanítani kellett. Zsírtalanítási kísérleteink során előbb az alkáliás zsírtalanítási módok hatását próbáltuk ki. Vizsgáltuk 3, 8 és 15%-os szóda (Na_2CO_3)-, 3, 5 és 8%-os triso ($\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$)- és 8%-os nátronlúg (NaOH)-oldat hatását. 80 °C-os oldatot alkalmaztunk, s 500 cm³ oldatban 1000 g 3-jelű vashulladékot főztünk 10 percig. Megállapítottuk, hogy két fürdőre, s főzés közben a vashulladék intenzív mozgatására van szükség. Már az 5%-os trisooldat hatása is lényegesen jobb volt, mint a vizsgált

térfogatú hematit súlyának változásával módosítjuk a hematitbeton térfogatsúlyát, akkor a 6. ábrán feltüntetett összefüggést nyerjük.

Általánosan magától értetődő, hogy ha G_i -vel valamely n -összetevőjű betonkeverék valamely összetevője köbméterenkénti adagolásának kg-ban kifejezett értékét, γ_i -vel pedig kg/dm³-ben kifejezett fajsúlyát jelöljük, az összetevők közé a

összes egyéb oldaté. Megállapítottuk azonban, hogy a trisoval zsirtalanított vashulladékot még meg kell tisztítani a trisótól is, mert már 1% triso is 3 órától 15 percre csökkentette a vizsgált tatai 500-as cement kötésének kezdetét. Az alkáliás zsirtalanítási módokon kívül a vashulladék elektromos kemencében 800 C°-on történő izzításának hatását is vizsgáltuk. Megállapítottuk, hogy már 3/4-órás izzítás is megfelelő, a triso-éval azonos hatást eredményez. Kisebb költsége miatt

végül az elektromos zsirtalanítás mellett döntötünk.

A 4,2 t/m³ térfogatsúlyú nehézbeton megfelelő összetételének megállapítására, illetve a vashulladék alakja hatásának vizsgálatára 30 cm élhosszúságú kockákkal végzett kísérleteink eredményeit a III. táblázat tartalmazza. A kísérleti körülmények megegyeztek a 3,2 t/m³ térfogatsúlyú nehézbeton kísérleteinél ismertetett körülményekkel.

III. táblázat

A 4,2 t/m³ térfogatsúlyú nehézbeton megfelelő összetételének meghatározására irányuló 30 cm élhosszúságú kockákkal végzett kísérletek adatai

Keverék jele	Száranyagok %-os súlyaránya											Adalék Ab- rams-féle finomsági modulusa **	Víz-cement- tényező v/c	Vibrálás időtartama perc	
	cement	folyami homok 0—1 mm	hematit					Vashulladék							
			1—5	5—15	15—40	40—60	60—80	1	2	3	4				5
			mm					jelű*							
V1	7,0	6,5	10,0	3,5	7,0	12,5	15,5	12,5	12,5	12,5	—	—	6,90	0,511	4,5
V2	7,0	6,5	10,0	2,0	3,5	12,5	15,0	14,5	14,5	14,5	—	—	6,87	0,554	2,0
V3	7,0	6,5	10,0	—	—	12,5	15,5	16,0	16,0	16,0	—	—	6,85	0,500	5,0
V4	7,0	6,5	12,5	—	—	14,5	17,0	14,5	14,5	14,5	—	—	6,85	0,535	3,0
V5	7,0	6,5	13,5	10,0	15,0	—	—	16,0	16,0	16,0	—	—	6,01	0,536	2,5
V6	7,0	6,5	10,0	2,0	3,5	12,5	15,0	—	—	—	43,5	—	7,15	0,518	3,5
V7	7,0	6,5	10,0	2,0	3,5	12,5	15,0	—	—	—	—	43,5	7,17	0,518	5,5

A keverék jellemzői	Köbméterenkénti adagolás					térfogatsúly			Nyomószilárdság 28 napos korban kg/cm ²
	ce-ment	ho-mok	he-matit	vas-hulla-dék	víz	készí-tési	törési	véglegesnek vehető	
	kg/m ³					t/m ³			
Földnedves, közepesen tömörödik, szétkeveredés csekély	285	265	1951	1526	146	4,170	4,103	4,081	541
Gyengén plasztikus, jól tömörödik, szétkeveredésre elég hajlamos	297	276	1820	1820	165	4,373	4,340	4,257	471
Földnedves, közepesen tömörödik, nem keveredik szét	303	282	1625	2080	152	4,440	4,383	4,349	549
Gyengén plasztikus, jól tömörödik, szétkeveredés csekély	296	274	1805	1805	158	4,340	4,290	4,241	485
Gyengén plasztikus, könnyen tömörödik, nem keveredik szét	292	270	1560	1995	156	4,277	4,253	4,179	492
Gyengén plasztikus, közepesen tömörödik, nem keveredik szét	293	272	1782	1782	151	4,283	4,207	4,191	519
Gyengén plasztikus, nehezen tömörödik, nem keveredik szét	288	267	1757	1757	149	4,223	4,193	4,132	526

* Részletesen lásd szövegben.

** Az Abrams-féle finomsági modulus meghatározásánál a folyami homokot 2,65 kg/dm³-es, a hematitot 4,00 kg/dm³-es, a vasat 7,8 kg/dm³ fajsúllyal vettük figyelembe. Az 1-jelű vashulladékot 5—15 mm, a 2- és 3-jelűt 15—40 mm, a 4- és 5-jelűt 50%-ban 15—40 mm, 50%-ban pedig 40—60 mm szemnagyságú anyagként számítottuk.

A táblázat adatait a II. táblázat adataival összehasonlítva megállapíthatjuk, hogy a vashulladékos betonokat általában lényegesen könny-

nyebb volt bedolgozni, mint a tisztán hematittal készülőket, annak ellenére, hogy a vashulladékos betonoknál nem alkalmaztunk és a fentebb már

A 3,2 t/m³ térfogatsúlyú hidrátbeton megfelelő összetételének meghatározására irányuló,

Keverék jele	Rudabányai limonit fajtája	Száranyagok %-os súlyaránya											Adalék Abrams-féle finomsági modulus*	Vízcement-tényező v/c	Vibrálás időtartama perc
		cement	limonit			hematit				vashulladék					
			0—1	1—5	5—15	5—15	15—40	40—60	60—80	1	2	3			
			mm							jelű					
L1	vörös	10,0	13,5	13,5	—	19,5	21,0	13,5	9,0	—	—	—	6,07	0,748	6,5
L2	vörös	9,5	12,0	12,0	—	15,5	23,0	14,0	14,0	—	—	—	6,42	0,748	3,0
L3	vörös	10,0	9,0	9,0	9,0	—	26,0	16,0	21,0	—	—	—	6,96	0,680	4,0
L4	vörös	10,0	13,5	13,5	—	—	26,0	16,0	21,0	—	—	—	6,52	0,782	4,0
L5	vörös	9,0	12,0	12,0	—	—	25,5	16,5	25,0	—	—	—	6,92	0,712	4,0
L6	vörös	9,0	12,5	12,5	—	9,0	19,0	12,5	8,5	17,0	—	—	6,07	0,715	3,5
L7	vörös	8,5	11,5	11,5	—	—	17,5	11,5	7,5	32,0	—	—	6,06	0,680	6,5
L8	vörös	9,0	12,5	12,5	—	17,5	9,5	12,5	8,0	—	9,5	9,0	6,05	0,748	3,0
L9	vörös	8,0	11,5	11,5	—	16,5	—	11,5	7,5	—	17,0	16,5	6,05	0,748	3,0
L10	vörös	9,0	11,0	11,0	11,0	—	11,0	13,0	13,0	—	10,5	10,5	6,42	0,795	5,5
L11	sárga	9,0	11,0	11,0	11,0	—	11,0	13,0	13,0	—	10,5	10,5	6,42	0,838	2,0
L12	vörös	12,0	12,0	12,0	12,0	—	—	11,0	11,0	10,0	10,0	10,0	5,88	0,702	1,5
L13	sárga	9,5	12,5	12,5	12,5	—	10,5	10,0	10,0	7,5	7,5	7,5	6,07	0,916	1,5
L14	sárga	9,5	12,5	12,5	12,5	—	—	11,5	11,5	10,0	10,0	10,0	6,06	0,800	2,0
L15	sárga	9,5	12,0	12,0	12,0	—	15,5	—	—	13,0	13,0	13,0	5,57	0,767	5,0
L16	vörös	9,0	13,5	13,5	27,5	—	—	—	—	12,5	12,0	12,0	4,80	0,916	6,0

* Az Abrams-féle finomsági modulus meghatározásánál mindkét limonitfeleséget 3,00 kg/dm³-es térfogatsúlya vettük figyelembe

említett fokozott szétkeveredési veszély miatt nem is alkalmazhattunk lépcsős szemszerkezetet. A könnyebb bedolgozásnak nyilvánvalóan az az oka, hogy a sima felületű vashulladékkal készült beton belső súrlódása lényegesen kisebb, mint az érdes felületű, s emellett éles-sarkos alakú hematitörmelékkel készülő. A vashulladékos betont azonban csak akkor könnyű bedolgozni, ha a vas-

hulladék alakja kedvező. A kedvezőtlenebb alak hosszabb ideig tartó vibrálást és ugyanakkor kisebb térfogatsúlyt eredményez, amint az a V₂-, V₆- és V₇-jelű keverékek összehasonlításából látható. A beton térfogatsúlyának, a vashulladék adagolásának, alakjának és az alkalmazott maximális szemnagyságnak az összefüggésére vonatkozó adatokat a 10. ábrán tüntettük fel.

30 cm élhosszúságú kockákkal végzett kísérletek adatai.

IV. táblázat

A keverék jellemzői	Köbméterenkénti adagolás					Térfogatsúly			Hidrátvíz			Nyomószilárdság 28 napos korban kg/cm ²
	cement	limonit	hematit	vashulladék	víz	készítési	törési	végleges lehet	cementből	limonitből**	összesen	
	kg/m ³					t/m ³			kg/m ³			
Földnedves, nehezen tömörödik	285	805	1842	—	215	3,150	3,077	2,993	57	31	88	395
Gyengén plasztikus, könnyen tömörödik, szétkeveredésre hajlamos	291	702	1982	—	218	3,193	3,150	3,033	58	27	85	370
Gyengén plasztikus, közepesen tömörödik, szétkeveredés csekély	292	817	1878	—	199	3,187	3,140	3,046	58	31	89	439
Gyengén plasztikus, jól tömörödik, szétkeveredés csekély	290	814	1864	—	227	3,193	3,153	3,024	58	31	89	378
Gyengén plasztikus, közepesen tömörödik, szétkeveredés csekély	283	713	2038	—	201	3,230	3,213	3,086	57	27	84	410
Gyengén plasztikus, jól tömörödik, szétkeveredés csekély	290	815	1577	555	207	3,447	3,431	3,298	58	31	89	458
Földnedves, nehezen tömörödik, nem keveredik szét ..	302	846	1339	1170	205	3,862	3,817	3,717	60	32	92	
Gyengén plasztikus, könnyen tömörödik, szétkeveredésre hajlamos	288	806	1544	592	215	3,440	3,397	3,283	58	31	89	435
Gyengén plasztikus, könnyen tömörödik, szétkeveredés csekély	289	812	1248	1190	216	3,750		3,592	58	31	89	423
Földnedves, nehezen tömörödik, nem keveredik szét ..	284	1050	1218	685	226	3,463	3,370	3,282	57	40	97	427
Gyengén plasztikus, könnyen tömörödik, szétkeveredés csekély	276	1023	1187	664	231	3,381		3,205	55	47	102	395
Plasztikus, könnyen tömörödik, szétkeveredés csekély	388	1162	582	969	272	3,373		3,179	78	44	122	443
Plasztikus, könnyen tömörödik szétkeveredés csekély ..	288	1147	947	716	264	3,362		3,156	58	52	110	293
Gyengén plasztikus, könnyen tömörödik, szétkeveredés csekély	300	1200	760	990	240	3,490		3,310	60	55	115	340
Földnedves, nehezen tömörödik, nem keveredik szét ..	314	1254	523	1317	240	3,648		3,471	63	58	121	437
Földnedves, igen nehezen tömörödik, finom rész nem elegendő, nem tölti ki a hézagokat	283	1700	—	1134	260	3,377		3,174	57	65	122	319

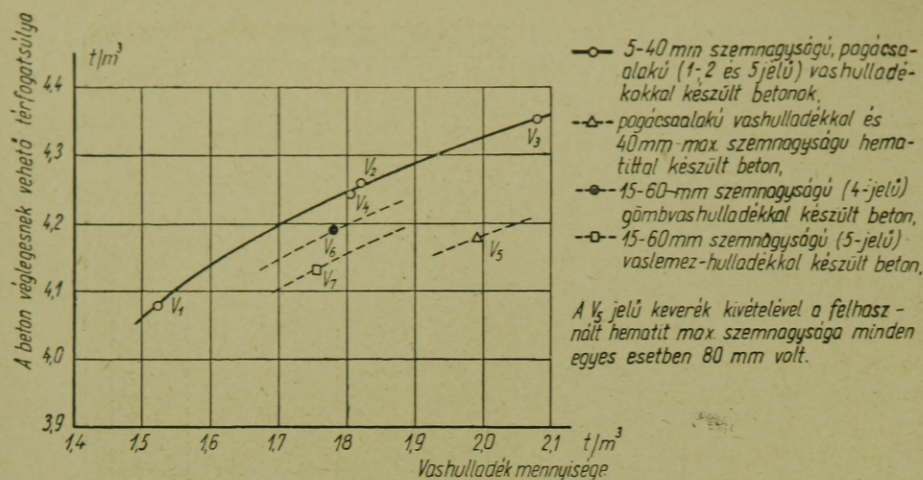
** A limonitből adódó hidrátvíztartalmat a vörös érenél 3,80 súly. %-os, a sárgánál pedig 4,62 súly. %-os hidrátvíztartalommal számítottuk.

A nyomószilárdságra vizsgált vashulladékos beton tönkremeneteli módjának és egyben struktúrájának szemléltetésére a 11. és a 12. ábrát mutatjuk be.

Kísérleteink alapján kedvező alakú vashulladék, 80 mm-es alkalmazható maximális szemnagyság és legalább 4,10 kg/dm³ térfogatsúlyú

hematit esetére a következő keverési arány javasolható:

1	súlyrész cement
1	homok 0—1 mm
5,65	hematit
6,35	vashulladék
0,53 ± 5%	víz



10. ábra. Hematit és vashulladék felhasználásával készülő nehézbeton térfogatsúlyának s a vashulladék mennyiségének és minőségének összefüggése

Fontos a hematit és a vashulladék szemeloszlása is. A hematitnál 1—5 mm közötti szemmagyság 33 súly %, 40—80 mm : 67 súly % legyen. A vashulladéknál 5—15 mm közötti szemmagyság 33 súly %, 15—40 mm : 67 súly %.

E) A 3,20 t/m³ térfogatsúlyú hidrátbeton előállítására irányuló kísérletek

A 3,20 t/m³ térfogatsúlyú és 140 kg/m³ hidrátvíztartalmú beton előállítására 30 cm élhossz-

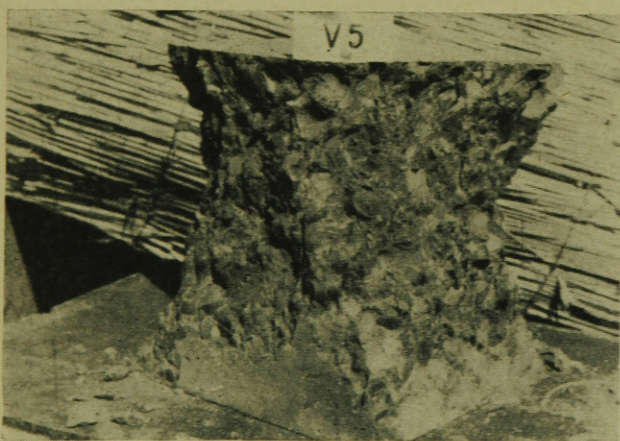
szúságú kockákkal végzett eddigi kísérleteinkben rudabányai vörös és sárga limonitot használtunk. A felhasznált vörös érc átlagos Fe-tartalma a Bányaászati Kutató Intézet vizsgálatai szerint 41,64 %, S-tartalma 0,025 %, a sárgának Fe-tartalma 36,03 %, S-tartalma pedig 0,05 % volt. A nagyobb darabokon megállapított térfogatsúly a vörösénél 2,37 kg/dm³, a sárgánál 2,50 kg/dm³ volt. A 105 C°-on súlyállandóságig szárított vöröserc vízfelvevétele 14,70 súly %, a sárgáé pedig 10,20 súly %.

A keverékek összetételét és a kísérletek eredményeit a IV. táblázat tartalmazza.

A IV. táblázat adataiból megállapítható, hogy az előírt térfogatsúly eléréséhez nagymennyiségű vashulladékot is kellett adagolni. Ennek egyrészt az az oka, hogy a felhasznált hematit térfogatsúlya kicsiny volt, másrészt az, hogy az alkalmazott rudabányai limonit hidrátvíztartalmát már a tájékoztató vizsgálatok alapján is kicsinyre kellett becsülni, s ezért adagolását a hematit rovására növelni kellett. A Műegyetem Ásvány- és Földtani Tanszékének pontos vizsgálataiban azután a hidrátvíztartalom még a vártnál is kisebbnek bizonyult, a vörös ércé 3,80 súly %-nak, a sárgáé pedig 4,62 súly %-nak. A beton ennek megfelelően számított hidrátvíztartalma így a kísérletekben alkalmazott egyik keveréknél sem érte el az előírt 140 kg/m³-t, vagyis meg kellett állapítanunk, hogy a vizsgált rudabányai limonittal az előírt minőségű betont nem lehet előállítani. Ezért a reaktor hidrátbetonjához a kohóiparunk által használt bolgár limonit alkalmazását vettük tervbe, melynek hidrátvíztartalma értesüléseink és tájékoztató vizsgálatok eredményei szerint lényegesen nagyobb, mint a rudabányaié.

Ezzel a bolgár limonittal végzett eddigi vizsgálatainkban megállapítottuk, hogy betontechnológiai szempontból mérvadó tulajdonságai nem térnek el lényegesen a rudabányai limonit tulajdonságaitól, s így a felhasználására vonatkozó előírás néhány ellenőrző próba után az eddigi kísérletek alapján is elkészíthető. A vizsgált bolgár limonit térfogatsúlya 2,29 kg/dm³, vízfelvevétele pedig 14,10 súly % volt.

Megemlítjük, hogy a bedolgozás szempontjából a limonitbeton egy vonatkozásban lényegesen eltér a hematitbetontól. A limonit nagy vízfelvevétele miatt ugyanis a víz hozzáadásától a bevirralásig



11. ábra. V5-jelű keverékből készült, 30 cm élhosszúságú kocka törés után



12. ábra. V7-jelű keverékből készült, 30 cm élhosszúságú kocka törés után

eltelő idő alatt az adalék magába szívja a keverő-víz jelentős részét, s ezért a keverőgépből túlzottan vízesnek tűnő keverék is a bedolgozásnál száraznak bizonyulhat. Ennek figyelembevétele nagyon lényeges a vízadagolás meghatározásának szempontjából.

F) Gamma abszorpciós vizsgálatok

Befejezésül azoknak a vizsgálatoknak az eredményeit közöljük, amelyeket felkérésünkre három fajta, a kísérletekben használt anyagokból általunk készített nehézbeton gamma abszorpciós koefficiensének meghatározására György László osztályvezető végzett az ÉAKKI-ban.

Minthogy a vizsgálati adottságokhoz igazodva 10 cm vastagságú lapokat készítettünk, az adalék maximális szemnagyságát nem vehettük 40 mm-nél nagyobbra. A célunk az volt, hogy összehasonlítást kapjunk a 4,20 t/m³ térfogatsúlyú nehézbeton előállítására vonatkozó előírásunk szerint nagymennyiségű vashulladékkal készített beton, a vashulladék nélkül, csupán hematittal készült beton, s a kis mennyiségű vashulladékkal javított hematitbeton gamma sugárvédelmi tulajdonságaira vonatkozóan. A reaktor építésénél követhető eljárások kidolgozásának érdekében első-sorban annak a kérdésnek a tisztázása volt lényeges, hogy a kismennyiségű vashulladékkal történt térfogatsúly javítás megfelelő hatású-e az abszorpciós koefficiens értéke növelésének szempontjából.

A vizsgálat 3—3 db, 30×30×10 cm-es lapon történt. György László közlése szerint az abszorpciós vizsálat Co⁶⁰-as, 70 mC-os preparátummal történt, s a kibocsájtott gamma-sugár energiája 1,17 és 1,33 MeV. A radioaktív gamma-sugárzót ólom árnyékoló házba helyezték, s a vizsgálandó lapot az árnyékoló ház nyitott oldalán kilépő



13. ábra. A H22/1-jelű lap, gamma-sugarakkal átvilágítva

sugárnyalábbal világították át. A vizsgálandó lap-tól kb. 1,20 m-re helyezték a sugárzást mérő ionizációs kamrát. A nyert értékeket a lapok egyéb adataival együtt az V. táblázat tartalmazza.

Az V. táblázat adataiból megállapítható, hogy a kismértékű, 404 kg/m³-es vasadagolás is számottevően, s a különböző lapoknál egyenletes mértékben növelte a hematitbeton átlagos abszorpciós koefficiensét. A megjegyzésekben közöltek szerint a lapoknak voltak ugyan olyan pontjai is, ahol a javított beton abszorpciója nem volt nagyobb, mint a nemjavított betoné, a falvastagság növelésével azonban az abszorpciós koefficiens szórása nyilvánvalóan csökken. Valószínű azonban, hogy 50 cm-nél kisebb falvastagság esetén nincs kellő gyakorlati értéke a 400 kg/m³-nél

Gamma-abszorpciós vizsgálatok eredményei

V. táblázat

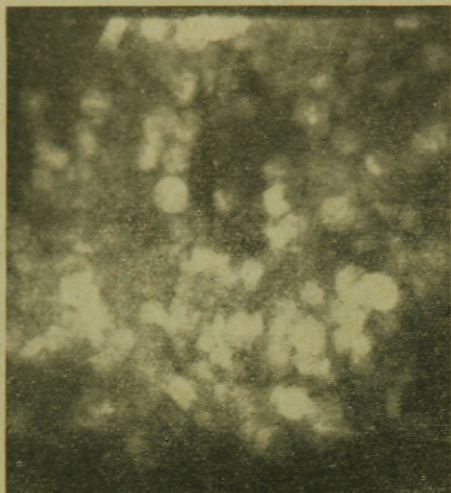
Keverék jele	Próbatest jele	Átlagos köbméterenkénti adagolás					Térfogatsúly vizsgálatkor ³	Abszorpciós koefficiens ⁴	Félvastagság
		cement	homok 0—1 mm	hematit ¹	vas-hulladék ²	víz			
		kg							
H22	1	284	284	2472	—	153	3,110	0,165	4,20
	2						3,030	0,158	4,38
	3						3,120	0,164	4,22
H23	1	312	312	2220	404	148	3,340	0,179	3,88
	2						3,320	0,176	3,94
	3						3,320	0,178	3,89
V8	1	309	309	1562	2150	136	4,340	0,202	3,43
	2						4,300	0,204	3,40
	3						4,490	0,198	3,50

¹ A hematit szemeloszlása a következő volt : A H22-es és H23-as keveréknél 1—5 mm 20 súly-%, 5—15 mm 32 súly-%, 15—40 mm 48 súly-% ; a V8-as keveréknél 1—5 mm 35 súly-%, 5—15 mm 25 súly-%, 15—40 mm 40 súly-%.

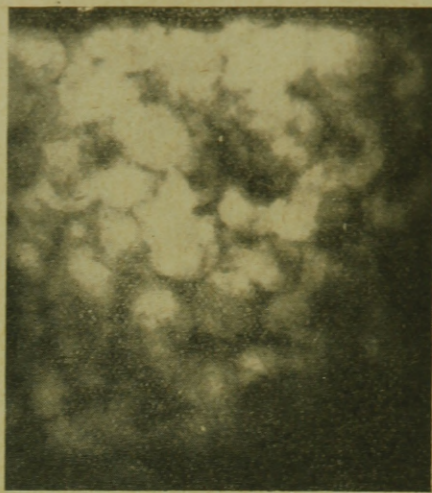
² A H23-as keveréknél 1-jelű, a V8-as keveréknél pedig 1-, 2- és 3-jelű vashulladékot használtunk, 33—33 súly-% arányban.

³ Kb. 1 hónapos korban

⁴ A H23- és a V8-jelű keverékből készült próbatestek esetében a felület különböző pontjain eszközölt méréseknél a táblázatban közölt átlagos értékektől való kb. 10%-os eltérést is észleltek.



14. ábra. A H23/1-jelű lap, gamma-sugarakkal átvilágítva



15. ábra. A V8/1-jelű lap, gamma-sugarakkal átvilágítva

kisebb vashulladék-adagolásnak, s természetesen ennek is csak akkor, ha a vashulladék szemnagysága 10—15 mm-nél kisebb és a beton keverése nagy gonddal történik.

A 13., 14- és 15-ik ábrán bemutatjuk a három keverékből készült 1-jelű lapok gamma-sugarakkal átvilágított képét, melyeket szintén György László készített. A vashulladékkal készült lapok képen látható a vashulladék eloszlása. A felvételek közepe felett látható folt filmhibából, az alsó szélek felé növekvő elfeketedés pedig felvételtechnikai körülményekből adódott.

Megemlítjük még, hogy a 44. sz. Építőipari Vállalat a reaktor építésénél előírásaink szerinti módon már megkezdte a $3,20 \text{ t/m}^3$ és a $4,20 \text{ t/m}^3$ térfogatsúlyú nehézbeton beépítését. Hajós György építésvezető közlése szerint a próbabetonozások ellenőrző térfogatsúlyméréseinek eredményei megfeleltek az előírásoknak. A beépülő nehéz- és hidrátbeton minőségének folyamatos ellenőrzését az ÉTI fogja végezni.

Végezetül szerző ezen az úton szeretné kifejezni köszönetét Buday Tibor és Kürti József építésmérnökhallgatóknak, munkatársainak, akik

a kísérleteket végrehajtották és naplózták, s az eredmények feldolgozásában is segítségére voltak. Köszönetét fejezi ki továbbá Sebők Imre építésmérnöknek, a megbízó ÁÉTI képviselőjének, a több intézmény és vállalat együttműködését megkívánó kísérleti munka sok nehézségének elhárításáért.

Utólagos megjegyzés: Jelen tanulmány elkészülte után a tervező a hidrátbeton I. táblázat szerinti, szükséges hidrátvíz-tartalmát 220 kg/m^3 -re növelte, a C) pontban említett vasadagolás értékét pedig 400 kg/m^3 -re.

IRODALOM

- E. J. Callan* : Concrete for radiation shielding. Journal of the ACI, September 1953.
- B. E. Foster* : Absorption by concrete of X-rays and gamma-rays. Journal of the ACI, September 1953.
- T. Jaeger* : Beton für Strahlungsschutz. (Igen bő bibliográfiával.) Bauplanung-Bautechnik, Juni 1956.
- Simonyi K., Bozók L., Faragó P., Pál L.* : A reaktorfizika és reaktortechnika alapjai. Mérnöki Továbbképző Intézet, 1956.
- Koch S. és Sztrókay K. J.* : Ásványtan. Budapest, 1955.
- W. Machu* : Oberflächenvorbehandlung von Eisen — und Nichteisenmetallen — Leipzig, 1954.

A beton savállóvá tétele gázkezeléssel

KOVÁCS JÓZSEF, DR. NÁRAY-SZABÓ ISTVÁN, NOVÁK ANDRÁS

A hagyományos módszerekkel dolgozó építőiparba a múlt század vége óta új elvek hatolnak be, melyek új építőanyagok felhasználásán alapulnak. Az új építőanyagok között első helyet foglal el a beton és a vasbeton, amelynek alkalmazása hatalmas lehetőségeket nyitott meg az építészetben s korunk egyik fő technikai jellemzőjének épp a hatalmas beton- és vasbetonépítmények széleskörű terjedése mondható.

A betonnak minden jó tulajdonsága mellett vannak hátrányai is. Bár a köztudatban úgy szerepel, mint az erő és állandóság megtestesülése, a valóságban káros hatásokkal szemben nagyon érzékeny. Elsősorban a kémiai hatások azok, amelyek a betont megtámadják. Nem kell mindjárt a legagresszívabb anyagokra, pl. erős savakra, stb. gondolnunk. Már a leggyengébb savak, így a szénsav, a tőzeges talajban gyakori humuszsav stb. tönkreteszik a betont, sőt a semleges kémhatású szulfátos, vagyis keserűsöt (MgSO_4) vagy glaubersót (Na_2SO_4) tartalmazó talajvizek is. Ilyenek pedig fővárosunkban és az országban igen gyakoriak. Pl. a Lágymányoson lefektetett, betonsövekből készült és költséges csatornák egy-két év alatt teljesen tönkremennek a szulfátos talajvíz hatására, ha nem látják el őket drága védőberendezésekkel.

Még nagyobb veszélynek van kitéve a beton olyan ipari üzemekben, ahol kisebb-nagyobb mértékben savas oldatok fordulnak elő, ilyenek pl. savat előállító vagy felhasználó üzemek (kénsav- és műtrágyagyárak, fémhengerlőművek, dróthúzó üzemek, stb.), továbbá olyanok, amelyekben gyenge szerves savak keletkeznek, pl. tejüzemek sörgyárak, borpincék. Még az ártatlannak hitt cukoroldat is teljesen tönkretesz a betont, ha hosszabb ideig hat rá.

A felsorolt példákból látható, hogy milyen fontos feladat a betont savak és más vegyi anyagok behatásával szemben ellenállóvá tenni. Az eddigi eljárások, amelyek a feladatot teljesíteni igyekeztek, nem voltak kielégítőek. Néhány évvel ezelőtt azonban Hollandiában az Ocrietfabriek N. V. Baarn-i cég bevezetett egy új eljárást, amellyel igen jó eredményeket sikerült elérni. Ezt az eljárást fogjuk az alábbiakban ismertetni.

1. Beton gázkezelése

Az Ocrietfabriek eljárása azon alapul, hogy betontárgyakat sziliciumtetrafluoridgáz, (SiF_4) hatásának teszünk ki nyomás alatt. Ekkor a betonban lévő szabad mész és valószínűleg egyéb vegyületek is fluortartalmú, oldhatatlan vegyületekké alakulnak át, melyek savakkal, sóoldatokkal, olajjal, cukoroldattal stb. szemben rendkívül nagy mértékben ellenállók. Az ilyen betont „okrált” betonnak nevezzük.

A gázkezelés előtt a betontárgyakat ki kell szárítani. A gázt zárt tartályban, nyomás alatt alkalmazzuk; lehet a tárgyakat különböző vastag-

ságban savállósítani, vagy pedig egész térfogatukat savállóvá tenni. Utóbbi eljárás természetesen több gázt igényel és drágább.

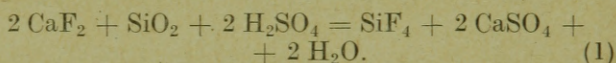
A sziklapok leírása szerint az okratálás folytán betontárgyak térfogatsúlya és szilárdsága is jelentősen nő, vízáteresztése csökken, kopásállósága fokozódik.

A hollandiai gyár az eljárását Németországban szabadalmaztatta; a szabadalmi leírás azonban, ami a kivitelről illeti, igen szűkszavú, a szilíciumfluorid előállításáról pedig semmit sem mond.

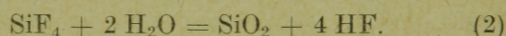
2. Saját kutatásaink

Mint hogy saválló beton előállítása hazánkban is igen nagy fontosságú, feladatul tűztük ki, hogy a csak elvi alapjaiban ismert eljárást gyakorlatilag, még pedig ipari mértékben megvalósítsuk és így vegyi hatásoknak nagymértékben ellenálló, szilárd betontárgyakat készíthessünk.

Feladatunk első része a SiF_4 fejlesztésének megoldása volt. Ez a gáz kalciumfluorid, CaF_2 vagyis a fluorit (folypát) nevű ásvány, továbbá szilíciumdioxid — célszerűen finomszemcséjű, tiszta homok — végül tömény kénsav egymáshatásával fejleszthető:

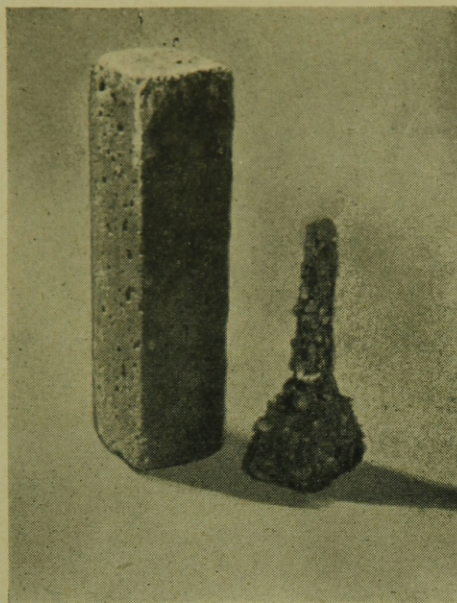


A SiF_4 már vízgőz nyomainak hatására is bomlik (hidrolizál), miközben igen agresszív hidrogénfluorid, HF, keletkezik:



Több víz jelenlétében változó víztartalmú kavasvgél keletkezik. Az okrateljárásról megjelent egyes külföldi beszámolókból ólommal bevont vasedényt ajánlanak SiF_4 fejlesztésére.

Az Építéstudományi Intézet laboratóriumában hosszú ideig tartó kísérletekkel megállapítottuk, hogy a SiF_4 közönséges folytvasból készült fejlesztőben is nyugodtan előállítható; a vas még egy évig tartó használat után sem korródeálódik említésreméltó mértékben. Persze vigyázni kell arra, hogy a kénsav minél kevesebb vizet tartalmazzon, mert tömény kénsav tudvalevőleg nem támadja meg a vasat, a híg annál inkább. Fellép azonban egy másik, kellemetlen körülmény: az (1.) kémiai folyamatnál keletkező kalciumszulfát és víz könnyen megszilárduló gipszpépet ad, mely a készüléket eltömi, ha csak nem alkalmazzuk a kénsavat nagy fölöslegben, ami drága és a készülék kihasználhatóságát is csökkenti. Ezen a bajon megfelelő adalékanyagokkal sikerült segítenünk. — A gázfejlesztésre egy keverővel, motorral és zárt poradagolóval ellátott, függőleges hengeralakú készüléket konstruáltunk, melyben egyszerre 4—5 köbméter SiF_4 állítható elő, még pedig több atm. túlnyomás alatt. A gázt tisztítóberendezésen vezetjük át, hogy a magával ragadott



1. ábra. A baloldalon látható gázkezelt betonhasáb 28 napig 10%-os sósavban áztatva teljesen ép állapotban maradt. A jobboldalon látható kezeletlen betonhasáb a 10%-os sósav hatására 1 óra 10 perc alatt szétesett. (Betonhasáb összetétele: 400-as selypi cement 1 súlyrész, dunakavics 5 súlyrész.)

kénsavcseppekéktől stb. megszabadítsuk, majd egy zárt, nyomásálló kazánba vezetjük, melyben a savállósítandó betontárgyakat helyezzük el. A kezelés időtartama és az alkalmazott gáznymás attól függ, hogy milyen vastag saválló réteget akarunk a tárgyon előállítani: 1 m^2 felületű beton 1 mm mélyen való savállóvá tételére 25 liter gáz kell, (a beton egész felületét kell számításba venni, pl. egy lemeznek mindkét lapját és oldalait). — A kezelendő betontárgyakat először ki kell szárítani. Nedves állapotban végzett kezelés nem savállósít, mert a SiF_4 elbomlik a (2.) egyenlet szerint és nem jut a betontárgy belsejébe.



2. ábra. A baloldali gázkezelt betonhasáb tömény kénsav hatására három nap után sem mutatott elváltozást, míg a kezeletlen próbatest a jobboldalon látható módon teljesen szétesett. (Betonhasáb összetétele: 400-as selypi cement 1 súlyrész, dunakavics 3,5 súlyrész.)

További feladatunk volt megállapítani a beton tulajdonságainak megváltozását a gázkezeléstől. Kísérleteinkkel számos $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}$ méretű beton próbatestet állítottunk elő és savállósítottunk a fent leírt eljárással. Ezeket a testeket, valamint ellenőrzésképpen nem kezelt hasonló próbatesteket különféle agresszív oldatok hatásának tettük ki. Az eredmény rendkívül frappáns volt. Gázkezelt próbatesteink híg ásványi és szerves savakban (sósav, kénsav, ecetsav, tejsav) hosszú ideig teljesen változatlanok maradtak. Ugyanezt tapasztaltuk tömény sósavban, sőt tömény sósav és kénsav elegyében is, lásd az 1—5. ábrákat. Lenolajban kb. egy évig tartott, gázkezelt cementlapok semmi változást sem mutattak. Ezzel szemben a nem kezelt próbatestek híg savak hatására lassabban, tömény savak hatására igen gyorsan szétesetek vagy szilárdságuk annyira csökkent, hogy már csekély erővel össze lehetett morzsolni őket. — Szulfátos oldatokban, melyek töménysége a talajban előforduló szulfátkoncentrációkat sokszorosán felülmúlta, próbatesteink egy évig változatlanok maradtak és a korróziónak semmi nyomát sem mutatták. Áramló és meleg savas igénybevétel hatását még nem vizsgáltuk.

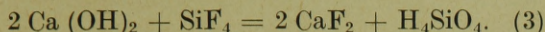
Látható ebből, hogy eljárásunk szerint a gázkezelt beton savakkal és más agresszív oldatokkal szemben rendkívül ellenálló. Ilyen betonból tehát igen előnyösen készíthetők savas hatásnak kitett padlóburkolatok, csővezetékek, tartályok, medencék stb. burkolatai, szulfátos talajvízzel érintkező csatornák, kábelcsatornák, és még rendkívül sok más tárgy.

3. A gázkezelés által előidézett vegyi folyamat

Min alapul a SiF_4 gáz savállósító és a szilárdságot növelő, a vízáteresztést csökkentő hatása. — Tudjuk, hogy a beton kötőanyaga a cement, vízzel keverve leköti, megszilárdul és összeragasztja az adalékot, vagyis a kavics és homok szemcséit. Ha a lekött cement („cementkő”) szilárdsága csökken, akkor a kavics- és homokszemcsék közti összetartás is meglazul. A cementkőben, mint újabban bebizonyult, többféle vegyület van; ezek közt legfontosabb a kalciumszilikáthidráttal, ez azonban alig 40%-ot tesz ki; mellette jelentékeny mennyiségű kalciumhidroxid, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, azaz szabad mész, továbbá kalciumszulfoaluminát, $3 \text{ Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$ és trikálciumalumináthexahidráttal, $\text{Ca}_3\text{Al}_2(\text{OH})_{12}$, továbbá más kevésbé ismert vegyületek vannak jelen. Ezek közül a legkönnyebben a kalciumhidroxid bomlik el híg savak, szulfátok stb. hatására, de nem sokkal ellenállóbb a két utóbb említett vegyület sem. A cementkővet alkotó, mozaikszerű kristálykeverékből egy-egy szemcse a sav, vagy más agresszív oldat hatására kioldódik, tehát eltűnik, esetleg átalakul térfogatnövekedés közben, vagy zsugorodik stb. Az eredeti, szilárd összetartású mozaik így sok helyütt eltorzul, meghibásodik, minek folytán szilárdsága természetesen lecsökken.

A SiF_4 a szabad meszet kalciumfluoriddá alakítja, miközben szilíciumdioxid, illetve víztar-

talmú kavasav is szabadul fel; utóbbi a beton pórusait eltömi:



A kalciumfluorid savakkal szemben nagyon ellenálló, csak forró, tömény kénsav támadja meg; ezenkívül kemény és kopásálló. Bár semmiféle kémiai kutatás sem történt még ezen a téren, valószínű, hogy a többi vegyületek is átalakulnak és fluort vesznek fel, miközben oldhatatlanná és keményebbé válnak.

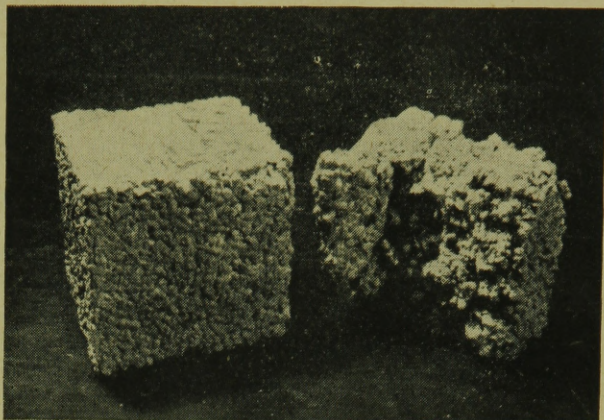
A gázkezelésnek a vizes oldatokkal való, régebben alkalmazott felületi kezeléssel szemben az a rendkívüli előnye, hogy a gáz behatol a beton finom lyukacsaiba, ahová a folyadék semmiképp sem juthat el. Így tehát a betonnak nemcsak a felülete (vagy néhány tizedmilliméter vastag felületi rétege), hanem a kezelés módjától függőleg tetszőleges vastagsága vagy szükség esetén egész térfogata savakban oldhatatlanná tehető.

A gázkezelés által előállítottak olyan betonokat is, amelyek szilárdsága eddig még el nem ért nagyságú (1000 kg/cm^2 nyomási szilárdságot túlhalad). Mégsebben van a saválló beton fő előnye, bár megfelelően megválasztott szemszerkezet és kezelési mód alkalmazásával ebben a tekintetben is kiváló eredményt lehet elérni; ilyen szilárdságú betonra azonban legtöbbször nincs szükség. Sokkal fontosabb a vegyi hatásokkal szemben való ellenállás, bizonyos esetekben nagyon kívánatos a nagy kopásállóság is. Az ÉTI-ben létesített kísérleti üzem 4000 liter ürtartalmú gázkezelő kazánal rendelkezik, mely több att. nyomást bír ki (6. kép).

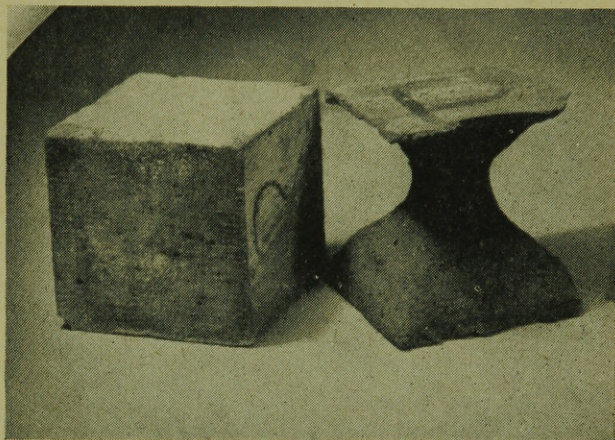
4. A gyakorlatba való bevezetés lehetőségei

Az eljárás kivitelének költségei nem haladják meg azt a mértéket, amely alkalmazásukat gátolná. Így például kőagyagcső helyettesítésére használt 50 cm belső átmérőjű betoneső métere gázkezelve 52 Ft, a hasonló átmérőjű kőagyagcső métere pedig 200 Ft. Egy m^2 burkoláshoz szükséges 2,5 cm vastag keramitlap ára 55 Ft, ugyanaz gázkezelt betonburkolólappal csak 20 Ft/ m^2 . Még kedvezőbb számokat kapnánk speciális daraboknál, amelyeket égetett kerámiából csak igen drágán lehet készíteni, betonból pedig aránylag kis fáradsággal és olcsón állíthatók elő. Fontos itt az égetés mellőzése által elérhető tüzelőanyag-megtakarítás is.

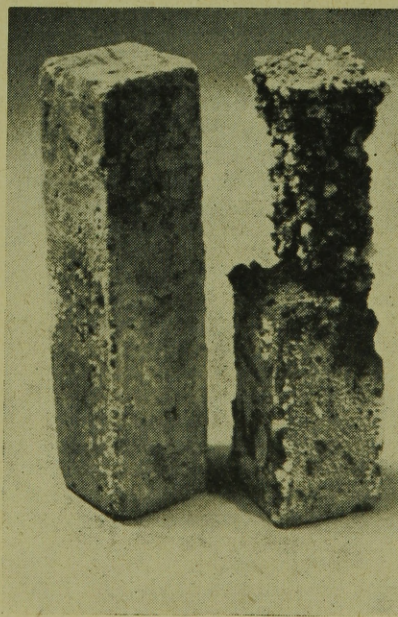
Fenti adatok általunk gyakorlatilag megvalósított gyártás költségeit veszik számításba. Az ÉTI kísérleti üzemében többek közt több száz m^2 20/20/2,5 cm-es beton padlóburkolólapot gázkezeltünk olajálló padló céljára. Folyamatban van nagymennyiségű csatornacső, továbbá nagyméretű burkolólap gázkezelése és a kísérleti üzem már távolról sem képes kielégíteni az építőipar és más iparok ipari kísérleti igényeit sem. — Érdekes volt annak a vidéki gyárnak az esete, amelyben fémnek savval történő maratása közben az üzem talaja annyira beitatódott kénsavval, hogy az épület pillérei tönkrementek. Minthogy a talaj több méter mélységig kénsavas, célszerűnek látszott



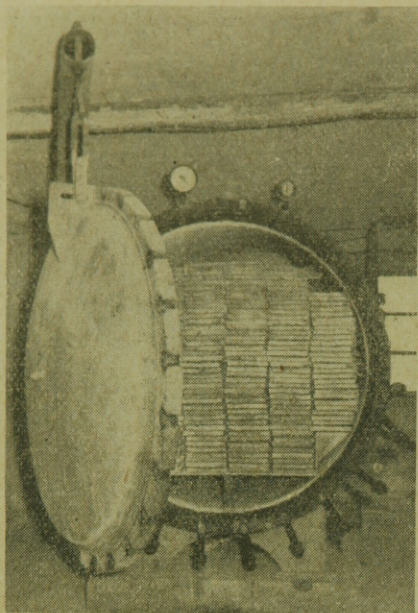
3. ábra. A baloldali gázkezelt $10 \times 10 \times 10$ cm-es nagy hézagterfogatú próbatést háromnapos 10%-os sósav áztatás után elváltozást nem mutatott, míg a kezeletlen próbatesten a jobboldalon látható roncsolás ment végbe. (A betontest összetétele: 260 kg/m^3 500-as tatabi cement, az adalékanyag szemszerkezete 0,2—1,0 mm-ig 10%, 1—5 mm-ig 50%, 5—7 mm-ig 40% homok, illetőleg kavics.)



4. ábra. A próbatest csepei hamu, hejőcsabai 300-as cement, mészhidrát és trisópisz keverékéből készült. A kezelt és a kezeletlen próbatest három napig volt 10%-os sósavban. A baloldali gázkezelt próbatestnek a sósav nem ártott, míg a kezeletlen próbatest nagyrészt fokozatosan szétrombolta



5. ábra. A baloldali kezelt próbatest 28 napig állt 10%-os ecetsavban és hibátlan maradt, míg a jobboldali kezeletlen próbatest 1 óra és 10 perc alatt a képen látható nagymérvű roncsolást szenvedte



6. ábra. Az ÉTI kísérleti üzemének gázkezelő kazánja nyitott ajtóval, a savállóításra bekészített padlóburkoló lapokkal. A lapok között 2 mm átmérőjű acélhuzal darabok vannak (jól látható a kazán jobb oldalán) azért, hogy a savállóító gáz a lapok összes felületével akadály nélkül érintkezhessenek

olyan pillérekre alapozni, amelyek savállóak. Evégből a felhasznált 2,20 méter hosszú és 50 cm átmérőjű vasbeton cölöpöket gázkezeltek. Meg kell itt jegyezni, hogy a szilíciumtetrafluorid gáz a beton vasbetéteit nem támadja meg, sőt azok felületén védőbevonat keletkezik, a beton és vas közötti tapadás pedig jelentékenyen nő.

Igen nagy szerepe lesz a gázkezelésnek csa-

torházunkban, mely hálózatait sokkal nagyobb élettartammal fogja készíteni, ha saválló betoncsöveket használ. Nem lebecsülendő az a haszon sem, amely az így kezelt csövek vízáteresztésének csökkenéséből származik. Itt nemcsak a városi csatornahálózatok, hanem az országos belvízvezető csatornák is számításba jönnek. — Hasonló a telefonkábelek elhelyezésére használt speciális betonesatornák, a bányákban felhasznált előregyártott betontestek stb., stb. esete.

Amint az elmondottakból kitűnik, az eljárás főleg előregyártott betontárgyak kezelésére alkalmas, amelyeket a kezelő kazánban kell elhelyezni és abban savállóítani. Egyelőre még nem terjedt el kész betonépítmények felszínének kezelése, bár ez is megoldható volna. Nagyobb tartályok saválló burkolása ma rendkívül nagy költséggel, drága és külföldi valutát igénylő anyagok felhasználásával történik. A gázkezelés csak hazai nyersanyagokat használ, ami magában véve is nagy előny, és sok esetben kielégítően helyettesítheti a külföldi anyagokat.

Nem érdektelen megjegyezni, hogy ezt a nagyjövőjű eljárást, amelyet a beton legkiválóbb nemzetközi szakértői forradalmi jelentőségűnek minősítettek, eddig Hollandián, Belgiumon és Nyugat-Németországon kívül csak hazánkban sikerült az ipari megvalósítás stádiumába hozni.

Az a meggyőződésünk, hogy a legmodernebb betontechnikának egyik haladó vívmánya, a saválló beton, hazánk építőiparába, vegyi, élelmiszer-stb. iparába és bányászatába is hamarosan be fog jutni és népgazdaságunknak nagyon nagy hasznot fog hajtani.

Újszerű kézi falazóblokkgyártó készülék

KRAUSZ LÁSZLÓ

Hazánkban az előregyártóipar gyors fejlődésével nem haladt párhuzamosan a szükséges gépek tervezése, előállítása, illetve a külföldön ismert gépek meghonosítása. Az említett óriási hiányosság megoldására mindössze néhány próbálkozás látott napvilágot, melyek a kérdést nem oldották meg. A cél elérése érdekében 1952-ben az ÉTI gépműhelyében elkészült a Krausz—Poócsa-féle sima aljzatra gyártó betontestgyártó gép. Bár ez a gép a külföldön ismert és elterjedt gépeknél nagyobb teljesítményű volt, a szakmában megbukott, mert a gép helyigényes volt, és előnyben részesítettek beépített (stacioner) gépeket, melyekkel viszont nem rendelkeztek. Ennek a gépnek az alapötletéből készült el azután a Satori—Gábel—Nádai utánozat, mely ugyan fix gép volt, alátétlemezekre dolgozott, de kb. azonos ciklusidő mellett egyidejűleg 1 db betontestet készített, szemben a Krausz—Poócsa-féle géppel, mely egyidejűleg 4 db nagyobb méretű testet gyártott. Stacioner gépek terén is történtek kezdeményezé-

sek az ÉTI-ben és pedig Nagy Hugó gépészmérnök tervei alapján elkészült egy építőblokkgyártó félautomata prototípusa, melynek kísérleti tapasztalatai alapján a gép továbbfejlesztésre szorult.

A gépesítés előbbrevitele céljából két évvel ezelőtt behozatalra került 5 db Franciaországban készült Minato gép. A behozott gépek síma aljzatra dolgozó úgynevezett folyógépek. Az 5 gép közül ezidőszere 2 db üzemel Bánhidán. A gépekhez a formaszekrényt és kinyomóbélyeget az ÉTI készítette el.

A gépesítésnek fentvázolt lassú előrehaladása késztetett az alább leírt készülék megtervezésére és a prototípus legyártására az ÉTI gépműhelyben. A készülék megszerkesztésénél céloim volt még az is, hogy hosszú évtizedes tapasztalataim alapján olyan munkaeszközt bocsássak az ipar rendelkezésére, mely beruházás szempontjából jelentéktelen, nem anyagigényes, különösebb kezelésre, gondozásra nem szorul és vele bárki, bárhol

telepített üzemben vagy helyszínen selejtmentes betontesteket gyárthasson. A gép prototípusát az ábra mutatja.

A készülék egyidejűleg 2 db $25 \times 38 \times 14$ cm-es falazóblokkot gyárt. Ciklusideje kb. 60–70 másodperc, ami műszakonként kb. 800 db blokk (= 4800 db kisméretű téglá) gyártását teszi lehetővé.

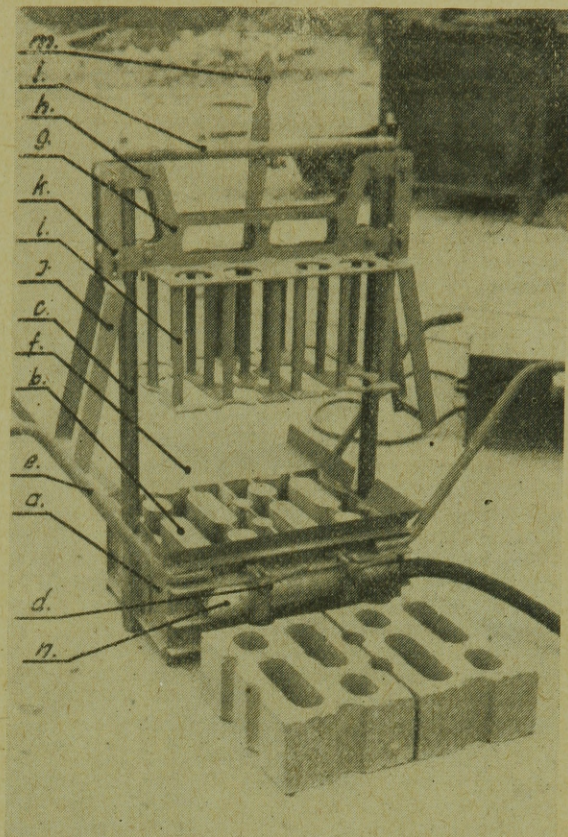
A készülék működése

A készülék *a*-formaszekrényébe az erre a célra készült kalibrált edényből beleöntjük a betonkeveréket. Ez készülhet kavics, salak, tufa, habosított kohósalak, téglatörmelék stb. adalékanyaggal. A töltőedényt a készülék elé a földre helyezzük és a fölös anyagot az *a*-formázószekrényről lehúzó segítségével az edénybe visszahúzzuk. A *n*-tűvibrátor megindításával *m*-kallantyút kikapcsolva a *k*-bélyeg a betonra esik és a készüléken dolgozó két munkás a *e*-fogantyúkat kézbentartva, egyik lábbal a *j*-kengyelre nehezednek. Amikor a tömörítési tényezőnek megfelelően beállított *j*-kengyel biztosan földet ér, a *e*-fogantyúk segítségével a formaszekrényt az ütközőig felemelik a lábukat levéve a *j*-kengyelről az egész készüléket még 10–20 mm magasságra továbbemelve a készüléket a mellette levő munkahelyre helyezik. A vibrátor kikapcsolása után a *k*-bélyeget felemelik, mely az *m*-kallantyú segítségével a felső helyzetében rögzítést nyer.

A készüléken a tömörítés kétféle módon történhet.

1. az 500 kg centrifugális erővel rendelkező Gerlei tűvibrátorral,
2. döngöléses tömörítéssel.

Utóbbi esetben a *k*-bélyeget két fogantyúval képezzük ki, melynek segítségével a bélyeg könnyen emelhető és ejthető. Pl. kis vízcementtényezővel rendelkező pernye adalékanyagú testeket 5–6 ejtéssel lehet tömöríteni. Jó eredményeket mutatott kis vízcementtényezővel rendelkező más adalékanyagú testek döngöléses tömörítése is. Ez a módszer természetesen a készülék teljesítményének



Kézi falazóblokk gyártó készülék.

rovására megy és a készüléken dolgozókat jobban igénybe veszi.

A készülék súlya 80 kg, előállítása kis költséggel jár, mindössze precíz lemezmunkát igényel.

A készülék egyaránt alkalmazható telepített üzemekben, építkezéseknél a helyszínen, vagy bárhol, ahol adalékanyag fellelhető.

Megfelelő formaszekrény és kinyomóbélyeg kiképzése esetén ezzel falazóblokk, földémbélés-test, válaszfallap téglá, bányatek stb. egyaránt készíthető.

Épületrezgések számítása és mérése

LITVAI TAMÁS

1. Bevezetés

Az elmúlt évtizedekben, de különösen az utóbbi esztendőkhöz megjelent mind magas-, mind mélyépítéstudományi külföldi szakfolyóiratok egyre gyakrabban közölnek a különféle építmények rezgéseinek számításbavételével, illetve a káros rezgések elkerülésének módozataival foglalkozó tanulmányokat. Ez a tendencia teljesen érthető, ha figyelembe vesszük, hogy egyrészt a gépipar világszerte nagyarányú fejlődése egyre nagyobb gépegységeket és ezzel egyre jelentősebb rezgésforrásokat állít elő, másrészt az — elsősorban közúti-járművek ugyancsak számottevő sebesség-, méret- és súlynövekedése szintén egyre jelentősebb rengések okát eredményezi.

A tárgykör magyarnyelvű irodalma lényegesen kisebb, és a megjelent munkák is zömmel talajok, illetve alapok rezgéseivel foglalkoznak, és csak kisebb mértékben az épületszerkezetekével. A magas-, és mélyépítési rezgéstechika kérdéseivel nálunk főleg a Földmérő- és Talajvizsgáló Iroda rezgésvizsgáló laboratóriuma foglalkozik, egyes vizsgálatokat a Mélyépítési Tervező Vállalatnál is végeznek. Tekintetbevéve, hogy az építmények ilyen természetű kérdéseit csak ritkán választhatók el az építményt hordó talajban lejátszódó folyamatoktól, amelyek vizsgálata viszont már részint a talajmechanika, részint a geofizika területére esik, meglehetősen hiányosnak kell mondanunk azt a kapcsolatot a statikus, talajmechanikus, illetve geofizikus között, ami pedig a téma mélyrehatóbb műveléséhez joggal szükségesnek mondható. Éppen ezért jelen cikk célja az, hogy áttekintő képet adjon az építészeti rezgéstani elméleti és vizsgálati oldalának jelenlegi helyzetéről, lehetőségeiről, kívánatos alkalmazási köréről.

2. Az építészeti rezgéstani alkalmazási területe

Előjáróban szeretnénk körülhatárolni azokat a területeket, ahol az építészetben — gondolunk itt mind a magas-, mind a mélyépítésre, — kívánatos, sőt szükséges a rezgéstani megfontolás, illetve vizsgálat.

Ide tartoznak elsősorban a nagy dinamikus hatású gépek (kompresszorok, törőművek, gatterek, turbógépcsoportok) alapjai. Ezekkel jelen cikk keretében nem kívánunk részletesebben foglalkozni, minthogy az erre vonatkozó szakirodalom kellő mértékben rendelkezésre áll és ismert is.

Ide kell sorolni másodsorban azokat az épületszerkezeteket, amelyek nem függetlenül alapozott gépeket, vagy berendezéseket hordanak. Ilyenek legtöbbször a darupályák, a ventilátorokat, lengőrostákat, könnyű- és vegyipari gépeket, esetleg könnyebb szerzőgépeket hordó födémek és az ezekhez kapcsolódó alátámasztó szerkezet elemei.

A következő csoportot a közvetett rezgéseknek kitétt szerkezetek képezik. Ide tartoznak azok az épületszerkezetek, amelyek maguk rezgést okozó berendezést ugyan nem hordanak, de a közelükben levő, külön alapon elhelyezett gép keltette rezgéseket a talaj, vagy esetleges átnyúló, nem dilatálható szerkezeti elemek, csövek stb. közvetítésével átveszik. Ebben a csoportban sokott a dinamikus hatások miatti többletterhelés meghatározásának feladata mellett fellépni az a kérdés, vajjon a keletkező rezgések a technológiai folyamatra nem károsak-e. Ide kell sorolnunk azokat az eseteket is, amikor meglévő építmény közelében új építkezéssel kapcsolatban cölöp-, vagy szádfalverés, esetleg robbantás válik szükségessé.

További csoportot alkotnak a rezgésekre különösen érzékeny berendezések, elsősorban műszerek elhelyezésére szolgáló építmények, pl. finommérő szobák, laboratóriumok stb. Itt általában a gyakorlatilag teljes rezgésmentesség követelményét kell kielégíteni.

A teljesség kedvéért meg kell említenünk végül a kifejezetten magasépítmények (antennatornyok, stb.) szellőkések hatására, illetve hidaknak szellőkések, vagy átgördülő teher hatására fellépő rezgéseinek problémakörét. Ez utóbbi kérdésekkel e cikk keretében nem kívánunk részletesebben foglalkozni.

3. Épületrezgések számítási és mérési feladatai

A rezgésvizsgálatnak mind számítási, mind mérési oldala szerephez jut akár a tervezésben, akár meglévő építmények ellenőrzésében, de a kétféle feladatkörnek megfelelően más és más jelleggel.

A tervezés esetében a rezgésszámítás feladata a statikai számítás analógiájára meghatározni a tartószerkezet rezgésből származó alakváltozásait, többletterheléseit, a sajátrezgésszámok, illetve rugózási állandók megállapítása útján. Itt meg kell jegyezni, hogy semmiképpen nem indokolható az a jelenlegi gyakorlat, hogy a dinamikus hatásoknak kitétt szerkezeteknél a gépet gyártó vállalat által megadott dinamikus szorzótényezőket alkalmazzák a méretezésnél, mert az ugyanazon géptípusra megadott szorzótényező bizonyos fajta alátámasztó szerkezetnél kevésnek, másfajtanál soknak bizonyulhat, tehát az első esetben tervezési hibára, a másodikban túlméretezésre és anyagpazarlásra vezet, és csak elvétve egyezik meg a tényleges értékkel.

A tervezés esetében a rezgésmérés feladata csak adatszolgáltatásra szorítkozhat, ezen belül is az alapozásra szolgáló talaj dinamikus jellemzőinek (sajátrezgésszám, csillapítási tényező, rugalmas összenyomódási együttható) megadására. Modelleken való rezgésmérés — tudomásunk szerint — nyilván a nagy matematikai nehézségek miatt még nem került alkalmazásra.

Teljesen más a helyzet a meglévő építmények rezgéstani szempontból való felülvizsgálata esetében. Bár a rezgésszámítást ebben az esetben is nyilvánvalóan el lehet végezni, a hosszadalmas számítási munka helyett a rezgésmérés gyorsabban vezet a kívánt célhoz.

Felülvizsgálat esetében rezgésmérésekkel aránylag rövid idő alatt, a szerkezet számos pontján lehet a tér bármely irányában fellépő rezgések jelleggörbéit megállapítani, és abból a frekvenciákat és amplitudókat, valamint a legnagyobb gyorsulásokat kiszámítani. Ezeknek ismeretében már eldönthető, hogy az adott rezgések a szerkezetre megengedhetők-e, vagy sem; és amennyiben megengedhetők, úgy milyen többletterhelést jelentenek. A jelleggörbéből többnyire az is megállapítható, hogy — több, különböző fordulatszámú gép működése esetén — melyik gép okozza a káros hatásokat, amivel a kiküszöbölés módja nagy-mértékben meg van könnyítve, gyakran egyszerűen gépészeti beavatkozással. Fennáll továbbá a lehetősége annak is, hogy az épület sajátrezgéseit közvetlenül megmérjük, és ennek alapján az esetleges rezonancia-veszélyt megállapítsuk, bár egyes esetekben ennek a feladatnak a megoldása — mint arra később rámutatunk, — nehézségekbe ütközhet.

Felülvizsgálat esetében a számítás legtöbbször a mérési eredmények feldolgozására szorítkozik.

4. Épületszerkezetek rezgéstani számításai

Épületszerkezetek rezgéseinek számítása az esetek túlnyomó többségében együttes hajlítási és hosszanti rezgések, csekélyszámú esetben tisztán hosszanti rezgések számítását jelenti, torziós rezgések itt gyakorlatilag nem fordulnak elő.

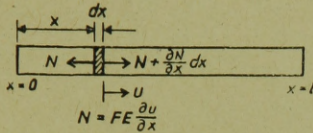
4.1. Hosszanti rezgések.

Tartószerkezet tiszta — tehát hajlítástól mentes — hosszanti rezgése csak magában álló, vagy sarokmerev kapcsolat nélküli, vízszintes erőhatástól mentes oszlopon következhet be. (Vízszintes tengelyű tartók ilyen

típusú rezgése elképzelhető ugyan, de gyakorlatilag nem fordul elő.)

Ez az eset emlékeztet ugyan a gépalapok számításánál gyakran alkalmazott egy szabadságfokú rendszerre, melynél az alapot merev testnek, a talajt súlytalan rugónak tekintjük, valójában azonban lényegesen különbözik attól. Most ugyanis a rugót magának a rúdnak a rugalmassága képviseli, és a tömeg sem tekinthető anyagi pontnak, hanem folytonosan megoszló. Ennek az a következménye, hogy a rendszer nem egy, de végtelen szabadságfokkal, és így végtelen sok sajátrezgésszámmal bír.

Az állandó keresztmetszetű rúd hosszanti sajátrezgései Timoshenko nyomán [1]* az alábbi differenciálegyenletről számíthatók (l. 1. ábrát):



1. ábra

$$-\frac{F \cdot \gamma}{g} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + F \cdot E \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0$$

ahol F = a rúd keresztmetszeti területe (m^2)
 γ = a rúd anyagának térfogatsúlya (tm^{-3})
 g = a nehézségi gyorsulás ($9,81 \text{ msec}^{-2}$)
 E = a rugalmassági modulus (tm^{-2})
 u = a keresztmetszet hossztengetyirányú elmozdulása (m).

Ennek az egyenletnek általános megoldását az alábbi függvény sor adja:

$$u(x, t) = \sum_{i=1}^{\infty} \left(C_1 \cos \frac{p_i x}{a} + C_2 \sin \frac{p_i x}{a} \right) (A_i \cos p_i t + B_i \sin p_i t)$$

ahol $a = \sqrt{\frac{E \cdot g}{\gamma}}$

Itt p_i értékei a rúd sajátrezgésszámait, az első zárójeles kifejezés pedig az egyes p_i értékekhez tartozó sajátrezgési alakokat jelenti.

Adott esetben az állandók meghatározásához rendelkezésre áll a tartó két végére vonatkozó kerületi feltétel:

szabad vég esetén $\frac{\partial u}{\partial x} = 0$

megtámasztott vég esetén $u = 0$.

az $x = 0$, vagy $x = l$ helyen, amiből egy összefüggés a két C állandó között és p_i értékei számíthatók. A megmaradó egyik C állandó A_i , illetve B_i értékébe bevonható. Rendelkezésre áll továbbá a tartó kezdeti deformációs alakjára és kezdeti sebességére vonatkozó két kezdeti feltételi függvény:

a kezdeti alakra $u(x) = f(x)$

a kezdeti sebességre $\frac{\partial u(x)}{\partial t} = g(x)$

a $t = 0$ időpontban, melyekből az A_i , B_i állandók Fourier — együtthatók módjára számíthatók:

$$A_i = \frac{2}{l} \int_0^l f(x) \cdot \cos p_i x \cdot dx$$

$$B_i = \frac{2}{p_i \cdot l} \int_0^l g(x) \cdot \cos p_i x \cdot dx$$

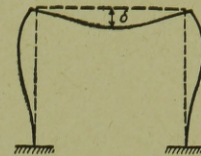
* a []-ben álló számok az irodalomjegyzékben megjelölt műre vonatkoznak.

A hosszanti gerjesztett rezgések számítása a sajátrezgésszámok és sajátrezgésalakok ismeretében történik, részletes tárgyalásuk itt messzire vezetne, az érdeklődő a hivatkozott irodalomban [1] megtalálja az erre vonatkozó eljárásokat.

Hosszanti rezgések számításánál az alaprezgés-szám meghatározására Rausch közelítő eljárása is alkalmazható, minthogy az elv azonos a hajlítási rezgéseknél alkalmazottal, részletesebben ott tárgyaljuk.

42. Hajlítási rezgések

A hajlítási rezgések problémaköre annyira szerteágazó, hogy részletes tárgyalása nem folyóirataikk, de külön könyv megírását szükségelné, ezért itt inkább néhány módszert kívánunk röviden ismertetni. Megjegyzendő, hogy a számítási módszerek általában csak a hajlítási rezgéseket veszik figyelembe, az egyidejűleg mindig fellépő hosszanti rezgéseket elhanyagolják.



2. ábra

421. A Rausch-féle eljárás.

Rausch módszere [2] abban áll, hogy meghatározza a tartószerkezet statikus lehajlását (l. 2. ábra) és az önrezgésszámot, majd a dinamikus tényezőt az

$$N = \frac{300}{\sqrt{\delta [\text{cm}]}} \text{ rezgés/perc és } \nu = \frac{1}{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_n} \right)^2}$$

képletekből számítja. A szerkezeti jellegre tehát alig van tekintettel, a rendszert egy szabadságfokúra egyszerűsíti. Az eljárás kétségtelenül igen gyors és egyszerű, de a jelenlegi ismeretek mellett alkalmazása legfeljebb a legegyszerűbb tartótípusok esetén indokolható és a módszer — természeténél fogva — a magasabb önrezgésszámok meghatározására még ezekben az esetekben sem alkalmas.

422. Rayleigh módszere.

Rayleigh módszerének [3] lényege abban áll, hogy előre felvesz egy feltételezett rezgési deformációs alakot, majd kiszámítja az ennek az alaknak megfelelő potenciális energia mennyiségét a rezgés szélső helyzetében (E_{pot}^{max}), illetve a kinetikus energia mennyiségét a 0 ponti helyzetben (E_{kin}^{max}), és a két energiamennyiség egyenlősége szolgáltatja azt az egyenletet, melyből a felvett deformációs alakhoz tartozó önrezgésszám számítható. A vonatkozó egyenletek az alábbiak:

$$E_{pot}^{max} = \frac{E \cdot I}{2} \int_0^l \left(\frac{d^2 y}{dx^2} \right)^2 dx$$

$$E_{kin}^{max} = \frac{p \cdot \omega^2}{2g} \int_0^l y^2 \cdot dx$$

amiből

$$\omega^2 = \frac{EIg}{p} \frac{\int_0^l \left(\frac{d^2 y}{dx^2} \right)^2 dx}{\int_0^l y^2 dx} [\text{rad/sec}^2],$$

itt p = az egyenletes terhelés.

A feltételezett deformációs alak vagy a statikus deformáció vonala, (l. 3. ábra), vagy egy jól simuló

egyszerű szögfüggvény (l. 4. ábra). A közelítés pontossága attól függ, mennyire közelíti meg a feltételezett deformációs alak a ténylegeset, helyes választás esetén a hiba 1% körül van.

A módszer ebben az eredeti alakjában szintén csak az első önzregésszámokra alkalmazható, a magasabb önzregésszámok számítása Ritz [4] továbbfejlesztésével végezhető.

423. Schwertner módszere.

Hajlítási lengések számítására újabban Schwertner közölt egy módszert [5], mely a rugalmas pontok módszerén alapszik. Ismeretes, hogy a tartó rugalmassági középpontján (az ún. σ ponton) megállapítható két főirány (ξ, η). A σ ponton a főirányokban ható erők (X, Y) csak saját irányukba eső elmozdulását (x, y) okozzák a σ pontnak, illetve az itt működő nyomaték (M) a σ pontnak csak elfordulását (φ) okozza, tehát

$$x = X \cdot I_x \quad y = Y \cdot I_y \quad \varphi = M \cdot I_\varphi$$

ahol

$$I_x = \int_0^l \eta^2 \frac{ds}{EI} \quad I_y = \int_0^l \xi^2 \frac{ds}{EI} \quad I_\varphi = \int_0^l \frac{ds}{EI}$$

Az I_x, I_y és I_φ mennyiségek erő és elmozdulás, (illetve nyomaték és szögforgás) közti arányosságot fejeznek ki és ezen az alapon rugóállandónak tekinthetők. A továbbiakban a σ ponti x, y és φ elmozdulásoknak megfelelő hatásábrákból számítja a tartó deformációs alakját, végül az így nyert deformációs alakhoz tartozó maximális potenciális és kinetikus energia egymással egyenlővé tételéből az önzregésszámot.

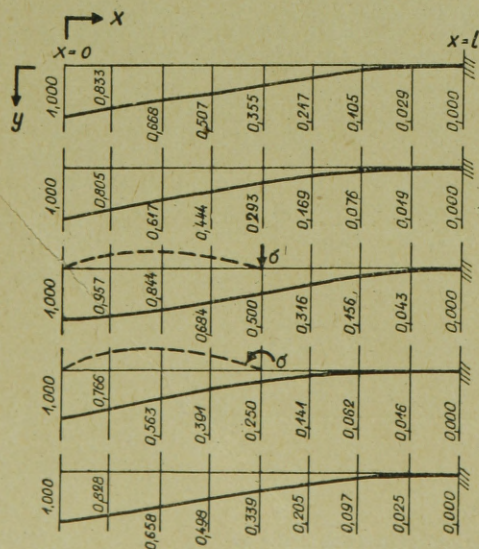
Fentiek után nyilvánvaló, hogy Schwertner módszere a Rayleigh eljárásnak egy változata, ami abban különbözik Rayleigh eljárásától, hogy a feltételezett deformációs alakot a σ ponti hatásábráknak megfelelően veszi fel. A módszer pontossága tehát itt is a felvett alak és a tényleges alak hasonlóságától függ, az 5. és 6. ábrák egyszerű konzoltartó példáján mutatják, hogy a hasonlóság követelménye nincs kellően kielégítve. A tárgyalt módszer alkalmazása ezért csak az eljárás megfelelő átdolgozása után javasolható.

424. A matematikai rugalmasságtani módszer.

A tartók hajlítási lengései szabatosan a matematikai rugalmasságtan alapján álló módszerekkel határozhatók meg. A számítások alapjául — Timoshenko [1] vagy Den Hartog [6] után — az alábbi differenciálegyenletről kell kiindulnunk:

$$EI \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} = -\frac{\gamma F}{g} \frac{\partial^2 y}{\partial t^2}$$

Konzoltartó deformációs görbék.



3. ábra. Statikus deformáció.

$$y = K_1 (x^4 - 4l^3x + 3l^4)$$

4. ábra. Negyed sinushullám

$$y = K_2 (1 - \sin \frac{\pi x}{l})$$

5. ábra. σ ponti V erő hatására

$$y = K_3 (\frac{2x^3}{l} - 3x^2 + l^2)$$

6. ábra. σ ponti M nyomaték hatására

$$y = K_4 (x^2 - 2lx + l^2)$$

7. ábra. Exakt első sajátrezgési alak

$$y = K_5 \left[\left(\cos 1,875 \frac{x}{l} + \operatorname{ch} 1,875 \frac{x}{l} \right) - 0,7342 \left(\sin 1,875 \frac{x}{l} + \operatorname{sh} 1,875 \frac{x}{l} \right) \right]$$

ahol E = a rugalmassági modulus (tm^{-2})

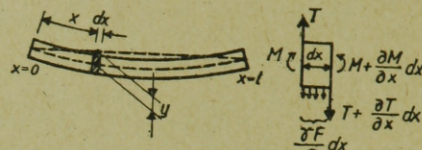
I = a keresztmetszet tehetetlenségi nyomatéka (m^4)

y = a keresztmetszet lehajlása (m)

γ = a tartó anyagának térfogatsúlya (tm^{-3})

F = a keresztmetszeti terület (m^2)

g = a nehézségi gyorsulás ($9,81 \text{ msec}^{-2}$).



8. ábra

Az egyenlet megoldását általános alakban egy függvény-sor szolgáltatja:

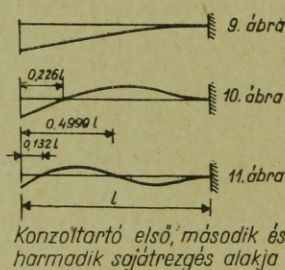
$$y(x, t) = \sum_{i=1}^{\infty} X_i (A_i \cos p_i t + B_i \sin p_i t) =$$

$$= \sum_{i=1}^{\infty} (C_1 \cos k_i x + C_2 \sin k_i x + C_3 \operatorname{ch} k_i x + C_4 \operatorname{sh} k_i x) \cdot (A_i \cos p_i t + B_i \sin p_i t)$$

$$\text{Itt } p_i = a \cdot k_i^2$$

$$\text{ahol } a = \sqrt{\frac{EIg}{F \cdot \gamma}}$$

Az egyenletben p_i az egyes sajátrezgési frekvenciákat, az első zárójelben álló kifejezés pedig az egyes p_i sajátrezgési frekvenciákhoz tartozó sajátrezgési alakokat fejezi ki. (9., 10., 11. ábra).



Konzoltartó első, második és harmadik sajátrezgés alakja

Az állandók meghatározásához rendelkezésünkre áll a tartó két végére vonatkozó két-két kerületi feltétel:

szabad vég esetén $\frac{d^2 X}{dx^2} = 0$ és $\frac{d^3 X}{dx^3} = 0$

támasztott vég esetén $\frac{d^2 X}{dx^2} = 0$ és $X = 0$,

befogott vég esetén $\frac{dX}{dx} = 0$ és $X = 0$,

az $x = 0$, vagy az $x = l$ helyen, továbbá a p_i és k_i közötti összefüggés. Ezekből meghatározhatók p_i és k_i értékei, továbbá három összefüggés a C együtthatók közt. A megmaradó C állandó az A_i és B_i állandókba bevonható, mely utóbbiak pedig a kezdeti deformációs alakra és a kezdeti sebességekre vonatkozó kezdeti feltételei függvényekből:

a kezdeti alakra $y(x) = f(x)$

a kezdeti sebességre $\frac{\partial y(x)}{\partial t} = g(x)$

at = 0 időpontban, általánosított Fourier-együtthatók módjára számíthatók.

$$A_i = \frac{2}{l} \int_0^l f(x) \cdot X_i dx$$

$$B_i = \frac{2}{p_i l} \int_0^l g(x) \cdot X_i dx$$

A konkrét esetekre vonatkozó részletes megoldások megtalálhatók Timoshenko vagy Den Hartog hívatkozott művében.

425. Az alakváltozási módszer.

A matematikai rugalmasságtan alapján álló módszer messzemenően kifejlesztette Koloušek [7] alakváltozási módszernek nevezett eljárásában. Koloušek eljárása lehetővé teszi bonyolult keretszerkezetek, rugalmas alátámasztású tartók rezgéseinek számítását is, sőt a belső csillapítás bizonyos számításbavételére is módot ad. Az eljárás természetesen hosszadalmasabb a korábban ismertetett közelítő eljárásoknál. Az alakváltozási módszer a fent közölt differenciálegyenletről kiindulva, csomópontról-csomópontra haladva felírja a rugalmasságtani alapon adódó sajátrezgési alakot és a csomóponti kényszerfeltételeket, az így nyert egyenletrendszerből az összes támaszerő, támasznyomaték, sarokponti nyomaték számítható.

Ez az eljárás módot ad a keretszerkezeteknek mind szimmetrikus, mind antiszimmetrikus sajátrezgéseinek (az irodalomban többnyire „vertikális” és „horizontális” meghatározás a gyakoribb, de nem a helyesebb) számítására, az első esetben azt a kényszerfeltételt állítva fel, hogy a csomópontok csak elfordulhatnak, de el nem tolódhatnak, a második esetben pedig a kényszerfeltételt a csomópont elfordulását és vízszintes elmozdulását engedi meg.

Nézetünk szerint helyes lenne a csomópont vertikális elmozdulását is megengedő kényszerfeltétellel bevezetése, ami lehetővé tenné a keret egyidejű hajlítási és hosszanti rezgéseinek tárgyalását. Ez a felfogás jobban megközelíti a tényleges állapotot és jelentőségére az 5. pontban vizsgált jelenség kapcsán fogunk rámutatni. Az egyidejű hajlítási és hosszanti rezgések számításával egy későbbi cikkben kívánunk foglalkozni.

426. Barkan eljárása.

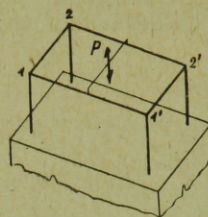
Barkan eljárása [8, 9] a közelítő módszereknek az a típusa, amely igyekszik az egyidejű hajlítási és hosszanti rezgéseket figyelembe venni. Ezt úgy kívánja elérni, hogy a rendszert két szabadságfokúra egyszerűsíti, ahol az egyik szabadságfokot a gerenda behajlásának lehetősége, a másik szabadságfokot az oszlop összenyomódásának lehetősége biztosítja. Az eljárás elméletileg nincs teljesen alátámasztva, de mint jó közelítés, az alapsajátfrekvencia számítására — egyszerűsége miatt is — előnyösen használható.

5. A harántrezgések jelensége

A következőkben a hajlítási rezgések problémakörének egy eddig az irodalomban még nem tárgyalt

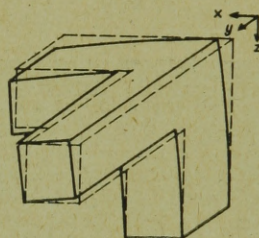
jelenségével, a harántrezgések fellépésével kívánunk foglalkozni, annál is inkább, mert ez a jelenség egyik érdekes példája a statikus és dinamikus terhelések hatásai közti alapvető különbségeknek. Számos rezgésmérés anyagának feldolgozása megmutatta, hogy keretszerkezeteken a hatóerők síkjára merőlegesen is fellépnek rezgések, amelyek nagyságrendben egyeznek a főirány rezgéseivel, tehát másodlagos hatásokkal, tengelybeállítási pontatlanságokkal aligha magyarázhatók.

A kérdés megvilágítására vizsgáljuk meg az alábbi 2×2 lábú keretet (l. 12. ábra).



12. ábra

Az 1—1', illetve 2—2' gerendák közepén elhelyezett két bakon nyugodjék egy olyan berendezés, amely a szimmetria tengelyben P vertikális erőt fejt ki, a gerenda középeket tehát $P/2 - P/2$ erő terheli. Ha a P erő statikusan hat, valamely csomópont (pl. a 2', l. a 13. ábrát) elmozdulása az alábbi lesz:



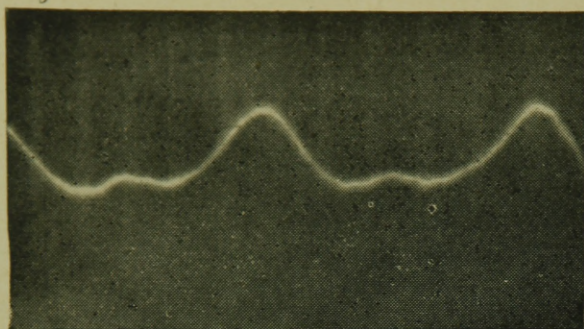
13. ábra

Az 1'—2' rúd tehát hosszitengelye körül (a $z - z$ síkban) elfordul, de a P erő hatására hajlítást nem szenved, mert az 1' és 2' pontok x irányú elmozdulása azonos, y és z irányú elmozdulása zérus értékű, illetve ha az N erő hatását is figyelembe vesszük, az x és z irányú elmozdulások azonosak, és az y irányú elmozdulás zérus. A rúd csavarását sem szenved, mert az 1' és 2' csomópontok $z - z$ síkbeli elfordulása is azonos.

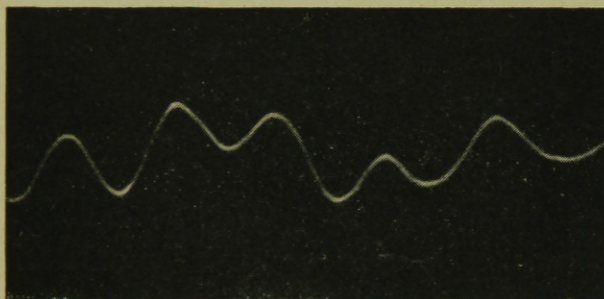
Merőben más a helyzet akkor, ha a P erő az időben változó, pl. a $P = P_0 \cdot \sin \omega t$ függvény szerint.

Ekkor az 1' és 2' csomópontok a hosszanti rezgések miatt a $z = z_0 \cdot \sin(\omega t - \varphi)$ elmozdulást végzik, az elmozdulás a két ponton azonos időpontban most is megegyezik. Az 1'—2' gerenda szempontjából ez a mozgás azonban támaszainak periódikus mozgását jelenti, amit a gerenda csak akkor követne alakváltozás nélkül, ha tökéletesen merev test volna. A gerenda természetesen rugalmas, és így a tehetetlenségi erők folytán behajlik, amibe a sarokmerek kapcsolat folytán az oszlopok is bekapcsolódnak, tehát végeredményben az egész harántkeret hajlítási rezgéseket fog végezni, amivel létrejött a harántrezgés jelensége a $y - z$ síkban annak ellenére, hogy ebben a síkban látszólag nincs rezgés kiváltó ok.

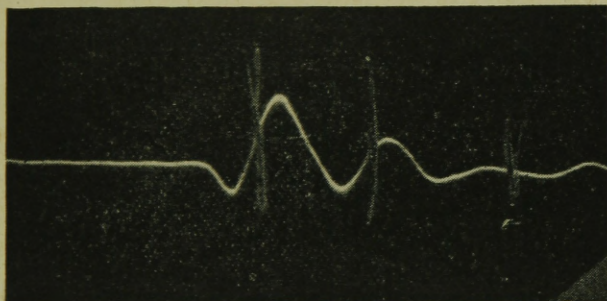
A harántkeret rezgése különösen abból a szempontból jelentős, hogy a főkeret rezgése szempontjából egy újabb kényszerfeltételt jelent, nevezetesen azt, hogy a két merőleges síkban lezajló rezgésnek a csomópont azonos vertikális elmozdulását kell eredményeznie. Egy újabb kényszerfeltétellel bevezetése mindig az önrezgésszám emelkedését eredményezi, tehát ha a harántgerenda figyelmen kívül hagyásával számított önrezgésszám nem sokkal alacsonyabb a gerjesztő frekvenciánál, a harántgerenda ottléte miatt a tényleges önrezgésszám esetleg már a rezonanciasávba jut.



14. ábra



15. ábra



16. ábra

6. Épületszerkezetek rezgésmérései

Az épületszerkezeteken fellépő rezgések mérése általában elektrodinamikus felvevőfejek és elektronikus erősítők, valamint fotoregisztrátorok alkalmazásával történik. Az így készített felvételekből (l. 14. ábra) a rezgésamplitúdó és a frekvencia kimérhető.

Nehezebb feladat az önrezgések mérése, helyesebben a mérés céljára önrezgések előállítása. Erre ugyanis két mód kínálkozik:

- a) ütés, vagy súly ráejtése révén,
- b) előzetes megfeszítés és hirtelen elengedés révén.

Ha visszatekintünk a 424. pontban felírt egyenletekre, akkor nyilvánvaló, hogy az a) esetben a kezdeti feltételt kifejező egyenletek a következőképpen alakulnak:

kezdeti elmozdulás nincs, tehát $f(x)_{t=0} \equiv 0$;
a kezdeti sebességeket kifejező $g(x)_{t=0}$ függvény pedig egy szakadásos függvény, az ütétt felület alatt az

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

(itt E az ütési energia) képletből adódó v , egyebütt 0 értékkel.

A b) esetben $f(x)_{t=0}$ az alkalmazott feszítőerő hatásának megfelelő statikus deformációs alakkal egyezik, és mivel kezdeti sebesség nincs, $g(x)_{t=0} \equiv 0$.

A lényeg az, hogy sem az egyik, sem a másik feltételi egyenletcsoport esetén a létrejövő deformációs alak nem egyezik meg az egyik sajátrezgési alakkal sem, ezért — mivel a kezdeti feltételeknek ki kell elégülniük, — a tartó számos, esetleg végtelen sok sajátrezgésének egymásra halmozódása fog jelentkezni, és minthogy a sajátfrekvenciák nem egészszámu többszörösei egymásnak, a létrejövő rezgés még csak periodikus sem lesz. A jelenséget a mindig fennálló belső csillapítás hatása még tovább bonyolítja.

Kedvező esetben sikerülhet a sajátrezgés előállítása. Az alábbi két felvétel vasbetonvázas épület fődémének rezgéseit mutatja, a 15. ábra a fődémre felfüggesztett lengőrosták keltette rezgéseket, a 16. ábra pedig a fődém ütés folytán előállott sajátrezgését.

A két hullámalak csaknem tökéletes fedése erős rezonanciára utal.

Az épületszerkezeteken végzett rezgésmérések gyakran segítséget nyújthatnak statikai problémák eldöntésében is. Erősen deformálódott szabadtéri darupálya egyik oszlopán fellépő rezgések amplitúdó-eloszlását mérték az oszlop mentén. A rezgések amplitúdójában a hosszmerővítőgerenda felett és alatt mutatkozó nagyságrendi különbség világosan utalt az oszlop felső részének nem kielégítő merevségére.

7. Összefoglalás

Az épületszerkezetek rezgéseinek számítási és mérési módszerei mai fejlettségük mellett megadják a lehetőséget a tervezőnek, hogy akár a tervezés, akár az ellenőrzés stádiumában a rezgés mértékét, az abból származó alakváltozásokat, többletterheléseket megnyugtató módon vegye számításba, és ezzel — különösen az ipari építményeknél — gazdaságosan, de megbízhatóan méretezze a tartóelemeket úgy, hogy a rezgések szempontjából érzékeny technológiai folyamatok biztonságát is megadja.

IRODALOM

- [1] *Timoshenko*: Vibration Problems in Engineering, New York 1955.
- [2] *Rausch*: Maschinenfundamente und andere dynamische Bauaufgaben, Berlin, 1936—1940—1942.
- [3] *Rayleigh*: Theory of Sound, London 1894.
- [4] *Ritz*: Gesammelte Werke, Paris 1911.
- [5] *Schwertner*: Dynamics of Girders, Acta Techn. T. X. F. 1—2. Bp. 1955.
- [6] *Den Hartog*: Mechanical Vibrations, New York 1947.
- [7] *Koloušek*: Baudynamik der Durchlaufträger und Rahmen, Leipzig 1953.
- [8] *Barkan*: Dinamika osznovanyij i fundamentov, Moszkva 1948.
- [9] *Major S.*: Gép- és turbinaalapok. Bp. 1956.

Lakáskultúra és épületgépészet

WEISZBURG PÁL dr.

Vitacikk.

Bevezetés

Ha azt mondanánk, hogy a lakások épületgépészeti felszerelésével kapcsolatban hazánkban az elmúlt éveket a legnagyobb egyszerűsége törekvés jellemezte, akkor ma sok helyen és sok vonatkozásban ezzel *homlokegyenest ellenkező szándékokról* beszélhetünk. Mi az oka ennek a visszahatásnak. Vajjon a lakók, a tömegek igényeiből fakadnak ezek a szándékok, vagy más forrásokból táplálkoznak.

Az elmúlt hetekben jártam az új budapesti lakótelepeken. Sok lakásban voltam és sok lakóval beszélgettem, olyanokkal is, akik „honfoglalók” voltak, olyanokkal is, akik beutalással jutottak a lakáshoz. Azok, akikkel beszélgettem, *kivétel nélkül mind* megelégedettek voltak. Örültek annak, hogy „fedél van a fejük fölött”, hogy albérlétekből szabadultak, hogy gyermekeiket néhány négyzetméteres cselédszobákból, gyakran nedves, egészségtelen odukból száraz, világos, jól szellőzőt, emberibb környezetbe hozhatták. De évek során jártam a régebbi településeken is és sehol sem tapasztaltam, hogy a bérlők konyhai mosogatót, központi fűtést, melegvízszolgáltatást, bidét, vagy akár fürdőszobát hiányoltak volna. A rosszul záródó ablakok, a hibás szerelvények, a csúnya parketta stb. képezték kifogás tárgyát, ha egyáltalán panaszkodtak.

A szándékok tehát — legalábbis saját tapasztalataim szerint — nem a tömegektől, hanem a lakáspolitikával, a konkrét és perspektivikus tervezéssel foglalkozóktól származnak. És kétségtelen, hogy ha a szakemberek, építészek, épületgépészek a nyugati folyóiratokat kézbe veszik a hirdetések, cikkek, fényképek alapján elszomrodva mondhatják: „Hol vagyunk mi ettől a lakáskultúrától.” Minden emberben él a vágy a szebb, a jobb, a korszerűbb után és így első pillanatra, a külföldi szaklapok anyagának és a hazai lakásépítés megoldásainak egybevetéséből eredően természetesnek hangzik ez a kifakadás. És természetesnek látszik az a törekvés, hogy lakáskultúránkat ebben a vonatkozásban is minél gyorsabban emeljük. Mert: „Hova fogunk jutni húsz, esetleg ötven év múlva, ha a jelenlegi lemaradás mellett lakáspolitikánkat az eddigi mederben tartjuk?”

Ha azonban egy kicsit utánagondolunk, ha egy kissé mélyebbre igyekszünk hatolni ebbe a kérdésbe, akkor rájövünk arra, hogy ítéletünk, kifakadásunk általában, de különösen *tömeges lakásépítés* vonatkozásában elhamarkodott volt.

Vegyük tehát még egyszer kézbe azokat a szaklapokat és próbáljuk a kérdést így megfogalmazni: „Vajjon a hirdetések, cikkek, fényképek a tömeges lakásépítés *jellemző képét* tárják elélné.” Azt hiszem erre egyértelműen válaszolhatunk: „Nem.” Az anyaghalmazból ki kell hámozni azt, ami a „szociális” tehát állami

erőből történő építkezésre vonatkozik. Mindjárt kevésbé „kulturált” lakásokat fogunk kapni. (Gondoljunk csak az osztrák, francia, nyugat-német, vagy akár az angol szociális lakóházépítésre.) Ez érthető is. Egy szaklap feladata elsősorban a fejlődésben elért legújabb eredmények ismertetése és hamis következtetés volna lakásépítési programunkat az *általános benyomás* alapján megállapítani még akkor is, ha ehhez *egyébként megvolnának a lehetőségeink*.

Hamis volna a következtetés akkor is, ha a szaklapokat féltetve kizárólag idegen országok tömeges lakóházépítési adatai alapján indulnánk el, mert a helyes hazai program megállapításánál nem hagyhatjuk figyelmen kívül *természeti adottságainkat, éghajlatunkat* és ebből fakadóan *sajátos szokásainkat, életmódunkat, igényeinket, kultúránkat*. És bár bizonyos vonatkozásban neveléssel, szoktatással befolyásolhatjuk a tömegizlést, vannak és lesznek olyan igények, amelyek alig, vagy egyáltalában nem változtathatók. Nézzünk mindjárt egy példát.

A régi — 1945. előtti — előírások szerint hazánkban a központi fűtőberendezéses épületekben a lakószobákat +20 °C-ra kellett fűteni. Ezt az előírást — helytelenül értelmezett energiatakarékossági okokból és *külföldi adatok helytelen egybevetése alapján* — az elmúlt években +18 °C-ra szállították le. Ha ma közvéleménykutatást hajtánánk végre, meggyőződésem, hogy a válaszokból *általános elégtelenség* csendülne ki. A belső hőfok meghatározása ugyanis nem választható el a külső hideg maximális értékeitől és a levegő nedvességtartalmától. Angliában, Belgiumban, Hollandiában stb. tehát azokban az országokban, ahol aránylag enyhék a telek és nagy a levegő relatív nedvessége, általánosságban megfelel a +18 °C lakószobai hőmérséklet. De a hidegebb éghajlatú országokban, így Magyarországon is, kevés. (Ugyanez a helyzet az USA-ban és főleg Kanadában, ahol a nagyobb külső hideg és a rendkívül száraz éghajlat miatt +22—24 °C körüli hőmérsékleteket tartanak a lakószobákban.)

Vagy vegyünk egy másik területet. Ha a nyugati lapok modern lakásinterieurjeit nézegetjük, feltűnik, hogy helyi megvilágításokat alkalmaznak. Viszont köztudomású, hogy Magyarországon szeretik, ha van általános megvilágítás és ezt a szoba közepén lógó, gyakran „örökölt”, máskor újonnan beszerzett, nem egyszer egészen primitív kiállítási „csillár” szolgáltatja. Nyilvánvalóan szerepet játszanak ennél az igénynél az ugyancsak „örökölt” bútorok is. Az elmúlt években nagy nehézséget okozott a szobák mennyezetének közepén levő lámpahelyek kialakítása. Az előregyártott vasbeton födém szerkezetek ugyanis rendszerint nem vésethők meg és a védőcsövek elhe-

lyezésére a szükséges hornyokat nem lehet elkészíteni. (Impu vezetékünk nincsenek, illetve az eddig használt, közvetlenül vakolat alá fektetett pvc. huzalok nem váltak be.)

A példából láthatjuk, hogy — bár energia-takarékossági okokból kedvező volna — éghajlati adottságok miatt nem csökkenthetjük a lakásban tartandó hőfokot. A $+18^{\circ}\text{C}$ -t nem valószínű, hogy „meg fogjuk szokni“. Ugyanígy, — bár mennyire kívánatos volna az építési nehézségek miatt és a korszerű világítás érdekében — a csillárhelyek elhagyása — a hazai szokások, kívánalmak és adottságok kielégítése érdekében ezt nem tehetjük meg. Felmerül a kérdés: „Ha a költség csökkent és műszakilag kedvező megoldások átvétele nem minden esetben szerencsés, vajon a költségesebb berendezések létesítése helyes-e mindenkor. Származik-e annyi előnytöbblet, mint amennyivel megnő a ráfordítás, illetve egyáltalában származik-e előny bizonyos esetekben.

Messzire vezetne és egy cikk keretein túlnőne, ha a hazai tömeges lakásépítés épületgépészeti programját minden vonatkozásban megkísérelnénk boncolgatni. A következőkben tehát csak egy körülhatárolt résszel, a lakások vízvezetéki berendezési tárgyaival foglalkozom. Azért éppen a vízvezetéki berendezési tárgyakkal, mert a közelmúlt hetekben ezek körül voltak a legnagyobb viták. Ezeket a vitákat túlnyomórészen a beruházások decentralizálása, a tanácsok, vállalatok önállósága robbantotta ki és mintegy kritikáját képezik az eddigi, központosított irányítás helyességének, vagy helytelenségének. Hangsúlyozni szeretném, hogy nem védeni akarom az elmúlt évek szakmába vágó intézkedéseit. Szándékom mindössze az, hogy feltárjam a történetek indokait. A következtetések — intézkedéseink — az itt elmondottakból *automatikusan adódtak*. Szeretném, ha vita során tisztázni lehetne, hogy mi volt az, amit rosszul láttunk és mi volna a helyes irány. Előljáróban azonban szükségesnek látom elmondani, illetve emlékeztetni idézni a következőket.

Magyarországon 1955. december 31-én 2 580 000 lakás volt. A fürdőszobával ellátott lakások aránya a következő:

a fővárosban	37%
a vidéki városokban	12,4%
a községekben stb.....	6%

Ma világszerte lakáshiány van. Ez a megállapítás úgyszólván az egész földgolyó minden országára érvényes. Magyarország a lakáshiánylistán, sajnos, elég előkelő helyet foglal el. Egyes adatok szerint a leromlásra megérett, korszerűtlen lakások figyelembevételével hazánkban 1938-ban 600 000 új lakás építése volt időszerű. A háborúban és ezt követően a helyzet tovább romlott. A felújítás és karbantartás úgyszólván teljesen szünetelt, az évente épített lakások mennyisége pedig a lakosság természetes szaporodását (jelenleg évi 100 000 fő), a háborús károkat és az elavulást is alig tudta fedezni, nemhogy a

meglevő hiányok felszámolása megkezdődött volna. Ilyen lakásviszonyok között azt hittük elsősorban a mennyiségre kell törekednünk és csak második helyen érvényesülhet a „lakáskultúra“ szempontja főleg akkor, ha a hiányokat legalább részben — megszüntettük. Ugy gondoltuk, hogy a rendelkezésre álló pénzből és anyagból minél több és csak a lehetőségekhez mérten korszerű lakást kell építenünk.

Még két olyan momentumról szeretnék megemlékezni, amelyek jelentősen befolyásolták elgondolásainkat. Az egyik az egészségügyi szervek azon kívánsága volt, hogy az új lakásokban nemcsak a mosdási, hanem a fürdési lehetőséget is nyomban biztosítani kell. A másik — amivel tulajdonképpen kezdenem kellett volna — az ország teherbíró képessége.

De nézzük meg most már közelebbről a lakások vízvezetéki berendezési tárgyait.

Milyen legyen a konyha felszerelése?

A lakáskultúra emelésének kérdésével a közelmúltban a legalaposabban Budapest Városi Tanácsa V. B. VIII. Városrendezési és Építészeti Osztálya foglalkozott és tervezetet készített a jelenleg érvényben levő M. T. rendelet és O.É.H. szabályzat budapesti viszonylatban való megváltoztatására, különös tekintettel a fővárosi lakásviszonyokra. Ugy hiszem helyes, ha a most következőkben a tervezet első, mondhatni *nyers fogalmazását* veszem tárgyalási alapul, mert ebben leszűrve, de egyben összegyűjtve körülbelül bennfoglaltatik mindazon „minimális“ igény, amit beruházóink, tervezőink nagyrésze egy „kulturált“ lakással szemben vízvezetéki berendezési tárgyak tekintetében támaszt. A tervezetet az É. M. Építési és Tervezési Főosztályai részleteiben megtárgyalták a Városrendezési és Építészeti osztállyal és *úgyszólván mindenütt sikerült közös álláspontot kialakítani*.

A ma érvényes előírások szerint a konyhában — a lakás nagyságától függően — később említendő kivételektől eltekintve, falikutat és sülyesztett szappantartót kell beépíteni.

A most tárgyalt tervezet az építendő lakások konyhájával kapcsolatban a következőket mondja:

„Abban az esetben, ha a lakás előszobából elérhetően külön W. C. helyiséggel rendelkezik, a konyhában elegendő egy csepegtetőtálcával ellátott egyrekeszes mosogató is. Ilyenkor a konyhai falikút felszerelése mellőzhető. Egyéb esetekben egyrekeszes mosogató és falikút felszerelése kívánatos. Központi- vagy helyi melegvízszolgáltatás lehetőségének esetében kétrekeszes mosogató tervezhető. Falikút kizárólagos vízvételi helyenként való tervezése kerülendő.“

A szöveg szuggesztív erővel száll síkra mindenfajta mosogató mellett, a jelenleg használatos és bevált falikút ellen. A nyugati folyóiratok konyhaalaprajzaiban rendszerint beépített bútorokat és mosogatókat láthatunk. Feltehetően ez

volt a fogalmazás alapja, mert hazai tapasztalatok szerint ez a berendezési tárgy, *nem olyan hasznos, mint a külföldi adatokból következtethető volna.* Nálunk a háziasszonyok — még olyan helyeken is ahol mosogató van a konyhában — rendszerint a mosogatóba állított mosogató-tálban végzik az edénymosást. Ennek több oka van. A mosogatóhoz sokkal több melegvíz kell (nagyobb vízigény, lehűlő felület és nagyobb vastömeg felmelegítése), mint a jólformált, kerek, könnyű mosogatótálhoz. Ebből a szempontból a *mosogató elsősorban ott jöhetne számításba, ahol úgyszólván méretlenül adják a thermálvizet, vagy a hulladékenergiából nyert használati melegvizet.*

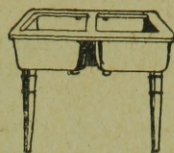
Másik oka a mosogató mellőzésének a nehézkes tisztogatás. A Magyarországon jelenleg gyártott öntöttvas és fehérkerám mosogatók kivétel nélkül faperemmel készülnek. A faperem aránylag rövid használat után elzsírosodik, bűzös, a mosogató-test és a faperem közötti résben a piszok összegyűlik és nem tisztítható ki. A mosogató zománcának üvegszerű felületét az edények gyorsan elkoptatják. Ezt a folyamatot siettetni, hogy a mosogatásnál különféle mosóporokkal surolgatnak. A megkopott zománcú mosogató nehezen tisztítható és nem a legesztétikusabb valami, különösen ha arra gondolunk, hogy ebben a szürkés, piszkosnak látszó medencében étkezési edényeket mosogatunk. El tudjuk képzelni, hogy két-három, de akár öt- vagy tízevenként is újakra fogjuk kicserélni a most beépítendő mosogatókat. Ezek a problémák nyilván külföldön is fennállnak. És nyilván *nem véletlen, hogy egyre rohamosabban terjednek a nem rozsdásodó acélból, peremmel együtt sajtolt, zománcozatlan, kis falvastagságú, tehát könnyű típusok és műanyag mosogatók.*

És még egy hazai specialitás. A magyar koszt még maradékan is sokkal zsírosabb, mint a nyugati. A bűzelzáróban, vezetékekben való lerakódások, *dugulások gyorsabban következnek be.* E miatt a rutinos háziasszony a mosogatóvizet még ott is a W. C.-be önti, ahol falikút van a konyhában. Ugyanezt nem teheti meg, ha az edényeket a mosogatóban mossa el.

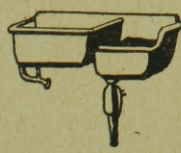
Az elmondottak talán eléggé alátámasztják az eddigi rendelkezéseket, amelyek szerint kizárólag ott engedték meg a Columbia mosogató beépítését, ahol központi melegvízszolgáltatás van. Ez az intézkedés — amelyik szerint a garzonlakások főzőfülkéiben is egyrekeszes mosogató szerelendő, most a következőkkel bővül:

„Abban az esetben, ha a lakás az előszobán keresztül a konyhából közvetlenül elérhető külön W. C. helyiséggel rendelkezik és beépített konyhabútor készül, egyrekeszes mosogató alkalmazható. Ilyenkor a falikút felszerelése mellőzhető“.

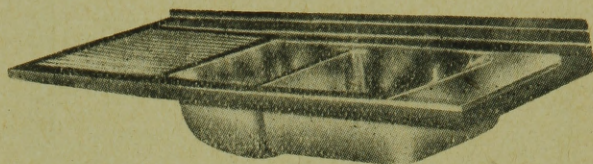
A konyhabútor asztallapjába a jelenleg gyártott falikút nem építhető be szakszerűen, így be kell érünk átmenetileg a most gyártott mosogatókkal, ha azok a célnak sok vonatkozásban nem is felelnek meg. Viszont — éppen ezért — korlá-



1. ábra. Öntöttvas mosogató



2. ábra. Columbia mosogató



3. ábra. Rozsdamentes acélból sajtolt mosogató

tozzuk a felhasznált mosogatók számát a minimálisra.

Mindenesetre szükséges volna, hogy mi is minél előbb kezdjünk foglalkozni nemrozsdásodó acélból készült mosogatók gyártásával és ezeknél *lehetőleg vegyük figyelembe a hazai sajátosságokat.* Addig, míg ez bekövetkezik, maradhat a jelenlegi szabályozás fenti módosítással.

Kell-e minden lakásban fürdőszoba?

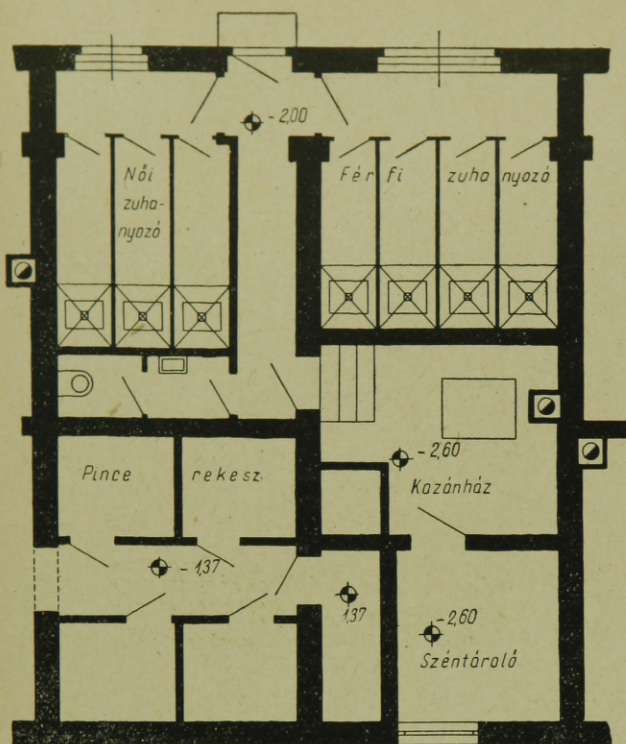
A 3188/III.12/1956. sz. M. T. határozat 70%-ban állapítja meg a következő években fürdőtálcaival felszerelendő lakások arány számát. A hivatkozott tervezet ezzel szemben „Fürdőszoba, zuhanyfülke, lavabo“ c. bekezdése a következőket javasolja:

„Zuhanyfülke és lavabo létesítése csak a garzonlakásoknál engedhető meg...“

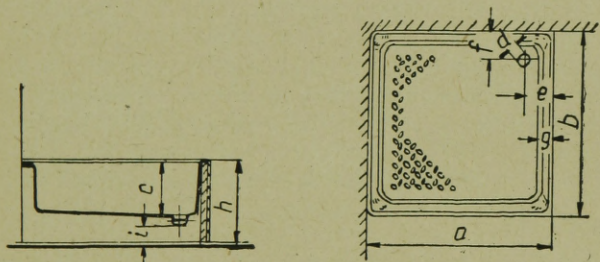
A lakáсарányszámra vonatkozó javaslatból viszont kiderül, hogy 65—70% lehet az egyszobás és másfél-szobás lakás, de ebből a lakásmennyiségből *csak 5% lehet garzon.* Tehát 1000 lakásból maximum 50. Helyes-e, ha 60—65% egy- és másfél-szobás lakást építünk évente *fürdőszobával.* Mielőtt erre a kérdésre választ adnánk, vizsgáljuk meg az idézett M. T. határozat előzményeit.

Valamennyien emlékezünk arra, hogy általában kedvezőtlenül fogadták azt az 1954. évi kormányhatározatot, mely a lakáshiány gyorsabb levezetésére és átmenetként az ún. „Cs“, tehát csökkentett komfortú lakások építését elrendelte. Az utasítás értelmében legegyszerűbb kivitelben kellett a kislakásokat megtervezni, forintban és anyagban takarékosan, hogy minél gyorsabban, minél több családot lehessen fedélhez juttatni. Első fogalmazásában ez a kívánság épületgépészetileg úgy jutott kifejezésre, hogy a lakásokban csak falikút lehet és — függőfolyosós elrendezésben — a folyosók végén közös W. C. csoportok létesüljenek.

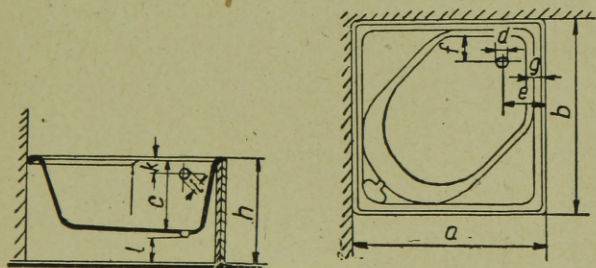
A tervezés során az lebegett előttünk, hogy a „Cs“ lakásokban *idővel* ugyanolyan igényű emberek fognak lakni, mint a két- és háromszobásokban, hogy az egészségügyi követelményeket messzemenően ki kell elégíteni és végül, hogy — ha pillanatnyilag minden kényelmi lehetőséget



4. ábra. Tömbfürdő alaprajza



5. ábra. Minimálkád



6. ábra. Minimálkád

nem is tudunk nyújtani — olyan megoldásokat kell találnunk, amelyekkel későbbi időpontban minden nehézség nélkül, aránylag „korszerű” lakás nivójára emelhetjük a kislakásokat.

Nyilvánvaló volt, hogy konyhai falikutat és vízöblítéses W. C.-t minden lakásba kell terveznünk. Az utasítás módosítását tehát ilyen értelemben keresztülvittük. Ugyanígy elemi követelményként jelentkezett a mosdási lehetőségről való gondoskodás. Így születtek 1954 végén és 1955 elején azok a lakásalaprajzok, melyekben a konyhához csatlakozó és ajtóval le nem választott mosdófülkéket látjuk, részben pedig a mosdó — fürke nélkül — a konyhában van.

A fürdással kapcsolatban az az álláspont alakult ki, hogy közfürdők közelében megvan a fürdési lehetőség, egyebütt pedig — külföldi mintára — ún. tömbfürdőket létesítünk.

A 4. ábra szerinti alaprajz tájékoztatást nyújt a tömbfürdő elvi megoldásáról. 25 lakásonként létesítettünk egy-egy zuhanyállást, minimális méretű öltözőfülkével. Olyan helyeken, ahol gáz állt rendelkezésre, a használati melegvízkészítést és a helyiség fűtését pénzbedobós automata gázmérő alkalmazásával kívántuk megoldani, egyebütt boylerkazán, vagy öntöttvas kazán és boyler szolgálta a célt. Természetesen külön férfi és női zuhanyozó csoportokról kellett gondoskodni. A tömbfürdők építési költsége egy lakásra átszámítva elérte a 600—1000 forintot és az előzőekben leírt épületgépeszeti felszerelések mellett *mindenkor egy-egy lakás helyét is igénybevette.* Ugy láttuk, hogy külön nehézséget fog okozni a tömbfürdők üzemeltetése, az igénybevételi idők egyeztetése, a tüzelőelszámolás, a helyiségek tisztántartása. Ha mindehhez hozzávesszük, hogy egészségre veszélyesnek tartottuk a téli időben, nyitott függőfolyosón, vagy hideg lépcsőházban a fürdőtől kihevült állapotban való közlekedést, érthetővé válik, hogy a tömbfürdős megoldást átmenetinek tekintettük.

A külföldi irodalomban egyre több helyen találkozunk a zuhanyfürdővel és a különböző típusú minimálkádakkal. Ezek a tisztálkodási eszközök elsősorban abból a törekvésből fakadtak, hogy új létesítményeknél az alapterületet és ezzel az építési költséget csökkentsék.

Az 5—10. ábrák ilyen megoldásokat mutatnak. A 11. ábra szerint „Polyban” néven ismert típus a beruházási költség csökkentésének szempontján túlmenően, víztakarékossági okokból jött létre. Míg ugyanis egy normál fürdőkád vízigénye fürdésenként kb. 150 l. 35 °C hőfokú melegvíz, addig a „Polyban”-ban végrehajtható tisztálkodáshoz kb. 60 l. víz elegendő. Egyébként ezen típust, bidébetéttel kombinálva, vagy anélkül, egyre több országban kezdik gyártani.

Az elmondottak ismeretében kézenfekvőnek látszott a gondolat, hogy a kislakások mosdási és fürdési lehetőségét valami polibánszerű megoldással kell biztosítani. Ezzel elérhetőnek látszott, hogy 70—100 lakásonként egy további lakás — a tömbfürdő helye — felszabadul, hogy elmaradnak az üzemeltetés körüli panaszok és nehézségek, hogy messzemenően eleget teszünk az egészségügyi követelményeknek és végül — de nem utolsó sorban — megtakarítást érhetünk el beruházási költségben.

Gádoros Lajos-é az érdem, hogy a 12. ábra szerinti „fürdőtálca” kialakítását kezdeményezte.

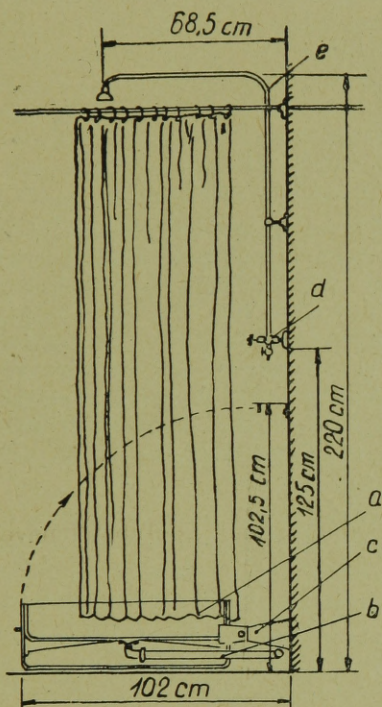
A fürdőtálca öntött-vasból, belül zománczott kivitelben készül, és beépítése a 13. sz. ábra szerint történik. Feltételeztük, hogy az új típusú minimálkád *fontossági sorrendben* a következő célokra alkalmas:

- mosdás,
- gyermekfüröszítés,
- ruhaáztatás,

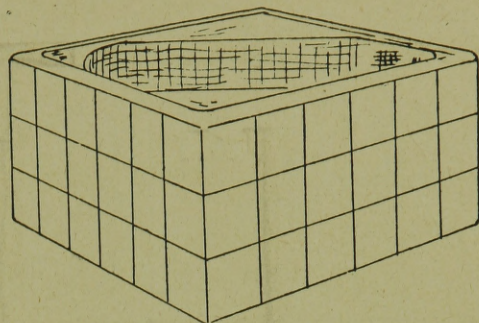
zuhanyozás,
 átlag termetű felnőttnél ülőfürdő.

A fürdőtálca beépítve szerelendő és a típusépületeknél választott alaprajz elvi megoldása a 14. sz. ábrán látható.

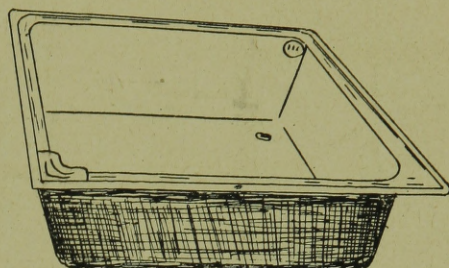
A tárgyalások során ismételten szóba került a Kecskeméti Gépgyár által gyártott fotelkád. Ennek alkalmazása ellen szólt, hogy a fotelkád peremmagassága 74 cm. Betegs és idős személyek, tehát csak zsámollyal, vagy lépcsővel használhatják. (A kádat lábak nélkül nem lehet beépíteni, mert akkor a vezetékek és a bűzelzáró padlófőle helyezése nem valósítható meg.) A fotelkád vassúlya kb. 80 kg. szemben a fürdőtálca 40 kg-jával, vizigénye kb. 130 l. tehát közel 80 l-el



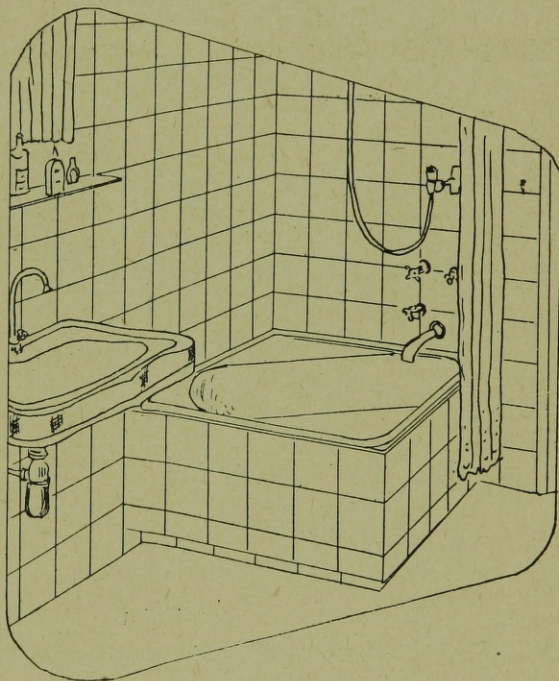
7. Zuhanyfülke



8. ábra. Minimálkád



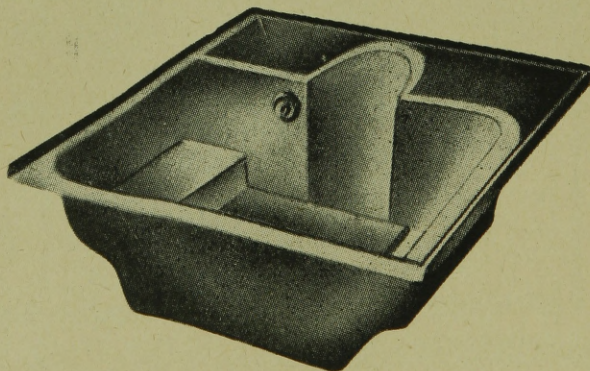
9. ábra. Minimálkád



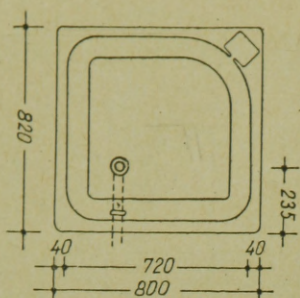
10. ábra. Minimálkádás fürdőszoba

több, mint a fürdőtálcaé, gyermekfürösztsésre, zuhanyozásra nem alkalmas, tisztítása fáradtságos, ára pedig 200 Ft-al magasabb az új típusnál. Ezek voltak a szempontok, melyek alapján a fotelkádat általános használatra nem tartottuk olyan kedvezőnek, mint a fürdőtálcát.

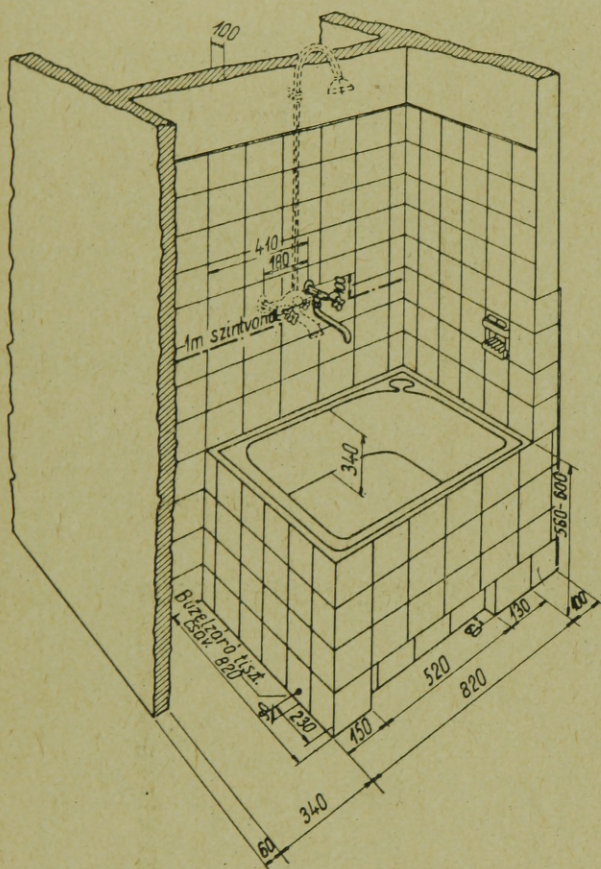
Visszatérve most az előbb említett típusrajzra sok vita folyt arról, hogy helyes-e a mosdó- illetve fürdő-fülke választott kialakítása. A vitában az építészek és épületgépészek ellentétes álláspontot képviseltek. Utóbbiak szerint — alap területtel való takarékoság céljából — a fülke 90—90 cm méretben tartandó. A 16. sz. ábra ilyen jellegű megoldás, míg a 17. sz. Róna-utcai alaprajz — elvileg elfogadható, függönyös leválasztást alkalmaz. (A most vitatott kérdést a lakók fogják végérvényesen eldönteni, mint ahogyan a minimálkádak beépítése is — kedvező külföldi tapasztalatok és fejlődési irányok ellenére is — hazai vonalon csak ipari méretű kísérletnek tekinthető.)



11. ábra. Polyban



12. ábra. Fürdőtálca alaprajza



13. ábra Minimalkád beépítési módja

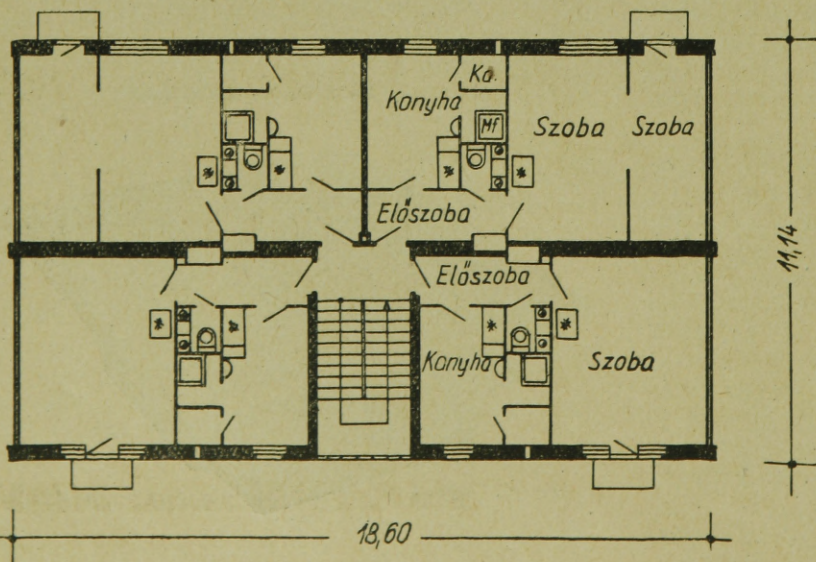
A fürdőtálca részére szükséges melegvizet olyan helyeken, ahol thermálvíz áll rendelkezésre, vagy a lakótelepen távmelegvízellátás készül, a kislakásokban is központosan biztosítottuk.

Azokon a településeken, ahol gázszolgáltatással számoltunk, a gázfelszállókat és fogyasztóvezetéseket gázvízmelegítőre méreteztük. Ugyancsak gondoskodtunk — thermofor gyűjtőkéményes alaprajzoknál a gázégéstermékek elvezetéséhez szükséges külön gázkéményről. A forint és anyagtakarékosság követelménye nem tette lehetővé, hogy a gázvízmelegítőket beépítsük. Egyelőre tehát a lakás bérőjére hárul, hogy a minimális gázvezeték hosszabbítást és a fürdőtálcahoz szükséges rövid melegvízvezetékét elkészíttesse, továbbá, hogy a gázvízmelegítőt beszerezze. A fürdőtálca fölött, a most beépülő hidegvizes lengőcsap mellett akár külön melegvízcsap, akár — a lengőcsap eltávolítása után — zuhanyos csaptelep felszerelhető. Mindezen utólagos szerelési munkák úgyszólván bontás nélkül, a melegvíz nyomóvezetékénél szükséges egy-két 20 mm Ø válaszfalátfúrással elvégezhetők.

A V.E.M.-el későbbiekben lefolytatott tárgyalások eredményeképpen a melegvízkészítéshez szükséges villamos energia, éjszakai áram formájában, biztosítottak látszik. Éppen ezért újabban, olyan helyeken is, ahol gáztűzhelyek készülnek, gázvízmelegítő helyett elektromos hőtároló részére készítettjük elő a vezetékeket. Ez lehetővé teszi az alaprajz kedvezőbb kialakítását, miután a gyűjtőkéményeknél a külön gázkémény elmarad.

Az elmondottakból látható, hogy a „Cs”-nek indult lakások végső kialakítása az eredeti elképzeléshez képest, mai szemmel is elfogadható épületgépészeti megoldást eredményezett.

Azt már a statisztikai hivatal adataiból láttuk, hogy Magyarországon, a vidékhez viszonyítva, a főváros fürdőszobával ellátottsága aránylag kedvező. Most nézzük meg, hogy érdemes-e, illetve helyes-e a jelenlegi lakásinség mellett 60—65%-ban egy- és másfél szobás fürdőszobás



14. ábra. Típusépület alaprajza fürdőtálcás megoldással.

lakásokat építeni? Talán legjobb lesz a kérdést egy konkrét példán megvilágítani.

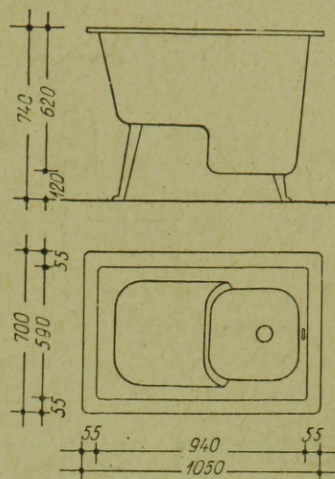
A Róna utcai lakótelepen a vonatkozó O.É.H. határozat alapján a múlt évben a 18. ábra szerinti alaprajzzal épültek a lakások. Az 1957. évre ütemezett kb. 600 lakás alaprajzát beruházó megváltoztatta a 19. ábra szerintire. Az új alaprajz azonos alapterületen zuhanyfülkés helyett fürdőszobás lakást ad, de milyen áron? *A szoba alapterülete 1 m²-el, a konyháé 2 m²-el csökken, a W. C. bekerül a fürdőszobába, a kémények pedig — bár „szellőzőtt légréssel” — a kamrafalba.* Az épületgépészeti berendezésben jelentkező többletköltség — vízmelegítő nélkül — kb. Ft. 850, a 3 m² alapterület minimálisan Ft 2250. Összesen tehát kb. 5%-al emelkedik (vagy volna csökkenthető) a lakás ára. Még ha figyelembe is vesszük, hogy szerkezeti okokból — azonos lakóérték mellett — a fentiek szerint elveszett terület teljes egészében nem volna megtakarítható, akkor is közel 25 lakással lehetne többet építeni ebben az évben a Róna utcában, ha egyébként egyenértékű, de fürdőtálcás megoldást választunk. Ezen 25 lakás helyett most 600 lakásban fürdőszoba van, amelyhez a beruházó nem ad autogezyert. Igaz ugyan, hogy a múlt évi fürdőtálcás megoldásnál sem volt gázvízmelegítő, de talán mégsem mindegy, hogy egy gyerekfürösztéshez 10 vagy 40 l. vizet kell melegíteni és, hogy közvetlenül a konyhában lehet-e a vizet a kádba tölteni, vagy előszobán keresztül kell a fűtetlen fürdőszobába cipelni.

A beruházó azon az állásponton van, hogy a mosdót, gázfalifűtőt és gázvízmelegítőt szerezze be a bérlő és akkor az épületgépészeti többletköltség kb. Ft. 500-ra csökken. Milyen valószínűsége van a bérlő investíciójának, arra a következőkben szeretnék visszatérni. Itt csak annyit, hogy a berendezéstárgy hiányos, fűtetlen fürdőszobában levő kádat érzésem szerint nem túlzottan fogja „élvezni” a bérlő. Ha viszont a gázvízmelegítőt a beruházó szerzi be, ez lakásonként további Ft 2100-t, tehát a lakótelepre vonatkoztatva kb. 20 lakást jelent. Véleményem az volt és ma is az, hogy a lakások jelentős százalékában ma megelégedhetünk a fürdőtálcás, vagy hasonló megoldással.

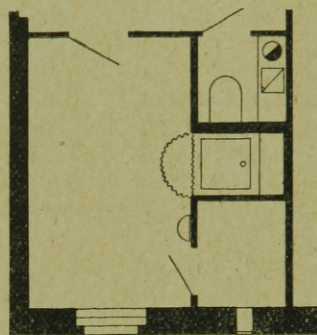
Legyen, vagy ne legyen fürdőtálca?

Mielőtt az előző fejezet gondolatmenetét folytatnám, legyen szabad egy látszólag ide nem tartozó kérdéssel foglalkoznom, azzal, hogy hogyan született meg a fürdőtálca. Szükségesnek látom ezt a kitérőt, mert a vízvezetéki berendezési tárgyak parkja felfrissítésre és kibővítésre szorul. Az elkövetkező években tehát a kezdeményezőnek újból és újból végig kell futnia azt az akadályversenyt, amit a minimálkáddal végicsináltunk. És az itt elmondandók talán hasznosak lesznek azoknak is akik csinálják és azoknak is akik nem csinálják. A kezdeményezőknek, hogy kitartásuk legyen, a többieknek..

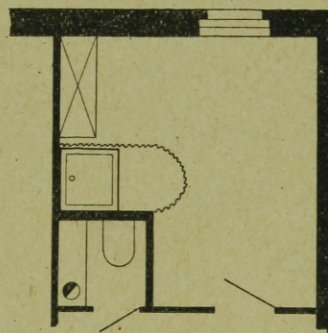
A történet főbb mozzanatait az indulástól napjainkig röviden a következőkben pergetem le.



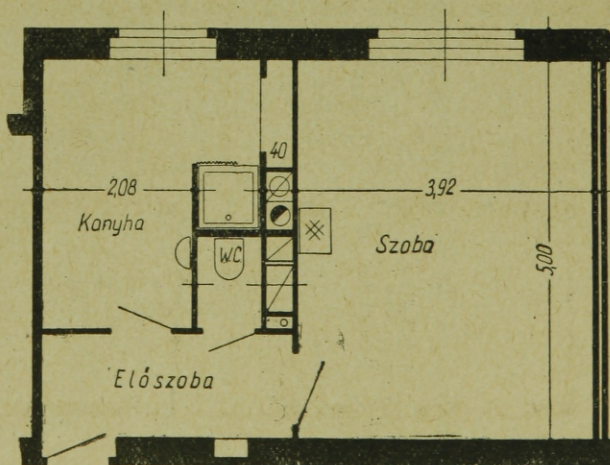
15. ábra. Fotelkád



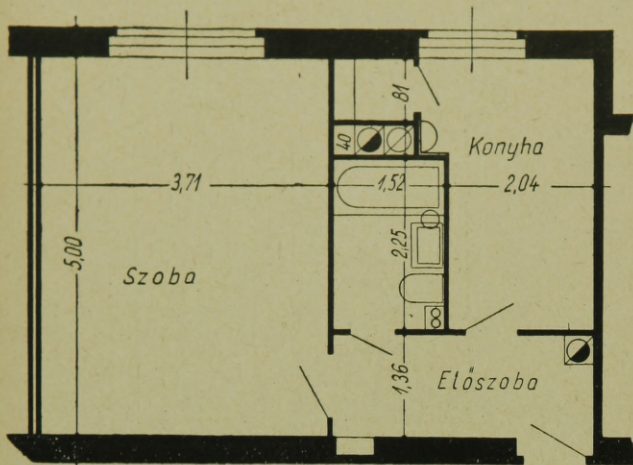
16. ábra. Fürdőfülke



17. ábra. Róna utcai alaprajz



18. ábra. Az 1956. évben kivitelezett Róna utcai lakások alaprajza



19. ábra. Az 1957. évi módosított Róna utcai alaprajz

(Szín változik. Az egész cselekmény alatt, mint kísérő zene hol halkabban, hol hangosabban, szüntelenül az előző fejezet érvei variálódnak.)

1954 ősze. Az Építésügyi Minisztérium Tervezési Igazgatóságán. Meghívott tervezőirodai igazgatókkal, vezető építészekkel folyik a tárgyalás a tömeges lakóházépítés előkészítését képező típus-tanulmánytervek követelményeiről. A vita során ismételten felbukkan az a kívánság, hogy korszerű és gazdaságos kislakások építéséhez — külföldi példák nyomán — szükség volna minimálkádakra.

1955 tavasza. Közvéleménykutatás a tervezőirodákban. Az építészek úgyszólván egyhangúlag a kiskád mellett foglalnak állást. Hogy milyen

legyen? Azon gondolkozni kellene. Az épületgépészek véleménye nem ilyen egyöntetű.

1955 októbere. Épületgépészeti konferencia. (Időközben a Gádoros Lajos által javasolt kiskádforma építészek-épületgépészek tárgyalásai nyomán végleg kialakult.) Az Országos Tervhivatal Építési Főosztályának képviselője felszólalásában elítéli a minimálkád gondolatát, mint

— a dolgozók kényelmének csökkentésére irányuló takarékoskosságot!

A szerelőipar felszólalói sem nagyon értenek egyet a kérdéssel.

1956 tavasza. Az építészek változatlanul minimálkádpartiak. Egy év óta mindössze annyit változott a helyzet, hogy időközben *gondolkoztak*. Nagyon sok eltérő vélemény alakult ki a kád formáját illetően. Van, aki az exportcélra gyártott ülőkád mellett tör lándzsát, van aki legújabb franciaországi tapasztalatait kívánja hasznosítani különleges, víztakarékos, de bonyolult, nehezen önthető javaslattal, van aki normálkádát óhajt 110, 120 ismét más 130 cm hosszban. Legyen polyban, mondja az egyik épületgépész, ne legyen polyban, mert ennél sokkal jobbat tervezett, mondja a másik. Újabb és újabb indítványok. Vannak akik egyetértenek a kiválasztott típussal, főleg azok, akiknek nincs saját újítási javaslatuk. És vannak természetesen bölcsek, akiknek összes tevékenysége egy kétérdő mosoly:

— Magyarországon minimálkád?

Az É. M. Tervezési Igazgatóság — amelyik a gondolatot felkarolta — és közel két éve vitte — már leszögezte álláspontját. Ezzel az Országos Építésügyi Hivatal is egyetértett, sőt van már minisztertanácsi határozat is:

„minden egyszerű kivitelű egyszobás és másfél-szobás lakásban a bemutatott minta szerinti fürdőtálcát kell kötelezően beszerezni.”

A Lakóterv típustervező irodájának építésszei *óvatosságból* 90 cm helyett 130 cm szélesre tervezik a mosdófülkét. Időközben *gondolkoztak* és ők már halálra ítélték a fürdőtálcát. Helyette a 130. cm hosszú kádforma mellett döntöttek.

— Ugyis megbukik az elfogadott fürdőtálca!

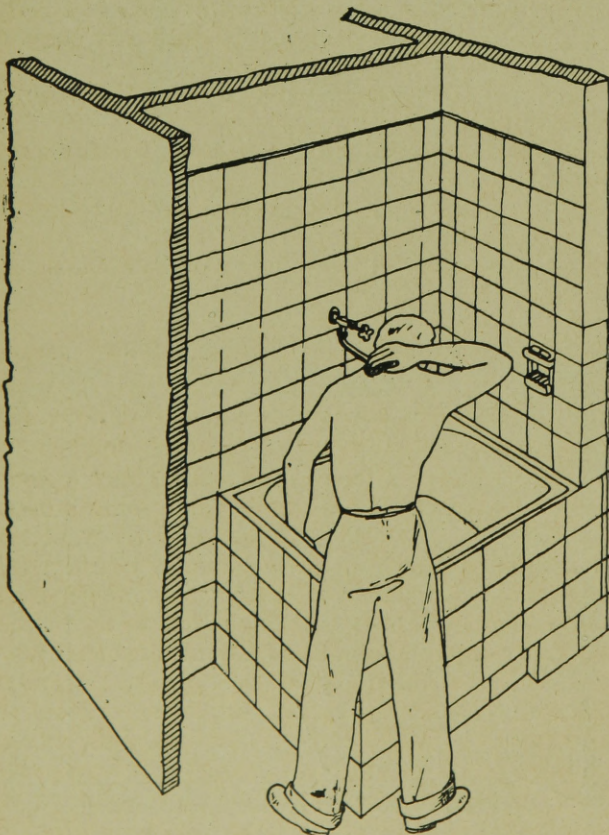
Persze minderről a Tervezési Igazgatóságnak nem kell és nem is szabad tudnia. A szükségesnél nagyobb mosdófülkét azzal védik, hogy:

— az újfajta minimálkádnál a kád sarkáról kell hozzállni a mosdáshoz, úgy kényelmes. Majd végső érvként kivágják:

— Jó az, ha van egy sarok a mosdófülkében, ahova a síleceket lehet állítani!

A Tervezési Igazgatóság építészeinek és épületgépészeinek véleménye ellentétes a fülke kialakítását illetően. Az építészek álláspontja győz.

1956 nyara. Közelharc a Kohó- és Gépipari Minisztériummal és a Kecskeméti Gépgyárral, hogy a régen megrendelt fürdőtálcák gyártása meginduljon. Az Üllői uti és Róna utcai lakásokat, melyeknek tervei már így készültek, az év végéig be kell fejezni.



20. ábra. „Sarokról kényelmes a mosdás“

1956. október eleje. Az É. M. Műszaki Tanácsának Épülettervezési Tagozata az épületgépészeti műszaki fejlesztési kérdéseket tárgyalja. A Szerelőipari Igazgatóság kialakult véleménye nagyjából így hangzik:

— A fürdőtálca rossz. Halvaszületett gondolat. Ebből többet nem fogunk szerelni!

A jelenlevő tervezők ellenkező véleményen vannak.

(Az olvasó türelmetlenkedni kezd. Amit eddig leírtak, az megszokott folyamat. Javasolnak valami újat és az elmúlt évek hagyományai szerint úgy érdekeltek, mint érdektelenek nyomban kialakítják az ismert táborokat. Itt vannak a konzervatívok, a semlegesek, az ellenjavaslattevők, a drukkerok és az ellendrukkerok. Az, hogy a fürdőtálca gyártása úgyszólván még meg sem kezdődött, hogy még senkisé mosdott, zuhanyozott, vagy fürdött az új kádban? Kit érdekel ez? Kit érdekel, hogy valóban jó-e, használható-e a kád? Itt most elvi kérdésről van szó!)

A cikkíró mégis türelmet kér. Hogy az időt lerövidítse, inkább nem játssza le azt a lemezt, amelyet két év alatt százszor és ezerszer elismertek a konzervatívok, a semlegesek, az ellenjavaslattevők, az ellendrukkerok és... (ne tessék meglepődni!) a drukkerok meggyőzésére. Azt kérdezhetné valaki, hogy miért kell egy drukkert meggyőzni? Sajnos — meg kell mondani — ez nem futballmérkőzés és nem atlétikai viadal, ahol az eredmény egy-két órán, vagy napon belül megszületik. A hetek, hónapok, évek viaskodásában néha még a javaslattevők is meg-inognak.

(A cikkíró tehát csak tovább szeretné vezetni a történetet, hátha valami tanulságot is levonhat a végén.)

1957 februárja. Üllői uti lakótelep. Találomra felkeresett lakások. Beutaltak és beköltözöttek. Mindenütt gyerekek. Azok — akik kádat kaptak — meg vannak elégedve. Jó a mosdásra, ruhaáztatásra és ülőfürdőre is. A gyerekeket jól lehet a kádban fürösztetni. A vizet a tűzhelyen melegítik. Autogeyzert nem hiányolnak. Eszükbe sem jut. Egyelőre még nem sarokról, hanem szemközt állnak a mosdáshoz. Sílécek sincsenek még a mosdófülkékben. Azok a lakók, akik mosdót kaptak (ilyen lakások is vannak) fürdőtálcát szeretnének helyette. Nem lehet 400 lakást végigjárni. Keresünk meg a szerelőket. Hátha ők tudnak elégedetlenkedőkről.

Ebédidő a szerelők zeigkamrájában. Mind-egyikük rossznak mondja fürdőtálcát.

— Ki volt az okos, aki ezt kitalálta? A lakóknak nem kell! Ennél még az ülőkád is jobb!

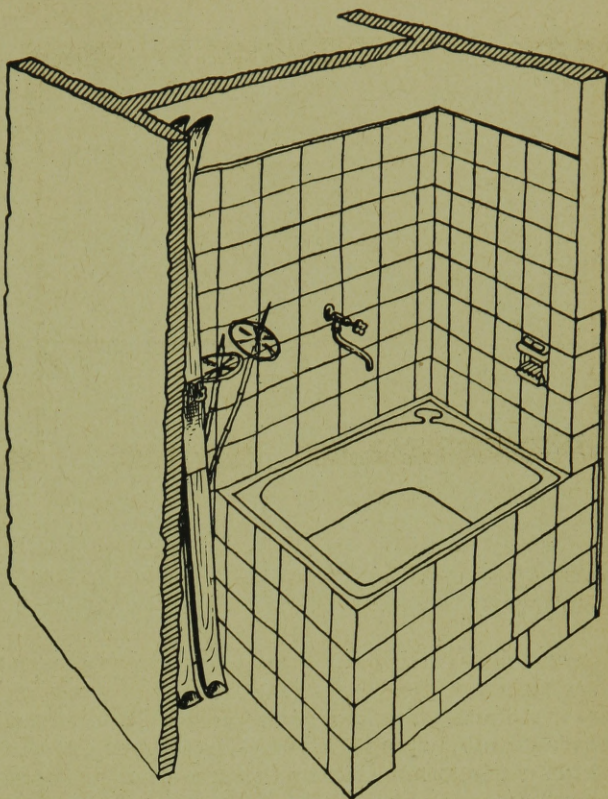
— De hisz a lakók meg vannak elégedve?

— Szó sincs róla!

— Hát akkor mondják meg néhány elégedetlenkedő lakó címét. Hadd tudjuk meg, mi nem tetszik nekik?

— Arra már nem emlékszünk. De itt a házban is, ahol most szerelünk...

Új szerelő lép a színre.



21. ábra. „A sílécnak is kell a hely”

— Józsi! Mondjad csak azt a földszinti lakót a mosdóval!

— Hát igen, az lejött, megfogott egy kádat, azt mondta felviszi a lakásába, mert nem enged mosdót szereltetni. Neki kád kell.

— De hiszen mi arról beszélünk, hogy a lakóknak nem kell a kiskád?

— Dehogynem kell kérem! Hisz mind azt akar!

Most egyszerre minden szerelő frontot változtat.

— Igen. Eleinte. De most már megszerették a lakók.

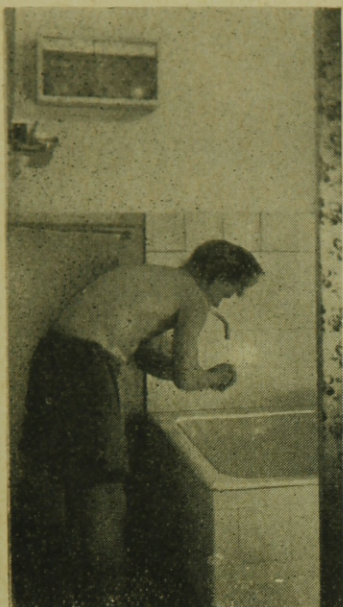
— Hát akkor miért mondtak mást az imént?

— ???

(És mi lesz a tanulsággal? kérdezi a félrevezetett olvasó.)

A cselekmény napjainkban is tovább bonyolódik az összes eddigi és még további színhelyeken.

Nem lehetne a jelen és a többi „film” cselekményét kedvezőbben alakítani? Talán sematikusan hatna, ha pl. a szereplők többsége, vagy legalább azok, akik az állami apparátusban ülnek, ismétlem, ha legalább az utóbbiak jóindulatú közömbösséget tanúsítanának? Tehát nem segítenék az ügyet, de legalább nem gáncsolnák? És talán az is sematikusan hatna, ha hagynánk, hogy egy ügy befejeződjék? Értve ezalatt, hogy ha valami megvalósul és úgy látszik, hogy nem is legrosszabb, akkor adjunk egy kis türelmi időt, amíg a végleges értékelést megejtjük? Ne csináljunk úgy, mint az az orvos, aki — a hatást be sem várva — minden nap új és újabb gyógyszert írt fel a betegnek!



22. ábra. Üllői úti lakások



23. ábra. Üllői úti lakások

Építész, épületgépész, tervező, kivitelező, gyártó mű, anyagkészletező, kőműves, szerelő, lapburkoló, minisztérium, városi tanács, magas-építő, beruházó mind, mind véleményt formált és *formál*. Igyekezett és *igyekszik* magát bebiztosítani, hogy „ő megmondta”. Csak éppen a lakókat, csak éppen a közvetlenül érdekelteket nem kérdezi meg senki.

(Pedig most már lehet...)

Kell-e a beköltözéskor minden vízvezetéki berendezési tárgy a lakásban?

„A használati engedély kiadásához minimálisan az összes kályhák (fűtőtestek), egy főzőhely, egy konyhai vízvételi hely és egy W. C. felszerelése szükséges. A többi felszerelési tárgy közül a fürdőszobai mosdó, garzonlakásban zuhanytálcá, vagy mosdó, beépített csempe, szappan és papírtartó felszerelése szükséges. A többi berendezési tárgyakhoz csupán a csatlakozó vezetékkel kell elkészíteni.” — mondja a tárgyalásunk alapját képező tervezet. És ezzel egy — az utóbbi években sokat vitatott — fontos kérdést vet fel.

Köztudomású, hogy az állam óriási erőfeszítéseket tesz, amikor *minimális lakbérjövdelem mellett* hatalmas összegeket investál egy-egy lakásba. Indokoltnak látszik tehát az a kívánság — ez az egyik felfogás — hogy a szerencsés beutalt maga is járuljon hozzá az állam erőfeszítéseihöz. Ha már lakáshoz jutott, szerezze be saját maga a fürdőkádat, fürdőkályhát vagy autogezyert, mosogatót, egyesek szerint még a mosdót is. Kérdés csak az, hogy a lakók, milyen százalékban kívánják és tudják végrehajtani a beruházásokat.

A „Gas- und Wasserfach” egyik múltévi számában arról számolt be, hogy Nyugat-Németországban milyen mennyiségben kerülnek forgalomba a gázfogyasztókészülékek. A cikk írója elpanaszolja,

hogy a bérlők az elmúlt években, az állami erőből épült lakásoknak, — melyeket autogezyer hiányával teljesen felszerelten kaptak — csak 15%-ában szerezték be a gázvízmelegítőt, holott a gyárak kapacitása valamennyi készülék legyártását lehetővé tette volna. A lakók 85%-a a konyhai tűzhelyen melegíti a fürdővizet és vödörben hordja a kádba. Kérdés, hogy ez a százalékos arányszám nálunk kedvezőbben alakulhat-e különösen, ha figyelembe vesszük, hogy a nagyobb gyártási szériák következtében az iparcikkek ára az átlagkezesethez viszonyítva Nyugat-Németországban aránylag kedvezően alakul? És mi lesz, ha a beszerzendő tárgyakat megtetézzük a káddal és mosdóval is?

De, ha nem használják — már pedig előreláthatóan évekig nem használják — akkor minek építjük a fürdőszobákat? Mondja a vitatkozók másik csoportja. Az embereket szoktatni kell a kulturáltabb életmódhoz. Ki tanul meg gyorsabban írni, az akinek csak magyarázzuk, hogy hogyan kell írni, vagy az aki írkát és tollat is kap, hogy gyakoroljon? Az egy főre eső szappanfogyasztás lehet egy nép kultúrájának, vagy legalábbis testkultuszának fokmérője, de a fürdőszobák száma? Főleg az olyan fürdőszobáké, amelyekben nincsenek berendezési tárgyak! Adjunk tehát komplett, berendezett fürdőszobákat!

Nem látszik indokoltnak, hogy a labor, dézsá, mosóteknő és a komplett fürdőszoba között még egy lépcsőt csináljunk? hangzik egy harmadik javaslat. Budapesten 325 000 lakásban egyáltalában nincs mosdási és fürdési lehetőség. Ha évi 10 000 lakás épülne állami erőből a fővárosban és ezek 70%-ában fürdőtálcát készítenénk, az öt év alatt még mindég csak 35 000 lakást jelentene. Még ilyen nagytömegű lakás esetében is közel 11 évig tartana, hogy mindenki, aki ma komfort nélküli lakásban lakik, legalább egy évig fürdőtálcás lakásban lakjék. De egy éven belül nem lép tovább a bérlő és a megadott számokban sem a társbérleteket és azt sem vettük figyelembe, hogy vidékről állandó az áramlás a főváros felé. Arról a vidékről, ahol a fürdőszobával ellátottság 12,4 illetve 6%. *A fürdőtálcás megoldás sokkal több a mosdófülkénél és nem sokkal kevesebb a fürdőkádnál.* Nem lehet ugyan fürdés közben „kinyújtzkodni”, de lehet tisztálkodni.

Építsünk tehát egyelőre nagy számban egy- és másfélszobás egyszerűbb kivitelű, kisebb mértékben kétszobás stb. lakásokat. Utóbbiakat teljesen felszerelten adjuk használatba. A fürdőtálcás lakások kivétel képezhetnek, ezekben a vízmelegítők beszerzéséről a bérlő gondoskodik. Az ide kerülő lakók megelőző, mondhatni primitív lakáviszonyaihoz képest általában így is hatalmas lépés az új elhelyezkedés.

Háromszobás és nagyobb lakások felszerelése

A jelenleg érvényes rendelkezések szerint — szobaszámra tekintet nélkül, a nagyobb lakásokban is csak egy fürdőszoba és 1 db W. C. létesíthető. A fővárosi tervezet szerint:

„Háromszobás és annál nagyobb lakásokban a külön W. C. mellett a fürdőszobában is kell gondoskodni W. C. vagy bidé elhelyezéséről. Ugyanezen lakásokban kívánatos a W. C.-be kisebb méretű mosdó betervezése a nagyobb családlétszáma tekintetével.“

A háromszobás lakás a mai lakásviszonyok mellett legalább 6 fekhelyet jelent. Ilyen népes családnál feltétlenül helyesnek látszik (a reggeli felkelés, munkába, iskolába készülődés rendszerint egybeesik) második W. C.-ről és mosdóról gondoskodni. Ez építési költségben — berendezési tárgyak nélkül — lakásonként kb. Ft 1200 többletköltséget jelent, egyben azonban igényesebb, kultúráltabb lakástípust is. Ezen többletberendezési tárgyak beszerzését, amelyek — mondhatni — kizárólag a *kényelem fokozására szolgálnak*, nyugodtan bízhatjuk a lakás bérlőire.

A fürdőszobában a vezetékeket mindenkor W. C. részére kell előkészíttetni, mert így — minimális átalakítással — a bérlő bidét is szerelteshet. Az esetek túlnyomó többségében előreláthatóan W. C.-t fognak felszerelni. (A bidé általános elterjedtségéről ma külföldi viszonylatban sem beszélhetünk.) Miután azonban a bidék használhatóságának előfeltétele a melegvízszolgáltatás, a melegvízvezetékhez való könnyű csatlakozás lehetőségét is biztosítani kell.

A tervezett fenti javaslatainak keresztülvétele megfontolandónak látszik, különösen, ha figyelembe vesszük, hogy háromszobás és nagyobb lakások maximum 5%-ban épülnek.

Eddig terjed a tárgyalta tervezet vízvezetéki berendezési tárgyakra vonatkozó része.

Összegezés.

Városias jellegű tömeges lakóházépítkezésnél egyelőre 3 kategóriát volna helyes megállapítani berendezési tárgyak szempontjából:

- 1) fürdőtálcás, vagy hasonló minimálkádás egy- és másfélszobás;
- 2) komplett fürdőszobás két- és másfél-szobás;
- 3) háromszobás és nagyobb lakások.

A felszerelési tárgyakat az 1) kategória vízmelegítője, továbbá a 3) kategória tartalék mosdója és W.C.-je kivételével a lakáshoz tartozóan szolgáltatassuk.

Gondoskodjunk új, korszerű berendezési tárgyakra.

Mindenekelőtt azonban *készítsünk sürgősen a tanácsokkal egyetértésben országos tervet a következő években kötelezően követendő lakáspolitikáról.*

Az itt elmondottak természetesen nem vonatkoznak a sajátos jellegű, tehát pl. a bányász-lakásokra. Ezek építési szempontjait külön kell szabályozni.

Bár nem vízvezetéki berendezési tárgy, de az épületgépészettel összefügg a háztartási gépek térhódítása. Így, ha lakásépítési politikáról és ezzel kapcsolatban lakáskultúráról beszélünk, gondoskodni kell nem csak a mosógép, hűtőszekrény stb. helyéről, hanem azok energiával való ellátásáról is.

De erről majd egy másik alkalommal.

Betonradiátorok

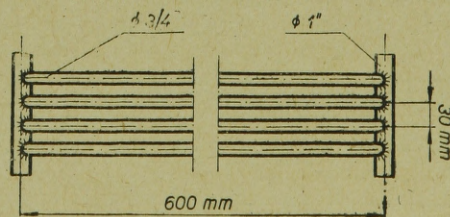
SALLAI GYULA

Korszerű építkezéseink fűtés berendezéseinek elterjedése olyan nagy méreteket ölt, hogy a gyártó ipar az építkezések felmerülő fűtőtestszükségletét öntöttvasból és acéllemezről ma már csak nehezen elégítheti ki. Az egyre nagyobb teret hódító forróvíz távfűtésekhez a nagy nyomás miatt csak költséges és nem teljesen üzembiztos nyomáscsökkentő állomás berendezések építésével lehet öntöttvas vagy acéllemez radiátort alkalmazni. Ezért új fűtőtest típusokkal kellett kísérletezni és ezek egyike a betonradiátor.

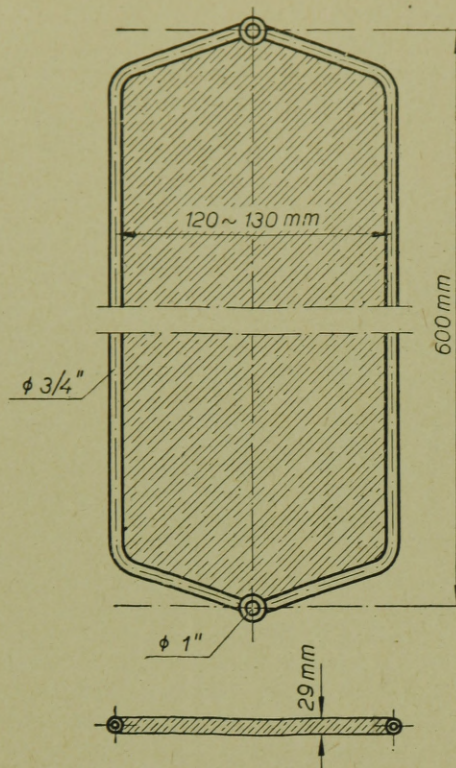
Külföldön, de főleg a Szovjetunióban, sikeresen alkalmaztak helyiségek fűtésére betonba ágyazott acélcsőből készített fűtőtesteket.

A beton a hőátvitelt nem gátolja, a rábetonozott csőváz lényegesen több hőt ad át a környezetnek, mint a csupasz cső.

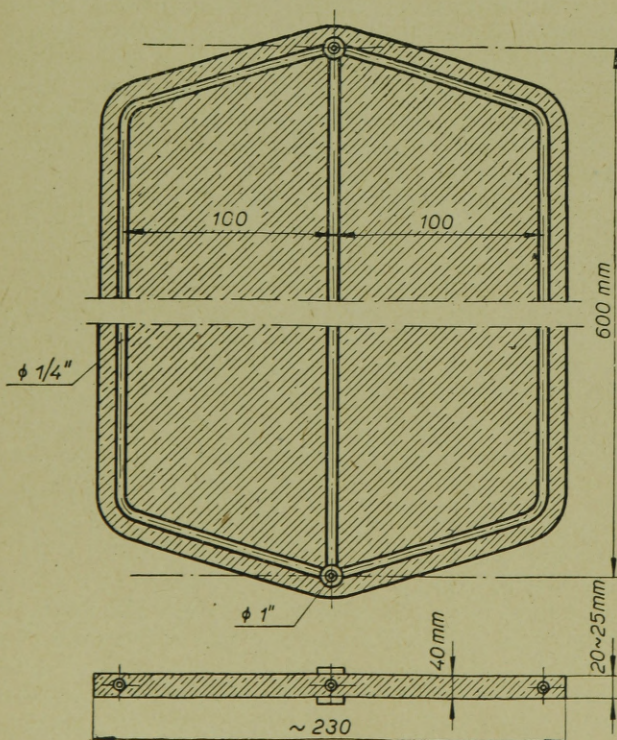
A beton, bár a vashoz képest, hővezetését tekintve, szigetelőanyag, de mert a szigetelőanyagokhoz képest jó hővezető, a betonból aránylag vastag réteg helyezhető a vascsőre úgy, hogy a hőmérséklet a csőfelülettől a beton külső felületéig csak mérsékelten csökkenjen, ugyanakkor a fűtőfelület többszöröse lesz a csupasz vascső fűtőfelületének, tehát az így létrehozott betonfelület több hőt ad át a környező levegőnek, mint a csupasz vascsőfelület. Ez utóbbit megfogalmaz-



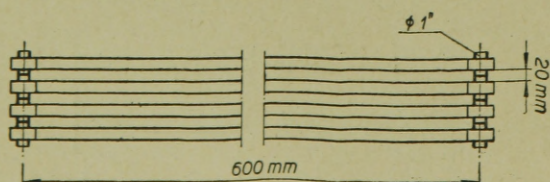
1. ábra Tagokból összeállított betonradiátor



2. ábra. Betonradiátor egy tagja



3. ábra. Betonradiátor egy tagja



4. ábra. Tagokból összeállított betonradiátor

hatjuk úgy is, hogy ugyanannyi hő átadásához kevesebb vasra van szükség.

Betonradiátorok tervezésével és gyártásával már folytak kísérletek, azonban eddig nem találtak alkalmazásra. Ennek okai:

1. alakban és összeállítási módban a tervezők ragaszkodni kívántak az öntöttvas és acéllemez radiátorok alakjához és összeállításához. Ez a megoldás azonban mindig költségesnek bizonyult.

2. Aránylag nagy súlyuk a szerelést nehezíti meg.

Az öntöttvas és acéllemez radiátorok alakjához és összeállításához hasonló betonradiátor megoldás az 1. ábrán látható. A tagok előre, előregyártó üzemben készíthetők el. A tagok csatlakozásának összehegesztése a szereléskor a helyszínen is végrehajtható. A fűtőtest $\frac{3}{4}$ " $\varnothing$ csővázis illetve csőgyűrűs szerkezetét a 2. ábra szemlélteti. A csővázissal határolt tér a csövek vastagságának megfelelően betonnal van kiöntve. Összeállításakor a tagokat alul és fölül egymástól egyenlő távolságra a szükséges mennyiségben egy gyűjtőbe hegesztik be.

A fűtőtestnek a hőleadása 80°C közepes fűtőközeg hőmérséklet és 20°C szobahőmérséklet mellett — 380 kcal/m^2 ó. Egy másik ilyen tagokból összerakható betonradiátor megoldás a 3. és 4. ábrán látható. Ennél a megoldásnál a két vas-tag gyűjtőcsontot függőleges irányban a gyűjtőbe alul-felül behegesztett 3 db $\frac{1}{4}$ " $\varnothing$ -jú cső köti össze. Az előre elkészített csővázakat sablonban kell bebetonozni. A tagok összekapcsolását legegyszerűbben a gyűjtőcsövekben végigvezetett vonórúddal lehet megoldani. Természetesen a gyűjtők megmunkált felületeit tömíteni kell. Az ábrán feltüntetett méretekkel a fűtőtest hőleadását 80°C átlagos fűtőközeg hőmérséklet és 20°C szobahőmérséklet mellett — 410 kcal/m^2 ó értékkel lehet számítani.

A betonfűtőtesteket legegyszerűbb sugárzó lapokként elkészíteni, annak ellenére, hogy e megoldás helyigényes. A bebetonozott csőváz lehet összefüggő csőkígyó vagy csőregiszter (5. és 6. ábra). A csőkígyók menettávolságát illetve a csőregiszter függőleges csöveinek egymástól mért távolságát hőtechnikai és gazdaságossági számítással lehet meghatározni. A sugárzó betonlapok szokásos vastagsága mellett ez a távolság 10–12 cm-re adódik.

A fűtőlapok hosszát — egyéb megfontolásból — 2–2,5 m-nél nagyobbra választani nem célszerű. Ugyanis a hirtelen hőmérsékletváltozás okozta hőtágulások a csövekre merőleges repedéseket idéznek elő, mivel a beágyazott cső percekben belül felmelegszik az üzemi hőmérsékletre és ennek következtében megnagyul, a beton felmelegedése viszont hosszabb időt vesz igénybe, s így a cső hosszirányú, tágulását nem tudja megfelelően rövid idő alatt követni, bár a hőkiterjedési együtthatójuk közel megegyező. A repedések a felfűtés után azonban úgyszólván teljesen eltűnnek. A csöveknek a felfűtés kezdetén a hőtágulás miatti megnagyulása 2,5 m csőhossz felett már káros következményekkel járhat.

Csökkenteni lehet a hőtágulás-különbség okozta repedések mértékét, ha a csővázat a bebetonozás előtt vékony olajos papírral beburkoljuk, azonban teljesen megszüntetni így sem lehet és ez a megoldás a hőteljesítménynek mintegy 10%-os csökkenésével jár. A hőtáguláskülönbség következtében keletkező repedéseket vasbetétek felhasználásával, esetleg elő- vagy utófeosztással meg lehetne szüntetni, azonban a költségek szempontjából a fűtőtest nem lenne gazdaságos. A repedések elkerülése helyett inkább a repedések helyét kell előre kialakítani, ami többféleképpen valósítható meg, pl. a betont a csővázra felhúzott dilatációs lemezzel megosztani. Azonban nincs szükség dilatációs lemezekre sem, ha a beton felületén ék alakú hornyokat képezünk ki, olyan mélyen, hogy a hornyok alja a bebetonozott cső külső palástjáig érjen (7. ábra). A hornyot hosszanti irányban is ki lehet képezni, s a felület ekkor a csokoládé tábla beosztására emlékeztet és a felfűtéskor a most már nem feltűnő repedések a hornyokban fognak jelentkezni.

A fűtőtestek magasságát az ablak parapetnek megfelelően 60 cm-nél nagyobbra nem célszerű választani.

A fűtőtest falvastagságának nem annyira gazdaságossági vagy műszaki feltételek szabnak határt, hanem az, hogy a fűtőtest ne legyen túlságosan nehéz és hőtehetetlensége se legyen jelentős. Maximálisan a 4 cm falvastagság jöhet e szempontból számításba.

A fűtőtest csőkígyóinak, illetve csőregisztereinek kialakításával részletesen itt most nem kívánunk foglalkozni. A lehetséges sok megoldás közül néhány az 5., 6., 8. és 9. ábrán látható. A csővázak készítéséhez $3/8''$ Ø-ű csöveket célszerű használni.

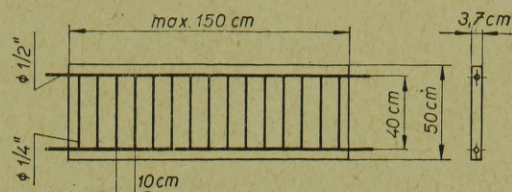
A hőteljesítmény 1 m^2 fűtőfelületre vonatkoztatva — mért adatok alapján —, 100°C -ú gőzzel $550 \text{ kcal}/\text{ó m}^2$. A 2,2 m hosszú ablakok alatt 0,6 magas fűtőtestekkel számolva, egy szobában $2,64 \text{ m}^2$ fűtőfelületű $1450 \text{ kcal}/\text{óra}$ teljesítményű fűtőtest helyezhető el, ami legtöbb esetben fedezi egy típusépület lakóhelyiségeinek hőszükségletét.

Ha a fűtőtestekből kettőt helyezünk el párhuzamosan, egymástól 3—3,5 cm távolságra, a két lemez fal előtti kiugrása még ebben az esetben sem több mint — 15 cm. A hőleadás az előbbihez viszonyítva ilyen beépítés mellett 8%-kal csökken.

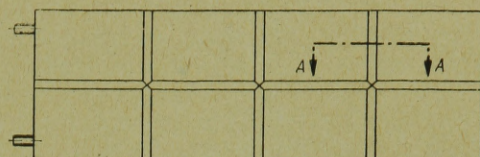
Az elméleti összefüggések és a kísérletek tapasztalatai szerint a beton hővezetési tényezőjének növelése előnyösnek látszik. Tekintettel arra, hogy a betontól nagyobb szilárdságot nem követelünk meg, bizonyos adalékanyagok hozzáadásával a beton hővezetési tényezőjét kis mértékben meg lehet növelni. Vastakarékossági okokból azonban semmi esetre sem előnyös, ha a hővezetési



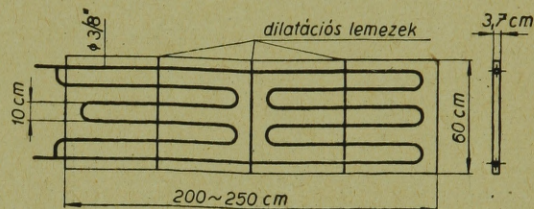
5. ábra. Beton fűtőlap csőváza (csőkígyó)



6. ábra. Beton fűtőlap csőváza (regiszter)



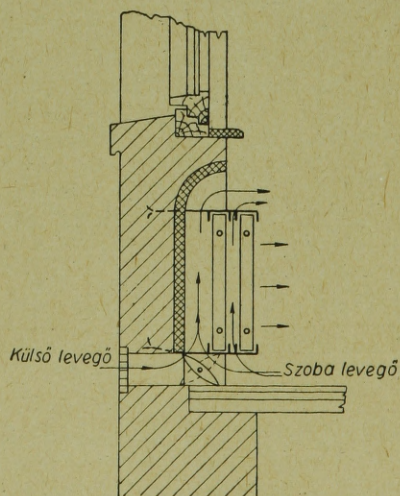
7. ábra. Beton fűtőlap felületi osztása



8. ábra. Beton fűtőlap csőváza (csőkígyó)



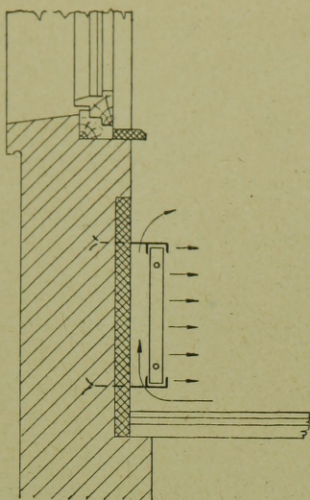
9. ábra. Beton fűtőlap csőváza ráerősített lemezekkel



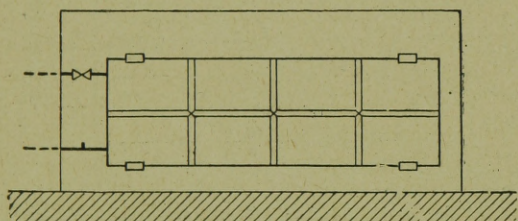
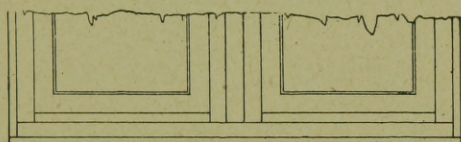
10. ábra. Betonradiátor elhelyezése

tényező növelését gömbvas és sodronyháló betéttel akarjuk biztosítani.

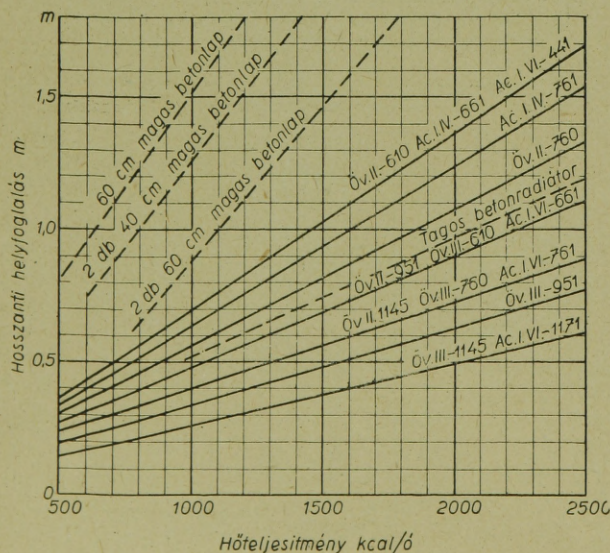
A csőváz bebetonozásával vasanyagot lehet megtakarítani. Ár és anyagellátási szempontból



11. ábra. Betonradiátor elhelyezése

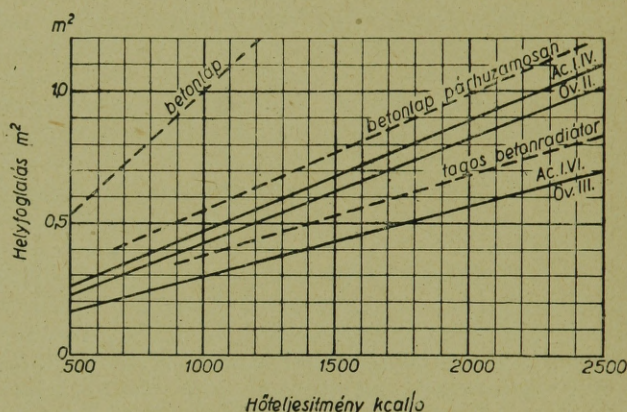


12. ábra. Beton fűtőlap elhelyezése



13. ábra. Beton fűtőlapok helyigénye fm-ben

Nem utolsósorban említtem meg a beton-radiátorokkal szemben támasztott esztétikai követelményeket. Itt előre kell bocsátanom, hogy betonfűtőtestekkel az Építéstudományi Intézet Hőtechnikai laboratóriumában végeztünk kísérlet-sorozatot. A radiátorok hőteljesítményére vonatkozó értékeket is ezek alapján közöljük. A kísérletek közül az eddigiek csak a hőtechnikai problémák tisztázására irányultak. Mivel a hőtechnikai problémákat már javarészen megoldottuk, a további kísérletek célja az optimális betonösszetétel megállapítása és a betonfelületeknek az esztétikai követelményeknek megfelelő kiképzése. Sem a beton színezése, sem a mázbevonat nem váltotta be a hozzáfűzött reményeket. Kísérle-



14. ábra. Beton fűtőlapok helyigénye m²-ben

teztünk műanyag alapanyagú felületi mázbevonattal is. Legtöbb reménnyel a műkőszerű felületi kiképzés biztat.

A betonfűtőtestek elhelyezésére számtalan lehetőség van (10., 11. és 12. ábrák). A fűtőtest válaszfalba is könnyen beépíthető és két szomszédos helyiség fűtésére használható. A 10. és 11. ábra szerinti elhelyezés mellett a fűtőtest mögött a falat ajánlatos hőszigetelni, ugyanis a fűtőtest hátsó felületéről sugárzás útján a mögötte levő falra átvitt hőmennyiség egy része a falon át a külső levegőbe távozik, míg másik része konvekció útján a szoba levegőjébe kerül vissza. A falon át távozott hőmennyiség növeli a helyiség hőszükségletét és ezt csak hőszigeteléssel lehet csökkenteni.

A betonradiátor előnye a már említett vasanyagmegtakarításon kívül, hogy a helyiségben egyenletesebb a hőmérsékleteloszlás. A helyiség alsó, és így hőmérsékletérzetünk szempontjából igényesebb részében kedvező sugárzási viszonyok alakulnak ki. Könnyen tisztíthatók és nem állnak el annyira a faltól, mint az öntöttvas vagy acélradiátor. Több helyet foglal el, mint az ugyanazon fűtőképességű öntöttvas vagy acéllemez radiátor (13. és 14. diagramm).

A fűtőtest bevezetésének és gyártásának nincsen különösebb akadálya. A felületi kiképzés megnyugtató megoldása után a hazai építőipar az összes igényeket, különösen az ipari építkezések igényeit kielégítő, nagy tömegben gyártható újszerű fűtőtesttel fog rendelkezni.

tehát az a döntő, hogy mi az előnyösebb: a megtakarított vasanyag, vagy a helyette felhasznált beton. A gazdaságossági mérleg felállításához természetesen figyelembe kell venni az alapnyersanyagokon felül a gyártási anyagokat, elsősorban a szén, valamint a munkaerőszükségletet a pénzben kifejezett költségek mellett.

Agyagkötésű égetett porszénhamu-téglák

dr. ALBERT JÁNOS

1. A porszénhamu összetétele és alkalmazása a durvakerámiai építőanyagiparban

A porszénhamu pórusos szerkezetű, többnyire gömbalakú salakszemcsék halmaza. Mikroszkópos és röntgenmikroszkópos vizsgálatok szerint a szemcsék anyaga kristályos képződményeket tartalmazó üvegolvadék. Koks formájában éghető alkatrészeket is tartalmaz, melyek vagy zárványok alakjában vannak beágyazva, vagy önálló szemcséket képeznek. Porszéntüzelő berendezésekben képződik 0,1 mm-nél finomabbra őrölt szénpor elégetésekor a szén hamualkatrészeiből.

A szén hamualkatrészei agyagásványokból, vasoxid-, karbonát és -szulfidból, alkáli-, mész- és magnéziumsók, karbonátokból, humátokból és szulfátokból, színes alkálitartalmú szilikátokból és kovásvából állanak (1). A porszénhamu kémiai és ásványi-, valamint szemcseösszetétele, továbbá olvadáspontja a szén hamuképző alkatrészeinek minőségétől és mennyiségétől, azonkívül az égetési atmoszférától és hőmérséklettől függ (2).

Ha a hamuképző alkatrészek között sok az agyagásvány, akkor 750° felett nagy reakcióképességű metakaolin képződik és 1000°-tól kezdődően a mullitképződés is kimutatható. Minél nagyobb a hamualkatrészek alumíniumoxid- és kovásvartartalma, annál magasabb a hamu olvadáspontja. 900°-tól kezdődően a többi oxidok, továbbá a karbonátokból és humátokból felszabaduló mész- és kénvegyületek is résztvesznek a hamuképződés reakciójában. Ha az agyagásványok mennyisége kevés, a mész a jelenlevő kénvegyületekkel kalciumszulfáttá alakul; ezzel magyarázható egyes hamuk nagy kalciumszulfát tartalma. Sok agyagásvány jelenlétében a mész az agyagásványokból felszabaduló γ alumíniumoxid-dal és amorf kovásvával lép reakcióba, kalciumaluminát és kalciumszilikát képződik, miközben a kén kéntrioxid alakjában távozik. Minél nagyobb az agyagásványok mennyisége, annál kisebb lesz a hamu szulfáttartalma. A kalciumszulfát bomlását a vasoxid és kvarc is elősegíti, de hatásuk a γ alumíniumoxidéval szemben jóval kisebb. A mész- és vastartalom a hamu olvadáspontját lényegesen csökkenti. Különösen a ferroszilikátnak vagy fajalitnak nagy az olvadáspontcsökkentő hatása. Fajalittartalmú hamuk olvadáspontja sok esetben 1200° alá süllyed. A hamuk olvadáspontjának csökkenését a redukeiós atmoszféra is elősegíti. Egyes porszénhamukban kalciumferrit is képződik, azonkívül szabad kalciumoxid is kimutatható. A kalciumaluminátnak, kalciumszilikátnak, kalciumferritnek és kalciumszulfátnak tulajdonítható egyes hamuk hidraulikus sajátsága is (3). A hamuképző anyagok között található oldható alkáli- és magnéziumsók a szén elégeésekor részben elpárolognak, részben mint oldható szulfátok maradnak vissza.

A porszénhamu szemcseösszetétele tág határok

között változhat. A porleválasztó berendezés kamráiból vett minták alapján durva-, közepes- és finomszemcséjű porszénhamu frakciót különböztethetünk meg (4). A durvaszemcséjű porszénhamuk szemcsemérete 0,4–0,06 mm, a közepes finomságú anyag szemcseméreteinek felső határa 0,2 mm, alsó határa 0,06 mm-nél kisebb, a finomhamu szemcseméreteinek felső határa 0,06 mm, vagyis a szemcsék 0,06 mm-nél finomabbak. Legnagyobb tömegben a közepes finomságú szemcsék képződnek. Ezek átlagosan 50% 0,09 mm-nél durvább és 50% 0,09 mm-nél finomabb szemcséjű alkatrészekből állanak. Ez azért szembetűnő, mert az őrölt porszén eredeti összetételében a 0,09 mm-es szitamaradék többnyire csak 15–30%. Az égés folyamán a finomeloszlású hamualkatrészek durvább szemcséjű salagkömbökké tömörülnek.

A porszénhamu az erőművekben egyre nagyobb mennyiségben halmozódik fel. Elhelyezése igen körülményes és költséges. Hasznosításának egyik módja a durvakerámiai iparban való alkalmazása. Agyagkötésű porszénhamutégglák gyártásával a negyvenes évek óta foglalkoznak. Az első 1946-ból származó gyakorlati eredményeket Minnick és Bauer (5) leírásából ismerjük. Eszerint 25–50% agyag és 50–70% porszénhamu keverékéből csigasajton nedvesen formázott téglák száradásnál és égetésnél nem érzékenyek, zsugorodásuk kicsi és anyagtulajdonságaik a közönséges agyagtégglákétól alig különböznek. A téglák felszáráz sajtólással is előállíthatók, ez esetben a kötőanyag mennyisége csökkenthető.

Butterworth (6) vizsgálatai során megállapította, hogy a téglák alapanyagához adagolható porszénhamu mennyiségét a felhasznált agyag minősége szabja meg. Nagy kötőképeségű, zsíros agyagokból már 15–20% elegendő ahhoz, hogy jól formázható masszát kapjunk. Amerikai szabaddalmi leírás szerint a porszénhamu kötése kis mennyiségű bentonit adagolással is megvalósítható. A nedves formázási eljárás a felszáráz sajtólásnál előnyösebbnek bizonyult. Kísérleti adatai szerint a 85% porszénhamu és 15% kötőanyag keverékéből nedves sajtólással előállított és 1000°-on kiégetett téglák térfogatsúlya 1,60 g/cm³, vízfeltevőképessége 20–22%, nyomószilárdsága angol szabvány szerint vizsgálva 160–175 kg/cm². Ezzel szemben a felszáráz sajtolt téglák térfogatsúlya 1,45 g/cm³, vízfeltevőképessége 29% és nyomószilárdsága 110 kg/cm² volt.

Watts (7) a téglák gyártási energiaszükségletével kapcsolatban végzett kísérleteket. Szerinte 20–25% porszénhamu adagolás esetében az energiaszükséglet 5%-kal csökkent, ugyanakkor a prés teljesítménye 16%-kal növekedett.

Intézetünk két irányban végzett kísérleteket. Egyrészt a falazótégglák, másrészt a kőszivacs-tégglákhoz hasonló hőszigetelő építőelemek gyártástechnológiáját dolgozta ki.

2. Falazótéglák

Négy hazai erőműnek, a csepeli, mátrai, tatai és ajkai erőműveknek porszénhamujával végeztünk kísérleteket, különböző kötőanyagokkal. A gyártás technológiájának alapelveit és a porszénhamutéglák anyagtulajdonságait a következőkben foglaljuk össze.

A porszénhamuk közül csak olyanok jöhetnek figyelembe, melyeknek oxidos összetétele a téglagyagokéhoz hasonló, legalább 40% kavasavat és 20% alumíniumoxidot tartalmaznak. Alacsony kavasav- és alumíniumoxidtartalmú hamuk, melyek sok kalciumoxidot és kéntioxidot tartalmaznak, agyagkötésű porszénhamutéglák előállítására nem alkalmasak. A csepeli, mátrai és tatai porszénhamuk összetétele a téglagyagokétól csak annyiban tér el, hogy alumínium- és vasoxidtartalmuk nagy; alumíniumoxid-tartalmuk 21–31%, vasoxidtartalmuk 9–10%. Ez a három hamu téglagyártásra igen jó alapanyagot nyújt. Ezzel szemben az ajkai porszénhamu összetétele a téglagyagokétól lényegesen eltér, kavasvartartalma kicsi, mindössze 17–18%, 40%-ot meghaladó kalciumoxidot tartalmaz és feltűnően nagy, 7%-nál nagyobb a kéntioxid-tartalma. A kalciumoxid, kalciumsulfát, szabad mész és kalciumkarbonát alakban van jelen, de az oxidos elemzés adataiból számítva ezeken kívül más kalciumvegyületek is szerepelhetnek, így kalciumferrit, kalciumaluminát, stb. Ez a hamu téglagyártásra alkalmatlan. A szabad mész a kerámiai masszát tixotroppá és nehezen formázhatóvá teszi, az alacsony kavasvartartalom és a kéntioxidtartalom következtében pedig a hamu és kötőanyag között nem létesül megfelelő kerámiai kötés az égetésnél, a kiégetett testnek nincs meg a kellő szilárdsága és nedvesség hatására szétmállik. Az anyag szétmállását még a magas mésztartalom is elősegíti.

A porszénhamutéglák anyagtulajdonságait lényegesen befolyásolja a hamu látszólagos faj-

súlya és litersúlya. Minél kisebb a hamu eredeti szemcseössztételében megállapított fajsúlya és litersúlya, annál kisebb térfogatsúlyú és hőtechnikai szempontból annál jobb kerámiai építőanyagok előállítására használható fel. A porszénhamutéglák gyártására alkalmas hazai porszénhamuk látszólagos fajsúlya és litersúlya a téglagyagokénál jóval kisebb. A téglagyagok fajsúlya 2,55–2,65 g/cm³; 0,2 mm szemcsefinomságú állapotban meghatározott litersúlya lazán 820–980 g, berázva 1160–1270 g. A porszénhamuk látszólagos fajsúlya 2,07–2,35 g/cm³, litersúlya lazán 680–830 g, berázva 864–1030 g; a kisebb értékek a csepeli és mátrai, a nagyobbak a tatai porszénhamura vonatkoznak.

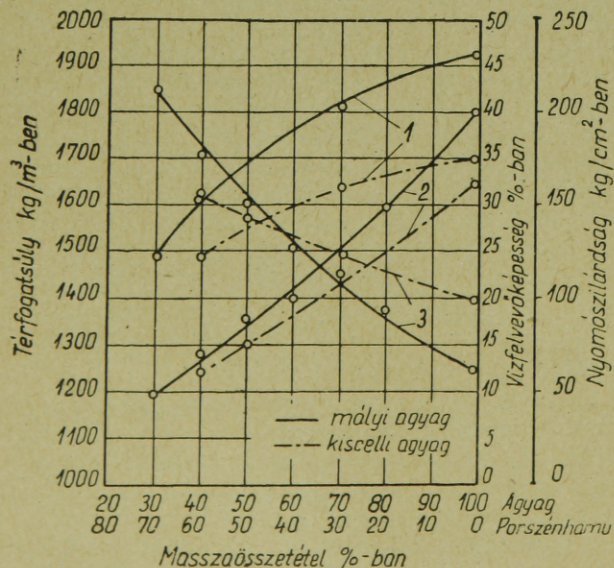
Porszénhamutéglák előállításához mészszegény és márgás agyagok egyaránt felhasználhatók, ha képlékenyséjük és kötőképeségük megfelelő. A képlékenység és kötőképeség szabja meg a kerámiai kötéshez szükséges agyag mennyiségét. Míg pl. a közepes képlékenyséű kiscelli agyagból 40–50% a masszához kevert agyag minimális mennyisége, a nagyképlékenyséű mályi agyagból már 25–30% biztosítja a formázhatóságot, ill. kerámiai kötést.

A kellő mennyiségű kötőagyagot tartalmazó, egyenletesen összekevert és átnedvesített massa tömör és üreges téglák előállítására egyaránt alkalmas. Legmegfelelőbb formázási eljárás a csigasajton történő nedves sajtolás. A téglák könyökemeltyűs sajton vagy döngöléssel félszáraz masszából is előállíthatók, félszáraz formázásnál azonban a késztermék egyik legértékesebb tulajdonságát, a jó hőszigetelőképeséget biztosító kis térfogatsúlyt nagymértékben megnöveljük.

A porszénhamu és kötőagyag viszonylagos mennyisége a nyersanyagkeverékben elég tág határok között változtatható és ennek megfelelően változik a téglák száradási és égetési zsugorodása, égetési hőmérséklete, továbbá a kiégetett termék térfogatsúlya, vízfelvevőképesége, nyomószilárdsága, hőtechnikai és egyéb anyagtulajdonsága is.

A porszénhamu mennyiségének növelésével a száradási és égetési zsugorodás csökken. Ez a csökkenés a tiszta agyag zsugorodásának érték-számából kiindulva az erősebben zsugorodó agyagoknál nagyobb, a kevésbé zsugorodóknál kisebb mértékű. A zsugorodás csökkenésével a kiformázott testek száradási és égetési érzékenysége is mérséklődik. Az égetés optimális hőmérséklete a porszénhamutartalommal kissé nő, de 1000°-nál magasabb égetési hőmérsékletet még 70% porszénhamutartalom mellett sem alkalmazunk. 1100°-tól kezdődően a téglakon az eltorzulás és olvadás jelenségei mutatkoznak.

A massa összetételében résztvevő porszénhamu mennyiségének fokozatos növelésével a porszénhamutéglák térfogatsúlya és szilárdsága csökken, vízfelvevőképesége nő. A kiscelli agyaggal kötött csepeli porszénhamuból és a mályi agyaggal kötött mátrai porszénhamuból előállított téglák térfogatsúlyának, vízfelvevőképeségének és nyomószilárdságának a nyersanyagkeverék agyag- és porszénhamu-tartalmától függő változását az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra. A mályi agyaggal kötött mátrai porszénhamuból és a kiscelli agyaggal kötött csepeli porszénhamuból előállított téglák anyagtulajdonságai a massa összetételétől függően. 1. nyomószilárdság, 2. térfogatsúly, 3. vízfelvevőképeség

Agyagkötésű porszénhamutéglák és közönséges égetett téglák jellemzői

	Közönséges tégla	Agyagkötésű tömör porszén- hamutégla	Agyagkötésű üreges porszén- hamutégla	Hőszigetelő égetett agyag kőszivacs lap	Hőszigetelőlap porszénhamu- ból
1. Méret mm	250 × 120 × 65	250 × 120 × 65	400 × 200 × 80	400 × 200 × 80	400 × 200 × 80
2. Nyersanyag összetétel	Kiscelli agyag	45 % kiscelli agyag 55 % csepeli porszénhamu	45 % kiscelli agyag 55 % csepeli porszénhamu	65 % kiscelli agyag 17 % fűrész- por 18 % széndara	43 % kiscelli agyag 43 % csepeli porszénhamu 14 % fűrész- por
3. A tömör anyag térfogatsúlya g/cm ³	1,68	1,25	1,25	1,12	1,05
Az üreges tégla térfogatsúlya g/cm ³	—	—	0,94	0,78	0,73
4. Az üregek százalékos mennyi- sége	—	—	25,0	30,7	30,0
5. A tégla nyomószilárdsága kg/cm ²	170	158	86	18	41
6. Vízfelvevőképesség, %	19	30	30	65	67
7. Ellenállóképesség fagyhatá- sokkal szemben	Fagyálló	Fagyálló	Fagyálló	Nem fagyálló	Nem fagyálló
8. Oldható sótartalom % és ká- ros kivirágzás	0,9	1,2	1,2	1,4	1,2
Legnagyobb részt kalciumsulfát, káros kivirágzás nem észlelhető					
9. Hővezetési tényező = = kcal/mó°	0,55	0,33	0,22	0,19	0,17
10. A 25 cm-es vakolatlan falazat hőátbocsátási tényezője és hő- tárolóképessége					
a) hőátbocsátási tényező $k = \text{kcal/m}^2 \text{ ó}^\circ$	1,55	1,05	0,74	0,66	0,60
b) tárolt hőmennyiség $H = \text{kcal/m}^2 \text{ ó}^\circ$	39,6	30,9	24,0	19,3	18,1
c) hőtárolóképesség $T = \frac{H}{k} \text{ ó}$	25,5	29,4	32,4	29,2	30,1
d) azonos hőtárolóképességű égetett tömörtégla vas- tagság, cm	25,0	27,1	28,5	26,9	27,4

Az anyagtulajdonságoknak a massa összetételétől függő változását feltüntető görbékkel megállapíthatjuk, hogy a kötőagyag és a porszénhamu mennyiségének helyes megválasztásával 1250—1300 kg/m³ térfogatsúlyú téglák is előállíthatók és hogy a téglák nyomószilárdsága szembetűnően nagy. A térfogatsúly csökkenés következtében jelentkező szilárdságcsökkenés ugyanis — különösen 1300 kg/m³ értékhatárig — lényegesen kisebb, mint az a kerámiai anyagoknál tapasztalható. Így pl. pórusképző anyag tartalmú agyagból égetett 1250 kg/m³ térfogatsúlyú téglák nyomószilárdsága meg sem közelíti a 45% kötőagyaggal előállított, előbbivel azonos térfogatsúlyú porszénhamutéglák 150 kg/cm²-t meghaladó nyomószilárdságát. A szilárdságra a kötőagyag minőségének is befolyása van; az önmagában nagyobb szilárdságúra kiegészítő mályi agyaggal, nagyobb szilárdságú porszénhamutéglát kapunk, mint az önmagában csak kisebb szilárdságúra égethető kiscelli agyaggal.

A hazai porszénhamukból előállítható kerá-

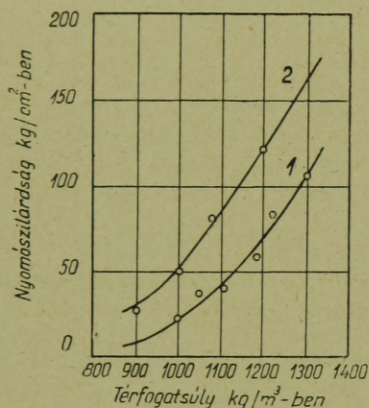
miai építőelemek jelentőségét legjobban azzal jellemezhetjük, hogy kis térfogatsúlyuk ellenére nagyszilárdságúak.

A porszénhamutégláknak kis térfogatsúlyuk következtében jó hőtechnikai sajátságai is vannak. Az erre vonatkozó adatokat az alábbi táblázat tartalmazza. A téglák a követelményeket egyéb tekintetben is messzemenő mértékben kielégítik. A 45% kiscelli kötőagyaggal kötött porszénhamutéglákban káros szennyeződések nem mutathatók ki, oldható sótartalmuk kicsi és legnagyobb részt kalciumsókból áll, nátrium- és magnéziumsulfátot csak nyomokban tartalmaznak. A téglák kivirágzásra nem hajlamosak és fagyállóak, 25 fagyasztási ciklus után rajtuk lepattozás vagy lehámlás nem észlelhető.

3. Hőszigetelő építőanyagok

A porszénhamutégláknak a tömör égetett agyagtégláknál jobb hőszigetelőképeségét az anyag lyukacsos szerkezete idézi elő. Durva-

kerámiai építőanyagok lyukacsosságának és porozitásának növelése eddig majdnem kizárólag a téglalapanyagába kevert és az égetésnél elgázosodó, ill. eléggő pórusképző szerves anyagokkal történt. A jólismert lyukacsos szöveti szerkezetű kőszivacstéglák alapanyaga 65–70% agyag, és 30–35% fűrészpor meg széndara keverékéből áll. A többnyire üreges formában gyártott kőszivacstéglák térfogatsúlya 950–1050 kg/m³. Az építészetben előnyösen felhasználható kőszivacstéglának azonban hibája, hogy mechanikai ellen-



2. ábra. Agyagból (1.) és 1 : 1 arányú agyagporszénhamu (2.) keverékéből fűrészpor és széndara alkalmazásával előállított lyukacsos kerámiai építőanyagok nyomószilárdsága, térfogatsúlyuktól függően

állóképessége kicsi, törékeny, nyomószilárdsága mindössze 15–20 kg/cm². A fűrészpor, széndara, vagy más szerves pórusképző anyaggal előállított téglák szilárdsága ugyanis térfogatsúlyuk csökkenésével, ill. lyukacsosságuk növekedésével rohamosan csökken.

A porszénhamutéglák előállításánál szerzett tapasztalatok alapján önként merül fel az a kérdés, hogy a szilárdság növelése érdekében nem lehetne-e a kőszivacstéglák alapanyagában porszénhamu alkalmazásával a pórusképző éghető alkatrészek mennyiségét csökkenteni.

Laboratóriumi és üzemi kísérletek igen kedvező eredményre vezettek. Megfelelő képlékeny-

ségű kötőanyag és porszénhamu 1 : 1 keverékéhez 10–14% fűrészport adagolva, az egyenletesen át- nedvesített és átgyúrt masszából a kőszivacstéglával azonos, 950–1000 kg/m³ térfogatsúlyú, de annál megközelítőleg kétszer nagyobb szilárdságú építőanyag állítható elő. A kiscelli agyagból és az 1 : 1 arányú agyag-porszénhamu-keverékből különböző mennyiségű szerves pórusképző anyaggal előállított lyukacsos kerámiai anyagok nyomószilárdságát térfogatsúlyuktól függően a 2. ábra görbéi tüntetik fel.

A porszénhamuval gyártott kis térfogatsúlyú lyukacsos szerkezetű építőelemeknek nagy szilárdságuk mellett még az is igen nagy előnyük, hogy előállítási költségük a közönséges kőszivacstéglákénál lényegesen kisebb. Egyrészt az előállításukhoz szükséges pórusképző éghető anyagok mennyisége 50%-kal kevesebb, másrészt kisebb éghetőanyag-tartalmuk következtében a közönséges téglaegetés módszerével égethetők ki, nem kell a túlégés elkerülése céljából a kőszivacstégla égetésénél szokásos igen ritka rakásmódot alkalmazni, ami az égetőtér kihasználását gátolja és az égetés hatásfokát rontja.

Az agyagkötésű égetett porszénhamutéglák anyagtulajdonságait táblázatos összeállításban is közöljük. A táblázat összehasonlítóképpen a közönséges égetett téglák jellemzőit is tartalmazza.

IRODALOM

- (1) Moldau R., Stach E.: Zeitschr. für Wissenschaftl. Mikroskopie. 1936. 369–386. lap.
- (2) Szádeczky-Kardos E.: Szénközetan. 1952. 148. lap.
- (3) Ottemann J.: Mitteilungen aus d. Laboratorien d. geolog. Dienstes. 1951. 1. füzet.
- (4) Endell J.: Berichte d. Deutschen Keram. Ges. 1955. 69–71. lap.
- (5) Ottemann J.: Mitteilungen aus d. Laboratorien d. geolog. Dienstes. 1953. 3. füzet.
- (6) Endell J.: Dampfgehartete Baustoffe. 1952. 44. lap.
- (7) Minnick L. J., Bauer W. H.: Americ. Ceramic Society. 1950. 177–180. lap.
- (8) Butterworth B.: Transactions of the British Ceramic Society. 1954. 293–313. lap.
- (9) Watts A. J. C.: Transactions of the British Ceramic Society. 1954. 314–323. lap.

Adatok a világ építőiparából

A lakáshelyzet és a lakásépítés alakulása Európában

Az 1953. év végéig az Európai Gazdasági Bizottsághoz beérkezett adatok alapján az európai lakáshelyzet a következő képet mutatja:

1. táblázat

A lakáshelyzet Európában

Ország	Népesség 1000 főben	Lakások száma ezrekben	1000 lakosra jutó	
			lakások száma	szobák száma
<i>Nyugat- és Közép- európa</i>				
Ausztria	6964	2100	320	1055
Belgium	8798	3050	347	1324
Dánia	4392	1360	312	1184
Finnország	4163	1084	260	649
Franciaország	42775	12300	288	1050
Nyugat-Németország	49278	10966	223	898
Irország	2942	700	238	924
Hollandia	10551	2400	230	1099
Norvégia	3375	941	279	1207
Svédország	7205	2464	342	1069
Svájc	4904	1384	282	1362
Anglia	50954	14386	282	1295
Összesen:	196200	53052	270	1098
<i>Délelőropa</i>				
Görögország	8010	1710	213	441
Olaszország	47783	11955	250	799
Portugália	8441	2208	262	...
Spanyolország	27977	6154	220	913
Törökország	20935	3750	179	...
Jugoszlávia	16927	3510	207	424
Összesen:	130073	29287	224	...
<i>Keletelőropa</i>				
Albánia	1250	...	...	...
Bulgária	7500	1719	229	...
Csehszlovákia	12340	3613	293	750
NDK	18318	...	...	...
Magyarország	9693	2540	262	657
Lengyelország	24977	5873	235	546
Románia	16500	195	...	...
Szovjetunió	217000	16500	195	588
Összesen:	307578	...	...	...

Nehézséget okoz, hogy az egyes országok statisztikai adatgyűjtései különböző időpontokban történtek és a „lakás” illetve „szoba” értelmezése sem azonos az egyes országokban.

A Szovjetunió lakásadatai és a magyar szobaszám- adatok csak a városokra vonatkoznak.

Keleteurópa egészére vonatkoztatva 1000 lakosra 219 lakás jut. Egész Európában 1000 lakosra 237 lakás jut.

Nyugateurópa legtöbb országában a lakáshelyzet kedvezőbbnek mutatkozik, mint Európa többi országaiban. A táblázat azt azonban nem mutatja, hogy a nyugati országokban a lakásellátottságban osztálytagozódás szerint mekkora eltérések vannak. Nyugateurópaiban még mindig rossz a nyugatnémet lakáshelyzet.

A lakásellátottság mutatója a legmagasabb Belgiumban, Svédországban Ausztriában és Dániában. A svéd és osztrák lakások átlagos szobaszáma azonban kisebb a nyugateurópai átlagnál. A nagyobb szobaszámú lakások révén kedvező a helyzet Svájcban, Angliában és Norvégiában.

A „keleteurópai” csoportban Csehszlovákia lakáshelyzete mutatkozik a legkedvezőbbnek.

A lakásellátottság magyarországi mutatója az európai átlag felett van. A lakások azonban viszonylag kicsinyek.

Az 1954. július 1-i összeírás szerint Budapest lakosainak a száma 1,781 000. A lakások száma 495 543, tehát 1000 lakosra 278 lakás jutott.

A többi magyar városok lakossága mintegy 1,95 millió fő, a lakások száma 519 453 és az 1000 lakosra jutó lakások száma 267. Magyarországon a városokon kívül élő népesség száma 1954. július 1-én közel 6 millió volt, a lakások száma 1,525 millió, az 1000 lakosra jutó lakások száma 255.

A Szovjetunió nemrég megjelent statisztikai zsebkönyve adataiból számítva a városokban és városias településeken az 1000 lakosra jutó lakások száma az 1954. évi 195-ről 1955. év végére közel 200-ra nőtt.

Az egyes országok városaiban levő lakások közművekkel, (vízzel és villannyal) való ellátottságát a 2. számú táblázat mutatja.

2. táblázat

A városi lakások vízzel és villannyal való ellátottsága (az összes városi lakások %-ában)

Ország	Víz	Villany
Ausztria	45	97
Franciaország	56	94
Hollandia	87	95
Norvégia	95	100
Svédország	92	100
Svájc	99	100
Olaszország	72	92
Nyugat-Németország	96	99
Csehszlovákia	56	94
Magyarország	44	86

Az 1955. évben Európában (beleértve az egész Szovjetuniót és Törökországot) 3,5 millió lakás építést fejezték be. Ez az 1954. évben megépült 3,35 millió lakással összehasonlítva mintegy 5%-os növekedést mutat. Ez az emelkedés kisebb, mint az 1953. és 1954. év közötti 12%-os emelkedés.

Európa lakosságának évi szaporulata mintegy 7 millió. A lakásellátottság szintjének fenntartásához e többlet-lakosság elhelyezéséhez 1,6 millió lakást kell építeni. Több mint 1 millió lakás szanálása szükséges évenként. Így az 1955. évben megépült lakások közül mintegy 900 000 lakás szolgálja a lakáshelyzet javítását. Több országban azonban a lakásépítés mennyisége a szükségletek mögött marad.

Az 1953—1955. években az egyes európai országokban épített lakások számát a 3. táblázat mutatja. Egész Európára vonatkoztatva 1954-ben 1000 lakosra számítva 5,2, 1955-ben pedig 5,3 lakás épült.

Mint látható, a lakásépítés mértéke Magyarországon ez európai átlag alatt van. Az évenkénti lakásépítési szükségletet az Európai Gazdasági Bizottság — még az 1956. IV. negyedévi eseményeket megelőzően —, az alábbiak szerint számította. A házasságkötések száma évenként 70 000-re tehető, ami a halálozásokat figyelembevéve a házaspárok számának évenként 30 000-rel való növekedését jelenti. A szanálási szükséglet évi 10 000 lakásra tehető, így tehát az EGB Magyarország részére az évenkénti lakásépítési szükséglet 40—50,000-re becsülte. Az 1956. IV. negyedévi események e szükségletet semmiképp sem csökkentették. Az elpusztult lakásokkal szemben felszabadultak ugyan a kivándorlások következtében lakások, ugyanakkor azonban maga a lakásépítési tevékenység fennakadást szenvedett ezen események hatására.

3. táblázat

Befejezett lakások száma Európában

Ország	1953.	1954.		1955.	
	1000 lakás	1000 lakás	1000 lakásra vonatkoztatva	1000 lakás	1000 lakásra vonatkoztatva
Ausztria	38,0	41,0	5,9	50,0	7,2
Belgium	39,2	44,9	5,1	42,0	4,8
Bulgária	—	—	—	25,0	3,4
Csehszlovákia	35,0	37,5	2,9	48,0	3,7
Dánia	21,3	23,3	5,3	24,0	5,4
Finnország	29,0	31,0	7,4	30,0	7,2
Franciaország	115,5	162,0	3,8	205,0	4,8
Német Dem.	37,0	42,0	2,5	...	...
Görögország ...	48,3	44,7	5,7	...	...
Magyarország ..	16,8	27,2	2,8	31,5	3,3
Irország	11,9	10,5	3,6	9,3	3,2
Olaszország ...	119,0	175,0	3,7	220,0	4,6
Hollandia	63,0	71,0	6,7	63,0	5,9
Norvégia	35,1	35,4	10,4	33,4	9,8
Lengyelország (1)	58,0	57,0	5,2	59,0	5,4
Románia (2) ..	7,2	8,4	2,3	16,5	4,5
Spanyolország (1)	20,7	26,9	2,3	25,0	2,2
Svédország	52,6	58,0	8,0	54,0	7,5
Svájc	29,0	36,0	7,3	37,0	7,5
Szovjetunió ...	1100,0	1270,0	5,9	1375,0	6,4
Anglia	330,3	357,4	7,0	327,0	6,4
Nyugat-Német-ország	487,0	510,0	10,3	510,0	10,3
Jugoszlávia ...	41,2	34,5	2,0	...	...

Megjegyzések: (1) Csak városokban.

(2) Állami eszközökből, vagy állami hitellel.

A lakások méretét néhány országban a 2. táblázat mutatja.

4. táblázat

A lakások százalékos megoszlása szobaszám szerint

Ország	Év	S z o b a s z á m					
		1	2	3	4	5	6 és több
Ausztria	1952	27	39	24	6	2	2
	1953	23	38	27	7	3	2
	1954	18	41	29	7	3	2
Dánia	1952	5	12	45	27	11	
	1953	4	13	42	30	11	
	1954	4	11	41	31	13	
Olaszország	1952	5	17	25	29	12	12
	1953	4	17	25	30	12	12
	1954	4	17	26	29	13	11
Svédország	1952	16	8	35	26	10	5
	1953	17	8	38	24	9	4
	1954	12	9	36	26	11	6
Svájc	1952	10	19	36	22	13	
	1953	10	21	37	21	11	
	1954	9	18	39	23	11	
Anglia	1952	—	—	7	35	55	3
	1953	—	—	8	37	53	2
	1954	—	—	8	36	54	2
Nyugat-Németország	1952	1	14	48	28	6	3
	1953	1	13	45	32	6	3
	1954	2	10	40	37	7	4

A 4. táblázat feltételes érvényességű, mivel a „szoba” fogalma országonként változik. A konyha a legtöbb esetben „szoba”-nak van tekintve. A magyar statisztikai adatok a konyhát általában nem számítják szobának. A Magyarországon épített lakások szobaszám szerinti megoszlása:

Év	1 szobás	2 és több-szobás
1952	49	51
1953	42	58
1954	40	60

A konyhák egyrészenek szobaként való számítása javítaná az arányt, mégis kétségtelen, hogy a Magyarországon épített lakások átlagos szobaszáma kisebb, mint néhány nyugat-európai országban.

A lakásépítésre fordított összegek a beruházások teljes összegéhez viszonyított százalékos arányok országonként az 5. táblázat mutatja.

A lakásépítésre fordított összegek a beruházások teljes összegének százalékában

Ország	1950	1951	1952	1953	1954
Ausztria	21	18	19	23	21
Belgium	23	21	20	24	25
Dánia	17	17	16	17	17
Finnország	...	26	27	30	27
Franciaország	15	18	21	22	25
Görögország	31	30	32	35	32
Olaszország	16	17	20	21	23
Hollandia	17	16	16	18	16
Norvégia	18	18	20	18	17
Svédország	24	23	22	22	24
Anglia	18	17	25	26	24
Nyugat-Németország	22	23	25	26	28
Bulgária	14	9	10	9	13
Német Dem. Közt. ..	13	15	15	17	15
Magyarország	5	5	4	6	9
Lengyelország	7	10	9	10	12
Szovjetunió	12	13	12	13	16

A nyugateurópai országokban a lakásépítés az összes beruházásoknak nagyobb hányadát alkotja, mint a népi demokráciákban. Ugyanakkor azonban a teljes építési összegek (lakás-, ipari- stb. építkezések együtt) a beruházásokra összesen fordított összegeknek nem alkotják általában nagyobb hányadát a nyugateurópai országokban, mint a népi demokratikus országokban. Ez mutatja, hogy az 1950—54. években a népi demokratikus országok nagy erőfeszítéseket tettek iparosítási programjukat alátámasztó építkezések megvalósítására, és hogy a nem lakásépítési építési feladatok hányadának csökkentése lehetővé teszi a lakásépítés mértékének növelését. Különösen éppen Magyarországi adatai feltűnnek, ahol viszonylagosan a legalacsonyabb volt a lakásépítés részesedése a beruházásokból.

Sebestyén Gyula

FORRÁSOK

La situation du Logement en Europe.

E(ECE)221---E(ECE/HOU)57. Genf 1956.

Magyar Statisztikai Zsebkönyv. 1956.

Народное хозяйство СССР (Статистический сборник, Москва, 1956).

Les Tendances et les Politiques de Logement en Europe, 1955 (Comission Economique pour l'Europe, Comité de l'Habitat HOU(WP. 1)Doc. de trav. 3, Genf 1956. ápr. 6).

Bulletin trimestriel des Statistiques du Logement et de la Construction pour l'Europe (Com. Ec. pour l'Europe, Genf, 1955. Vol. III. No 3).

СОДЕРЖАНИЕ

	стр
Золтан Бела Надь—Вильмош Феликс: Новое приемное здание вокзала города Хатван ...	97
Др. Казмер Смодитш: Строительные фермы из арматурной стали	105
Др. Андраш Домонь—Др. Золтан Бурай: Новые методы использования алюминия в строительной промышленности.....	108
Вильмош Циглина: Оценка отечественной свайной работы компресолным способом	116
Ласло Дьердь—Кароль Варга: Употребление радиоактивных изотопов в отечественной стройматериальной промышленности	122
Дьердь Кунст: Опыты Научно-исследовательского института по строительной промышленности для приготовления тяжелого бетона	126
Йожеф Ковач—Др. Иштван Сабо Нараи—Андраш Новак: Сделка кислостойчивым бетона при помощи ухода газом.....	139
Ласло Краус: Новый ручной аппарат для приготовления кладочного блока	142
Тамаш Литвай: Вычисление и измерение колебания здания	144
Др. П. Вейсбург: Квартирная культура и сантехника зданий	149
Auszt. Sallai: Бетонные радиаторы	159
Belgium Albert: Кирпичи из обожженного пепла угольной пыли с глинянным вяжущим	163
Дания Шебештен: Данные из строительной промышленности мира	167

INHALTSVERZEICHNIS

B. Nagy—V. Félix: Das neue Aufnahmegebäude der Hatvaner Bahnstation	97
Dr. K. Szmodits: Dachkonstruktionen aus Betonstahl	105
Dr. A. Domony—Dr. Z. Buray: Neuere Verwendungsmöglichkeiten des Aluminiums in der Bauindustrie	108
V. Czeglina: Auswertung einer „Compressol“-Verpfählungsarbeit in Ungarn	116
L. György—K. Varga: Anwendung radioaktiver Isotopen in der ungarischen Baumaterialienindustrie	122
Gy. Kunszt: Versuche des Bauwissenschaftlichen Institutes zur Herstellung von Strahlenschutz-Schwerbetons	126
J. Kovács—Dr. I. Náray Szabó—A. Novák: Säurebeständiger Beton — durch Gasbehandlung	139
L. Krausz: Neuartiges Handgerät zur Herstellung von Mauerblöcken	142
T. Litvai: Berechnung und Messen der Schwingungen von Gebäuden	144
Dr. P. Weiszbürg: Wohnkultur und Hausinstallation	149
Gy. Sallai: Heizkörper aus Beton	159
Dr. J. Albert: Gebrannte, tongebundene Ziegeln aus Staubkohlenasche	163
Gy. Sebestyén: Daten der Bauindustrie aus aller Welt	167

CONTENU

B. Z. Nagy—V. Félix: Nouvelle gare de réception à Hatvan	97
Dr. K. Szmodits: Combles de l'acier pour béton	105
Dr. A. Domony—Dr. Z. Buray: Utilisations récentes de l'aluminium dans l'industrie du bâtiment	108
V. Czeglina: Évaluation d'un travail du pilotage „compressol“ en Hongrie	116
L. György—K. Varga: Emploi des isotopes radioactifs dans l'industrie des matériaux de construction en Hongrie	122
Gy. Kunszt: Expérimentations de l'Institut de la Science de Construction pour préparer un béton lourde résistant à les radiations	126
J. Kovács—Dr. I. Náray Szabó—A. Novák: Un béton résistant à l'acide par traitement du gaz	139
L. Krausz: Appareil nouveau à la main pour fabriquer des blocs de brique	142
T. Litvai: Calculation et mésurage des vibrations des bâtiments	144
Dr. P. Weiszbürg: Culture d'habitation et installation des maisons	149
Gy. Sallai: Radiateurs en béton	159
Dr. J. Albert: Briques cuites du cendre du poussier liées d'argile	163
Gy. Sebestyén: Dates sur l'industrie du bâtiment du monde	167

**A Műszaki Könyvkiadó hirdetésekét felvesz
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

Befizetéseket az MNB 44 csekkszámára kérjük

MAGYAR ÉPÍTŐIPAR

Felelős szerkesztő : Lux László. Technikai szerkesztő : Rojkó Ervin

Kiadja a Műszaki Könyvkiadó V., Bajcsy Zsilinszky út 22. Telefon : 113-450

Felelős kiadó : Solt Sándor

Megjelent : 1300 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. Csekkszámalszám : 61.252