

AZ ÉPÍTŐIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET FOLYÓIRATA * 1963. 6.



**MAGYAR
ÉPÍTŐ-
IPAR**

Főszerkesztő: LUX LÁSZLÓ

A szerkesztő bizottság tagjai: Bonta József, Farkas László, Gádoros Lajos, Gnädig Béla, Gyengő Tibor, Hergár Viktor, Katona József, Lévai Andor, Rudnai József

Szerkesztő: Rojkó Ervin

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

Felelős kiadó: Solt Sándor

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

Megjelenik havonként

Előfizetés egy évre: 72,— Ft

TARTALOMJEGYZÉK

Zombori János: Farostlemezek az építőiparban	241
Dr. Kollár Lajos: Vasbeton épületek rezgésszámításának megbízhatósága	250
Egyed Ferenc: A római IV. Nemzetközi Feszítettbeton Kongresszusról	253
Dr. Kunszt György, a műsz. tud. kandidátusa: Kísérletek bauxit-adalékú sugárvédő nehézbetonnal	265
Armuth András: Tapasztalatok a beton vákuumozásával	271
Gerle György: A műszaki fejlesztés egyes elvi kérdései az építőiparban	277
Pintér Józsefné: Szórtazbeszt-szigetelés az építőiparban	279
Dr. Gy. T.: Az Egyesület hírei	282
Korda János: Ferde kötelekkel emelt gerenda stabilitása	283
Dr. Gy. T.: Az Egyesület hírei	286
Alpár-érmesek	287

СОДЕРЖАНИЕ

Янош Зомбори: Плиты из деревянного волокна строительной промышленности	241
Д-р Лайош Коллар: О расчете вибрации железобетонных зданий	250
Ференц Эдьед: IV-й римский Международный Конгресс по вопросу напряженного бетона	253
Д-р Дьердь Кунст; кандидат техн. наук: Опыты по лучезащитному тяжелому бетону с бокситовым заполнителем	265
Андраш Армут: Опыты по вакуумной обработке бетона	271
Дьердь Герле: Принципиальные вопросы технического развития в строительной промышленности	277
Пинтер Йозефне: Насыпанная асбестовая изоляция в строительной промышленности	279
Д-р Т. Дь.: Новости Общества	282
Янош Корда: Стойкость балки, поднятой наклонными канатами	283
Д-р Т. Дь.: Новости Общества	286
Лауреаты алпарской премии	287

MAGYAR ÉPÍTŐIPAR

Főszerkesztő: Lux László. Szerkesztő: Rojkó Ervin

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

Telefon: 113-450

Felelős kiadó: Solt Sándor

63.5., 15020 Révai Nyomda, Budapest, V., Vadász utca 16.

Megjelent: 4600 példányban

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hírlapirodánál (Bpest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850) és bármely postahivatalnál. Előfizetési díj negyed évre: 18,— Ft, fél évre 36,— Ft. Egyes szám ára 6,— Ft.

Csekkszámlaszám: egyéni: 61,252, közületi: 61,066, vagy átutalás az MNB. 8. sz. folyószámlájára.

Farostlemezek az építőiparban

ZOMBORI JÁNOS

Bevezetés

Az ipari fanyersanyag gazdaságos feldolgozására, a fahulladék hasznosítására és a fa helyettesítésére irányuló törekvések elsődleges célkitűzése a népgazdasági faimport csökkentése. Mint ismeretes, a népgazdasági faigény jelentős részét behozatal útján fedezzük; a legkülönbözőbb faféleségeket feldolgozatlan és feldolgozott állapotban importáljuk. Ilyen helyzetben nem engedhető meg a fa pazarlása, a legszigorúbb takarékoság elvét kell érvényre juttatni a fafeldolgozás terén és törekedni kell a rendelkezésre álló fanyersanyag kihasználási fokának állandó növelésére.

A farostlemezgyártás kifejlesztése ezeket a törekvéseket szolgálja. A fahulladék hasznosításával és a faanyag mintegy 75–80%-os kihasználásával iparilag értékes lemezek előállítását teszi lehetővé, amelyek megfelelő szerkezeti megoldásokkal feldolgozva alkalmassá válnak a faanyagú klasszikus félkésztermékek (enyvezett lemez, parkettfriz, fűrészáru, bútortalap stb.) helyettesítésére.

A farostlemezek sokoldalú felhasználhatóságát és a gyártás népgazdasági előnyeit felismerve, a farostlemezgyártás hazánkban is gyors fejlődésen ment keresztül. Azonban a farostlemezek, mint építőanyagok, nálunk még a fejlődésben levő anyagokhoz tartoznak. A hazai ipar csak a kemény farostlemezeket gyártja, a kifejezetten építőipari felhasználásra alkalmas lágy (szigetelő) és különlegesen kemény (extra kemény) farostlemezek gyártása még nem kezdődött el. Ugyancsak nem gyártjuk a különféle impregnált, nemesített speciális lemezféleségeket sem, pedig a belső építészet és a burkolóipar elsősorban ezeket igényelné.

A farostlemezek építőipari felhasználásának kérdése Magyarországon ez idő szerint új téma. A közlemény összeállításával célunk az volt, hogy ne csak az alkalmazási lehetőségekre mutassunk rá, hanem elsősorban azokat a műszaki és alkalmazástechnikai kérdéseket vizsgáljuk, amelyek alapvetően befolyásolják, illetve meghatározzák a farostlemezek építőipari felhasználását. Úgy véljük, hogy ezek tisztázásával biztos bázist teremtünk az építőipari kezdeményezések kibontakozásához.

A farostlemezek szerkezeti felépítése és osztályozása

A farostlemezek filcelődött farostból, vagy egyéb szerves lignocellulóz-tartalmú növényi rostokból, többnyire vegyi anyagok és kötőanyagok adagolásával előállított termékek. Tulajdonságaikat tekintve a papírgyártmányok és műanyagok, illetve rétegelt anyagok határterületén fekszenek.

A farostlemezek összetétele a következő: száraz farost mintegy 88–90%, vegyi anyagok (kolofonium, paraffin, alumíniumszulfát, fenolgyanta, vagy más kötőanyag) mintegy 3% és 8–10% víz. A gyártás folyamán a faanyagból a lignint nem vonják ki, mint a cellulóz előállításakor; a fa azonban kémiai összetételét tekintve bizonyos átalakulást szenved.

A farostlemezekben a kevert rostszerkezet következtében megszűnik a fa anizotrop jellegzetessége. A rostok és rostkötegek különböző irányokban helyezked-

nek el, s így a farostlemez a lapsík minden irányában azonos tulajdonságokat mutat. Lapsíkra merőlegesen a rostok rétegesen filcelődnek, töréskor azonban nem mutatkozik réteges elválás.

A lemezek tulajdonságai szerkezetüktől függenek, elsősorban a rostok és pórusok elrendezésétől, de tömörítési fokuk, hőkezelésük, vegyi-anyagtartalmuk is fontos tulajdonságkialakító tényező. Kötőanyagok adagolásával a kemény lemezek tulajdonságai a műanyagokéhoz közelednek.

A farostlemezek osztályozásának alapját a térfogatsúly képezi. Ez alapján a Nemzetközi Szabványügyi Hivatal (ISO) a következő osztályozást javasolja:

A) Préseltetlen lemezek

a) Nagyporozitású szigetelő lemezek, 200 kg/m³ térfogatsúlyig.

b) Lágy (szigetelő) lemezek. Térfogatsúlyuk 200–400 kg/m³, szokásos vastagságuk 6–20 mm, hővezetőképességük max. 0,06 Kcal/mó C°.

B) Préselt lemezek

a) Félkemény lemezek. Térfogatsúlyuk 400–850 kg/m³, vastagságuk 4 mm.

b) Kemény lemezek. Térfogatsúlyuk 850 kg/m³, vastagságuk 2 mm.

c) Különlegesen kemény lemezek.

A szigetelő lemezek laza, porózus szerkezetűek. Levegővel kitöltött belső pórustérfogatuk a lemeztérfogat 80%-át teszi ki. Felületük filcre emlékeztető, barkaszerű, fény nélküli. Jó hő- és hangszigetelőképes-séggel rendelkeznek.

A félkemény és kemény lemezek szerkezete a préselés és hőkezelés következtében tömörített. Jobb oldaluk sima, rendszerint fényes, a műanyaggyártmányokra emlékeztető. Színük szürkés-krémszíntől sötétbarnaig változó, sajátos szín.

A különlegesen kemény lemezeket jobb fizikai és mechanikai tulajdonságaik különböztetik meg a kemény lemezektől. A jobb tulajdonságok oka a préselési és ragasztási eljárásban rejlik. Keménységük és kopási ellenállóképességük növelése céljából rendszerint száradó olajokkal, vagy egyéb anyagokkal kezelik őket.

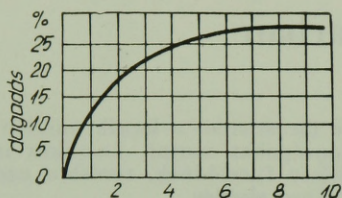
A nagyporozitású szigetelő lemezeket és a különlegesen kemény lemezeket speciális lemezeknek kell tekinteni. Ezekezt tartoznak még a különféle impregnált, nemesített és perforált lemezváltozatok is.

Farostlemezek fontosabb tulajdonságai

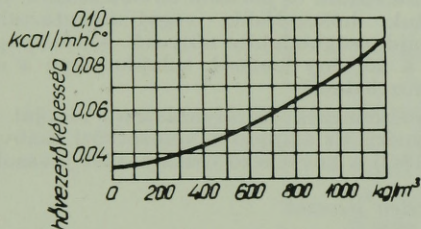
Légnedvesség- és vízfelvétel. A nedvességtartalmat a lemezek légszáraz állapotban mért súlyának százalékában fejezzük ki, a levegő adott nedvességi és hőmérsékleti körülményeinek, tehát a higroszkopikus egyensúlynak megfelelően. A farostlemezek egyensúlyi nedvességtartalma kisebb, mint a fát. Normál körülmények, vagyis 65% relatív légnedvesség és 20 C° hőmérséklet mellett, a szigetelő farostlemezek nedvességtartalma 7–12%, a kemény lemezeké pedig 6–8%. A kemény lemezek nedvességi egyensúlya tehát olyan

nedvességtartományba esik, amely feldolgozási szempontból előírt követelmény.

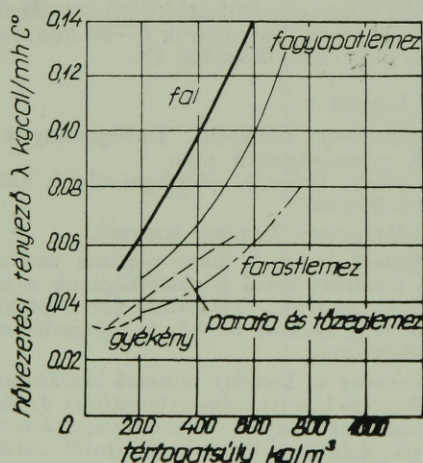
A farostlemezek higroszkopikus tulajdonságainak jellemzői a vízfelvétel és a vastagsági dagadás. E jellemzők értékei a farostlemezek térfogatsúlyától, illetve pórustérfogatától függenek. A szigetelő farostlemezek laza szerkezetük következtében szívóképesebbek, mint a kemény lemezek. A vizsgálatok azt mutatták, hogy a szigetelő lemezek vastagsági dagadása mintegy 10% és szárítás után eredeti vastagságukra visszaállnak. A kemény lemezek az első nedvesítés után 23%-ot, a második és a harmadik után pedig kb. 27%-ot dagadnak és eredeti vastagságukra nem állnak be. Három



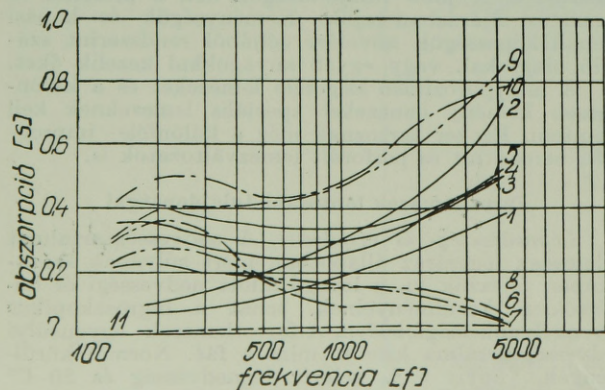
1. ábra. Kemény farostlemezek vastagsági dagadása



2. ábra. Összefüggés a farostlemezek térfogatsúlya és hővezetőképessége között



3. ábra. A farostlemezek hővezetési tényezői a térfogatsúly függvényében, egyéb anyagokéval összehasonlítva Cammerer, I. S. szerint



4. ábra. A farostlemezek hangabszorpciója a frekvencia függvényében Neusser, H. után

nedvesítési és szárítási ciklus után a vastagságnövekedés az eredeti vastagságnak mintegy 8 százaléka. Normál klímában a hosszirányú dagadás 1—2 mm, 1 méter hossza számítva. Közvetlen atmoszferikus hatásoknak kitéve, a dagadás a megadott érték kétszerese lehet.

A farostlemezek dagadási méretváltozásai tehát lényegesen kisebbek, mint a fát sugárirányban. Fánál a dagadás sugár- és tengelyirányban igen eltérő, míg a farostlemezek hossz- és keresztirányú dagadási ki egyenlített. Vastagsági méretben azonban lényegesen nagyobb a dagadás, mint a lemez síkjában. 24 órai vizes áztatás után a vastagsági dagadás mintegy 10—20% (1. ábra); nedves klímában (100% relatív légnedvesség) ugyanennyi idő alatt a vastagsági dagadás az áztatással kapott érték harmadrésze.

A nedvesség változásai a lemezben nem idéznek elő repedéseket, mint a fában. A túl nagy nedvességfelvétel és dagadás azonban a kötőszilárdságot csökkenti és réteges elválást okozhat. A farostlemezek ezért rendszerint nedvességtől védett körülmények között kerülnek beépítésre. Ha a nedvesedés veszélye fennáll, olyan anyagokkal kell kezelni őket, amelyek nedvesség elleni védelmüket biztosítják.

Hőszigetelés. A hőszigetelőképeség mérőszáma a λ hővezetési tényező, Kcal/mó C°-ban kifejezve. Ez a tényező azt a hőmennyiséget adja meg Kcal-ban, mely 1 méter vastag anyagrétegen 1 óra alatt 1 C° hőmérsékletkülönbség hatására keresztülhalad. A hővezetési tényező a farostlemez térfogatsúlyával növekszik. Ezt az összefüggést mutatja a 2. ábra. A λ függ a lemez nedvességtartalmától és a környezet hőmérsékletétől is. A 0 C° hőmérsékletű szigetelő lemeznél pl. λ = 0,039, 30 C°-on pedig már 0,050. Különböző országokban elvégzett vizsgálatok alapján, normál klímában, tehát 65% relatív légnedvesség és 20 C° hőmérséklet mellett

szigetelő lemezekre λ = 0,04—0,05 Kcal/mó C°,
félkemény lemezekre λ = 0,06—0,07 Kcal/mó C°,
kemény lemezekre λ = 0,08—0,15 Kcal/mó C°.

A farostlemezek alacsony hővezetési tényezőjét számos épületszerkezetben hasznosítják. Építőipari szempontból éppen az alacsony hővezetési tényező a farostlemezek egyik legfőbb előnye.

A 3. ábrán leolvasható λ-értékek légszáraz állapotra vonatkoznak. A farostlemezek — amint az ábra mutatja — kiváló hőszigetelő anyagok (a λ 0,15 már a hőszigetelő anyagok jellemzője). A fával szembeni jelentős különbség bizonyára a farostlemez belső pórusrendszerére és a rostok kevert elhelyezkedésére vezethető vissza.

Hangszigetelés. A szigetelő farostlemezek a hőszigetelés mellett nagymértékben hanggátolók. Ez a tulajdonságuk nagy jelentőségű a kopogó- és léghangok elleni szigetelés szempontjából (padlóalátét, fűdemszigetelés stb.). Közepes hangfrekvencia és a leggyakoribb 12,5 mm lemezvastagság mellett a hangszigetelés átlagosan 20 dB (decibel). Az 1. táblázatban a szigetelő farostlemezek hangszigetelését hasonlítottuk össze egyéb anyagokéval.

1. táblázat

A n y a g	Hangszigetelés dB-ben			
	frekvencia (l/s) Hz			Elfogadott átlag- érték
	256	512	1024	
3 rétegű enyvezett lemez 9,5 vastag	19,0	17,5	22,0	19,0
Gipszlemez	—	28,0	—	28,0
File 25 mm vastag	4,6	6,0	7,1	6,0
Salakgyapot 12,5 mm vastag ..	—	17,8	—	16,0
Szigetelő farostlemez, 12,5 mm vastag	22,2	20,2	24,1	20,0

Farostlemezeknél a hangabszorpció a frekvencia függvénye. Ezt az összefüggést mutatja a 4. ábra.

Görbék jelölése :

1 szigetelő lemez, 6 mm vastag λ = 247 kg/m³,

2 szigetelő lemez, 15 mm vastag λ = 247 kg/m³,

3 szigetelő lemez, 13 mm vastag λ = 300 kg/m³,

5 cm-re a faltól,

4 szigetelő lemez, 13 mm vastag (λ = 300 kg/m³),

2,5 cm-re a faltól,

- 5 szigetelő lemez, 13 mm vastag ($\lambda = 300 \text{ kg/m}^3$), 2,5 cm-re a faltól, légrés üveggyapottal kitöltve,
- 6 kemény lemez, 4 mm vastag ($\lambda = 1000 \text{ kg/m}^3$), 5 cm-re a faltól,
- 7 kemény lemez, 4 mm vastag ($\lambda = 1000 \text{ kg/m}^3$), 2,5 cm-re a faltól, légrés üveggyapottal kitöltve,
- 8 kemény lemez, 4 mm vastag ($\lambda = 1000 \text{ kg/m}^3$), 2,5 cm-re a faltól,
- 9 akusztikai lemez, 15 mm vastag, bordás, 2,5 cm-re a faltól, légrés üveggyapottal kitöltve,
- 10 akusztikai lemez, 15 mm vastag, bordás, 2,5 cm-re a faltól,
- 11 téglafal, vakolt.

A szigetelő farostlemezek a leghatékonyabb hanggátló anyagokhoz tartoznak. Közepes frekvencia mellett hangelnyelési tényezőjük 0,25—0,40. A térfogatsúly csökkentésével és perforálással a hangabszorpció 0,60—0,85-ig növelhető (hangszigetelő lapok, akusztikai lemezek). Lényegesen növelhető azáltal is, hogy a farostlemezeket könnyű vázszerkezetre erősítjük. Ha azonban a lemezeket olajfestékkel vagy vakolattal vonjuk be, a hangabszorpció csökken.

Hanggátló lemezeknél a hangszigetelés mellett fontos tényező az anyag merevsége és tartóssága is. A túl lágy anyagok könnyen deformálódnak, tömörödnek, miközben jelentős mértékben veszítenek hanggátló képességükből. A farostlemezek ilyen változásokat ritkán szenvednek. A szigetelő farostlemezek a közepes keménységű szigetelő anyagokhoz tartoznak, 1 kg/cm²-ig terhelhetők.

A farostlemezek *mechanikai tulajdonságai* szorosan összefüggnek a kevert rostszerkezettel. A szilárdsági tulajdonságok csaknem lineárisan változnak a térfogatsúllyal, Kollmann F. és Dosoudil, A. 5. ábrán bemutatott méréseinek megfelelően. A nedvességtartalom növekedésével csökken a szilárdság, hasonlóan, mint a fánál, illetve rétegelt lemeznél (6. ábra).

Hajlító- és húzószilárdság. A szigetelő lemezek szilárdsága a kemény lemezekével összehasonlítva csekély, azonban teljesen kielégíti a szigetelő és burkoló lemezekkel szembeni szilárdsági követelményeket. A kemény lemezek szilárdsági jellemzői hasonlóak az enyvezett lemezekéhez. Hajlítószilárdsági értékeik a fánál jelentősen kisebbek, az erdefenyőének mintegy 50%-át éri el. Ezeket az összefüggéseket mutatja a 7. ábra és a 2. táblázat.

2. táblázat

Szilárdsági összehasonlítás fa és farostlemez között

A n y a g	Nyomószilárdság rostirányra		Húzószilárdság rostirányra		Hajlítószilárdság, kp/cm ²
	párhuzamos, kp/cm ²	merőleges, kp/cm ²	párhuzamos, kp/cm ²	merőleges, kp/cm ²	
Tölgyfa	525	110	900	50	940
Erdefenyő	450	70	1065	30	870
Jegenyefenyő	400	50	960	25	620
12,5 mm-es szigetelő farostlemez kb.	15	—	10—20	—	20—30
4 mm-es kemény farostlemez	300—500	—	150—250	—	300—500
3,2 és 5 mm-es extra kemény farostlemez	500—600	—	300—450	—	600—800

A kemény lemezek húzószilárdsága ugyancsak jelentősen kisebb, mint a fát, rostiránnyal párhuzamosan. Meghaladja azonban a fát rostirányra merőlegesen. Az 5. ábrán látható, hogy a hossz- és keresztirányban mért húzószilárdság közötti különbség kicsi. A hajlítószilárdsághoz hasonlóan a húzószilárdsági értékek is keresztirányban mintegy 10—15%-kal nagyobbak.

A húzószilárdság a lapsíkra merőlegesen nem nagy, különösen a rosszabb minőségű lemezeknél. Ennek oka részben a lemezek réteges szerkezete és egyes esetekben a réteges elválásra való hajlam. Szerkezetekben ezért a lemezek éleit megfelelően védeni kell.

A mechanikai szilárdságot eddig kemény lemezeknél vizsgáltuk. A különlegesen kemény rostlemezeknél a szilárdság nagyobb, a hajlítószilárdság pl. a normál lemezekének 30—50 százalékaival.

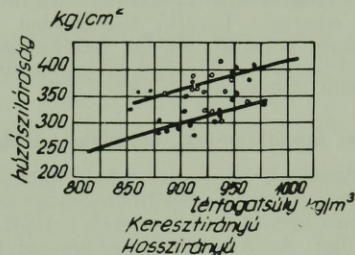
Keményység és kopási ellenállás. A keménység a legfontosabb szilárdsági jellemzők közé tartozik. Befolyást gyakorol a lemezek megmunkálhatóságára és használati élettartamára.

A keménység és kopási ellenállás egymással szorosan összefügg. Mindkét tulajdonság fontos, ha a lemezeket padlóborításra használjuk. A keménység és kopási ellenállóképesség vizsgálata nincs szabványosítva, mint pl. a hajlítószilárdságé. A Brinell-eljárás szerinti vizsgálatokkal az extra kemény lemezekre 15—16 kp/mm², keményekre 11—12 kp/mm², tölgyfára 7 kp/mm², lucfenyőre pedig 3 kp/mm² keménység adódik. A kemény farostlemezek tehát nagyobb keménységgel rendelkeznek, mint a kemény lombos fafajok.

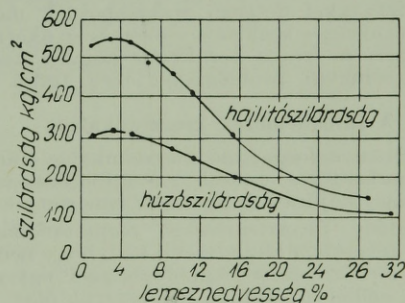
Az olajjal keményített lemezek kopási ellenállása hasonló a bükk- és tölgyfához. A kemény lemezeké kisebb, kb. az erdei fenyőének megfelelő.

Rugalmas viselkedés. Fontos szerepet játszik az építőipari alkalmazás szempontjából. Lehetővé teszi mintegy 25 cm hajlítási sugárig tetszőleges ívelésű felületek kialakítását.

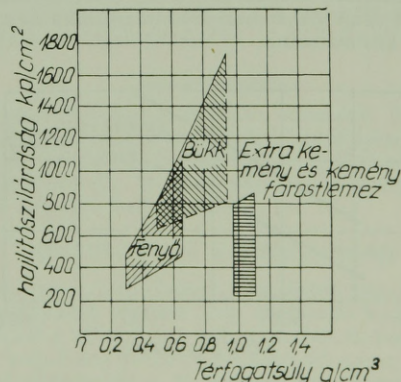
A szigetelő farostlemezek kevésbé rugalmasak, mint a kemények, ezért csak nagyobb sugárral hajlíthatók. Lapsíkra merőleges terhelésnél azonban igen rugalmasak és a terhelés megszűnte után felveszik eredeti vastagságukat. A kemény lemezek rugalmas viselkedését a térfogatsúly függvényében a 8. ábra mutatja.



5. ábra. Összefüggés a kemény farostlemezek húzószilárdsága és térfogatsúlya között



6. ábra. A lemeznedvesség hatása a kemény lemezek húzó- és hajlítószilárdságára, Kollmann, F. és Dosoudil A. szerint



7. ábra. Összefüggés a fa és a farostlemezek hajlítószilárdsága és térfogatsúlya között

Gombaállóság. Normál körülmények között a farostlemezek nem gombásodnak. A gombafertőzés és növekedés szempontjából meghatározott nedvességtartalom jelenléte szükséges, mely nagyobb, mint a farostlemezek higroszkopikus egyensúlya. Nedvességi behatásnak kitett farostlemezeknél természetesen a gombásodás veszélye fennáll. Ez vonatkozik mind a szigetelő, mind a kemény lemezekre.

A nem impregnált szigetelő lemezek általában éppúgy fertőződhetnek, mint a fa, sőt fokozottabban. A kemény lemezek viszont aránylag ellenállóbbak. Ha tehát a farostlemezek beépítés után nedvességi behatásnak vannak kitéve — aminek gombafertőzés lehet a következménye —, akkor előbb védőszerekkel kell impregnálni őket. A farostlemezeket elsősorban a könnyező házigomba (*merulius lacrimans*) és a pincegomba (*coniothpora cerebella*) ellen kell megvédeni.

A szigetelő és kemény lemezeket szükség esetén ugyanazokkal a védőszerekkel és hasonló módon impregnáljuk, mint a fát.

Tűzállóság. A farostlemezek hátrányos tulajdonsága az éghetőség. Fokozatbeli különbség van a szigetelő, kemény és extra kemény farostlemezek tűzállósága között. A laza szerkezetű szigetelő lemezek tűzállósága rosszabb, mint a tömörebb szerkezetű és nagyobb keménységű kemény és extra kemény lemezeké. Sima és zárt felületük meghatározott körülmények között gátolja a tűz továbbterjedését.

Azok a fázadozások, hogy a farostlemezeket megfelelő vegyi anyagok hozzáadásával tűzállóvá tegyék, nem jártak sikerrel. Tűzálló festékekkel hasonlóan mázolhatók mint a fa, a mázolás védőhatása azonban korlátozott. A szigetelő lemezeknél gyakran alkalmazott tűzvédelmi eljárás a vakolás.

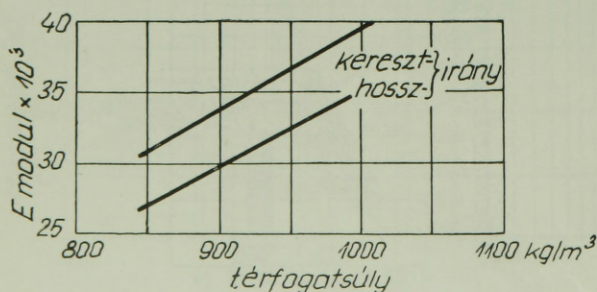
Irányelvek a farostlemezek építőipari feldolgozására

A farostlemezek építőipari felhasználása komplex műszaki-gazdasági feladat. Eredményessége nem csupán a felhasználásra kerülő farostlemezek tulajdonságainak ismeretétől függ. Az alkalmazás gazdasági kihatásain kívül ismerni kell a szakszerű kivitelezés különböző műszaki vonatkozásait is, a megmunkálás, ragasztás és felületkezelés alapelveit, gyakorlati tapasztalatait. A farostlemezekkel dolgozó szakembernek meg kell szerezni a szükséges szakismereteket és gyakorlati jártasságot ezen a fontos területen, hogy a felteremtő alkalmazástechnikai problémákat meg tudja oldani.

A farostlemezek megmunkálása

E pontban a forgácsoló megmunkálás (fűrészelés, gyalulás, marás, fúrás, csiszolás) és a forgácsálmentes megmunkálás (hajlítás) irányelveit ismertetjük.

A kemény farostlemezeket megmunkálás előtt valamilyen formában klimatizálni kell, hogy nedvességtartalmuk a környezeti légnedvességgel egyensúlyba kerüljön. E célból oly módon máglyázzuk őket, hogy a levegő minden oldalukat egyformán érje. Ha a nedvességtartalmuk alacsony, szítás oldalukat a szabás előtt be kell nedvesíteni. A benedvesített farostlemezeket szítás oldalukkal összeforgatva 48 órán keresztül állni hagyjuk. A szigetelő lemezeket megmunkálás előtt nem szükséges klimatizálni.



8. ábra. A rugalmassági modulus és a térfogatsúly összefüggése a kemény lemezek hossz- és keresztirányában, Kollmann F. és Dosoudil A. szerint

Tapasztalat szerint a farostlemezek ugyanazokkal a szerszámokkal és gépekkel megmunkálhatók, amelyek a fa megmunkálására használatosak. Kemény lemezeknél azonban a normál acélszerszámok vágóéleit gyakrabban kell élesíteni. Az extra kemény farostlemezek mechanikai megmunkálására többnyire keményfém-vágóélű szerszámokat használnak.

A farostlemezek szalag-, kör- és dekopírfűrészekkel fűrészelvek. A fűrészeket vágás előtt gondosan elő kell készíteni. A görbeséget, lazulást megszüntetjük, ellenőrizzük a fogterpesztést. A fogterpesztés mindkét oldalon $0,2-0,4 \pm 0,1$ mm. Körfűrészeknél a körfűrészlap magassági beállítása, vagyis a fűrészlapnak a vágandó lemez fölé való kiemelkedése, jelentős befolyást gyakorol a vágási él tisztaságára. Legjobb vágási eredményt akkor érünk el, ha a kiemelkedés egy fűrészfog nagyságú.

A lemezelek gyalulása a szokásos gyalukésekkel történik. Egyengető gyalugépen az előtolás: nagyló gyalulásnál 8–12 m/perc, ragasztáshoz való egyengetésnél, illetve végső gyalulásnál 4,5–7,5 m/perc. Marógépen az előtolás finom élmárásnál 0,2–0,8 mm/sec, nagyló marásnál 1,5–2,5 mm/sec. A lemart éleken levő kirojtozódást csiszolópapírral távolítjuk el.

A farostlemezek fúrása kézi és gépi fűrőgépekkel elvégezhető, a kanalas fűrő kivételével hasonlóan fűrőkkel, mint a fánál. Kemény lemezek csiszolásakor a csiszolási nyomás: szalagsziszológépeknél 0,3–0,5 kp/cm², korongos csiszológépeknél 0,6–0,7 kp/cm², henger-csiszológépeknél 0,4 kp/cm².

A farostlemezek hajlítása nedves-hőkezelést igényel. Nagyobb hajlítási sugaraknál belső hajlítási oldaluk forróvíz, vagy gőz hatásának tesszük ki, amíg egyenletes sötét színt nyerünk. Ha a hajlítás után színező vagy más anyaggal kívánjuk bevonni őket, a nedves hőkezelést a fa gőzölésére használt gőzölőkamrákban, vagy pedig forróvízbe való bemártással kell elvégezni. E kezelés alatt a lemezek sötétednek és sima oldaluk elveszti a fényét.

A nedves-hőkezelés hátránya az, hogy a farostlemezek erősen dagadnak és sok nedvességet vesznek fel. Gőzöléskor a nedvességtartalom növekedése 6–10%, főzéskor 20–40%. Az előzetesen gőzzel kezelt, forróvízbe mártott, vagy hosszabb időn keresztül (24 óra) hideg vízzel nedvesített lemezek hajlítására megfelelő átmérőjű gőzzel, vagy elektromosan 150–200 °C-ra fűtött dobót használunk. Minthogy a hajlítás után a farostlemezek visszaruhozásra hajlamosak, a hajlító dob sugara valamivel kisebb, mint a hajlítási sugár. A hajlítás lassú ütemben történik. Gyors hajlításkor ugyanis a húzott övezetben repedések keletkezhetnek. Hajlításkor a forró dobba való érintkezés ideje — meghatározott dobátmérő mellett — függ a farostlemez vastagsától és nedvesítési fokától, valamint a dob hőmérsékletétől.

A farostlemezek mindkét oldalra hajlíthatók. Szítás oldaluk azonban a hajlításkor fellépő feszültségekre érzékenyebb, mint a sima oldal.

Impregnálás gombaölőszerekkel

A gombaálló impregnáláshoz leggyakrabban használt anyag a nátriumfluorid (NaF) és a cinksziliko-fluorid (ZnSiF₆). Bevitelük szóró- vagy mártóeljárással történik. A nátriumfluoridot rendszerint akkor alkalmazzuk, amikor a farostlemezek meszet tartalmazó épületelemekkel nem érintkeznek. A nátriumfluorid és a méz között ugyanis reakció következik be, mely nehezen oldható és fungicid hatását tekintve hatástalan anyagot eredményez. Előnyének tekinthető, hogy a lemezekre és a velük érintkező fémekre nem gyakorol korrodeáló hatást.

Ha a farostlemezek mésszel való érintkezési lehetősége fennáll, az impregnálást célszerű ZnSiF₆-al elvégezni. Ennél azonban hátrányos a higroszkóposág, mely a lemezek hővezetőképességét növeli és korrodeálja a fémeket.

A lemezek gombaálló impregnálása többnyire az építkezés helyén történik, 4%-os NaF, vagy 10–25%-os ZnSiF₆ oldattal, melegen, rövid ideig tartó bemártással.

Farostlemezek nedvesítése

A farostlemezeket beépítés és használat közben különféle nedvességi behatás éri (légnedvesség, épületnedvesség stb.). A nedvességhelyvétel sebessége a lemezek szélein és közepén eltérő, ezáltal dagadási feszültségek ébrednek, amelyek legtöbb esetben maradót alakváltozásokat, hullámosodást okoznak. Ennek megelőzése céljából a farostlemezeket beépítés előtt nedvesíteni kell. A nedvesítést mindkét esetben el kell végezni mind a fal- és padlóborításra, mind az épületasztalosipari vagy más célra használt lemezeknél, függetlenül attól, hogy szegezéssel, csavarozással, vagy ragasztással erősítjük fel, illetve rögzítjük őket. Ha már most később az alaptól, a környező levegőből vagy más okból kifolyólag ismét nedvességet vesznek fel, nem válnak hullámassá.

A lemezeknek azt az oldalát kell benedvesíteni, amelyiket az aljzathoz rögzítünk (többnyire szítás oldal). A nedvesítést rongylabdával, szivaccsal, vagy ecsettel végezzük. A nedvesítéshez átlagosan $0,45 \text{ l/m}^2$ víz szükséges. Benedvesítés után a lemezeket nedves oldallal összeforgatva egymásra rakjuk, normál klímára beállított helyiségben, oly módon, hogy közvetlen nap-sugárzástól védve legyenek. 24–48 órai (szigetelő lemezeknél 12 órai) ilyenyszerű tárolás után a lemezek feldolgozhatók.

Asztalosipari célra szánt farostlemezeket csak gyengén nedvesítünk. Az ívelt felületekhez erősítendőket pedig egyáltalán nem, illetve igen csekély mértékben nedvesítjük.

Farostlemezek felerősítése

A felerősítés műszaki kivitelezés módja az aljzat anyagától függ. Függ továbbá a farostlemez típusától (szigetelő, kemény, extra kemény) és függ azoktól a követelményektől, amelyeket szilárdság, tartósság, külső stb. szempontjából támasztunk.

A felerősítés leggyakrabban alkalmazott kivitelezési módja a ragasztás. A szigetelő lemezek különféle habarcsokkal való ragasztása is ide tartozik. A szakszerűen kivitelezett ragasztás szilárd, tartós és gazdaságos kötést biztosít. Ragasztásnál a ragasztási fuga nyírószilárdsága általában nagyobb, mint a farostlemezé. Az elválás tehát nem a ragasztási fugában, hanem a lemez anyagában következik be.

Glutinenyveket és oldószeres (kontakt) ragasztókat főként az épületasztalosipar használ lemezelésnél, beépített bútorok készítésénél és tapétázáshoz. A bitumenes ragasztók szigetelő lemezek ragasztására szolgálnak, padlóburkolatok fektetésekor. Habarcsot általában a szigetelő lemezek felragasztására és vakolásra használunk.

Csavarozást alkalmazunk a kemény és extra kemény lemezek fához való erősítésére, elsősorban olyan burkolatoknál, amelyekkel szemben nagyobbak a kivitelezési követelmények. Faanyagú aljzatoknál gyakran alkalmazott felerősítési mód a szegezés is.

Farostlemezek felragasztása

Az alkalmazásra kerülő ragasztók más és más tulajdonságúak. Használati utasításukat ezért pontosan be kell tartani. Ha olyanok nem állnak rendelkezésre, a ragasztást megelőzően próbaragasztásokat kell végezni. Leggyakrabban használt kötőanyagok a bitumenes ragasztók, az oldószeres ragasztók és meghatározott habarcsfélések.

A bitumenes ragasztókkal többnyire az építkezés helyén történik a ragasztás. A szigetelő farostlemezek ragasztásakor rendszerint az aljzatot kenjük ragasztóval, hideg vagy forró eljárás szerint. Száraz aljzatnál a ragasztót forrón, nedvesnél pedig hidegen kell feldolgozni. A lerakott farostlemezeket a ragasztó kötési ideje alatt az aljzathoz kell szorítani.

Polichloroprén (neoprén) bázisú, oldószeres ragasztót használunk a kemény és szigetelő farostlemezek ragasztására, falak és födémek borításakor. Az oldószeres ragasztókat az aljzatra és a lemez bal oldalára hordjuk fel, spatulával. Utána a lemezeket szabadon felállítva levegőztetjük. Ezt követően hozzászorítjuk

az aljzathoz és kalapáccsal ráveregetjük, gyalult deszkadarab segítségével. Amint a ragasztóval bekent felületek érintkeznek, a ragasztó azonnal megköt. Fontos tehát, hogy a leragasztott farostlemezek pontosan illeszkedjenek, mert az utólagos igazítás már nem lehetséges. A farostlemezek vakolathoz való ragasztásakor a régi vakolatot előbb gondosan le kell tisztítani a festékmарadékoktól.

A farostlemezek felragasztására cementes gipsz- és meszes cementhabarcs is alkalmas. Téglafödémeknél gipszhabarcsot használunk, melynek keverési aránya súly szerint víz/gipsz = $0,6-0,8$, a gipsz minőségétől függően. A gipszhabarcsot kb. $1,5 \text{ cm}$ vastag csíkokban terítjük el a lemezek ragasztandó oldalán olyképpen, hogy a lemezfelület kb. 50% -át takarja a gipsz. A gipszhabarccsal ellátott farostlemezeket támlécek, vagy faráma segítségével szorítjuk az aljzathoz.

A szigetelő farostlemezt közép-sűrű, legalább $1:2:4$ keverési arányú meszes cementhabarccsal ragasztjuk, és pedig a barkás oldalán, melyet előbb vízzel nedvesítünk és drótkéfével érdesítünk. A farostlemezt kb. 20 percig deszka segítségével egyenletes nyomással az aljzathoz szorítjuk.

A farostlemezek habarccsal való ragasztásakor a fugáknak kb. 7 mm széleseknek kell lenni. Célzerű a habarcsba rakott farostlemezeket szeggekkel néhány helyen külön is rögzíteni. A szegek a habarcs kötése után eltávolíthatók.

A farostlemezek szegezése

Ha az aljzat olyan anyagú, amely a szegeket jól tartja és amelybe a szegek könnyen beüthetők, a farostlemezek az aljzatra rászegezhetők. A szegeket a lemezek szélein 10 cm -ként üjtük be, az élektől $1,5 \text{ cm}$ távolságra; 4 mm -es kemény lemezeknél 15 cm -enként. A szegezést először a lemez közepén kezdjük, felülről lefelé haladva, majd a szomszédos sort, és végül a lemezszéleket. Azokat a szegeket, amelyeket később a mázolás, tapétázás, vagy vakolás eltakar, a fenti szabálytól eltérően egymástól kb. 30 cm távolságra üjtük be. A lemezek szélein a már említett 10 cm szeg távolságot be kell tartani.

Ha a lemezeket lécrácsra szegezzük, meg kell vizsgálni, hogy a lécek szakszerűen vannak-e elhelyezve, felületük síkban van-e és számuk a lemezek rászegezéséhez elegendő-e. A szegek típusa attól függ, hogy a lemez felülete természetes állapotában marad, vagy pedig utólag valamilyen bevonatot kap, amely a szegeket eltakarja. A szegek átmérője a szeghossztól függően $1,8-2,2 \text{ mm}$. A szegek hosszát úgy kell megválasztani, hogy a szeg beütéskor 25 mm mélyen behatoljon az alapba. A szegeket horganyozni, illetve valamilyen módon korrózió ellen védeni kell.

Ha a szigetelő farostlemezeket vakoljuk, szélesfejú szegeket, ha pedig felületük természetes állapotban marad, vagy mázolást kap, kisfejú szegeket használunk. A kisfejú szegek beütéskor teljesen behatolnak a lemezbe és helyeik nem vehetők észre. A szegezés után visszamaradó horpadásokat megfelelő tömítőtapasszal töltjük ki, mely a farostlemezek fűrészelésekor lehulló fűrészpor adagolásával a lapszínnek megfelelő színre színezhető. A kisfejú szegeket kalapács és beütőstift segítségével üjtük be, hogy a lemezekben ne maradjanak kalapácsnyomok.

Felületkezelés

A farostlemezekkel borított felületek végső kezelése döntő jelentőségű az esztétikai hatás szempontjából. A lemezek természetes színükben hagyhatók, mázolhatók, vakolhatók, tapétázhatók és transzparens keményedő anyagokkal vonhatók be.

Illesztési fugák kezelése, élvédés

A farostlemezek illesztési fugáinak kezelése függ a lemezek típusától és a helyiségi építészeti kialakításától. Függ továbbá attól, hogy a borításnak dekoratív, vagy emellett még hang-, illetve hőszigetelő szerepe is van-e. A farostlemezborítás $1-2 \text{ mm}$ -es illesztési fugáit általában fa-profillécekkel, kemény lemezből, műanyagból vagy fémből kivágott $3-5 \text{ cm}$ -es széles és $1-3 \text{ mm}$

vastag csíkokkal takarjuk. A farostlemez csíkok leg-
alább 3 mm vastagok és 2,5—5 cm szélesek. A falécek
vastagsága 2 cm, szélessége 4—5 cm. A takaróleceket
rendszerint sötétebbre mázoljuk vagy politúrozzuk, és
horganyzott szegekkel vagy rozsdamentes csavarokkal
rögzítjük.

Ha az illesztési fugákat nem akarjuk letakarni,
mind a fugákat, mind a szeghelyeket tömítőtapasszal
tömítjük és lecsiszoljuk. A tömítőtapassznak nem szabad
a felületen foltokat képeznie és hasonló színűnek kell
lennie, mint a lemeznek. Szélesebb, 6—12 mm-es fugák-
nál a lemezek élét lekerekítjük vagy lecséreljük, és az
aljazat látható sávjait más színű festékkel mázoljuk.

A farostlemezek élei igen érzékenyek sérülésekre.
Védelem céljából fa-, műanyag- vagy rozsdamentes
fémlécekkel látjuk el. A faléceket rendszerint mázoljuk
politúrozzuk vagy lakkozzuk. Leggyakrabban alumí-
nium és rozsdamentes acél anyagú élleceket használ-
unk. Él- és takarólécek rendszerint ugyanazt az anya-
got használjuk, az éllecek esztétikai okok miatt álta-
lában profilozva vannak.

Festés, mázolás

A farostlemezek ugyanazokkal a festékekkel fest-
hetők, mint a fa, és pedig enyves, olajos és szintetikus
festékekkel. Festés, illetve mázolás előtt a felületet
elő kell készíteni, azaz a lemezek illesztési fugáit vékony,
8—10 cm széles molinocsíkokkal le kell takarni és az
átmeneti helyeket, valamint a szeghelyeket tömíteni
kell. Olcsóbb felületkezeléseknél a fugákat tömítő-
tapasszal töltjük ki, és lecsiszoljuk.

Egyenletes átmenet elérése céljából a molino-
csíkokat célszerű kb. 1 mm mélységű falcba ragasztani.
A falcot megfelelő szélességű falécre ragasztott csiszoló-
papírral készítjük el. A molinocsíkokat azután tapasz-
réteggel fedjük.

A kemény farostlemezek felületét ugyanúgy kell
felületkezelní, mint a faét. Mázoláskor egyszer alapoz-
zuk, és egyszer vagy kétszer olajfestékkel vonjuk be.
A festékréteg tapadásának elősegítése céljából a leme-
zek felületét finomszemcsés csiszolópapírral megcsiszol-
juk. Ha a kemény lemezeket különösebb előkészítés
nélkül enyves festékek kívánjuk bevonni, tanácsos
őket fényes oldalukkal rögzíteni az aljazathoz, mert a
szítás oldaluk közvetlen festékfelhordásra alkalma-
sabb. Megjegyzendő, hogy a kemény lemezek enyves
festékkel való bevonásra túl értékes anyagok. Ezeknél
elsősorban a transzparens felületkezelést kellene alkalm-
mazni, ezt azonban a nagyobb munka- és költség-
ráfordítás némiképpen gátolja.

A szigetelő farostlemezeket általában nem mázol-
juk, mert sok festéket vesznek fel. Felületüket többnyire
enyves festékekkel vonjuk be, meszeljük, vagy
természetes állapotában hagyjuk. Ha mázolni akarjuk,
tömény enyvoldattal alapozzuk, és utána kétszer
hordunk fel olajfestéket. Felhordási eljárásaként a
festékszórás alkalmazható. Az illesztési fugákra a
takaróleceket festékfelhordás után szegezzük fel.

Vakolás

A szigetelő farostlemezek falhabarccsal vakolhatók.
A vakolat ritkán haladja meg a 10 mm vastagságot,
tehát kevés anyagot igényel. A vakolat jól tapad,
nem válik le akkor sem, ha a farostlemez tönkremegy,
leginkább együtt törik a lemezzel.

A vakolásra kerülő kemény lemezeket sima olda-
lunkkal erősítjük az aljazathoz. Az illesztési fugákra
és a borításra dróthálócsíkokat szegezzünk (legjobb a
8—10 cm széles, horganyzott drótháló). A szegezéshez
célszerű horganyzott szegeket használni. Ha az illesz-
tési fugák fölé dróthálót nem teszünk, akkor kisebb
méretű, kb. 1 m² nagyságú farostlemezekkel dolgozunk,
és a lemezek között 5—7 mm hézagot hagyunk. A ré-
sekbe habarccsot viszünk, s így egyenletes átmenet
nyerünk a lemez és a vakolat között.

Vakolás előtt a farostlemezeket bőségesen be kell
nedvesíteni vízzel, célszerű felérdesíteni drótkéfével
is, a vakolat jobb tapadásának elősegítése végett.
Belső, szigetelő farostlemezrel borított felületek vako-
lásához leginkább gipsz- vagy meszes gipszhabarccsot

használhatunk. Külső vakolat a szokásos meszes ce-
menthabarccsból és javított habarccsból készíthető. Az
alapvakolat 1:3 arányú cementhabarccsból készül,
mely durvaszemcsés homokkal van keverve. A külső
vakolat vastagsága rendszerint nem haladja meg a
15—18 mm-t. A külső felületeket vakolás előtt célszerű
horganyzott dróthálóval borítani, mely lényegesen
növeli a burkolat mechanikai szilárdságát.

Tapétázás

A tapétázásra kerülő farostlemezeket ugyanúgy
készítjük elő, mint a mázolandó lemezeket. A lemez-
széleket kb. 8 cm széles, falécre ragasztott csiszoló-
papírral megcsiszoljuk, hogy az illesztési fugákra
ragasztandó szövet- vagy papírsík a tapétán ne
hagyjon nyomot. Az így kapott mélyedésbe (falcba)
ragasztjuk a szövet- vagy papírsíkot. A fugák tömí-
tése után egyenletes felületet nyerünk, amelyre azután
a tapéta felragasztható.

Ha a tapétázást a borítással egyidőben végezzük,
legelőnyösebb a tapétát a farostlemez bal, szítás felü-
letére ragasztani. Tapétázást azonban többnyire csak
akkor végzünk, ha a farostlemez felülete a hosszú
használat után már elpiszkolódtott és szükségessé vált a
bevonása. Ez esetben természetesen a jobb, sima lemez-
felületet tapétázzuk.

Transzparens felületkezelés

Ez az eljárás leggyakrabban a bútoriparban és a
belső építészetben nyer alkalmazást. A felületkezelés-
nek ez a módja az összes farostlemez típusokra alkalm-
mazható, a szigetelő lemezek kivételével, amelyek szíva-
cos szerkezetük következtében ilyen kezelésre nem alkal-
masak.

Mielőtt a farostlemezeket transzparens bevonatok-
kal látjuk el, rendszerint színezzük őket, és pedig ugyan-
azokkal a színezékekkel, amelyek a fa színezésére is
használatosak (természetes színezőanyagok, kasszeli
barna, savas kátrányszínezékek stb.). A színezőanya-
gokat általában 1—4%-os vizes oldatokban hordjuk
fel. A kemény rostlemezeken nehezebben veszik fel a
színezékelőanyagokat, mint a fa. Színezésükhöz ezért
nagyobb koncentrációjú oldatokat kell készíteni, és a
felhordást többször ismételni kell. Előzetes csiszolásuk
a színezékek felvételét elősegíti.

Kemény és extra kemény farostlemezekenél kifo-
gástalan transzparens bevonat előállításának előfelté-
tele az, hogy a kezelendő felület teljesen tiszta, foltok-
tól, sérülésektől mentes legyen. Az olyan farostlemez,
melynek felülete a gyártás folyamán, a műhelyben vagy
az építkezés helyén megsérül és bepíszkálódik, rend-
szerint már nem alkalmas transzparens bevonat ki-
alakítására.

A bevonat kialakítására sellak- és nitrocellulóz-
politúrokat akkor használunk, ha különleges fényt
akarunk elérni, és a farostlemezeken külső behatások elleni
védelmet is biztosítani kívánjuk. A tulajdonképpeni
politúrozás előtt először alapozni kell, hogy a lemez-
felület egyenletlenségeit kiegyenlítsük, és megakadá-
lyozzuk a politúrok beszívódását. Alapozáshoz gyen-
ge politúrt és kevés habköltszetet használunk. Alapozás-
kor a pórusokat nem tömítjük. Az alapozás befejeztével
24 óra után manuálisan, vagy géppel hordjuk fel a
politúrréteget, hasonlóan, mint a fa politúrozásakor.
A farostlemezeken 2,5—3-szor több politúrt vesznek fel,
mint a fa, a munkaráfordítás is nagyobb.

Szintelen lakkozásra szesz-, olajos- és nitrocellulóz-
lakkok nem alkalmazhatók. Labda, ecset, vagy szóró-
pisztoly segítségével hordjuk fel őket. A magassfényre
való polírozásakor a keresztező felhordások száma rend-
szerint kevesebb, mint a fa lakkozásakor, mert a farost-
lemezeken felülete sima és a lakk jól terül rajta. A lakkal
bevonat lemezeket csiszolással és polírozással magas-
 és mattfény egyaránt elérhető.

Keményítő felületkezelést akkor alkalmazunk, ha
nagyobb keménységű és kopási ellenállóképességű
felület, pl. kemény lemez padlóburkolat, külső ajtó stb.
készítésére van szükség. E célból a farostlemezeket
kétszer — 24 órai száradás közbeiktatásával — 60
C°-ra melegített lenolajkencével itatjuk be.

A farostlemezek felhasználása az építőiparban

Az építőipari alkalmazás lehetőségei rendkívül sokrétűek. A lágy (szigetelő) farostlemezek lakó- és középületekben, ipari épületekben a falak és födémek, illetve padlóburkolatok hő- és hangszigetelésére használatosak. A félkemény és kemény lemezek mint burkolóanyagok, betétek és szerkezeti segédanyagok nyerne alkalmazást falak és födémek borításánál, válaszfalak, ajtók, beépített bútorok, üzlet-, kiállítási- és raktári berendezések készítésénél. A különlegesen kemény lemezek főként padlóburkolat, betonzsaluzat készítésére használatosak.

A speciális lemezek közül az impregnált, azaz bitumennel kezelt és gombásodás ellen védőszerekkel tartósított lemezek szigetelő aljazatként nyerne alkalmazást, olyan helyeken, ahol nedvességi behatás lehetősége áll fenn, így pl. padlóburkolatok, lapos tetők stb. szigetelésénél.

A száradó olajokkal keményített és filmképző anyagokkal, dekorációs műgyantafilmekkel nemesített kemény és extra kemény lemezek fokozott használati igénybevételeknek kitett padlóburkolatokat, külső és belső ajtók, falborítások, üzletberendezések stb. készítésére alkalmasak.

Fenti alkalmazási lehetőségek közül jelentősebbek: válaszfalak, padlóburkolatok, födém-szigetelések, barakkok és szétszedhető épületek, ajtók és falborítások. Ezekről a következőkben részletesebb alkalmazás-technikai elemzést is adunk.

Válaszfalak

A belső terek elválasztása mellett a válaszfalak feladata hang- és hőszigetelés. Követelményként merül fel ezenkívül a kis súly, egyszerű szerkezet, gyors felszerelhetőség, tetszőleges helyre való felállíthatóság, kevés építőanyagfelhasználás stb. A válaszfalak legtöbb esetben az épületnek keresztirányú merevítést is adnak.

A farostlemezek jó szigetelőképesége és aránylag kis fajsúlya könnyű válaszfalak készítését teszi lehetővé, nemcsak új, hanem már meglevő helyiségekben is, ahol változtatásokat, vagy elválasztásokat kell eszközölni.

A farostlemez válaszfalak kielégítő hangszigetelést biztosítanak, különösen akkor, ha szigetelő lemezből készülnek. A szigetelő farostlemezek hangszigetelés tekintetében minden követelményt kielégítenek.

A 9. ábrán bemutatott válaszfal a födém megerősítése nélkül, közvetlenül felállítható. A szigetelő farostlemezek faváza vannak szegezve vagy ragasztva. Merevítés céljából a válaszfal középmagasságába keresztborda építhető. A válaszfal vakolható és mázolható.

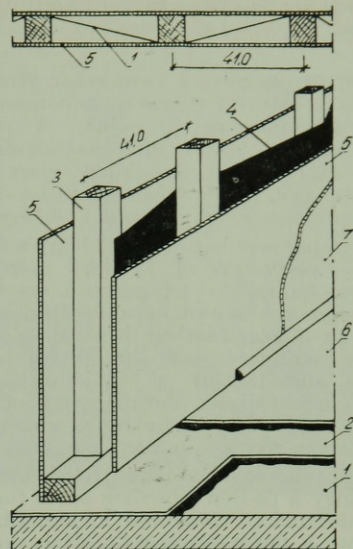
Átmeneti építkezéseknél a válaszfalakat többnyire előregyártott elemekből készítik. Az egyes elemeket árokcsappal, lécekkal, csavarokkal stb. kötik össze. A falhoz, födémhez és padlóhoz való rögzítés lécekkal, csavarokkal és ékekkel történik. Az ilyen típusú válaszfalaknak nincsenek jó hangtechnikai tulajdonságai, azonban kevés költséggel, gyorsan elkészíthetők. Előregyártott válaszfalelemeket mutat a 10. ábra.

Padlóburkolatok

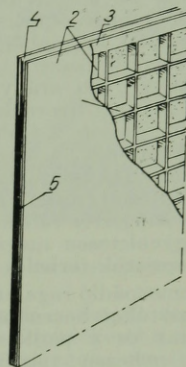
Padlóburkolatoknál a szigetelő lemezek szigetelő anyagként, az extra kemény és kemény lemezek pedig borításként alkalmazhatók. Tömör födémeknél a szigetelő lemezeket betonra fektetjük. A szigetelő farostlemez lefektetése előtt a födém ki kell egyengetni. A farostlemezt csak ezután rakjuk le cementhabarcsba vagy ragasztással. Erre az aljzatra kerül azután a tulajdonképpeni padlóborítás. Az extra kemény farostlemezpadló főként lakó- és hivatali helyiségekben használatosak.

Az extra kemény farostlemezek kopási ellenállása valamivel nagyobb, mint az erdeifenyőé, de kisebb, mint a tölgyfáé. Ezek a lemezek, mint padlóborító anyagok, mindinkább elterjednek, különösen olyan országokban, amelyekben az ipari fa hiánya pótlások alkalmazására kényszerít.

Bizonyos körülmények között az I. osztályú kemény lemezek is alkalmazhatók padlóborításra, első-



9. ábra. Favázas válaszfal, szigetelő farostlemezrel borítva
1 födém, 2 szigetelő farostlemez, bitumenes ragasztóval, 3 faváz, 4 6 x 6 cm keresztmetszetű elemekből, 4 kátránypapír (léghanggátlás), 5 szigetelő farostlemez, 6 kemény farostlemez (padlóborítás), bitumenes ragasztóval ragasztva, 7 vakolat vagy festékbevonat



10. ábra. Könnyű előregyártott válaszfalelem
1 faváz, 2 kemény farostlemez, 3 fakeret, 4 árokcsavar, 5 csapréz kemény farostlemezről

sorban kevésbé igénybevett helyiségekben. Az ilyen padlókat azonban szakszerűen kell kezelni, vízzel nem szabad leönteni és tisztítani. A padlóborításra használt kemény lemezeket kopásállóságuk növelése céljából célszerű lenolajkencével vagy padlófestékekkel bevonni.

Az extra kemény farostlemezpadló külseje és tartóssága nagymértékben függ az aljazattól. Ha ugyanis a farostlemezt nem sík aljzatra fektetjük, nagy nyomó- és húzószilárdsága ellenére hajlamos bizonyos idő után az egyenetlenségekhez alakulni, mint a linóleum. Az extra kemény farostlemezpadló aljzata lehet tömör, perforált téglá- és vasbetonfödém, amelyre könnyű beton, vagy más anyagú megfelelő szilárdságú kiegyenlítő réteg kerül.

Farostlemezpadló fektetése beton-aljzatra

A padlóborításra szolgáló farostlemezek vastagsága 4–5 mm. Ha a lemezeket közvetlenül beton-aljzatra fektetjük, rugalmatlan és hideg padlót kapunk. A tulajdonképpeni padlóborítás alá ezért rendszerint szigetelő farostlemezekből álló aljzatpadló kerül. Ez a réteg egyidejűleg kopogó hangok elleni szigetelést is biztosít.

A lerakásra kerülő lemezeknek egyforma vastagoknak kell lenni. A lefektetés előtt 2–3 napig tárolni kell őket abban a helyiségben, ahol lerakásra kerülnek. Felragasztás előtt a lemezeket gyengén benedvesített rongylabdával le kell tisztítani. A szigetelő lemezeket

4—6 mm-es fugákkal fektetjük, a faltól mintegy 1,5 cm távolságra, és a fugákat ragasztóval kitöltjük. Ragasztás szempontjából előnyös kisebb méretű lemezeket választani.

A ragasztót egyenletes vastagságú rétegben hordjuk fel, és a lefektetett szigetelő lemezeket megfelelő nyomással az aljzatra préseljük. A ragasztáshoz forrón vagy hidegen kötő ragasztókat alkalmazhatunk. A forrón kötők előnyben részesülnek, mert gyorsabban kötnek. A hidegen kötők kötési ideje hosszabb, azonban munka közben nem igényelnek melegítést.

Ragasztásnál arra kell ügyelni, hogy a felragasztott lemezeket ne piszkoljuk el. Célszerű ezért a lerakott felületet olyan lemezekkel letakarítani, amelyek ragasztásra elő vannak készítve és a későbbi alsó oldaluk felfelé néz. Az aljzat fenti módon való előkészítése és az esetleges szennyeződések eltávolítása után 30—40 perc múlva elkezdhetjük a tulajdonképpeni padlóborító-lemez lefektetését. Borítóanyagként tetszőleges hosszúságú, vagy pedig fix méretre vágott négyzetes és téglalap alakú extra kemény lemezeket használunk.

A borítólemezeket leginkább teljes lemezméretben rakják le, hogy a padlón lehetőleg kevés fuga keletkezzék és a lemez méret előnyösen kihasználható legyen. Lerakás előtt a farostlemezeket vastagságra és minőségre át kell vizsgálni, mert a felragasztott lemez későbbi kicserélése nehéz, időtrábló munka, és legtöbb esetben a kész padlófelület elpiszkolódását eredményezi. Lerakás után mindegyik lemezt kb. 100 kp súlyú kézi fémhengerrel az aljzatra préseljük. A fugákból kinyomódott ragasztót tiszta ronggyal azonnal el kell távolítani.

Néhány országban pl. a Szovjetunióban kazeines cementet használnak a padlóburkolat ragasztására. Ez a kötőanyag poralakú kazeinből, 350-es portland-cementből és vízből tevődik össze 1 : 0,70 : 2,20 arányban. Az alapanyagokat ilyen arányban összekeverve vízálló és tartós kötőanyagot nyernek, amelynek kötési ideje jóval hosszabb, mint a műgyantaragasztóké vagy a szintetikus kaucsuké. A kazeines cementet a lemezek baloldalára hordják fel. A lemezeket 5 percen keresztül állni hagyják, majd utána az aljzatra fektetik. A felületet kézi hengerrel ráhengerlik és mintegy 100 kp/m² súllyal egyenletesen megterhelik. A padlólemez 24 órán keresztül terhelés alatt maradnak.

Kemény farostlemezpadló ragasztásához nem ajánlatos bitumenes ragasztókat használni, mert a fugából könnyen kinyomódnak és a padló elpiszkolódik. Az ilyen padló azután nehezen tisztítható és napfény vagy fűtőtestek hatására felmelegszik és a ragasztó kifolyik a fugákból.

Födémszigetelések

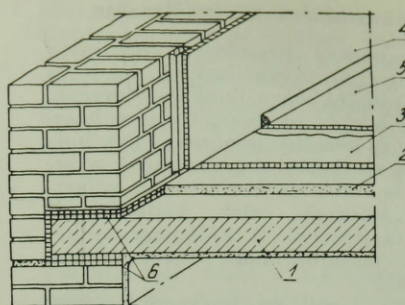
A szigetelő farostlemezeket elterjedten alkalmazzák földem hang- és hőszigetelésére. Közbulső földemeknél a szigetelő farostlemez elsősorban hangszigetelésre szolgálnak, pinceföldemeknél, fedélszékeknél pedig hőszigetelésre.

Az a kérdés, hogy a farostlemezeket hogyan kell felerősíteni, a földem típusától függ. Sík és sima beton-aljzaton legegyszerűbb eljárás a ragasztás. Az alsó földmés szigetelések a farostlemez a földembe betonozott falapocskákhoz (tiplikhez) erősíthetők. A földem szigetelésének részleteit a 11. ábra szemlélteti.

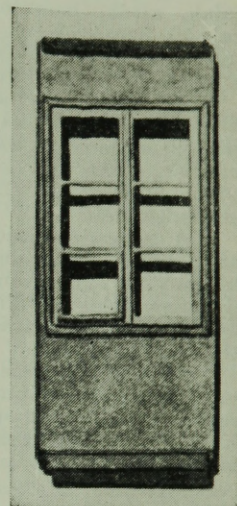
Barakkok és szétszedhető épületek

Ezek az épületek rendszerint átmeneti használatra készülnek. Szerkezeti elemeik szigetelő, kemény és extra kemény lemezekből állíthatók elő. Ilyen elemek a következők: külső falelem, külső fal ajtóval vagy ablakokkal, belső falelem, belső fal ajtóval, tető-, földem-, padlóelem, kötőelemek.

Külső falelemet ablakkal mutat a 12. ábra. A hordozómag bordás fakeret, mely szigetelő farostlemezekkel van lemezelve. Külső falelemnél a szigetelő farostlemez kemény farostlemez védi legalább 1,5 m magasságig. Ha az elemekből összerakott épület hosszabb használati időtartamra készül, kívülről nem kemény lemezt, hanem meszes cementvakolatot viszünk. Mint ahogy a külső elemek nedvességi behatásának vannak



11. ábra. Földem hangszigetelése
1, vasbetonföldem, 2 kiegyenlítő réteg, 2 cm vastag, 3 szigetelő farostlemez (padlószigetelés), 4 szigetelő farostlemez (falszigetelés), 5 kemény farostlemez (padlóborítás), bitumenes ragasztóval ragasztva, 6 impregnált szigetelő farostlemez (nedvesség- és hőszigetelés)



12. ábra. Külső falelem ablakkal

kitéve, a farostlemezeket impregnálni, gombok és rovarkártevők ellen védeni kell.

A tetőelemek szerkezetének az épület szerkezetéhez kell igazodnia. A tetőelemek üveg- vagy salakgyapattal kitöltött és kemény lemezekkel keretszerkezetekből állhatnak. Padlóelemeknél a hőszigetelésen kívül kátránypapír-szigetelést is kell alkalmazni nedvesedés ellen. A padlóborítás kemény lemezekből készülhet.

A farostlemezekkel lemezelt falelemek hőszigetelése elvileg nem rosszabb, mint a más szerkezeti megoldásoké. Fűthető barakkokban a farostlemezekkel szigetelt helyiségek nem igényelnek utólagos hőszigetelést. A külső falak utólag — ha ez szükséges — salakgyapattal vagy más könnyű anyaggal szigetelhetők.

Ajtók

Ajtókkal szemben alapvető követelmény a lég-szigetelés. A válaszfalban levő belső ajtók hangszigetelőképesége ugyanolyan, mint a válaszfalé, 30—35 dB, lépcsőházi ajtók és külső ajtók hangszigetelése pedig 55 dB.

Szigetelő és kemény farostlemezekkel ezek az értékek minden esetben elérhetők. A lépcsőházi és külső ajtóknak azonban nemcsak hangszigetelést, hanem kielégítő hőszigetelőképeséget is kell mutatnia. A falba épített ajtó hővezetési tényezője a fal értékének megfelelő, azaz két téglasoros falra 1,16, másfél téglasorosra pedig 1,45. A szigetelő farostlemezrel szigetelt ajtó tehát kellő hőszigetelést biztosít.

A farostlemezek mind a lemezelt, mind a betétes ajtókhoz felhasználhatók. Lemezelésre 4—5 mm vastag kemény farostlemezeket használunk, a betétek 2 db 4 mm-es lemez összeragasztásával készülnek. Emellett szigetelő farostlemezről is készíthetünk ajtóbetéteket, a szigetelő lemezeknek 4 mm-es kemény farostlemezrel való kétoldali lemezelésével. E betétnek az az előnye, hogy jó hangszigetelést biztosít.

Belső ajtók lemezelt és betétes kivitelben készülnek. A farostlemez faléc, furnircsik, farostlemez, forgácslap stb. belső bordázott ajtókeretekre egyaránt felragaszthatók. Az ilyen ajtólapok anyagtakarékos, kiegyenlített belső feszültségű, könnyű szerkezetek. Tartósságuk és szilárdságuk elsősorban az ajtókeret faanyagától, a belső bordázat helyes elkészítésétől és a farostlemez szakszerű felragasztásától függ. A keretleceknek a zárak beépítése céljából kellő vastagságúnak kell lenni.

Betétes ajtóknál a betétek rögzítésének legmegbízhatóbb módja az árokcsapos és falcos megoldás. Ez a megoldás a keret merevítése mellett a lemezek éleit is védi.

Üvegezések mindkét ajtószerkezetenél alkalmazhatók. A kész ajtó lakkozható, vagy olajfestékekkel mázolható.

Falborítások

Kemény és extra kemény farostlemezeket falak borítására is használhatunk olyan helyiségekben, ahol a fal elpiszkolódásnak vagy sérülésnek van kitéve. A falborítással azonban hőszigetelés vagy meghatározott térhatás kialakítása is célkitűzés lehet.

A falak borítását lehetőség szerint nagyméretű lemezekkel kell végezni, tehát a teljes lemezszélesség és hossz kihasználásával. Födémek ragasztással való borításakor azonban 1,5 m²-nél nagyobb lemezeket nem célszerű alkalmazni. Ha a lemezeket szegezéssel erősítjük fel, a lemez méret nem játszik szerepet.

A farostlemezeket csak akkor szabad az aljzatra felerősíteni, ha már az összes előmunkálatok el vannak végezve. A nyers építési munkák, beleértve az ablakok üvegezését, és az összes tetőfedési és bádogos munkákat, elkészültek. A vízvezetékcsatlakozás, központi fűtés, gáz, elektromos szerelések stb., valamint a csatornázás készen áll és le van vizsgálva.

Ezen kívül még a következő munkákat kell elvégezni: elektromos szerelvények, dugaszolók, kapcsolók helyeit ki kell vésni, vagy pontosan megjelölni, be kell fejezni a helyi asztalosmunkákat, a kémény és szellőző vezetékek vizsgálatát el kell végezni, és a helyiséget kitakarítani a törmeléktől. Gondoskodni kell továbbá arról, hogy a helyiségben legalább +5 °C hőmérséklet, max. 70% rel. légnedvesség legyen, és a falnedvesség ne haladja meg a 80%-ot. Télen a farostlemezrel borítandó helyiségeket fűteni kell.

A farostlemezeket általában lécrácsra erősítjük fel, de a vakolt falra ragasztással is felerősíthetők. A lemezek falfelőli oldalát ilyen esetekben gombaölőszerekkel kell impregnálni.

Ragasztással való felerősítés esetén az aljzatnak boltozat- és horpadásmentesnek kell lenni, nem tartalmazhat egyenetlenségeket. Az aljzat gondos előkészítésére nagy figyelmet kell fordítani, mert az ebből eredő hibákat utólag már igen nehéz kijavítani. Legtöbb esetben a lemezeket le kell szedni, és az aljzatot rendbehozni. A leszedett lemezek pedig az újabb felhasználásra rendszerint alkalmatlanná válnak.

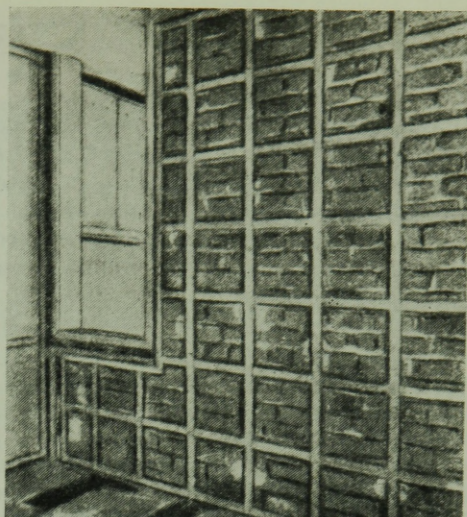
Ha a lemezek a faltól meghatározott távolságra helyezkednek el, falécekből vagy farostlemez-csíkokból álló vázra szereljük őket (13. ábra). Szereléskor figyelmet kell fordítani arra, hogy a lécek vagy a lemezcsíkok síkban fektüdjenek. A lécrács 3×5 cm méretű léceit cement- vagy gipszhabarcsba rakott fatiplikhez csavarozzuk vagy szegezzük.

A falakhoz hasonlóan födémeken is elkészíthető a lécrács. Beton- és vasbetonfödémeknél a lécrácsot betonozott fatiplikhez erősítjük.

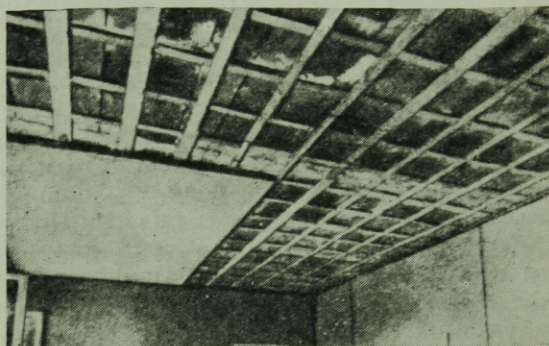
Falécekből álló váz helyett szigetelő farostlemezek hulladékdarabjaiból kivágott csíkokat is felragaszthatunk, megfelelő ragasztókkal (14. ábra). A farostlemezcsíkok előnye az, hogy fát takaríthatunk meg és a csíkok könnyebben felerősíthetők, mint a lécek. A ragasztás legegyszerűbben úgy történik, hogy a kb. 10 cm széles és 120 cm hosszú farostlemezcsíkokat egy réteg stukatorgipszre rakjuk, majd 10 cm széles léccel az aljzathoz szorítjuk. A farostlemez felerősítése és a lemezfelület végső kezelése az általános irányelvekben ismertetettek szerint történik.

Összefoglalás

A közlemény ismerteti az építőipari felhasználásra alkalmas farostlemez szerkezetét, típusait, fontosabb tulajdonságait és azokat a feldolgozási irányelveket, amelyek az építőipari felhasználást alapvetően befolyásolják, illetve meghatározzák. Tárgyalja az építőipari alkalmazások lehetőségeit, műszaki és alkalmazástechnikai kérdéseit.



13. ábra. Lécrács falon



14. ábra. Szigetelő farostlemezcsíkok födémre ragasztva

A farostlemezek műszaki és gazdasági előnyeik folytán ma már a legértékesebb építőanyagokhoz tartoznak. Ezek az anyagok, amelyekben a fa eredeti szerkezetét átalakítottuk és homogenizáltuk, a modern építőipar követelményeinek jobban megfelelnek, mint a fa. Építőipari alkalmazás szempontjából nagy előny a lemezek egységes minősége és homogén szerkezete, a lemezcsík tetszőleges irányban való egyenletes terhelhetőség és megmunkálhatóság, továbbá a kis térfogat- és felületsúly, nagy rugalmasság és jó ragaszthatóság. A lemezek ragasztással, szegezéssel és csavarozással felerősíthetők, illetve rögzíthetők, nedvességi behatás, gombásodás és tűz ellen ugyanazokkal az anyagokkal megvédhetők, mint a fa. Enyves, olajos és különféle egyéb falra vagy vakolatra alkalmazható festékekkel festhetők; ezenkívül vakolhatók és tapétázhatók. A félkemény és kemény lemezek olaj-, nitrocellulóz-, termézetes- és műgyantabázisú lakkokkal, festékekkel felületkezelhetők.

Farostlemez alkalmazásával kellő szilárdságú és tartósságú szerkezetek, nagyfelületű borítások készíthetők. Alkalmasak hő- és hangszigetelésre, ezáltal építési hiányanyagok, különösen fa, tégl, cement, enyvezett-lemez, parafa és egyéb drága külföldről behozott szigetelő anyagok, műanyagok megtakarítása válik lehetővé. Csökkenthető az épületek és a szállított építőanyag mennyiség súlya, ezáltal anyag- és költségmegtakarítás jelentkezik, és meggyorsul a kivitelezés. A farostlemezeket megfelelő szerkezeti és formai kialakításokkal szakszerűen feldolgozva, az építőiparban felhasznált faanyag félkésztermékek (fűrészáru, parkett-friz, enyvezett-lemez stb.) részben vagy egészen farostlemezrel helyettesíthetők, vagyis közvetve a népgazdasági faimport kisebb-nagyobb mértékű csökkentése válik lehetővé.

Vasbeton épületek rezgésszámításának megbízhatósága

DR. KOLLÁR LAJOS

A következőkben néhány megépült vasbeton szerkezetű épület mért és számított sajátrezgésszámát hasonlítjuk össze, elemezzük az eltérések okait és következtetéseket vonunk le a saját-frekvencia számításának megbízhatóságáról. A vizsgált sajátrezgés az egész épület vízszintes rezgése; aránylag alacsony: max 300/perc frekvenciával. A levonandó következtetések is csak ehhez hasonló rezgésekre vonatkoznak.

Az épületek sajátfrekvenciáit Lengyel Jenő okl. mérnök (Mélyépterv) mérte meg¹. A mérési eredményeket tőle vettük át.

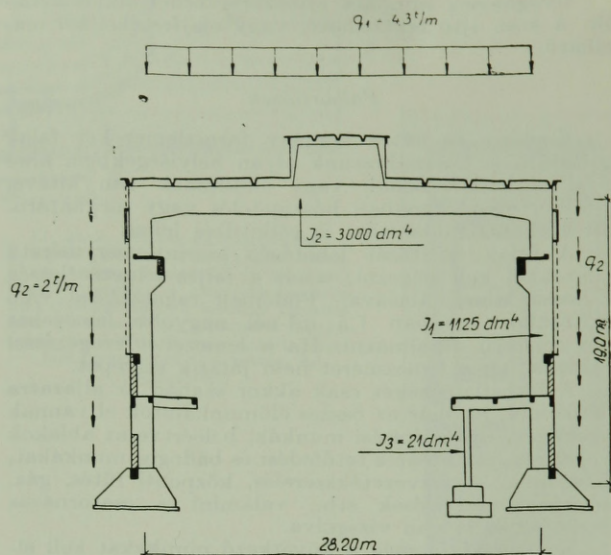
Az első épület egyhajós kompresszor csarnok. Egyik végén dilatációval csatlakozik egy régebben megépült kéthajós csarnokrészhez, másik végén pedig téglából készült vasbetonvázas végfala van. A főtartó-keretek előregyártva készültek, de úgy vannak összekapcsolva, hogy végleges állapotukban monolit módon működnek (1. ábra).

A kerethez csatlakozó pódium nem befolyásolja érezhetően a keret rezgési viszonyait. Egyrészt a pódium oszlopai sokkal gyengébbek a keretoszlopoknál és csak a keretoszlopok aljával vannak összekötve, ahol amúgy sem merevítene sokat. Másrészt igaz ugyan, hogy a pódium vízszintes monolit lemeze összeköti valamennyi keretet, de ezzel nem merevíti őket, csak biztosítja, hogy egyszerre lengjenek. Erre azonban a tetőfödém amúgy is kényszeríti őket. Így a számításban elhanyagoltuk a pódium hatását.

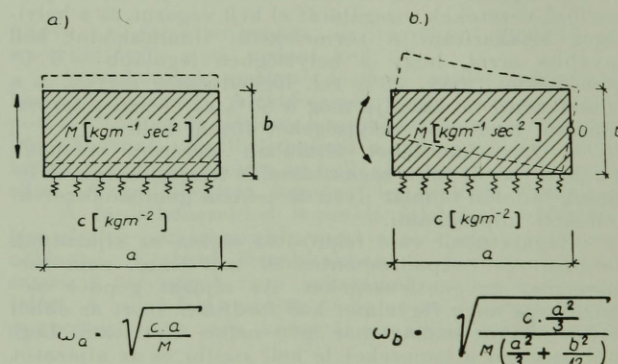
A kereteket alul mereven befogottnak feltételeztük. A dinamikus rugalmassági modulust a B. 280-as betonminőségnek megfelelően 425 t/cm^2 -re vettük (MSZ 15009). A rudakat homogén beton keresztmetszetűeknek vettük, a vasbetétek figyelmen kívül hagyásával.

A végfal figyelmen kívül hagyásával az épület keresztirányú sajátrezgésszáma számításál 87,5/perc-re adódott. A mérés eredménye viszont 141/perc volt, azaz 61%-kal több. Ez az eltérés nem származhat a statikai modell téves felvételéből, mert az ebben esetleg elkövetett hibák legfeljebb növelhették a számított sajátrezgésszámot. Így pl. ha a számításban alul nem mereven befogottnak vennénk a keretet, hanem a valóságnak megfelelően rugalmasan befogottnak, akkor a sajátrezgésszám még kisebbre adódnék.

Megvizsgáltuk, hogy a végfal merevítő hatása nem magyarázza-e a lényegesen nagyobb mérési eredményt. A 2. ábrán feltüntettük az épület idealizált alaprajzát. A tetősíkot végtelen merevnek vesszük, s ide redukáljuk az épület összes tehetetlen tömegét. A keresztirányú merevséget képviselő kereteket keresztirányú rugókkal helyettesítjük, s ezeket az egyszerűség kedvéért egyenletesen osztjuk el az épület hossza mentén. A hosszirányú merevítéseket egyelőre figyelmen kívül hagyjuk, és kiszámítjuk a keresztirányú sajátrezgés frekvenciáját, először végfal nélkül (2a



1 ábra



2 ábra

ábra), utána pedig egy végfallyal, azaz — mivel a végfal nem gátolja a vízszintes síkú elcsavarádást — egyszerűen rögzítve az épület végkeresztmetszetének középső θ pontját (2b ábra). A várakozással ellentétben a végfallyal merevített épület sajátrezgésszáma kisebb lesz a merevítetlenénél. Ennek fizikai magyarázata az, hogy mivel az épületet forgómozgásra kényszerítettük, a tehetetlenségét kifejező inercianyomaték nagyobb, mint az a) eset transzlációs mozgása esetén, viszont a rugók merevsége nem nőtt. Természetesen, ha figyelembe vesszük az épület hosszirányú merevítéseit, akkor a végfalas épület sajátrezgésszáma elérheti a végfalnélküli épületét, sőt esetleg valamivel nagyobb is lehet nála.

Ebből a közelítő vizsgálatból is látszik azonban, hogy a jelen esetben tapasztalt nagy, 61%-os sajátrezgésszám-növekedést legfeljebb részben okozhatta a végfal merevítő hatása a hossz-merevítésekkel együtt. A számított és a mért sajátfrekvencia eltérésére tehát az a magyarázat marad, hogy a szerkezet betonminősége jobb volt az előírtnál, és esetleg a vasbetétek szerepe sem elhanyagolható.

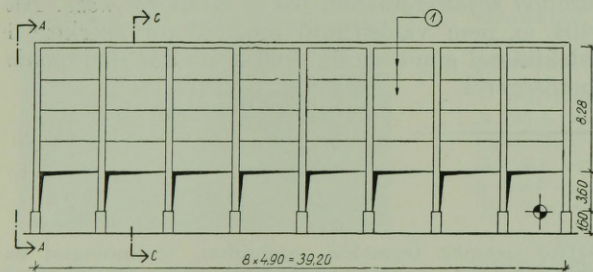
¹ Magyar Építőipar 1959. 503—6. old. és 1962. 167—9. old.

Vizsgálatunk hátralevő része nyolc *hűtőházra* vonatkozik, melyek nem egyidőben épültek ugyan, de szerkezetük teljesen azonos. A 3. ábrán vázlatosan feltüntettük egy hűtőház statikai vázát. A házak előregyártott elemekből vannak összeállítva, az oszlopokat falpanelek merevítik. A falpanelek az oszlopokhoz és egymáshoz csavarkötéssel kapcsolódnak, a csavarlyukak és a fugák habarccsal vannak kiöntve. A két középső oszlopszort keresztirányban monolit merevítő lemezek kötik össze. Az 1. és 2. jelű házat eredetileg földszinti hosszmerítő fal nélkül építették, majd az itt tapasztalt rezgésjelenségek miatt valamennyi házba monolit vb. falat építettek be a két középső oszlopszorba, hosszanti irányban. A ház monolit tetőfödeme mereven összefogja az egész épületet.

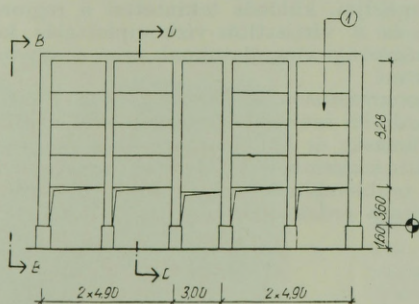
A mért és a számított sajátrezgésszámokat a következő táblázatban hasonlítjuk össze:

Ház jele	Mért sajátrezgésszám percenként		
	kereszt-irányban	hosszirányban	
		fsz. mer. előtt	lemez beép. után
1		153	
2	237,5	158	
3	180 ; 185		
4	195		229
5	196		230
6	185		209
7	200		190
8	181 ; 197		175 ; 200
Számított saját-rezgésszám	182—204	153—169	282—312

B-B



A-A



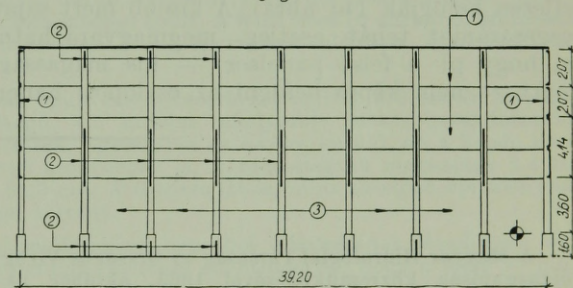
A 3. jelű ház első mérése alkalmával a középső két oszlopszor közti keresztirányú monolit merevítő lemez nem volt hozzátűskézve az oszlopokhoz, a második mérésakor azonban már igen. A 8. jelű ház első kereszt- és hosszirányú mérésétől a második mérésig 6 hónap telt el, de közben nem változtatták meg a ház szerkezetét.

A sajátrezgésszámok számítása során feltételeztük, hogy az előregyártott falpanelek mereven kapcsolódnak az oszlopokhoz. A házak statikai váza így egyszerű és jól számítható volt. Minthogy a hűtőházak teljes terhe bizonyos határok között ingadozhat, alsó és felső korlátot számítottunk a sajátrezgésszámokra. Az alsó korlátot a biztonsági tényezőkkel felszorozott teljes terhelés alapján számítottuk, a felső korlátot pedig úgy határoztuk meg, hogy az előbb említett teljes felszorozott terhelést 0,9/1,1-del szoroztuk. Mivel a ház terhelése döntő részben a saját súlyából áll, amelynek biztonsági tényezője 1,1, ily módon voltaképpen az épület saját súlyának +10%-os ingadozását vettük figyelembe. A terv szerint B 200 minőségű vasbetonszerkezet dinamikus rugalmassági modulusát 365 t/cm^2 -nek vettük (MSZ 15009).

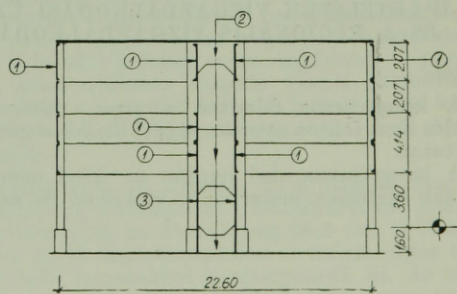
A mért és a számított értékek összehasonlításból láthatjuk, hogy igen jól egyezik a házak keresztirányú, valamint a földszinti merevítő lemez beépítése előtti állapot hosszirányú sajátrezgésszáma. Kivétel a 2. jelű ház keresztirányú saját rezgésszáma: ez a mérés alapján 16%-kal *nagyobbnak* adódik a számítottnál. A földszinti merevítő lemez beépítése utáni állapot hosszirányú sajátrezgésszáma pedig 19—38%-kal *kisebbre* adódott a számítottnál.

A számítás elhanyagolásainak ellenőrzésére megvizsgáltuk az oszlopokban működő nyomóerő,

U-D



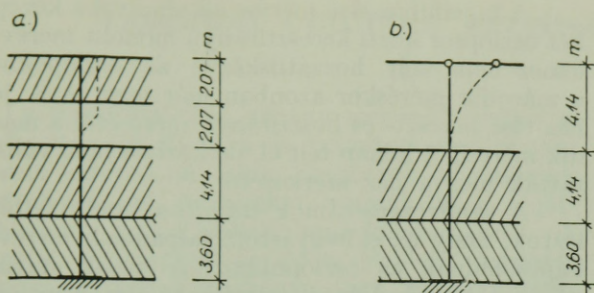
C-C



3 ábra

Jelmagyarázat:

- 1 = előregyártott falpanelek
- 2 = keresztirányú monolit merevítő lemezek
- 3 = utólag beépített monolit hosszirányú merevítő lemez
- = a befogás számításba vett síkja, a köpenyezett oszlopszakaszk felett



4 ábra

valamint a nyírási alakváltozás hatását a saját-rezgésszámmra. Ezek csak kb. 3%-kal csökkentik a saját-rezgésszámot. A medencében levő, alsó köpenyezett oszlopszakaszt a számítás során végtelen merevnek vettük; a valódi merevség figyelembevétele pl. hosszirányban max 15%-kal kisebbíti a saját-rezgésszámot. Ezek a hatások számottevőek lennének. Minthogy azonban ezeknek a hatásoknak az elhanyagolásával igen pontosan kaptuk meg a legtöbb keresztirányú, valamint a merevítőlemez nélküli állapot hosszirányú saját-rezgésszámát, nyilván nem ilyen feltevésbeli hibák, vagy a beton rugalmassági modulusának téves felvétele okozta a mért és a számított értékek eltérését.

Minthogy a hosszirányú merevítőlemez beépítése utáni állapotban tért el a legjobban a mért saját-rezgésszám a számítottól, ezért részletesen megvizsgáltuk: nincs-e olyan hiba a feltevésekben, ami csak ezt a rezgésszámot változtatta volna meg.

A hosszirányú merevítőlemez beépítésének az a hatása, hogy megnöveli a középső két oszlop-sor eddig igen kis merevségét. A számítás során feltételeztük, hogy ezeket az oszlopokat a panelek teljesen befogják (4a ábra). A kisebb mért saját-rezgésszámot tehát esetleg megmagyarázhatná az, hogy pl. a felső panelsor — kis magassága miatt — nem képes befogni az oszlopot, hanem

az oszlop statikai váza a 4b ábra szerint alakul. A számított saját-rezgésszám így 170—189/perc-re adódna.

Ennek azonban ellene mond egyrészt az, hogy a tetőfödém monolit gerendája mindenképpen befogja bizonyos mértékig az oszlopot. Másrészt pedig: ha a felső panelsor valóban nem fogná be az oszlopokat, akkor az alsó merevítőlemez nélküli esetben sem fogta volna be, és ez a rezgés-szám is lecsökkenne 121—134/perc-re. Ebben az esetben azonban úgy kaptunk jó egyezést a mért és a számított saját-rezgésszámok között, hogy az oszlopokat a panelekba mereven befogottak vettük. Tehát el kell ejtenünk azt a feltevést, hogy a felső panelek nem fogják be az oszlopokat.

Hasonlóan bizonytalan, előre számításba nem vehető tényezők okozzák a 2. jelű ház kiugróan magas keresztirányú saját-rezgésszámát, valamint a 8. jelű ház két mérési eredménye közti eltérést.

Az elmondottakból azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a vasbeton szerkezetű épületek sajátfrekvenciájának számítása még statikai és rezgéstani szempontból tiszta szerkezet esetén is meglehetősen megbízhatatlan. Nemcsak az anyag-minőség (a rugalmassági modulus) bizonytalan, hanem az előregyártott elemek kapcsolata is, sőt ezenkívül vannak még más körülmények, amelyeket ugyan nem tudunk pontosan felderíteni, de azt eredményezik, hogy a valódi sajátfrekvencia eltér a számítottól.

A mért saját-rezgésszámok max +61, ill. — 38%-kal tértek el a számítottól. Véleményünk szerint tehát a rezonancia biztonságos elkerüléséhez nem elegendő a szabályzatok által előírt +20%-os számítás szerinti elhangolás, hanem arra kell törekednünk, hogy a gerjesztő frekvencia ne essék a számított saját-rezgésszám fele és kétszerese közé. Ha pedig ez nem valószínűsíthető meg, akkor szerkezeti kialakítással gondoskodni kell a későbbi elhangolás lehetőségéről.

A Magyar Hidrológiai Társaság az Országos Vízügyi Főigazgatóság közreműködésével 1963. október 14—15-én kétnapos kongresszust rendez Budapesten, a Technika Házában (Budapest, V., Szabadság tér 17.)

TELEPÜLÉSEK ÉS IPARTELEPEK VÍZGAZDÁLKODÁSI ÜZEMEI ÉS A REGIONÁLIS VÍZGAZDÁLKODÁS

címmel.

A kongresszus feladata a vizet, mint az ipari termelés igen fontos nyersanyagát, illetve segédanyagát bemutatni.

A kongresszus első napján az ipari üzemek vízellátását biztosító víztermelő, vízkezelő és szennyvíz-

tisztító üzemek termelési, technikai, technológiai és gazdaságossági problémáiról lesz szó. Hangsúllyal szerepel a víznek az ipari termelésben jelentkező gazdasági, minőségi meghatározó, illetve befolyásoló szerepe.

A második nap tárgya a lakosság vízellátásának korszerű módjai, különös tekintettel a regionális vízművekre és a víztisztítás-vízkomplettálás kérdésére. A gazdaságossági vizsgálatoknak ezen a napon is nagy szerepe van.

A kongresszuson a Társaság és a Főigazgatóság számos külföldi szakember részvételére számít.

A Társaság és a Főigazgatóság a magyar ipar és bányászat szakembereit elvárja a vízgazdálkodási üzemek problémáinak minél több oldalról történő megvilágítása érdekében.

A római IV. Nemzetközi Feszítettbeton Kongresszusról

EGYED FERENC

A feszítettbetonépítéssel foglalkozó szakemberek nemzetközi műszaki tudományos szervezete, a *Nemzetközi Feszítettbeton Egyesület* (F.I.P. Fédération Internationale de la Précontrainte) 4 évenként nemzetközi szintű kongresszusokat rendez a műszaki haladás összegezésére és az újdonságok ismertetésére. A megelőző, Amsterdamban tartott 1958. évi kongresszus után 1962-ben a kongresszus színhelye Róma és Nápoly volt.

A kongresszus súlyát, jelentőségét — véleményünk szerint — elsősorban óriási látogatottsága, széles kiterjedése húzza alá. A nagy nemzetközi kongresszusok sorában is kiemelkedett a résztvevők nagy létszáma. A kongresszuson öt földrész 41 országából mintegy 1100 küldött vett részt.

Magyarországot 13 fős küldöttség képviselte. Küldöttségünk a 78 kongresszusi referátumból 4 témát (résztémát) publikált (Szalay János, Litvai Tamás, dr. Garay Lajos, dr. Goschy Béla); Thoma József pedig vetített-képes hozzászólással egészítette ki a magyar anyagot. A kongresszus résztvevői között olyan nemzetközi szaktekintélyeket találhattunk, mint a dán *Christen Ostenfeld*, a francia *Guyon*, a német *Leonhardt*, *Andrä*, *Hünnebeck*, az olasz *Morandi* professzor, a szovjet *Davidov* és *Mihajlov* professzorok, a svájci *Roß*, a lengyel *Zalewski*, az angol *Abeles*.

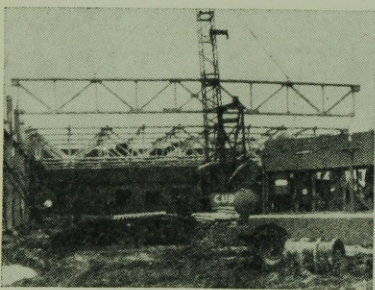
A kongresszus előadásainak témáit öt fő csoportba osztották. Az egyes témák részelőadásait generálreferens foglalta össze. Az egyes témákon belül 15—20 szerző rövid tanulmányban foglalkozott a résztémákkal. Így alakult ki a kongresszus előadási része. Ez a kongresszust megelőzően öt kötetben megjelent.

Az alábbiakban néhány országnak a feszítés terén elért fejlődéséről mutatunk be szemelvényeket. A vázlatos áttekintés célja nem az e téren elért műszaki fejlődés egészének érzékeltetése, hanem a különböző gazdasági körülmények, földrajzi adottságok szerint fejlődő országok jellemző példáinak bemutatása, bizonyos áttekintés a különböző, és jellemző fejlődési irányokról.

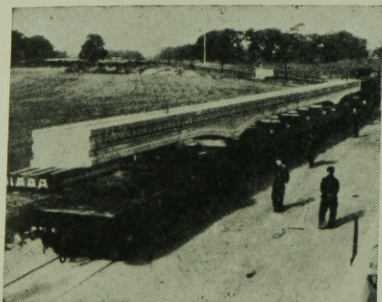
Elsősorban a magasépítési gyári sorozatgyártás kérdéseit vizsgáljuk. A felsorolás sorrendje nem jelent minőségi értékelést.



1. ábra. Csőhíd a Tees folyón. Eaglescliffe (Anglia)



2. ábra. Csarnoképület Huntingdon 5,5 × 4,3 m (Anglia)



3. ábra. Hídfőtartók szállítása. Chancellor Lane Bridge Manchester (Anglia)

Anglia

küldöttségének a Kongresszushoz beterjesztett jelentése a jól bevált, feszítésre alkalmas építési területek bővüléséről számol be. Némely esetben nyitott hornyokban vezetett kábeleket alkalmaznak, de a legtöbb utó-feszítő kábelt ma is zárt csatornában vezetnek. A nagyszilárdságú *bauvit-cement* alkalmazása teljesen általános.

Az 1. ábra egy 64 m feszítávolságú, vonórudas ívszerkezettel megoldott csőhidat mutat. A híd két darab 1000 mm $\varnothing$ cső hordására készült, beton-elemekből, helyszíni utófeszítéssel épült. A felső övet 10 darabból állították össze. A hídszerkezet elemeit a folyópartokon felépített úszóállványon gyártották le.

A *Huntingdon*-ban épült csarnokszerkezet építése a 2. ábrán látható. A 25,5 m feszítávolságú, 4,3 m-ként elhelyezett rácsos gerendatartók feszítettbetonból készültek, úgy szintén az ezekre kerülő, de a képen nem látható tömörszelvényű szelemenek is. A rácsostartók magassága 2,4 m, a felső öv szélessége 61,0 cm. A feszítés itt is, mint az előző építménynél $\varnothing 7$ mm-es kábelekkal történt.

A hídszerkezetek előfeszített betonból készítésének Angliában évtizedes hagyományai vannak. Érdekes ellentmondás, hogy a világ — műszaki szempontból is — egyik legkonzervatívabb országában *vasúti hidaknál* kiterjedten alkalmazzák a feszítettbetont.

A Magyarországon is ismert *P. W. Abeles* professzor és társai munkássága nyomán az angol vasutak nagy sorozatban és raktárra állították elő a monolit betonzással kialakított együttdolgozó gerendaszerkezeteket. Az angol vasutak e téren alapos vizsgálatokat végeztek, tapasztalataik kedvezőek. Ez a tény annál is inkább érdekes, mert Angliának — páratelt levegőjével és konzervatív, gőzvezetáson alapuló vasúti üzemével — emberi gondolkodás szerint szinte a legutolsó helynek kellett volna lennie, ahol a feszítettbetont vasúti hidak számára alkalmazzák. A 3. ábra a hídfőtartók szállítását mutatja.

Egy erőmű turbinaházánál 36,5 m nyílású, 2 m magas (tapadóbetétes feszített vasalással ellátott) tömörgerincű tetőfőtartókat használtak. A tartógerincek 22,8 cm vastagok, az övszélesség 68,0 cm, a főtartók súlya 51 tonna volt. A 7 mm $\varnothing$ -jú feszítőhuzalokat — habár teljes tapadásukkal számoltak — végüknél lemezekkel horgonyozták ki. Az előre-gyártás kivételes méreteivel és a biztonságra törekvés különleges furcsaságával vitázni lehet. Mégis külön kiemeljük ezt a szerkezeti megoldást, mert arra jellemző, hogy a feszített szerkezetek jóságába vetett hit milyen mély gyökereket eresztett már az angol műszaki köztudatban. Szinte a fordítottja látszik itt a hazai szerkezetmegválasztási metodikának.

Alapozási célokra, különösen tengeri kikötők, rakpartok és mólók részére kiterjedten alkalmazzák a feszítettbeton cölöpöket (4. ábra). A feszített cölöp alkalmazása primér gazdasági indokkal nem magyarázható.

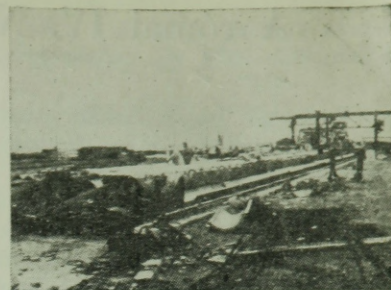
A kapitalista beruházók anyagi erőforrásokra — az ismert okoknál fogva — különlegesen érzékeny reagálása ebben az esetben sem tompult el. A feszített cölöp alkalmazása indokolható: a tengervízzel szemben jobban ellenáll és így az egész szerkezet magasabb értékű.

Érdekességként említjük meg, hogy különlegesen nagy hosszúságú kábelüregek kábelbehúzás előtti kitisztítására Angliában sikerrel alkalmazták a forgóvágókkal felszerelt légnyomásos csőtisztító berendezést.

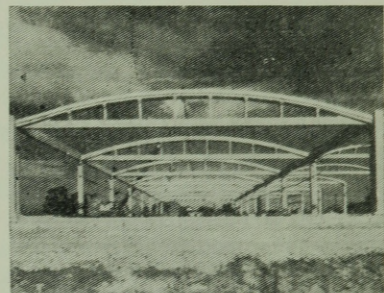
Mind a cölöpök, mind más feszített termékek előállítására általában feszítőpadot használnak.

Fulham városban egy tudományos kutató és irodaépületben 12—18 m-ig változó nyílásokat alkalmaztak, itt a födémgerendák magassága 54 centiméter. Az építéshelyen berendezett 67 m hosszú feszítőpadon állították elő a födémgerendákat. Ipari épületnél is több helyen alkalmaztak feszítettbetont. Az 5. ábrán a lengyel típustartókhoz hasonló megoldású raktárcsarnok-szerkezetet mutatunk be.

A szabványosítás irányában határozott előrehaladás észlelhető. Sok vállalkozónak saját szabványosított elemei vannak, elsősorban cölöpök, hídgerendák és födémelemek. A vasút területén használatos gerendákat szabványosították (7,6—16,7 m fesztáv). Az utóbbi gerendák előregyártása az ország területén mintegy 50 helyre szétszórt kisebb gyártótelepeken történik.



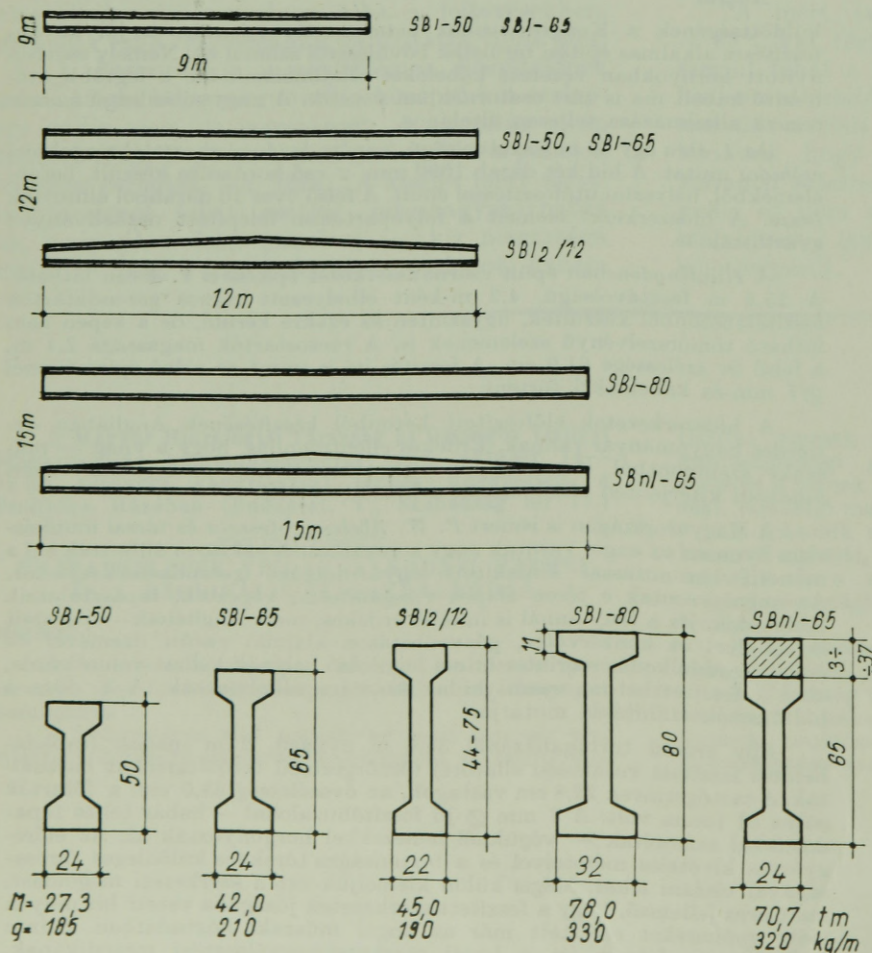
4. ábra. Cölöpgyártás hosszúpadon. Milford Haven (Anglia)



5. ábra. Raktárcsarnok. Barking (Anglia)

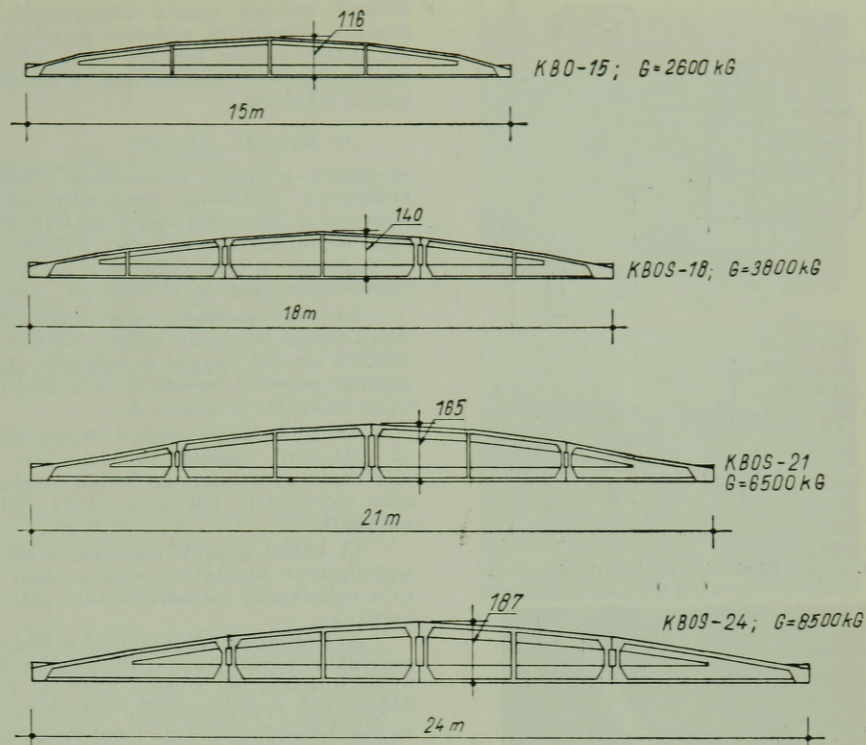
A Lengyel Népköztársaságban

elért eredmények hazánkban viszonylag jól ismertek. Zalewsky, Zielinsky mérnökök és mások színvonalas munkássága — nem utolsósorban az ottani ösztönző jellegű bérézési rendszer — nyomán a Lengyel Népköztársaságban előbb valósultak meg a nagy sorozatban előállított ipari típusszerkezetek, mint ahogy rendszerbefoglalásuk tudományos elméletén kiterjedten dolgoztak volna. A 6. ábra a 9, 12 és 15 m-es I. szelvényű feszített típus tetőfőtartókat ábrázolja. A 7. ábra a 15, 18, 21 és 24 m fesztávolságú, nálunk is ismert áttört tetőfőtartókat mutatja be. A tömörgerincű tartókat 2,5 mm $\varnothing$ -jú huzalokkal, tapadóbetétes kivitelben, gyárüzemben, hosszúpadon állítják elő. A 18 m és ennél nagyobb fesztávolságú gerendákat gyári előállítású szegmens darabokból, helyszíni



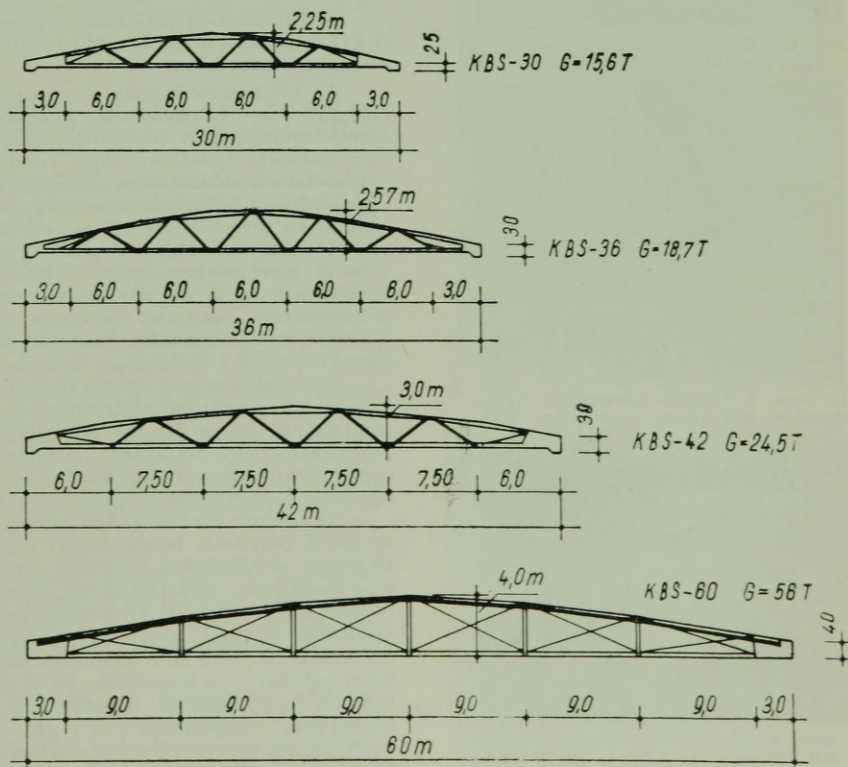
6. ábra. 9—15 m lengyel típustartók

7. ábra. 15—24 m lengyel típustartók

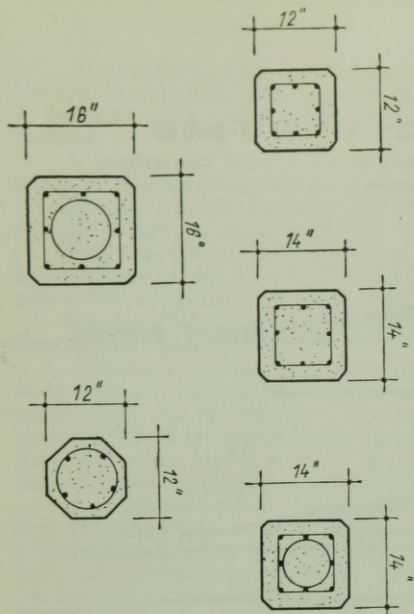


utófesztéssel szerelik össze. Itt jegyezzük meg, hogy a Lengyel Népköztársaságban megvalósították az ipari típuselemek komplex szerelési módszerét is. Az elemet előállító vállalat a kész termékeket a helyszínre szállítja és beemeléséről is saját maga gondoskodik. A Lengyel Népköztársaságban típus tetőgerendákkal építik az ipari épületek 60%-ának tetőszerkezetét. A 8. ábrán nagyfeszítávolságú tetőfőtartókat láthatunk.

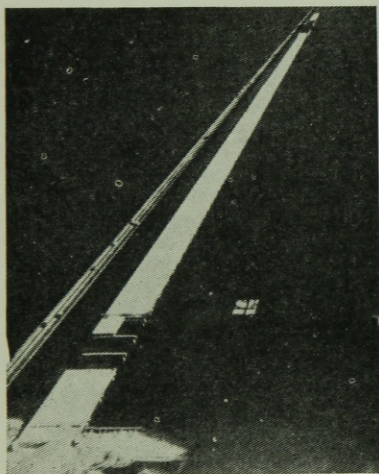
A feszítettbeton födémelemeket is gyakran alkalmazzák. Több egyedi megoldású feszített ipari csarnokszerkezetet mutattak be. A meg-



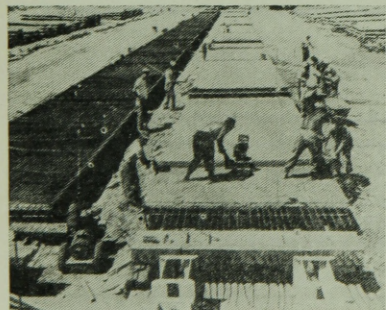
8. ábra. 30—60 m lengyel típustartók



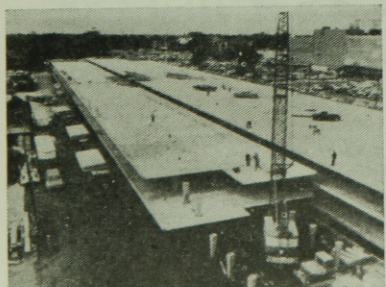
9. ábra. Szabványtervek tipizált cölöpökhöz (USA)



10. ábra. Pensacola-Bay híd. Hossza $3\frac{1}{2}$ mérföld (USA)



11. ábra. A Tierpark-garázsépület földem-elemeinek előgyártása hosszúpadon (USA)



12. ábra. 3 csuklós gombafödemes, garázsépület 600 gépkocsi részére. Építési idő 70 munka-óra (USA)

oldások néhány igazán nagyvonalú, merész koncepciójú ötletet tartalmaztak. Munkájuk egészére azonban az előregyártás rendkívüli módon felbontott jellege nyomja rá a bélyegét, az elaprózott és mindenáron anyagtakarékos megoldások a kongresszus résztvevői között is vitára adtak alkalmat.

Az Egyesült Államok

egyesített jelentése számunkra különleges tanulsággal bír. Az amerikai küldöttség tartalmas tanulmányban részletezte azokat az indokokat, amelyek az amerikai építőipar fejlődése során oda vezettek, hogy kapitalista körülmények, spontán fejlődési tendenciák érvényesülése nyomán — vagy éppen azok ellenére is — kiterjedten alkalmazzák az építőelemek szabványosítását és előállítását, nagysorozatban.

Az elmondottakat számadatokkal támasztjuk alá: Az Egyesült Államokban ma már több mint 200 előregyártott, előfeszített típuselemet előállító termelő nagyüzem működik. Az előfeszített beton bevezetett és állandóan erősödő versenytársa a többi építőanyagoknak. 9. A ábra amerikai típus-cölöptervet mutat be.

Az USA Kereskedelmi Minisztériumának 1959. évi szemléje szerint az előfeszítő üzemek évi átlagban 7200 személyt foglalkoztattak, az előállított gyártmányok értéke meghaladja a 100 millió dollárt. A helyszíni előregyártó telepeken kívül több mint 5000 betonelemgyártó üzem működik.

(A közölt adatokat értékelve azt is figyelembe kell vennünk, hogy a legfejlettebb kapitalista országokban a munkaerő költsége igen magas és ez a vállalkozót magasfokú automatizálás és gépésített bevezetésére kényszeríti.)

Az Egyesült Államokban a feszítés legelső és legkiterjedtebb alkalmazását a közúti hídépítésben találjuk meg. A 10. ábra a Pensacola-Bay hidat mutatja be. Hossza 5640 m. Egyedül 1960-ban 684 feszítettbeton híd építését engedélyezték. A fejlődésre jellemző, hogy ez a szám kétszerese az előző évben beépített mennyiségnek. Az utófeszített szerkezeteket még a hídépítésben is — éppen munkaigényességük miatt — kisebb mértékben alkalmazzák. Az előfeszített szerkezeteket előállító, típusfelszerelésű üzemek univerzális feszítőpadjai 90—150 m hosszúak. A 11. ábrán egy 600 gépkocsit tároló garázsépület elemgyártását látjuk, a 12. ábra az épület szerelését mutatja. (Tierpark-garázs.)

Az itt látható építmény összeszerelésének ideje: 70 munkaóra volt.

Az előfeszítőhuzal-átmérők 10—13 mm között változnak, tehát átmérőjük a nálunk használatos huzalnál lényegesen nagyobb. Ennek megfelelően felületük természetesen rovátkolt, vagy periodikussá alakított.

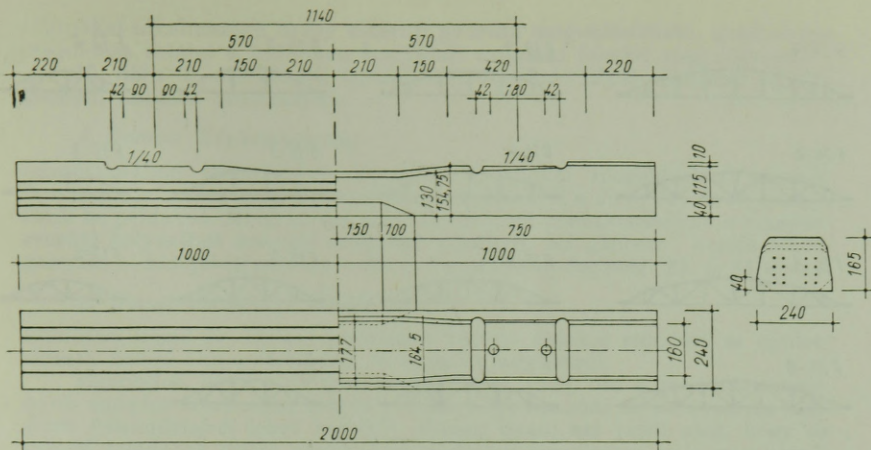
Az előfeszítő üzemek között a helyi természeti adottságoknak megfelelően gyakori az épületnélküli kivitel is. A korszerű osztályozó és betonkeverő berendezés, a hordozható szállítószalag, a nagyteljesítményű emelő és szállítóberendezés egyikben sem hiányzik.

A típuselemek szállítása közúton, különleges tehergépkocsin történik. A gyártóhelytől a felhasználó helyig, a szállítás átlagos távolsága 320 km-nél nem hosszabb.

Az 1959-es év bizonyos mértékig fordulópontot jelentett az üzemben előregyártott típuselemek gyártásában. Csaknem valamennyi gyár, amely eredetileg a hídépítéshez szükséges elemek előállításával kezdte meg üzemét, egészben vagy részben átalakította gyártó berendezéseit építőelemek előállítására. Nagyon sok új betonelemgyár létesült, kizárólag építőipari felhasználás céljára. A szabványos elemek legnagyobb részét földem- és tetőszerkezetekben alkalmazzák. A legnagyobb típus-épületszerkezeteket előállító cégek egyszintes épületektől kilenc emeletig terjedő ipari és kereskedelmi létesítményekig teljes épületszerkezeteket bocsátanak ki. A 13. ábra a Secaucus (New-Jersey) hűtőszekrénygyár előregyártott, feszített szerkezetét mutatja be. Legújabban az egyszerű T tartókat alkalmazzák. Magasságuk 1,2 m-ig változik és 18 m-ig terjedő feszítávolságok áthidalására szeltében-hosszában használatosak.

Elterjedt a lapos, üregek földem- és tetőelemek alkalmazása is. Kezdetben ezt az elemtípust szabványos hosszúságú feszítőpadokon, acél szaluzómintákban állították elő. Az alul-felül sík, üregek földemelemek üregeit papírossal vagy felfújható gumicsövekkel állítják elő. Ezt a módszert egyes üzemekben még mindig alkalmazzák és 10—30 cm magasságú lemezeket gyártanak.

Az üregek kialakítására készen kapható — szintén tipizált — papírszalagból készített, bennmaradó szaluzómintákat is gyártanak. Az üregek földemek előállítására újabbán a német Schaeffer eljárásban kifejlesztett csúszósablonos gyártásmódot fejlesztik ki. A feszítés itt 150 m hosszú feszítőpadon történik. Öt olyan gyár van üzemben, amely ezzel az utóbbi eljárással dolgozik, kapacitásuk egyenként mintegy évi 90 000 m². A feszítettbeton terjedésének melléktermékeként különböző feszítést kiegészítő ipari vállalatok is létesültek. Ezek előfeszítő pázsmák készítésével, szaluzóminták előállításával, feszítőpadok, érlelőberendezések, pasztifikátorok, vibrátorok, huzalállványok stb. forgalombahozatalával foglalkoznak, vagyis korszerű, gazdaságos módon állítják elő mindazt, amit mi „háziilag” kényyszerülünk jól-rosszul előállítani.



14. ábra. Szabványosított vasúti vb. alj (Japán)

A jelentés végül leszögezi, hogy a *feszítettbeton ipar* (mert itt tulajdonképpen egy új iparág építőiparon belüli kialakításáról van szó) terén további nagyarányú fejlődés várható.

Japán

A japán gyárak teljesítménye 1960. évben mintegy 110 000 m³ előfeszített beton volt. 50 gyár foglalkozik előregyártott elemek előállításával. Az egyedüli gyártási eljárás a hosszúpados technológia, 7 m-től 108 méterig terjedő feszítőpadokkal. Az előfeszítés céljaira általában 2,9 mm Ø-jű acélhuzalból sodrott pásmát használnak. Gerendákat, lemezeket, zsálpálcákat és vasúti betonpaljakat (14. ábra) gyártanak.

Jellemző a 15. ábra, ezen hosszúsínes felépítményt látunk vb aljakkal és feszített vb. vezetéktartó oszlopokkal.

A földemekhez és tetőföldemekhez kettős T szelvényű gerendákat állítanak elő. Érdekesség, hogy ezekben az elemekben az előfeszítő kábeleket felhajlítják és nem követik a klasszikus, egyenesvonalú kábelvezetést. Keresztmetszetük a 16. ábrán látható, a feszítőhuzal leggyakrabban 5 mm névleges átmérőjű, hengerbordákkal ellátott.

Az általában használt 28 napos hengerszilárdság 500 kg/cm². A leghosszabb — gyáruzenben előállított — hídlem 17 m hosszú volt, de a szokásos hossz nem lépi túl a 13 m-t. Véleményük szerint az ennél hosszabb gerendák szállítása már nem gazdaságos.

1960. évben mintegy 1 millió 300 ezer darab feszített vasúti aljat állítottak elő.

Csehszlovák Szocialista Köztársaság

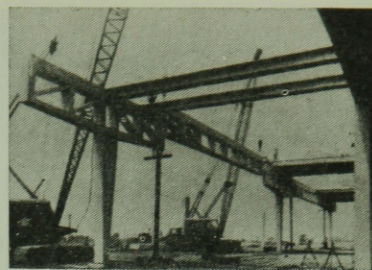
Az itt tapasztalható fejlődés a szocialista országok vonatkozásában különleges helyet foglal el. A csehszlovák referátum szó szerint az alábbi mondatot tartalmazza:

„A magasépítés terén még nem fejlődött ki az előfeszített betonelemek nagyarányú alkalmazása. Az eddig használt szerkezeteknél nincs szükség előfeszítésre és a normálvasalású vasbeton — amelynek kisebb az előállítási költsége, könnyebben is állítható elő — teljesen megfelelőnek bizonyul. Az előfeszített betonelemek előállításához szükséges gyártási berendezés sokkal drágább, mint a normál vasbetongyártáshoz szükséges felszerelés és a felvevőpiac bizonytalansága (?), valamint a tervezési irányelvekben történt gyakori változtatások (?), a vasbeton használatának kedveznek”.

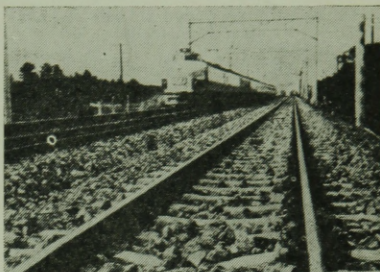
Csehszlovákiában a feszítettbeton-volumen nagyrésze utófeszítéses eljárással készült. A 4—30 m szabad nyílásig kiterjedő hidak számára szabványosított elemeket használnak és azokat tömeggyártással állítják elő. Az összefeszítés hossz- és keresztirányú. Az ipari tervezés területéről a nálunk is ismert 12×18 m pillérosztású, többcéli ipari épületvázlat mutatták be, melynek részletesebb ismertetésére a Csehszlovákiába e célból kiküldött delegáció hivatott. Néhány jellemző adatot azonban megemlítünk:

A tetőszerkezet fő alkotó elemei a 12 m fesztávolságú I. szelvényű főtartók, a 6 m-ként elhelyezett 18 m fesztávolságú rácos szelemenek és az ezekre kerülő 6 m-es bordás tetőelemek. A maximális emelési súly 10 tonna, az alaprajzi vetületre jutó fajlagos anyagfelhasználás 10,1 cm beton és 13,4 kg acél.

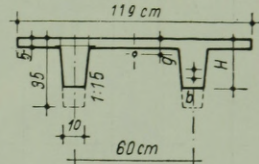
Csehszlovákiában kiterjedten használják — különösen lakóházépítések paneli részére — a felsévéveléses feszítési eljárást. Ezzel pl. négyoszög alaprajzú elemek esetében a sablon négy sarkában elhelyezett acéltüskék köré feszítik a feszítőhuzalokat, amelyeket elektrotermikus eljárással helyeznek feszültség alá.



13. ábra. Merchant's hűtőszekrénygyár Secaucus New Jersey (USA)

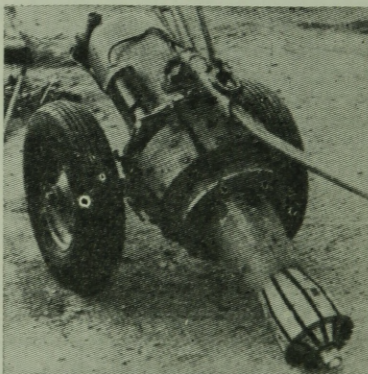


15. ábra. Hosszúsínes felépítménybe beépített feszített vb. aljak (Japán)

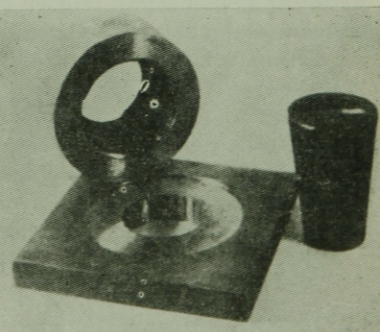


H (cm)	b (cm)	A (cm ²)	g (cm)	I (cm ⁴)
40	933	14 12	13,40	206470
35	10,00	1315	11,62	143330
30	10,87	1212	9,85	96290
25	11,33	1102	8,09	58440
20	12,00	985	6,38	31200

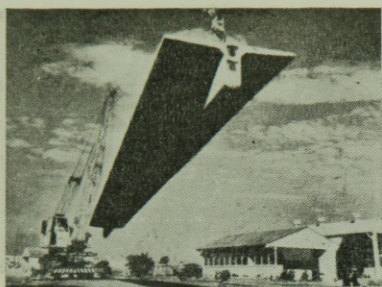
16. ábra. Szabványosított kettős T tetőelemek adatai (Japán)



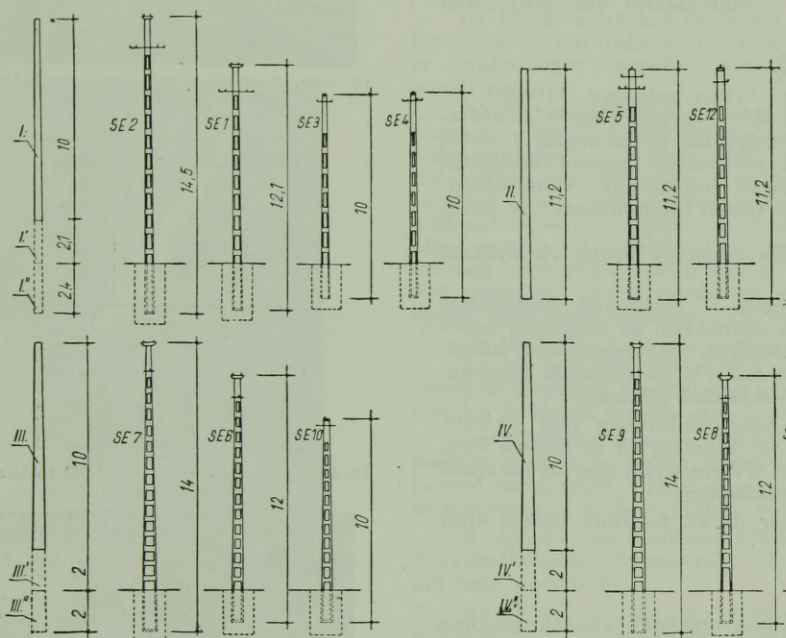
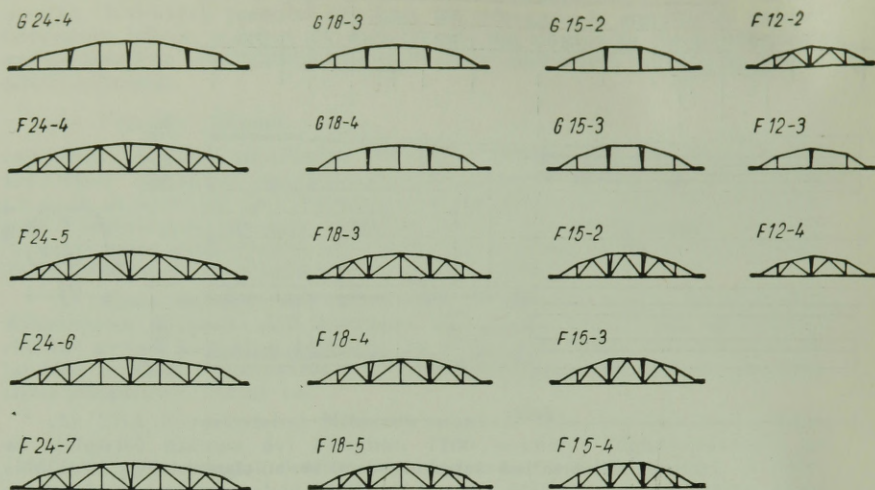
17. ábra. Csehszlovák sajtó 12Ø7 huzalhoz (Csehszlovákia)



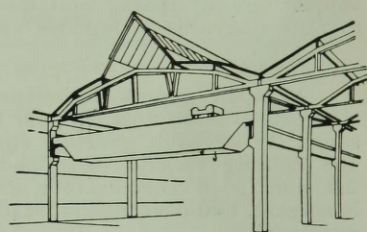
18. ábra. Lehorgonyzás 24Ø7 huzalhoz (Csehszlovákia)



19. ábra. T szelvényű tipizált csarnok-elem (Ausztrália)



21. ábra. Feszített távvezetékoszlop típusok (Románia)



20. ábra. Tipizált ipari épületekhez használt 18 m-es főtartótípus (Románia)

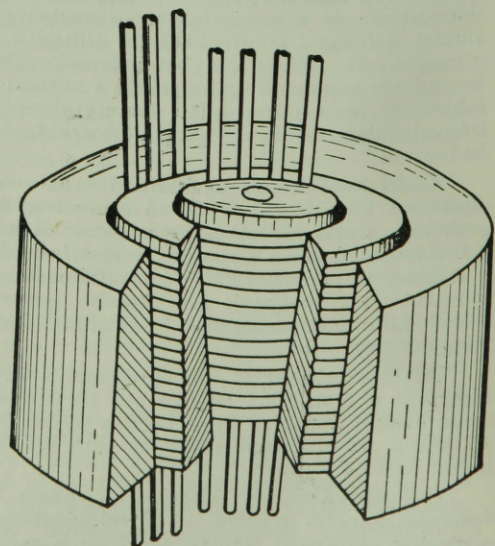
Ausztrália

Az ausztrál szakemberek arról panaszkodnak, hogy hazájukban az egyedi cégek jelentékeny mértékű belső szabványosításokat hajtottak végre az épületalkatrészek gyártása terén, de mindeddig nem áll rendelkezésre olyan épületelemgyártmány, amelyet egy-nél több gyártó cég is előállítana. Véleményük szerint a szabványosított gyártmányok minden gyártó cég általi előállítása a piac számára csak akkor lesz elérhető, ha a gyártó cégek szövetkeznek a gyártmányok általános előállítására és a szervezettebb áruértékesítésre.

Ausztráliában ez a nehézség fennáll az ipari, lakó- és hídépítési elemek vonatkozásában egyaránt. Ennek okául azt jelölik meg, hogy Ausztráliában az építkezés irányítása az egyes államok hatáskörébe tartozik és nincs országos hatóság az építési ügyek intézésére. (Nálunk van ilyen szerv, mégis sok nehézséget, köztük nem kevés szervezeti nehézséget kell majd leküzdeni.)

Az ausztrál referátumban egyébként figyelemre méltó egy univerzális feszítőpad leírása.

Ez 570 tonna feszítőerőt képes felvenni a feszítőpad szintje felett 50 cm magasságban. A lehorgonyzások környezetében fűrt



22. ábra. „Incerc”-lehorgonyzófej 36 Ø 5, ill. 36 Ø 7 huzal részére (Románia)

cölöpöket alkalmaztak és így sikerült gyorsan megvalósítható, gazdaságos megoldást találni a különben bonyolult műszaki feladat megoldására.

19. ábra T. szelvényű, tipizált csarnokelem képét mutatja, emelés közben, hatásos beállításban.

A Román Népköztársaság

referátumában ismertetésre kerültek a lengyel megoldáshoz hasonló és nálunk is ismert ipari típusszerkezetek. Ezekről a 20 és 21. ábrán mutatunk be példákat. Mind beton, mind feszítőacél vonatkozásában a magyarországi helyzethez hasonló adatokat közöltek. Az „Incere” kettős lehorganyzás — hidépítési célokra — 36 Ø 7 mm huzalt fog meg (22. és 23. ábra).

A Német Szövetségi Köztársaság

küldöttei közül R. Halász professzor tartott érdekes előadást az épület-elemek üzemi előregyártásáról és szabványosításáról.

Elmondta, hogy a nyugati országokban 1960. óta a gazdasági viszonyok annyira érezhetően megváltoztak, hogy ma már az előregyártás kifejezett fellendüléséről lehet beszélni. Ennek okául azt jelöli meg, hogy az építési feladatok gyors növekedése csaknem veszélyessé váló munkaerőhiányhoz vezetett.

A nyugati államokban kialakult egy abszolút munkaerőhiány (tehát a tanulatlan munkások hiánya is) és ez az építkezést az előregyártás módszereinek bevezetésére kényszeríti. Nem óhajtván vitázni Halász professzor közgazdasági nézeteivel, röviden mégis utalnunk kell a hullámzó mértékben, de állandóan meglévő munkanélküliségre, ami az előző állításokkal szöges ellentétben látszik lenni. Nyugat-Németországra ez persze nem jellemző. (A munkaerőhiány hazánkban is egyre élesebben jelentkezik s a távolabbi jövőben egyik legégetőbb problémánk lesz!) Nagyon érdekes tapasztalatot mondott Halász professzor a következő tétellel:

„Az, hogy előregyártással költségsökkentést lehet-e elérni, vagy sem, ma már nem játszik döntő szerepet abban, hogy melyik építési eljárást választjuk. Gyakorlatilag az előregyártás révén alig jelentkezik érezhető költségmegtakarítás. Mindenesetre meg lehet állapítani azt, hogy az előregyártás a munkabéremeléseket és egyéb költségemelkedéseket minden nehézség nélkül fel tudja venni, vagyis azt, hogy az előregyártás az árszintet stabil állapotban tartotta.”

A Német Szövetségi Köztársaságban ma már nem tekinthető át azoknak a vállalatoknak a száma, amelyek előregyártott, feszített épület-elemeket állítanak elő. Csaknem minden jönevű vállalatnak vannak csoportjai, esetleg gyárai, amelyek feladata az előregyártás. Emellett van néhány gyár, amely kizárólag az ipari építészet épületelemeinek előregyártásával foglalkozik.

Érdemesnek tartjuk ismertetni a *Hochtief cég* világszerte ismert, kiterjedt körben alkalmazott, szabadalmaztatott típus héjszerkezetét.

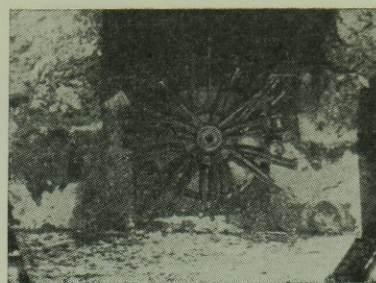
Évi 600 000 m² lefedett területnek megfelelő mennyiségben állítják elő ezt a típusszerkezetet, amely a maga nemében mind az univerzális jelleg, mind a korszerűség, mind a tipizálás ésszerűsége, mind a műszaki megoldás szempontjából messzemenően előremutató. Maga a típusszerkezet kétirányban görbült, vonórúd nélküli hiperbolikus paraboloid héjdarabból áll. (A nemzetközi műszaki közvéleményben a szerkezet mint *Silberkuhl* szabadalom vagy mint *Hochtief Silberkuhl HP Schale* is ismeretes.) Katalógusának részleteit mutatja a 24. és 25. ábra. A 250 cm széles és 10—20 m-ig változtatható hosszúságú elemeket, hosszúpadon állítják elő. A héjelemek hosszirányban, alkotó mentén vezetett feszítőhuzalokat tartalmaznak (26., 27., 28. és 29. ábrák).

A héjelemek méretei: átlag-vastagság 5 cm, betonegyenérték a perem-vastagításokkal együtt 7,4 cm, egy 20 m-es héjelem emelési súlya 9,3 tonna.

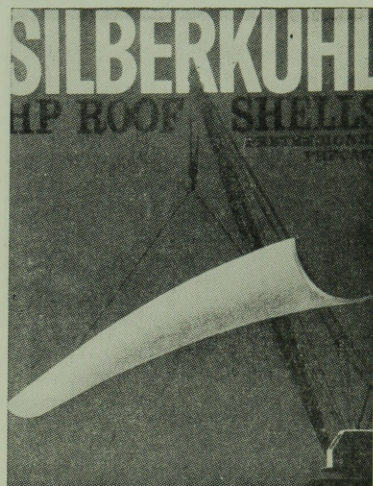
Ismeretes a hiperboloid azon előnye, hogy egyenes alkotókkal rendelkezik. Hűtőtornyoknál és egyéb létesítményeknél alkalmaztuk is ezt az alakot, de éppen ezen sajátosságát szinte sehol sem használtuk fel. A szerkezet megválasztásánál még mindig nagyban örvendünk az egyenes alkotók fölött, de mire megvalósításra került a sor, a zsálatzatban ennek a jótulajdonságnak nyomát sem láttuk.

Véleményünk szerint ez az alkalmazási példa végletekig egyszerű, szellemes alapötleteivel nemcsak kiváló műszaki alkotás, de végre megfelelő lehetőség is arra, hogy a hiperboloid egyenes alkotói feszítőkábelek vezetésénél műszaki értelmet nyerjenek. A héjelem alkalmazásának lehetősége rendkívül tág, éppen *helyesen* tipizált volta miatt. A héjelem egyszerű betélap behelyezésével, a gyártó berendezés átalakítása nélkül változtatható hosszban készül. A keresztszervezeti elrendezés terén a shed- csarnoktól a felülvilágító nélküli Flachbau-építményig váltakoznak az alkalmazási lehetőségek.

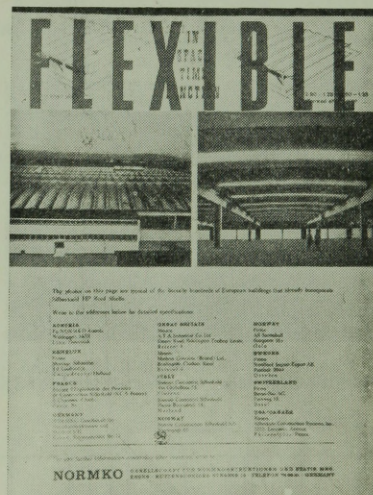
Az almenyезetes megoldásoktól eltekintve ez a héjfelület az ipari építés területének szinte valamennyi feladatát színvonalasan ki tudja elégíteni. Még koncentrált teher felfüggesztésére is alkalmas, nem beszélve gyors és egyszerű megépíthetőségéről. Építészeink számára bizonyára nem tanulság nélküli az e szerkezettel kialakítható belső tér újszerűsége és az elegáns homlokzati megjelenés.



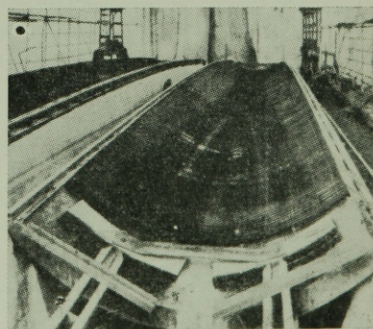
23. ábra. „Incere” lehorganyzás (Románia)



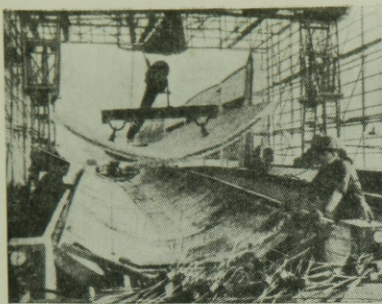
24. ábra. Silberkuhl-katalógus I. (NSZK)



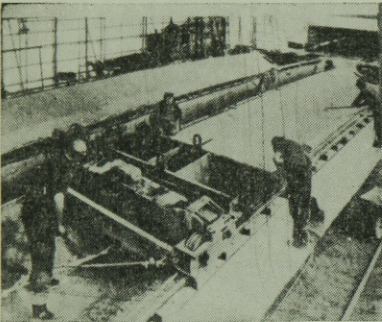
25. ábra. Silberkuhl-katalógus II. (NSZK)



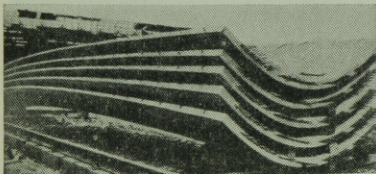
26. ábra. Silberkuhl-elem gyártása I. (NSZK)



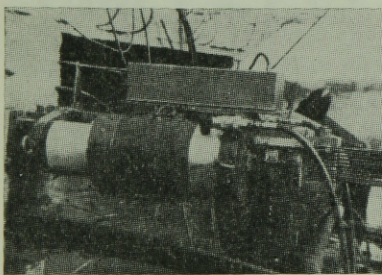
27. ábra. Silberkuhl-elem gyártása II. (NSZK)



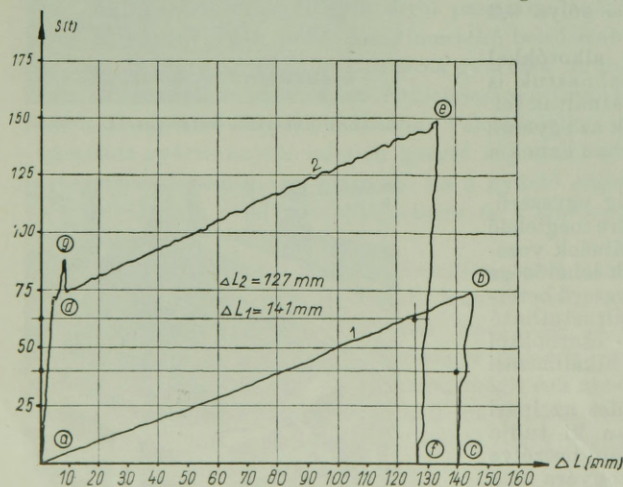
28. ábra. Silberkuhl-elem gyártása III. (NSZK)



29. ábra. Silberkuhl-elem a tárolótéren (NSZK)



30. ábra. Philipp Holzmann K. A. típusú feszítőajtó megnyúlás és erőérzékelés (NSZK)



31. ábra. Feszítőerő-megnyúlás diagram (NSZK)

Néhány NSZK-ból származó érdekességre kell még felhívni a figyelmet. Dietmar Ebisch előadása a 160 kp/cm^2 szakítószilárdságú ovális, ferde bordázattal ellátott, nagykeresztmetszetű ($F = 35 \text{ mm}^2$) feszítőhuzalok elektrotermikus feszítésével foglalkozott. A huzalok villamos ellenállásos felmelegítése — a hűtésnél alkalmazott zsugorodásgátlással kombinálva — a betonelemek sorozatgyártása szempontjából új lehetőségeket nyit meg.

A hőhatás következtében — ami természetesen rövid ideig (maximum 2 percig) tarthat — az acél anyagszerkezetében jelentékeny szövetet nem jön létre. Megállapították, hogy a felmelegítési hőmérséklet a $+440^\circ\text{C}$ -ot nem haladhatja meg.

Az elektrotermikus feszítési eljárás nagy előnyei: a kis munkaigényesség és a nagy építési sebesség. A feszítési eljárás egyelőre csak túlnyomórésztben nyugvó terheléssel igénybe vett épületelemeknél alkalmazható, mert a lehűlés után mért feszítőerő az eddigi tapasztalatok szerint $\pm 15\%$ -kal tér el a számított értéktől. (A nagy szórási lehetőség a megkívánt $\pm 5\%$ -os pontosság kritériumát messze meghaladja.)

Műszaki érdekesség még a 30. ábrán látható elektromos feszítőút-íróberendezés. A 32. ábrán $15 \times 8 \text{ m}$ osztású shedcsarnokot, a 33. ábrán $28 \times 4,6 \text{ m}$ osztású héjszerkezetű csarnokot, a 34. ábrán vonórudas ívvel lefedett előregyártott csarnokot látunk.

Német Demokratikus Köztársaság

A 35. ábrán a hazánkban is jól ismert feszítőpálcás betontest keresztmetszete látható. A 12 és 18 cm^2 keresztmetszetű területű feszítettbeton rudakat ST 140-160 feszítőacél alkalmazásával állítják elő 12 , 14 , 16 és 18 mm $\varnothing$ -jú nagyszilárdságú betonacél rudakat helyettesítő, négyféle kivitelben. A pálcák könnyűfém zsaluzatban, hosszúpadon készülnek, hogy így tetszőleges pálcahossz legyen elérhető. A feszítőpad hossza 60 m .

1960-ban mintegy $40\,000$ darab ilyen betonrudat állítottak elő és azokat feszítettbeton nyomócsövek részére használták fel. A selejt 1% körül volt. Azóta könnyűbeton elemekben a feszítőpálca-vasalás több helyen gyakorlati alkalmazást is nyert (36. ábra).

Levitzky professzor feszített cölöpökről szóló előadásában szó esett a feszített cölöpök gazdaságosságáról is. A 37. ábrán az egydarabban előállított feszített cölöpök elrendezését látjuk. A normálvasalású és feszített cölöpök gazdasági összehasonlításának adataiból látható, hogy a feszített cölöp a normálvasalású cölöpöknél lényegesen drágább, ez a különbség mintegy 25% -os. Az elemekből összefeszített cölöpnél a költségkülönbség még kedvezőtlenebb. Ez ismét világos példa arra is, hogy a bekerülési összegek önmagukban való vizsgálata komplex ítélet megalkotásához nem elegendő. Utóbbi esetben ugyanis az elemekből összefeszített cölöpök univerzális alkalmazásra képesek, mert a helyi talajviszonyoktól függően a cölöpök hossza tetszés szerint változtatható. A cölöpelemek sorozatszama tehát emelkedik.

Hollandia

A holland nemzeti jelentős színvonalas, de furesán szellemes bizonyítéka annak, hogy az építésmódok tekintetében nemcsak hazánkban állunk válaszüton. Nem szorosan a feszített betonszerkezetekre vonatkozik, de mint a kongresszuson egyik legélénkebb visszhangot keltő megnyilatkozást — e helyen is kissé részletesebben felidézzük holland kollégánk fejtegetéseit:

Nagyon jellemzőnek tartják azt, hogy a *divat és a megszokás* milyen alapvetően befolyásolja a tervezők szerkezet-megválasztásában való döntését. A divat rendszerint előnyben részesít — különösen a kivitelező vállalatokra nézve előnyös — bizonyos szerkezet típusokat. Alternatív megoldások esetén az az alap, amelyre az összehasonlító árakat felépítették, általában csak bizonytalan feltevés. Holland kollégáink ki merték mondani a következő ítéletnek is felfogható megállapítást:

„Ki tudja megmondani azt, hogy melyik megoldás az olcsóbb? Olcsóbb a kivitelező vagy a megrendelő számára?”

Ha ugyan van általánosnak nevezhető irány Hollandiában, a szerkezetmegválasztást befolyásoló elvek közül az alábbiakat tartják említésreméltónak:

1. Ipari épületeknél, ha előfeszített betont alkalmaznak, akkor rendszerint az előregyártást választják. A szerkezeti rendszer általában statikailag határozott.

2. A hidépítésben a helyi, monolitikus betonozás az általános. Itt statikailag határozatlan szerkezeti rendszer uralkodik.

Példának mutatják az *Ijmuidenben* épült 100 m hosszú, $2 \times 14 \text{ m}$ fesztávolságú hal-vásárcsarnok szerkezetét (39. ábra). Az oszlopállás 10 m . Mind a főtartó, mind a szelemenek feszítettbetonból készültek, a szelemenek osztása a pillér tengelytől eltelve készült. A gerendákat és szelemeneket a 2800 m^2 alapterületű csarnokba 4 nap alatt emelték be.

A Szovjetunió fesztítés és ipari tipizálás terén elért eredményei világviszonylatban — így nálunk is — általánosan ismertek. A kongresszuson a legmelegebb egyöntetű elismerést váltották ki.

1960. évben mintegy 3 millió m³ fesztített típuselemet állítottak elő. 1965-ben a 42 millió m³ előregyártott vasbetonelemből 11 millió m³-t fesztítettbetonból kívánnak — és nyilván fognak is — megvalósítani.

A Szovjetunióban a helyi adottságok és a jól kihasznált anyagi lehetőségek folytán *gyárápító kombinátok létesítése* az általánosan elfogadott fejlődési irány. A 12, 18, 24 és 30 m-es fesztávolságú (6 vagy 12 m-es keretállás-távolságú) pillérháló ez idő szerint minden gyárápítésnél alkalmazásra kerül. Az ipari épületek valamennyi hajlított szerkezeti alkatrészben fesztített acélbetéteket alkalmaznak. Az előfesztített vasbetonszerkezetek gyári előállításánál széles körben alkalmazott alapvető eljárás a 75—125 m hosszú fesztítőpadokon való betonelemgyártás.

A nagyobb szerkezeteknél általánosan használják az elemek összefesztítését. A 36 mm $\varnothing$ -ig terjedő rudacélbetéteket folyadéknymásos, 80 t teherbírási sajtolókkal fesztítik meg.

A 38. ábrán 85,0 m fesztávolságú jellegzetes csarnokfőtartót látunk.

A betongyártmányokat rendszerint kettősfalú fém zsaluzóformákban készítik. Ezeket a hőszilárdításhoz gőzbuborékként használják fel. A szovjet eljárásokra mindenneke előtt a nagy sorozat és a magasfokú gépesítés jellemző.

Az általunk ismert és itt előzőekben röviden leírt gyártási módokon felül széleskörű kísérletezés folyik a mozgósablonos, csévált, elektrotermikus és duzzadóementet használó fesztítési módokkal.

A Mihajlov professzor által publikált kongresszusi beszámoló érdekessége volt, hogy a kongresszusi beszámolók közül egyedülállóan, kifejezett hangsúllyal merte megállapítani, hogy a fesztítés alkalmazása az építés egészét egyértelműen olcsóbbá teszi.

Svájc

A 40. ábrán tipizált, univerzális részekből készített acélsablont mutatunk be. A zsaluzat-sorozat háromféle alapelemet tartalmaz. (Alaplemez, gerinczsaluzat, övzsaluzat.)

Az említett szerkezetek kombinációjából áll elő a $2 \times 3 \times 5 \times 6 = 180$ különböző szelvénytípus. Az optimális keresztmetszeti méreteket elektronikus számítógéppel állapították meg. A számítások eredményeit áttekinthetőbb formában közzétették. Ebből néhány perc alatt meg lehet határozni a kívánatnak megfelelő legjobb szelvényt. A szelvények valamennyi esetben vékony gerinccel és lapos övekkel készülnek. A zsaluzatra erősített vibrátorok a beton bedolgozását teszik lehetővé (41. ábra).

*

Úgy hisszük, nem érdektelen, ha felsoroljuk a kongresszuson megállapított fő fejlődési tendenciákat.

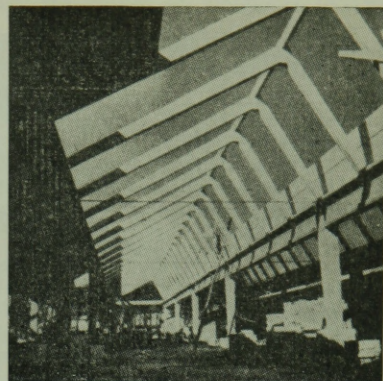
Megállapítható, hogy a fesztítettbeton alkalmazása területén jelenleg a széleskörű elterjedés és nem a forradalmi változások korszakát éljük.

Sem elméleti, sem szerkesztési területen nem találkozunk olyan alapvető megállapításokkal, amelyek a fesztítettbetonról alkotott eddigi elképzeléseinket merőben megváltoztatták volna. Öröndetes volt viszont tudomásul venni, hogy fesztítettbetont a világ különösen elmaradottnak tartott területein is nagy mennyiségben alkalmaznak, Irántól—Ausztráliáig, Libiától—Ízlandig egyre növekvő mennyiségű fesztítettbetont építenek be. Világosan felismerhetők a fesztítettbeton további terjedési tendenciái is.

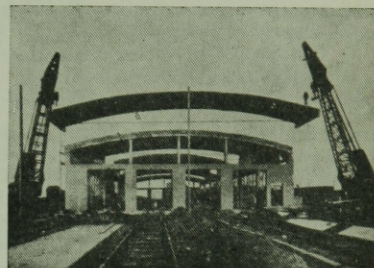
Rövid indoklást szeretnénk adni, mi az oka a fesztítettbeton elterjedésének, vagyis viszonylagos gazdaságosságának. Bár keveset láttunk ennek — műszaki-gazdasági kutatás nyomait magánviselő — vizsgálataiból, érzékelhető volt, hogy a fesztítettbeton sok helyen győztes marad a műszaki jótulajdonságok és költségek versenyében. Sok olyan területe van a fesztítettbeton-építésnek, ahol a fesztítés alkalmazásának egyértelmű gazdasági előnyei vannak. (Tárolók, hidak stb.) Az általunk megszokott és igényelt népgazdasági szintű vizsgálatok hiányában e téren fordított következtetés alkalmazása kínálkozik. A kapitalista körülmények magukkal hozzák azt, hogy az építési vállalkozók csak anyagi előnyök esetében alkalmaznak a megszokottól eltérő építéstechnológiát. Világos ezek után, hogy a széleskörű elterjedés oka legfőképpen az, hogy a fesztítettbetonszerkezet létesítési és fenntartási költségei alacsonyabbak, műszaki értéke magasabb, élettartama hosszabb a megszokott szerkezeteknél. Nem lehet persze tételként kimondani azt, hogy a fesztítettbeton mindig olcsóbb.

W. Herberg: *Spannbeton* c. könyvének II. részében erről a következőket mondja: "...az utolsó és nehezen megválaszolható kérdés a gazdaságosság, vagyis a költségek kérdése."

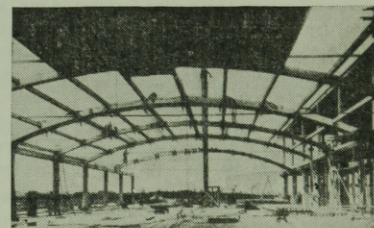
A betonmegtakarítás nem mindig számottevő. Ezzel szemben többletköltséget okoz a jobb betonminőség, a több zsaluzás vagy éppen a bedol-



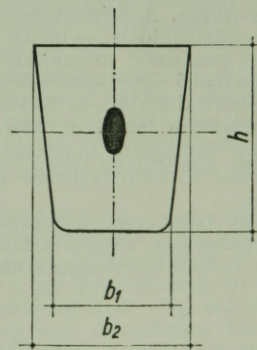
32. ábra. Shedesarnok Hamburg-Schenefeld-ben 15 × 8 m (NSZK)



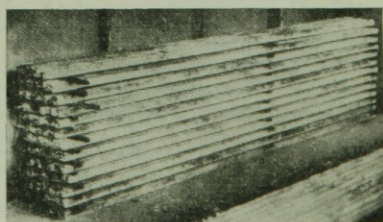
33. ábra 28 × 9,6 m-es HP hőelemek. Vagon-szerelőműhely Hamburg-Wilhelmsburg (NSZK)



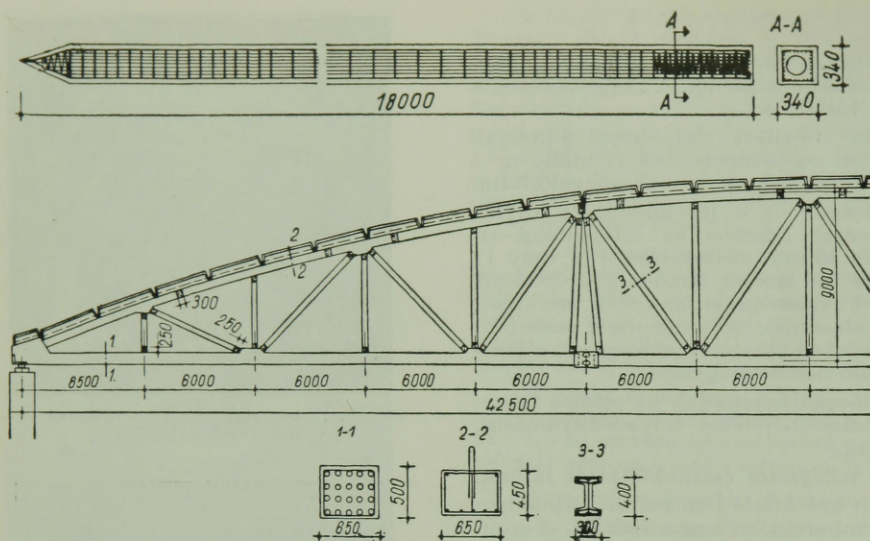
34. ábra. Csarnokszerkezet vonórudas ívtartóval (NSZK)



35. ábra Fesztített pálcák keresztmetszete
pl. $b_1 = 31$ mm B. 600 beton
 $b_2 = 41$ mm Fe = 40 mm² (NDK)
 $h = 50$ mm



36. ábra. Fesztített pálcák (NDK)



37. ábra. Feszített üreges cölöp (NDK)

38. ábra. 85 m feszítávú feszítettbeton-főtartó (Szovjetunió)

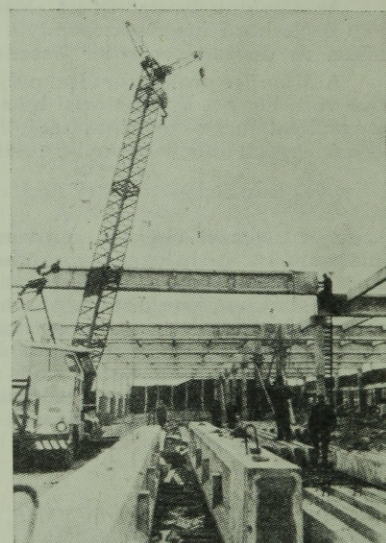
gozási költségek növekedése. Az acélmegtakarítással a tiszta acélköltségek csak kismértékű emelkedése áll szemben. Beszerelési költségekben viszont a közönséges acélnál jelentkező költségek megnőnek a feszítőbetétek védelme, súrlódáscsökkentő módszerek alkalmazása, lehorgonyzás, feszítés és injektálás miatt. Ezek az okok magyarázzák azt a gyakorlati tapasztalatot, hogy kisebb támaszközü műtárgyaknál az utófeszítés alkalmazása nem olcsóbb a vasbetonnál. Helytelen a feszítettbeton népszerűsítése céljából azt mondani, hogy „olcsóbb” a vasbetonnál, mivel a gyakorlat számos esetben az ellenkezőjét bizonyította. Sokkal inkább arra kell gondolnunk, hogy a feszítettbeton megnyitott egy teljesen új építési területet, és hogy minden teljesítményért árat kell fizetni.” Herberg ezeket a sorokat 1956-ban írta le. Az a benyomásunk, hogy a kezdeti időszak tandíjakkal teletűzdelt kora már lejárt. A széleskörű alkalmazás oka pedig az, hogy manapság már csak olyan teljesítményért kell megfizetni, ami hasznot hoz és amelyre valóban szükség is van. Ha nem így lenne, a drága nyugati munkaerőárak mellett nem volna kiterjedt a feszítettbeton-technika.

(Nem tagadható, hogy a korszerű acélszerkezet és a feszítettbeton között hasznos és állandó küzdelem folyik.)

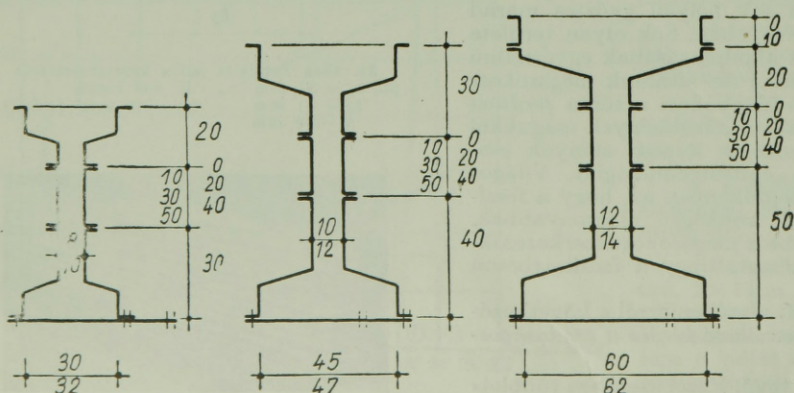
Új műszaki hajtásnak tarthatjuk a néhány éve még elméletként felbukkant részleges feszítés gyakorlati jelentkezését. A módszer lényege azon a felismerésen alapul, hogy a feszítettbeton sajátosságai a lágyvasalású szerkezet jótulajdonságait — az eleve biztosított repedésmentesség folytán — általában meghaladják. Ezekre a jótulajdonságokra egyes esetekben nincs szükség. A feszítettbeton szerkezetek alsó övében — a normál vasbetonhoz hasonlóan — igenis lehet húzófeszültségeket engedélyezni, így lényeges gazdasági megtakarítás érhető el. Nemzetközi vita folyik még a megengedhető repedésszélesség és húzófeszültség kérdése felett. Várható, hogy lakóházi födécek, födémgerendák, ipari teherhordó elemek a kutatások végleges lezárása után részben ezzel a módszerrel készülhetnek.

Erős tendencia volt észlelhető az utófeszített szerkezetek feszítési lépésekben történő terhelése és feszítése területén, az ún. lépcsős feszítés vonalán.

Mint ismeretes, a feszített szerkezet a feszítés után, de terhelés előtt különleges, fordított feszültségviszonyokat mutat. A kéttámaszú, felülről terhelt szerkezetek alsó öve meg kell, hogy feleljen a feszítőerő



39. ábra. Halvásárcsarnok, Ijmuiden (Hollandia)



40. ábra. BBR zsaluzókészlet (Svájc)

okozta ideiglenes nyomófeszültségekre. Ha ezeket az ideiglenes igénybevételeket elkerülnénk, az alsó övek anyagszükségletét tetemesen csökkenteni lehetne. Utófeszített szerkezetek építése során erre úgy van mód, hogy a szerkezetet a terhelések felhordásának megfelelő lépcsőkben feszítik meg. Utófeszített szerkezetek különösen nagy önsúlyú építmények esetében gazdaságosak, mert az önsúlyból keletkező és a feszítéssel ellentétes hatású feszültségek mindjárt levonódna a feszítési feszültségekből. A lépcsős feszítés alkalmazásával előgyártott, az építkezés során fokozatosan terhelés alá kerülő szerkezetek is gazdaságos betonszervénnyel valósíthatók meg. Kétségtelen viszont, hogy a lépcsős feszítés pontos szervezést követel meg és bizonyos munkahelyi többletkiadásokat von maga után.

Tapogatódzások észlelhetők feszített könnyűbeton szerkezetek előállításánál. Itt főleg a gyáriüzemi előállítású és térelhatároló feladatokat is ellátó elemek kerülnek szóba, ahol a korrózió a feszített műszaki szükséggettette (de semmiképpen sem a főtartószerkezet). Utófeszített híd- és tartószerkezetek területén az előregyártás fejlődése miatt szaporodik az elemekből összefeszített tartók száma, és különösen belga és francia példák nyomán a külső kábelvezetés alkalmazása. A külső kábelvezetés által felvetett korróziós problémák a végleges megoldás felé közelednek (csőburkolatok utólagos torokrétozása vagy műanyagbevonat alkalmazása) és a módszer esztétikai befogadása is előrehalad. A külső kábelvezetés lényeges szerkezeti enyhülést jelent — de véleményünk szerint — a klasszikus kábelcsöves kialakítású utófeszítést soha nem fogja tudni kiszorítani. *Hazai körülmények közötti alkalmazástól tervezőinket egyelőre a leghatározottabban el kell táncsolnunk.*

Az alkalmazott anyagok, feszítési módszerek terén további tökéletesedés van folyamatban. A kongresszussal egyidőben a római EUR kongresszusi palotájában kiállításon mutatták be a különböző nyugati cégek új termékeit. Ennek természetesen elsősorban kereskedelmi és nem műszaki célja volt. Számunkra azonban műszaki kiállítási jellege számos tapasztalat szerzésre adott lehetőséget. A kiállítás alapján kellő kritika és számadatok hiányában nem lehet megítélni a kiállított újdonságok valóságos elterjedésének mértékét.

Feszítőszalagok terén jobb anyagokkal, tökéletesített részletmegoldásokkal az eddigi működési elveket tartották meg, de a kis súlyú, könnyebben és egyszerűbben kezelhető szalagok felé haladnak.

Értesüléseink szerint a szalagok sokfélesége (német, angol, francia stb. típusok) csak a kiállítás jellegzetessége volt, nem ellenőrzött számadatok szerint a világ utófeszítő szalagjainak 80%-át a Freysinnet cég szállítja. (Ők is új, könnyített szalagot jelentkeztek.)

Segédberendezések terén az eddig ismert utófeszítési lehorgonyzások sorát újabbak követték.

A feszítőhuzalok terén a nagyobb átmérőjű (és teherbírású) különleges kialakítású huzalok felé halad a fejlődési tendencia.

Előfeszítésnél — különböző cégek és országok alkalmazásában — sorra és rendre találkoztunk a több huzalból *sodort* kis átmérőjű előfeszítő pásmakkal. (3 Ø 2⁵, 3 Ø 3,3 Ø 4 stb.) Az ilyen huzallal előfeszített tartóknál különösen a kedvező repedéeloszlással vannak jó tapasztalatok. Hasonló törekvés az előfeszítő huzalok *huzalcsoportokban* való elrendezése is.

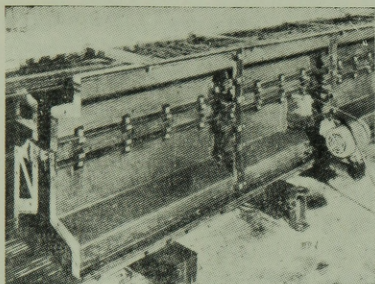
Az utófeszítés huzalanyagának szilárdsági adatai nagy általánosságban a 180 kp/mm² szakítószilárdság és a 160 kp/mm² névleges folyási határ körül látszanak megállapodni. A huzalok kivétel nélkül utólagos hőkezeléssel (Anlassbehandlung) nemesítettek, felületük rozsdásodásnak ellenálló és szállításuk nagyatmérőljű dobon történik — ami az utólagos egyengetés szükségét teljes mértékben megszünteti.

A kábelképzésre általánosan használt huzalátmérő a nagyobb átmérők (mint Ø 8) felé tolódott, így az egy kábel által felvehető erő is növekedett. Úgy vehető ki, hogy a helyszíni munkaigény csökkentésének fő útját a kábelek teherbírásának növekedésében — s így *darabszámuk csökkentésében* — látják. Erre egyébként — főleg hídépítkezéseknél — az áthidalt feszítávok állandó növekedése miatt is szükség van. A szokásos körkeresztmetszetű feszítőhuzalok mellett a nagyszilárdságú, bordás felületű, ovális és a körtől eltérő egyéb keresztmetszetű melegen hengerelt rudak is általánosan elterjedtek. Ezek létrejöttét is az előbb felsorolt indokok hozták magukkal, de alkalmazásuk a hídépítés területére és igen nagy igénybevételek felvételének eseteire korlátozódik. Magas szilárdsági adataik, kitűnő minőségük felőben a nagymértékű acélmegtakarítás felő való haladást teszik lehetővé, *alkalmazásuk alapja a magas-fejlettségű acélipar.*

(Csak érdekességből teszünk róla említést, hogy a nyugaton kialakult építési gyakorlat szerint az utófeszítő kábelek hossza leszabva, burkolócsővel ellátva, feszítésre készen kerülnek a munkahelyre, ahol sem a huzaltárolás, sem a manipuláció általában nem szokásos, mert azt a huzalt szállító cég központi telepén végzik el.

*

A feszített beton *alkalmazási köre* terén a következő megállapításokat tehetjük:



41. ábra. A BBR zsaluzatrendszer összeállítva, külső vibrátorokkal (Svájc)

A feszítettbeton használata a hazánkban is kialakult eredeti elképzelések szerint folyik, de egyes területeken az alkalmazás tágassága a hazainál többszörösen bővebb.

Előfeszítés terén : feszített vasúti aljak, távvezetékoszlopok, nyomócsövek, lakó- és ipari épületekhez szükséges födémek, födémgerendák ipari telepített üzemekben, nagy sorozatban készülnek. A gyártás céljára szinte kizárólagos jelleggel a *hosszúpados* technológiát használják, kis beruházási költsége és nagy variabilitása miatt. Óriási fejlődött az utóbbi években a tipizált teherhordó épületszerkezetek gyártása. A lakóépületek ellátásán felül a feszítettbetonipar betört az ipari építkezés területére is.

A feszítettbeton-elemgyártás *nagyiparrá* alakulása és koncentrálódása folyamatban van. A feszítettbeton építőelemek általánosan ismert és használt tömegcikkelemek, korszerűsítésük terén állandó versengés folyik. Szilárd meggyőződésünk, hogy a magángazdaság okozta elaprózódás és a terméksokféleség kedvezőtlen hatását a *mi* körülményeink között ésszerű központi irányítás alatt meg lehet szüntetni. Elemgyáraink műszaki felkészültsége azonban sürgős és pozitív változáson kell, hogy átmenjen, mert a külföldi fejlődéshez képest elmaradása már ma is igen tetemes.

Utófeszítés terén : a kongresszuson tapasztaltakból és egyéb tájékozódásainkból úgy ítéljük meg, hogy az utófeszítés legfontosabb, fő területe továbbra is a hídépítés maradt.

A hídépítés területén a közúti vb. hidak túlnyomó százaléka feszített kivitelben készül, de vasúti feszített hidak sem mennek már újdonságszámba. Az ipari építés terén nagyfeszítávolságú (tehát hídszerkezethez hasonló) szerkezetek utófeszítése is gyakori. Nem látható azonban, hogy a teljes ipari építési volumenből való részesedés mekkora, sőt a fejlődés tendenciája is csak a vasbetonszerkezeteken belül állapítható meg, ez a feszítés felé mutat. A különleges berendezések, mélyépítési műtárgyak (silók, víztornyok, tartályok, tárolók, csatornák, csőhidak stb.) területén a feszítés felé orientálódás egyértelmű, a többi építési szektorokban országonként különböző.

Új területe az utófeszítésnek a helyreállítás, restaurálás, ahol különösen az olaszok és franciák értek el kimagasló eredményeket, ennek jelentősége azonban nem gazdasági természetű.

A nyugati országokban a komoly előrehaladást az egyes feszítési módszerek és a feszítéssel foglalkozó cégek versenye hajtja előre. Ugyanebből következik azonban az is, hogy népgazdasági szinten nem jutnak érvényre az egységes fejlesztés előnyei.

A kongresszus számos hasznos műszaki tapasztalata mellett bizonyos lehangoló hatással nehezedett ránk annak tudata, hogy *lehetőségeink és valóságunk között milyen súlyos ellentmondások vannak*. Örvendetes volt viszont azt tapasztalni, hogy a feszítés terén megtett kezdeti eredményeink (aljgyártás, feszített födémgerendák és panelek, feszített hidak, víztárolók, ipari főtartók, tipizált ipari elemek stb.) *helyes, a nemzetközi fejlődéssel egybeeső irányú* fejlődésből fakadnak. Eredményeink a nemzetközi átlaghoz képest *igen szerények*. Kellő gazdasági értékelés után a feszítés fokozatos fejlesztése aligha látszik elkerülhetőnek. Gazdasági jelentősége azonban soha nem fog egyedi alkalmazási esetekből nyilvánvalóvá válni. *A továbbfejlesztés ezért elsősorban olyan helyeken sürgető igény, ahol a nagy sorozat, mint gazdasági alapkiindulás biztosítható.*

Kísérletek bauxitadalékú sugárvédő nehézbetonnal

Dr. KUNSZT GYÖRGY a műsz. tud. kandidátusa

A kísérletek indoka és feladata

Az atomenergia és a radioaktív izotópok felhasználásával nagy figyelem fordult a sugárvédelem problémájára. Ez a probléma nagyon szerteágazó, s egyik fontos részlete a védelemben kedvező eredménnyel felhasználható építőanyagok kérdése. Ezek közül a védelmi célokra kidolgozott speciális betonfélések, az ún. sugárvédő nehézbetonok mutatkoztak a legfontosabbnak.

A sugárvédő nehézbeton témaköre az elmúlt évtizedben a betontechnológia egyik legerősebben kutatott területévé fejlődött. A témakörben eddig mintegy 200 publikáció jelent meg, az utóbbi években pedig már összefoglaló jellegű monográfiákat is adtak ki. Ezt a nagyarányúnak mondható érdeklődést — a témakör perspektivikus jelentőségén kívül — több tényező indokolja. Ezek közül első helyen azt említhetjük meg, hogy a nehézbetonok helyes alkalmazása esetenként jelentős megtakarítást tesz lehetővé (amerikai közlemények szerint többmillió \$-ra menően), valamint azt, hogy a védelmi betonszerkezetek tervezésének, vagy kivitelezésének során elkövetett hibák rendkívüli bonyodalmakat okoznak, s gazdasági szempontból súlyos következményekkel járhatnak.

A hazai kutatás lényegében 1956-ban, a csillebérci atomreaktor építésének megkezdésekor került szembe a sugárvédő nehézbetonok problémáival. A reaktorhoz a szovjet tervezők a nemzetközi gyakorlatban már többszörösen kipróbált betonfélések alkalmazását írták elő.

E betonfélések hazai reprodukálására végzett kísérletek sikerrel jártak a gamma-védelmi célra előírt betonfajtákkal kapcsolatban, az együttes gyorsneutron- és gamma-védelem céljára előírt betonféléseket illetően azonban nehézségek merültek fel.

Erre az utóbbi célra a nemzetközi gyakorlatban rendszerint limonitbetont használnak, amelybe a limoniton kívül legtöbbször még egyéb, a limonitnál számottevően nagyobb térfogatsúlyú adalékanyagot is kevernek. A limonit — jelentős hidratvíztartalma miatt — főként a gyorsneutronok lassításának, a másik, nehéz adalék pedig főként a gamma-sugarak elnyelésének szempontjából játszik szerepet.

A reaktor limonitbetonjának előállítására irányuló kísérletek kimutatták, hogy a kurrens hazai limonitok hidratvíztartalma nagyon kicsiny, és ezért nem alkalmasak az előírt minőségű beton készítésére. Szükséges tehát, hogy a magyar reaktortechnika neutronvédelmi célra használható, speciális betonjának problémáját a nemzetközi gyakorlattól eltérően igyekezzünk megoldani. Ebből a szempontból a bőséges előfordulású hazai bauxit felhasználása mutatkozott kilátásosnak.

A bauxit hidratvíztartalma nagy, egyes hazai féléseinek kötött víze négy-ötszöröse a kurrens hazai limonitok kötött vizének. Ezt a tényt úgy értékeltük, hogy a bauxit alkalmazásának

lehetőségét reaktortechnikai betonadalékként feltétlenül meg kell vizsgálni.

Kezdeményezésünkre — a Központi Fizikai Kutató Intézet és az Erőműberuházási Vállalat támogatásával — a téma belekerült az Építéstudományi Intézet programjába, egyes fontos vizsgálatok elvégzésére azonban az Építőanyagipari Központi Kutató Intézetet, a Központi Fizikai Kutató Intézetet és a Fémipari Kutató Intézetet kellett felkérni, mert ezek lebonyolítására az ÉTI-ben nem volt mód. A kísérleteket 1958-ban, 59-ben és 60-ban végeztük el. Ezek végcélja az volt, hogy előkészítsék a bauxit felhasználásával készített sugárvédő beton reaktortechnikai alkalmazását.

Ennek érdekében a következő fő kérdésekkel kellett foglalkozni:

a) mi a bauxitadalékú sugárvédő nehézbeton megfelelő összetétele és előállításának megfelelő módja;

b) a térfogatsúly függvényében milyen hidratvíztartalmat lehet elérni a bauxitadalékú nehézbetonnal;

c) milyenek a bauxitadalékú nehézbeton reaktortechnikai szempontból szerepet játszó mechanikai tulajdonságai;

d) milyenek a bauxitadalékú nehézbeton reaktortechnikai szempontból szerepet játszó hőtechnikai tulajdonságai;

e) milyen a bauxitadalékú nehézbeton homogenitása;

f) időállós-e a bauxitadalékú nehézbeton;

g) milyen a bauxitadalékú nehézbeton gamma- és neutron abszorpciója;

h) milyen a bauxitadalékú nehézbeton gazdaságossága.

Ezek tisztázása mellett — a bauxitproblémától függetlenül — arra is törekedtünk, hogy gyarapítsuk a betonvíztartalom neutronabszorpciók szerepére vonatkozó adatok számát, s — lehetőség szerint — számszerű összefüggést találjunk a beton térfogatsúlya, víztartalma és neutronabszorpciók tulajdonságai között. Ennek az összefüggésnek a hiányát igen kellemetlen formában kellett tapasztalunk a csillebérci reaktor betonmunkáinak során.

A betonkísérletek eredményei

Az elvégzett kísérletek azt mutatták, hogy sugárvédő nehézbeton céljára 20%-nál nagyobb hidratvíztartalmú bauxitot célszerű felhasználni. (Bárdossy geokémiai adatai szerint a magyar bauxitkincs 20%-nál nagyobb hidratvíztartalmú hányada jelentős.) A kísérleteink szerint számításba jövő félések térfogatsúlya meglehetősen kicsiny, általában 1,7—2,0 g/cm³. A bauxit kicsiny térfogatsúlya miatt a felhasználásával előállított beton térfogatsúlya gammavédelmi szempontból csak akkor lehet kielégítő, ha az a bauxiton kívül valamilyen egyéb, nehéz adalékanyagot is tar-

talmaz. Kedvező gamma-védelmi tulajdonságok elérésének érdekében rendszerint a limonitot is vashulladékkal keverve alkalmazzák. Minthogy a bauxit térfogatsúlya kisebb, mint a limonité, azonos betonterfogatsúly biztosítására a bauxitos betonba több nehéz adalékot kell keverni, mint a limonitosba. A bauxit lényegesen nagyobb hidrátvíztartalma miatt azonban az előálló beton hidrátvíztartalma rendszerint még így is számottevően nagyobb, mint a limonitos betoné.

A bauxit + nehézadalékos beton durva részét célszerűen a nehézadalék, finom részét pedig a bauxit, helyesebben a bauxit, cement és víz keverékéből készített bauxitos habarcs alkotja.

Az adalékanyag gazdaságos aprítása, valamint a beton megfelelő szilárdsága és tűrhető zsugorodása egyaránt ezt a felépítést kívánja meg. Általában az a kedvező, ha a durva, nehéz adalék a bedolgozott beton abszolút térfogatának mintegy a felét foglalja el, másik felét pedig a bauxitos habarcs. Ennek összetételét a szilárdsági követelmények figyelembevételével kell megválasztani, konzisztenciája pedig gyengén plasztikus legyen. Általában megfelelő, ha az adagolt cement és bauxit súlyarányát kb. 1 : 3 -ban állapítjuk meg. Szükséges a bauxit és a cement előzetes száraz keverése. A víz hozzáadása után a habarcsot előbb homogenizálni kell, majd ez után adagolni a nehéz, durva részt. Viszonylag nagy mennyiségű és nagy szemnagyságú durva adalék esetében a szabadesésű keverőgép alkalmazása kedvezőbb. A tömörítést vibrálással kell végezni.

A bauxitos habarcs az agyaghabarcsra emlékeztető, ragacos anyag. Ez kissé megnehezíti a bauxitadalékú nehézbeton légzárványmentes bedolgozását, ugyanakkor azonban azzal az előny-

nyel jár, hogy a bauxitadalékú nehézbeton kevésbé hajlamos a szétkeveredésre.

A végzett kísérletek eredményei szerint a 25% izzítási veszteségű, túlnyomóan hidrargillites bauxittal és vashulladékkal előállított nehézbeton *hidrátvíztartalma* (h , l/m^3) a következő összefüggés segítségével becsülhető :

$$h = 510 - 67 t \quad (1)$$

ahol t = a beton térfogatsúlya, t/m^3 .

Az így adódó hidrátvíztartalom mintegy kétszerese a kurrens hazai limonit + vashulladékos betonnal — azonos térfogatsúly mellett — elérhető hidrátvíztartalomnak, s mintegy 10—15 százalékkal nagyobb annál, amit eddig — az irodalmi adatok szerint — külföldön értek. A tényleges viszonyokat az 1. ábra mutatja.

A beton térfogatsúlya (t , t/m^3) — a vashulladék-adagolás függvényében — a következő képlettel becsülhető :

$$t = 1,8 + 0,77 v \quad (2)$$

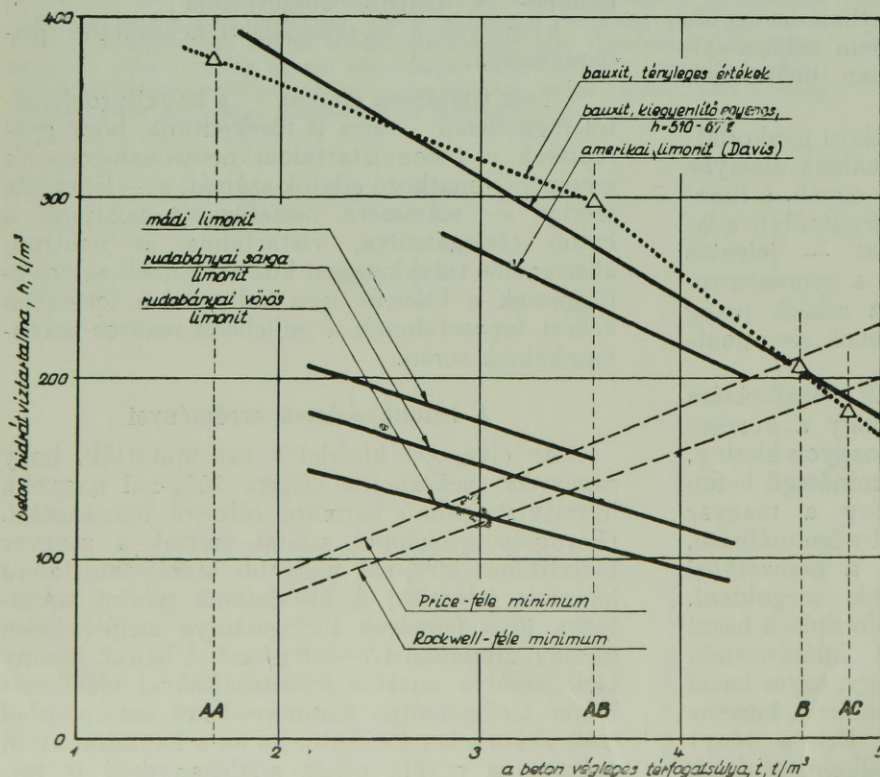
ahol v = a vashulladékadagolás t/m^3 -ben.

A bauxit hidrátvíztartalmától és a vashulladékadagolástól függően a beton hidrátvíztartalma — hozzávetőlegesen — a következő képlet szerint alakul :

$$h = \frac{h_b}{25} \cdot (390 - 52v) \quad (3)$$

ahol h_b = a bauxit hidrátvíztartalma.

A tényleges hidrátvíztartalom főként akkor térhet el a megadott képletekkel számított értékektől, ha a betont kb. 1 éves kora előtt erős szárító (hő-) hatás éri, vagy ha a bauxitnak nagy a bőhmittartalma. A tényleges érték az előbbi esetben kisebb, az utóbbiban pedig valamivel nagyobb a számítottnál.



1. ábra. Bauxittal és limonittal elért maximális hidrátvíztartalom a térfogatsúly függvényében

A bauxitadalékú nehézbeton *mechanikai jellemzőit* elsősorban a felhasznált bauxithabarcos mechanikai jellemzői szabják meg, másodsorban pedig a felhasznált durva, nehéz, nagyszilárdságú adalék mennyisége. A végzett kísérletek szerint a 0—5 mm szemnagyságú bauxitot tartalmazó és C 500-as cementtel készített habarcos 28 napos nyomószilárdságát a bauxit ásványi összetételétől (hidrargillit-, ill. böhmittartalmától), szemeloszlásától, valamint az alkalmazott cementadagolástól és konzisztenciától meglehetősen függetlenül a cementvíztényező értéke határozza meg, a Bolomey-féle összefüggés következő változata szerint:

$$\sigma_{28} = 230 \left(\frac{c}{v} - 0,25 \right) \quad (4)$$

ahol σ_{28} = nyomószilárdság, kp/cm²

$$\frac{c}{v} = \text{cementvíztényező.}$$

A képlet csak abban az esetben érvényes, ha a bedolgozott friss habarcos gyakorlatilag légpórusmentes. A vizsgált habarcosok cementvíztényezője 0,5 és 1,3 között mozgott. A szilárdság tényleges értéke egy nagy SO₃-tartalmú bauxitféleség esetében tolerálhatatlan mértékben tért el az imént megadott összefüggés alapján számított értéktől.

A kísérletek eredményei szerint, a nagy mennyiségű durva adalékot is tartalmazó bauxitos beton nyomószilárdsága 15—30%-kal is lehet nagyobb, mint a felhasznált habarcisé.

A felhasználás szempontjából kilátásosnak ígérkező betonkeverékekkel végzett vizsgálatok során az egyes mechanikai jellemzőknek átlagértéke 28 napos korban az 1. táblázatban feltüntetett tartományokat foglalta el. A zsugorodás 1/2 éves korra vonatkozik.

1. táblázat

Bauxitadalékú és egyéb nehézbetonok mechanikai és hőtechnikai jellemzői

jellemző	bauxitadalékú nehézbeton	leggyakrabban alkalmazott nehézbetonok
nyomószilárdság kg/cm ²	150-230	100-450
hajlítószilárdság kg/cm ²	15-32	6-50
vastagsági kg/cm ²	18-25	10-100
rugalmassági modulus 10 ⁻³ · kg/cm ²	85-200	100-380
zsugorodás 1/2 éves korban mm/m	0,26-0,33	0,13-0,65
hővezetési tényező kcal/m óra C°	1,15-1,57	1,23-4,40
hőhő kcal/kg C°	0,163-0,165	0,146-0,210
hőfokvezetési tényező m ² /óra	0,00205 - - 0,00258	0,00230 - 0,00520
hőtágulás mm/m C° · 10 ³	0,93	1,01-1,80

Ezek az értéktartományok mindegyik jellemző esetében belesznek a sugárvédő betonok mechanikai tulajdonságaira vonatkozóan közölt külföldi eredmények legkisebb és legnagyobb értékei által meghatározott tartományba. Ennek megfelelően a kikísérletezett betont a mechanikai jellemzők szempontjából megfelelőnek lehet minősíteni.

Az összetétel és a mechanikai jellemzők összefüggését mutató eredmények alapján hangsúlyozni kell, hogy a beton zsugorodása csak megfelelő mennyiségű durva, nehéz adalék alkalmazásának esetében tűrhető mértékű.

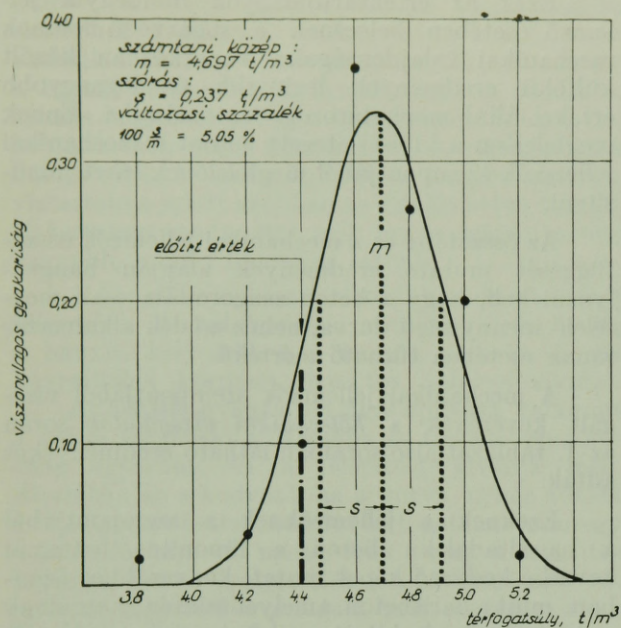
A mechanikai jellemzők szempontjából vizsgált keverékek a *hőtechnikai vizsgálatok* során az 1. táblázat alsó soraiban látható eredményeket adták.

Ezeknek a jellemzőknek a szempontjából a bauxitadalékú beton a limonitos betonnal kevésbé kedvező képet mutat, kedvezőbbet azonban, mint a baritbeton, amelyet szintén használnak a hőhatásoknak kitett védelmi szerkezetek előállítására. Ennek megfelelően a bauxitadalékú beton alkalmazását hőtechnikai jellemzőinek értéke sem zárja ki.

A bauxitadalékú beton hőtechnikai jellemzői közül a hővezetési tényező értéke a kegyesebbé kedvező. Ez jóval kisebb, mint az egyébként használt nehézbetonok hővezetési tényezője. Ez a körülmény a reaktor leállításának vagy újraindításának minden egyes esetében nagy hőmérsékleti gradienst kelt a betonban, ami nagy feszültségeket, s velük repedéseket okozhat. Ebbe azonban természetesen a hőtágulás és a rugalmassági modulus is belejátszik, amelyek értéke viszont a bauxitadalékú beton esetében kedvezőbb, mint a nehézbetonok esetében általában, s így komoly aggodalomra feltehetően nincsen ok. Mindenesetre kíváncsatos lenne ezt eddig még el nem végzett számításokkal, vagy kísérletekkel igazolni is.

A laboratóriumi kísérletek előrehaladott stádiumában a KFKI a kidolgozott betonféleségből, 1500 db 15 × 15 × 30 cm méretű betonelemet gyártatott le, mobil vérték céljára. Ezek 3,6 t/m³ vashulladék és 1,1 t/m³ bauxithabarcos felhasználásával készültek; átlagos készítési térfogatsúlyuk 4,7 t/m³, átlagos hidrátvíztartalmuk pedig 207 l/m³ volt. A legyártott betonblokkokból vett 60-elemes minta *homogenitásvizsgálata* a térfogatsúly esetében 5,0%-os, a hidrátvíztartalom esetében pedig 8,5%-os változási együtthatót mutatott. Ezt a szórást kedvezően kicsinynek lehet minősíteni. A gyakorisággörbéket a 2. és 3. ábra mutatja.

Az *időállóság* vizsgálata során kitűnt, hogy a bauxitadalékú habarcos nyomószilárdsága és szónikus mérőberendezéssel megállapított dinamikus rugalmassági modulusa egy bizonyos korai (kb. 1-hónapos) érték elérése után — többnyire ugyan csupán átmenetileg, azonban — az esetek legtöbbszörében: csökken. A csökkenés megállapított legnagyobb mértéke 20% volt.

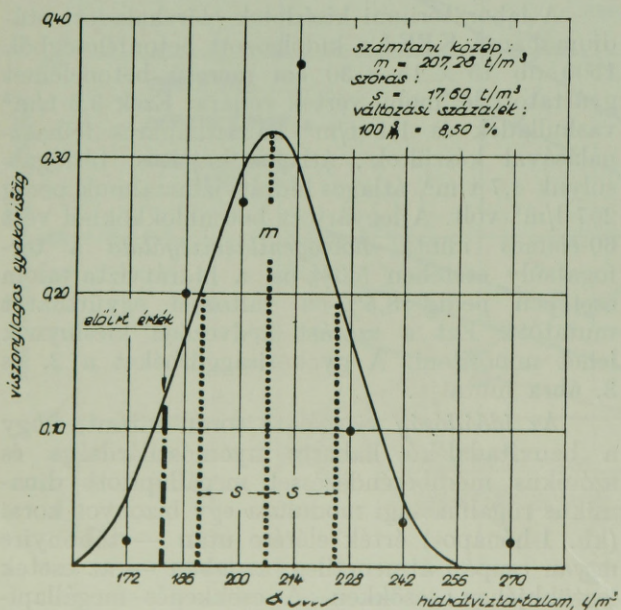


2. ábra. Nehézbeton blokkok térfogatsúlyának gyakorisággörbéje

A mintegy $1\frac{1}{2}$ éves korban, 80°C -on végzett hőállóságvizsgálat szilárdsági szempontból kedvező, a hidratvíztartalom szempontjából viszont kedvezőtlen eredményeket adott. A hőkezelés után megállapított hidratvíztartalom az egyik esetben 20%-kal kisebb volt a várható értéknél.

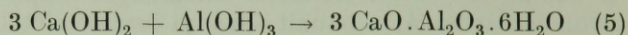
A normális hőmérsékleten tárolt bauxit-habarc szilárdságcsökkenésének okait kutatva, Szepesi Károly és Majer János főként oldhatósági és röntgenkristallografiai vizsgálatok alapján megállapították, hogy a cement hidratációjának során felszabaduló méshidrát feltárja a bauxit ásványokat. Ennek következtében a bauxit hidratvíze csupán gyengébb erővel kötött, adszorpciós vízzé válik, az egész folyamat pedig szilárdságcsökkenést okoz.

A megindult átalakulás azonban nem áll meg, hanem a továbbiakban trikalciumalumináthexa-

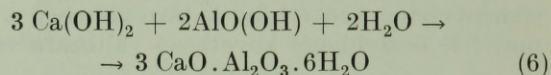


3. ábra. Nehézbeton blokkok hidratvíztartalmának gyakorisággörbéje

hidrát képződik. Ennek következtében a víz újra (kristályos) kötésbe kerül, a rendszer szilárdsága pedig újra növekszik. A lebomlás és a kristályosodás hosszú időn (éveken) át is tarthat. A lejátszódó folyamat a hidrargillit esetében a következő reakcióegyenlettel írható le:



A bőhmit esetét a következő reakcióegyenlet jellemzi:



Az egyenletek szerint a rendszer kötött víztartalma a hidrargillit esetében elméletileg nem változik, a bőhmit esetében pedig 50%-kal nő. Eszerint végső fokon az átalakulást a hidratvíztartalom szempontjából inkább kedvező jelenségnek lehetne minősíteni. Fel kell azonban hívni a figyelmet arra, hogy ha az átalakulás periódusában levő betont erős szárító hatás éri, akkor a hidratvíztartalom — a fentebb már közölt empirikus adat szerint — mintegy 20%-kal is csökkenhet.

Külföldi kísérletek eredményeinek alapján feltételezhető, hogy a sugársérülés a bauxitadalékú beton esetében sem jelentene gyakorlati szempontból figyelemre méltó problémát. Ennek igazolására azonban még kísérleteket kellene végezni.

A sugárvédelmi kísérletek eredményei

Galambos Sándor által végzett mérések eredményei szerint a bauxitadalékú nehézbeton ugyanazt a lineáris összefüggést mutatja a térfogatsúly és a gamma sugáryengülési együttható között, mint a gyakorlatból már ismert védőbetonok.

A különböző próbatesteken megállapított értékek terjedelmének és az átlagértéknek az aránya annál nagyobbak mutatkoztak, minél nagyobb volt a vizsgált keverék alkotóinak (habarc, durva adalék) térfogatsúlykülönbsége.

Különböző bauxitadalékú és összehasonlító betonok gyorsneutron transzmisszióját Neszmélyi András és Galambos Sándor mérte, 2,9 és 14 MeV energiákon. A neutronokat részecskegyorsítóval állították elő, a szórt neutronok kiküszöbölésére differenciál diszkriminátort, a neutronhozam ingadozásából adódó hibák kiküszöbölésére monitoros aránydetektálást alkalmaztak, a detektor pedig szcintillációs számláló volt. A mérési eredmények alapján a beton térfogatsúlya, hidratvíztartalma és a gyorsneutron eltávolítási tényező között a következő, összehasonlító becslésekre alkalmas, tapasztalati összefüggések írhatók fel:

$$\Sigma_{2,9 \text{ MeV}} = 0,048 + 0,018t + 0,006 \frac{h-50}{100} \quad (7)$$

$$\Sigma_{14 \text{ MeV}} = 0,031 + 0,013t + 0,004 \frac{h-50}{100} \quad (8)$$

ahol Σ = gyorsneutron eltávolítási tényező, cm^{-1}

t = a beton térfogatsúlya, t/m^3

h = a beton hidratvíztartalma, $1/\text{m}^3$

A képletek csak 2,0 és 5,0 t/m³ térfogatsúly között és csak a kísérletek során alkalmazott anyagok esetében alkalmazhatók.

A nyert mérési eredmények, ill. a mérési eredményeket általánosító empirikus képletek értelemszerű összhangban vannak Davis időközben publikált gyorsneutron abszorpciós mérési eredményeivel, amelyek számértékre nézve kisebbek az általunk nyert, ill. a képletekkel számítható értékeknél, s a térfogatsúly szerepét kisebbnek, a víztartalom szerepét pedig nagyobb-nak mutatják.

Az eltávolítás-becslő képletek értelemszerű összhangban vannak Davis — szintén időközben publikált — abszorpcióbecslő módszerével is.

Mindenesetre akár a saját, akár Davis eredményeire, ill. módszerére támaszkodva végzünk összehasonlítást a sugárvédelmi érték szempontjából, a kidolgozott bauxitadalékú nehézbeton elsőbbsége egybehangzóan megmutatkozik, nemcsak hazai, hanem — kisebb mértékben — még külföldi vonatkozásban is.

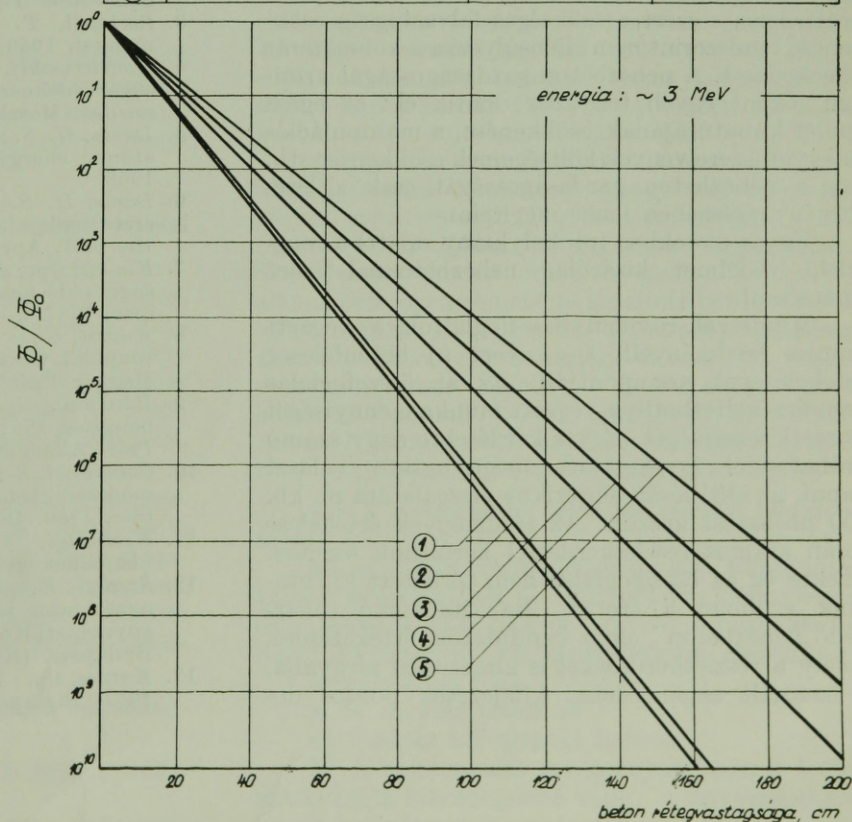
Ugyanakkor nyilvánvaló, hogy transzmisziós, vagy akár abszorpciós mérések alapján sem lehet közvetlenül képet alkotni a reaktorok védőfalában fellépő tényleges viszonyokról. Ehhez számos egyéb körülmény (pl. a felhalmozódási tényező, a befogási fotonok energiája stb.) fi-

gyelembé vétele is szükséges, amelyekre a végzett munka nem terjedhetett ki. Meg kell állapítani, hogy ezeknek a tényezőknek a figyelembe vétele a kidolgozott betonféleség alkalmazásával járó előnyöket nagyobb-nak mutatná, mint az eltávolítási tényező becslésére kialakított képletek.

A gyakorlati viszonyokat valamennyire megközelítő és egyszerű összehasonlítást végezhetünk oly módon, hogy a különböző betonfajtákat a Rockwell-féle hidrátvízminimumnak megfelelő összetételhez tartozó, s a fenti képletekkel számolt gyorsneutron eltávolítási tényezővel értékeljük. Így — 2,9 MeV energia és 25% hidrátvízű bauxit esetében — a 2. táblázat szerinti eredmények adódnak.

A táblázat szerinti eltávolítási tényezők, s az ismert exponenciális sugárgyengülési összefüggés segítségével számítottuk a védőközegbe lépő s az abból kilépő 2,9 MeV energiájú neutronok arányát a rétegvastagság és a betonfajta függvényében. A nyert eredményeket a 4. ábra mutatja. Erről leolvasható pl., hogy a bauxit + vashulladékos, Rockwell szerinti összetételű beton 100 cm-es rétegével elérhető redukciót a hazai limonit + vashulladékos beton csak 125, a kavicsbeton pedig csak 157 cm-es vastagsággal biztosítja. Ugyanakkor leolvasható pl. az is, hogy azonosan 100 cm-es rétegvastagság esetén a szó-

jel	a d a l é k	t é r f o g a t s ú l y t/m ³	h i d r á t v í z t a r t a l o m l/m ³
①	bauxit + vashulladék	4,80	192
②	amerikai limonit + vashulladék	4,60	184
③	magyar limonit + vashulladék	3,45	138
④	bauxit + szénészfém-szilik	2,90	116
⑤	homokoskavics	2,30	92



4. ábra. A védőbetonba lépő (Φ) és az abból kilépő (Φ_0) gyorsneutron fluxus aránya a rétegvastagság függvényében

Betonfajták összehasonlítása a Rockwell-féle minimum alapján

Sor- szám	a d a l é k	alkalmazha- to legnagyobb terfogatúsúly	az alkalmaz- ható legna- gyobb terfogat- súlyhoz tarto- zó (+%) hú- ratvíz	gyorsneutron (~3 MeV) el- távolítási tényező a 7.sz. képlettel számítva	
		t/m ³	l/m ³	Σ , cm ⁻¹	%
1	2	3	4	5	6
1	bauxit + vashulladék	4,60	192	0,143	157
2	amerikai limonit + vashulladék	4,60	184	0,139	153
3	hazai limonit + vashulladék	3,45	138	0,115	126
4	bauxit + színesfém-salak	2,90	116	0,104	114
5	homokaskavics	2,30	92	0,091	100

ban forgó limonitos beton 1, a kavicsbeton pedig 2 nagyságrenddel több 2,9 MeV energiájú neutron bocsát át, mint a bauxitos.

A beton gazdaságossága és alkalmazása

A bauxitadalékú nehézbeton az alkalmazott nehéz adalék (vashulladék, hematit stb.) fajtájától és mennyiségétől függően kerülhet többbe, ugyanannyiba, és kevesebbe, mint a limonitos beton. Abszorpciós (ill. eltávolítási tényezőjével) jellemzett sugárvédelmi értéke ezzel együtt haladva lehet nagyobb, praktikusán megegyező, vagy kisebb, mint a limonitbetoné.

Általában, a nehézbeton köbméterára sokkal nagyobb mértékben nő, mint az abszorpciós koefficiens, s ezért a szükséges falvastagság csökkenése rendszerint nem ellensúlyozza a köbméterár növekedését. A nehézbeton gazdaságosságát azonban főként egyéb tényezők döntenek el: az egész épület kubatúrájának csökkenése, a manipulációs és egyéb szerelvények költségeinek csökkenése stb. Így a nehézbeton gazdaságosságát csak a létesítmény egészében lehet megítélni.

Egyes esetekben (pl. helyhiány miatt) a megfelelő védelmet kizárólag nehézbetonnal lehet biztosítani.

Mindezzel röviden összefoglaltuk a végzett munka eredményeit, s a nyert új betonféleség értékelésének szempontjait. Ez az összefoglalás nem érzékeltethette a végzett munka mennyiségét és részletezettségét. Egyes kérdésekre nagy számú próbatesttel igyekeztünk megnyugtató választ kapni, az időállóság empirikus vizsgálatára pl. kb. 500 próbatest készült. Az eredmények értékelése során számos részletkérdéssel kerültünk szembe. Ezekre ez az összefoglalás nem térhetett ki, utalunk azonban a szerző „Bauxitadalékú sugárvédő nehézbeton” című kandidátusi értekezésére, amely a részletkérdéseket is kimerítően tárgyalja, a használt sugárvédelmi kifejezések pontos de-

finíciójával együtt. Sok tisztázatlan kérdés is van még előttünk, úgy véljük azonban, hogy sikerült megnyitni az utat a bauxitadalékú sugárvédő nehézbeton gyakorlati alkalmazása előtt.

Az eddigiekben a kidolgozott új betonféleséget csak a KFKI reaktora fentebb említett mobil vértjeinek előállításánál használták fel. További alkalmazásra főként újabb reaktorok létesítésénél kerülhet sor.

IRODALOM

1. Bozóki, L.: Védekezés atommag sugárzás ellen, 2. kiadás. 1960. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
2. Price, B. T.—Horton, C. C.—Spinney, K. T.: Radiation shielding. 1957. Pergamon Press, London—New York—Paris.
3. Rockwell, T. (editor): Reactor shielding design manual. 1956. Mc Graw Hill., New York.
4. Komarovszkij, A. N.: Magreaktorok és gyorsítók sugárvédelmére szolgáló építőanyagok. 1958. Atomizdat, Moszkva.
5. Davis, H. S.: High-density concrete for shielding atomic energy plants. Journal of the ACI, May, 1958.
6. Davis, H. S.—Orville, E. B.: High-density concrete made with hydrous-iron aggregates. Journal of the ACI, April, 1959.
7. Kunszt, Gy.: Az Építéstudományi Intézet kísérletei sugárvédő nehézbeton előállítására. Magyar Építőipar, 1957. 3—4.
8. Kunszt, Gy.: A csillebérci atomreaktor limonitbetonjának tervezése, készítése előírása és ellenőrzése. Magyar Építőipar, 1959. 7.
9. Bárdossy, Gy.: The geochemistry of Hungarian bauxites, Part I. Acta geologica, Tom. V., Fasc. 2. 1958. Akadémiai Kiadó, Budapest.
10. Galambos, S.: Építőipari vizsgálatok atomfizikai módszerekkel. Az Építéstudományi Intézet Jelentése, 1960. Budapest (Kézirat)
11. Neszmélyi, A.: Nehézbetonok neutronabszorpciós vizsgálata gyorsítóval. 1960. Budapest (kézirat).
12. Szepesi, K.—Mayer, J.: Bauxitadalékú sugárvédő nehézbeton időállóságának vizsgálata. Az Építőanyagipari Központi Kutató Intézet Jelentése, 1960. Budapest. (Kézirat)
13. Kunszt, Gy.: Bauxitadalékú sugárvédő nehézbeton, 1961. Budapest. (Kandidátusi értekezés, kézirat.)

Tapasztalatok a beton vákuumozásával

ARMUTH ANDRÁS

1. Bevezetés

Az építéshelyeknek évtizedes problémája a beton helyes vízadagolása. A betonozást végző dolgozók általában arra törekednek, hogy minél plasztikusabb — nagy víztartalmú — betonkeveréket helyezzenek be a zsaluzatokba s ily módon a tömörítés kisebb munkával, gyorsabban elvégezhető legyen. Az építkezés műszaki és gazdasági vezetőinek az az érdeke, hogy a beton lehetőleg kis vízadagolással készüljön, mert nagyobb vízadagolás mellett, az azonos szilárdság eléréséhez lényegesen több cement szükséges.

A beton vákuumkezelésével elsősorban a beton könnyű bedolgozhatóságához szükséges vízadagolás — és a kedvező szilárdságot biztosító vízadagolás közötti ellentmondást kívánták kiküszöbölni. A jó bedolgozhatóságot biztosító betonból zsaluzatba helyezése után légritkítás segítségével különleges zsaluzaton keresztül a víztartalom egy részét kiszivattyúzzák.

A vákuumozás hatására a betonnak nemcsak szilárdsága növekedhetik meg, hanem a szilárdulás üteme is gyorsul. Az építőipari gyakorlat számára a módszert különösen vonzóvá teszi, hogy hatására — a beton struktúrájában, kapilláris pórusaiban végbemenő fizikai változások eredményeképpen — olyan mértékű kohézió alakul ki, amely révén lehetővé válik a vákuumkezelés utáni azonnali kizsaluzás.

A vákuumozást a gyakorlatban főképpen a szilárdság fokozásának és a gyors kizsaluzhatóságának kihasználására vezették be.

A beton vákuumozása az évek során két főterületen: nagyméretű csövek, csőszakaszok helyszíni előállításánál és előregyártásnál, valamint monolit vasbeton pillérek készítésénél honosodott meg.

2. Hazai laboratóriumi kísérletek megállapításai

A hazai építési gyakorlatban a legutóbbi évekig a vákuumozást nem alkalmazták. Az Építéstudományi Intézetben 1959—61. években folytatott reprodukáló kísérletek célja az volt, hogy eredményeik alapján mielőbb a hazai építőipar rendelkezésére bocsáthatók legyenek a beton vákuumozására vonatkozó műszaki irányelvek.

E munka során kísérleteket végeztünk a vákuumozás eredményességét hazai körülményeink, anyagaink mellett leginkább befolyásoló tényezők megállapítására és azok hatásának számszerű felmérésére; néhány, a szakirodalomban egyértelműen nem tisztázott, illetve vitatott probléma feltárására. A vizsgálatok középpontjában három fő kérdés állt:

— A beton összetételének hatása a vákuumozás eredményességére.

— A vákuumozott beton főbb fizikai tulajdonságainak vizsgálata.

— A vákuumkezelés technológiai módozatai-

nak hatása a keverővíz csökkenésére és a beton szilárdságára.

2.1 A beton összetételének hatása

a) A vákuumozás révén elérhető szilárdságnövekedés leghatározottabban a II. osztályú adalékanyaggal, képlékeny, gyengén képlékeny konzisztenciával készülő, 320 kg/m^3 -nél nem nagyobb cementadagolású betonkeverékeknél érvényesül.

b) Összehasonlítható kísérleteink során minél kisebbre adódott valamely — egyébként azonos keverési arányú — beton normálszilárdsága, annál határozottabban érvényesült arra a vákuumozás viszonylagos javító hatása.

c) Minél nagyobb valamely betonkeverék tömörödési készsége a vízelzívás hatására s arra, hogy az elszívott víz helyett szilárd részecskékkel töltse ki — annál nagyobb a vákuumozás révén elért szilárdságnövekedés. Ezért túl durva szemszerkezettű adalékok vákuumozásra kevésbé alkalmasak. A vákuumbetonhoz felhasználható adalékanyag szemszerkezetének alsó határgörbéje magasabban fekszik (homokdúsabb) mint a normálbetonhoz használt adaléké.

d) Kis ($100\text{—}150 \text{ kg/m}^3$) cementadagolású, vákuumozott betonok szilárdságának alakulására kedvezően hat $50\text{—}100 \text{ kg/m}^3$ örölt granulált kohósalak adagolása.

e) Nagyobb cementadagolással, I. osztályú szemszerkezettel, kis v/c -tényezővel készített betonoknál a vákuumozás szilárdságnövelő hatása csak a beton 1—2 napos korában érvényesül. 450 kg/m^3 cementadagolású $0,32\text{—}0,38 \text{ v/c}$ tényezőjű vákuumozott betonok viszonylagos szilárdsága 1 napos korban $118\text{—}147\%$ között, 28 napos korban $0,90\text{—}0,95$ között változott.

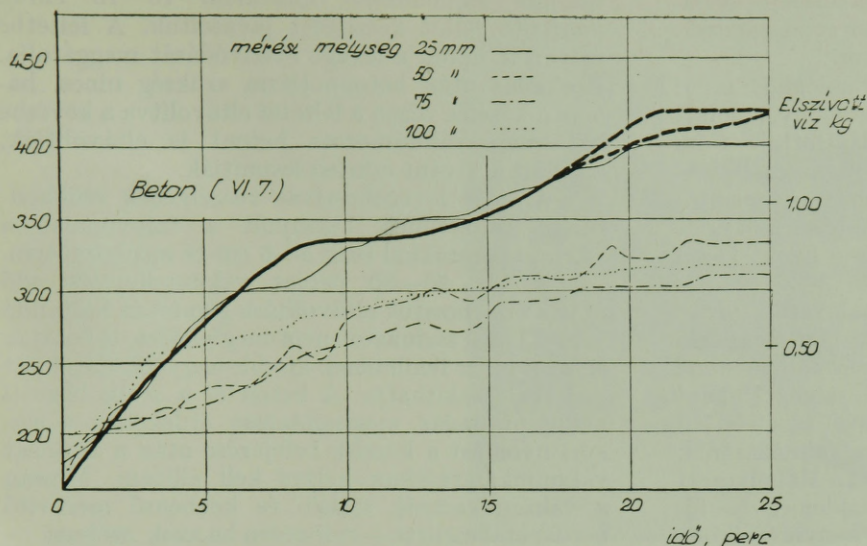
f) Hazai cement fajtáink vákuumozásra való alkalmasságára határozott jósági sorrendet felállítani nem lehetett. Portlandcementjeink vákuumozásra általában alkalmasnak bizonyultak. Szilárdságnövekedést eredményezett a hejőcsabai 400-as heterogén cementtel készített betonkeverék vákuumozása is. A kezdeti (1 napos) szilárdság abszolút értékei azonban még vákuumozva is alacsonyra adódtak. Emellett a H 400-as cementtel készített betonok erősen tapadékonyak voltak. Azonnali kizsaluzásuk nehezebben, csak számottevő selejtképződéssel volt biztosítható.

2.2 A vákuumozott beton főbb fizikai tulajdonságai

a) A vákuumozott beton fizikai tulajdonságainak megváltozása az elszívott víz mennyiségétől, illetve a betonnak ezt követő tömörödésétől függ. Az elszívott víz mennyiségére elsősorban:

- a légritkítás foka,
- a beton összetétele és az elszívás időtartama hatnak.

b) A vákuumozás eredményeképpen a beton struktúrája inhomogénné válik; a szívózsálukhoz közelfekvő rétegek kis víztartalmúak, nagy tömört-



annál nagyobb légnyomáscsökkentés szükséges ahhoz, hogy az elszívóhatás a beton mélyebb rétegeiben is érvényesüljön.

b) A vákuumozott beton vízleadása a kezelés első perceiben rohamos, később csökkenő tendenciát mutat. Az elszívás tartama alatt általában a keverék víztartalmának 20–30%-át szükséges elszívni. A 3. ábra egy $50 \times 50 \times 12$ cm méretű betonlemez vízleadásának alakulását mutatja be a vákuumozási idő függvényében. Ugyanebben a lemezben Szuk Géza mérte egyidejűleg a különböző rétegek elektromos ellenállását konduktometrius módszerrel. A különböző rétegek ellenállásváltozásának görbéi — amint a 3. ábra is bizonyítja — jól egybevágtak a súlymérési eredmények alapján ábrázolt vízleadási görbével.

c) A vákuumozandó réteg vastagságának növekedésével, növelni kell a vákuumkezelés időtartamát. A vákuumozandó rétegek legnagyobb vastagsága egyoldali szívás esetén 20–25 cm, kétoldali elszívás esetén 40–50 cm lehet. A vákuumozás szükséges időtartama a szerkezet méreteitől és a légritkítás fokától függően 4-től 35 percig terjed.

d) A vákuumozás közbeni vibrálás előnyös vákuumbeton vízleadására, tömörödésére és szilárdságára. (Ezt bizonyítják a 2. ábra adatai is.) Minél szárazabb a keverék, minél nagyobb belső súrlódása, annál inkább szükséges azt — vég-szilárdságának növelése érdekében — vákuumozás közben vibrálni.

A betont nem szükséges a kezelés teljes tartama alatt vibrálni, 5 percenként végzett 30–40 másodperces vibrálás jó hatású.

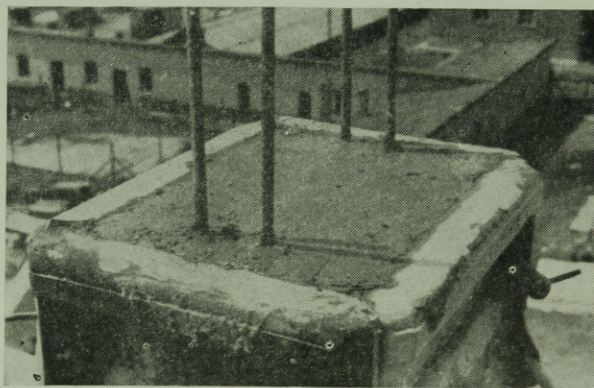
Amennyiben a szerkezetet a kezelés után azonnal kizsaluzni kívánják, azt állékonysága érdekében az utolsó 5–10 percben vibrálni nem szabad.

e) Meg kell akadályozni, hogy a vákuumkezelés alatt álló betonon szabad levegő áramolhasson keresztül. A nagysebességű levegőáramlás a beton finomrészeit helyenként kimossa, fészkesedést okoz, más esetekben repedések képződéséhez vezet.

3. Vasbeton pillérek vákuumozása során szerzett tapasztalatok

A laboratóriumi reprodukáló kísérletek után a 24-es (később 43-as) Állami Építőipari Vállalat Villányi út 18. sz. kísérleti építkezésén vasbeton pillérek vákuumozására végeztünk előbb laboratóriumi, majd félüzemi kísérleteket.

Ezekkel szerzett tapasztalatok jó alapot adtak a vákuumozás műszaki és organizációs



4. ábra



5. ábra

előnyeinek és problémáinak számbavételére. A félüzemi jelleg miatt sajnos a módszer gazdaságosságának feltárására nem nyílt alkalom.

A kísérletek mind betontechnológiai, mind organizációs szempontból a módszer előnyös voltát bizonyították. Ugyanakkor rávilágítottak több olyan — a felszerelések készítése és üzemeltetése során figyelembeveendő — apróbb vagy jelentősebb szempontra, amelyek kielégítése nélkül a módszer eredményessége kétséges. Ezek közül ismertetünk néhányat.

Alapvetően fontos a pillérzsaluzatok olyan kiképzése, amely a vákuumozás közben megfelelő vibrálást is lehetővé tesz. Az első, fa alaplemezzel készült, mind a négy oldalon szívózsáluként kiképzett sablonban, a beton nem volt megfelelően tömöríthető. Bemerülő vibrátor alkalmazásának az elem magassága szabott gátat. Ráhelyezett zsaluvibrátorok rezgéseit a fa alaplemez és főképpen a rugalmas szűrőrétegek nagymértékben csökkentették. Azoknál a pillérzsaluzatoknál, ahol csak a két szélesebb oldallapot képezték ki szívózsáluként, a két keskenyebb fémoldalra helyezett zsaluvibrátorok megfelelő tömörítő hatást tudtak kifejteni. (Az előzetesen jól bedolgozott betonnak a vibrovákuumozás hatására bekövetkezett tömörödését mutatja be a 4. és 5. ábra.)

A levegő áramlását az oldallapoknál jó légmentes csatlakozással, megfelelő ütközés kiképzésével és gumiszalagok alkalmazásával — esetleg helyi tömítéssel — viszonylag könnyen lehet megakadályozni. Nagyobb problémák adódnak a zsaluzat felfekvésénél és főképpen felső síkjánál. A felfekvésnél sík és vízszintes aljzat szükséges, de ez egymagában még nem biztosítja, hogy ott a vákuumkamra levegőt ne szívjon át. Kisebb egyenetlenségek (kis hulladék, homok, kavicszemesék) zavaró hatásának kiküszöbölésére célszerű a zsalutáblák talpélére 8—10 mm vastag rugalmas és légátnemeresztő gumicsíkot ragasztani.

A tetősíknál, amennyiben a vákuumtér a zsalu felső éléhez közel, ahhoz 2—3 cm-re végződik, a kezdeti nagy vízbőség megszűnése után a porózus betonon keresztül nagymértékű levegő kerül a zsaluzat vákuumkamrájába; emiatt a vákuumozás foka nagymértékben lecsökken, hatástalanná válik. Nem bizonyult megfelelőnek a 4—5 cm-re végződő vákuumkamra sem. Ez esetben, ha előbb nem, a vibrálás hatására bekövetkező roskadás után kerül abba közvetlenül levegő.

Elkerülhető volt a levegő átszívás, ha a vákuumkamra távolsága a felső éltől 12—15 cm-t ért el.

Ez esetben azonban a pillér szilárdsága — amint a vizsgálatok kimutatták — éppen a gerenda felfekvésénél, a legerősebben igénybevett részen adódott viszonylag alacsonyabbra. Ennek oka részben az volt, hogy a beton felső rétegében az elszívó hatás csak közvetve, kisebb mértékben érvényesült, másrészt pedig a roskadás után utólag beöltött pótag a csökkent légritkítás hatásának is csak rövidebb ideig volt kitéve.

Újabb pillérzsaluzatok készítésénél — lengyel példa alapján — a felső élet 2—3 cm-re megközelítő vákuumkamrát, valamint a szívózsáluzat

tetejére légmentesen illeszkedő 10—15 cm-es magasító feltét készítését javasoltuk. A feltétbe helyezett beton a levegő átszivódását meggátolja. Roskadás után betonpótlásra szükség nincs, hanem a kezelés végén a feltétet eltávolítva a kevésbé hatásosan vákuumozott betont is eltávolítják, a pillért a kívánt szinten lesimitják.

Az alsó levegőbeszívás veszélyének csökkentésére célszerűnek bizonyult a talpvonalat a vákuumkamrákkal csak 5—6 cm-re megközelíteni.

A kb. 20—30 perces vákuumkezelési idő után a kizsaluzatok eltávolítása gondosan hajtandó végre. Ha a zsaluzatot nem megfelelően távolítják el, az a pillér felületének kisebb-nagyobb darabjait magával szakíthatja. A beton és a zsalu közötti vákuumtapadás megszüntetése érdekében a légköri nyomást a kezelés befejezése után a zsaluzat vákuumkamrájában helyre kell állítani. Miután a vákuumkamrák szélső- és közbelső merevítő bordázatai mellett — különösen ha azok szélesek — a légköri nyomás helyreállni nem tud, és az erős tapadás fentmarad, célszerű a zsalukat nem rántás-szerűen eltávolítani, hanem először a pillér felületével párhuzamosan néhány centimétert felfelé csúsztatni. Ezzel a módszerrel a vákuumozott oldalak felületi sérülései jelentéktelenre csökkenthetők. Természetesen ehhez viszonylag kis súlyú (kb. 30 kg-nál nem nehezebb) oldalzsalutáblák szükségesek.

Más problémákat vetettek fel a nem szívó oldalaknál előforduló felszakadások. E fémlemezekhez különösen a vibrátorok körzetében tapadt a beton erősen. Nem segített ezen sem olaj, sem más kenőanyag használata. Legcélszerűbbnek végül is a fémzsalura ráhelyezett vékony polietilén fólia bizonyult, melyet nem az oldalzsaluval együtt távolítottak el, hanem később, a beton kötésének előrehaladása után „hámoztak” le.

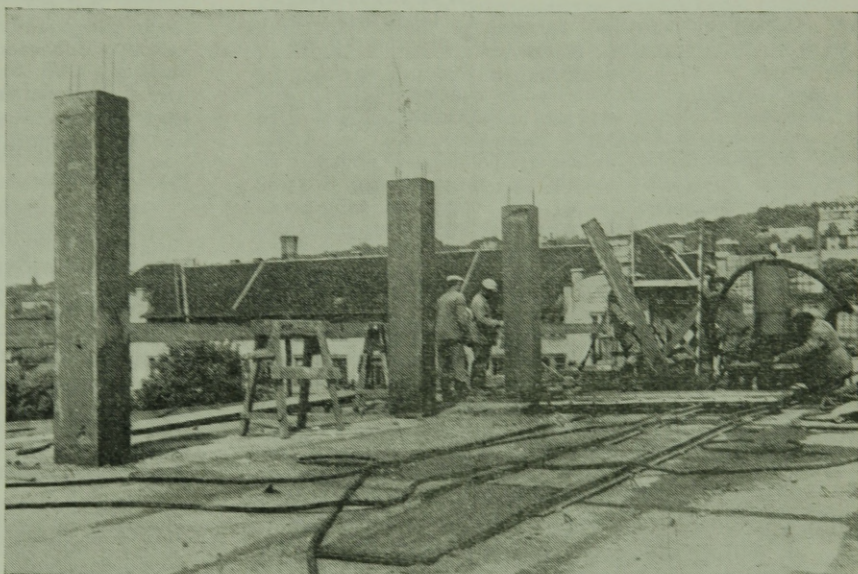
A kísérletek során saját műhelyünkben és más Vállalatoknál többféle anyagból készített vákuumozó zsalutáblákat használtunk. Így 3 mm vastag acéllemezt szögvas merevítéssel; 45 mm vastag deszkát szögvasmerevítéssel; és hegesztett alumíniumkeretben, hullámosított alumínium alaplemezzel készített elszívótáblákat. A különböző konstrukciókat összehasonlítva azok a zsaluk bizonyultak a legkedveőbbnek, melyek a legkisebb súlyúak, és amelyek összeszerelése gyorsan, viszonylag kevés elemmel és légmentesen biztosítható. Az alumínium zsaluzat nagy költségét tekintve, legcélszerűbbnek a kisméretű szögvas szelvényekkel merevített légzáró felületi kezeléssel ellátott, 8—10 mm vastag, rétegelt falemez zsalutáblák tekinthetők.

A vákuumozási munkát megtekintő szakemberek és laikusok visszatérő kérdése volt: vajon nem csökken-e a vákuumozás során a beton cementtartalma kedvezőtlen mértékben. Az ezzel kapcsolatban végzett ülepítő kísérletek a kérdésre megnyugtató választ adtak. A rostaszövetből és zászólomolinóból készült szűrőrétegeken keresztül elszívott cement mennyisége nem haladta meg az eredeti cementmennyiség 0,5%-át. Ez a mennyiség is főképpen a szűrőszövet kisebb kiszakadásánál, az illesztési hibáknál távozott.

6. ábra



7. ábra



8. ábra



Káros a vákuumozó berendezésre és a kis keresztmetszetű csövekre, ha műszak végén azokat nem öblítik át, s a cementet belekötni hagyják.

A pillérvákuumozások műszaki eredményességét az alábbi adatok dokumentálják.

Laboratóriumban, II. osztályú adalék-anyaggal, 300 kg/m³ 500-as cementtel, 0,68 v/c-ös plastikus betonnal készített vibrovákuumozott vasbeton pillérek szilárdsága 3 napos korban 104 kp/cm²-t, 7 napos korban 158 kp/cm²-t ért el, 21 napos korban pedig 207 kp/cm²-es nyomószilárdsági értékével meghaladta a 28 napra tervezett szilárdságot.

A kedvező laboratóriumi szilárdsági eredményeket a munkahelyen készített pillérek szonikus vizsgálatának eredményei megerősítették, sőt felül is múlták.

A pillérek szonikus vizsgálatának néhány jellegzetes eredményét az alábbi táblázat dokumentálja :

A pillér		Készítés időpontja	A szonikus vizsgálatok értéke a pilléren, kp/cm ²		
jеле	kora		átlag érték	minimális érték	maximális érték
X ₁	3 napos	XI. 16.	130	105	170
X ₂	2 napos	XI. 17.	110	85	137
C ₁₅	17 napos	II. 17.	224	185	238
A ₁₆	17 napos	III. 3.	196	162	267
B ₉	8 napos	III. 12.	212	205	275

A szonikus vizsgálatok eredményei egyébként jól mutatták a vákuumozott beton struktúrájának inhomogenitását.

A maximális szilárdsági értékeket általában a vákuumozott oldallal párhuzamosan, attól 5 cm-re vizsgált nagytömöttségű réteg adta.

Átlagos eredményeket adtak a vákuumozott felületre merőlegesen végzett szonikus vizsgálatok.

A minimális értéket rendszeresen a pillér felső síkjától kb. 10 cm-re végzett vizsgálatok adták — nyilván az előzőekben ismertetett probléma, — a közvetett szívás eredményeképpen.

A szilárdsági eredmények így is nagyon kedvezőek, s lehetővé tették, hogy viszonylag hűvös késő őszi — kora tavaszi — időben a 3 napos pillérekre elhelyezzék az előregyártott gerendákat. A viszonylag nagy szórásnál tekintetbe kell venni, hogy a beton 30 mm maximális szemnagyságú erősen homokos (60% 5 mm) adalékanyaggal, kb. 300 kg/m³ 500-as cementadagolással, gyengén plastikus konzisztenciával, szokványos munkahelyi módszerekkel — térfogat szerinti adagolással — készült.

A félüzemi kísérlet során 25—30 perces vákuumkezelés után kiszaluzott 30×40×220 cm méretű pillérek minden esetben állékonynak bizonyultak.

A Villányi úti munkahelyen folytatott munka egyes szakaszait a 6., 7., 8. ábrák mutatják be.

Építésszervezési szempontból a dolgozók kellő begyakorlása után, a módszer következő előnyei jelentkeztek :

Az ács szakmunka betanított (állványozó) munkával volt helyettesíthető.

Viszonylag gyors zsalufordulót biztosított.

Közvetlenül a vákuumozás befejezése után a munkahely áttekinthető, tágas lett, merevítések, fahulladékok stb. miatti balesetveszély nem fenyegetett.

Kitöltő és válaszfalak építésének, elhelyezésének üteme gyorsulhatott.

A födémek elhelyezése gyorsan követhette a pillérbetonozást — megközelítve a teljesen előre gyártott épületek ütemét, ugyanakkor biztosította a pillérek hosszirányú monolitását.

4. Összefoglalás

Kísérleteink alapján a betonvákuumozás legfőbb előnyeit az alábbiakban foglalhatjuk össze :

Betontechnológiai szempontból a módszer javító hatása :

a viszonylag nagy kezdeti szilárdságban ;

a megfelelő vibrovákuumkezelés eredményeképpen létrejövő szilárdságnövekedésben ;

a zsugorodás, a hajlító-húzószilárdság, kopási ellenállás, fagyállóság stb. tulajdonságok kedvező befolyásolásában nyilvánul meg.

A vákuumozás szilárdságnövelő hatása folytán mód nyílik a beton cementtartalmának csökkentésére változatlan víztartalom, illetve bedolgozhatóság mellett.

Építésszervezési szempontból a beton vákuumozása előnyös :

a zsaluzó faanyag szükséglet csökkentése ;

a munkahelyi zsaluzás szakmunkás és időszükségletének erős redukálása ;

az elkészített szerkezet gyors kiszaluzhatósága és terhelhetősége következtében.

Fenti előnyök kihasználására elsősorban azok a szerkezetek alkalmasak, melyeknél a szerkezet alakja vasszerelése miatt csak plastikus, gyengén plastikus betont lehet bedolgozni.

Vasbetonvázás épületek monolit pilléreinek készítésénél a módszer alkalmazása feltétlenül célravezetőnek tekinthető, ha egyébként nagyszámú azonos méretű elem biztosítja a speciális vákuumzsaluzatok sokszoros újra felhasználását.

A műszaki fejlesztés egyes elvi kérdései az építőiparban

GERLE GYÖRGY

Dr. Kiss Árpád, az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság elnöke 1962. november 2-án előadást tartott a Magyar Építőművészek Szövetségében a műszaki fejlesztés távlatairól. Mint az előadó maga is hangsúlyozta, nem kívánt közvetlenül az építőipar problémáival foglalkozni, hanem olyan általános célkitűzéseket ismertetett, amelyekből az építéset szakembereinek maguknak kell levonniuk a szakterületükre vonatkozó következtetéseket. Ezeket a problémákat a hallgatóság részéről felvetendő kérdések kapcsán kívánta tisztázni.

Nem szándékom, hogy a történeti hűség követelményeinek megfelelő beszámolót adjak az előadásról és annak nyomán kialakult vitáról. Hatékonyabbnak vélem, ha itt csak a legfontosabbnak vélt néhány gondolatot mutatom be, amelyek a rendezvény során elhangzottak, vagy annak hatásaként merültek fel bennem.

A műszaki fejlesztés ez idő szerint legfontosabb céljaként az előadó a szocialista rendszer győzelmének támogatását jelölte meg a társadalmi rendszerek békés versengésében. Ennek legfontosabb eszközeként a termelékenység növelését nevezte meg. Egyben azt is leszögezte, hogy nem általában a termelékenység növekedése, hanem annak a felismert legfontosabb szükségletek kielégítésére irányuló hatása döntő. Ez a gondolat a hozzászólások nyomán kiegészült azzal, hogy a lakásépítés — pontosabban: a települések fejlesztése terén a termelékenység mellett a békés versengés hasonló fontosságú tényezőjének kell tekinteni azt is, hogy lakótelepeink megfelelő műszaki kereteket biztosítsanak a fejlett kommunista életforma számára. A magasabb igények kielégítése — amelyek jellemzői ez idő szerint még nincsenek is kellő pontossággal megfogalmazva — ellentétes gazdasági kölcsönhatásban áll a termelékenység növekedésével. Egyelőre azonban lakásvizsgálataink és az azok megjavítására figyelembe vehető gazdasági erőforrásaink együttes értékelése arra mutat, hogy először a mennyiségi igényeket kell egyre termelékenyebben kielégítenünk. Az ellentmondás átmeneti megoldásának egyik szempontja, hogy a most épülő lakások műszaki megoldásánál és elrendezésénél törekedni kell az azok későbbi összeszerelésére és a magasabb színvonalú felszerelés-berendezés feltételeinek előirányozására.

Mindenképpen hiányzik még az új életforma ismérveinek és az azokból eredő műszaki igényeknek a meghatározása. Ez ugyanis alapfeltétele annak, hogy kellő céltudatossággal tudjuk kitűzni a műszaki fejlesztés idevágó feladatait. Nem szabad megfeledkeznünk az építmények — de különösen a települések — viszonylag hosszú élettartamáról, lassú „erkölcsi kopásáról”. A SZKP XXII. Kongresszusának iránymutatása alapján joggal tekinthetők fel, hogy a most épülő házak, lakónegyedek és új városok a kialakuló új életforma időszakában is még hosszú ideig üzemelni fognak. Ezért tehát a tervszerű műszaki fejlesztésnek fontos előfeltétele: az építéset távlati műszaki követelményeit minél jobban megközelítő irányelvek megfogalmazása.

Nagy jelentőségű volt az előadó közlése az építőipari termelés hosszú átfutási idejének és a technológiai változásokhoz nem alkalmazkodó, azok végrehajtását akadályozó, viszonylag „merev” épületfajtáknak a termelői műszaki fejlesztést fékező hatásáról. Sokszor előfordul, hogy mire az új üzemhez tartozó épületek elkészülnek, addigra a tervezett technológia már el is avult. A szükséges átalakítás időtartama pedig már a következő technológiai változat korszerűségét is veszélyezteti. A hozzászólások világosan rámutattak arra az ellentmondásra, ami a közvetlen termelőeszközök — a technológiai berendezések — és az építmények „erkölcsi kopásának” szükségszerűen eltérő időtartamából következik. Kíváncsún látszik, hogy az építmények műszaki megoldásának fejlődése két — egymástól eltérő jellegű — irányban haladjon. A kommunális jellegű építmények „időtálló” megoldása mellett az

eddigieknél nagyobb mértékben kell kutatni a gyorsan felépíthető, könnyen átalakítható vagy áthelyezhető tételhatároló létesítmények megfelelő gazdaságos megoldási lehetőségeit. Ezt nemcsak az ipari üzemek, hanem a felvonulási épületek, a rövid élettartamú bányák és a még véglegesen ki nem alakult mezőgazdasági üzemegek már most nélkülözhetetlen épületeinek gazdaságos megoldása is megköveteli. Egyidejűleg egyre jobban ki kell szélesíteni az épületet nem igénylő termelőberendezések kifejlesztését és alkalmazását.

Építészetiünk, ill. építőiparunk számára különösen fontos volt az előadásnak az a megállapítása, hogy rövidesen nagy tömegben fognak megjelenni a mi szakterületünkön is igen előnyösen felhasználható, hazai gyártású új anyagok, különösen a könnyűfémek és az ún. „műanyagok” különböző kiváló sajátosságokkal rendelkező fajtái. Ezeket csak abban az esetben fogjuk tudni eredményesen felhasználni, ha már a tömeges megjelenésük előtt megálaptjuk felhasználási lehetőségeiket, célszerű építőipari alkalmazási területüket, feldolgozásuk és felhasználásuk megfelelő módszereit. Gazdaságtalan és a rendeltetését sem tudja teljesíteni az új anyag, ha a hagyományos anyagoknak megfelelő konstrukciókban igyekeznek felhasználni azokat. Az új anyagok viszonylag magas „anyagértéke” és a hagyományos anyagok — különösen a fa — egyre növekvő világpiaci ára elkerülhetetlenné teszik, hogy a nem statikai jelentőségi szerkezeteknél is áttérjünk a tényleges igénybevételnek megfelelő méretezésre. Az új anyagok megfelelő fogadására tulajdonképpen előre ki kell alakítanunk a felhasználásuknak megfelelő „technikai kultúrát”. Ez igen fontos követelmény, minthogy az építési feladatok ránk váró nagy tömegét az új anyagok alkalmazása és a hagyományos anyagoknak az eddigieknél gazdaságosabban való felhasználása nélkül nem leszünk képesek elvégezni! Feladataink e téren nagyon sürgősek is, mert a megfelelő felhasználási módok kialakítása többéves kutatási és gyakorlati tevékenységet igényel.

Általában figyelemre méltó volt az előadó véleménye abban a tekintetben, hogy a felismert fejlesztési igények kielégítéséhez szükséges feltételek megteremtése igen hosszú, tervszerű előkészítést igényel. Az e téren megkívánható „előretartás” a káderek képzése terén mintegy 15 év, a gyakorlati alkalmazási módszerek kidolgozásában pedig 10 év. Vagyis tulajdonképpen már most le vagyunk maradva pl. a vegyipar távlati terve szerint előrelátható műanyag-folyam megjelenéséhez képest.

Nyomatékosan felhívta a figyelmet az előadó a kutatási kooperációban rejlő tartalékokra és a kutatási autarchia káros következményeire. Egyetlen ország sem rendelkezhet kielégítő kutató kapacitással ahhoz, hogy minden témát maga kutasson meg és abban megfelelő eredményt érjen el — különösen nem a mi kis országunk. A megkutatandó feladatok nemzetközi elosztása esetén azonban elérhető, hogy minden ország a maga témáit élenjáró színvonalon dolgozza ki. Így a megfelelően szervezett eredménycsere a kutatás maximális hatékonyságát biztosíthatja. A korlátozott kapacitás felveti a súlypontképzés szükségességét is. Ha a rendelkezésre álló, korlátozott mennyiségű erőnket az adott időben legjelentősebb „láncszem” sürgős megoldására koncentrálnuk, sokkal hatékonyabban járunk el, mintha minden témánkat párhuzamosan, elforgácsolt erővel tartjuk kézben.

Mind az előadás, mind pedig a vita során felmerültek a megoldások fejlettségének, korszerűségének, gazdaságosságának mérlegelési nehézségei. Nagy nehézséget okoz jelenlegi statikus árrendszerünk, továbbá az, hogy az árakat meghatározó tényezőknek minden országban másképp alakulnak a jellemző értékarányai. A műszaki fejlesztéshez fűződő népgazdasági érdekek megkövetelik, hogy a gazdaságosság vizsgálatánál a mindenkori társadalmi munkaráfordítást helyesen tükröző árakat alkalmazzunk. Ilyen árak kialakítását az

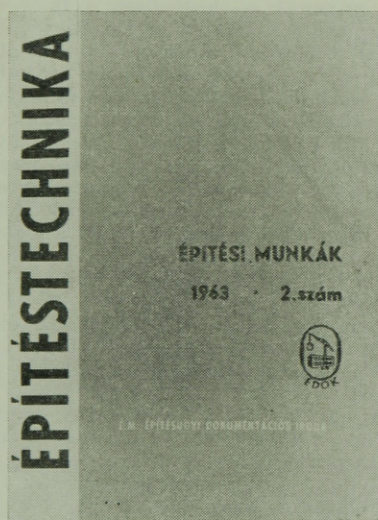
ágazatok kapcsolatainak mérlegrendszere és a rendelkezésre álló elektronikus számítóberendezések már lehetővé teszik. Arra azonban mindenképpen figyelemmel kell lennünk, hogy a gazdaságosságnak értékkategóriában kifejezett mutatószámai mellett rendszeresen vegyük figyelembe a viszonylag reálisabb — a még nem teljesen kiforrott közgazdaságtudományi értelmezéstől független — műszaki jellemzőket is.

A vita során csak érintőleg merült fel az építőipar komplex jellege, vagyis, hogy az „építőipari termékek”: az épületek és egyéb építmények, városrészek és egész települések létrehozásában közvetlenül vagy közvetve csaknem minden ágazat részt vesz. Így tehát az építőipar komplex műszaki fejlesztése azonos a már említett „építőipari termékek” létrehozásában közreműködő minden ágazat építőipari rendeltetésű vagy az építőipart szolgáló termelési műveleteinek a sajátos építőipari-építészeti-városépítési követelmények szerint koordinált fejlesztésével. Ettől azonban még igen messze vagyunk. Ismeretes például, hogy a kohó- és gépipar

milyen nehézkesen alkalmazkodik az építés igényeihez (betonacél, radiátor stb.). Ma még utopisztikusnak látszik, de a jövőben a komplex építőipari termékeknek is éppolyan összehangoltan kell létrejönniük, mint pl. az ugyancsak számos ágazat termékeiből össze tevődő gépkocsiknak, vagy hajóknak. Miért lehetne csak az „üszó városok” szintén eléggé sokrétű és összetett „építését” egyetlen, koordinált technológiai folyamatrendszerbe szervezni? Ebben a vonatkozásban maga a szervezés a műszaki fejlesztés legfontosabb problémája!

Még azt is szóvá szeretném tenni, hogy az előadás mondanivalójának jelentősége, elvi tartalma és tömör kifejezőmódja indokolta volna, hogy a hallgatóság annak legalább a téziseit előre megkapja és tanulmányozhassa. Így is sokat profitáltunk belőle, de úgy talán még többet lehetett volna, és a jobban „felkészült” hallgatóság hozzászólásai is több segítséget nyújthattak volna a Bizottság feladatainak megoldásához.

Hatszor három- fél éves az „Építéstechnika“



Múlt év októberében jelentkezett először az építőipari dolgozók szakmai folyóirata: az Építéstechnika. Az Építésügyi Dokumentációs Iroda „hármass” kiadványának szerkesztését az Építésügyi Minisztérium és az Építők-, Fa- és Építőipari Dolgozók Szakszervezete irányítja.

Az Építéstechnika nem egy, hanem három lap. Immár fél éve minden hónapban külön-külön jelentkezik a piros borítólappú „Építési munkák”, a zöld „Szakipari munkák” és a sárga „Épületgépészeti szerelőipar” című szakmai folyóirat.

Hiányt pótol s úttörő jelentőségű volt megjelenésük. A szerkesztőbizottság célul tűzte ki, hogy az építőipari dolgozóknak minden szakmai kérdésben segítő-társává váljanak.

Hatszor három kiadvány megjelenése után már

némileg érzékelhető: a kitűzött célok mennyiben váltak valóra. Felmérhető az eddig megtett út.

Az építőipari technikusok, művezetők, brigádvezetők, magukat művelni kívánó szakmunkások számára ilyen átfogó jellegű folyóirat hazánkban még soh'sem jelent meg. Hagyományokra tehát nem támaszkodhat. A cikkeket az Építésügyi Minisztérium, a nagyvállalatok, a kutatóintézetek mérnökei és vezető szakemberei írják: közérthető nyelvre törekedve, hogy az olvasók legszélesebb táborra is megértse, de emellett a cikkek tartalma a legmagasabb képzettségű szakemberek számára is tudjon újat nyújtani. E feladatot az eddig megjelent szake cikkek írói általánosságban teljesítették is.

A választott témák kellő változatossága biztosított-nak látszik, s a különböző szakmai kérdések skálájának további szélesítését minden bizonnyal a közeljövőben, a folyóiratok hasábjain meginduló szakmai viták „koordinálják” majd. Ennek az egészséges fejlődési vonalnak jelei máris mutatkoznak. Mindez kölcsönösségi viszonyban áll a fokozódó népszerűséggel.

Egy gyerekcipőben járó lapnak (amelynek mint mondtuk „ősei” nincsenek) természetesen gyermekbetegségei is vannak. Az Építéstechnika azonban már — véleményünk szerint — „kritikára érett”. (S ez nagy szó!) Beszélhetünk tehát hiányosságairól is: a folyóirat magját képező szake cikkek „körítéséről”.

A hazai és külföldi szakmai hírek, információk tartalmukban s formájukban egyaránt elmaradnak a lap nívójától. Tudjuk, nehéz feladat ezek színvonalának emelése, körképszerű „tálalása”. Azonban e tekintetben is „keresi már a hangját” az Építéstechnika. Reméljük mi hamarabb megtalálja.

Hat hónap: egy havi folyóirat életében másodpernyi. Az első hat hónap még tán annyi sem. Ennek ellenére megállapítható, hogy már ennyi idő alatt is nagyban segítette az építőiparnak a kivitelezéssel foglalkozó dolgozóit mindennapi munkájukban és szak-képzettségük növelésében.

Alacs B. Tamás

Szörtazbeszt- szigetelés az építőiparban

PINTÉR JÓZSEFNÉ

A J. W. Roberts Ltd (Anglia) által szabadalmazott „Limpet”-féle szörtazbeszt szigetelés alkalmazási területei a következők:

1. Ipari épületek szigetelése, 2. festődék-, mosodák szigetelése, 3. uszodák, sportcsarnokok, 4. színházak, mozik, előadótermek, 5. olajfinomító berendezések, 6. olajtartályok, 7. vasúti kocsik, 8. hajók, 9. gőzturbinák szigetelése.

A „Limpet” szörtazbeszt szigetelés világszerte való elterjedését a következő előnyének köszönheti:

1. Minden egyenetlen felületet követ.
2. A szigetelés összefüggő; hő, hanghíd nincs.
3. Egyesíti magában a szigetelések megkívánt tulajdonságait.

- a) Elsőrendű hő,
- b) hangszigetelő,
- c) korrózió védelmet,
- d) kondenzáció védelmet,
- e) tűzvédelmet biztosít.

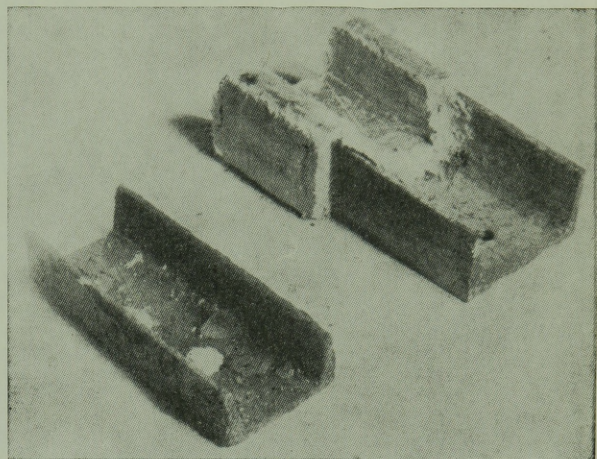
Fenti tulajdonságai miatt mindenütt, ahol azbesztbányászat folyik, illetve az azbeszt beszerzésére mód nyílik, igyekeztek alkalmazni.

A technológiája, szóróberendezése rendkívül egyszerű. Lényegében egy kártoló berendezésből, egy adagoló berendezésből és a szétbontott azbeszt-szálak továbbítására szolgáló fúvó szerkezetből áll.

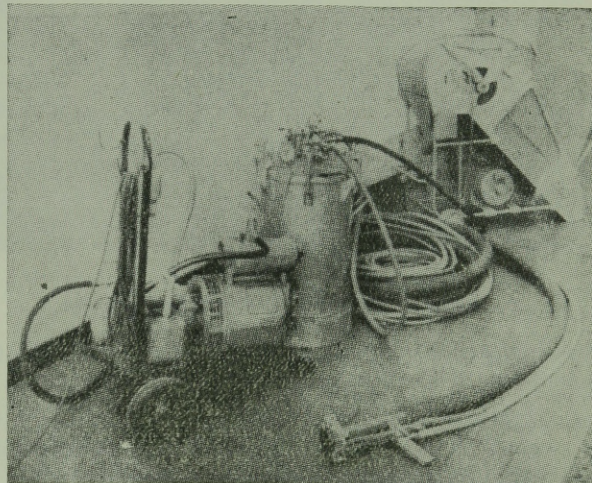
A fúvószerkezethez csatlakozik az azbeszt továbbítására szolgáló tömlő. Az azbesztrost a szórópisztolyon keresztül kerül a szigetelendő felületre. Ugyancsak a szórópisztolyhoz csatlakoznak a lég-, illetve víztömlők. A pisztoly ravaszának állításával, a pisztoly fúvókáin keresztül megindul a vízáramlás. A víz pályája keresztirányban metszi az azbesztnyílásból kiáramló azbesztrostokat. Az azbesztrost tehát nedvesített állapotban kerül a szigetelendő felületre. A pisztoly ravaszának állításával az azbesztrost áramlását megindíthatjuk, illetve leállíthatjuk.

Fentiekből látszik, hogy a készülék viszonylag egyszerű és könnyen előállítható. A szabadalom lényege azonban az azbeszt kötőanyagban van. Ennek előállítása számos próbálkozás ellenére eddig nem vagy csak részben sikerült. Ezzel magyarázható, hogy a Roberts Ltd azokra a helyekre is exportál szigetelésre szolgáló „Limpet” szörtazbesztet, ahol a legnagyobb mennyiségben bányásszák az azbesztet, így a fehérzbeszt hazájába Kanadába és a kékzbeszt hazájába Dél-Afrikába is.

Hazánkban 1950 óta alkalmazzák a kékzbeszt szigetelést. Elsőnek az Argentínába és Egyiptomba szállított motorvonatainknál és sportkocsiknál, majd a SZU részére szállított személyhajók hő- hang szigetelésére, valamint kondenzáció és korrózió védelem céljából, — valamint későbbi kezdeményezéseink és számításaink alapján gőzturbinák szigetelésére. Hazánk hőerőműveinek már 80%-át ezzel szigetelték és hazai



1. ábra. Szörtazbeszttel szigetelt és szigetelés nélküli tartó tűzeset után



2. ábra. Azbeszt-szóróberendezés



3. ábra. Azbeszt felszórása szórópisztollyal



4. ábra. Azbeszt felszórása szórópisztollyal

eredményeink nyomán több külföldi gyár és erőmű jelentkezett turbina szigetelési igényekkel.

Épületek „Limpet” szigetelése

Hazánkban 1958 végén jelent meg először az építőiparban a szórtazbeszt-szigetelés.

Az ózdi tűzálló téglagyár, téglaszárító üzemének vashullámlemez födémét szigetelték „Limpet” szórtazbeszttel. Az 1700 m² felületre kiterjedő szigetelés vastagsága 10 mm volt. A szigetelés feladata hőszigetelés és kondenzáció védelem. A szigetelés a szárítóüzem kapacitását nagymértékben megnövelte. Ugyanis a szórtazbeszt réteg



5. ábra. Olaszország (Firenze) Teatro Comunale 1200 m² szórtazbeszttel hangszigetelt felület

a szárítás közben keletkezett páratartalmat elnyelte és a szárítóüzem levegőjét ily módon kedvezően szabályozta. Ugyanakkor a vasszerkezeti födémet a korróziótól megvédte.

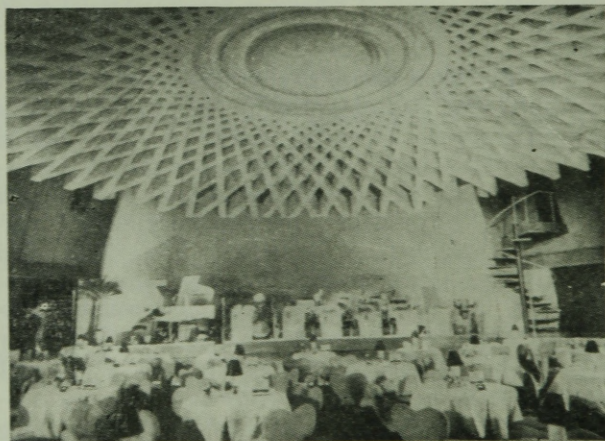
A szigetelés jó eredménye alapján rendelte meg a 31. sz. ÉM Építőipari Vállalat, az Iparterv által tervezett Székesfehérvári Könnyűfémű alumínium öntödéjének és hengerművének „Limpet” szórtazbeszt szigetelését.

A szigetelés kb. 9000 m² felületre terjed ki, az üzemek alumínium hullámlemez oldalfalain. Feladat: hőszigetelés és kondenzáció védelem. A szigetelés vastagsága 8 mm. Az alumínium alaptulajdonságának megfelelően, a szigetelés menete a következő volt:

- a) A szigetelendő felület üvegpapírral való feldörzsölése, érdessé tétele, illetőleg zsírtalanítása.
- b) Bevonás cinkkromáttal.
- c) Bitumen ragasztóanyag felhordása.
- d) Az azbesztrost felszórása.

Továbbiakban a Pasaréti Fedett Teniszcsarnok alumínium héjszerkezetét szigetelték szórtazbeszttel. Itt a legfontosabb szempont a hangszigetelés volt, másodrendűen a hőszigetelés. A vékony alumínium felületen külső zajok, pl. eső esetén fellépő rendkívül zavaróan ható kopogó hangok ellen nyújt védelmet.

A szigetelés tehát alumínium felületnél a fent említett módon, nyers vakolatlan beton és téglafelületre közvetlenül felhordható a kívánt vastag-



6. ábra. Japán — New Japan Hotel — Tokio. Mennyezet hangszigetelése szórtazbeszttel

ságban. Vastagságát a megfelelő rozsdátlanítás után magasolvadáspontú bitumenrétegre kerül.

Műszaki adatai a következők:

a) Épületek hőszigetelése

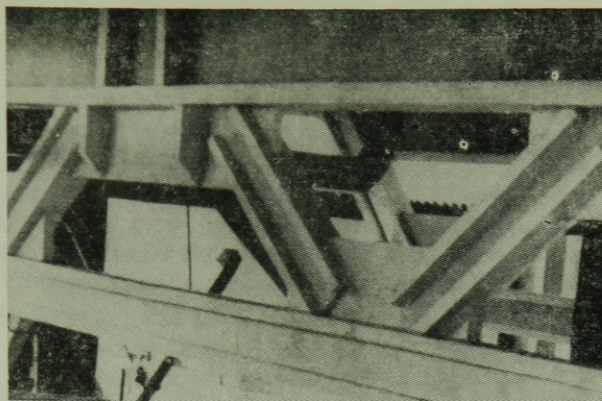
A „Limpet” szórtazbeszt hővezetési tényezője normál környező hőmérsékletén.

$$K = 0,0033 - 0,04 \text{ kcal/m h } ^\circ\text{C}$$

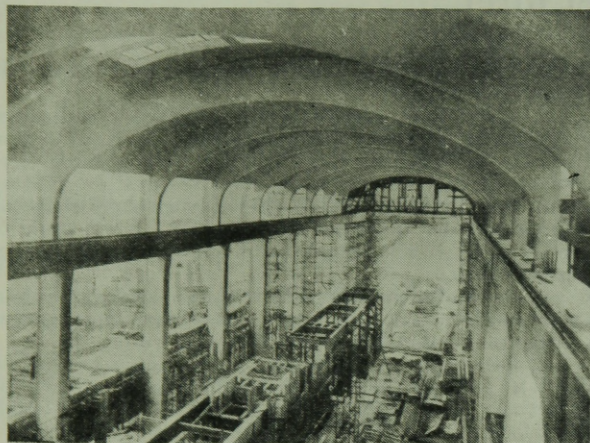
Az 1. táblázat a hőátbocsátási tényezőket tartalmazza, különböző, általában alkalmazott szerkezeteknél.

A hővezetési tényező értékeit különböző hőmérsékletek mellett a 2. és 3. táblázat adja.

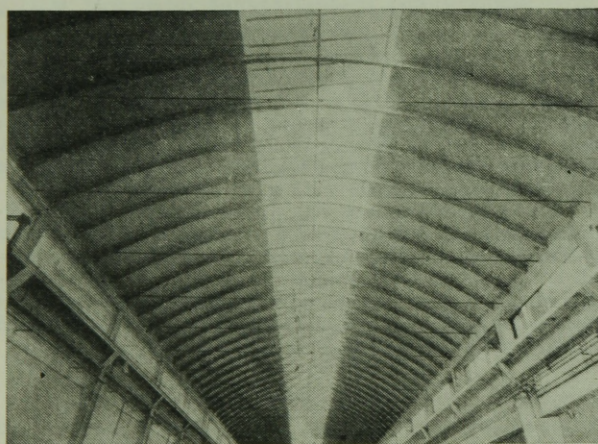
A 4. táblázatban feltüntetett grafikon megmutatja a „K” érték változását +10—65 °C hőmérséklet között.



7. ábra. Németország. Olajfinomító vasszerkezetének tűzvédelme szórtazbeszt szigeteléssel



8. ábra. Anglia. Skelton Grange Erőmű vasbeton tetőszerkezet hő- és kondenzáció szigetelése szórtazbeszttel



9. ábra. Olaszország. Gépcsarnok, boltíves vasbeton födém hő- és hangszigetelése szórtazbeszttel

Összehasonlítva az általában használt építőanyagokkal, 1 cm vastag „Limpet” szórtazbeszt szigetelésnek hőátbocsátása egyenértékű:

Beton 30 cm
Tégla 18 cm

b) Hangszigetelés

Az 5. táblázat feltünteti a „Limpet” szórtazbeszt szigetelés hangelnyelési tényezőit különböző frekvenciák függvényében.

1. táblázat

Szerkezet	Hőátbocsátási tényező [$\text{kcal}/\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}$]		
	Szig. nélkül	1/2" szig. 12mm	1" szig. 25mm
225 mm tégl	2,21	1,37	0,98
100 mm beton	3,51	1,85	1,22
vas hullámlemez	7,32	2,21	1,37
azbesztcement hullámlemez	6,83	2,24	1,32

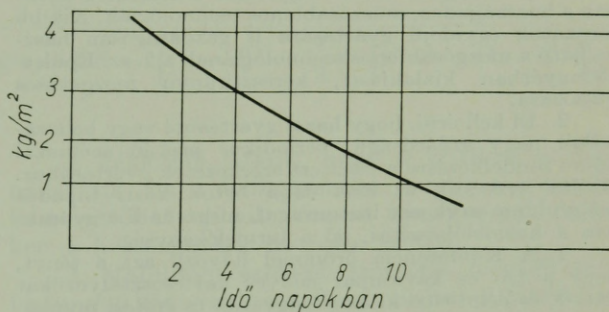
2. táblázat

Kísérleti körülmények		Hővezetési tényező
Hideg oldal $^\circ\text{C}$	Meleg oldal $^\circ\text{C}$	
-29	+28	0,028
-4	+10	0,033

3. táblázat

$\pm 0^\circ$	+20°	0,036
+21°	+38°	0,039
+7°	+121°	0,045

4. táblázat



5. táblázat

Frekvencia	125	250	500	1000	2000	4000
Hangelnyelés %						
12 mm	0,25	0,25	0,45	0,75	0,75	0,70
25 mm	0,30	0,40	0,65	0,80	0,75	0,75

Ez tehát annyit jelent, hogy egyes közepes hangfrekvencia esetén 80%-os hangelnyelést biztosít. Hangszigetelés esetében a szórtazbeszt sűrűsége 130 kg/m^3 — 165 kg/m^3 között változhat.

Csillapítási értékei decibelben kifejezve:

(Az alábbi szerkezetnél vizsgálták: könnyű vaslemez, felette parketta, alatta 16 mm szórtazbeszt szigetelés.)

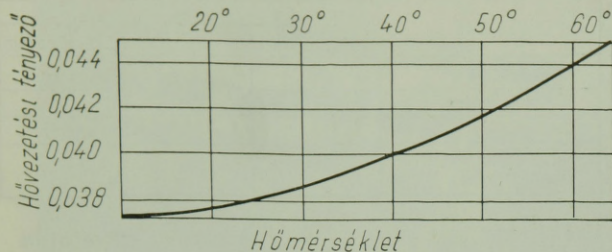
6. táblázat

Frekvencia	125	250	500	1000	2000	4000
Szig. előtt	22	26	30	32	35	37
Szig. után	28	35	43	45	50	54
Csillapítás (dB)	6	9	13	13	15	17

c) Kondenzáció és korrózió védelem

A 7. táblázat mutatja az azbesztszigetelés nedvesséگیkilegző tulajdonságát, azaz egy 25 mm vstg. szigetelőrétegből ennyi idő alatt távozik el az 1 m^2 felületre rávitt 4,3 kg vízmennyiség a levegő relatív nedvességtartalma 60%-os, a környező levegő hőmérséklet $15,6^\circ\text{C}$, a külső hőmérséklet $0,6^\circ\text{C}$.

7. táblázat



e) Tűzvédelem

Tűzvédelmi szigetelésére jellemző:

- 8 mm vtg. szig. ellenáll 1 órás tűznek
- 25 mm vtg. szig. ellenáll 2 órás tűznek
- 50 mm vtg. szig. ellenáll 4 órás tűznek.

Szigetelőanyag súlya préselt kivitelben 135—165 kg/m³.

A fent közölt kísérleti értékek a Brit Nemzeti Fizikai Intézet, valamint az Amerikai Szabványügyi Intézet laboratóriumi eredményei.

Az Egyesület hírei

Az Egyesület által rendezett *Épületelemek gyártása konferencia határozati javaslatai:*

Az előrefeszített elemek sorozatgyártása területén

1. Az előrefeszített elemeket gyártó üzemek berendezésénél előnyben kell részesíteni a mozgósablonos technológiát. Hosszúpados, fixsablonos technológiát csak részletes műszaki-gazdasági vizsgálat alapján szabad jóváhagyni. Külön figyelmet érdemelnek azonban a hosszúpados, csúszósablonos technológiák. Kisebb sorozatok egyidejű gyártására is gazdaságosan használható a mozgósablonos technológiának a 2. sz. Épütelelemgyárban kialakított, keresztirányú mozgatásos változata.

2. El kell érni, hogy hazai gyártásból vagy behozataltól nagy szilárdságú, periodikus profilú acélhuzal álljon rendelkezésre a feszített szerkezetek gyártásához. Ezáltal erősödik az acél és a beton közti tapadás (nagyobb a szerkezet biztonsága), megszűnik a gyárakban a huzalelőkészítés, nő a termelékenység.

3. A Konferencia örömmel üdvözlö az azt a ténnyt, hogy a kő- és kavicsipar nedves kavicsosztályozókat létesít, és célul tűzi ki az elemgyárak és építési munkahelyek ellátását osztályozott kavicsal. Felhívja azonban a figyelmet arra, hogy az elemgyárak részére nem elegendő a három frakció (0—5; 5—15; 15—30). Szükség van a finom frakció (0—5) további bontására, mert a cementadagolás csökkentése csak akkor lehetséges, ha a finom frakciók összetétele és mennyisége ismeretes. Javasolja, hogy a 0—5 frakciót legalább még két frakcióra bontsák fel egyidejű iszaptalanítással az elemgyárak részére.

4. Az előrefeszített elemeket a jelenlegi B 400—B 500 helyett B 600-as betonból lenne helyes és gazdaságos előállítani. Ehhez állandóan és megfelelő mennyiségben szükséges C 600, vagy ennél jobb minőségű, lehetőleg nagy kezdőszilárdságú cement. A B 600-as beton előállítása érdekében megvizsgálandónak tartja, hogyan

lehetne gazdaságossá tenni a zúzalék használatát az elemgyárak részére.

5. Mivel a tervbe vett betongyárakhoz szükséges gépek hazai gyártása nincs megoldva, a Konferencia javasolja az ÉM-nek, hogy kérje a betongyárak létesítéséhez szükséges gépek egységesítésének és gyártásának megoldását a KGST keretében, elsősorban az automatizálásra alkalmas gépelemekét, hogy ezekből mindig az adott feladatnak megfelelő betongyár legyen összeállítható.

6. Javasolja az ÉM-nek, hogy az elemgyárakban a gyártásközi ellenőrzést tegye kötelezővé, mert ezáltal a végeredmék minősége megbízhatóbbá válik.

7. Javasolja az ÉM-nek, hogy dolgoztasson és adjon ki tervezési segédletet a sablonok és ezen belül elsősorban a feszítéshez használt mozgó sablonok tervezésére.

A panelszerkezetű épületek gyártása területén

8. A Konferencia tanulsága, hogy a ház, mint gyártmány felbontható részekre, és ezek gyártása megszervezhető pl. az autópárházhoz hasonlóan, és ma már nem utópia a házak gyártása futószalagon. Ezt a technológiát tovább kell fejleszteni.

9. A Konferencia résztvevői egyetértenek azzal, hogy komplett házgyárat behozzunk. Megfontolandónak tartják a szovjet házgyár behozatala után egy Camus rendszerű házgyár behozatalát is. Ezek után azonban hazai tervezésű és gyártású házgyárak építését tartják lehetségesnek és szükségesnek. E feladat megoldására a magyar mérnökgárda már most is képes.

10. A Konferencia azt bizonyította, hogy házgyárak létesítésének feltételei a panelszerkezetű épületek gyártására műszakilag megérették. A külföldi tapasztalatok hazai alkalmazásánál óvatosan kell azonban eljárni, és a mennyiségi, minőségi és gazdaságossági kérdéseket részletes vizsgálatnak kell alávetni a hazai viszonyokból kiindulva.

D-Gy. T.

Ferde kötelekkel emelt gerenda stabilitása

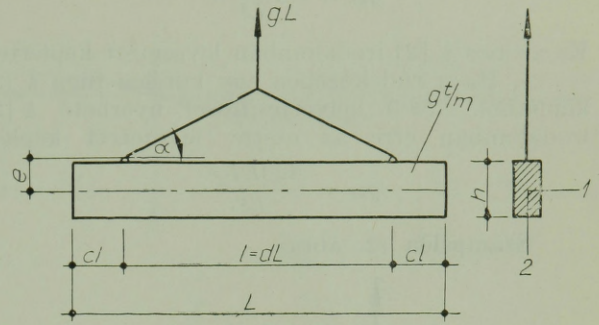
KORDA JÁNOS

Emelés közben a kötélén függő gerenda kifordulás következtében elvesztheti stabilitását. Ez akkor is bekövetkezhet, ha a kifordulás előtti állapotban a gerenda súlypontja a felfüggesztési pontokat összekötő egyenes alatt helyezkedett el.

Előregyártott gerendák emelés közbeni stabilitásával már több szerző foglalkozott.

A [2, 3, 4, 6 és 7] jelű munkákban megtalálhatók függőleges kötelekkel emelt gerenda stabilitás vizsgálatához szükséges képletek.

A gyakorlatban azonban egyes esetekben ferde kötéllel emelnek az 1. ábra szerinti módon. Így emelve emelőhimbára sincs szükség. Az alábbiakban megadjuk az 1. ábra szerinti módon emelt gerenda stabilitásvizsgálatához szükséges



1. ábra

közelítő képletet. A képlet akkor közelít jól, ha $e < h$.

$$g_{kr} = \frac{16EI_2e}{l^4} \frac{(1+2c) \cdot u^5}{(1-4c^2u^2+4c^4u^4) \operatorname{tg} u - u + (4c^2-0,333)u^3 + 1,6c^5u^5} \quad (1)$$

illetve ugyanez a képlet más formában:

$$g_{kr} = \frac{16EI_2e}{L^4} \frac{u^5}{\left[d^5 - u^2d^5(1-d)^2 + \frac{u^4d}{4}(1-d)^4 \right] \operatorname{tg} u - ud^5 + \left[(1-d)^2 - \frac{1}{3}d^2 \right] d^3u^3 + (1-d)^5 \frac{u^5}{20}} \quad (2)$$

ahol az 1. ábrán levő jelöléseken felül

g a gerenda fm-kénti súlya,

E a gerenda anyagának rugalmassági tényezője,

I_2 a keresztmetszet súlyponti tengelyre vett legkisebb tehetetlenségi nyomatéka.

$$u = \frac{l}{2} \sqrt{\frac{N}{EI_2}} \quad (3)$$

$$N = 0,5 \cdot g \cdot L \cdot \operatorname{ctg} \alpha \quad (4)$$

A felfüggesztő kötélrő rúdtengelyre vett vetülete.

$$g_{kr} = \frac{1,62e}{l^2} N_{kr} \frac{(1+2c)u^5}{(1-4c^2u^2+4c^4u^4) \operatorname{tg} u - u + (4c^2-0,333)u^3 + 1,60c^5u^5} \quad (1^*)$$

$$u = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{N}{N_{kr}}} \quad (3^*)$$

A gyakorlatban nem a kritikus, hanem a szabályzati előírásoknak megfelelő határönsúlyra van szükség. Javasoljuk az 1* és 3* képletekbe N_{kr} helyett az l kihajlási hullámhosszú központosan nyomott rúdra számított N_{krH} határerő behelyettesítését. Az így számított g_{krH} teher tekinthető a rúd kritikus határönsúlyának.

Speciális esetek:

1. Ha N tart N_{kr} felé, akkor $u \rightarrow \frac{\pi}{2}$. Az 1.

kifejezés nevezőjében szereplő $\operatorname{tg} u \rightarrow \infty$. Igazolható, hogy c bármely értéke mellett $g_{kr} \rightarrow 0$.

Azt a kézenfekvő eredményt kaptuk, hogyha $N = N_{kr}$, a gerenda, mint központosan nyo-

A képletből látszik, hogy a kritikus önsúly növekszik, ha a felfüggesztési pontot a gerenda tengelyétől távolítjuk, viszont igen gyorsan csökken a hosszmeretek növelése esetén.

A stabilitásvesztéssel szemben megkövetelt biztonság könnyebb megfogalmazása céljából vezessük be az

$$N_{kr} = \frac{\pi^2 EI_2}{l^2} \quad (5)$$

jelölést és helyettesítsük be az (1) és (3) képletekbe:

mott rúd, $g = 0$ teher mellett kritikus állapotba kerül.

2. Ha a felfüggesztő kötelek függőlegesek:

$$\alpha \rightarrow \frac{\pi}{2}; N \rightarrow 0; u \rightarrow 0$$

(2) képletből határátmenettel nyerhető:

$$g_{kr} = \frac{960EI_2e}{L^4} \frac{1}{3-30d^2+40d^3-5d^4} \quad (6)$$

Ez a képlet azonos a [6] és [7] irodalomban található kifejezéssel.

3. Ha a rúd a két végkeresztmetszetben van felfüggesztve: $c = 0$ és (1)-ből:

$$g_{kr} = \frac{16EI_2e}{L^4} \frac{u^5}{\operatorname{tg} u - u - 0,333u^3} = \frac{1,62e}{L^2} N_{kr} \frac{u^5}{\operatorname{tg} u - u - 0,333u^3} \quad (7)$$

Ha ebben az esetben a felfüggesztő kötelek még függőlegesek is $u \rightarrow 0$ helyettesítéssel határmennettel kapható:

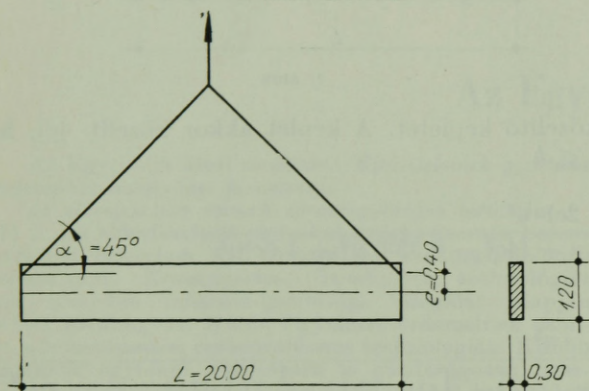
$$g_{kr} = \frac{120EI_2e}{L^4}$$

Ez azonos a [2] irodalomban levezetett képlettel.

4. Ha a rúd közepén egy kötél függ a (2) képletből $d = 0$ helyettesítéssel nyerhető a [3] irodalomban erre az esetre levezetett képlet:

$$g_{kr} = \frac{320EI_2e}{L^4}$$

Számpélda (2. ábra)



2. ábra

Beton: B 200

$E = 275 \text{ t/cm}^2$

$I_2 = 270\,000 \text{ cm}^4$

$L = l = 2000 \text{ cm}$

(5)-ből:

$$N_{kr} = \frac{\pi^2 \cdot 275 \cdot 270\,000}{2000^2} = 183 \text{ t}$$

A tartó fm súlya: $g = 0,3 \cdot 1,2 \cdot 2,5 = 0,90 \text{ t/m}$

(4)-ből: $N = 0,5 \cdot 0,90 \cdot 20,00 \cdot \text{ctg } 45^\circ = 9,0 \text{ t}$

$$(3^*)\text{-ből: } u = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{9}{183}} = 0,35$$

(7)-ből: $g_{kr} =$

$$= \frac{1,62 \cdot 0,40}{20,00^2} 183 \frac{0,35^5}{\text{tg } 0,35 - 0,35 - 0,333 \cdot 0,35^3}$$

$$g_{kr} = 2,1 \text{ t/m} = 2,3 \cdot g$$

Ha N_{kr} helyett N_{krH} -t helyettesítjük be $\mu = 1\%$ vaskeresztmetszet figyelembevételével az MSZ 15022 szerint számolva:

$$N_{krH} = 38,7 \text{ t} \quad u = 0,76 \quad g_{krH} = 0,36 \text{ t/m} < g$$

Tehát a gerenda biztonsága kisebb az előírtnál. Ha összehasonlítjuk központosan nyomott rúd esetében az Euler-féle kritikus erőt az MSZ 15022 alapján számolt határerővel 2,3-nál lényegesen nagyobb biztonságok mutatkoznak. A szabványban előírt biztonság 6 körüli értéknek mutatkozik.

A képlet levezetése

Feltételezzük, hogy a gerenda két hajlító merevsége között olyan nagy különbség van, hogy a merevebb síkban az alakváltozások elhanyagolhatók ($I_1 = \infty$).

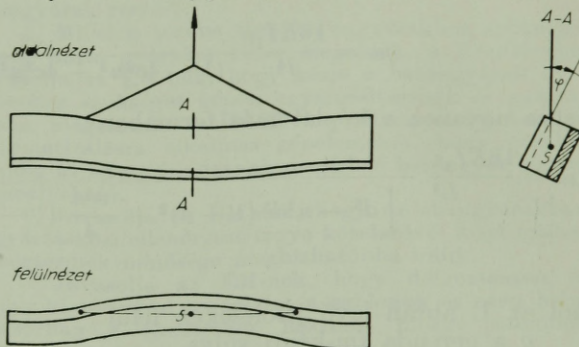
Elhanyagoljuk a rúd elcsavarodásának kritikus erőt csökkentő hatását. Függőleges emelőkötelek esetén ennek az elhanyagolásnak jogoságát derékszögű négyszög-keresztmetszetű rúdra a [2] irodalomban található pontosabb vizsgálatok igazolták arra az esetre, ha „ e ” kisebb a keresztmetszet magasságánál.

Mivel a kötelek ferdesége a csavarónyomatékokat nem növeli, ez az elhanyagolás a mi esetünkben is indokoltnak látszik.

Feltételezzük, hogy a rúdra érvényes az $M = -EI y''$ összefüggés.

A levezetés alap gondolata

Ha a tartó a felfüggesztési pontok összekötő egyenesre körül kismértékben elfordul, önsúlyából ferde hajlítást kap. Ennek hatására a kisebb merevségű irányban a tartó tengelye meggörbül és a középső keresztmetszet súlypontjához képest a teljes test súlypontja (3. ábrán: S) eltolódik.



3. ábra

Adott φ szögforgás mellett a deformált test csak akkor marad nyugalomban, ha súlypontja a felfüggesztő kötelek függőlegesébe esik. Éppen ilyen helyzetet csak a kritikus teher — g_{kr} t/m önsúly — hoz létre. g_{kr} teherrel terhelve a tartó bármely φ szöggel elfordított helyzetben nyugalomban — egyensúlyban — marad. Keressük azt a $g = g_{kr}$ értéket, mely φ -vel elfordított helyzetben az egyensúlyt biztosítja.

Ettől eltérő teher esetén a súlypont nem esik a felfüggesztő kötelek függőlegesébe.

Ha $g < g_{kr}$, a tartó visszafordul eredeti függőleges helyzetébe. Ha $g > g_{kr}$, a φ szög növekszik és a tartó kifordul.

A levezetés menete:

1. Felírjuk a rugalmas vonal meggörbült alakját.

2. Kiszámítjuk a súlypont helyét.

3. Meghatározzuk azt a terhet, amely esetén a súlypont a felfüggesztő kötelek függőlegesébe esik.

1. Az [1] irodalom alapján a nyomásra és hajlításra igénybe vett középső tartószakasz rugalmas vonalának egyenlete:

$$y_l = \frac{ql^4}{16EI_2u^4} \left\{ \frac{\cos \left[u \left(1 - \frac{2x}{l} \right) \right]}{\cos u} - 1 \right\} - \frac{ql^2}{8EI_2u^2} x(l-x) + \frac{Ml^2}{8EI_2} \frac{2}{u^2 \cos u} \left\{ \cos \left[u \left(1 - \frac{2x}{l} \right) \right] - \cos u \right\} \quad (8)$$

ahol a szimmetrikus támaszponti nyomatók értéke :

$$M = -q \frac{c^2 l^2}{2}$$

A támaszponti — felfüggesztési pontbeli — szögelfordulás :

$$\Theta = y'_i(x=0) = \frac{ql^3}{24EI_2} \frac{3(\operatorname{tg} u - u)}{u^3} - \frac{Ml}{2EI_2} \frac{\operatorname{tg} u}{u} \quad (9)$$

A konzolos szakasz csak hajlítást kap. Rugalmas vonalának egyenlete :

$$y_c = \frac{ql^4 c^4}{8EI_2} \left[2 \left(\frac{z}{cl} \right)^2 - \frac{4}{3} \left(\frac{z}{cl} \right)^3 + \frac{1}{3} \left(\frac{z}{cl} \right)^4 \right] - \Theta \cdot z \quad (10)$$

2. Feltételezésünk szerint $y'' \ll 1$, és így $ds \approx dx$. Ezért a súlypont távolsága az x tengelytől :

$$y_s = \frac{ql^4}{16EI_2} \frac{1}{1+2c} \left\{ \frac{\operatorname{tg} u}{u^5} - 4c^2 \frac{\operatorname{tg} u}{u^3} + 4c^4 \frac{\operatorname{tg} u}{u} - \frac{1}{u^4} + \left(4c^2 - \frac{1}{3} \left(\frac{1}{u^2} + 1,6c^5 \right) \right) \right\} \quad (12)$$

3. Az önsúlyának azt az összetevőjét, mely a tartó hajlékonyabb síkjában hajlítást okoz, q -val jelöltük (5. ábra). Ennek összefüggése g_{kr} -sal:

$$g_{kr} = \frac{q}{\sin \varphi} \quad (13)$$

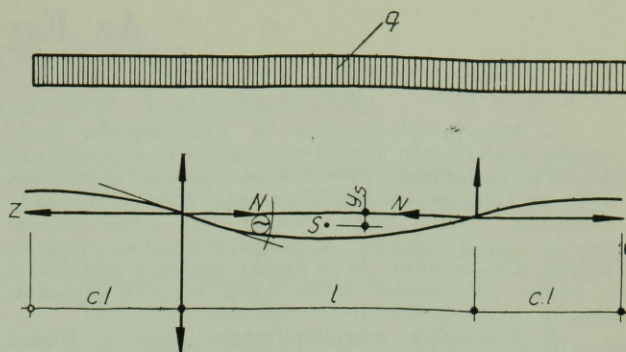
De ha a súlypont éppen a felfüggesztő kötelek függőlegesébe esik :

$$\sin \varphi \approx \operatorname{tg} \varphi = \frac{y_s}{e} \quad (14)$$

(13)-ba behelyettesítve a (14), ill. (12) kifejezéseket, rendezés után éppen g_{kr} (1) alatti képletét kapjuk.

IRODALOM

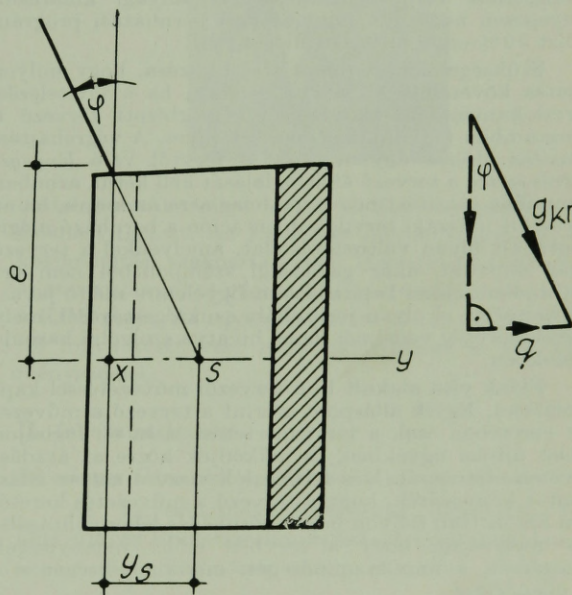
- [1] Timoshenko: Theory of Elastic Stability. New York and London (1936).
- [2] Dr. Csonka Pál: A végein felfüggesztett négyszög-keresztmetszetű rúd stabilitása. MTA Műszaki Oszt. Közl. IX. kötet (1953).
- [3] Dr. Csonka Pál: Az egy ponton felfüggesztett négyszög-keresztmetszetű rúd stabilitása. MTA Műszaki Oszt. Közl. XII. kötet (1954).
- [4] Dr. Csonka Pál: Oldalirányú elmozdulásában gátolt kéttámaszú tartó stabilitása. MTA Műszaki Oszt. Közl. XV. kötet (1955).
- [5] Böröcz Imre: Kiviteli pontatlanságok hatása a végein felfüggesztett négyszög-keresztmetszetű rúd stabilitására. Mélyépítéstudományi Szemle 1957.



4. ábra

$$y_s = \frac{\int_0^l y_i \cdot dx + 2 \int_0^{cl} y_c \cdot dz}{l + 2cl} \quad (11)$$

Behelyettesítve és a kijelölt műveleteket elvégezve :



5. ábra

- [6] Bürgermeister—Steup: Stabilitätstheorie. Akademie-Verlag. Berlin (1957).
- [7] Dr. Bölskey Elemér: Két ponton felfüggesztett egyenes tengelyű rúd stabilitása. Mélyépítéstudományi Szemle (1953) 8—9. sz.

A Központ hírei

A Mérnöki-létesítményi és Közműépítési Szakosztály klubdelután keretében megvitatta a *Beruházási Kódex* tervezési részét. Török Ferenc vitaindító előadása után dr. Sárosy Rezső, Novoszáth József, Hunyady Domokos, Lékai István, Kádár Béla felkért hozzászólók, majd számos a mélyépítőiparban dolgozó jogász, közgazdasági és műszaki szaktárs mondta el a kódex alkalmazása során eddig szerzett tapasztalatait.

A felszólalók megállapították, hogy a Kódex átfogja az építőipar egész területét és a beruházások lebonyolítását részletesen szabályozza a programkészítéstől az üzembehelyezési eljárásig. Átfogó jellegénél fogva azonban nem tud foglalkozni minden részletkérdéssel, és az — különösen eleinte — nehézséget okoz. A Kódex nem domborítja ki eléggé a tervező érdekeltségét a beruházás költségeinek alakulásában.

Általános vélemény szerint a beruházási program költségeloirányzatára megkívánt 10%-os pontosság a mélyépítő iparban reálisan nem érhető el. Több területen nincsenek kidolgozott normatívák a költségbecsléshez. Nagy bizonytalanságot okoz továbbá az, hogy egyes hatóságok (pl. a MÁV) az engedélyezési eljárást csak kész tervdokumentáció alapján hajlandók lefolytatni. Az engedélyben viszont gyakran szerepelnek olyan előírások, melyeknek következtében a terv teljes átdolgozása válik szükségessé, és anyagi kihatásuk lényegesen nagyobb, mint amit a beruházási program előírt 10%-os pontossága megenged.

Szükséges lenne annak szabályozása, hogy milyen eljárás követendő abban az esetben, ha a kivitelezési tervdokumentáció elkészítésével megbízott tervező a programban foglaltakkal nem ért egyet. A végrehajtási utasítás előírja ugyan, hogy a tervtől való *lényeges eltérés esetén* a tervező állásfoglalását kell kérni, azonban semmiféle utasítást nem tartalmaz arra az esetre, ha az elkészült műszaki tervdokumentáción a beruházó mégis végrehajt olyan változtatásokat, amelyekkel a tervező akár műszaki, akár gazdasági szempontból nem ért egyet. Fentiekkel kapcsolatban figyelemre méltó javaslat hangzott el olyan jogszabály szükségességéről, mely a szakszerűség védelméért lenne hivatva szolgálni hasonló esetekben.

Élénk vita alakult ki a tervezői művezetéssel kapcsolatban. Egyik álláspont szerint a tervező a művezetés keretében csak a tervismertetést lássa el, foglaljon állást újtási ügyekben, és működjék közre az átadásvételi eljárásnál. Más felszólalók viszont azt az álláspontot képviselték, hogy a tervező a művezetés keretében fokozottan folyjon bele a beruházás lebonyolításába oly mélységig, hogy a tervben előírt mennyiségek elvégzését, a munka minőségét, mérőhelyességét stb. is ellenőrizze.

Joggal kifogásolta több felszólaló az újtások elbírálására előírt szűk határidőt.

*

Az *Egyesület Filmbizottsága* április 19-én nagyszámú érdeklődő előtt bemutatta a GTE 31. sz. Műszaki Világhíradója, Vacuumbeton építési mód (csehszlovák), Szerelt ház (csehszlovák), A tenger vissza szorítása (holland), Formica lemez gyártása (angol), Völgyzárógát építése (olasz) és a Munka után című dokumentumfilmeket.

A *Mérnöki-létesítményi és Közműépítési Szakosztály* április 30-án szakosztályi taggyűlést tartott azzal a céllal, hogy szorosabbá fűzze és elmélyítse a kapcsolatot a Szakosztály tagjaival, a társ- és vidéki szakosztályokkal valamint a magyar mérnöki társadalommal. A taggyűlésen a Szakosztály vezetői beszámoltak az eddig végzett munkáról és ismertették a jövőbeni terveket. A nagy érdeklődés mellett megtartott taggyűlésen nagyon sok értékes felszólalás is elhangzott.

Az *Épületszerkezeti és Technológiai Szakosztály és a Városrendezési Szakosztály* május 23. és 25-e között háromnapos közös tanulmányi kirándulást rendezett Miskolcra és környékére. A tanulmányúton részt vevők megtekintették Gyöngyösön a téglablokkos építési móddal épülő lakótelepet, Tiszaszederkényben a TVK építkezéseit, Miskolcon a Kilián-dél lakótelep építését és a blokkokat előregyártó üzemet, Kazincbarcikán a gázszilikát üzem építkezését, Ózdon a kohászati üzem és az ott folyó rekonstrukciós munkát, valamint a városi derítőtelepet.

Az *Épületgépészeti Szakosztály* március 8-án ankétot rendezett, melyen a Felsőfokú Épületgépészeti Technikum problémáit, oktatási módszereit és fejlődési lehetőségét tárgyalták meg. Az előadó Hörömpöly Imre, a vitavezető dr. Weiszburg Pál volt.

A Területi Csoportok hírei

A *Miskolci Csoport* Vezetősége május 9-én ülést tartott, melyen a Vezetőség meghallgatta és megvitatta a titkár beszámolóját a megelőző vezetőségi ülés óta eltelt időszak munkájáról és foglalkozott az év második felében végezendő munkával.

A Csoport rendezésében a következő előadások hangzottak el:

április 22-én Keresztesi István: Épületek homlokzatképzése terméskövel; azok anyagai és technológiai,

május 6-án Knapp Oszkár: Homlokzatképzés üveggel; azok anyagai és technológiai,

május 20-án Csizi Béla: Épületek homlokzatképzése kerámiával; azok anyagai és technológiai.

A *Győri Csoport* rendezésében május 9-én Fillipovits Ferenc tartott előadást az épületsérülések és épületek konzerválása során szerzett tapasztalatokról.

A Csoport által Mosonmagyaróváron szervezett előadássorozat keretében,

április 24-én Rosivall Ferenc: A beton szilárdsági jellemzői és változása, továbbá a szilárdságellenőrzés fontossága az építőiparban.

május 23-án Dr. Egresi Mátyás: Vasbetonépítmények biztonsága a hőterhelésekre való különös tekintettel címmel tartott előadást.

A *Szegedi Csoport* április 17., 18. és 19-én a Beruházási Kódex ismertetésére rendezett előadássorozatot. Az egyes előadásokat Szentesen és Szegeden tartották meg. Az előadók Horányi János, Kutiván Rezső, Szabó László, dr. László Ferenc, dr. Martonosi István és Verók János voltak.

május 9-én a MÉSZ-szel közösen klub esetet tartottak, melyen Csaba László számolt be brazilai úti élményeiről,

május 9-én a Közgazdasági Szakosztály keretében dr. Kopátsy Sándor: Hogyan illeszkedik be a KGST programjába Hazánk második ötéves terve és ezeknek együttes hatása Csongrád megyére címmel tartott előadást.

A *Tatabányai Csoport* munkahely látogatást szervezett az újjáépítési építkezések megtekintésére. A tanulmányi látogatással kapcsolatban Hauke Ferenc a folyamatos építésszervezés elméleti és gyakorlati kérdéseiről előadást tartott.

Kongresszusok, Külföldi utak

Az Olomoutz-ban május hónapban rendezett Betonacél nagyüzemi hegesztése tárgykörű konferencián az Egyesület részéről Molnár Gyula vett részt.

Rosivall Ferenc május hó végén a lengyel társ-egyesületnél Varsóban tartott előadást az anyag- és szerkezetvizsgálat helyzetéről Magyarországon.

Alpár-érmek átadása az Építőipari Tudományos Egyesületben

Az ez évi „Építők Napja” alkalmából gyűlt össze az *Építőipari Tudományos Egyesület* vezetősége, hogy jelen legyen az Alpár-érem immár hatodszori kiosztásánál. Az érmeiket *dr. Rados Kornél* egyetemi tanár, az ÉTE elnöke osztotta ki a Technika Házában, az érem névviseelője által épített volt Tözsdepalotában.

Alpár a késői eklektika híve és a legtermékenyebb építészeink egyike, aki a századforduló idején tervezte, illetőleg építette a Tözsdepalotán kívül a Nemzeti Bankot, az Anker-palotát, a városligeti Vajda-Hunyad várát, a kolozsvári Megyeházát, a nyíregyházi színházat, és még sok más.

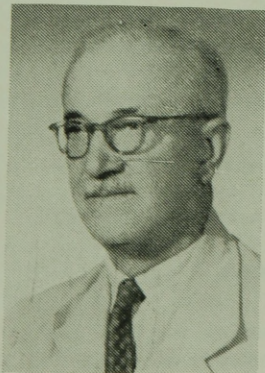
Az elmúlt esztendő folyamán, tehát a két Alpár-érem kiosztása között eltelt időben, az Egyesület nagy előrehaladást ért el abban, hogy mind több aktíváját állította sorompóba az építőipar és építéstudomány fejlesztése érdekében. Mindinkább felmerülnek azok a problémák, amelyek az építőipart, építéstudományt annak fejlesztése érdekében elsősorban érdeklik, és amelyekben az Egyesület aktivái elismerésre méltó munkát fejtenek ki társadalmi vonalon. Az ÉM és az ÉTE közötti jó kapcsolat teszi lehetővé azt, hogy az Egyesülettől kiinduló javaslatok és adott esetben bírálatok mindinkább elfogadásra találjanak és ténylegesen segítik a fejlesztést. Az elnökség helyesen vette tervbe az egyes műszaki kérdések megvitatását, ezzel is kifejezésre juttatva azoknak fontosságát, és módját fogja találni, hogy ezek a szaksajtón keresztül az aktívák széles területéhez eljussanak. Az idej díjak elbírálásánál ezek a szempontok is erőteljesen érvényre jutottak az érdemek vizsgálatánál.

A kitüntetett szakemberek közül két fő I., két fő II. és hárman III. fokozatot kapták, és pedig:

I. fokozatot kapott:

Sédy Tivadar okl. mérnök és gépészmérnök, az IPAR-TERV dolgozója.

Széles skálájú tudása, nagy gyakorlata révén egymástól távolos munkaterületeken is komoly sikereket és eredményeket ér el. Irányításával készült az 1. sz. Épületelemgyár, a szolnoki, dunaújvárosi elemgyár,



a nyíregyházi perlitüzem, a berentei könnyűbetongyár terve. Megoldotta a hosszúpados gyártástechnológia egymezőző gyártási rendszerét. Irodalmi tevékenységet is fejtett ki és idős kora ellenére munkáját ma is fiatalos

lendülettel, nagy intenzitással végzi, a fiatal szakembereket készséggel és lelkiismeretességgel neveli.

Dr. Gabos György okl. mérnök, a Földmérő- és Talajvizsgáló Vállalat igazgatója.

1950 óta végez kiemelkedő tudományos, kutatási- és rendszeres oktatási munkát a geodézia, talajmechanika és alapozások területén. Több korszerű mérési- és vizsgálati módszert dolgozott ki és vezetett be a gyakorlati életben való felhasználásra; földi- és légi fotogrammetria, dinamikus talaj- és épületkár vizsgálatok stb. terén. E szakmai területen széleskörű szak-

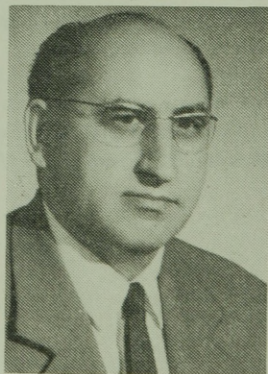


irodalmi munkásságot fejtett ki. Több magasszínvonalú előadást tartott. Az Egyesület mérnöklétesítményei és közműépítési szakosztályában kiemelkedő tudományos és szervezőmunkát végez. Az Oktatási Bizottság elnöke, a KOB tagja. Az egyesületi oktatási munkában kezdetől fogva részt vesz nagy aktivitással és sok kezdeményezéssel.

II. fokozatot kapott:

Messinger Géza okl. építészmérnök, egy. docens.

Az Egyesületnek úgyszólván kezdetől fogva aktívája, az Épületszerkezeti és technológiai szakosztály vezetésében, különösen szakipari terület kifejlesztésé-



ben vannak érdemei. Jelenleg az Egyesület főtitkár-helyettese. Kiváló oktató, az ifjúság elismert nevelője, irodalmi munkásságot fejt ki tankönyvek, jegyzetek írásával.

Rosivall Ferenc okl. mérnök, egyetemi docens, az ÉM Minőségvizsgáló Intézet igazgatóhelyettese.

Az Egyesület régi aktívája, aki mindig nagy buzgalommal dolgozott az Egyesület, s így az építőipar és építéstudomány érdekében. Kiváló érdemei vannak,

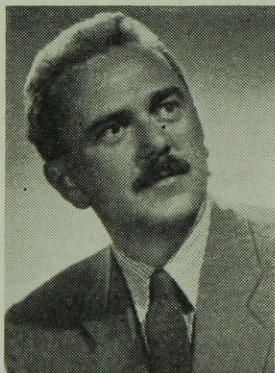


mint az Épületszerkezeti és Technológiai szakosztály titkárának, e szakosztály fellendülő jó munkájában. Szakmájának kiváló tudományos művelője, széleskörű irodalmi tevékenységet fejt ki. Elismerten jó oktató és nevelő.

III. fokozatot kapott :

Dr. Letényi Árpád a Hajdú-Bihar Megyei Tanácsai Építőipari Vállalat főmérnöke.

Az Egyesületben tíz év óta végez odaadó, lelkiismeretes munkát, a debreceni csoport elnöke. A ki-



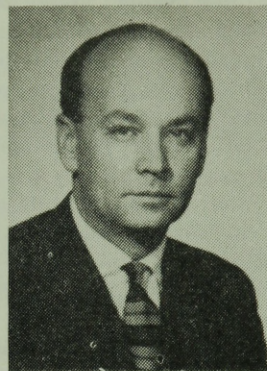
vitelezés területén kiváló eredményeket ért el és nevezett vállalat az országos elsők között szerepel, amiben Letényi elvtársnak sok érdeme van.

Ezek után került sor az „Építőipar Kiváló Dolgozója” miniszteri kitüntetés kiosztására, amelyben az Egyesület elnökségének javaslatára tíz tag részesült.

A kitüntetéseket *dr. Trautmann Rezső* miniszter adta át.

Würsching Zoltán a Pénzügyminisztérium főelőadója.

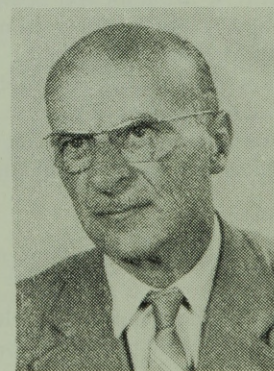
1950 óta tagja az Egyesületnek, a közgazdasági szakosztály alapító tagja, jelentős szerepe van a szakosztály felfejlesztésében. A tárcaközi kooperáció társadalmi úton való megszervezése a szakosztály keretein



belül nevéhez fűződik. Megszervezte ugyancsak a szakosztály keretében az Építőipari és Szervezési Útmutató-t. Több színvonalas előadást tartott.

Marosán Ede az ÉM Vízvezeték és Fűtésszerelési Vállalat főmérnöke.

A Tervezési Előírások, az Országos Építésügyi Szabályzat és az Építőipari Kivitelezési Szabályzat szakmai szerzője. Az épületgépészeti szakosztály vezetőségi tagja. A fiatal épületgépészek nevelésében mind a Műszaki Egyetemen, mind a technikumban instruktori,



vizsgabizottsági elnöki minőségben részt vesz. Nevéhez fűződik az első hazai korszerű szerelőipargyártó és kiszolgáló üzem megvalósítása.

INHALTSVERZEICHNIS

<i>János Zombori</i> : Holzfaserplatten in der Bauindustrie	241
<i>Dr. Lajos Kollár</i> : Schwingungszahlberechnung der Stahlbeton- gebäuden	250
<i>Ferenc Egyed</i> : IV. Internationaler Spannbeton-Kongress in Rom	253
<i>Dr. György Kunszt</i> : <i>Kand. d. Techn. Wissch.</i> Versuche mit strahl- schützendem Schwerbeton mit Bauxitzuschlag	265
<i>András Armuth</i> : Erfahrungen über die Vakuumbehandlung des Betons	271
<i>György Gerle</i> : Grundprobleme der technischen Entwicklung in der Bauindustrie	277
<i>Frau József Pintér</i> : Schüttaasbestverdichtung in der Bauindustrie	279
<i>Dr. T. Gy.</i> : Nachrichten des Wissenschaftlichen Vereins für Bau- wesen	282
<i>János Korda</i> : Stabilität eines mit Schrägseilen gehobenen Trägers	283
<i>Dr. T. Gy.</i> : Nachrichten des Wissenschaftlichen Vereins für Bau- wesen	286
<i>Alpár-Priesträger</i>	287

CONTENTS

<i>János Zombori</i> : Fibre boards in the building industry	241
<i>Dr. Lajos Kollár</i> : Computation of the vibration number of r. c. buildings	250
<i>Ferenc Egyed</i> : IV. International Congress of Prestressed Concrete, in Rome	253
<i>Dr. György Kunszt</i> , <i>Candidate of Tech. Sciences</i> : Experiments with radiation protective heavy-concrete made with bauxite aggregate	265
<i>András Armuth</i> : Experiences obtained by the vacuum-treatment of the concrete	271
<i>György Gerle</i> : Questions of principles of the technical evolution in the building industry	277
<i>Mrs. József Pintér</i> : Spread asbestos insulation in the building industry	279
<i>Dr. T. Gy.</i> : Informations of the Scientific Society for Building	282
<i>János Korda</i> : Stability of a truss lifted by inclined ropes	283
<i>Dr. T. Gy.</i> : Informations of the Scientific Society for Building ...	286
<i>Alpár-prize winners</i>	287

SOMMAIRE

<i>János Zombori</i> : Plaques en fibre de bois dans l'industrie du bâtiment	241
<i>Dr. Lajos Kollár</i> : Calcul du nombre de vibration des bâtiments en béton armé	250
<i>Ferenc Egyed</i> : IV ^e Congrès International sur le béton précontraint à Rome	253
<i>Dr. György Kunszt</i> : <i>Cand. de la Scienc. Techn.</i> Expériences avec béton lourd protectif contre radiation à l'agrégat de bauxite	265
<i>András Armuth</i> : Expériences obtenues au cours du traitement à vide du béton	271
<i>György Gerle</i> : Questions de principe du développement technique de l'industrie du bâtiment	277
<i>Madame József Pintér</i> : Isolation d'asbeste au pistolet dans le domaine de l'industrie du bâtiment	279
<i>Dr. T. Gy.</i> : Informations de la Société Scientifique du Bâtiment	282
<i>János Korda</i> : Stabilité d'une poutre levée par des cordes obliques	283
<i>Dr. T. Gy.</i> : Informations de la Société Scientifique du Bâtiment	286
<i>Laureats du prix Alpár</i>	287

felhívjuk szíves figyelmét,

hogy a nagy érdeklődésre való tekintettel

Perényi—Faragó—Major:

MEZŐGAZDASÁG ÉS TELEPÜLÉS-TERVEZÉS

c. műve újból kapható.

A könyv első része Magyarország jelenlegi mezőgazdasági település-hálózatának áttekintését adja, ezen belül megvizsgálja a település-hálózat területenkénti, sűrűségi eloszlását és nagyságrendi szerkezetét. Nagyságrendenként külön-külön elemzi a településtípusokat, és az eredményt a földrajzi körülményekkel hasonlítja össze.

212 oldal.

Ara kötve 60,— Ft

Egyben közlünk még néhány beszerezhető szakkönyvet is:

Steopoe:

Betonminőség építéshelyi betonvizsgálat

kötve 23,— Ft

Dr. Tamás Zoltán:

Tahiméteres táblázat gépi számításhoz 2. jav. és bőv. kiadás

fűzve 6,10 Ft

Derecskei—Kárpáti:

Cserépkályhas munkák — Ipari Szakkönyvtár

fűzve 13,— Ft

Kollányi—Mózes:

Épületbádogos munka — Ipari Szakkönyvtár

kötve 22,— Ft

Sikota Győző:

Hollóházi kerámia

fűzve 20,— Ft

Széchy—Maróti—Kölley:

Építőipari csőállványok

fűzve 27,— Ft

Endrényi—Márkus—Toókos:

Szállítás az építőiparban

kötve 39,80 Ft

Bubanyenkó:

Korszerű lakótelep építése

kötve 48,— Ft

1963. első félévében megjelenő szakkönyvek:

Czenzthe—Konrád:

Ferde hajlítás és ferde nagy külpontosságú nyomás — Új Technika kb. 13,50 Ft

Bocsor—Kappéter—Mikecz:

A szarvasmarhatartás épületei

kb. 27,— Ft

Tomory László:

Mezőgazdasági építészet

kb. 41,— Ft

Fenti könyvek beszerezhetők, illetve megrendelhetők az

ÁLLAMI KÖNYVTERJESZTŐ VÁLLALAT könyvesboltjaiban

SZAKBOLT:

TECHNIKA KÖNYVESBOLT, Budapest, XI., Bartók Béla út 15.