

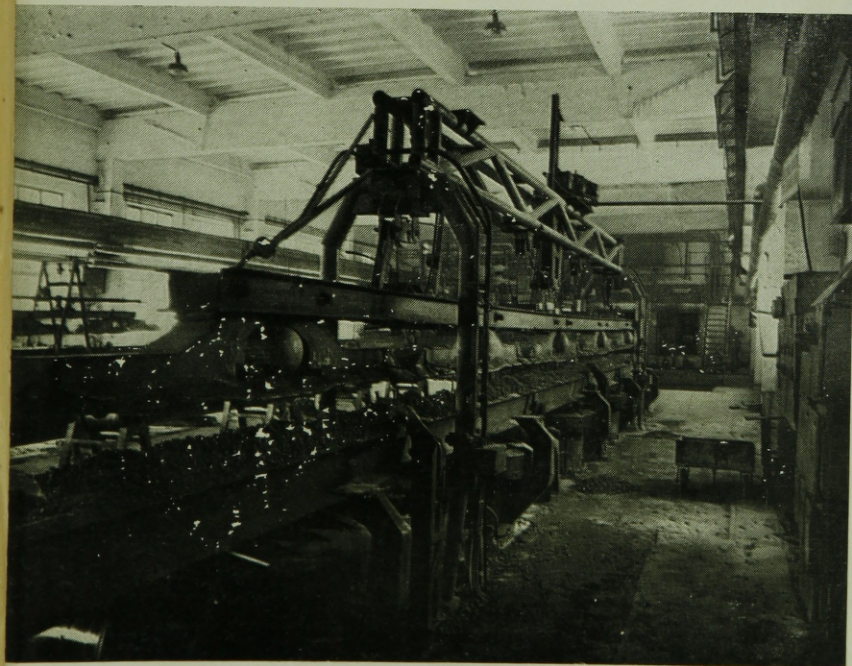
F 1868

VII

AZ ÉPÍTŐIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET FOLYÓIRATA \* 1962. 9.



1962 OKT 3



# MAGYAR ÉPÍTŐ- IPAR







## **A Magyar Építőipar Szerkesztőbizottsága sok sikert kíván az ÉPÜLETELEMÉK GYÁRTÁSA konferencia munkájához!**

### **Előrefeszített vasbeton elemek korszerű sorozatgyártása**

CSUHA PÁL

A feszített vasbeton szerkezetek alkalmazása révén, mint ismerjük, az esetek többségében jelentős műszaki és gazdasági előnyök érhetők el a közönséges, nem feszített, vasbeton szerkezetekkel szemben. Éppen ezért az utóbbi három évtizedben egyre szélesebb körű elterjedésüket tapasztalhatjuk világszerte, így Magyarországon is. (Lásd 1—4. ábrákat.)

A feszített vasbeton szerkezetek alkalmazási területének nagymértvű bővítését az előregyártás, azon belül pedig elsősorban az üzemi előregyártás rohamos fejlődése tette lehetővé. Az üzemi előregyártásban főként az előrefeszített vasbeton elemek sorozatgyártása alakult ki, s fejlődik jelenleg is gyors ütemben.

Természetes, hogy e téren a korszerű gazdaságos gyártási eljárások kialakítása igen fontos, nagy jelentőségű feladat volt és ma is az. Ma még az üzemi előregyártásban nem kevés ki nem merített lehetőség van az előrefeszített vasbeton elemek gazdaságosabb gyártási eljárásainak létrehozására, ezért számos országban igen sok szakember és intézmény foglalkozik a további újabb, jobb gyártási eljárások kialakításával.

Magától értetődik, hogy a fejlődésnek ebben a szakaszában időnként egy-egy probléma élebben villan fel, s a szakemberek között gyakran széleskörű érdeklődést, esetleg szakmai vitákat is vált ki.

Az utóbbi időben sokat foglalkoztatta, és még ma is foglalkoztatja a szakemberek egy részét az a kérdés, vajon az előrefeszített vasbeton szerkezetek nagy sorozatban történő üzemi előregyártásában az inkább — ma már hagyományosnak tekinthető — sablonokban történő, vagy pedig az úgynevezett „sablon nélküli”, csúszósablonos gyártási mód alkalmazása-e a célszerűbb, a gazdaságosabb.

Általában igen tetszetősen hangzik a sablon nélküli gyártás és különösen az előrefeszített vasbetonelemek gyártásában igéri a legnagyobb előnyt. Ez nyilvánvaló, ugyanis a sablonos gyártásában az előrefeszített vasbetonszerkezetek gyártásánál mutathatók ki a legmagasabb sablon költségek. Természetesen egyéb előnyök is megmutatkoznak a csúszósablonos gyártásnál.

E tanulmányban hazai, illetve hazánkban is alkalmazott gyártási eljárások ismertetésével kísérelünk meg a felmerült kérdésre választ adni, vagy azzal kapcsolatosan legalább néhány következtetést levonni.

#### *A gyártástechnológiák főbb kérdései és a fontosabb eljárások*

Ismeretes, hogy az előregyártásban, illetve elsősorban az üzemi előregyártásban technológiai szempontból az alábbi három főbb rendszer különböztethető meg:

- a) Sztend-rendszer
- b) Agregát-rendszer
- c) Konvejer-rendszer.

Noha ma már számos eljárásnál, miután közbenső megoldásokat mutatnak (pl. agregát futószalag-rendszerű gyártás), a csoportok valamelyikébe sorolás kissé erőltetett, mégis megtartható a fenti beosztás.

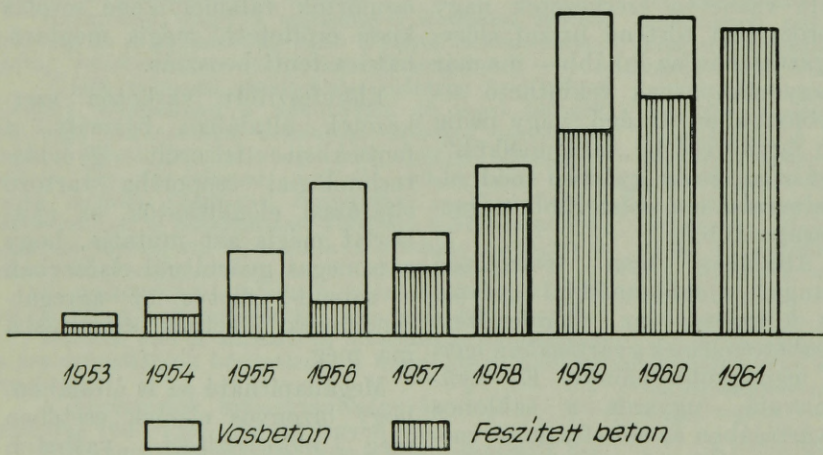
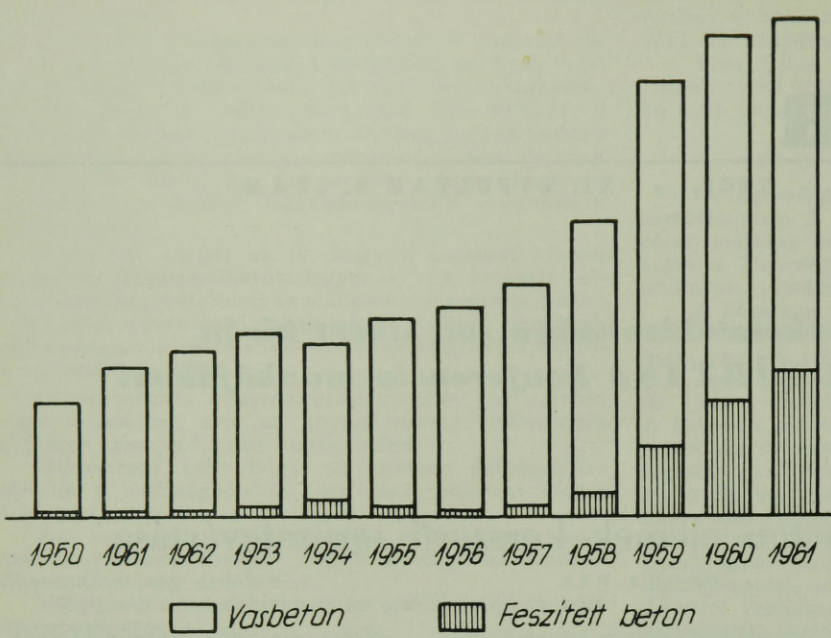
Előrefeszített vasbeton szerkezetek általában bármely, a fentiekben felsorolt gyártástechnológiai csoportba tartozó eljárással előállíthatók. A gyakorlat mégis azt mutatja, hogy a tömeges gyártásnál elsősorban a sztend-, illetve az agregát-rendszerek jöhetnek számításba ma még.

Megállapítható az is általában, hogy bizonyos elemek esetében még előrefeszített vasbeton elemekre nézve is, mindhárom technológiai csoport ad valamilyen formában lehetőséget az úgynevezett „sablon nélküli” (a sablon csak a termék kiformázásához, a beton tömörítéséhez szükséges) gyártáshoz. Minthogy azonban az előrefeszített vasbeton szerkezetek sablon nélküli gyártása gyakorlati szempontból ma még főképpen csak csúszósablonnal történhet, ezért azt kell mondanunk, hogy a „sablon nélküli” — azaz jelen esetben a csúszósablonos — gyártási eljárás sztend-rendszerű lehet.

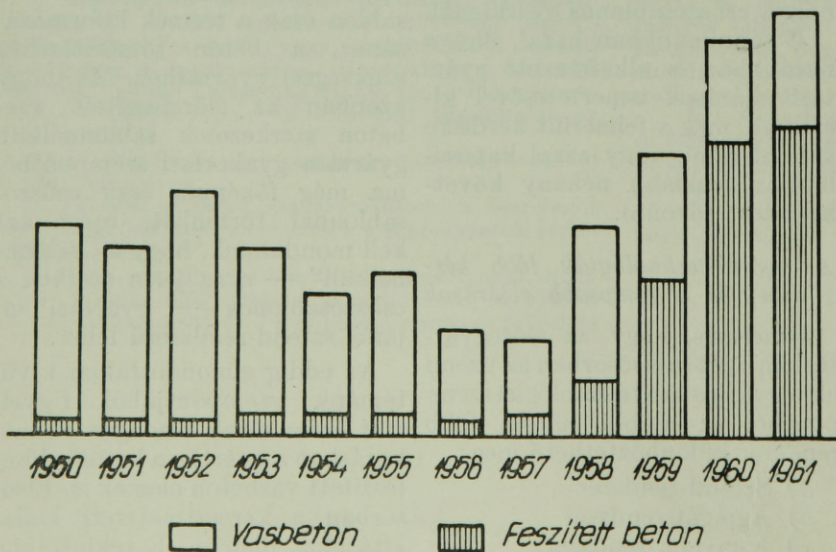
Az eddig elmondottakon kívül témánk szempontjából figyelmet érdemelnek bizonyos vonatkozásban a gyártásra kerülő előrefeszített vasbeton elemek is. Elsősorban a keresztmetszeti kialakításukat illetően. E tekintetben



1. ábra. Az előrefeszített vasbetontermékek térhódítása 1950—1961.



2. ábra. Előrefeszített vasbeton távvezetési, távközlési és közvilágítási oszlopok termelésének növekedése



3. ábra. Előrefeszített vasbetonaljak termelésének alakulása



a szerkezeteket változó vagy állandó keresztmetszetük szerint két nagy csoportba oszthatjuk.

A csúszósablonos eljárások nyilvánvalóan csak az állandó keresztmetszetű előrefeszített vasbeton elemek gyártására alkalmazhatók.

Bár a csúszósablonos módszerek tehát csak az állandó keresztmetszetű termékek gyártására szorítkoznak, mégis szükségesnek tartjuk néhány, a változó keresztmetszetű elemekre vonatkozó gyártási eljárás ismeretét is. Ez szükséges egyrészt azért, mert a változó keresztmetszetű elemek gyártására ma a sablonos eljárások a korszerűek, másrészt pedig így teljesebb képet kaphatunk az állandó keresztmetszetű elemek legfejlettebb, leggazdaságosabb gyártási eljárásairól is.

Mielőtt még az egyes gyártási eljárásokat vizsgálánánk, érdemes néhány szóban megemlíteni azokat a fontosabb megállapításokat, amelyekkel újabban gyakran érvelnek, hogy előmozdítsák a csúszósablonos eljárás kiterjesztését az állandó keresztmetszetű előrefeszített vasbeton termékek gyártásában.

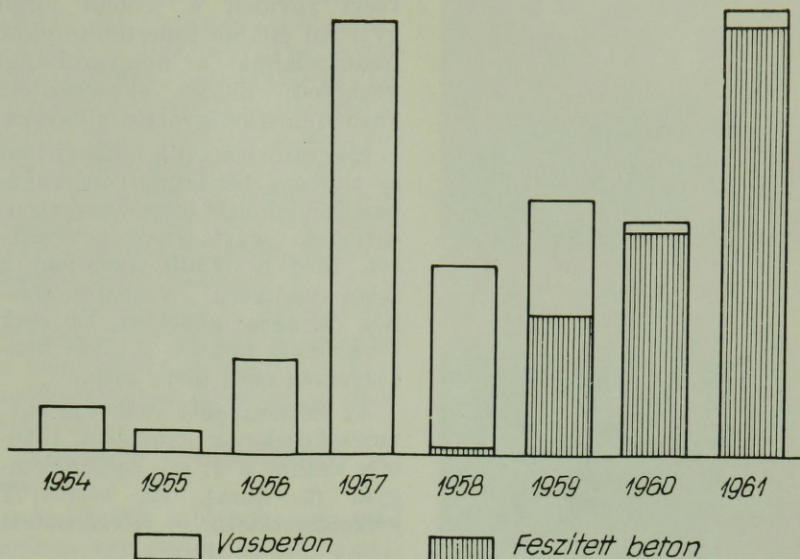
Ezek a következők:

a) Nincs szükség a nagy tömegű és költséges sablonok alkalmazására. Így nemcsak közvetlenül csökken a termékek önköltsége, de közvetve is van jelentősége, mert nem igényel sablonok formájában nagyobb acélmennyiséget, nem köt le továbbá sablongyártó és javító kapacitást.

b) A gyártási rendszer rendkívül rugalmas. A termékek a változó igényeknek megfelelően tetszés szerinti hosszban gyártathatók minden költségkihatás nélkül. Sőt az acélhuzalszámnak bizonyos határok közötti változtathatósága is fennáll, ez pedig az elemek teherbíró képességének a variálhatóságát eredményezi. Mindezekben kívül a csúszósablonok kevés költséggel járó cseréje esetén profil-, ill. termékfajta változtatására is nyílik lehetőség.

c) A gazdaságossági mutatók kedvezőbbek, mint a sablonos gyártásnál.

Hogy valóban előnyösebb-e az előrefeszített állandó kereszt-



4. ábra. Előrefeszített vasbeton fődémpallók gyártásának helyzete

metszetű vasbeton termékeknel a csúszósablonos módszer, azt az alábbi gyártási eljárások és az alkalmazásuk során velük szerzett tapasztalatok elemzése után igyekezünk megállapítani.

Az ismertetendő, illetve a vizsgálandó gyártási eljárások a következők:

a) Változó keresztmetszetű előrefeszített vasbeton elemekre:

$\alpha$ ) Lehorgonyzó betétes aggregát futószalag-szerű előrefeszített távvezetékoszlop-gyártás.

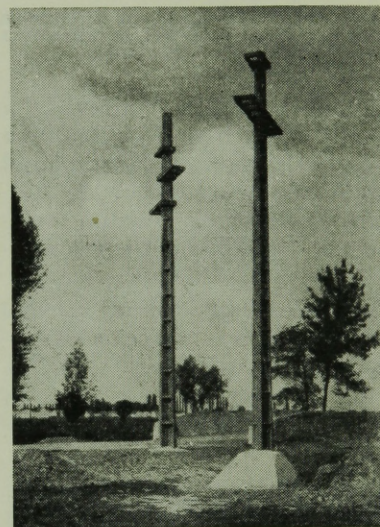
$\beta$ ) Futószalag-szerű előrefeszített vasbetonalj-gyártás.

b) Állandó keresztmetszetű előrefeszített vasbeton elemekre:

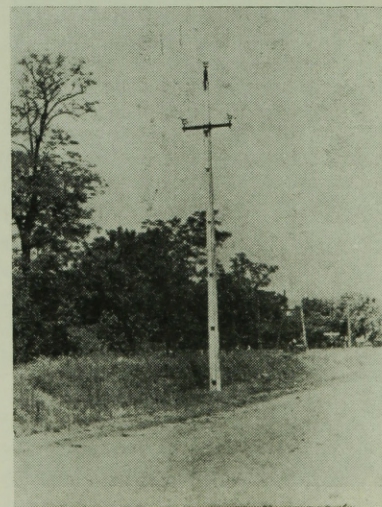
$\alpha$ ) Agregát futószalag-szerű előrefeszített vasbeton fődémpalló- és fődémgerenda-gyártás,

$\beta$ ) Csúszósablonos előrefeszített fődémpalló- és fődémgerenda-gyártás.

A változó keresztmetszetű előrefeszített vasbetonelemek ismertetésre kerülő sablonos (sablonra feszítéses) gyártási eljárásai Magyarországon alakultak ki az elmúlt tíz év során. E gyártási eljárások alkalmazásuk után nemcsak megfeleltek az eredetileg tervezett műszaki-gazdasági mutatóknak, hanem azoknál kedvezőbb eredményeket is hoztak. Éppen ezért az elmúlt évek során a KGST illetékes szakbizottsága ezeket a gyártási módokat az ajánlott gyártási eljárások sorába felvette. Ennek következtében

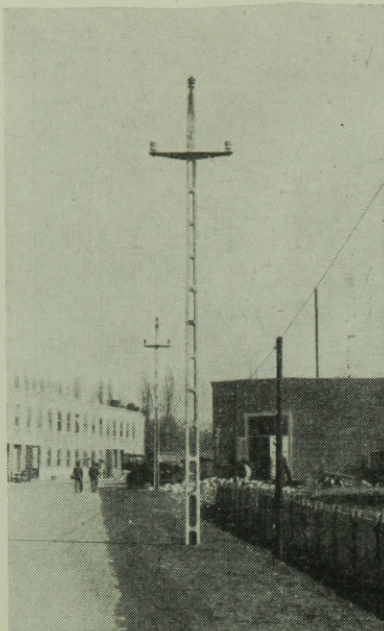


5. ábra. Kisse-rendszerű normálvasbetétes vasbeton távvezetéki oszlop



6. ábra. 20 kV-os kettős T keresztmetszetű előrefeszített vasbeton távvezetéki oszlop



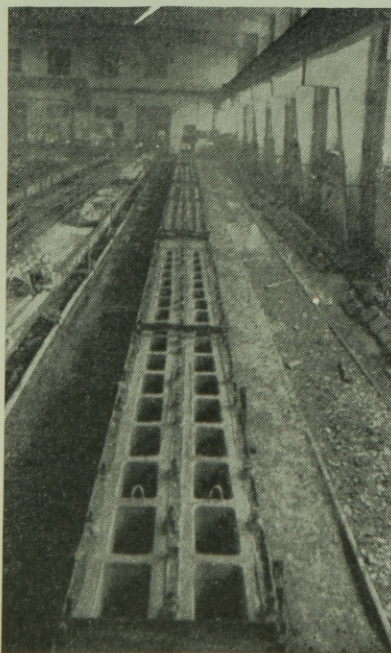


7. ábra. Áttört Vierendeel-szerű előrefeszített vasbeton távvezetékoszlopok prototípusai a 2. sz. Épületelemgyárban

megindult hazánkból ezeknek a (vasúti alj- és oszlop-) gyáraknak az exportja mind szocialista, mind kapitalista országokba. A külföldi eredmények teljesen megfelelnek az itthon szerzett kedvező tapasztalatoknak.

a) *Lehorgonyzó betétes agregát futószalagszerű vasbeton távvezetékoszlop-gyártás.*

Bár a tárgyunkhoz szorosan nem tartozik, de a teljesség ked-

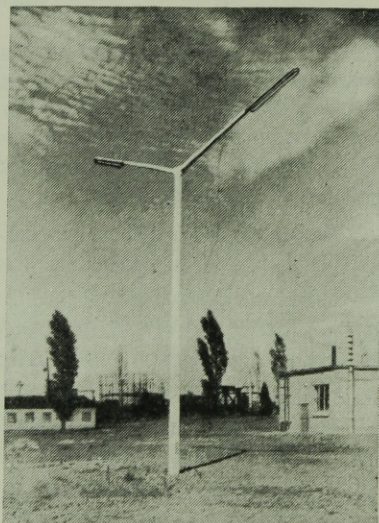


8. ábra. Áttört előrefeszített vasbetonoszlopok hosszúpados Hoyer-rendszerű gyártása a 2. sz. Épületelemgyárban

véért röviden a szóban forgó gyártási eljárás ismertetése előtt összefoglaljuk a magyarországi vasbeton, illetve előrefeszített vasbetonoszlop-gyártás fejlődését.

Magyarországon a fahiány már az előregyártás kezdeti időszakában is indokoltta tette a vasbetonoszlopok gyártásának bevezetését. Meg is indult 1933-ban a Kisse-rendszerű vasbetonoszlopok (5. ábra) gyártása. De csak rövid ideig tartott, a tőkés konkurrencia nem tűrte meg.

Az előrefeszített vasbeton távvezetékoszlopok gyártását 1950-ben kezdte a 2. sz. Épütelelemgyár (6. ábra). Itt kettős T keresztmetszetű előrefeszített

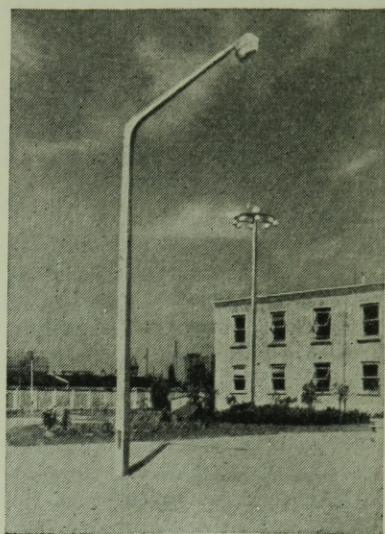


9. ábra. Kétkarú előrefeszített vasbeton közvilágítási oszlop

vasbeton oszlopokat gyártottak sztend-rendszerben.

1956-ban áttértek az „áttört” Vierendeel-szerű előrefeszített vasbeton oszlopok (7.—8. ábrák), ugyancsak sztend-rendszerű gyártására. Fokozatosan bevezették az előrefeszített közvilágítási vasbeton oszlopok (9., 10. ábrák) gyártását is, de ezeket már — az ismertetendő gyártási eljárásnak megfelelően — sablonra feszítéses kivitelben.

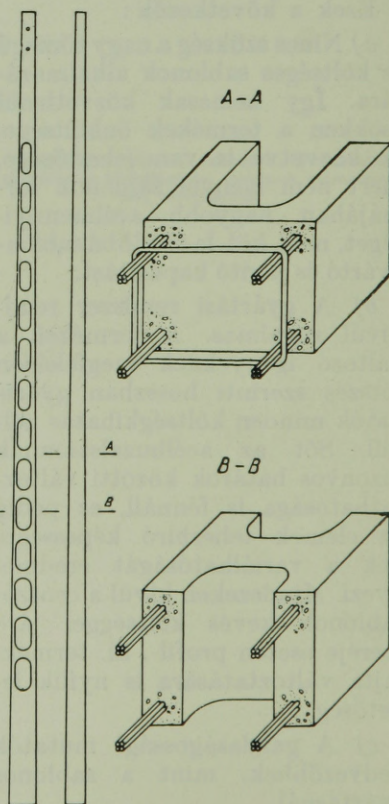
A sztend-rendszerű gyártási eljárásról való letérést, illetve az agregát futószalag-szerűnek a kialakítását a termelékenység növelésével, a minőség javításával, végső soron a gazdaságosság fokozásával kapcsolatos követelmények tették szükségessé.



10. ábra. Ostornyeles és egyszerű előrefeszített vasbeton közvilágítási oszlop

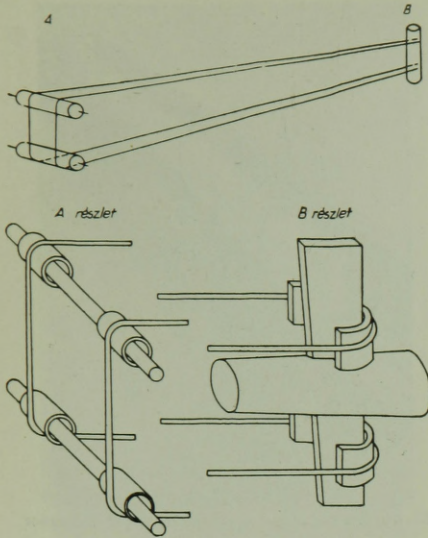
1957—58-ban a szerző vezetése mellett került e gyártási eljárás kidolgozásra és bevezetésre a 2. sz. Épütelelemgyárban (11—28. ábrák).

E gyártási eljárás tulajdonképpen visszavezeti az előrefeszített vasbeton oszlopok gyártását a normál vasbetetes (nem feszített) elemek gyártására és él annak minden előnyével.



11. ábra. Huzalok keresztmetszeti elrendezése a lehorgonyzóbetétes, csévált huzalú távvezeték oszlopoknál





12. ábra. A huzalvezetés és lehorgonyzás elvi vázlata

Mielőtt magát a gyártási eljárást bemutatjuk, ismertetjük az acélhuzal előkészítését.

5 mm átmérőjű hidegen húzott acélhuzalokat használnak (de nincs akadálya más, kisebb vagy nagyobb átmérőjű huzalok alkalmazásának sem). Az acélhuzalokat előbb egyengetik, majd csévéelés után (kézi vagy gépi úton) végtelenítik. Az ilyen módon előkészített csévétet előnyújtó padba helyezik, ahol az előfeszítési értéken túl 10%-kal nagyobb feszítőerőt fejtenek ki a huzalokra. Ennek az a célja, hogy egyrészt a huzalok rende-

ződve a terv szerinti váz alakját vegyék fel, másrészt pedig biztosítsák a sablonokban a huzalok esetleges szakadásának az elkerülését, valamint a toldások helyén a huzalok megcsúszásának megakadályozását. Mindezen felül pedig a túlnyújtás a huzalok kúszását is csökkenti, s így a feszültségvesztések minimumra korlátozhatók.

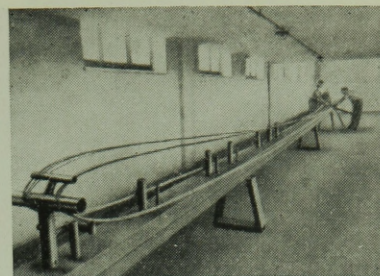
Az ilyen módon előnyújtott huzalokra felhelyezik és rögzítik a kengyeleket, s így mint kész acélhuzalvázak kerülnek a sablonokba.

A gyártási eljárásnak főbb jellemzői:

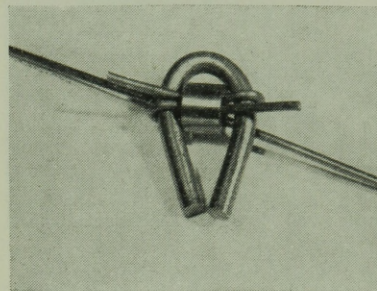
— Egyedi sablonok (egy sablonban egy oszlop készül) alkalmazása. A sablonok teljesen merevek, oldaluk sem nyitható le és a gyártás, érlelés során viselik a feszítő erőt.

— Mivel áttört (Vierendeel) típusú oszlopok gyártásáról van szó, ezért a sablonok alsó lemeze az oszlopok üregelésének megfelelően áttört azzal a céllal, hogy ott az üregképző elemek behatolhassanak.

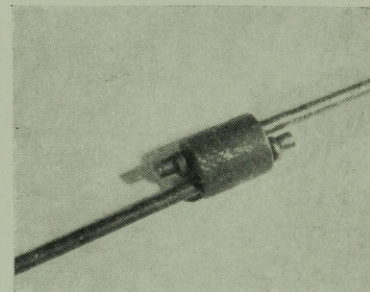
— Az üregképző elemek egyetlen merev tartóra vannak felhegesztve. A tartó alsó részén helyezkednek el a vibrátorok is. A tartó olyan gépre van szerelve, amely lehetővé teszi függőleges mozgását.



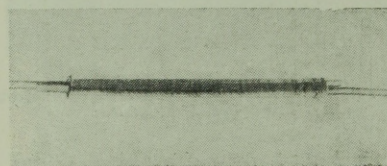
14. ábra. Huzal előkészítés. Csévéelés



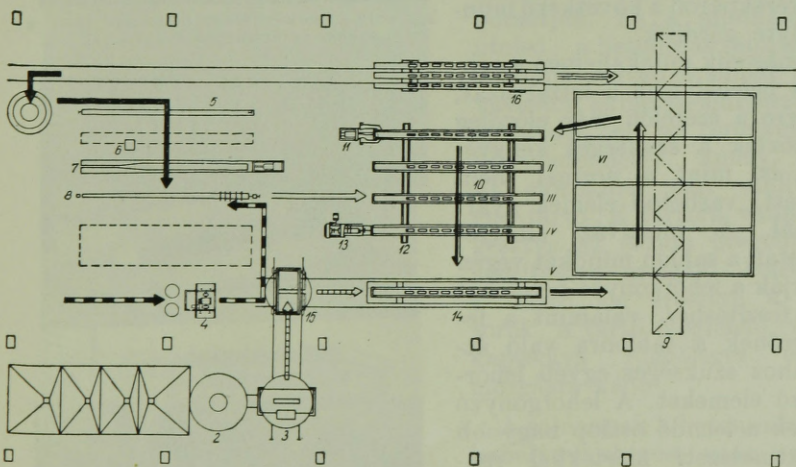
15. ábra. Hajtás huzaltoldás



16. ábra. Huzalvégduzzasztással történő huzaltoldás



17. ábra. Huzaltoldás átfedéssel és feszültség alatti huzalcsévéeléssel



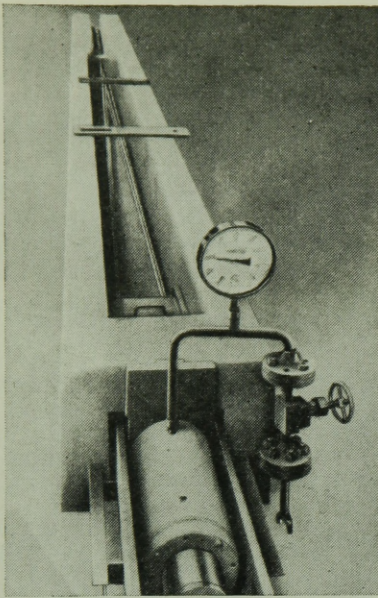
13. ábra. Lehorgonyzóbetétes csévélt huzalozású előfeszített vasbeton távvezetési oszlop keresztirányban rendezett gyártástechnológiájának vázlata

I — A termék kitolása; II — Sablontisztítás-olajozás; III — Beszerelés; IV — Feszítés; V — Betonozás-vibrálás; VI — Érlelés; 1 — Adalékanyag tároló; 2 — Cementsiló; 3 — Betonkeverőtelep; 4 — Kengyelgyártó automata; 5 — Csévélopád; 6 — Huzalvégtelenítő gép; 7 — Előfeszítő berendezés; 8 — Szerelőállvány; 9 — Híddaru; 10 — Sablonok; 11 — Mechanikus kitoló berendezés; 12 — Sablonállvány; 13 — Mechanikus feszítőberendezés; 14 — Vibróberendezés lyukképző magokkal; 15 — Betonozókocsi; 16 — Kiszállító csille

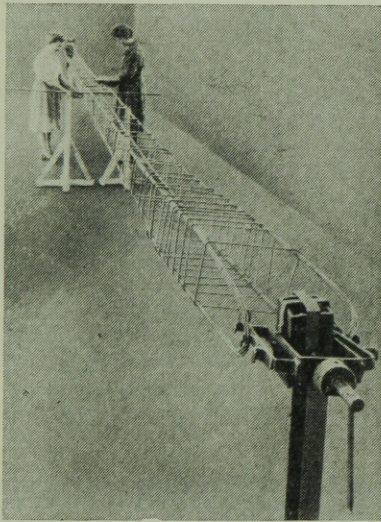
— A huzalbetéteket egyetlen szálból, csévéeléssel állítják elő. A csévet (pásmát) vízszintes síkban készítik és a huzalvégeket a csévéelés befejezése után összekötik, végtelenítik a huzalt. Végtelenítve az így elkészített csévet összehajtva, térbeli szerkezetet, huzalvezetést nyernek.

— Maguk a csévélt huzalpásmák is biztosítják a betonban a huzalok lehorgonyzódását, ezenkívül azonban még lehorgonyzó betéteket is helyeznek el a gyártás során.

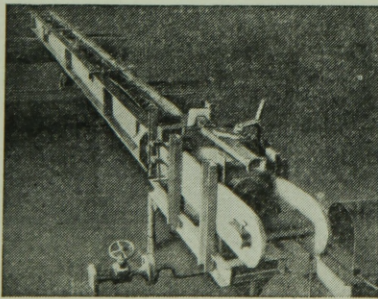




18. ábra. Huzalpázmák előnyújtása



19. ábra. Csévével készített, előnyújtott huzalpázmák szerelése



20. ábra. Sablonba helyezett huzalok felkengyelezve. A sablon hidraulikus feszítőgépre kapcsolva. Feszítés előtti helyzet

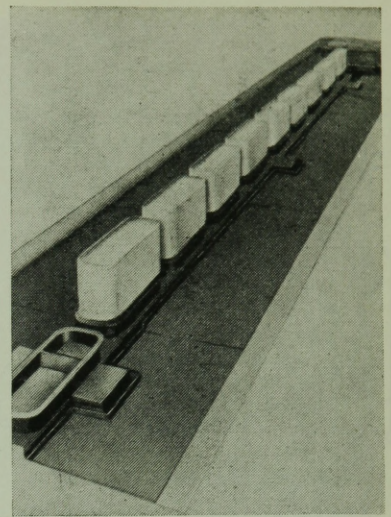
— Az érlelésre gőzölő aknákat alkalmaznak.

A fentiek szerint a gyártásnak a gyakorlatban két formája fejlődött ki. Az egyik megoldása

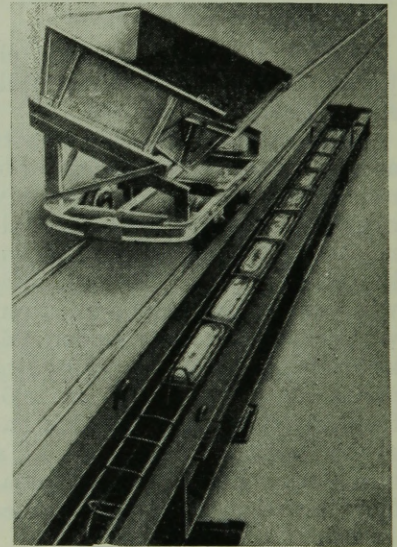
olyan, hogy a sablonok a gyártócsarnok hossz tengelyével párhuzamos mozgást végeznek, ez a *hosszirányban rendezett gyártási eljárás*. A másik megoldásban a sablonok a gyártócsarnok hossz tengelyére merőleges irányban mozognak. Ez a *keresztirányban rendezett gyártási eljárás*. A hosszirányban rendezett gyártási eljárás esetén a gyártócsarnok hossz tengelyével párhuzamosan helyezik el a gőzölő aknákat. Rendesen négy, hőszigetelt fedőkkel ellátott akna készül. A hossz tengellyel, illetve gőzölő aknákkal párhuzamosan két pár csillevágányt fektetnek a csarnok padozatára. A csillevágányok a gyártócsarnok egyik végén egy oszlophosszal túlnyúlnak a gőzölő aknákon. Az aknák végében a túlnyújtott vágányok mellett helyezkedik el a készáru kiszállító vágánypár. A csarnokban egy hídaru, esetleg a készáru kiszállítási helyen még egy keresztirányú futódaru is működik.

A sablont, miután abból a kész terméket kiemelték, az ideiglenesen aláhelyezett két csillekerékpárral együtt a futódaru, vagy a hídaru áthelyezi az aknától számított második visszatérő sínparra. Az első munkahelyen a sablont letisztítják és olajjal bepermetezik. Ezután a sablont a sín páron az aláhelyezett kerékpáron a következő munkahelyre gördítik.

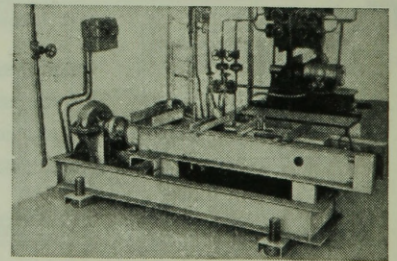
A második munkahelyen a sablonba behelyezik a huzalvázat, amelyre a szerelők már előzőleg ráköötözték a szükséges kengyeleket is, mint a normál (nem feszített) vasbeton elemek gyártásánál. A huzalváz elhelyezése után a sablon mindkét végén berakják a lehorgonyzó betéteket és a feszítéshez, valamint a feszítőerőnek a sablonra való átadásához szükséges egyéb lehorgonyzó elemeket. A lehorgonyzó betétek a leendő oszlop nagyobb keresztmetszeti mértékkel rendelkező végén (ez a vége kerül az oszlop felállításakor a talajba, az oszlop egyébként sudaras) 3—4 mm falvastagságú, 20—30 mm hosszú és 40—50 mm átmérőjű csődarabok, körgyűrűk. Ezek a csődarabok kerülnek a visszahajtott huzalpázmák alá. A csővek helyzetének rögzítése céljá-



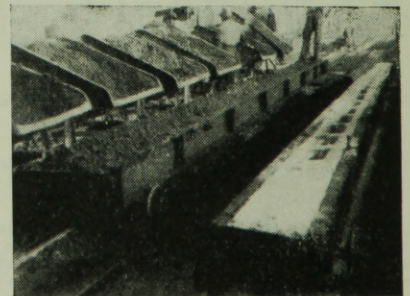
21. ábra. Üregkepző és vibrációt végző doboz sor



22. ábra. Feszítés után, betonozás előtt a sablon az üregkepző doboz sorral

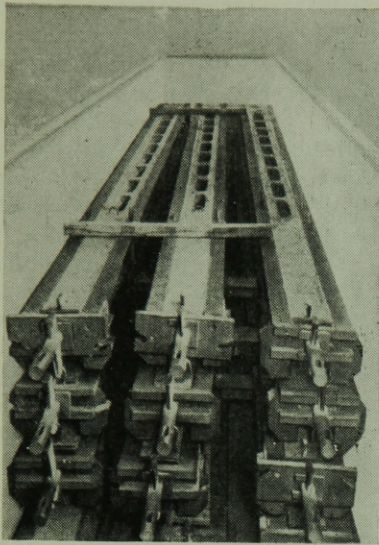


23. ábra. Feszítőgép

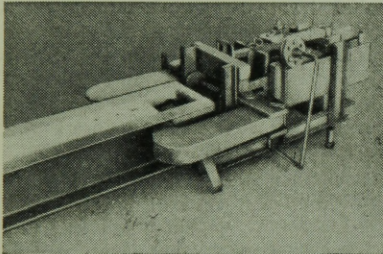


24. ábra. Betonozás végzése

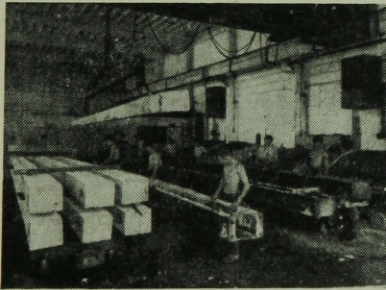




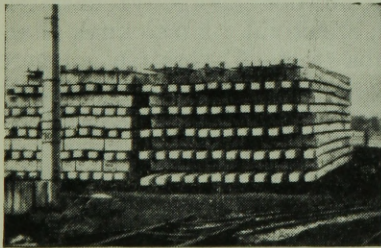
25. ábra. Frissen betonozott oszlópsablonok az érlelkamrában



26. ábra. Hidraulikus kinyomógép működés közben



27. ábra. Oszlopkiemelés



28. ábra. Oszlop deponiák

ból, de azért is, hogy a feszítéskor a huzalerek felvehetők és a sablonra átadhatók legyenek, a csöveken, továbbá a sablon oldal-

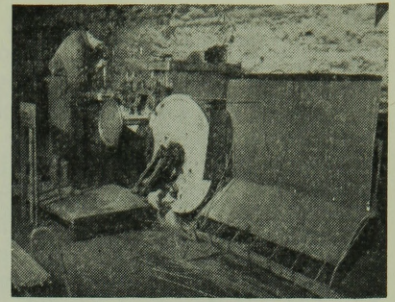
falain átmenő körkeresztmetszetű nyílásokon ugyancsak körkeresztmetszetű kónikus acélkereszttartókat helyeznek be.

Az oszlópsablon, illetve huzalváz másik végén (itt történik majd a feszítés is) olyan lehorgonyzó elem kerül behelyezésre, amelyhez ékkel egy vonórúd is kapcsolható. E vonórúd — a sablon véglapján kivezetve — hozzákapcsolható a feszítőgéphez.

E műveletek elvégzése után a sablont egy munkahellyel tovább gördítik. E harmadik munkahelyen a sablon tulajdonképpen egy tolópadra gördül. A tolópadot a sablonnal együtt a feszítő gép elé állítják és a vonórudat összekapcsolják a feszítőgéppel. A feszítőgép a sablonra támaszkodva a vonórúd rögzítése után elvégzi a huzalok feszítését. Ekkor a vonórúdon (amely egyébként a lehorgonyzó ék számára szükséges lyukasztással el van látva), a lehorgonyzó éket átdugják, és ennek közvetítésével a sablon átveszi a feszítőerőt. Ezt követően a tolópadot a sablonnal együtt eredeti helyzetébe visszaállítják és a sablont a negyedik munkahelyre juttatják.

A negyedik munkahelyen a feszítés során esetleg elmozdult kengyeleket megigazítják, terv szerinti helyükre rögzítik és a sablont az ötödik munkahelyre bocsátják. Ez a munkahely az utolsó: a betonozás munkahelye. E munkahelyen a sín pár közötti vasbeton aknában süllyesztve helyezkedik el az üregképző és vibróberendezés, amely, amint az előzőekben már említettük, egy tartó. E tartóra vannak hegesztve az oszlop üregeinek kialakítására szolgáló betétek és a tartó alá erősítve a vibrátorok. A tartó megfelelő célgépre kapcsolva függőleges értelmű mozgásra képes.

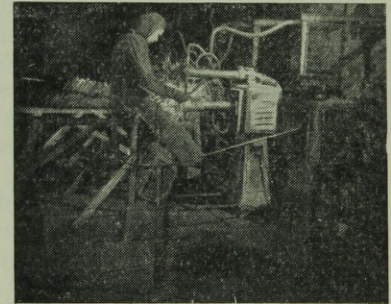
A sablonnak a betonozási munkahelyre érkezése után az üregképző vibróasztal (tartó) felemelkedik és az üregképző elemek a sablon felvágott alsó nyílásain a sablonba hatolnak. Ennek megtörténte után a beton beadagolása és a vibráció következik. Ha a beton tömörítése véget ért, az üregképző elemeket és a vibrátorokat hordó tartó



29. ábra. Betonacél egyengető-vágógép



30. ábra. Kengyelhajlítógép a vasbetonaljak kengyeleinek gyártására



31. ábra. Kengyelhegesztés



32. ábra. Előrefeszített vasbetonaljak gyártócsarnoka



lefelé irányuló mozgást végez és így az üregképző elemek kihúzódnak a sablonból. Ezzel lényegében az oszlop kész. Csak az érlelés van hátra.

A hídaru segítségével a betonozott sablont, miután arról a mozgathoz szükséges csillekerékpárokat lekapcsolták, a gőzölő aknába rakják. A kerékpárokat áthelyezik a gőzölő akná menti sínparra. Amikor a gőzölő akna megtelt, akkor a fedőt ráhelyezik és kezdetét veszi a hőérlelés. A hőérlelés időtartama 8—10 óra 60—80 °C hőmérsékleten.

A hőérlelés befejezése után a sablonokat a bennük levő kiértelt elemekkel egyenként kiemelik. A kiemelt sablont a betonozásnál felszabadult csillekerékpárokra helyezik, és a gőzölő aknák melletti sínparon a kiemelő helyre előre gördítik.

A kiemelő helyen először a feszítőerőt oldják fel. Ez úgy történik, hogy az oszlop, illetve a sablon kisebb keresztmetszeti méretekkel rendelkező végén a vonórúdból kiütik a lehorgonyzó éket, majd az oszlop végében (a betonban) levő éket is kiütik a vonórúdból. Ezután a vonórúd kihúzható a sablonból, illetve az oszlop végéből. Majd a sablon másik végén is kiütik a körkeresztmetszetű kereszttartókat. Ezt követően a sablont az oszlopkitoló gépre kapcsolják. A gép a sablont megfogva és az oszlop véglapjára támaszkodva tolóerőt fejt ki az oszlopra, és azt mintegy 40 cm hosszban a sablonban eltolja. Az oszlop, illetve a sablon sudaras, tehát a daru az oszlopot ezután nehézség nélkül kiemeli a merev sablonból, és a

kiszállító csillére helyezi. A sablont a hozzákapcsolt kerékpárokkal a daru az előzőekben említett beszerelési vágánypárra helyezi, majd a fent leírt sorrendben megismétlődik az egész eljárás.

Az oszlopot a kiszállító csillén még bizonyos befejező műveleteknek vetik alá.

A befejező műveletek során betömik az oszlop végein levő lyukakat cementhabarccsal azért, hogy az acélhuzalok e részen is védve legyenek korrózió ellen. Ezzel az oszlop kész, és a tárolóterre szállítható.

A keresztirányban rendezett gyártási eljárás az előzőekben ismertetett kiviteli formától abban különbözik, hogy a gőzölő aknák egymás mellett és nem egymás végében helyezkednek el a gyártócsarnok teljes szélességében. A gőzölő aknák egyik végén van

a két keresztirányú pálya, amelyen a sablonok keresztirányban hossztengegyükre merőlegesen mozognak az egyik műveleti helyről a másikra. Ennek az elrendezésnek az a legnagyobb előnye, hogy kisebb csarnok-alapterület szükséges, mint egy egyébként azonos kapacitású, de hosszirányban gyártó egységhez kellene. Éppen ezért ma már inkább ez a kiviteli forma kerül adott esetben megvalósításra. Egy gyártó egység kapacitása 20—25 000 oszlop/év. Jelenleg az ikersablonok kifejlesztésén dolgoznak. Elkészülésük után a kapacitás várható emelkedése gyártóegységenként további 60—70%.

Ilyen gyártó egységek egymás mellé telepítése révén tetszés szerinti kapacitású gyárak létesíthetők.

A leírt oszlopgyártásra néhány mutatót közlünk.

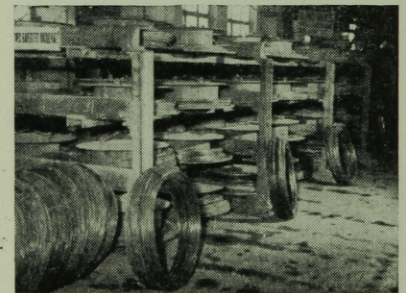
Sorszám	Megnevezés	Mértékegység	Mutatószám
1.	Az acélfeldolgozás és gyártás munkaóra-szükséglete .....	óra/m <sup>3</sup>	8,00
2.	Sablonköltség a termék önköltségéhez viszonyítva .....	%	3,50
3.	Selejt .....	%	2,00
4.	1 m <sup>2</sup> gyártócsarnokra eső termelés .....	db/m <sup>2</sup> /év	31,00

E gyártási eljárás főbb előnyei az alábbiakban mutatkoznak meg:

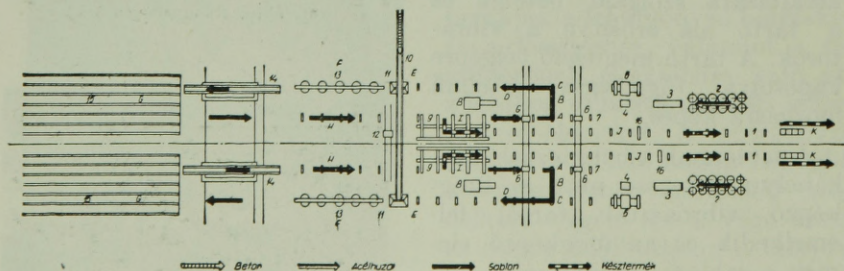
A fajlagos beruházási igény egyéb oszlopgyártási eljárásokhoz viszonyítva alacsony.

Futószalag-szerűsége lehetővé teszi a magas termelékenység elérését.

A gyártott termékek minősége kiváló.



34. ábra. Huzalállványok



33. ábra. Előrefeszített vasbetonaljak gyártás technológiájának vázlata

A — Tisztítás, olajozás; B — Hullámsítás, pászmakészítés; C — Feszítés; D — Beszerelés; E — Betontöltés; F — Alsó és felső vibrálás; D — Érlelés; H — Feszültségoldás; I — Kiszaluzás; J — Huzalvágás; K — Kiszállítás.  
1 — Kihordó görgőpálya; 2 — Huzalállvány; 3 — Hullámsítógép; 4 — Fejprés; 5 — Feszítőgép; 6 — Zsámolykocsi; 7 — Feszítőpad szállító görgő; 8 — Huzalkihúzó csőrő; 9 — Kiszaluzógép; 10 — Betonszállító szalag; 11 — Betonadagoló bunker; 12 — Feszültségadó gép; 13 — Alsó és felső vibrátorok; 14 — Tolópad; 15 — Érlelőkamrák; 16 — Huzalvágógép

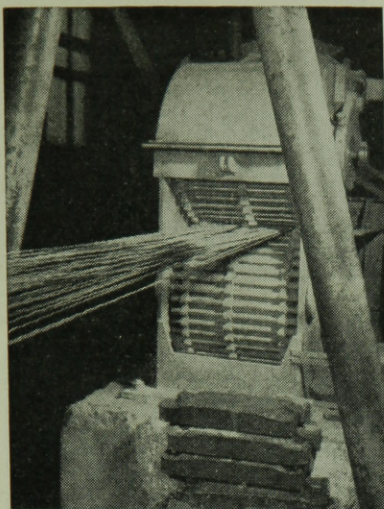
A huzalok lehorgonyzódása teljes, ezenkívül a huzaloknak pász-mába történő vezetése ellenére is csaknem teljes egészében élvezi a tapadó betétes előrefeszített szerkezetek előnyeit.

Az érleléshez szükséges fajlagos hőenergia-felhasználás alacsony.

A balesetelhárítási követelményeknek messzebbmenően eleget lehet tenni, mint egyéb, különösen sztetend-rendszerű gyártási eljárásoknál.

Az együttes eredmény végső soron az így gyártott termékek





35. ábra. Huzalok hullámosítása

alacsony önköltsége és kiváló minősége. Nem elhanyagolandó szempont természetesen az sem, hogy olyan mérvű gépesítést enged meg e gyártási mód, amely teljes mértékben megadja a lehetőségét a nehéz fizikai munka kiküszöbölésére.

b) *Futószalagszerű előrefeszített vasbetonaljgyártás.*

A vasbetontávvezetési oszlopok gyártásához hasonlóan korán, még 1922-ben, megindult Magyarországon a vasbetonaljak gyártása is. Ekkor még normál vasbetetes (nem feszített) aljakat állítottak elő.

Az előrefeszített vasbeton aljak készítésére a kísérletek 1948-ban kezdődtek meg és sikeres befejezésük után az 1. sz. Épületelemgyárban 1950-ben megkezdték gyártásukat.

Az itt kialakított gyártási eljárást fejlesztették azután tovább az Iparterv betontechnológiai részlegének tervező mérnökei. E tervek alapján építették meg a Komárommegyei Vasbetongyárban az első két vonalas üzemszert és helyezték üzembe 1959-ben az előrefeszített vasbeton aljak tömeges gyártására (29.—46. ábrák).

E gyártási eljárás főbb jellemzői:

— Merev sablonok (feszítópadok). Egy sablonban egymás végében öt vasúti alj helyezkedik el.

— 2,5 mm átmérőjű nagyszilárdságú, hidegen húzott, hullámosított acélhuzalokat használnak.

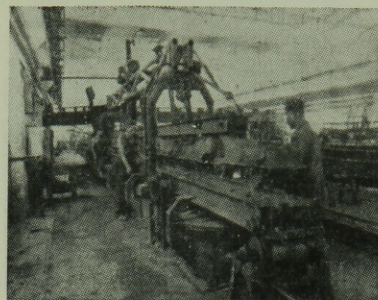
— A beton érlelése gőzölő kamrában történik.

— A sablonokat görgősorok továbbítják. Az oda-visszazorgatást, a körfolyamat megvalósítását két görgősor teszi lehetővé. A görgősorok párhuzamosan futnak a gyártócsarnok hossztengelelyével.

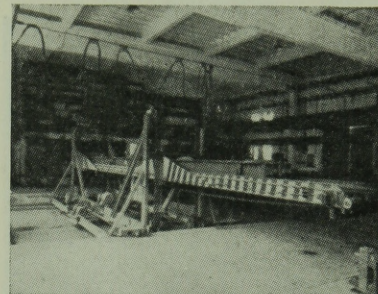
— Általában egy gyártócsarnokban a hossztengelelyel és egymással párhuzamosan két gyártó sor helyezhető el. Egy gyártó sor kapacitása (tervezett) 150 000 db/év.

A gyártási folyamat az alábbi műveletekből tevődik össze:

A gyártócsarnoknak a tárolóter felé eső végén levő állványain elhelyezett huzalkarikáiról a szükséges számú acélhuzalt hullámo-



39. ábra. Vibráció után



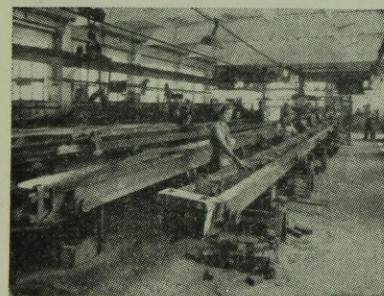
40. ábra: Sablon a tolópadon. A betonozott sablon gőzölőkamrába juttatása



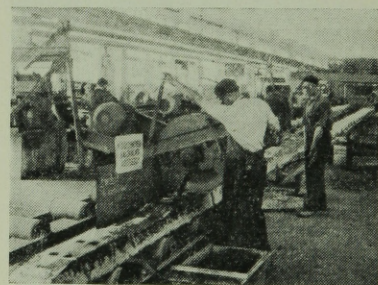
36. ábra. Huzalok összehúzója a befogófejbe



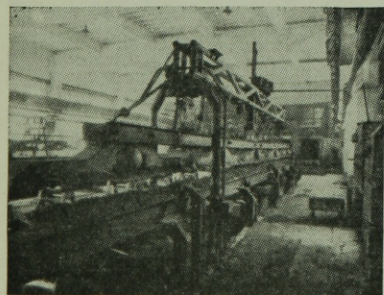
41. ábra. A kiborítás előtti helyzet



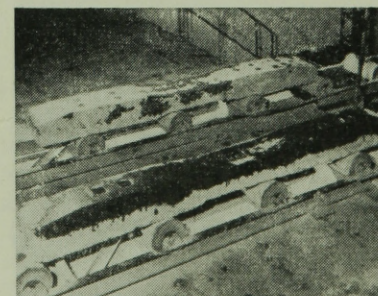
37. ábra. A sablonba befeszített huzalok kengyelezése



42. ábra. Huzalok vágása.

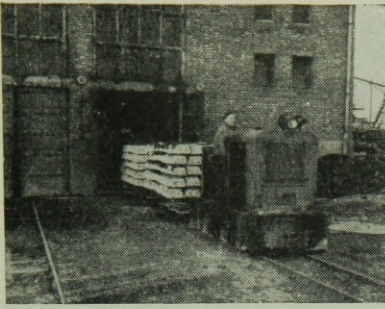


38. ábra. A friss betonnal megtöltött sablon a vibrátorok fölött. Vibráció előtti helyzet

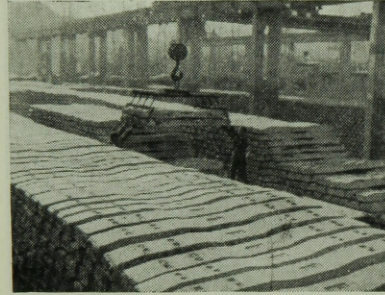


43. ábra. Elkészült vasúti aljak a görgősoron

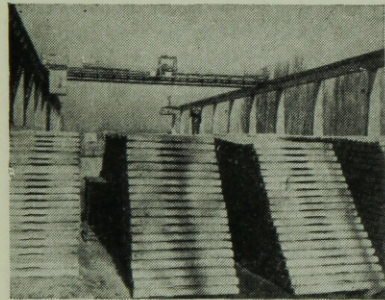




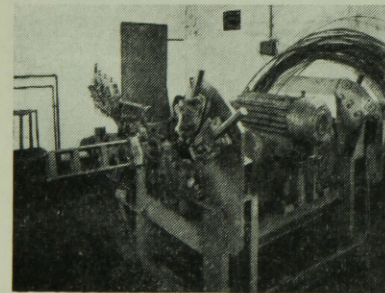
44. ábra. Vasúti aljak kiszállítása a gyártó-csarnokból



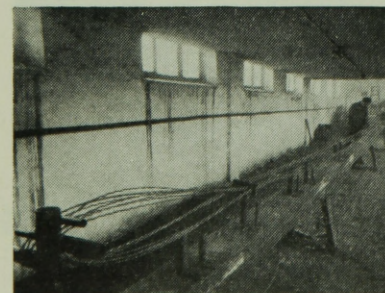
45. ábra. Csoportos emelés



46. ábra. Vasúti alj deponiák



47. ábra. Egyengető, vágó, kengyelhajtógép a vasúti alj gyártásához



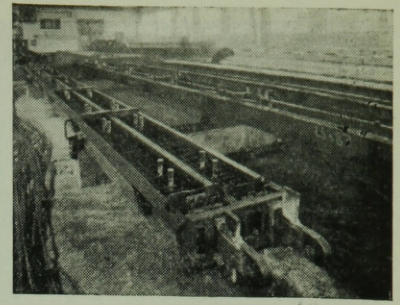
48. ábra. Huzalalkészítés, csévéelés

sító hengerpár között átvezetve az egyik (beszerelő) görgősoron elhelyezkedő, kitisztított és leolajozott sablon fölé vezetjük. Mielőtt azonban a huzal a sablon fölé érkezik, a görgősor, illetve a sablon végében a hullámosító hengerpár után elhelyezett présbe kerül. Itt a huzalok végeit hullámos kiképzésű lemezek közé helyezik. E lemezeket a huzalokkal együtt összepréselik és e helyzetükben ékekkel rögzítik. Ezután a huzalokat gépi erővel a sablon fölé húzzák. Amikor ez megtörtént, a sablon indulási végén is lemezek közé préselik a huzalokat, majd a lemezek külső lapja mentén elvágják azokat. Így a mindkét végükön lemezek közé préselt huzalok a sablonba helyezhetők.

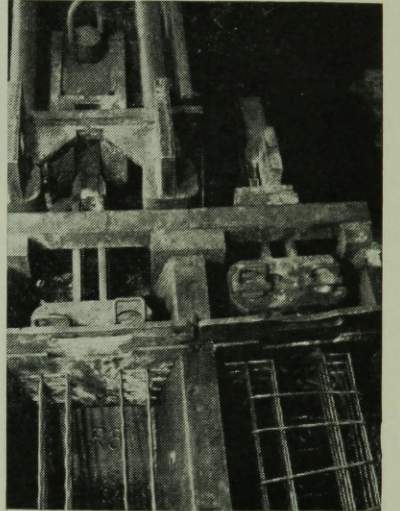
A huzalok behelyezése után következő művelet a huzalok megfeszítése. Vonórúddal a huzalok véglemezei és a feszítő gép között kapcsolatot létesítenek és a gép a sablonra támaszkodva elvégzi a feszítést. Az összepréselt lemezek elé helyezett alátétek közvetítik a feszítőerőt a sablonra.

A feszítés után a sablon a görgősoron a következő munkahelyre halad, ahol a kengyelezés és a fabetétek behelyezése történik.

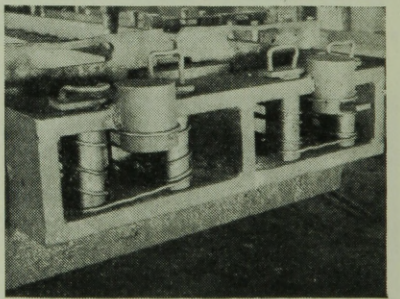
Ezután a sablon a betonozó helyre jut, ahol megtörténik a beton beadagolása és a beton tömörítése. A tömörítést pneumatikus úton emelhető vibróberendezések végzik, amelyek a sablon alatt felemelkedve és a sablonhoz a megfelelő erővel nyomódva vibrálnak. Ezzel egyidejűleg felülről is vibróberendezést bocsátanak a betonfelületre és nyomás alatt felülről is vibrálják a betont. A vibráció befejezése után a sablon a görgősoron továbbhalad és egy tolópadra kerül, amely a rajta levő sablont függőleges irányban is tudja mozgatni, emelni vagy süllyeszteni. A tolópaddal ezután a töltés alatt álló gőzölő kamra elé állnak és a sablont a kívánt szintre emelve, a tolópad és a sablonra szerelt görgők segítségével a gőzölő kamra megfelelő szintjén elhelyezett sín pályára tolják. A kamra megtelte után megkezdik a termékek hőérlelését. A hőérlelés oly módon történik,



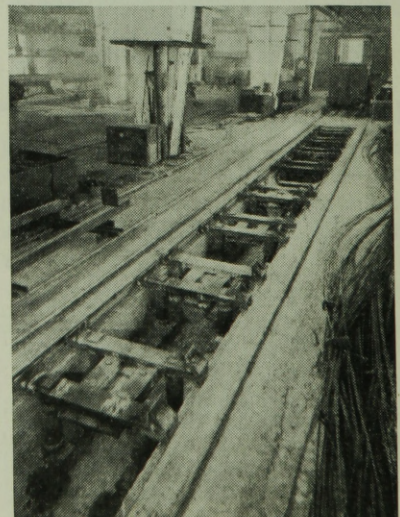
49. ábra. Huzalok megfeszítve, ikersablonban



50. ábra. Huzalok megfogása, elrendezése a sablon végében



51. ábra. Huzalok elrendezése a sablon végén



52. ábra. Vibrátorok az ikersablonos vasúti alj gyártáshoz



hogy a kamrák alján levő víztálcákban elhelyezett és gőzzel melegített csőigycók az azokat elborító vizet fölmelegítik. A melegvíz fűti a kamrákat. Így egyúttal biztosítható az érlelőter szükséges páratartalma is, amely meggátolja a kötéshez szükséges víztartalom eltávozását a betonnál. A hőérlelés időtartama 6—7 óra.

Az érlelés után a sablont a benne levő vasbeton aljakkal kihúzzák a gőzkamrából a tolópadra. A tolópad a második, kiserelő görgősorra juttatja a sablont. Itt a feszítőerőket oldják, majd a következő munkahelyen a sablon egy olyan gépre kerül, amely a benne levő öt vasúti aljat egyetlen darabban kiborítja

a sablonból. Ezt követően az öt vasúti alj, amelyet még a huzalok összetartanak, a görgősoron a vágógéphez halad. A vágógép (elektromotorral hajtott nagy kerületi sebességű lágyvaskorong) a vasbeton aljak véglapjainál a huzalokat elvágja.

Az egyes vasúti aljak ezután a görgősoron továbbhaladva a rakodó daru alá jutnak, amely azokat a kiszállító csillére rakja.

A kiborítás alkalmával üressé vált sablont keresztirányú emelőkocsik áthelyezik az első görgősorra, az eredeti kiindulási helyre, és a kör ezzel záródik, a műveletek ismétlődnek.

A vasúti alj gyártásra vonatkozóan is közlünk néhány mutatót.

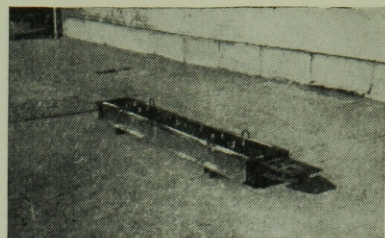
Sorszám	Megnevezés	Mérték egység	Mutató szám
1.	Az acélfeldolgozás és gyártás munkaóraszükséglete .....	óra/m <sup>3</sup>	8,70
2.	Sablonszükséglet a termék önköltségéhez viszonyítva .....	%	4,00
3.	Selejt .....	%	2,50
4.	1 m <sup>2</sup> gyártócsarnokra eső termelés .....	db/m <sup>2</sup> /év	242,00

Meg kell még jegyeznünk, hogy egy vasúti aljgyártó sor tervezett kapacitása 150 000 db/év. Az egy gyártócsarnokban általában elhelyezhető két sor tehát 300 000 db

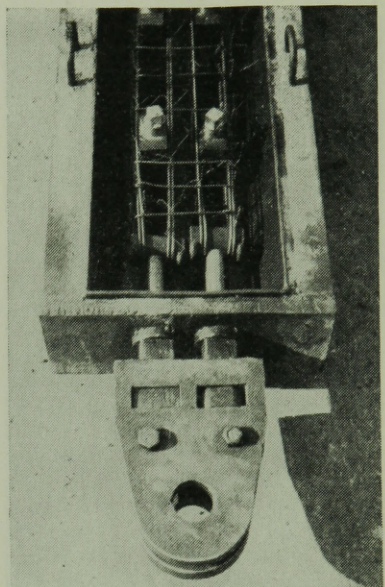
alj termelését biztosíthatja éventé. Az eredmények azonban kedvezőbbek. Jelenleg egy gyártó sor 180 000 aljat termel éventé. A gyártási ütemidők csökkentésének azonban további lehetőségei vannak és így a már tervbevetett műszaki fejlesztés révén a soronkénti 250—300 000 db/év kapacitás is elérhető lesz.

E gyártási eljárás előnyei lényegében hasonlóak a távvezetéki oszlopok gyártásának leírása során elmondottakhoz. A huzalok lehorgonyzódása (ez vasúti aljknál a rövid lehorgonyzódási szakasz miatt fontos) itt is kiváló, noha a lehorgonyzódás tapadással történik. Ez a huzalok nagy fajlagos felülete és a kiváló betonminőség révén érhető el nagyobb nehézség nélkül.

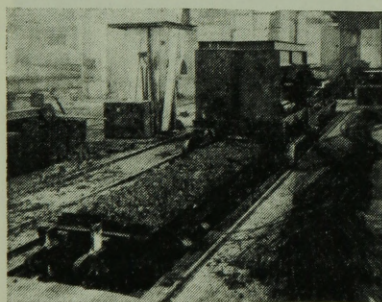
Néhány szóval említést teszünk még arról az előrefeszített vasbeton vasúti aljgyártási eljárásról, amelyet a már vázolt oszlopgyártás kialakítása idején kísérleteztek ki a 2. sz. Épütelelemgyárban (47.—54. ábrák). A gyártási eljárás elvileg teljesen egyezik az oszlopgyártás módjával. Ugyanazon munkahely és berendezés csekély gépcserével,



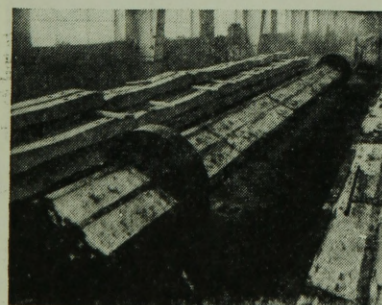
55. ábra. Kísérleti sablon előrefeszített lehorgonyzóbetétes vasúti alj gyártására



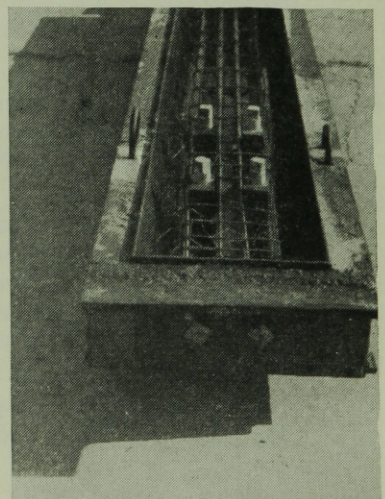
56. ábra. Sablonvég a lehorgonyzó és a feszítőbetétekkel



53. ábra. Betonozás



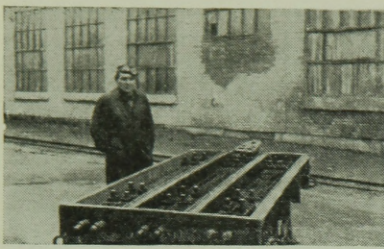
54. ábra. Kierlelt vasúti aljak kiborítása a sablonból



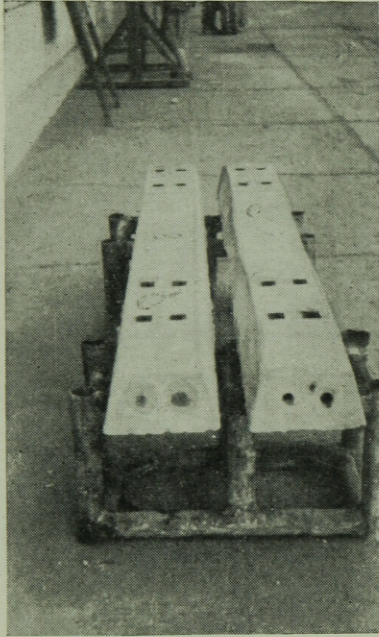
57. ábra. Sablonvég lehorgonyzó csavarokkal

továbbá sabloncserével alkalmas mind oszlop, mind pedig vasúti alj gyártására. Az itt felhasználásra kerülő acélhuzalok 5 mm átmérőjűek és rovátkoltak vagy hullámosítottak. A huzalokat ekkor is csévélik és úgy juttatják a sablonba. A csévéelés egyik

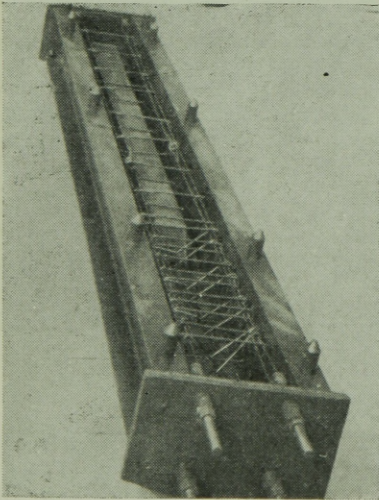




58. ábra. Hármás vasúti alj sablon befeszített huzalokkal



59. ábra. Lehorgonyzóbetétes, előrefeszített vasbetonaljak



60. ábra. Lehorgonyzóbetétes, előrefeszített vasbeton távvezetéki oszlopgyámsablon megfeszített huzalokkal

E gyártási mód igen kedvező műszaki, gazdasági mutatókat eredményezhet.

A szerző az elmúlt évek során számos kísérletet végzett egyéb, sablonos, előrefeszített vasbeton-termékek előállítására szolgáló gyártási eljárások kialakítására is.

Így pl. lehorgonyzó betétes előrefeszített vasbeton oszlopgyámok, lehorgonyzó betétes előrefeszített vasbeton aljak gyártására. A megoldásokat az 55.—62. ábrák szemléltetik. E kísérletek sikeresek voltak.

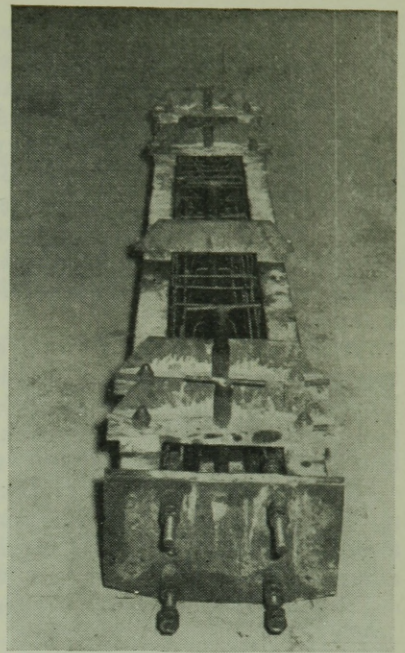
Jelenleg már közvetlen üzembelyezés előtt áll a Komárom-megyei Vasbetongyárban az előrefeszített oszlopgyámgyártó üzem és ugyanott készítenek elő egy lehorgonyzó betétes előrefeszített vasbetonaljat gyártó üzemet is.

Az előregyártott állandó keresztmetszetű vasbeton elemek sorában kiemelkedő helyet foglalnak el a födémszerkezeti elemek; a födempallók (panelek) és a födémgerendák. Ezek valódi tömegcikkek az üzemi előregyártásban. Nagy mennyiségben készülnek. A fogyasztás belőlük állandó és csaknem egyenletes. Előrefeszítetten történő gyártásuk igen jelentős acélmegtakarítással jár. Magyarországon kisebb mennyiségben ugyan, de üzemszerűen az 1953—55. években folyt először előrefeszített födémgerenda-gyártás a 2. sz. Épületelemgyárban. Ez 1955-ben megszűnt és csak az idén 1962-ben kezdték el a födémgerendák gyártását az 1. sz. Épületelemgyárban.

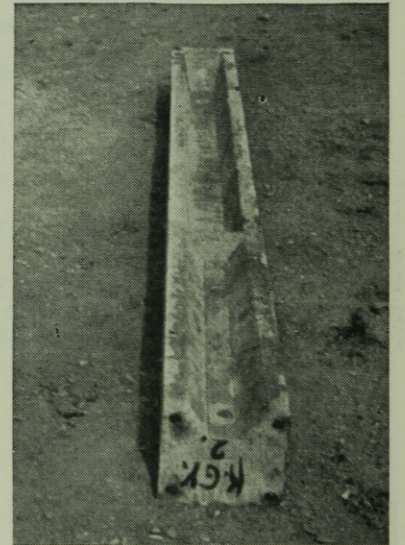
Az előrefeszített födempalló-gyártás ugyancsak az 1. sz. Épületelemgyárban kezdődött meg még 1959-ben, és ma is ott folyik.

Az 1953—55. években gyártott előrefeszített gerendák sztend-rendszerben készültek. Jelenleg részben ugyancsak sztend-rendszerű (csúszósablonos), részben pedig sablonra feszítéssel eljárásal gyártják a gerendákat. Hasonló a helyzet a födempalló-gyártásban is. Egy részük csúszósaluzattal, alul-felül sík, elliptikus keresztmetszetű üreges kiképzéssel, más részük pedig felülbordás teknős födempallóként, sablonra feszítéssel készül.

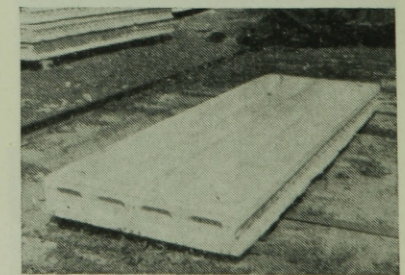
Az üzemi előregyártásban tehát a födempallók nagy tömegben



61. ábra. Oszlopgyám sablon betonozás előtt



62. ábra. Lehorgonyzóbetétes előrefeszített vasbeton oszlopgyám

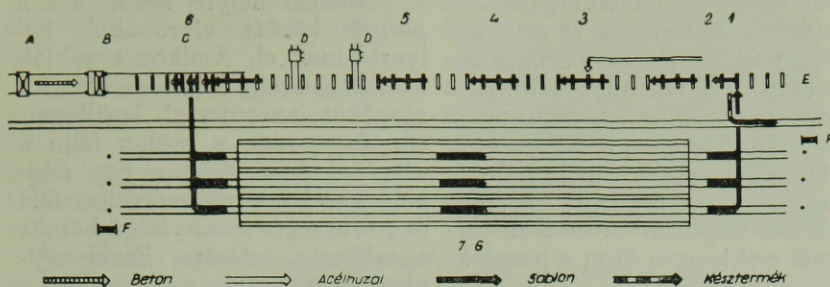


63. ábra. Felülbordás, teknős, előrefeszített vasbeton födempalló

fontos célja a huzalok megfogásának egyszerűbbé tétele. A gyártás ikersablonokban történik. Ily módon egy sablonban tíz vasúti alj készül.

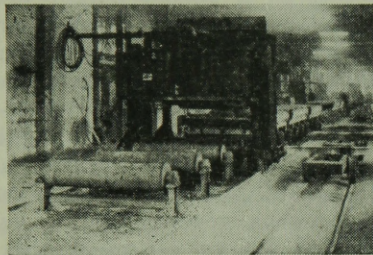
már ma is teljes mennyiségükben előrefeszítve készülnek, míg a födémgerendáknak jelenleg még csak kisebb részét gyártják előrefeszítetten.



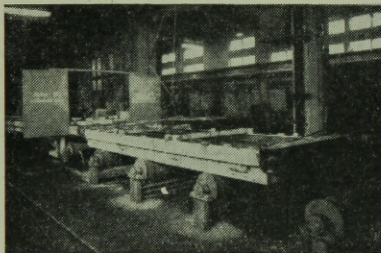


64. ábra. Előrefeszített vasbeton födempallógyártás technológiai vázlata

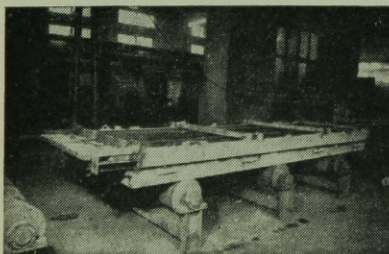
1 — Kiszerezés; 2 — Tisztítás-olajozás; 3 — Huzalbefűzés; 4 — Érelés; 5 — Feszítés; 6 — Betonbedolgozás; Gőzölés; A — Fix betonadagoló bunker; B — Betonadagoló kocs; C — Vibrátor; D — Feszítógép; E — Görgősor; F — Csörlő; G — Gőzölőkamra



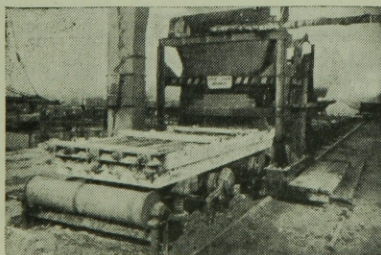
65. ábra. Födempalló gyártósor



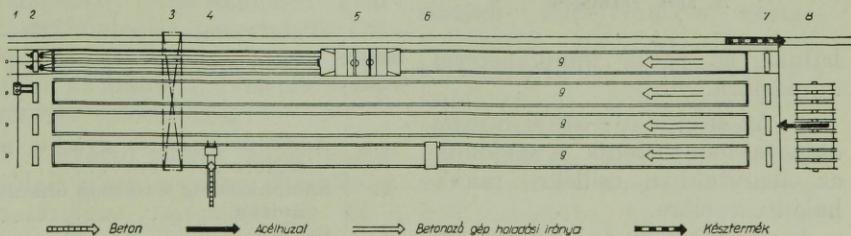
66. ábra. Födempalló sablon behelyezett acélhuzalokkal feszítés előtt



67. ábra. Födempalló sablon a görgősoron feszítés után, betonozás előtt

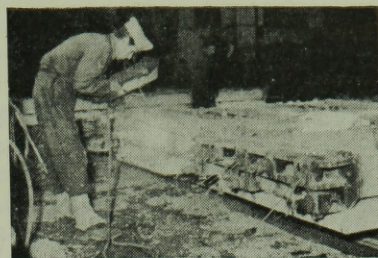


68. ábra. Födempalló sablon a vibroberendezésben betonozás közben

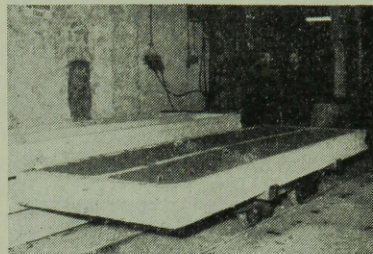


72. ábra. Csúszószaluzatos (Weiler-rendszerű) gyártási eljárás technológiai vázlata

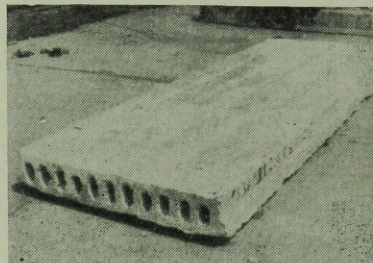
1 — Feszítógép; 2 — Feszítő befogófej; 3 — Hiddaru; 4 — Betonszállító puttony; 5 — Betonozógép; 6 — Vágógép; 7 — Fix befogófej



69. ábra. Huzalvágás, kiszaluzás



70. ábra. Kohósalakkal kitöltött födempalló



71. ábra. Alul-felül sík, üreges, csúszószaluzatos (Weiler) technológiával előállított, előrefeszített vasbeton födempalló

Az a terv, hogy az elkövetkező két-három év során az előrefeszített födempallók termelésének jelentős növelése mellett a födémgerendákat is csaknem teljes mennyiségükben előrefeszítve kell gyártani.

c) Agregát futószalagszerű előrefeszített födempalló- és födémgerenda-gyártás.

Mint az előbb már említettük, e rendszerrel ma előrefeszített felülbordás teknős födempallók készülnek, de sabloncserével ugyanitt alul-felül sík, üreges keresztmetszetű födempallók is gyárthatók (63. — 70. ábrák). A jövőben csak alul-felül sík üreges födempallók (84. ábra) gyártása a cél.

Természetesen e rendszerben — szintén sabloncserével — előrefeszített födémgerendák is készíthetők.

E gyártási eljárást az 1. sz. Épületelemgyár vezette be és alkalmazza. Főbb jellemzői:

— A sablonra feszítés mind a födémpaneloknál, mind pedig a födémgerendánál.

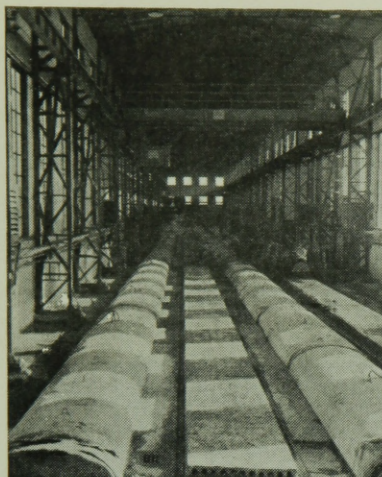
— 5, illetve 6 mm-es rovátkolt huzalok (patentírozott) használata.

— Egy sablonban egy födempalló, illetve egy gerendasablonban (pakettben) egymás mellett öt gerenda készül.

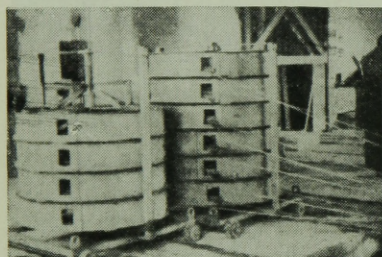
— A huzalokat úgy vezetik, hogy a sablonok végein 180 fokos szögben („hajtúszzerűen”) egy csapszeg körül fordulnak vissza és csak a huzalok végein alkalmaznak ékes megfogást.

— A sablonok görgősoron (a görgősorok az érlelő, „gőzölő” alagúttal párhuzamosak) ha-

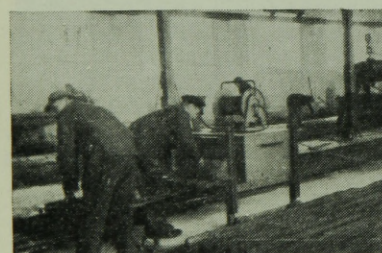




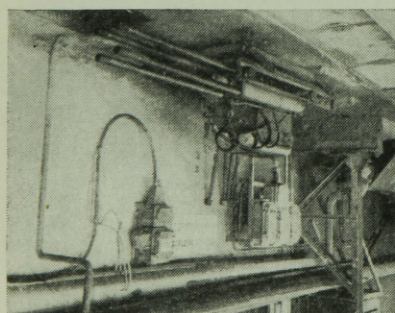
73. Gyártócsarnok



74. ábra. Huzaltartó doбок



75. ábra. Huzalkihúzó kocsi



76. ábra. Feszítőgép

ladnak az egyik munkahelyről a másikkra.

— Az érlelés 70—80 m hosszú alagutakban történik. A sablonok az alagutakban csillékre rakva haladnak előre.

A gyártás menete:

Az érlelő alagútból csillékre rakottan (egy csillén 5—6 sablon

van) érkező sablonokat egyenként futódaruval leemelik és az érlelő alagút mellett, azzal párhuzamosan futó görgősorra helyezik. Itt a feszítőerőt oldják fel, majd pedig a sablon oldalainak lenyitása után a terméket kiemelő füleiknél fogva daruval kiemelik és kiszállító csillére helyezik. A csillén történik elektromos úton a huzaloknak az elvágása is.

A sablon ezután a görgősoron a következő munkahelyre vándorol. Itt elvégzik a sablon tisztítását és olajozását. A sablon ismét továbbhalad és a soron következő munkahelyen a befogó fejekbe beékelt egyik végén hajtúszzerűen meghajlított huzalokat helyezik el. A következő munkahelyen a feszítést végzik oly módon, hogy egy, a görgősorra merőleges irányban mozogni tudó feszítő gép a görgők közé behaladva a sablon végére áll, és a sablonra támaszkodva, a befogó fejek megfogása után, hidraulikus sajtókkal elvégzi a feszítést. A feszítőerőket átadják a sablonra, majd ezután a görgősoron a sablon az utolsó munkahelyre,

a betonozó helyre kerül. Itt a görgők között vibróbakok helyezkednek el. Amikor a sablon a vibróbakok fölé érkezett, a görgőket excenterrel lesüllyeszti, ily módon a sablon felül a vibróbakokra. Ezután egy adagoló kocsi érkezik a sablon fölé és a szükséges mennyiségű betont a sablonba juttatja. Ezzel egyidejűleg történik a vibráció, a tömörítés is. Az ilyen módon bedolgozott sablont a betonadagoló kocsi eltávozása után futódaruval, az időközben visszaérkezett és a gőzölő alagút elé helyezett csillére teszik. Amikor a csillére elegendő számú sablon került, akkor a csillét betolják a gőzölő alagútba. Ezzel megkezdődik az érlelés. Körülbelül 8 órás érlelés után érkezik a sablonokkal megrakott csille az alagút másik végére, ahol — az alagútból kiérve — megkezdik a sablonok leemelését. Innen kezdve a leírt folyamat ismétlődik.

Az előrefeszített fődémpallók gyártásáról néhány mutatószám tájékoztat.

Sorszám	Megnevezés	Mértékegység	Mutatók
1.	Az acélfeldolgozás és gyártás munkaóraszükséglete .....	óra/m <sup>2</sup>	0,40
2.	Sablonköltség a termék önköltségéhez viszonyítva .....	%	4,00
3.	Selejt .....	%	0,80
4.	1 m <sup>2</sup> gyártócsarnok alapterületre eső termelés .....	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> /év	170,00

A táblázatban szereplő sablonköltség és selejtadat becslésen alapszik. Ennek oka, hogy teljes sablonelhasználás még nem volt, továbbá nem lehetett elkülöníteni a gyártási és tárolási selejtet. A selejtadat gyártási selejtre vonatkozik.

Egy fődémpallót gyártó sor kapacitása 300 000 m<sup>2</sup>/év.

Födémgerendák gyártása esetén egy gyártó soron a várható kapacitás 1 200 000 fm/év. A fődémgerendák gyártására ma még nincs elegendő tapasztalat. A közölt mutatók tervezett, illetve várható adatok.

Sorszám	Megnevezés	Mértékegység	Mutatók
1.	Acélfeldolgozás és gyártás munkaóraszükséglete .....	óra/fm	0,08
2.	Sablonköltség a termék önköltségéhez viszonyítva .....	%	4,00
3.	Selejt .....	%	0,80
	1 m <sup>2</sup> gyártócsarnok alapterületre eső termelés .....	fm/m <sup>2</sup> /év	710,00



E gyártási eljárást vizsgálva, előnyéül az alábbiakat állapíthatjuk meg.

A gyártócsarnokkal szemben különleges követelmények nem állanak fenn, a berendezések, gépek egyszerűek, tehát a beruházási költségek viszonylag kicsik.

Nagyfokú munkamegosztás és nagymérvű gépesítés lehetséges.

A termékek igen jó minőségben csekély selejtszázalékkal állíthatók elő.

A fajlagos hőenergia-felhasználás az alagutak jó szigetelési lehetőségei folytán kicsiny.

Hátrány viszont, hogy sablonokra van szükség és a termékek hosszváltozása nehezen követethető.

d) *Csúszósablonos előrefeszített vasbeton földémpalló- és földéngerenda-gyártás.*

Előrefeszített, alul-felül sík, üreges földémpallók gyártására az NDK-ban kifejlesztett „Stasa” berendezések, továbbá az NSzK-ban kialakított csúszósablonos gépek használhatóságak. Az NSzK-ban ezen kívül az előrefeszített gerendák gyártására szolgáló csúszósablonos gépeket is gyártják.

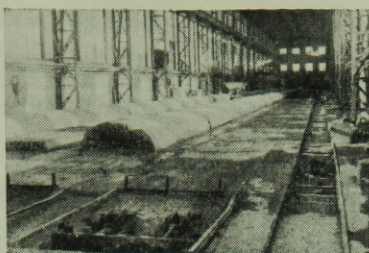
Többek között pl. a Weiler cég is gyárt ilyen berendezéseket.

Az 1. sz. Épületelemgyárban 1961-ben üzembe helyeztek egy, az NSzK-ból behozott Weiler rendszerű csúszósablonos földémpalló gyártó berendezést, továbbá egy gerendagyártó gépet. A két berendezés számára egy kisebb, kb. 110 m hosszú gyártócsarnokban, a csarnok szélességének megfelelően négy gyártó pályát létesítettek. A pályák hossza 100 m. Egy pályán 1,20 m széles palló vagy 6 sor gerenda gyártható.

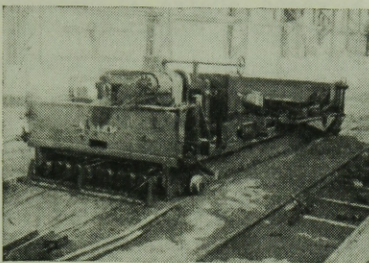
1961-ben ebben az üzemszékben földémpallókat (71. ábra) gyártottak, 1962-ben megkezdték a földémpallók mellett a gerendák készítését is.

E két berendezés ebben az üzemszékben jelenleg még nincs kihasználva, hiszen egy géphez — három műszakos üzemeltetést feltételezve és hőérlelést alkalmazva — legalább hat gyártó pályára van szükség.

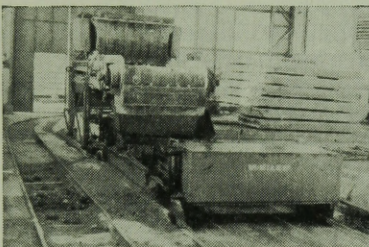
Az eltelt időszakban inkább a gyártási eljárás kísérleti bevezetése történt meg azzal a céllal,



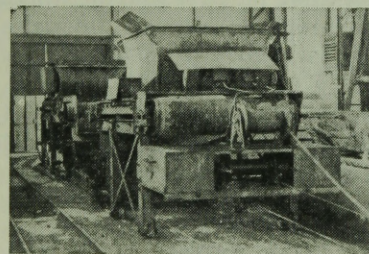
77. ábra. Gyártócsarnok. Egyik pálya megfeszített huzalokkal betonozásra előkészítve



78. ábra. Földémpalló gyártógép a pálya elején



79. ábra. Pályára helyezett betonadagoló kocsi



80. ábra. Földémpalló gyártógép és adagoló kocsik indulás előtt

hogy az előre feszített földémszerkezetek gyárfejlesztése tisztázódhassék.

Az alábbiakban tehát a Weiler rendszerű csúszósablonos gyártástechnológiát ismertetjük (72., 86. ábrák). A gyártás folyamata az alábbi műveletek elvégzésével valósul meg:

A gyártó pályát, amelyet kétoldalt a gép számára vezetősínek határolnak, megtisztítják és a termékeknek a betonaljzathoz való tapadása meggátlása céljából téglazuzalékkal felszórják,

vagy pl. a gerendák gyártása során olajos papírral borítják be.

A használatba vett pálya végére állítják a huzalkarikákat tartalmazó kocsit és egy gerendavonal huzalait egy megfogó fejbe (amely csavarorsóban végződik) ékelik be. Földémpallók gyártása során a huzalok számától függően 2—3 vagy több megfogó fejet alkalmaznak. Ilyen módon a pályához szükséges összes huzalokat megfogják. E megfogó fejeket a huzalkihúzó kocsira akasztják, amely a pályát határoló síneken végighaladva kihúzza a huzalokat. A kocsi elektromotorral hajtott csörlővel és drótkötéllel van ellátva, és oly módon halad előre, hogy a pálya ellenkező végére kihorgonyzott drótkötélét a csörlődobra tekeri fel, így vontatja magát.

A huzalokat kihúzásuk megtörténte után a dobokról levágnak és a kiindulási végen is megfogó fejekbe ékelik. A megfogó fejeket azután a kihorgonyzó bakokra rögzítik. A feszítési művelet a pálya egyik végén a gyártócsarnok teljes szélességében a pályákra merőlegesen mozogni tudó feszítő kocsi segítségével történik. A kocsira szerelt feszítő gép szivattyúból és hidraulikus sajtóból áll. A gép a kihorgonyzó bakokra támaszkodva egyszerre egy feszítő fejet fog meg, tehát egy gerendavonal huzalait feszíti meg. A megfeszített huzalok befogó fejeit a kihorgonyzó bakokra csavaranyák rögzítik.

A feszítés befejezte után a kengyelek szerelése és rögzítése következik. Ezzel egyidejűleg helyezik el a huzalok behajlását meggátló támaszokat, gerendagyártás esetén pedig a gerendák végeit jelző lécbetéteket az alsó huzalok alá.

A betonozás megkezdése előtt a pálya egyik végén a vezetősínekre felhelyezik a csúszószaluzatos, görgőkkel (kerekekkel) ellátott betonozó gépet és a hozzátartozó dobmotorokkal s szállító szalagokkal felszerelt adagoló silókat. Két adagoló siló van, mert a betonozás két rétegben történik. Az első silóból adagolják a termék húzott övébe a betont, a másik silóból pedig a szerkezet többi részeibe.



Az adagoló silókba alul nyitható tartályokban hídvaru szállítja a megkevert, friss betont. A beton betöltése és a gép mozgását lehetővé tevő drótkötélnek a pálya ellenkező végén történő kihorgonyzása után a berendezés üzembehelyezhető, illetve indítható.

A gép tulajdonképpen betonozó része a termék keresztmetszetének megfelelő, csúszó és vibrált zsaluzatból, a vibrátorokból és a lengő betonadagolókból, illetve betonterítőkből áll. Ezekon kívül a gépre a rászertelt víztartály és vízvezető csövek segítségével a szükséghez képest — a siklás elősegítése céljából — a betonfelületeket nedvesíteni is lehet bizonyos mértékig.

A gépre szerelt vibrátorok nagy (9000) rezgésszámúak. A nagy frekvencia és a viszonylag kisebb amplitúdó kedvező tömörítési viszonyokat állít elő, illetőleg egyik feltétele a jó minőségben történő gyártásnak.

A betonozó gép haladási sebessége 0,7—1,5 m/perc. A betonozás befejeztével a pálya fölé el kell helyezni a lefedő elemeket és mintegy 2 órás pihentetés után a gőzt a fedők alá kell bocsátani. 8—12 órás gőzölési, illetve érlelési idő elteltével a pályafedőket eltávolítják, a feszültségmentesítést elvégzik a kihorgonyzó bakokra nézve és a pályavezető sínekre helyezett betonfűrészgéppel a tervezett méretűre vágják az előrefeszített termékeket.

A fűrészgép vágó korongja acéllemezből készül és kerámiai kötésű karborundum szemcsékből gyártott vágógyűrű, illetve a vágóél kerül rá.

A gerendák egyszeri teljes pályamenti átvágása 5—20 perc időt igényel a teljes betonkeresztmetszet nagyságától függően. A födempallók (19 cm magasak és kb. 30% üregtartalmúak) vágási ideje 25—30 perc.

A vágás, illetve a fűrészelés után hídvaruval felszedik az elemeket és a tárolóhelyre szállítás céljából csillékre rakják.

A műveletek ezután újra kezdődhetnek, ismétlődhetik a teljes gyártási folyamat.

Mind födempalló-, mind gerendagyártás esetén egy berendezés három műszakban történő folyamatos üzemeltetéséhez mintegy 2000 m<sup>2</sup> alapterületű, 120—130 m hosszú legalább 6 gyártópályás hídvaruval felszerelt gyártócsarnok szükséges. Ebben az esetben a számított kapacitástartományok a következők:

Födempalló gyártása esetén 270 000—300 000 m<sup>2</sup>/év.

Födempalló gyártása esetén 1 200 000—1 500 000 fm/év.

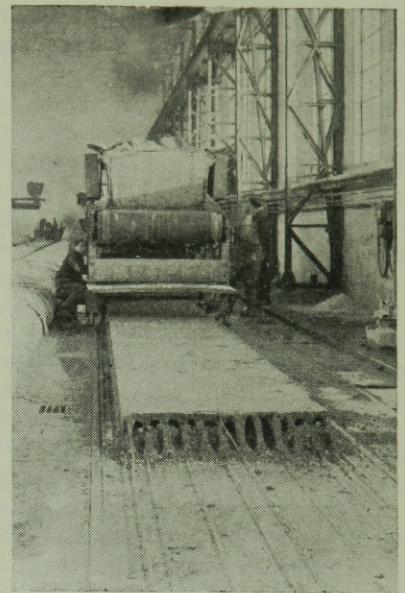
Ezek az eredmények másfél-kétszeres gyártó pálya fordulótételeznek fel 24 óránként. Ennek előfeltétele az intenzív hőérlelés, tehát az, hogy a hőérlelési idő max. 8 óra lehet.

A csúszósablonos gyártási eljárás tervezett mutatói, födempalló gyártása esetén:

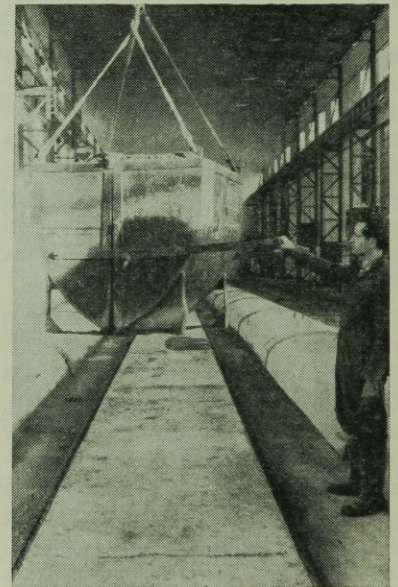
Sorszám	Megnevezés	Mértékegység	Mutatók
1.	Az acélfeldolgozás és gyártás munkaóraszükséglete .....	óra/m <sup>2</sup>	0,40—0,5
2.	Sablon költség a termék önköltségéhez viszonyítva .....	%	0,10—0,30
3.	Selejt .....	%	1,00—2,00
4.	1 m <sup>2</sup> gyártócsarnoknak alapterületre eső termelés .....	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> /év	130—150

Gerendagyártás esetén:

Sorszám	Megnevezés	Mértékegység	Mutatók
1.	Az acélfeldolgozás és gyártás munkaóraszükséglete .....	óra/m <sup>2</sup>	0,08—0,10
2.	Sablon költség a termék önköltségéhez viszonyítva .....	%	0,10—0,30
3.	Selejt .....	%	2,00—3,00
4.	1 m <sup>2</sup> gyártócsarnok alapterületre eső termelés .....	fm/m <sup>2</sup> /év	600—750



81. ábra. Födempalló gyártás



82. ábra. Betonszállítás hídvaruval a födempalló gyártásához

Az itt ismertetett tervezett mutatószámokon, valamint a már korábban említett előnyökön kívül a csúszósablonos gyártási eljárás előnyeként még megemlíthető, hogy a csúszósablonban előállított gerendák felülete nem olyan sima, mint a sablonban készíttettké. Ez a netáni fejbetonozás esetén jobb együtt dolgozást tesz lehetővé.

E felsorolt előnyök mellett azonban a következő hátrányok is jelentkeznek.

α) Mint minden sztend-rendszerű gyártásnál, ennél is fennáll



az agregát-rendszerűekhez viszonyítva a nagyobb létesítési, beruházási költség. Ez részben abból is adódik, hogy azonos kapacitás biztosításához a sztend-rendszerű gyártáshoz nagyobb alapterület szükséges, tehát nagyobb gyártócsarnokot kell építeni.

β) A gyártás igen nagy gondosságot igényel. A gyártási eljárás tehát rendkívül kényes. Sok tényező (az adalékanyag szemszerkezete, az alkalmazott cement minősége, a beton konzisztenciája, a vibrációs viszonyok, a haladási sebesség stb. befolyásolja a gyártás sikerét. Egyetlen tényezőnek már csekély megváltozása is selejtet eredményezhet.

γ) A beton minőségének, nyomószilárdságának csökkenése. Általában a zsaluzat nélkül érlelt betonok kisebb szilárdságúak, mint a zsaluzatban készültek és érleltek. *Mindezeken kívül a selejtes termékek aránya is nagyobb.*

δ) Hőérlelés esetén viszonylag magas a hőenergia-igény.

A továbbiakban még beszélünk mind a földpallók, mind pedig a földemperendák gyártása során a csúszósablonos eljárásról szerzett tapasztalatokról. Az elért eredmények ui. ma még nem felelnek meg a tervezett értékeknek. Az eddig elért gyártási mutatók lényegesen alatta maradnak a számítottaknak. Egyrészt ezért, de abból kifolyóan is, hogy a sorozatgyártás mutatói ma még megfelelően nem voltak elkülöníthetők a kísérleti időszak teljesen gyenge eredményeket tükröző mutatószámaitól, azok összeállítását és közlését nem is tartottuk szükségesnek.

A nem kielégítő eredmény egyik oka az is, hogy a kísérleti üzem nem elegendő számú gyártó pályája nem biztosítja az üzelmeltetés optimális feltételeit.

Vizsgáljuk még tehát ezek után az eddig szerzett gyártási tapasztalatokat.

A legfontosabb a gyártási eljárás rendkívül érzékeny volta. A termékek minősége, a selejtes termékek mennyisége, rendkívül mértékben függ a technológiai előírások pontos betartásától. Az előírásoktól való csekély eltérések is, különösen kényesebb tagoltabb profilú terméknél (lásd

pl. a gerenda) minden esetben selejtképződést eredményeznek.

A termékek minőségét elsőrendűen befolyásoló tényezők a következők:

Az adalékanyag iszap-, illetve agyagtartalma, tisztasága.

A szemszerkezet.

A cement minősége és mennyisége.

A beton konzisztenciája.

A gép, illetve a csúszósablonok tisztasága.

A vibrátornak fajtája. (Nagy rezgésszám, kis amplitúdó szükséges).

A gép állapota, elhasznált vagy jól karbantartott volta (nem kívánatosak a betonozás közbeni gépellások, mert selejtet eredményezhetnek).

Ha az itt felsorolt főbb tényezők megállapított optimális értékeiben eltérés jelentkezik, akkor vagy egyáltalán nem képes a gép a termék kiformázására, vagy pedig azokon hossz- és keresztirányú repedések, az adott méretektől megengedhetlen mértékű eltérések lépnek fel.

Mindez azt is jelenti, hogy kiválóan képzett dolgozókra és lelkesmunkára van szükség.

Fontos, hogy az esetleges kenőanyagokat a betonozás előtt, szilárdan rögzítsék, mert ellenkező esetben azokat a gép elhúzza.

Betonozás közben a kiformázáshoz a megfelelő nedvesítést is biztosítani kell. Ezt eddig csak kézi locsolással lehetett sikeresen elérni.

A földempallók csak 16–24 óra alatt érlelhetők ki akkor, ha a bura alatti érlelésen kívül padlófűtést nem alkalmazunk. Ebben az esetben ugyanis a beton alsó húzott öve — az üregek légszigetelése miatt is — csak nagy késleltetési idő után melegszik fel. Ez a kapacitás erőteljes csökkenését eredményezi.

Ha a hőérlelés nem a legszakszerűbben megoldott, az egyenlőtlen felmelegedések következtében fellépő belső feszültségek a termékek keresztirányú repedéseit idézik elő.

A beton vágása, fűrészelése, az érlelés után jelentős munkagigényt, illetve költségeket okoz. Ezek részben abból adódnak, hogy a vágó korongok gyorsan elhasználódnak, tehát viszonylag

sok kell belőlük, másrészt pedig a vágási idők hosszúak. A beton frissen történő vágása rontja a minőséget.

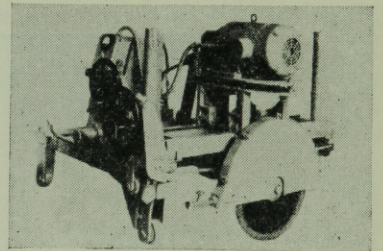
A termékek végei a gyártó pálya végein eltávolítandók. Így a hulladék nő.

A termék könnyen hozzáköt a gyártó pályához. Ez esetben vagy a termék megy tönkre, vagy a gyártó pálya burkolata szakad fel. A téglapor-, a törmelékiszórás különösen a gerendagyártásra lehet káros, mert behatol a beton húzott övébe és rontja a beton szilárdságát, a huzalok lehorgonyzódását.

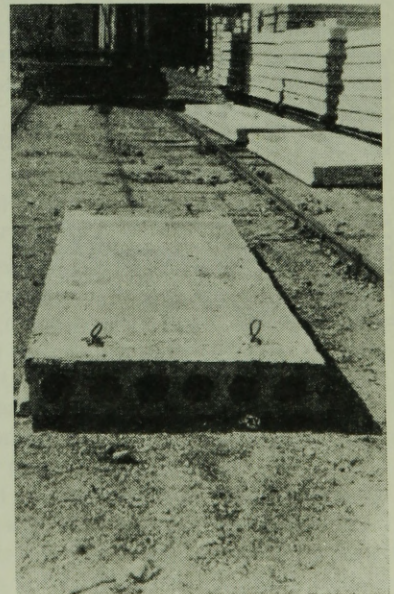
A gyártócsarnokban a betonozás közbeni nedvesítés, locsolás miatt a padozat állandóan vizes, ezenkívül pedig a gőzérlelés alkalmával elszökő gőz is a csarnok nedvesedését eredményezi.

A dolgozók betanulási, begyakorlási ideje hosszú, egy fél év is lehet.

Végül meg kell említeni azt is, hogy a beton tömörsége nem a



83. ábra. Betonfűrészgép



84. ábra. Alul-felül sík előrefeszített körüreges vasbeton földempalló



legkielégítőbb. Ennek legfontosabb következményeként az acélhuzalok lehorgonyzódása a kívánt hosszon nehezen biztosítható.

A felsorolt és itt még meg nem említett nehézségek végső soron a termelékenység, továbbá a minőség romlását, a selejt növekedését és természetesen a kapacitás csökkenését eredményezik a tervezett értékekhez képest.

Különösen káros a nagy selejtarány kialakulása. Ez ma még sajnos minden csúszószaluzatos gyártásnál, a Stasa berendezéseknél is fennáll.

A selejt 5 — 8%, sőt ennél nagyobb értékű is lehet.

### Értékelés, következtetések

Az előrefeszített vasbeton szerkezetek szériagyártásának mai helyzetét és a továbbfejlesztés irányát értékelésünk és következtetéseink alapján alábbiakban foglalhatjuk össze.

a) A változó keresztmetszetű előrefeszített vasbeton szerkeze-

tek gyártására a leggazdaságosabb eljárások ma az agregátrendszerbe sorolható sablonra feszítéses gyártási technológiák.

b) Az ismertetett magyarországi oszlop és vasúti alj gyártási módok korszerűek, gazdaságos termelést tudnak biztosítani, alkalmazásuk más országokban is célszerű.

c) E gyártási eljárások még jelentősen tovább fejleszthetők egyrészt a munkaütem idők csökkentése, tehát a kapacitásuk növelése irányában, másrészt pedig gépesítettségük fokozása, esetleges részleges automatizáltságuk, végső soron a termelékenység növelése irányában. Ezen kívül pedig egyéb hasonló termékek gyártására is alkalmazhatók.

d) Az állandó keresztmetszetű előrefeszített vasbeton elemek, főképpen a födempallók és födémgerendák gyártására ma már több agregátrendszerbe sorolható sablonos gyártási eljárás alakult ki világviszonylatban, így Magyarországon is. Ugyanakkor jelentkezik a csúszósablonos megoldás is, de ma még kevésbé megbízható műszaki gazdasági mutatókkal. Magyarországon még jelenleg egyik sem forrott ki annyira, hogy a hazai tapasztalatok alapján egyértelműen és megbízhatóan ki lehetne mondani valamelyiknek az előnyösebb voltát, esetleg egyenértékűségüket.

A külföldi tapasztalatok alapján sem lehet sokkal tovább menni. Kétségtelen tény azonban, hogy mind a termékek minőségének megbízhatóságában, mind pedig a tervezhető műszaki gazdasági mutatók megvalósíthatósága tekintetében ma az agregátrendszerű sablonos gyártási eljárások nagyobb biztosítékot nyújtanak, alkalmazásuk pedig kisebb beruházási igénnyel jár.

e) A „sablon nélküli” gyártás előnyeit ma még a csúszósablonos gyártásban keletkező nagyobb

selejt nem engedi kidomborodni. Ez még a gyártási rendszer rugalmasságából származó további előnyöket is lerontja.

f) A fentiek miatt ma a helyes iparfejlesztés mindkettőnek egyidejű alkalmazását követeli meg. Agregát-sablonos módszerrel csak néhány féle hosszmeretű, de legnagyobb tömegben jelentkező termékeket kell gyártani. A többi hosszmereteiben változó, de kisebb mennyiségben igényelt termékeket — azonos fajtájú termékekre gondolva — csúszósablonos sztendrendszerű eljárással kell gyártani.

g) Mind a két fajta gyártási eljárás továbbfejlesztése lehetséges és szükséges is, de különösen a csúszósablonos eljárás további tökéletesítésére kell nagy gondot fordítani. Ha ui. e gyártási eljárás hiányosságait zömükben meg lehetne szüntetni, elsőbbsége feltehetően jelentkezne és kiterjedtebben alkalmazható lenne.

Befejezésül megállapítható még, hogy az előrefeszített vasbeton szerkezetek gyártása terén a fejlődés az elmúlt 5—6 év során, mind hazai, mind külföldi vonatkozásban meggyorsult. Ennek oka a feszített szerkezetek gazdaságosságának szélesebb körben jelentkező felismerése, a tipizálás fokozottabb alkalmazása, az üzemi előregyártás fejlesztése, a gazdaságos gyártási eljárások kialakítása.

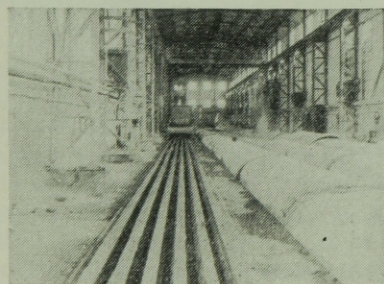
Ezek egyúttal a további fejlődés alapjául is szolgálnak, és e téren nem lanyhulás, hanem még erőteljesebb fejlődés várható.

### IRODALOM

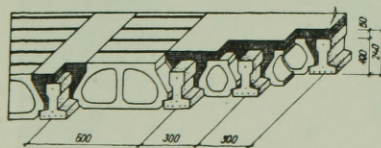
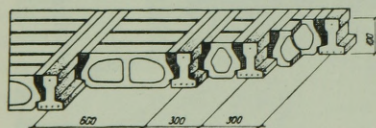
Seregély—Höbl—Csuha—Tóth: Feszített födémgerenda- és pallógyártás. Tanulmányúti jelentés. 1959.

Bodó: Feszített vasbeton szerkezetek gazdaságosságáról. Építőanyag 1959. jan.—febr.

Csuha: Üzemi előregyártás a vasbetonépítésben. Tankönyvkiadó. Budapest, 1962.



85. ábra. Födémgerendák gyártása



86. Feszített gerendás födém



# A betongőzölés módszerei és berendezései az üzemekben

CSUTOR JÁNOS, Alpár-érmes

## I. Miért gőzölünk?

Amikor a beton gőzölésének üzemi módszereit és berendezéseit kívánjuk közelebbi vizsgálatnak alávetni, akkor előjáróban ki kell emelnünk, hogy a hazai beton- és vasbetonelemgyártás napjainkig elérte a kifejezetten gyáripari jelleget. Ezt a tényt most nem is azért kell hangsúlyoznunk, mintha ennek az iparnak mennyiségi teljesítményei és kapcsolatai a népgazdaságnak az építőiparon túl terjedő területeivel is nem lennének eléggé ismertek, hanem azért, mert ezzel elsősorban bizonyos kötöttségeket kívánunk kidomborítani. Mivel a beton- és vasbetonelemgyártás nem csupán gyáripar, hanem emellett jellegzetesen tömegcikk-ipar is, ezért az egyes gyáron belül az egyes elemekre, vagy elemcsaládokra kialakult technológiai rendszerek önmagukban zárt, térben és időben célszerűen egymás után rendezett részletekből álló folyamatok. A tömegcikk-termelés jellegéből kifolyóan ezek időben állandóan ismétlődnek.

Az állandóan ismétlődő folyamatokat ennek az új arculatú gyáriparnak nemcsak úgy kell fejlesztenie, hogy a kezdeti kézműipari tevékenységet egyre jobban gépesített műveletekből álló folyamatok váltsák fel, hanem emellett még azt is szem előtt kell tartania, hogy az egyes esetekben a legkorszerűbb megoldásokat alkalmazza. Ezért ma már számos tekintetben alapvetően különbözik nemcsak az építőipari tevékenységtől, hanem az ún. helyszíni előregyártás által alkalmazott módszerektől is.

Ez a megállapítás természetesen a betonok szilárdulásának mesterséges gyorsítására vonatkozó módszerekre is érvényes. Mindenki előtt ismert hátrányos tulajdonsága a betonnak, hogy szilárdulása igen lassú folyamat. E folyamat nemcsak a többi szükséges műveleti időhöz viszonyítva lassú, hanem önmagában véve is.

Hogy a friss beton szilárdulásának természetes körülmények között vett nagyon lassú volta mellett nem lehet gyári értelemben vett folyamatos termelési tevékenységet folytatni, az kitűnik a következő megfontolásokból is:

Bármilyen beton- vagy vasbetonelem előállítását két nagy fázisra bonthatjuk:

1. Azoknak a műveleteknek az összességére, amelyek a betonnak a formába bedolgozásáig és az elem kiszaluzása után felmerülnek.

2. A beton szilárdulására.

Ha a beton szilárdulásánál természetes körülményeket tételezünk fel, akkor a második fázis a legjobb esetben is pár napot tesz ki, míg az első fázis a legrosszabb esetben sem haladja meg a néhány óra nagyságrendű időtartamot. A két idő aránya 1 : 20—40. Ha tehát a szilárdulás sebességét nem lehet növelni, akkor az összes egyéb idők csökkentésének sem sok értelme van, mert a teljes elkészülésben ezek csak arányosan kis töredéket jelentenek.

Ahhoz tehát, hogy beton- és vastebonelemgyárról beszélhessünk, illetőleg ilyen gyárat létesíthessünk, a beton szilárdításának radikális gyorsítására van szükség. A szilárdulási idő jelentékeny csökkentése magát a folyamatot a technológia egészében egy műveletté változtatja. Ezért függetlenül attól, milyen a szilárdulás-gyorsítás módszere, nem lehet ezt a műveletet csak önmagában vizsgálni, hanem azt is mérlegelni kell, hogyan kapcsolódik az a megelőző és a következő művelethez. Különösen így van ez, ha részletes vizsgálatunk magára a berendezésre is kiterjednek, amellyel a szilárdulás-gyorsítás megvalósul.

Mivel a beton szilárdulásának gyorsítására nagyüzemi körülmények között a Magyarországon ma alkalmazott egyetlen módszer a gőzölés, néhány szóval meg kell világítanunk, miért vált éppen ez az eljárás egyeduralmódóvá. Mielőtt ennek részletezésébe bocsátkoznánk, el kell még témánkat határolni az autoklávólástól, tehát az összes olyan szilárdulás-gyorsítási eljárástól, amely 1 atm nyomásnál nagyobb nyomású gőzt használ gyorsítóközegként. Azonfelül, hogy az autoklávolás a nehézbetonok és vasbetonszerkezetek tömeggyártásában egyáltalán nem tudott teret hódítani, fennáll, hogy gőztúlnyomást valamilyen zárt térben fenntartani üzemi viszonyaink között csak fémszerkezetekben lehet.

Ezért az autoklávok területén nem lehet egymástól eltérő *rendszerekről* beszélni, mivel az autokláv minden esetben lényegileg azonos szerkezet.

Gőzölés alatt tehát az 1 atm nyomású, 100 C° alatti hőmérsékletű telített nedves gőzzel történő szilárdulás-gyorsítást értjük. Ebben a meghatározásban éppen az 1 atm nyomás kikötése képezi az alapját annak, hogy ennél az eljárásnál a berendezések egész sora alakulhatott ki. A gőzzel elárasztott tér elválasztása környezetétől ez esetben ugyanis nem támaszt nehezen megoldható tömítési feladatokat, illetőleg lehetővé teszi, hogy a térelhatárolás a legváltozatosabb szerkezetekkel valósítható meg.

Visszatérve a gőzölés egyeduralmának megokolására, elmondhatjuk, hogy alkalmazása úgyszólván kényszer, mivel

1. a megfelelő nagy kezdőszilárdságú cement nem áll rendelkezésünkre. De ha még volna is nagy kezdőszilárdságú cementünk, kétséges, hogy azt a viszonylag nagy betonszilárdságot, amelyet pl. előrefeszített szerkezetek tömeggyártásánál a feszültség ráengedésekor a betonnak már el kell érnie, biztosíthatnók-e vele egyáltalán olyan rövid idő alatt, mint a gőzöléssel;

2. a kémiai kötőgyorsítók alkalmazását a betontechnológusok nem merik egyértelműen javasolni a vasbetétek lehetséges korrozója miatt;

3. az összes többi gyorsító módszer esetében eddig még nem sikerült megtalálni sem az eljárásnak, sem a berendezésnek azt a formáját, ame-



lyet nagyüzemi sorozatgyártásnál megfelelő hatékonysággal lehetett volna alkalmazni.

Ilyen körülmények között viszont a kérdést nem helyes úgy felvetni: gazdaságos-e a gőzölés, vagy nem. Mindaddig, amíg a szilárdulás gyorsítására csak egyetlen módszer jöhet számításba, a kérdés csak úgy fogalmazható, hogyan lehet azt egyre gazdaságosabban alkalmazni.

A gazdaságosságot ez esetben három tényező döntően meghatározza:

1. A gőzőlő berendezés hőveszteségei;
2. a berendezésnek és a benne elhelyezett terméknek térfogati arányából számítható az az érték, amelyet célszerűen „kitöltési tényező”-nek nevezhetünk;
3. az 1 és 2 összege alapján számítható fajlagos gőzfelhasználás.

Minél kisebbek a berendezés hőveszteségei és minél nagyobb a kitöltési tényező, annál kisebb a fajlagos gőzfelhasználás, vagyis annál gazdaságosabb az eljárás.

A gazdaságosság fentebbi értelmezése során fel kell tételeznünk, hogy a gőz előállítása és szállítása a kazán-tápvezeték rendszeren egyrészt a lehető legnagyobb hatásfokú, másrészt, hogy ez meglévő adottság. Ezt annál is inkább feltételezhetjük, mert ma már az elemgyárak gyakorlatából eltűnt az a kezdeti állapot, amikor a gőzt provizorikus berendezésekben rendkívül rossz hatásfokkal állították elő. Megállapíthatjuk hogy napjainkban a gőzt a gyár szerves részét képező kazántelegeken termelik és a kazánüzem a részletesen szabályozott gyári energiagazdálkodás keretein belül működik.

A gőzölés gazdaságosságának alakulása tehát a következő:

A gőzőlőberendezésbe  $K_1$  kg gőzt táplálunk be valami időegység alatt.  $K_2$  kg az a mennyiség, amely a berendezés hőveszteségei miatt elvész. Közvetlenül az érlelés céljaira tehát  $K_1 - K_2$  kg gőz fordítódik, vagyis a berendezés hatásfoka önmagában véve

$$\eta = \frac{K_1 - K_2}{K_1}$$

A  $K_1 - K_2$  kg gőz a  $V_1$  térfogatú kamraegyedet tölti ki, ezen belül helyezkedik el a  $V_2$  térfogatú beton-forma hasznos „töltet”, a kitöltési tényező tehát

$$\mu = \frac{V_2}{V_1}$$

A berendezés gazdaságosságát valamilyen időegységre vonatkoztatva ezek után — fajlagosan — a

$$K = \eta \cdot \mu$$

szorzat jellemzi.

Egy adott  $K$ -val jellemezhető rendszeren belül a gazdaságosság a továbbiakban már csak attól függ, hogy milyenek az üzemeltetés viszonyai.

Ez alatt azt értjük, hogy a gőzölés, mint szabályozott folyamat mennyire tér el előre megadott irányoktól. Ha ugyanis a gőzölés folyamán bizonyos hőmérséklethatárokat nem tartunk be és azt egy meghatározott időn túl is folytatjuk,

további szilárdságnövekedést már nem érünk el. Létezik tehát egy  $t_{min}$  idő, amely az eljárás gazdaságosságának az üzemeltetéstől függő komponensét testesíti meg.

## II. Hogyan gőzölünk?

Az eddigi általános megfontolások során használnunk kellett azt a megállapítást, hogy a gőzölés „szabályozott folyamat”. Ez alatt elsősorban azt kellett értenünk, hogy ma már a gőzölés alapelvei hazai cementjeinkre vonatkozóan megnyugtató részletességgel kidolgozottak, szemben az alig 10 évvel ezelőtti idők gyakorlatával, amikor a beton gőzölésének részletei tisztázatlanok voltak. Hazai cementjeink gőzölhetőségét és a gőzölés adott esetben érvényes irányelveit főleg *Kunszt* vizsgálta az ÉTI-ben kiterjedt kísérletekkel. Ezek alapján megnyugtató pontossággal tájékozódni tudunk valamilyen cement esetében arról, hogy

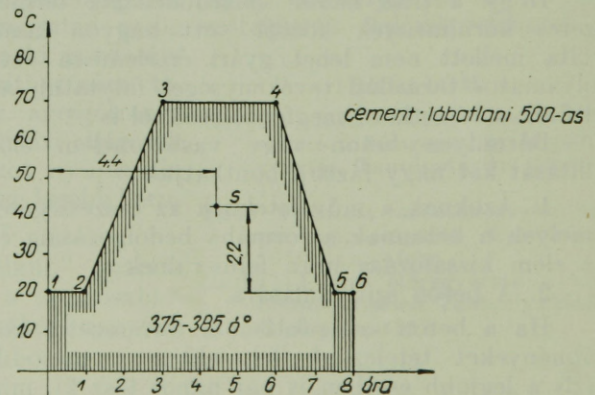
1. a cement milyen hatásfokkal gőzölhető. Hatásfoknak itt a gőzölés utáni szilárdság és a 28 napos végszilárdság viszonyát értjük;
2. mi az a maximális hőmérséklet, amelyet a gőzölés során nem célszerű túllépni;
3. mi az a minimális órafokszám, amelyet feltétlenül be kell tartani.

Ezeknek az adatoknak az ismeretében mindenkor megrajzolható a gőzölés folyamatát az idő függvényében ábrázoló ún. gőzölési diagram, amelyet az üzemben e művelet „menetrend”-jének kell tekinteni, és betartását az egész folyamat helyességének elbírálásánál döntően fontosnak kell minősítenünk.

Az elméleti gőzölési diagram felépítése olyan, hogy a folyamatot három szakaszra bontja:

1. a felfűtés,
2. az izotermikus érlelés,
3. a lehűtés

szakaszaira az 1. ábra szerint. Előrebocsátva, hogy hazai cementjeink a viszonylag alacsony



1. ábra. Szakaszos működésű gőzőlőberendezés jellegzetes gőzölési diagramja

(előrefeszített vasúti betonlajak sorozatgyártása)

- 1—2: pihentetés  
 2—3: felfűtés  
 3—4: izotermikus melegítés  
 4—5: lehűtés  
 5—6: pihentetés  
 redukált idő: 4,4 óra  
 redukált hőfok: 22°  
 (a 20° feletti trapéz S súlypontjának koordinátái)



órafokszám mellett gőzölhető cementek közé tartoznak, meg kell jegyeznünk, hogy a gőzölési diagramm tényleges alakját a gőzölőberendezés rendszere is befolyásolja, amint a későbbiekben látni fogjuk. A folyamatot ugyanis az 1. ábra szerinti alakban csak bizonyos fajta gőzölőberendezésekben lehet megvalósítani.

Magától értetődik, hogy a gőzölési diagrammot pontosan a felvett ideális formában nem lehet betartani. Helyesen kialakított gőzölőberendezéssel, helyesen irányított üzemeltetés mellett azonban az olyan jól megközelíthető, hogy az eltérések nem számottevők. Magát a gőzteret sem tekinthetjük a hőmérsékleteloszlás szempontjából ideálisan homogénnek. Ezért felmerül a kérdés, hogy a folyamatot ellenőrző hőmérőt, esetleg hőmérőket hol helyezzük el. Ezt a kérdést nemcsak a gőzölőberendezés méretei, hanem az alkalmazott hőmérők rendszere is befolyásolja. Különösen nagyméretű gőzölőberendezés esetében célszerű a hőmérsékletet több ponton mérni. Ha a hőmérsékletméréshez regisztráló távhőmérőket használunk, akkor a több ponton való mérés akadályokba ütközik, elsősorban azért, mert ezek a regisztráló távhőmérők drága műszerek. Saját gyakorlatunk alapján a regisztráló távhőmérőket más szempontból is kifogásolnunk kell. E műszerek a folyamatos, tartós üzemet nem jól bírják, túl érzékenyek azokhoz a durva üzemviszonyokhoz, amelyeket a nagyüzemi betonelemgyártás megtestesít. Karbantartásuk bonyolult

és hosszadalmas. Regisztrálási módjuk mindig kifogástalan üzemviszonyokat feltételez. A regisztráló távhőmérőkkel szerzett rossz üzemi tapasztalatok készítették bennünket arra, hogy ezek alkalmazásától eltekintsünk és az adott esetben egyszerűbb ellenőrzési módot találjunk. Nem állítom, hogy az ismertető módszer *korszerűbb*, mint egy valóban kifogástalan regisztráló távhőmérő által reprezentált ellenőrzés. Tény azonban, hogy a rossz távhőmérőknél jobb.

A gőzölőberendezést kezelő dolgozó ún. „gőzölési jegyzőkönyv” nyomtatványt kap, amelyet a 2. ábra mutat.

Ennek egyes rovatai maguktól értetődőek, magyarázatot csupán a diagram-részhez kell fűzni. Függőleges irányban a hálózaton egy-egy osztás egy órának, vízszintes irányban pedig 10 C°-nak felel meg. A gőztér lezárása után az ezzel a feladattal megbízott dolgozónak óránként le kell olvasnia a hőmérőállást.

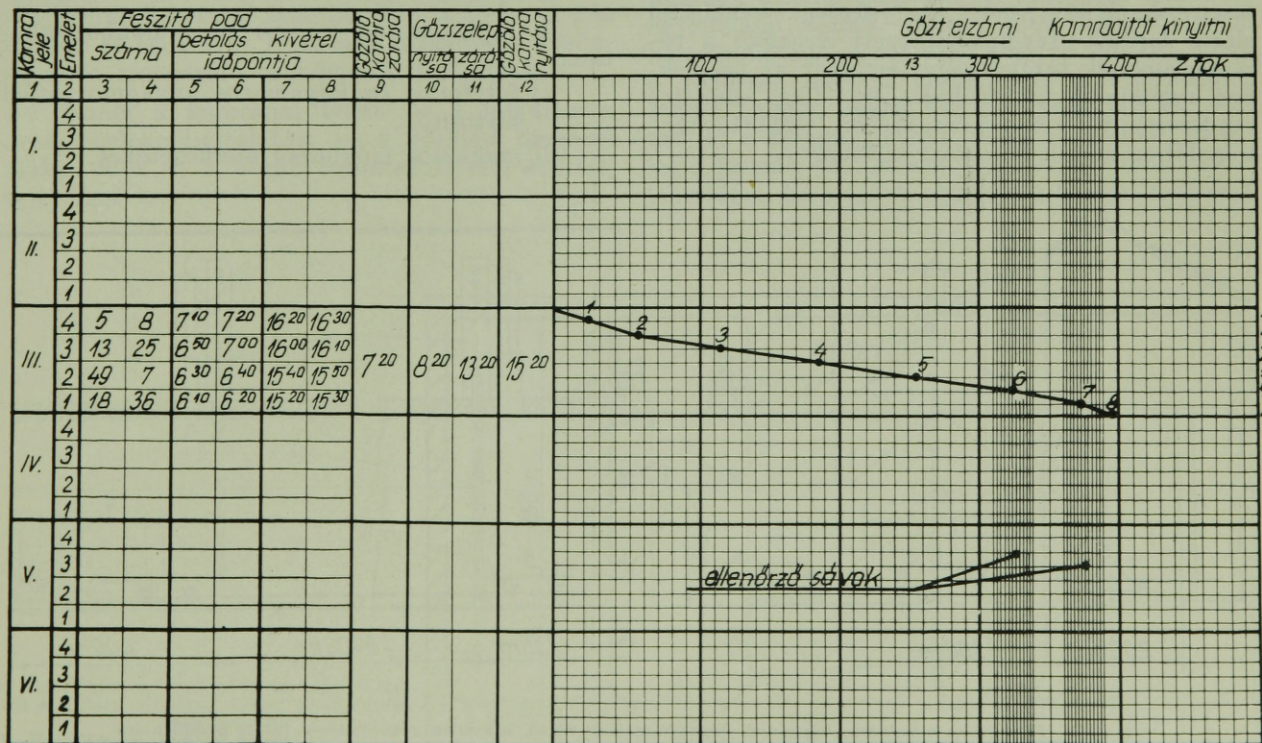
A leolvasott értékek megfelelően rajzolja be a hálózatba az (1) pontot és e rendszer szerint sorra a (2)...(8) pontokat. Az egyes pontokat egyenesekkel köti össze. Látható, hogy az így kialakult vonal nem egyéb, mint az 1. ábrán levő gőzölési diagram egységnyi szélességű darabokból álló összegezése. Mindenkor gőzölési diagramunk alapján előzetesen két ún. ellenőrző sávot rajzolunk be. Az első ellenőrző sáv (gőzt elzárni) a gőzölési diagram (1)—(2)—

EM. Kamádrom megyei  
Vasbetongyár  
Lábatlan  
1962 év febr. hó 10 nap.

Gőzölési jegyzőkönyv

T. alj. Műszak: Horváth

Gépsor: 11.



Horváth sk.  
művezető

Fehérné sk.  
jvk. vezető

Géber sk.  
üzemvezető

2. ábra.



(3)—(4) pontjai alatt levő területtel jelzett órafokszámnak megfelelő helyen van, a másik (kamrajtót kinyitni) a gőzölésnek gyakorlatilag vett befejezésénél. Az ellenőrző sávok segítségével a jegyzőkönyvet vezető dolgozónak csak azt kell figyelnie, mikor fut be óránként rajzolt vonalainak összege az első, illetőleg második ellenőrző-sávba, s akkor végre kell hajtania az előírt műveletet.

A módszernek hátránya, hogy szubjektív tényezőktől függ, ezért megbízhatóan csak ott alkalmazható, ahol a gyártásközi ellenőrzés megfelelően ki van építve. Óriási előnye viszont, hogy egyszerű, könnyű áttekintést és ellenőrzést tesz lehetővé és gyakorlatilag sohasem „romlik” el. Előnye még, hogy bárhol alkalmazható.

Most van kidolgozás alatt olyan automatikus jelzőberendezés (órafokszám számláló), amely a diagramban jelzett ellenőrző sávokhoz tartozó időkből, illetőleg állapotoknál hang, vagy fényjelzést ad. Ha a berendezés mentes lesz a távhőmérőkre közölt hibáktól, a gőzölés legjobb ellenőrzési módját jelentheti.

### III. Gőzölőberendezések

Az eddig előadottak röviden összefoglalták a gőzölésnek azokat a tényezőit, amelyek betartása esetén mondhatjuk: a műveletet a jelenleg ismert elméleti alapokra építettük és szabályozását korszerűen végezzük.

Természetes, hogy ennél az összefoglalásnál nem lehetett sem magának a gőzölésnek, sem pedig a berendezéseknek hőtechnikai viszonyaiba, a hővesztések számításai metodikájába részletesen elmélyülni, mert ez jelenlegi témánktól eltérő terület. Térjünk rá ezért azoknak a berendezéseknek tárgyalására, amelyek az üzemekben napjainkig kialakultak. Az eddig ismeretes rendszerek több nézőpont szerint csoportosíthatók. Mi az alábbi felosztást követjük:

1. gőzölés közvetlenül a tömörítés után kiszaluzott elemek esetében;

2. a gőzölés alatt az elemek a formákban vannak, tehát a kiszaluzás csak a gőzölés befejezése után történik.

E két főcsoporton belül még a következő megkülönböztetés látszik célszerűnek:

1.1 Az elemek a tömörítés és gőzölés munkafázisai között helyben maradnak.

1.2 Az elemeket a kiszaluzás után, de még a gőzölés előtt mozgatják.

A második csoportban lényeges különbség az egyes berendezések között már nincsen, csupán attól függően, hogy

2.1 az elemek gerendaszerűek (a harmadik méret a keresztmetszetnek legfeljebb 10—15-szöröse);

2.2 az elemek lemezszerűek (két méret a harmadiknál jóval nagyobb);

vagy

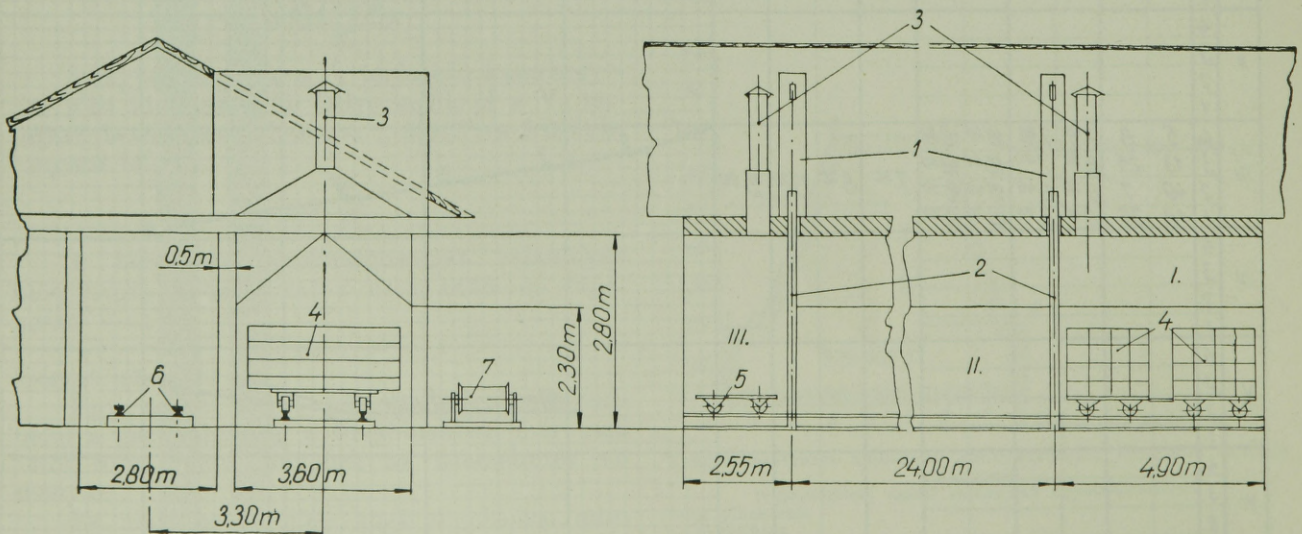
2.3 az elemek oszlopszerűek (a harmadik méret a keresztmetszet egyik méretének több, mint húszszorosa);

változnak a berendezés méretei és szerkezeti kialakítása. Ez a felosztás meggyőzően bizonyítja, hogy a gőzölőberendezés rendszerét elsődlegesen a gyártott elem dönti el, és csak ezután az elsődleges determinálás után képezhető a rendszerek további csoportosítása szerkezetük és működés módjuk szerint. Így megkülönböztethetünk szerkezetük szerint

- a) kamrákat, kamrarendszereket;
- b) aknákat;
- c) speciális berendezéseket.

A működésmód szerint megkülönböztethetünk

- α) folytonos és folyamatos anyagmozgatást biztosító,
- β) szakaszos működésű szerkezeteket.



3. ábra. Folyamatos működésű, egyirányú anyagmozgatást végző, közvetlen gőzbeömléssel fűtött gőzölőkamra

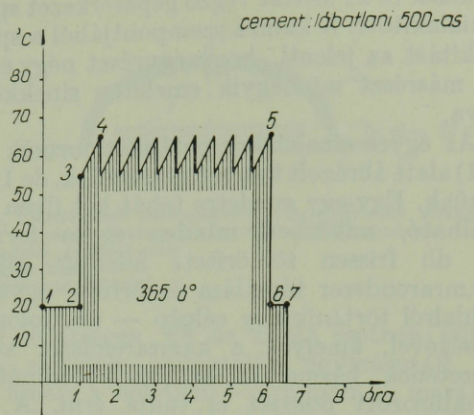
- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| I. Pihentető-tér               | 3. Szellőző kürtök                                |
| II. Gőztér                     | 4. Áthaladó kocsiakomány                          |
| III. Kiszaluzás előtti hűtőtér | 5. Leürített kocsi                                |
| 1. Gépi ajtómozgatás           | 6. Az üres kocsi visszajuttatását szolgáló vágány |
| 2. Független mozgású ajtók     | 7. Az üres sablonok mozgására szolgáló görgősor   |



A gyárakban alkalmazott berendezések rendszerezése után vizsgáljunk meg egy-egy jellegzetes megoldási módot. A 3. ábrán folyamatos működésű, közvetlen gőzbeömléssel fűtött egyedi kamrát láthatunk, amely a Komárom megyei Vasbetongyárban működik, távvezeteki vasbeton oszlopgyámok gyártástechnológiájában. A kamra az I., II. és III. hőterekből áll. Ezeket mechanikus mozgatású ajtók választják el egymástól. Az ajtók nyitása alkalmával kiáramló gőzt a (3) szellőzőkürtők távolítják el. A kamra I. tere elé a (7) szállító görgősoron érkezik az acélformában a frissen tömörített termék. Az üres platoscsillék ugyanide a (6) vágányon érkeznek. Mivel az elem elkészítésének ciklusideje 2 perc és egy-egy platoscsillére 15 db formát lehet rakni, ezért a teljes kamrát kitöltő kocsisor előrehaladásának periódusa 30 perc. A kocsisor mozgatása akkor következik be, amikor az I. tér előtt egy kocsi megakad, illetőleg a III. tér előtt egyet kiürítenek. Ezt a pillanatot a kamra két végén dolgozók egymásnak csengővel jelzik. Ekkor az emelőmechanizmus megindításával felhúzzák az ajtókat és megindítják a kocsisort mozgó vontató berendezést. A kocsisornak egy kocii hosszával történő előremozdítása után az ajtókat ismét leengedik; az éppen kiürített platoscsillét a (6) vágányon visszajuttatják a kamra másik végéhez; a kiszaluzott üres formákat pedig a (7) görgősorra táplálják.

Az I. térben — az előbbiekből kifolyólag — egy-egy kocsirakomány teljes 60 percig tartózkodik, ami azzal az általánosan elfogadott elvvel összhangban van, miszerint a friss betont a gőzölés előtt célszerű megfelelő ideig pihentetni. A fűtőgőz a II. tér padlózatába beépített vezetékrendszeren keresztül áramlik ebbe a térbe. A gőz telített és nedves. A hőmérséklet mérésére közönséges és regisztráló távhőmérők szolgálnak.

Ennél a kamránál tehát — a folyamatos működésűeknél általában — a gőzölési diagram alakja eltér az 1. ábrán bemutatott elvi alaktól, az 4. ábra szerinti.

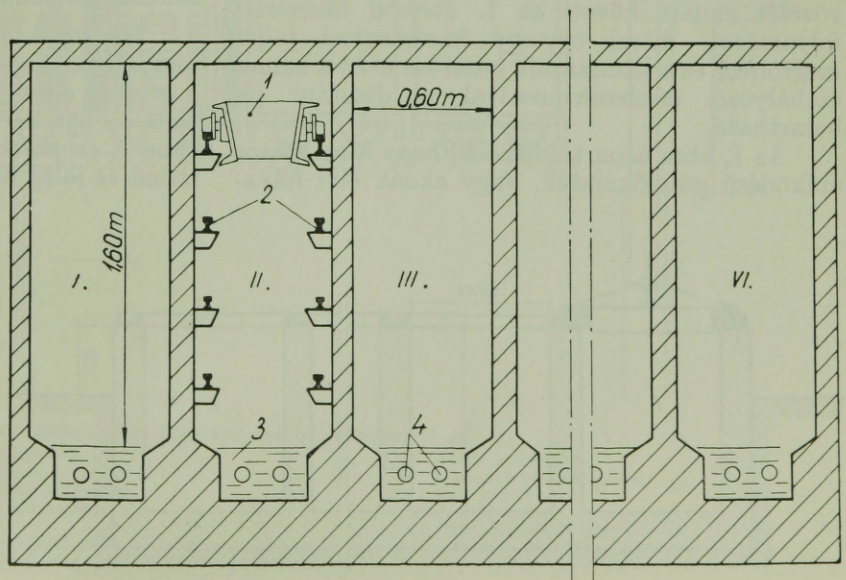


4. ábra. Folyamatos működésű gőzölőberendezés jellegzetes gőzölési diagramja (vasbeton oszlopgyámok tömeggyártásánál)

A felfűtés és a lehűtés szakasza egyrészt nem folyamatosan növekvő, illetőleg csökkenő, másrészt az izotermikus érlelés szakasza sem egyenes, hanem az ajtónyitások periódusával megszabott időkből csipkézettséget mutat.

A tárgyalt esetben a kamrában egyszerre benne levő betonmennyiség  $24,5 \text{ m}^3$ , a kamra teljes térfogata pedig (gőzzel elárasztva)  $221,5 \text{ m}^3$ . Ezek alapján tehát az ún. kitöltési tényező  $0,11$ . Az  $1 \text{ m}^3$  beton gőzöléséhez felhasznált gőz mennyisége  $240 \text{ kg}$ .

Ez a kamra — korábbi felosztásunknak megfelelően — azt az esetet képviseli, amikor a kiszaluzásra csak a gőzölés után kerül sor. Ugyan e csoportba tartozik következő példánk is, a Komárom megyei Vasbetongyárban működő kamrendszer az előrefeszített vasúti betonalkak tömeggyártási technológiájában (5. ábra). Ez már nem egyedülálló kamra, hanem több kamrából álló kamrendszer. A méretek alapján látható, hogy a rendszer nagyon keskeny és a szélességhez képest nagyon hosszú kamra-egyedekből áll. Ennek az a következménye, hogy az elemek, illetőleg a formák betáplálása, vagy ürítése csak akkor lehetséges, ha e célból egyrészt a kamra, másrészt



5. ábra. Szakaszos működésű, egy oldalról táplált és ürített, közvetett fűtésű gőzölőkamrendszer

- I—VI: Kamrák (hosszuk 24 m)
- 1. A kamrába betáplált forma (hossza 12 m)
- 2. Sínrendszer a formák mozgatásához
- 3. Elpárologtatott fűtővíz
- 4. Primer, zárt gőzvezeték-rendszer



a táplálást és az ürítést végző gépszerkezet speciálisan kialakított. A kamra szempontjából a speciális kialakítást az jelenti, hogy egyrészt négy emelet van, másrészt mindegyik emeleten sínekkel van ellátva.

Az egyes emeletekre betáplált formák a rajzon (1) alatt ábrázolt keresztmetszetűek, de 12,75 m hosszúak. Egy-egy emeletre tehát két ilyen forma táplálható, miközben minden egyes formában 5—5 db frissen tömörített feszített alj van. A kamrarendszer táplálása és ürítése ugyanarról az oldalról történik egy célgép — ún. tolópad — segítségével, amelyek a kamrarendszer keresztmetszetének bármelyik két sík-koordinátájával meghatározott pontját el tudja érni. A forma méreteiből is következik, hogy a kiszolgáló tolópad ugyancsak nagyméretű gép. Amidőn a második formát helyezik be valamelyik emeletre, akkor ezt a formát kapcsolószer segítségével a korábbi első formához kötik. Erre azért van szükség, hogy az ürítés folyamán az első forma magával hozza a másodikat a kamra ajtónyílásáig.

A gőzölésnek és a gőzölő berendezésnek összerakott gazdaságosságát van hivatva fokozni a rendszer ún. közvetett fűtése. Ez azt jelenti az adott esetben, hogy a kazánházból érkező, 3—4 atm nyomású és ennek megfelelően 140—150 °C hőmérsékletű primer gőz teljesen zárt gőzvezetékben kering a kamra fenekén és a gőzvezeték elborító víz-oszlopot melegíti, illetőleg párologtatja el. Ennek a rendszernek két előnye van: az egyik, ahogy a primer-gőz kondenzvizét lágyítás nélkül lehet a kazánba visszatáplálni, a másik, hogy a gőztér 100%-os relatív nedvességtartalma feltétlenül biztosított.

A kamrában elpárologtatott víz utánpótlását automatikus működésű úszógolyós szelepek biztosítják. Valamennyi kamra fűtése külön tápszelep segítségével szabályozható és ugyancsak valamennyi kamrát — egymástól függetlenül — gőzteleníteni lehet ürítés előtt elszívó ventilátor segítségével.

A rendszer tehát — felosztásunkat követve — szakaszos működésű, egy oldalról táplált és ürített, közvetett fűtésű. A benne megvalósítható gőzölés emiatt követi az 1. ábrával illusztrált folyamatot, mivel egy-egy kamraegyed teljes megtöltése és a kamraajtók bezárása után a kamra szabályozó mechanizmusaival a diagram jól betartható.

Az 1. ábra azon túlmenően, hogy a szakaszos működésű gőzölőkamrák, vagy aknák elvi folya-

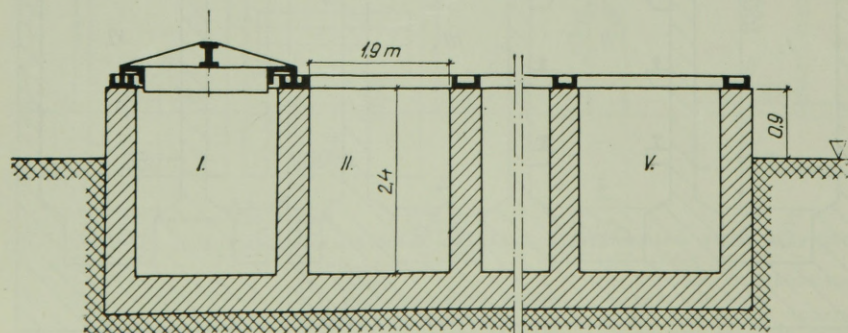
matábrája, konkrétan a tárgyalt kamrarendszerre is vonatkozik. A feltüntetett diagramhoz nem közvetlenül jutottunk. Eredetileg 420—450 órafokszám értékből indultunk ki és ennek megfelelően a diagram területe is nagyobb volt. Időközben azonban Szuk konduktometrikus műszerével kimutatta, hogy esetünkben az optimális órafokszám — amely mellett a gőzölt beton a gőztérben maximális szilárdságot ér el — mindössze 375—385 órafok. Ezért az eredeti értéket erre csökkentettük. Mindez éles fényt vet a gőzölés gazdaságosságának arra az oldalára, amely az üzemeltetés viszonyaitól függ. Az egy kamrában egyidejűleg benne levő beton mennyisége 3,8 m<sup>3</sup>, egy kamra térfogata pedig 23 m<sup>3</sup>, ezért a kitöltési tényező 0,165. Az 1 m<sup>3</sup> beton gőzöléséhez felhasznált gőzmennyiség 227 kg.

Az eddig tárgyalt kategóriában szintén elterjedt és még említésre méltó berendezés az aknarendszer. A 6. ábrán a 2. Épületelemgyár aknarendszere látható. Az aknákat a gyártócsarnok híddarujával töltik és ürítik. Az aknát megtöltés után fedőlappal zárják le. A fedőlapp nagyméretű, ezért megfelelően merevített. A gőz-zárás úgy van megoldva, hogy az aknák pereme mentén öveivel felfelé álló U-acélból keretet készítenek és ezt vízzel töltik meg. A fedőlapp pereme körben fekszik a víztálcában. Az U-acél keret belső öve és a fedőlapp között filctömítés van a gőz-zárás javítása céljából.

Látható, hogy az aknarendszer ugyancsak a szakaszos működésű és egyirányból táplált, valamint ürített berendezések közé tartozik. Egy aknában levő beton mennyisége példánkban 8,5 m<sup>3</sup>, az akna térfogata 61,5 m<sup>3</sup>, a kitöltési tényező tehát 0,138. Az 1 m<sup>3</sup> beton gőzöléséhez felhasznált gőzmennyiség 350 kg.

Valamennyi eddig bemutatott berendezés legfontosabb közös jellemzője, hogy alkalmazásuk során az elemek kizsaluzására a gőzölés befejezése után került sor. Szerkezetileg hasonló, a működésmódot tekintve pedig azonos gőzölőberendezéseket alkalmaz az ipar a födémgerendák, a különféle födémpanelek és födémlemezek, áthidalógerendák stb. sorozatgyártásánál.

Ha most az elemeknek azt a kategóriáját vizsgáljuk, amelyeknél a kizsaluzás műveletére a gőzölés előtt — tehát a beton megszilárdulása előtt — sor kerül, akkor megállapíthatjuk, hogy ebbe a csoportba túlnyomó többségben a vasalatlan és főleg blokkyszerű betonelemek tartoznak,

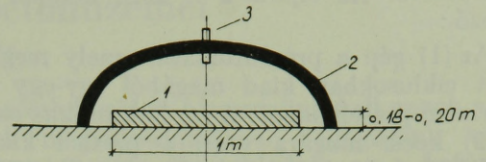


6. ábra. Gőzölőkarnarendszer a 2. Épületelemgyárban. Az aknák hossza 13,5 m



mint pl. a falazóblokk, a födémbelestest, a bányávelem, a padlóburkoló mozaiklap stb., stb. E felsorolás után azt is leszögezhetjük, hogy ez az elemcsoport egyúttal azokat az elemeket is képviseli, amelyeket a kiszaluzás után és a gőzölés előtt a technológiai folyamat során eredeti helyükről elmozdítanak. Ez az elmozdítás — a friss beton fajtájától és a tömörítés módjától függő képlékeny halmazállapot miatt — csak valamilyen alátétlemez közbeiktatásával történhet (kivéve a padlóburkoló mozaiklapot). Ezeknek az elemeknek a gőzölése nem igényel az ismertett berendezésektől lényegileg eltérő, más alapelven felépülő szerkezeteket, csupán arról kell gondoskodni, hogy az alátétlemezek célszerűen be- és kirakhatók legyenek. Ezt a követelményt és a berendezést kiszolgáló szerkezetek kialakítását mindig az éppen adott feladat jellege határozza meg.

Feszített szerkezetek kategóriájában a kiszaluzás utáni gőzölésre az ún. csúszószaluzatos gyártási eljárások területén találunk példát. Hazánkban egyelőre csak az 1. Épületelemgyár alkalmazza a csúszószaluzatos eljárást feszített födémgerendák és feszített födémpanelek sorozatgyártása során. A feszítésből, valamint az azonnali kiszaluzásból kifolyólag az elemek helyben maradnak. A gőzölést tehát a gyártás helyén kell lebonyolítani, ami csak transzportabilis berende-

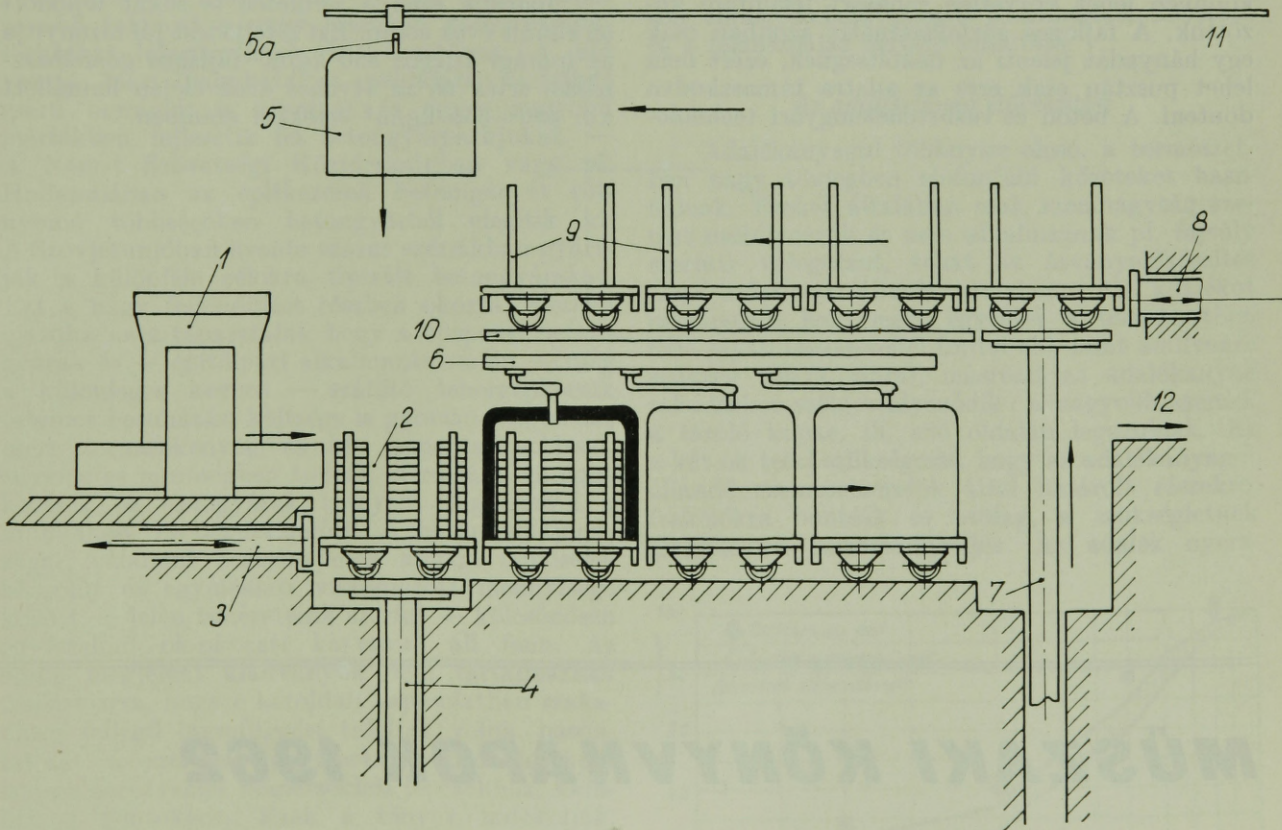


7. ábra. Előrefeszített födémpanelek csúszószaluzatos sorozatgyártásánál alkalmazott speciális gőzölőberendezés  
1. A padlóra gyártott elem  
2. Szigetelt bura  
3. Gőzbevezető csőcsonk

zéssel lehetséges. Ez az adott esetben félhenger alakú szigetelt bádogtetők egymásután rakott sora, amely a helyben — a földön — maradt elemeket beborítja (7. ábra). Az egyes bádogtetők közepén van a gőzbevezetést szolgáló csőcsonk.

Ezeket a bádogtetőket a speciális berendezések közé sorolhatjuk. A kitöltési tényezőt ebben az esetben a keresztmetszetek aránya eldönti, az 0,35-re adódik. Ez ugyan viszonylag nagy érték, az 1 m<sup>3</sup> beton gőzöléséhez felhasznált gőzmenyiség azonban 420—450 kg érték között ingadozik.

A speciális berendezések újabb és érdekesebb példájaként végezetül bemutatjuk a mozaiklapok gyártásához jelenleg javaslatba hozott Bálint—Újházy-féle eljárást. Ennél a gőzölés olyan szervesen olvad bele az egyéb technológiai folyamatok sorába, hogy azok nélkül nem is



8. ábra. Bálint—Újházy-féle komplex mozaiklapgyártó gépsor

- |  |                            |
|--|----------------------------|
| 1. mozaiklap-prés                                | 7. emelő hidraulika        |
| 2. megrakott kocsi                               | 8. visszanyomó hidraulika  |
| 3. továbbító hidraulika                          | 9. üres kocsi              |
| 4. emelő hidraulika                              | 10. kocsihály              |
| 5. bura  | 11. bura-továbbító pálya   |
| 5a. gőzbevezető csőcsonk                         | 12. irány a csiszológéphez |
| 6. gőzelosztó, elzárószervekkel és gumicsövekkel |                            |



ismertethető. Az eljárás a 8. ábra alapján a következő:

Az (1) gép a présautomata, amely meghatározott ciklusokban kiad magából egy-egy sorozat frissen préselt lapot. A (4) hidraulikus emelő álló (2) kocsi magára veszi a présből kikerülő lapokat és ennek megfelelően lejjebb süllyed. Amikor a (2) kocsi megtelt, ráeresztik az (5) szigetelt burát, amelyen felül van a (5a) gőzbevezető csőcsonk. Az így előkészített kocsit a (3) hidraulikus tolómű egy kocsi hosszával előre nyomja. Ekkor a (6) gőzelosztó megfelelő szelepről jövő gumicsövet rákapcsolják a bura csőcsonkjára, nyitják a gőzszelepet és kezdetét veszi a gőzölés. A kocsi végül is a (7) hidraulikus emelő fölé jut, ahol leemelik róla a burát. A burát visszajuttatják a présgéphez, a legőzölt lapokat a nyíl irányában fokozatosan leszedik a csiszológépre. Eközben a kocsi folyton feljebb emelkedik. A teljesen leürített kocsit a (8) hidraulikus tolómű visszanyomja és a folyamat kezdődik előlről.

A gőzölés ebben az esetben nagy kitöltési tényezővel zajlik, ezért az eljárás minimális gőzigényű. A tervezett gőzmennyiség  $1 \text{ m}^3$  betonhoz  $200 \text{ kg}$ .

#### IV. A gőzölési rendszerek összehasonlítása

Ha az ismertetett berendezéseket a fajlagos gőzfelhasználás alapján tesszük mérlegre, akkor könnyen lehet közvetlen rangsort felállítani közöttük. A fajlagos gőzfelhasználás azonban csak egy hányadát jelenti az önköltségnek, ezért nem lehet pusztán csak erre az adatra támaszkodva dönteni. A beton és vasbetonelemgyári technoló-

giákat több szempontból lehet csoportosítani. Attól függően, hogy a beton tömörítése után a kiszaluzás azonnal bekövetkezik-e, vagy nem, csoportosíthatjuk a technológiákat

1. sok formát,
2. egyetlen, vagy kisszámú formát

igénylőekre. A sorozatgyártás szervezésénél az elem alakjától és szerkezetétől függően kell mérlegelni, hogy a két technológia közül melyiket választjuk. Ezt a választást azonban még az elem felvevőpiacának helyzete, időbeli stabilitása is befolyásolja. Másképpen kell és lehet kialakítani a technológiát, ha az elem gyártása több évre, és másképpen, ha csak rövid időre tervezett.

Mindeme tényezők aránya és az arányok változása a termék önköltségében jelentősen befolyásolja a döntést a gőzölőberendezés rendszere tekintetében is. A kérdést nem annyira a rendszer dönti el, mint inkább az, hogy egyrészt a megvalósított rendszer kivitele mennyire jó, másrészt, hogy milyen mértékben jók az üzemeltetés viszonyai.

Arról lehet tehát csak szó, hogy a mindenkori rendszeren belül törekedni kell a  $K$  értéket a legmagasabb szinten tartani. Ez — másképpen fogalmazva — a fajlagos gőzfelhasználásnak állandóan csökkenő mértékét — mint követelményt — foglalja magában.

Iparunk ezen a területen is sokat fejlődött az elmúlt évek során. Ezt a fejlődést jól bizonyítja az iparági átlagos  $350 \text{ kg/m}^3$  fajlagos gőzfelhasználási érték is, az ötvenes évek elején fennállott kb.  $450\text{--}550 \text{ kg/m}^3$  értékkel szemben.

---

---

# MŰSZAKI KÖNYVNAPOK 1962

**október 22-től**

**november 3-ig**

---

---



# Épületelemgyárak betonüzemei

TÓTH FERENC

A betonnal szemben mind az építő-, mind a betonelem-gyártó ipar egyre nagyobb követelményeket támaszt. Ma már nem tekintjük különleges feladatnak az utánmunkálást nem igénylő felületi betonok, vízzáró vagy nagy szilárdságú, színes vagy kopásálló betonféleségek előállítását. A probléma inkább ezek egyenletes minőségének a biztosítása és a lehető leggazdaságosabb gyártási mód megválasztása. Az egyenletes és anyagtakarékos összetétel igénye a betonkészítés technológiáját szükségszerűen bonyolultabbá tette. Ahogy a legképzettebb gyógyszerész sem tudja ma már előállítani patikájában a korszerű, nagyhatású és bonyolult gyártású gyógyszereket, úgy az építőművészek és a nagyközönség egyre növekvő igényeit kielégítő beton is csak a korszerű, automatizált üzemek terméke lehet.

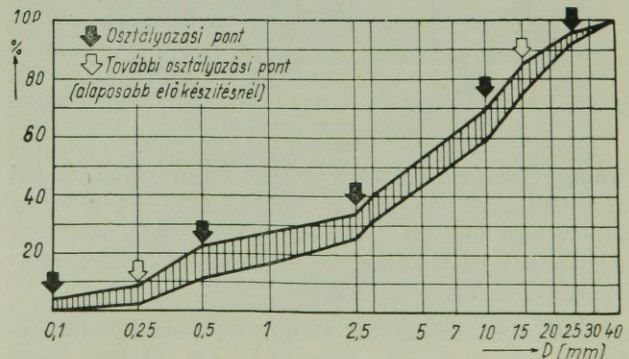
Betont először 1905-ben, a hamburgi dokkok építéséhez készítettek betongyárban. Európában elsőnek a Szovjetunió vette át rögtön és fejlesztette tovább ezt a módszert nagy építkezéseinél. Az USA-ban szintén korán felfigyeltek a központi betonkészítés gazdasági előnyeire és olyan mértékben fejlesztették ki az eljárát, hogy 1959-ben teljes betontermelésük 70%-át központi betonkeverő-telepen készítették. Ez az arány azóta tovább tolódott a nagy számban épülő rakéta-technikai létesítmények következtében. A két vezető ipari nagyhatalom példájára a fejlett iparú országok is átvették és egyre nagyobb mértékben fejlesztik fel betongyárparkjukat. — A Német Szövetségi Köztársaságban vagy pl. Hollandiában az építkezések betonigényét túlnyomó többségében betongyárból elégítik ki. A Szovjetunióban évente százas szériákban gyártják a különféle célokra tipizált betongyárakat. Ezt a nagy fellendülést részben okozta, részben igazolta az a tapasztalat, hogy a központi betongyárak és — építőipari alkalmazás esetén — még a különleges keverő — szállító tehergépkocsik tetemes beruházási költsége is gyorsan megtérült, mert termelékenyen és kis cementadagolással, egyenletes minőségben tudták kiszolgálni az építkezések és elemgyárak igényeit, függetlenül a munkahely esetlegességeitől. A beton tulajdonságai, valamint összetevőinek anyagi minősége, abszolút és egymáshoz viszonyított mennyisége között — jelen ismereteink szerint — kölcsönösen egyértelmű ok-okozati kapcsolat áll fenn. Az eddig megjelent kiadványok nem tartalmaznak utalást arra, hogy a kétoldali kapcsolatban szakadásos jellegű összefüggést találtak volna, hasonlatosat a szerves vegyiparban közönségesként ismert borotvaéles hőmérsékleti lépcsőkhöz, katalitikus pontokhoz. Ezek a tények indokolják, hogy megvizsgáljuk: vajon indokolt-e az utóbbi éveknek az a nemzetközi méretekben tapasztalt irányzata, hogy egyre bonyolultabb betonüzemeket fejlesztenek ki.

A ma használatos bonyolult betonféleségek friss- és megszilárdult állapota közötti kapcsolatot

részletesebben elemeznünk kell ennek a kérdésnek megválaszolásához. Felfogásunk szerint a cement + víz fázis feladata az a betonban, hogy az adalék-szemcsék közötti hézagokat kitöltse és a szemcsék felületét egyenletesen bevonva, azokat egymáshoz ragassza. Ez utóbbi bevonó réteg vastagsága és víztartalma, valamint az adalék és cementszemcsék felületi tulajdonságai határozzák meg a friss beton konzisztenciáját. Az adalékszemcsék szemszerkezeti eloszlása határozza meg a közöttük levő hézagok, kapillarisok térfogatát, alakját és eloszlását, ami a friss beton szerkezettartását, víztartását, a megszilárdultnak pedig zsugorodását szabályozza. Ha célunk az, hogy a beton minőségi jelzőszámai mint okozatok kis szórást mutassanak, akkor nyilvánvaló követelménnyé válik ezen tényezők — mint ható okok — szórásának szűk határok között tartása. Ez alapvető követelményként állítja fel a nyersanyagok egyenletes minőségét. A cement előállítása más, önálló iparág feladata, amelyet csupán a kereskedelem törvényeivel kényszeríthetünk egyre szűkebb, egyre szigorúbb előírások megtartására, a betonelemgyártó által szabott korlátok közé. A betoniparra marad az adalékanyag gondos előkészítése, valamint a beton alkatrészeinek pontos összemérése, keverése és a felhasználás helyére szállítása.

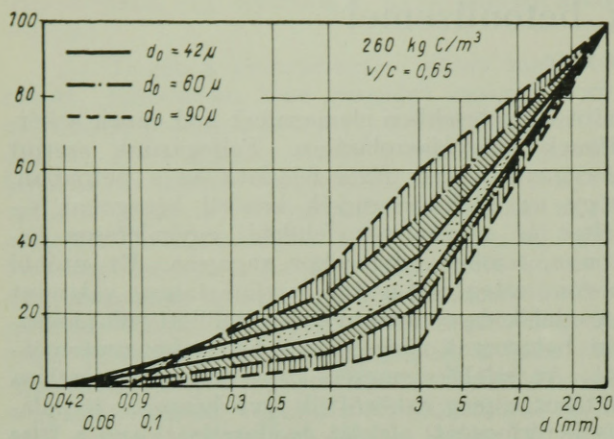
## Az adalékanyag előkészítése

Adalékanyagul többnyire olcsó, a természetben nagy tömegben előforduló kőzeteket használnak. Ezeket általában csak szemnagyság szerint osztályozzák és nem alkalmaznak pl. fajsúly szerinti válogatást, tehát az ásványelőkészítés alapfeladatával állunk szemben. Az adalékot osztályozni kell, mert egyrészt a természetben nem olyan összetétellel fordul elő, mint amilyenre szükség van (1. ábra), másrészt az adalékanyag rakodáskor szétosztályozódik: a nagyobb szemek a tároló kupac, ill. siló oldalán legurulnak. Ez a két ok teszi szükségessé, hogy az adalékanyagot állandó szemcseméretetek által határolt részekre, frakciókra bontsák és utólag, a szükségletnek megfelelően összemérleljék. Az adalék nyers-

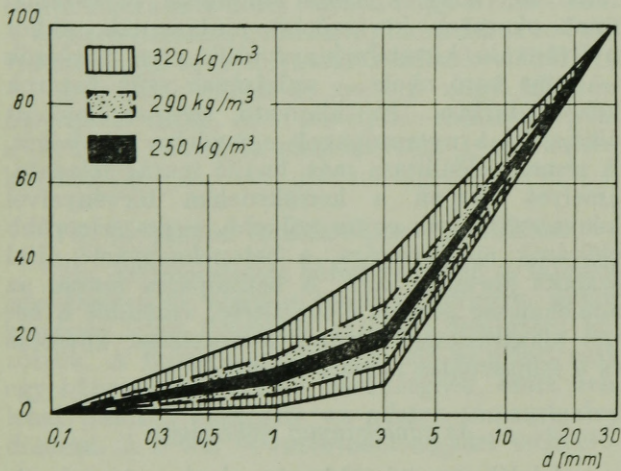


1. ábra. Az adalékanyag sok éves átlagszemszerkezete Budapestenél és osztályozásának célszerű határpontjai

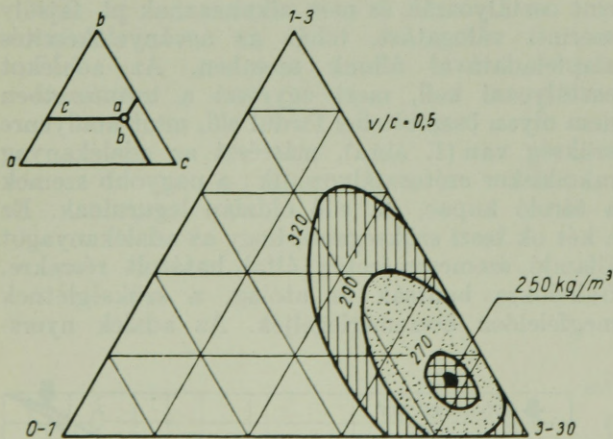




2. ábra. A szemszerkezet megengedhető szórása adott cementpótlék tartalom esetén változó alsó határszemcsemérettel



3. ábra. Adott alsó határszemcseméret és vízcementtényező esetén növekvő szemszerkezeti szórások növekvő cementtartalmat igényelnek



4. ábra. A szemszerkezet szórása és a cementigény Ferét-diagramban ábrázolva

anyag forrásában előforduló hasznavehetetlenül nagymértékű szemcsék és a szemszerkezetében előforduló hiányok szükségessé teszik a szemcsenagyság korlátozását, ill. a szemszerkezet szabályozását aprítás segítségével.

A nyersanyagban többnyire megengedhetetlenül sok a finom szem (0,1 mm alatt). Ezek jelenléte sok cement felhasználását teszi szük-

ségessé és a beton számos tulajdonságát rontja, ezért eltávolításuk indokolt. Ebből következik, hogy a korszerű adalékelőkészítő üzemnek osztályozó-, törő- és mosóműveket kell tartalmaznia. Ez a felismerés és Eder felfedezése hozta létre évtizedünk bonyolult adalékosztályozó üzemait. E felfedezés szerint akkor, ha az adalékból teljesen eltávolítunk egy bizonyos méretnél kisebb szemeket, illetve az alsó határ szemcse méretet egyre közelebb toljuk a cement felső határszemcse méretéhez (az adott esetben 0,09 mm), annál nagyobb szórás engedhető meg az adalék összetételében ugyanazon cementtartalom mellett (2. ábra). Ha lecsökkentjük az alsó határszemcset 0,1 mm-re és megvizsgáljuk, hogy adott V/C mellett milyen cementadagok elégségesek, különböző szemszerkezeti szórású adalékalmazok hízagának maradéktalan kitöltéséhez, akkor azt tapasztaljuk (3. ábra), hogy minél kisebb a szórás a szemszerkezetben, annál kisebb cementadag eredményez biztosan tömör betont. A térfogatviszonyokat jól szemlélteti ugyanennek az összefüggésnek az ábrázolása Ferét-féle háromszög-diagramban (4. ábra).

Ezen ismeretek birtokában az ötvenes években egyre bonyolultabb osztályozó berendezéseket szerkesztettek a kutatók. Történelmi nevezetességű az 5. ábrán vázolt berendezés, amely a Lechkraftwerke a/Rhein építkezésen dolgozott. Lényegében azonos osztályozók adalékanyagából építették az utóbbi évek legnagyobb vízierőműveinek betonszerkezeteit is. Az új típusú osztályozók sikere átütő volt. Annyira elterjedtek, hogy a fejlettebb ipari országokban a 0,1 mm és az 1 mm szemcseméretnél is osztályozó üzemek túlsúlyba kerültek a korábbi, egyszerűbb felépítésű előkészítővel szemben.

Felismertem, hogy a cementmegtakarítás mértéke növelhető, ha a finom homok osztályozási pontját 1 mm-ről az alsó határszemcse irányába eltolom. Ennek megfelelően új osztályozót terveztem, amelynek gépi felépítése egyszerűbb, de teljesítőképessége jobb, mint a bonyolult társaié (6. ábra). A fülüzemi kísérletek igen biztatóak voltak. Ennek az osztályozónak új eleme az ivrosta — megfelelő üzemelés mellett — nagy élességgel osztályozó, egyszerű szerkezet.

Az USA-ban egyre jobban elterjed a 3 mm-es szemcseméret alatt sok frakcióra bontó gép, a hidroszjer. A hatodik évtizedben épülő osztályozó művek többsége fel van szerelve ezzel a viszonylag kis vízfogyasztású és nagy élességgel osztályozó géppel.

A korszerű osztályozók igen éles, tiszta frakciókat állítanak elő. Ma már szabványelőírás a fejlettebb betoniparral rendelkező országokban, hogy a frakciókat határoló felső szítán legfeljebb 5% maradhat fenn, de a felfelé következő semmi, az alsó határolón legfeljebb 10%, de az azt követően semmi (ASA-35 T).

A felső és az alsó határszemcse hányadosa egyre kisebb szám lesz. Húsz évvel ezelőtt ez a hányados még 4—5 körüli számérték volt, ma 2, sőt néhol 1,5. A frakciók száma ennek



megfelelően megnövekedett. A fő cél eleinte cementmegtakarítás volt, ma már ezen túlmenően az egyenletes minőség.

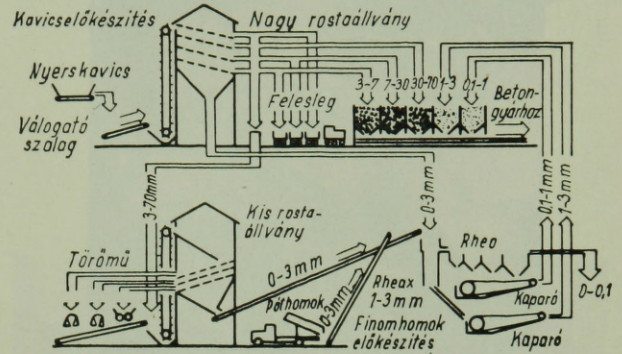
### A beton összetevőinek kimérése

A modern betonüzemekben a víz kivételével — az USA-ban azt is — minden anyagot súlyra mérnek. A cementet és vizet külön-külön az adaléktól elválasztva mérlegelik. Szokásos elrendezésű adalékmérlegek, amelyeken valamennyi frakció egy mérlegbe kerül, de szokásos az is, hogy minden frakciót külön mérleg mér. Üzemeltetik a mérlegeket sorosan, amikor az egyes mérlegek szállítószalagra adják le adagukat és párhuzamosan, ahol gyűjtőtölcséren keresztül valamennyi mérleg egyszerre, a gépbe ürít. A mérlegeket anyagfajtánként kell megvizsgálnunk.

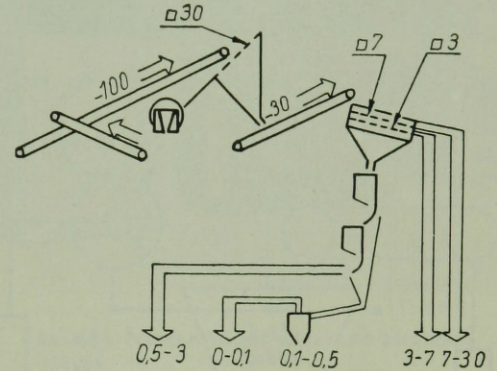
### A cement mérlegelése

A korszerű elemgyári betontechnológia egyre több termék olyan pontos mérését teszi szükségessé, hogy a zsákolt cement  $50 \pm 2$  kg-os, tehát 8%-os szórással való mérése elégtelennek bizonyul. Az ömlesztett cement a gyárban tetszőleges pontossággal mérhető. Ezért — a jövő fejlődésére gondolva — ma már mindenütt ömlesztett cement mérlegelésére rendezkednek be. A cementmérlegek közül a *tolósúlyos* szerkezetűek néhány évvel ezelőtt még egyeduralmuk voltak. A jól ismert tizedes mérleg elvén felépülő szerkezeteknek kettős nyelvük volt és két tolösúllyal rendelkeztek: az egyik goromba, a másik finom beállításra szolgált. A kettős tolösúllyal ezenkívül a mérleg beállítása, önhibeletesítése is könnyűszerrel végrehajtható. A cementet adagoló berendezés ui. a beállított statikus egyensúlyhoz képest mindig túladagol. Ennek oka, hogy maga a mérleg csak akkor billen át, amikor a serpenyő *félen* túlsúly van, mert a csapsúrlódások legyőzéséhez és a szerkezetben levő tömegek felgyorsításához többletnyomaték szükséges. A szerkezet átbillenése és a záró orgánus működése között rendszerint jelentős idő telik el, végül a serpenyő és a zár között a levegőben is van cement, amely a záró szerv működése után hullik alá. A tolösúlyos mérlegen egyszerű a többletadagolás kompenzálása. Ezeket labilis felfüggesztéssel, tehát nagy érzékenységre képezik ki. A porszennyeződésre való tekintettel a felfekvő ékeket a kereskedelmi mérlegeken durvább kivitelben készítik el és emiatt a mérési pontosság is kisebb, legfeljebb  $\pm 0,2\%$  a végkitérésre vonatkoztatva. A tolösúlyos mérleg rendszeres tisztítást igényel. A betonüzemek szempontjából hátránya, hogy az adagsúly átállítása körülményes. Ezért terjedtek el a *csavarrugós, billenőmutatós* mérlegek (7. ábra, Pfister). Ezzel a mérlegtípussal csak mintegy  $\pm 0,5\%$  mérési pontosság érhető el, de ez eddig a gyakorlatban kielégítőnek mutatkozott, és a pontosság stabil. Régebben ellensúlyos mérlegeket alkalmaztak (Windget), de nehézkes átállításuk miatt eltűntek a gyakorlatból. Lényeges, hogy a mérleg szerkezete kevésbé legyen érzékeny a porra. Az üzembiztonság érde-

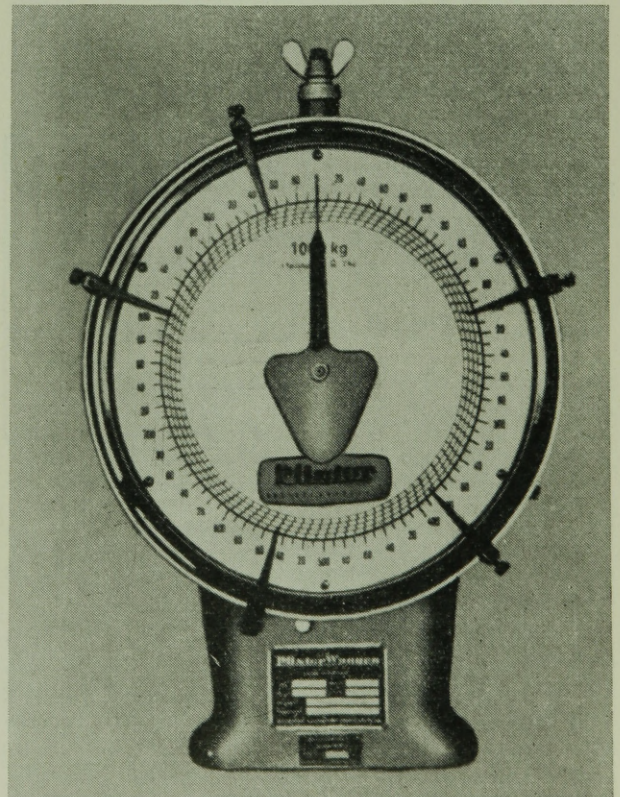
kében a kiömlő por terét szövetvel határolják és a cementet lehetőleg teljesen zárt rendszerben viszik el a mérlegig (8. ábra, Arbau). Ezen az ábrán a cement adagolására jól bevált szállító-



5. ábra. A Lechkraftwerke a/Rhein osztályozó folyamatábrája

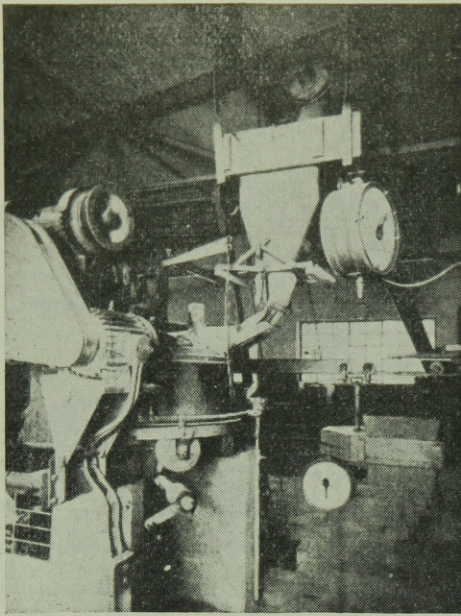


6. ábra. Az 1. sz. Épületelemgyár tervezett osztályozó folyamatábrája

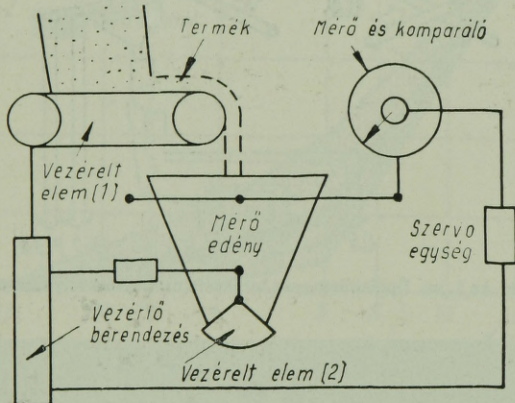


7. ábra. Pfister-féle billenőmutatós, körszámlapos mérlegfej

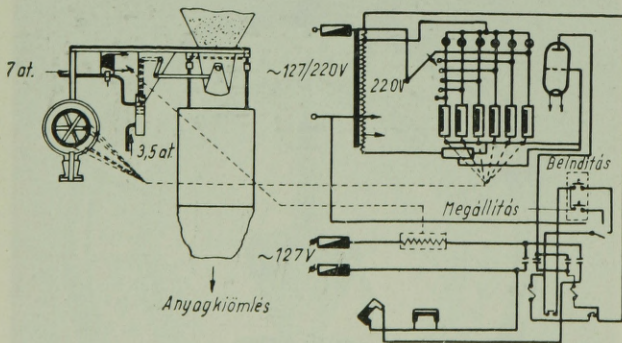




8. ábra. Arbau-rendszerű cementmérleg pormentes kapcsolása Eirich-keverőhöz



9. ábra. Elektronikus súlymérés elve (Avery A. & T.)



10. ábra. Fotocellás mérlegvezérlés kapcsolási vázlat

csiga is látható. Ha a siló tengelye egybeesik a mérlegével, akkor az olcsóbb forgócellás adagoló is használható.

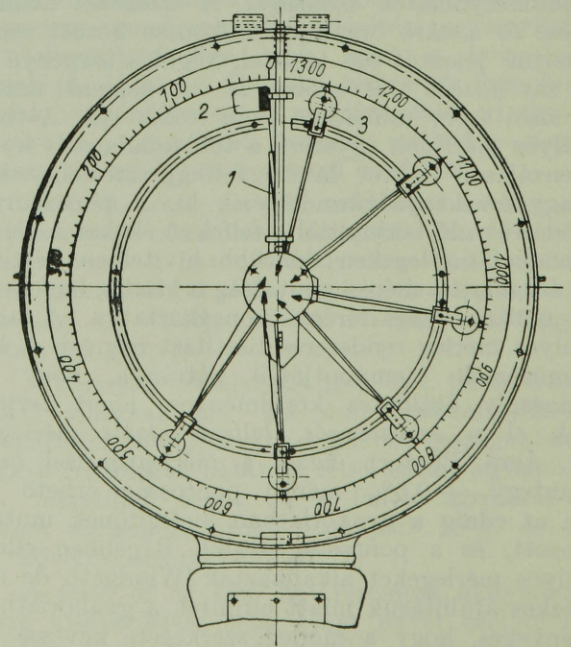
A legújabb mérlegeken a súly meghatározása elektronikus szervvel történik (Avery A. & T. Ltd, Philips, Brown Boweri). Ezekon elektromágneses vagy elektrosztatikus mérődobozok a súly változását elektromos mennyiségekké alakítják át és ezeket elektronikus műszerekkel mérik. Előnyük, hogy a mérés pontossága tetszőleges (a végkitérés egymilliomod részéig!). A vezérlés elmozdulás-

mentes mérlegedénnyel történik, ami a por elleni érzékenységet csökkenti és lehetővé teszi, hogy a tisztítás helyett a skála nullpontját tolják el, ami elektronikus műszereken egy kézmozdulattal lehetséges (9. ábra). Valószínűleg ez a jövő mérlegtípusa.

Így eljutunk a beömlés vezérlésének a kérdéséhez. Az imént vázolt mérlegen elektronikus vezérlési elvet alkalmaznak. Lényege, hogy a mérleg mutatója elhalad az érzékelő szerv előtt és megváltoztatja egy elektronikus kör villamos állandóit. A változást egy rezgőkör érzékeli és a hatást felerősítve egy reléhez továbbítja, amely az adagoló motorjának áramkörét kapcsolja. Az utánömlést igen egyszerűen lehet beszabályozni. Ilyen elven működik hazánkban a Komárom-megyei Vasbetongyár cementmérlege.

Ebbe a csoportba sorolható a fotoelektromos vezérlésű szovjet Vnüstrojtdormas intézet által tervezett mérleg-vezérlés (10. ábra). Maga a mérleg csavarrugós felfüggesztésű. A mérőfej billenőmutató (11. ábra). Utóbbin több, állítható fotocella van (3). Ezek egyikét az előírt súlyra állítják. A kezelő elindítja a gépet („Anlassen”). Az adagoló szerkezet nyit, és megindul a mérlegedénybe az anyagfolyam. Amint a súly nagysága közeledik az előírt értékhez, a mérőfej billenő mutatója (1) mozog és a ráerősített fémlemez (2) elzárja a kijelölt és bekapcsolt fotocella fényáramát. Ezáltal egy szervóáramkör záródik és a motor leállítja az anyagfolyamatot.

Egyszerűbb megoldásúak a Welb és az előbb említett Avery cégek mérlegei, amelyeken elektromos kontaktusok vannak a körszámlapra felszerelve. Amint a mutató ezekkel érintkezik, áramot ad egy kisfogyasztású segédrelének, amely az adagoló motor áramkörét záró főkapcsolót kikapcsolja. Szemben a fotoelektromos érzékelővel, itt jelentős lehet a mutató és az érintkezők



11. ábra. Fotocellás mérlegfej



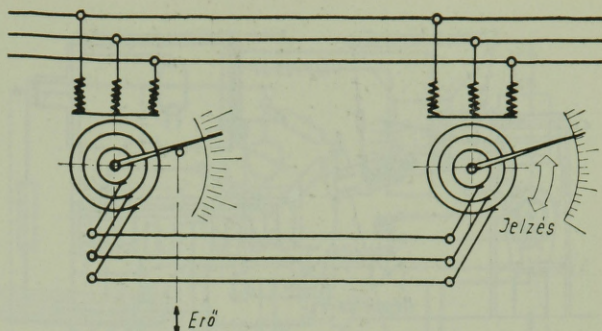
súrlódása, ezért ennek elkerülésére pontos beállítás szükséges.

Kifejlesztették a mérlegek *távjelző* és *előválasztó* berendezéseit is. A távjelzők két csoportra oszthatók. Egyikük a mérleg mutatójának pontos helyzetét viszi át egy vagy több kívánt helyre, ezáltal lehetővé téve az ellenőrzést a mérlegtől távoli helyen is. Ez lényegében a kör számlapos mérleg mutatótengelyére erősített párányi többfázisú szinkrongenerátorból áll, amely a távjelzős helyen levő mutató szerkezet szinkron motorját táplálja (12. ábra). A másik típus lényegében kontaktussorozat, amely csak arra való, hogy az előírt súly meglétét vagy hiányát jelezze. Mindkétféle távjelző rendszer alkalmas arra, hogy előválasztót működtessünk vele, azaz a mérlegen bármiféle mechanikus átállítás nélkül bármiféle adagot mérlegeljünk le egymás után. A módszer lényege, hogy az előválasztó berendezésben beállítunk egy villamos kontaktus sorozatot a különféle mérlegekre az egyes recepteknek megfelelően és villamos áramkörkapcsolóval azt a kontaktussorozatot kapcsoljuk, amelyiknek a recepturáját igényeljük. A 13. ábra a Pfister cég egy, két és tizenkét összetevős előválasztó készülékét mutatja be, amelyek egy-, két-, illetve tizenkétféle recept egymásután való leadására alkalmasak. A 14. ábra a Niagara Screen & Plant Ltd. cég tizenkét komponenses, a 12. ábrán vázolt elven működő, központi kapcsolótáblába épített előválasztó készülékét tünteti fel.

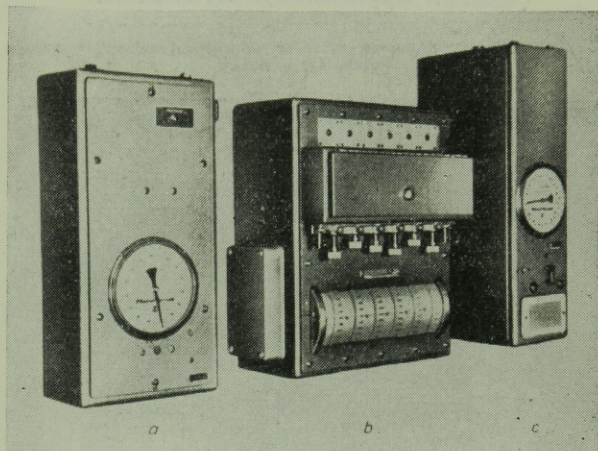
### Az adalékanyag mérlegelése

Az adalékot százalékban kifejezve, ugyanolyan pontossággal kell mérlegelnünk, mint a cementet. Ellenkező esetben a beton cementtartalma nem kívánt mértékben ingadoznék. A korszerű adalékmérlegek szerkezete hasonlatos a cementmérlegek fentebb ismertetett szerkezetéhez. A különbség a beömlés vezérlésében mutatkozik. Míg a cementsiló elzárására a szektorzárak csak sok bonyodalom árán alkalmazhatók, addig az adalékanyaghoz ezek a jól bevált szerkezeti elemek. A 15. ábra elektropneumatikus vezérlésű *szektorzár* mutat be (Pfister). Az elektropneumatikus elv bevezetésének az az előnye, hogy a kereskedelemben kapható típus-gép-elemekből könnyűszerrel felépíthető belőle a rendszer.

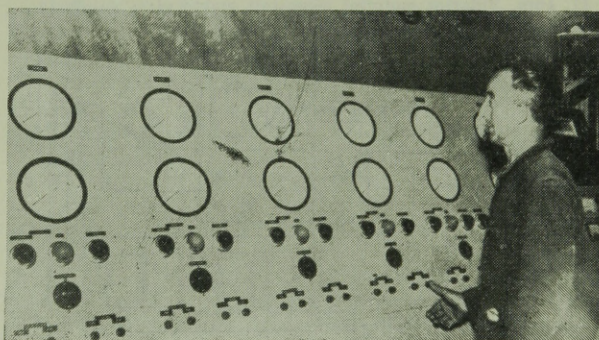
Adalékanyag adagolására jól beváltak a *vibrátoros adagolók*. A 16. ábra a szovjet Vnüstrojtdormas intézet által tervezett összeállítást mutatja be. A vibrátor (1) elektromágneses oscilátorral van felszerelve. Ez rázza az 5–20° lejtésűre állítható adagoló csuszát (2). A súly közelítésekor a billenő mutató egy elektroncső rácskörét vezérli. Az anódáram megváltozása a szekrényben levő relék útján az R 50 ellenállást iktatja a vibrátor áramkörébe, ezáltal csökkentve annak amplitúdóját és így a szállított anyagmennyiséget (finom adagolás). Amint a súly megvan, a relérendszer áramtalanítja a vibrátort és abban a pillanatban megszűnik az adagolás. Erre az automatára  $\pm 1\%$ -os pontosságot szavatolnak. Az adagolási ciklusidő 20 másodperc csupán (!).



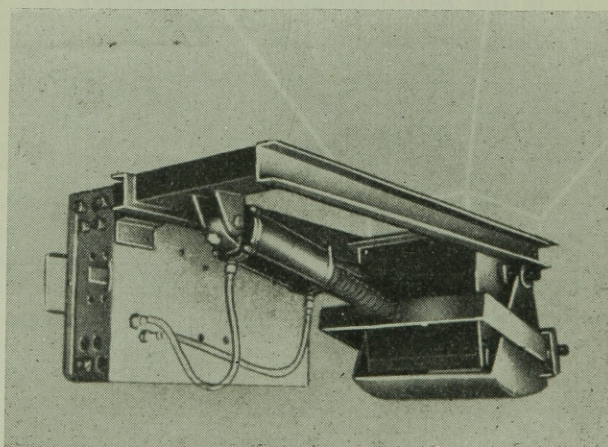
12. ábra. Távjelző műszer kapcsolási vázolata



13. ábra. Pfister-rendszerű előválasztó készülékek

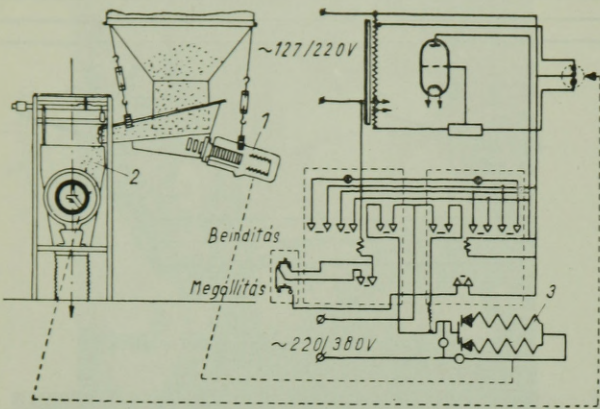


14. ábra. Niagara Screen and Plant rendszerű vezérlő asztal

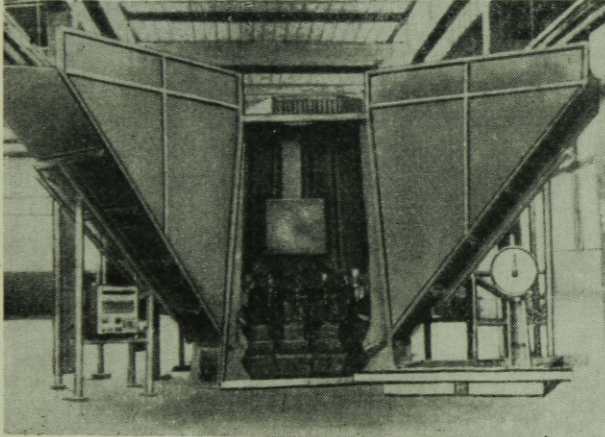


15. ábra. Elektro-pneumatikus vezérlésű szektorzár (Pfister)

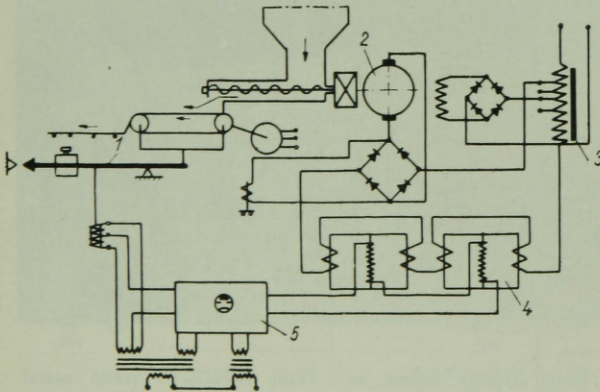




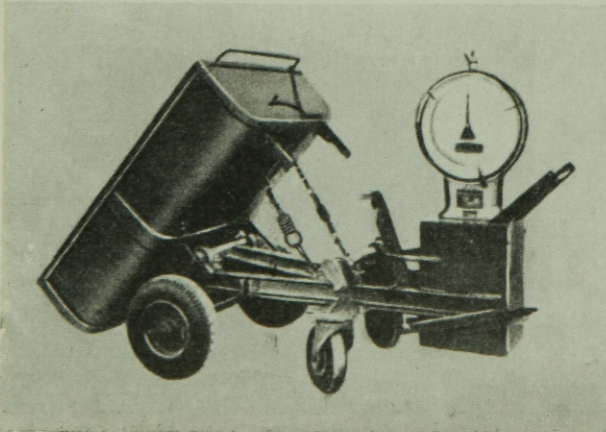
16. ábra. Elektro-mágneses vibrátor adagolóval felszerelt mérleg kapcsolási vázlatja



17. ábra. Villamos motorral mozgatott szektorzárás automata



18. ábra. Folyamatosan adagoló szállítószalagmérleg



19. ábra. Billenő mérlegcsille (Pfister)

A szektorzárakat csigahajtóművel kapcsolatos *villamos motor* mozgatja a 17. ábra szerinti ARBAU-rendszerű mérőadagolónál. Az adagolás itt is két lépésben történik. A súly megközelítésekor szűkre zárja a szektort a motor (finom adag) és meglétekor zárja le teljesen. A berendezés oly pontosan adagol, hogy 100 t/ó teljesítőképességű 7—9 frakcióból hengerelt aszfaltot készítő keverő gépegység kiszolgálására is alkalmas.

Az eddig tárgyalt cement és adagoló mérleg szakaszos üzeműek. Ezért az ezeket használó betonüzemek kapacitása bizonyos mértékben függ a keverék összetételétől. Kisebb igényű (B 100), de nagy tömegben előállított (300 m<sup>3</sup>/ó) betonfeleségekhez kifizetődik a *folytonos üzemű* keverők és ehhez *mérlegek* alkalmazása. Ilyent mutat be a 18. ábra. Az anyagot egy szállító csiga állandó folyamatban adagolja a szállítószalag mérlegre (1). Amint ezen csökken vagy nő az anyagmennyiség, megbomlik a mérlegrúdnak az egyensúlya, és az megváltoztatja egy elektronikus rezgőkör és erősítő (5) áramviszonyait. A kimenő-transzformátor (4) kivezérli a (2) meghajtó motor ankerének áramkörét, továbbá szükséghez mérten növeli vagy csökkenti az adagoló csiga fordulatszámát és ezáltal az anyagmennyiséget. Ezzel az elrendezéssel 100 t/ó adalék és 40 t/ó cement mérlegteljesítményig, adaléknál vibrátoros anyagfeladással  $\pm 2\%$ , cementnél csigával  $\pm 1\%$  mérlegelési pontosságot értek el 2,7—3,0 t mérlegönsúly mellett.

A mérlegelés egyszerűsítése, a beruházási költségek csökkentése céljából szerkesztették meg a *billenő-edényes mérlegcsillét* (19. ábra, Pfister). Ebbe mérik bele az egyes adalékfrakciókat, amelyekkel a csillét a keverőgép puttonyához tolják és tartalmát beleöntik. Ezek a mérlegek kis teljesítményekig (8—10 m<sup>3</sup>/ó) jól használhatóak. Pontosságuk olyan mérvű, hogy segítségükkel megoldható — mint láttuk — még porgetett betontól készülő vezeték tartó oszlopok gyártása is, pedig ezek igen gondosan összeállított betont igényelnek.

#### A víz mérlegelése

A megszilárdult és friss beton tulajdonságai — elsősorban szilárdsága, illetve konzisztenciája — nagy mértékben függenek a friss betonba belekevert víz mennyiségétől. Kis víztartalmú betonok esetén a vízadag 1%-os szórása 5% szórást okoz a szilárdságban és a bedolgozhatóságot esetleg katasztrófális mértékben csökkenti. Ezért igen fontos kérdés a vízmennyiség pontos mérése. Az épületelem-gyári betonüzemekben két módszer terjedt el általánosan: az áramlásmérővel (vízmérővel) és az elektronikus műszerrel való mérés.

A *vízmérők* az átáramló közeg sebességét mérik, mivel a mérőszerv (szárnykerék, Woltmann-szárny stb.) fordulatszám arányos a víz sebességével. A mérőszervvel egybekapcsolt mechanikus, újabban elektronikus integrálómű (Rhode—Schwarcz) az átáramló vízmennyiséget jelzi. Gyári betonkészítés céljaira általában legalább  $\pm 0,5\%$ -os pontosságú vízmérő használata

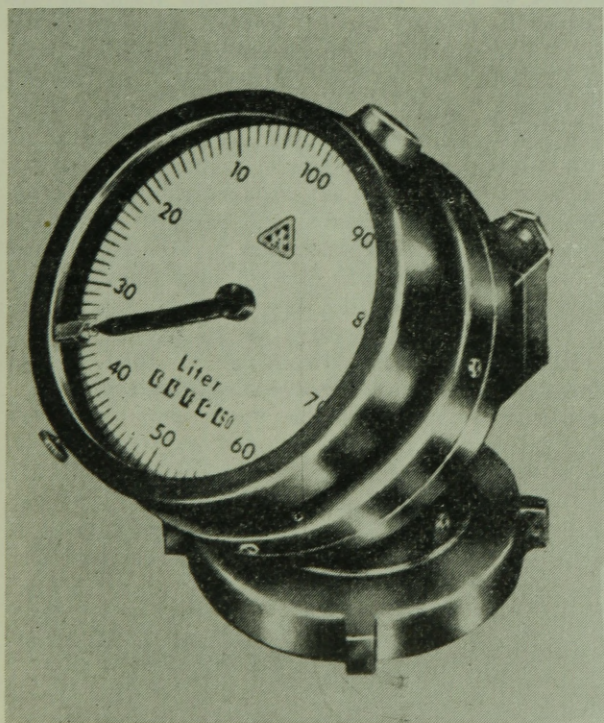


kívánatos. Újabban tökéletesítették a vízmérőket és függetlenítették a kezelő szubjektív hibáitól. A műszerbe ugyanis *állítható kontaktust* építettek be (20. ábra) (Bopp und Reuther). A víz keverőgépbe áramlását elektromágnissal mozgatott szelep vezérli. Az adagolás kezdetén a mutató 0 skálaértékről indul, majd — amint elérte a kijelölt adaghoz beállított indexet — áramkört zár, leáll a vízómlás és a mutató visszaugrik a skála 0 pontjára. Ugyanekkor a műszer összegező szerkezete jelzi a felszerelése óta a vele összesen mért vízmennyiséget. A számlap felszerelhető több elektromos kontaktussal is, és ezek elektromos áramkör kapcsolásával ki-be iktathatók. Ezáltal az előválasztás megoldható.

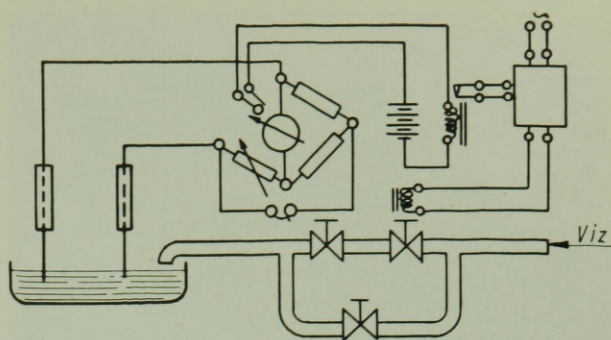
E műszer használata azonban feltételezi, hogy ismerjük az adalékanyag fizikailag kötött víztartalmát. Az esetenkénti vízadagot ugyanis ennek a függvényében kell változtatni, hogy a betonhoz a vízcementtényező állandóságát biztosítsuk. Ez jelentős terhet ró a laboratóriumra. Munkájuk megkönnyítésére gyorsvizsgáló készüléket hoztak forgalomba (Riedel-de Haën, Waterproof stb.). Másrészt a vízmérők iszapmentes vizet igényelnek. A kettős hátrány megszüntetésére tervezték az *elektronikus vízmérő* műszereket.

Működésüket az teszi lehetővé, hogy a friss betonban levő cementhabarcs lúgos kémhatású folyadék és mint elektrolit, vezeti a villamos áramot. Ellenállása függ az oldott anyag kémiai összetételétől, az oldat hőmérsékletétől, koncentrációjától és a folyadékon áthaladó áramfolyam geometriai méreteitől. Az utóbbi — beton esetén — függ az adalékban levő hézagcsatornák méreteitől és térbeli elrendezésétől is.

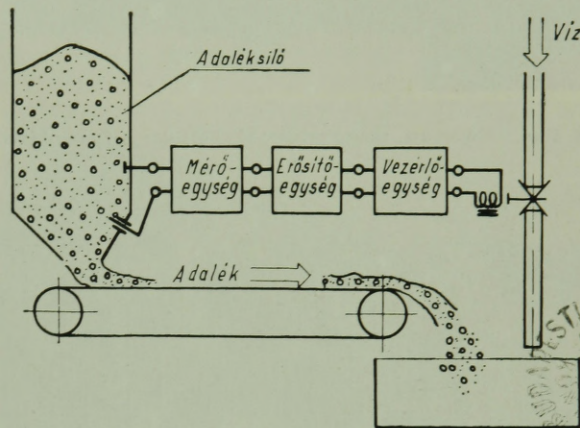
Ha a cementmennyiség és minőség, valamint az adalék szemszerkezete állandó, akkor a friss



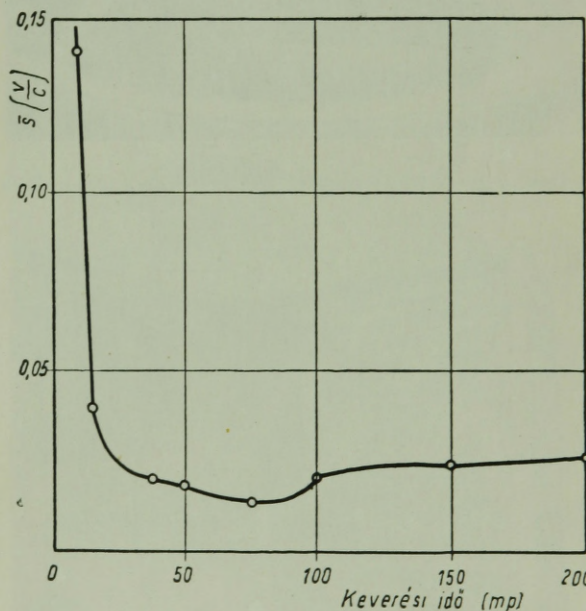
20. ábra. Automatikus vízmérő-adagoló (Bopp and Reuther)



21. ábra. Dr. Riffer-féle elektronikus vízadagoló



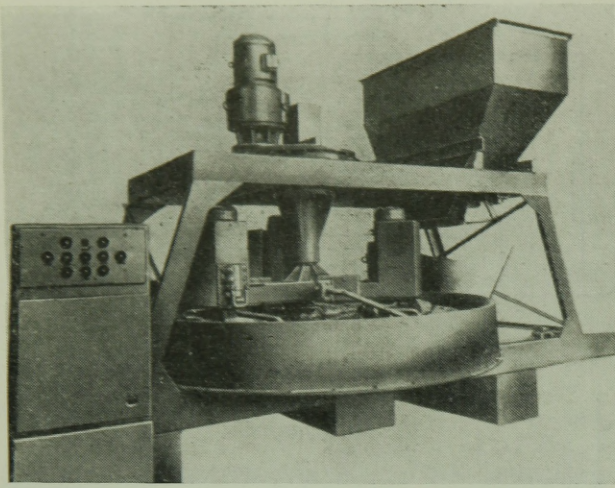
22. ábra. ÉTI-féle elektronikus vízadagoló



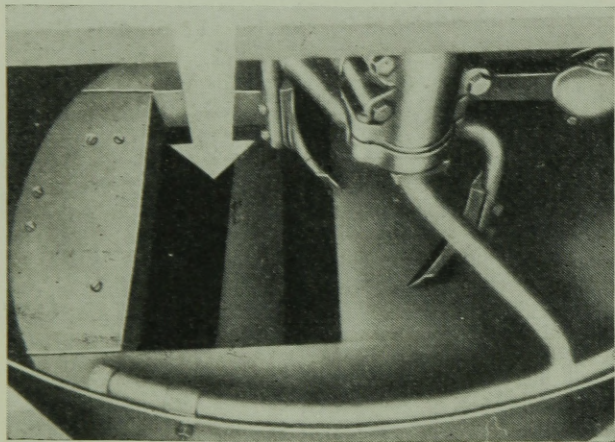
23. ábra. A vízcementtényező szórása a keverési idő függvényében kényszerkeverőgépnél

beton villamos ellenállása és víztartalma kölcsönösen egyértelmű összefüggésben vannak egymással. A módszer csak olyan adalékok esetén használható, amelyek villamos vezetőképessége kicsiny a cementhabarcséhoz képest, frakcionálása igen gondos és állandó, mérlegelése pontos és a cement vegyi összetétele sem ingadozik túlságosan. A sok kötöttség ellenére is a gyakorlatban B 400 beton minőségig jól használható, mintegy 0,5% pontossággal működő készüléket szerkesz-

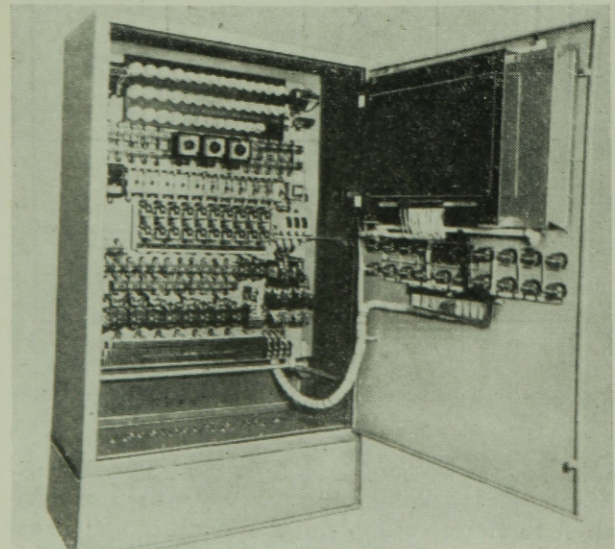




24. ábra. 1500 literes, típusgélelemekből felépített Schlosser-keverő



25. ábra. A gyors üritést lehetővé tevő üritőnyílás Schlosser-gépen



26. ábra. Követőrelé keverőgép vezérléséhez (Schlosser)

tettek. A 21. ábra a Dr. Riffer-féle automata elvi kapcsolását mutatja be. A keverődobba szondák nyúlnak be (szabadon ejtő gép esetén nem használható az eljárás). Ezek váltóáramú

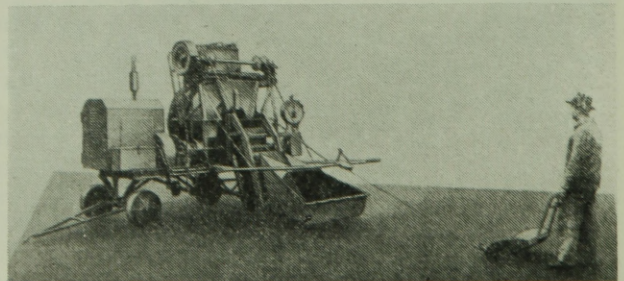
Wheatstone-hídba vannak bekötve és mérik az elektródák között a beton ellenállását. A jelző műszer mutatója az ellenállás értékének megfelelően az előre beállított indexmutatóig kitér. Ott áramkört zár, amely segédrelé útján lezárja a mágnissel működtetett vízbeocsátó szelepet. Újabban tranzistorokkal működő készülékeket szerkesztettek (Cornelly-féle Hydrobot), illetve kompenzátor-híddal mérik a víz ellenállását (dr. Ottó Rhode). Előbbi a készülék méreteinek, áramfogyasztásának, árának csökkentését, utóbbi pontosságának növelését célozza.

Az ÉTI azonos elven alapuló automatikát dolgozott ki. Ez méri a silóban levő adalék nedvességtartalmát és ennek alapján adagolja a keverőgépbe a vizet (22. ábra).

### A beton keverése

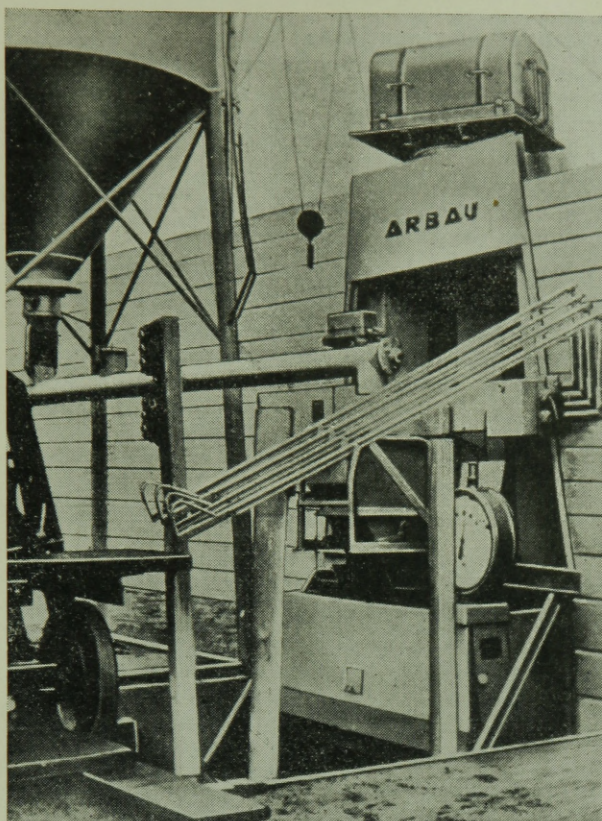
Jó minőségű termék készítésének az a feltétele, hogy a gyártmányon, sőt egy sorozaton belül a lehető legkisebb mértékben változzék a beton összetétele. Ennek a feltételnek kielégítésére nagy részben a betonkeverőgép hivatott. Az elemgyári betonüzemek különleges esetektől eltekintve *kényszerkeverőgépekkel* dolgoznak. Nagyszerű praepakt, ill. colcrete, valamint radioaktív sugárzást nyelő betonokat többnyire visszaforgással üritő fekvődobos (Kaiser, Liebherr), ill. billenődobos szabadonejtő gépekkel (Jäger, Vögele) kevernek. — [Könnyű vagy ronszolóásra hajlamos adalékot vízszintes tengelyű kényszerkeverővel (Sonthofen) vagy szabadonejtő géppel (Ranson, Baader, Ibag) kevernek.

A függőleges tengelyű kényszerkeverőgépek alaptípusa a számos német iparos szerint legegyszerűsebb keveréket adó Eirich-féle gép. Ez forgó dobból és ezzel *ellenkező irányban* forgó keverő karokból, esetleg egyéb keverő szerszámokból áll. A kényszerkeverőgépek sokkal kisebb szórással állítják elő a kis víztartalmú, aprószemű betonokat, mint a szabadonejtő gépek. Megvizsgálták különböző ideig kevert betonokból vett különböző minták között a vízcementtényező négyzetes szórását és azt tapasztalták (23. ábra), hogy van olyan keverési idő, amely minimális szórást ad. Ennek értelmében a vizsgált gépnél és összetételű betonnál 80—95 másodperc a legcélszerűbb keverési idő, amelyből 30 mp a töltés, 30—45 mp a keverés és 20 mp az ürités. A Blaw—Knox Ltd Giromixer G 1961 típusú gépének csak 40 mp a keverési ciklusideje.



27. ábra. Puttonymérleges, kézi szkréperes keverőgép (Kaiser)

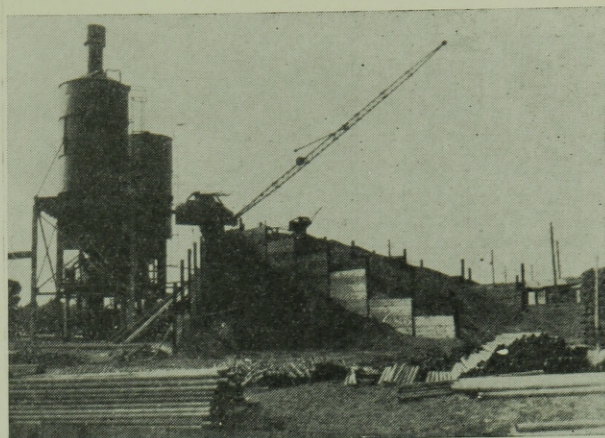




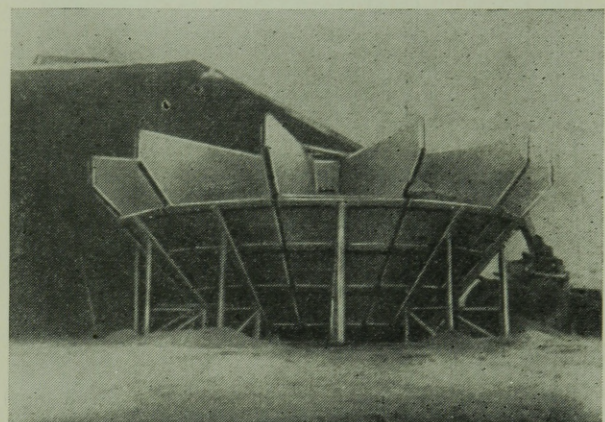
28. ábra Arbau-rendszerű kézi szkréperes betongyár

A keverőgép-szerkesztés mai irányait jellemzi az az általános törekvés, hogy a lehető legtöbb *típus-gépelemet* használják fel. Erre példaként bemutatom a Schlosser-cég 1500 literes keverőgépét (24. ábra), amelyen villamos motorok és a hajtóművek típusszerelvények, csupán a vaszerkezeti és lemezlakatosmunka egyedi. Ezen a gépen a keverék gyors és szétosztályozódástól mentes kiürítése érdekében az ürítőnyílás (25. ábra) különösen van elhelyezve, amit az álló dob lehetővé tesz. Ezen a gépen valamennyi funkciót külön motor végez. Az összes neves gépgyárak (LBH Kema, Eirich, Schlosser, Blow—Knox stb.) ma már ezt az irányzatot követik elemgyári célra készített gépek esetén. Ez lehetővé teszi a keverőgép *nyomógombos vezérlését*, amely a keverő gépésztsz felszabadítja a nehéz munka alól és helyette időt kap munkája szellemi részének az elvégzésére: a keverék ellenőrzésére.

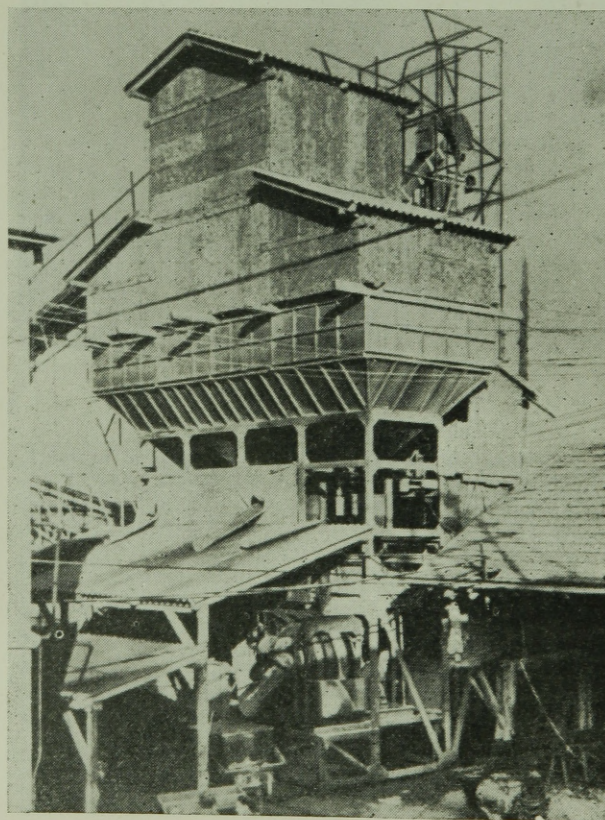
A nagy teljesítményű keverőgépek folytonos üzemben igen nagy értékű anyagot készítenek egy-egy műszakban. Ezért az elemgyárak arra törekednek, hogy a szubjektív hibákból eredő selejtet kiküszöböljék. E cél érdekében továbbfejlesztették a nyomógombos vezérlést, és időrelékből felépített *követő-automatákat* szerkesztettek (26. ábra, Schlosser). Ezek valamennyi keverési műveletet a megfelelő időpontban indítják, a szükséges ideig tartják fenn és a legjobb pillanatban fejezik be. Az automaták alkalmazásának gazdaságossága nem a termelékenység emelkedésében, hanem a gyártás közben mutatózó szórás csökkentésében mutatkozik, ami



29. ábra. Középteljesítményű betongyár (ARBAU)

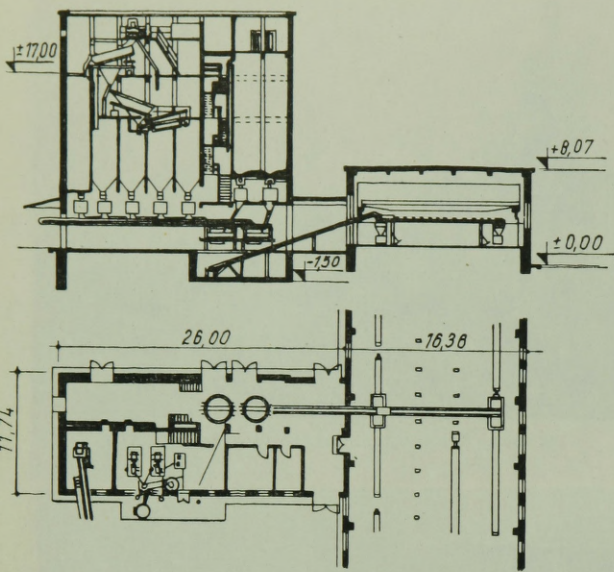


30. ábra. Nagyteljesítményű betongyár fejeletti rakodással (ARBAU)

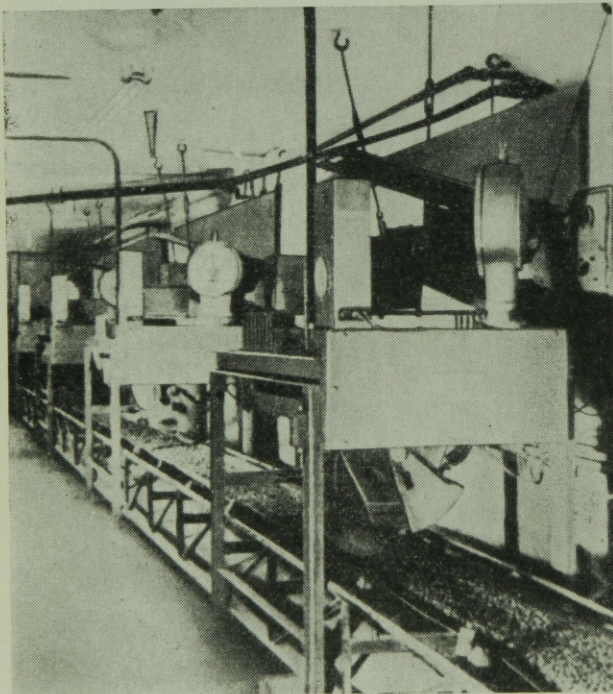


31. ábra. Soros mérlegelrendezésű Sawo-rendszerű betongyár

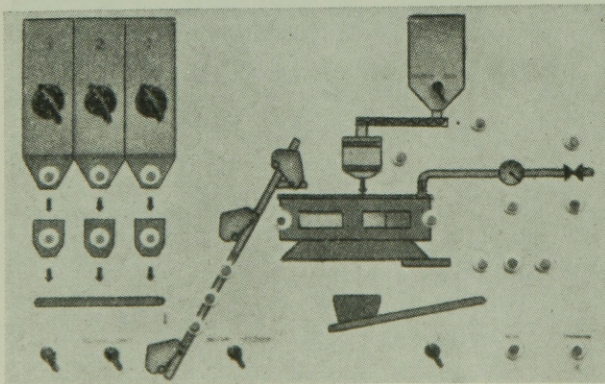




32. ábra. Soros mérlegelrendezésű betongyár (Iparterv)



33. ábra. Pfister mérleg soros elrendezésben



34. ábra. Eirich-rendszerű betongyártó automata kapcsolótáblája

nyersanyag megtakarítással egyértelmű. Legújabbban amerikai cégek nyomtatott áramkörös, tisztán *elektronikus*, tranzistorokkal felszerelt *vezérlőberendezéseket* hoztak forgalomba, korlátlan variációs lehetőségekkel. A hatékonyabb keverés érdekében különféle keverő szerszámokat szerkesztettek és bevezették a kopásálló acélok alkalmazását a betonnal érintkező gépelemeken.

Megemlítem, hogy a *keverőgép és a gyártmány nagyságát* célszerű összehangolni. Minél kisebb a gyártmány térfogata a keverőgéphez viszonyítva, annál inkább mutatkozik a sorozatterméken a keverék összetételében mutató szórás. Ha a gyártmány térfogata nő, akkor a nyert termék szilárdságában mutató szórás csökken.

### Betongyárak

Az eddig ismertetett elemekből épülnek fel a betongyárak, a tulajdonképpeni betonkészítő üzemek. Két alaptípusukat különböztethetjük meg: az egyikben az adalékanyagokat szabadon, a terepen tárolják, a másikban silókban. A cementet ma már a legkisebb építkezésnél és így az elemgyárakban is silóban tartják a fejlett iparú országokban.

Az *adalékokat a terepen tároló betonüzemek* legolcsóbbika a puttonymérleggel és kézi szkréperrel felszerelt keverőgép (27. ábra, Kaiser). A keverőgép kezelője, vagy nagyobb kihasználtság esetén külön személy kezeli a szkrépert. Előnye egyszerűségében rejlik. A teljesítmény fokozásával a szkréperkezelőnek egyre kevesebb ideje marad a mérleg ellenőrzésére, ezért ezt a funkciót célszerű a keverő gépre bízni. Így jött létre az ARBAU mérő-adagoló (28. ábra), amely segítségével két fő 6—15 m<sup>3</sup>/ó betont tud gazdaságosan, mintegy 0,25%-os mérési összehibával előállítani. 30—40 m<sup>3</sup>/ó betonmennyiség esetén nagyobb teljesítményű szkréper kell és a 17. ábrán bemutatott motoros adagoló automata (29. ábra). A teljesítményt tovább, 60 (70) m<sup>3</sup>/ó értékig növelve, fej feletti rakodót használnak, amely ugyancsak a 17. ábra szerinti automata tároló tasakjaiba rakja bele az egyes frakciókat (30. ábra, ARBAU). Ezek az egyszerű és olcsó betongyárak — tapasztalatom szerint — a legkényesebb keverékek összeállítására is alkalmasak. Ez magyarázza általános elterjedtségüket.

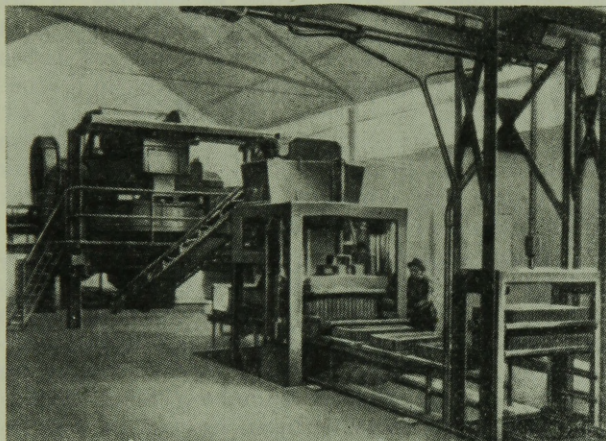
Az *adalékokat silókban tároló betongyárak* költségesebbek, de üzembiztosabbak, mivel az egyszer felemelt adalék a nehézségi erő hatására jut a mérlegekbe. A silókban történő adaléktárolással egy szkréperkezelőt (fej-feletti rakodó stb.) takaríthatunk meg jelentős beruházás árán, de megvédhetjük az adalékanyagot a szennyeződéstől és a csapadéktól.

Két típusuk alakult ki: a *soros és a gyűjtőmérleges elrendezés*. Előbbire példa a SAWO-rendszerű betongyár (31. ábra). Mindegyik siló alatt mérleg van. Ezekből *gyűjtőkocsival* egy fő szedi össze az adagokat. További gépesítést tesz lehetővé az anyag összegyűjtése *szállítószalaggal* (32. ábra). Komárom megyei Vasbetongyár. Ha-



sonló elrendezést láthatunk a 33. ábrán, billenő-mutatós, körszámlapos előválasztásra alkalmas Pfister-mérlegekkel. Ezek a soros mérleg-elrendezésű betonüzemek sok frakcióból felépített, kis hízagtartalmú adalékhalmozokból kevert betonok készítése esetén indokoltak. Itt megfelelő üritő berendezéssel kell gondoskodni a mérlegszekrény maradéktalan kiürítéséről. Ilyen típusú betongyárakat főleg az Eirich-cég készített (34. ábra), újabban automatikával egybekapcsolva. Ezáltal egy fő ellátja a betongyárt és az elemgyártó automata felügyeletét (35. ábra). Soros elrendezés használata 30 m<sup>3</sup>/ó teljesítmény felett gazdaságos.

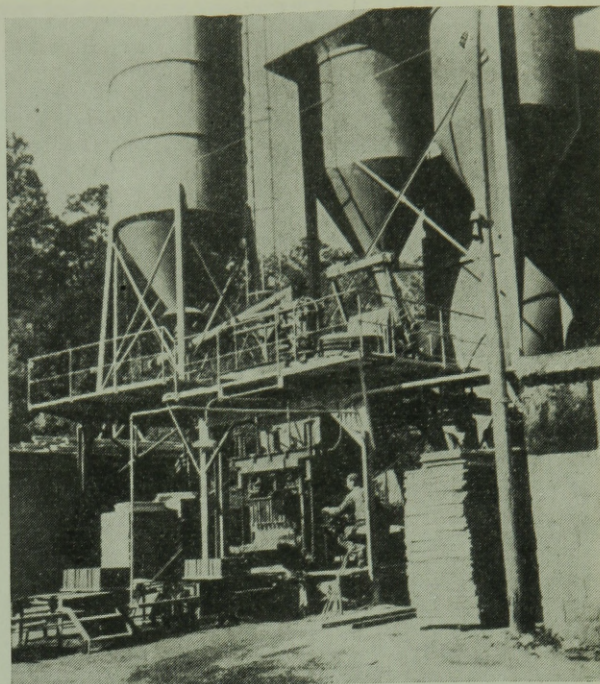
A gyűjtőmérleges vagy parallelmérleges elrendezés esetén a kisebb egységekben valamennyi adaléksiló alól egy közös mérlegbe adagolják az adalékfrakciókat, hasonlóan az ARBAU-féle



35. ábra. Eirich-rendszerű automatika

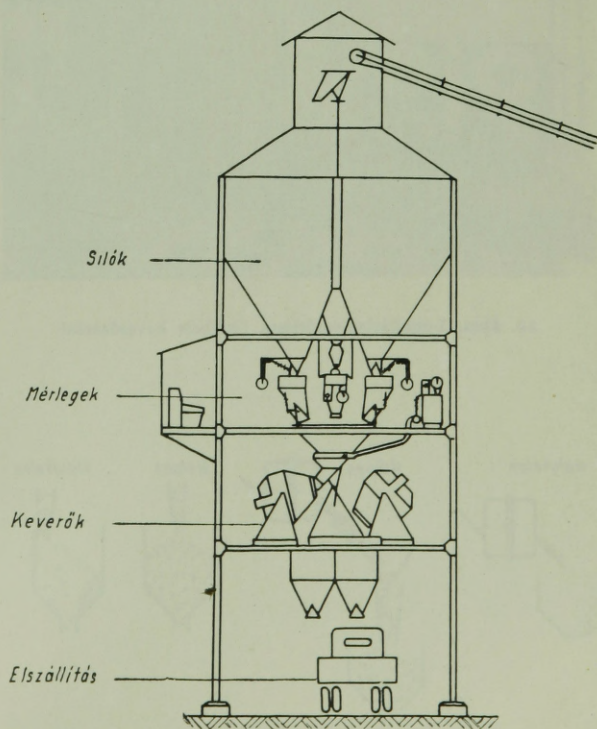
betongyárhoz. Ilyen pl. a WAIMER-féle betongyár (36. ábra). Ezek 15—30 m<sup>3</sup>/ó teljesítményig használatosak. A nagyobb egységekben minden adaléksiló alatt külön mérleg van. Ezen betongyárak alaptípusai az amerikai JOHNSON keverő telepek voltak. Lényegükben adalékanyagokat és cementet tároló acélsilókból, ezek alatt elhelyezett mérlegekből gyűjtőtölcsérekből, keverőgépekből és betonbunkerekből vannak felépítve. Hét-féle nagyságban gyártják (114-től 1.025 m<sup>3</sup> adalék, illetve 26—240 t cement befogadóképességgel).

Ezen az elven épül fel a Vögele—Pfister betonkeverőtorony (37. ábra). A torony teljesítménye függ a keverőgépektől, a mérlegek át-bocsátó képességétől és a készített beton összetételétől. Jól összehangolt egység óránkénti beton-teljesítménye kb. a fele az összes silótérfogatnak (!). Egy Német Szövetségi Köztársaságbeli házgyárban felállított Liebherr-típusú betongyárat mutat be a 38. ábra. Ez 70—145 m<sup>3</sup>/ó teljesítményű, 4—8 az adalék és 1—8 a cementsilóknak a száma a szükségletnek megfelelően. A két keverőnek villamos teljesítmény felvétele 2 × 38 kW, a többi berendezésnek 15 kW. Amikor betongyárról beszélnek, többnyire ilyen jellegű berendezést értenek azon. A betongyárak teljesítőképessége



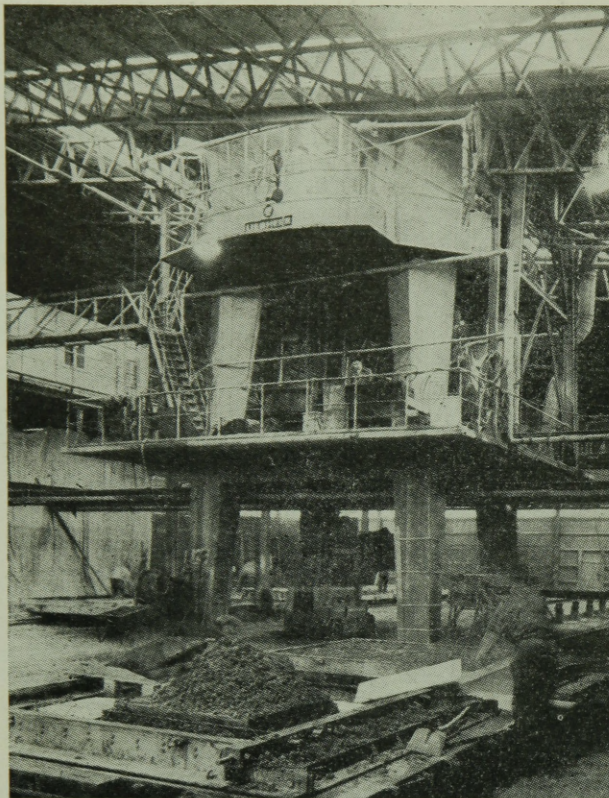
36. ábra. Waimer-rendszerű betongyár

csak automatizálással és központi elektromos kezeléssel használható ki. Az automatákat követő rendszerű időrelésorozatból építik fel. A folyamat indításakor a mérlegek üritő szerveit zárják, majd elindítják az anyagfolyamot, az előírt súly elérésekor elzárják azt, valamennyi mérleg (anyag) meglétekor üritenek, indítják és megtöltik a keverőt, beadják az előírt vízmennyiséget, utókevernek és üritenek, majd leállnak (egyes keverés). Sorozatkeverésre állítva az automatikát a

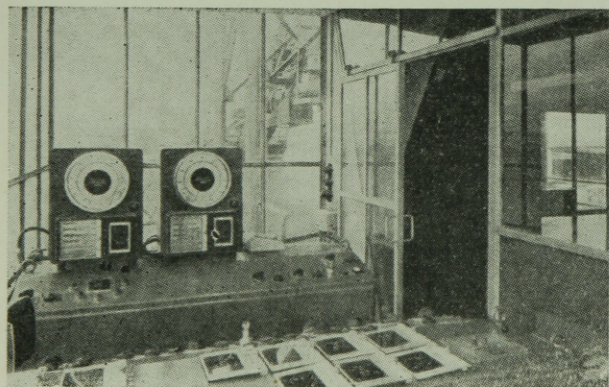


37. ábra. Vögele-Pfister betongyár sémája

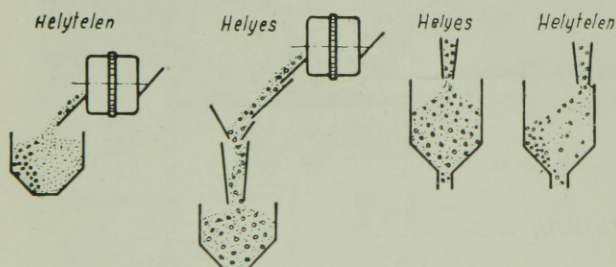




38. ábra. Liebherr betongyár összeszerelhető házat gyártó üzemben (N. Sz. K.)



39. ábra. Lyukkártyavezérlésű Liebherr keverőasztal



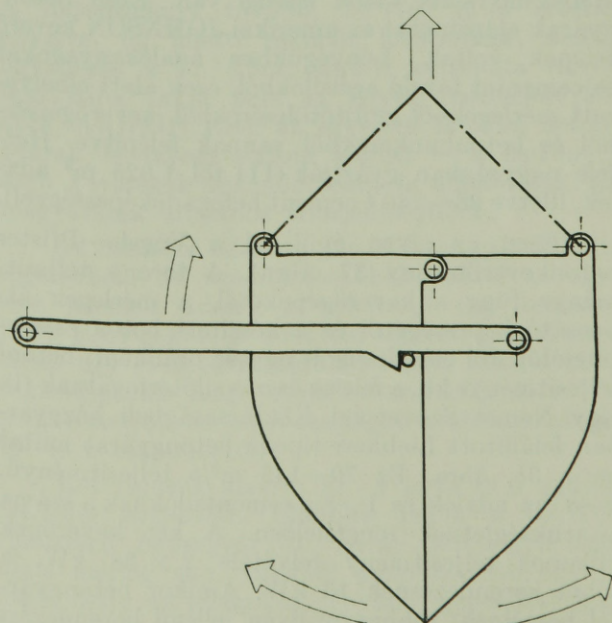
40. ábra. Keverékűrités néhány helyes és hibás módszere

keverés megindulásakor már újból indulnak a mérlegek és mire a keverőgép kiürült, újra töltnek. A betonüzem betontartályának szintállásjelzőjével is lehet vezérelni az indulást. Az automatikát úgy készítik el, hogy a mérlegeket előválasztó berendezéssel kötik össze, így egy asztalról egyetlen kézmozdulattal lehet a keveréket megváltoztatni. Újabban lyukkártyavezérlést is alkalmaznak (39. ábra, Liebherr).

Az elvégzett gazdasági számítások és a tapasztalat szerint az utóbbi nagyüzemek beállítása már 10 000 m<sup>3</sup>/év kihasználtság esetén is kifizetődik az anyag megtakarítás következtében. A betonüzemeket felszerelik az adalék fagymentesítésére és a keverővíz felmelegítésére szolgáló készülékekkel, így téli üzemük is biztosított.

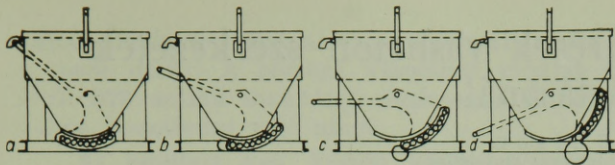
A betonüzemek fontos kiegészítői az elszállító berendezések. A legkorszerűbb osztályozó, mérlegelő és keverőberendezésekkel előállított betont is tönkretelheti a rossz őrítés és szállítás. A 40. ábra a helyes és hibás betonűrités néhány példáját mutatja be. A 41. ábra sokféle kényes beton szállítására egyaránt alkalmas, szétrnyiló betonszállító puttonyt ábrázol. Hasonlóan jó a 42. ábra szerinti görgőszáras puttony. A 43. ábrán bemutatott kibillenő betonszállító tartályt csak plasztikus, sok homokot tartalmazó keverékek szállítására szabad használni.

*Összefoglalva*, a bonyolult, korszerű betongyárak létesítése ott, ahol 10 000 m<sup>3</sup>/év betonfelhasználás biztosítható, kifizetődik, ha élesen osztályozott adalékanyaggal való ellátásukat megoldották. Beállításuk további lépés a fizikai és szellemi munka közötti különbség felszámolásának az útján. Lehetővé teszi, hogy a keverő gépezet poros piszkos környezetből műszerek kezelőjévé emeljük ki. Hazai viszonylatban általános alkalmazásuk évi 150 millió forint értékű cement megtakarítását teszi lehetővé az építőiparban és az elemgyárakban. Ebből az összegből egy év alatt megtérülne négy legkorszerűbb osztályozó



41. ábra. Szétrnyiló keverékszállító puttony





42. ábra. Görgőzárás keverékszállító puttony

(à 25 millió forint), hat bonyolult betonüzem (à 6 millió forint) és 56 ARBAU-szerű betongyár (à 250 ezer forint) beruházása. Kérem a Konferenciát, ajánlásai között szerepeltesse a legkorszerűbb betongyárak létesítését minden elemgyárban, építési körzetben és munkahelyen.

#### IRODALOM

1. Eirich Hauptkatalog. Hardheim/Nordbaden 1962.
2. Schlosser Hauptkatalog. Michelbacher Hütte 1960.
3. Liebherr-Mischtürme. Selbstverlag. Schussenried/Würt. 1961.
4. Niagara Screen and Plant Ltd, Rochester. General-catalogue 1961.
5. ARBAU — Mischanlagen. Selbstverlag. Heidelberg 1962.
6. Hauptkatalog v. F. Kaiser. Selbstverlag. Düsseldorf 1961.
7. Automatische Betonherstellung. F. Waimer. Köln 1961.
8. Pfister Hauptkatalog. Selbstverlag. Augsburg 1959.
9. Avery A. & T. Ltd. Generalcatalogue. Rochester 1962.
10. Girszki—Lapir—Szusznyikov: Avtomatizirovannie betonnie i rasztvornie zavodi. Masgiz, Moszkva 1958.



43. ábra. Plasztikus, homokdús keveréket szállító puttony

11. Tóth: Építőelemek sorozatgyártása. Budapest Műszaki Könyvkiadó 1962.
12. Tóth: Épütelemgyárak adalékosztályozó üzemeinek problémái. Építőanyag, 1959. 5. szám.



# Minőségellenőrzés és mérettűrések vasbeton szerkezetek sorozatgyártásánál

Dr. GYENGŐ TIBOR  
a műszaki tudományok doktora, Alpár-díjas

A gyárilag előregyártott vasbeton és feszített beton szerkezeti elemektől megkívánjuk, hogy azok mind minőségben, mind mérethelyességben felettle álljanak a helyszínen gyártott hasonló elemeknek és a helyszíni betonozású szerkezeteknek. Megkívánjuk tőlük, hogy az elemek betonja nagyobb szilárdságú legyen, a beton minősége kevésbé ingadozó, az elemek mérethelyesebbek, külső felületük tömöttebb, fészkektől és egyéb felületi hiányosságoktól mentesebb legyen, mint a helyszíni betonszerkezeteké. Megköveteljük továbbá, hogy az elemek a gyártás időpontjától függetlenül mindig a gyártmányra jellemző azonos jó minőségben és formában álljanak rendelkezésre.

Az üzemen előregyártott vasbeton és feszített beton elemekkel szemben támasztott ez a nagyobb kívánalom természetes követelmény, mert ugyanezt kívánják meg minden más iparág gyárilag előállított tömegcikkétől is. A beton-elemgyárakban meg is van a lehetősége az említett kívánalmak kielégítésének.

A jó és egyenletes minőség biztosításának minden gyártási adottság mellett egyik elengedhetetlen feltétele a gyártás ellenőrzése és a gyártmány minősítése. E tanulmány első részében az elemgyárakban végzendő minőségellenőrzéssel, második részében pedig a gyártott elemek mérettűréseivel foglalkozunk.

## A minőségellenőrzés

A betonelemgyárakban a minőségellenőrzésnek két fajtáját különböztethetjük meg:

- a) A gyártásközbeni minőségellenőrzést.
- b) A késztermékek minőségellenőrzését.

A két változat közül az első a helyes és a követendő út. A hazai betonelemgyárakban sajnos meg van a hajlam ezzel szemben az utóbbi ellenőrzési mód felé. Az MSZ 16030 „Előregyártott vasbeton és feszített beton szerkezeti elemek. Vizsgálat és minősítés” szabvány sem emelte ki eddig a gyártásközbeni folyamatos ellenőrzés fontosságát, és inkább a késztermékek, ill. betonjuk ellenőrzését hangsúlyozta. A gyártásközbeni folyamatos ellenőrzés lehetősége pedig nagy előnye a gyári elemgyártásnak a helyszíni gyártással és betonozással szemben, ahol általában annak lehetősége nincs meg. Ezért ezzel a lehetőséggel a legmesszebbmenően élni is kell.

A betonelemgyártó iparág az egész világon a gyártásközbeni folyamatos ellenőrzés felé halad, és ennek minél tökéletesebb kifejlesztése érdekében az ipari betonkutatás egyik fő törekvése megfelelő műszerek kialakítása, mint ahogy ezt a tudományos kutatás célkitűzéseivel foglalkozó, az Egyesült Nemzetek és az UNESCO közös kiadásában 1962-ben megjelent Current Trends in Scientific Research című mű is megállapítja.

Ha csak a késztermékeket minősítjük, vagy csak a termékekkel egyidejűleg készített akár szabványos, akár a termékkel azonos módon gyártott betonpróbatesteket vizsgálunk, akkor az ezeken nyert eredmények csak utólagosan — legjobb esetben egy héttel később — adnak képet a gyártás minőségéről. Az esetleges hiányosságoknak, a beton nem kellő minőségének megjavítására tehát az intézkedéseket csak ennyivel később lehet megtenni. Ez legjobb esetben is azt jelenti, hogy a legutolsó hét termelése — amely feltehetően szintén hiányos minőségű — kárba vész, ami súlyos gazdasági kárt jelenthet.

A folyamatos ellenőrzés a vasbeton és a feszített betonelemgyártásban a következőkre terjedjen ki:

Elsősorban állandóan vizsgálni kell a gyártáshoz készen kapott anyagokat, úgymint az acélt és a cementet. Ezeknek ellenőrzési módjához sok mondanivaló nincs, a vizsgálati módszerek ismertek.

Az acélvizsgálatok rövid időt igényelnek, tehát azok eredménye már a felhasználás előtt ismertté válik, és szükség esetén a megfelelő intézkedések meg is tehetők.

Nem ez a helyzet a cementnél, mert a cement szabványos vizsgálata hosszabb időt igénylő művelet, és sok esetben az elemgyári laboratóriumok nincsenek is a szabványos cementvizsgálatok elvégzésére felszerelve, hanem kénytelenek a cementet megvizsgálás céljából egy hatósági laboratóriumba küldeni. A szabványos cementvizsgálatokra fel nem szerelt gyári laboratóriumok azonban közelítőleg tájékozódhatnak a cement minőségéről egy egyszerű kötéspróba és főzőpróba elvégzésével.

A cementtel szerencsére nem is szokott baj lenni, úgyhogy a cement vizsgálata általában csak mintegy igazolásul szolgál. A cement, ha azt huzamosan ugyanabból a gyárból szállítják, minőségében nem nagyon ingadozik, hacsak szemmel látható eltérést nem mutat a megszokottól. Helyes mégis — a gyártmányminőség egyenletességének igazolására —, ha a gyári laboratóriumok a felhasznált cementmennyiség után a szabványok által megszabott minősítő vizsgálatokat elvégzik, illetve elvégeztetik. Minden esetben meg kell vizsgálni, illetve vizsgáltatni azonban a cementet, ha annak minőségében változás látszik fennforogni; ha ugyanabból a gyárból kikerült, azonos márkájú cementnek a színe más, a cement vízigénye érezhetően megváltozott, a kötési időben mutatkozik eltérés, vagy egyébként azonos körülmények között a beton szilárdsága adódik kisebbre, a betontest belsejében puha, meg nem kötött részek találhatóak stb. Ilyen gyanús esetekben a cementet nem szabad felhasználni, vagy a beépítést mindaddig szüneteltetni kell, amíg a vizsgálat



annak alkalmazhatóságát vagy alkalmatlan voltát el nem dönti. A cement vizsgálati módját az MSZ 523 számú szabvány részletesen körülírja, ahhoz hozzátenni való nincs.

Az említett két, készen kapott alapanyag vizsgálata mellett állandóan ellenőrizni kell mindazokat a gyártási mozzanatokat, tényezőket, amelyek a beton szilárdságát befolyásolják. Ha ui. a beton szilárdságát befolyásoló tényezőket állandóan kézben tartjuk, és azok megfelelő voltáról gondoskodunk, akkor a belőlük vagy alkalmazásukkal készített beton szilárdságának is megfelelőnek kell lennie. Ezzel a módszerrel a beton egyenletességét sokkal jobban biztosítjuk, mintha ellenőrző próbakockákat készítünk, és ha azok nem bizonyulnak megfelelő szilárdságúnak, a csökkent minőség okát utólag igyekszünk felderíteni, továbbá a szilárdságcsökkentő okot kiküszöbölni.

A beton szilárdságát (minőségét) befolyásoló és ennek megfelelően a vizsgálandó tényezők a következők:

1. Az adalékanyag szemszerkezete (a frakciók élessége).
2. A beton keverési aránya (az adagolás pontossága).
3. A tényleges vízcementtényező nagysága (beleértve az adalékanyag természetes nedvességtartalmát).
4. A beton bedolgozása (tömörítése).
5. A beton érlelése (érettségi foka).
6. A beton utókezelése.

1. Az adalékanyag szemszerkezetét a súlyállandóságig kiszárított adalékanyagon laboratóriumi szitapróbákkal állapítjuk meg, majd a szitapróba eredményéből felrakjuk a szemszerkezeti görbét vagy számítjuk az Abrams-féle finomsági moduluszt. Ezeket összehasonlítjuk az előírt értékekkel. A termékek szemszerkezetére általában két határgörbe van megadva. Az adalékanyagnak e kettő közé kell esnie, vagy a finomsági modulusz az előírttól legfeljebb + 7, ill. — 11%-kal térhet el.

A frakciók élességének ellenőrzésére az egyedi gyakorlati módszer, hogy a kiszárított adalékanyagot a két frakcióhatárnak megfelelő rostán vagy szitán átbocsátjuk. A frakció élességi vizsgálata során nem is az a fontos, hogy a frakcióban a felső határnál nagyobb, illetve az alsó határnál kisebb szemcsék mennyisége ne legyen nagyobb, mint az MSZ 449 számú szabványban előírt 10, ill. 15%, hanem az, hogy a határnál nagyobb, ill. kisebb szemcsék mennyisége mindig azonos mennyiségű legyen. Hiszen ha a frakciók összetétele állandó, akkor az a betonkeverék tervezése alkalomával figyelembe vehető. Erre a figyelmet azért kell felhívni, mert a különböző osztályozó berendezések különböző élességgel dolgoznak. De ha változik az osztályozandó nyers adalékanyag szemösszetétele, a szemcsék alakja, akkor megváltozhatik az osztályozó berendezés adta frakciók élessége is, és ezt a változott körülményt a keverék összeállítás során azonnal figyelembe kell venni.

A betonelemgyári gyakorlatban azonban az adalékanyagnak az említett vizsgálatával általában nem szabad megelégednünk. Elegendő ez a vizsgálat akkor, amikor a betonnal szemben nem támasztunk különösebb követelményt. Ha a beton nagy szilárdsága elsőrendűen esik latba — ahogy mind inkább ez a helyzet, mert a betonelemgyárak rohamosan térnek rá a feszített betonelemek gyártására —, akkor az adalékanyagot még további vizsgálatnak kell alávetni.

A szabványos szemszerkezeti görbében vagy az Abrams-féle finomsági moduluszban ugyanis nem érvényesül kellő súllyal a finom homok, a homokliszt — a 0,2 mm alatti szemcsenagyság — szerepe. A nagyobb cementtartalmú, nagyszilárdságú betonok minőségét pedig a finom homokliszt mennyisége erősen befolyásolja. Ezért a 0,2 vagy 0,1 mm-nél kisebb szemcsenagyságú rész mennyiségét, ill. százalékos mennyiségét külön kell elbírálni.

2. A beton keverési arányát minden betonfajtára a ténylegesen felhasználásra kerülő adalékanyaggal és cementtel végzett előzetes laboratóriumi próbakeveréssel és szilárdsági próbakkal kell meghatározni. Gyártás közben az így megállapított keverési arány betartásának ellenőrzése a feladat az adagolás során, ill. annak vizsgálata, hogy a kész beton szilárdsága a keverési arány betartása mellett sem változik-e valamely oknál fogva (pl. az adalékanyag saját szilárdságában, a cement sajátosságában következett be változás).

Az adagolás pontosságát leghelyesebb szűrőpróbaszerűen az adagoló mérlegeknél ellenőrizni úgy, hogy a kimért adagot ellenőrző mérlegen is lemérjük. Helyes időszakonként a friss betont is megvizsgálni és megállapítani a keverék összetételét. Ennek a hazai körülmények között legjárhatóbb útja, hogy a friss keveréket a keverés után lehetőleg fél órán belül szárító kemencébe helyezzük, és a kiszárított keveréket szitapróbának vetjük alá. A szárítás előtti és a szárítás utáni súlykülönbség megadja a keverővíz mennyiségét, a szitapróba pedig a tényleges cementmennyiséget és az adalékanyag szemszerkezeti összetételét. A cementmennyiség ezzel a vizsgálattal nem határozható meg egészen pontosan, mert e vizsgálat során a cementfinomságú adalékszemcsék is cementnek minősülnek. Ezt a hibát azonban az adalékanyag finom szemcsetartalmának ismeretében jól ki lehet javítani.

Helyes, ha a friss betonkeverék vizsgálatát kiegészítjük a szabványos kockapróbákkal is. E kockapróbák jó képet adnak a keverék minőségéről, egyenletességéről, megbízhatóságáról. Hosszú időtartamról rendelkezésre álló nagyszámú próbakocka statisztikusan értékelve nagyon megbízhatóan tájékoztat a gyár betonjának egyenletességéről, a várható szórásról. Ilyen adat birtokában pedig esetenként kisebb számú próbatestből (3—5 db) is olyan megbízhatósággal tudunk a beton minőségére következtetni, amelyhez ilyen statisztikus adatok hiányában sokkal nagyobb számú (20—30 db) próbatest volna szükséges.

Az az irányzat, hogy a friss betonkeverékből műszakonként készüljenek próbakockák, amelye-



ket a gyártandó elem betonjával azonos módon és intenzitással kellene bedolgozni, érlelni és utókezelní felesleges, sőt helytelen.

A próbakockákat ugyanis a gyakorlatban — eltekintve a munkásoknál el nem érhető egyenlő munkától — nem lehet a termékkel azonos módon sem bedolgozni, sem érlelni, sem utókezelní. Nem lehet már azért sem, mert a próbakocka tömege, alakí tényezője egészen más, mint a gyártandó elemé. A bedolgozás nem lehet azonos, mert a nagy tömegű, nehéz gyártmányokat nagy vibróasztalokon dolgozzák be, a kisebbeket vibróprésekkel. Ezek bedolgozási munkáját és hatását nem lehet azonosítani a kockánál, akár kés-vibrátorokkal, akár vibróasztalokon tömörítjük be a betont a kockaformába. A csúszózszaluzatos gyártási mód bedolgozási munkáját utánozni sem lehet a próbakockán. Az alakí tényező különbözősége és a kockatest elhelyezkedése az érlelőkamrában eltérő érlelést eredményez a próbatest és a termék között. Ugyanez vonatkozik az utóérlelésre.

Sokan vannak pedig, akik e kockák minősége alapján teljesen tévesen következtetnek a termék betonjának minőségére, mert a kocka és a gyártmány betonjában csak a keverék azonos, de a beton minőségét befolyásoló többi tényező mind teljesen eltérő. A kockából tehát a termék betonjának minőségére következtetni nem lehet.

3. A beton gyártásközbeni folyamatos ellenőrzésének egyik legfontosabb művelete a vízcementtényező — a konzisztencia — gyakori ellenőrzése kell, hogy legyen. Ezt a vizsgálatot, ha a víz automatikus adagolása, amely az adalék természetes nedvességtartalmát is figyelembeveszi, nem biztosított, műszakonként többször is el kell végezni.

A vízmennyiség mérésére ma már nagyon jól működő készülékek szolgálnak, amelyek az adalékanyag, ill. a friss betonkeverék elektromos vezetőképességének változásából következtetnek a vízmennyiségre. Ilyen készülékkel gyorsan lehet az adalékanyag természetes nedvességtartalmát, hasonlóképpen a friss betonkeverék nedvességtartalmát megállapítani. Ezen az elven alapszik a korszerű betonkeverő-telepeken az automatikus vízadagoló berendezések működése is.

Miután e készülékek az elektromos vezetőképesség változásából következtetnek a keverék vízmennyiségére, ezek csak akkor adhatnak pontos és megbízható eredményt, ha a keverék összes egyéb jellemzője, tehát a cement minősége és mennyisége, az adalékanyag ásványi összetétele és szemszerkezete változatlan és állandó. A keverék elektromos vezetőképességét ugyanis, ha kisebb mértékben bár, de mégis befolyásolják a szilárd alkotóelemek anyagtulajdonságai is. A készüléket az adott keverékre, azt különböző vízmennyiségekkel összekeverve, előzetesen be kell kalibrálni.

Tudomásom szerint a hazai betonelemgyárak ilyen készülékekkel ez ideig nem rendelkeznek. Nem lehet azonban elég nyomatékosan a figyelmet felhívni arra, hogy a gyárakat ilyen készülékkel szereljék fel. Köztudomású ui., hogy a vízmennyiség mennyire befolyásolja a beton szilárdságát.

Mindaddig, amíg a betonelemgyáraink ilyen készülékekkel nem rendelkeznek, a betonkeverőkből kikerült friss keveréken nagyon sűrűn konzisztencia vizsgálatot kell végezni. A konzisztencia vizsgálatoknak többféle korszerű módja van. Ezek közül minden gyárnak azt kell kiválasztania és alkalmaznia, amely a gyárban készülő betonkeverékre a legmegbízhatóbb. Mint ismeretes, egyik konzisztencia mérési mód sem mondható olyanoknak, amelyek a földnedvestől az önthető betonig, a homokdús keveréktől a homokszegényig egyenlően megbízható volna.

4. A beton bedolgozottságának ellenőrzésére egyelőre nincsen mérőszámot szolgáltató, gyakorlatilag bevált vizsgálati módszer, bár elvileg lehetne a bedolgozottság mértékét a behatolás mértékével, vagy egy bizonyos fajtajú és mértékű alakváltozáshoz szükséges munkával mérni. Ezért az elemgyári gyakorlat számára leghelyesebb ellenőrzési mód, ha szűrőpróbaszerűen ellenőrzzzük a tömörítési munkát (a tömörítés és bedolgozás végzésének módját, idejét, a tömörítő gép változása esetén a gép műszaki jellemzőit) és tapintással a bedolgozott beton tömörségét.

5. Nagyon fontos mozzanata a gyártásközbeni betonellenőrzésnek az érlelés ellenőrzése. Az érlelésnek, vagy helyesebben a beton érettségének ellenőrzése, különösen a feszített beton szerkezeti elemeknél fontos. Ezeknél ui. a feszítőerőnek a betonra bocsátásakor ahhoz, hogy a gyártmány ne károsodjék, a feszítőerőt megtartsa, a betonnak bizonyos érettségi fokkal kell rendelkeznie.

A beton érlelését, érettségi fokát az érlelés órafokszámaival, mint nagyon jó mérőszámmal a gyakorlat számára kielégítő pontossággal tudjuk mérni. Az órafokszám automatikus mérése termografokkal könnyen végrehajtható. Ezek grafikonjaiból a hőszolgáltatásban esetleg beállott átmeneti kiesések is azonnal kiderülnek. Feszített beton szerkezeti elemeknél a feszítőerőnek a betonra bocsátását csak akkor lenne szabad elvégezni, miután a gyár minősítő laboratóriuma a termograf alapján megállapította, hogy a beton átessett-e a technológiai előírásban lefektetett kielégítő érlelésen.

6. A beton utókezelését szintén csak szűrőpróbaszerűen, az utókezelési előírások betartásának ellenőrzésével lehet vizsgálni.

Ha az elemgyárakban a gyártásközbeni ellenőrzést az említett tényezőkre vonatkozóan állandóan és gondosan elvégzik, és meggyőződnek azok megfelelő voltáról, akkor ez a gyártmány szempontjából sokkal nagyobb biztosíték, mint a készterméken akármilyen nagyszámú próbatesten végzett minősítő vizsgálat. A készterméken végzett minősítő vizsgálat akár el is volna hagyható, ha a gyártásközbeni ellenőrzés során minden vizsgálat eredménye megfelelő volt. A késztermékeken végzett próbák száma ilyenkor legalábbis jelentősen lecsökkenthető, mert a termék minősége megbízhatóbb és minőségének szórása sokkal kisebb lesz ahhoz képest, mint amikor gyártásközbeni ellenőrzést nem végeznek, ill. a gyártásközbeni ellen-



őrzéskor mutatkozó hibák kiküszöböléséről azonnal nem gondoskodnak.

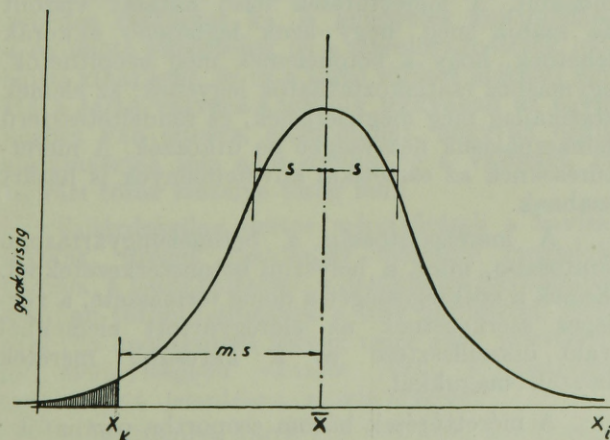
Az előregyártott vasbeton és feszített beton szerkezeti elemek vizsgálati szabványának jelenlegi átdolgozása során ez az irányelv érvényesült is. Az új szabványtervezet megfelelő eredményű gyártásközbeni ellenőrzés esetén a késztermék minősítéséhez kevesebb próbatesten végzendő vizsgálatot ír elő. Ez az intézkedés a gyártmány minőségének egyenletesebb és jobb minőségűvé tétele mellett a roncsolásos minősítő vizsgálatok nagy költségét és termékpusztítását kívánja csökkenteni, tehát a gazdaságosságot szolgálja.

Az új szabványtervezet a termék minősítéséhez  $0,10\sqrt{T}$  számú elem megvizsgálását írja elő, ha gyártásközbeni ellenőrzés folyt, és az megfelelő eredményt adott, szemben a  $0,14\sqrt{T}$  elemmel abban az esetben, ha gyártás közben ellenőrzést nem végeztek, vagy az nem volt kielégítő. ( $T$  a minősítendő termékek száma.)

A betonelemek minősítése, mint általában az azonos gyártási eszközökkel és adottságokkal készülő tömegekkel, csakis egy várható valószínűség feltételezésével statisztikus alapon történhetik. Azt a kívánalmat ugyanis, hogy egy bizonyos érték alá pedig egyetlen elem minősége sem eshet, kielégíteni nem lehet. Ez a követelmény ui. azt hozná magával, hogy a termék átlagos minőségét jóval magasabban kell tartani a gyakorlatilag ésszerű mértéknél, ami pedig a gazdaságosság rovására megy, és nem is indokolt.

A statisztikus értékelés alapjaként a gyakorlat számára nagyon jól használható fel a Gauss-féle haranggörbe, vagy normál eloszlási görbe, habár a betonelemgyártás esetében e görbe elméletileg nem fedi teljesen a való helyzetet. A gyártmány minőségében ugyanis sem negatív, sem végtelen nagy érték nem fordulhat elő. Mégis e görbe a gyakorlati határok között a minősítést jól szolgálja.

A gyakorisági görbe (1. ábra) két értékkel, úgymint a középpértékkel és a szórás értékével jellemzett. A középpérték meghatározza a gyakorisági görbe helyzetét, a szórás pedig a szélességét. A minősítéskor megadhatók bizonyos határértékek, amelyeken túleső értékek csak egy meghatározott százalékos mennyiségben fordulhatnak



1. ábra

elő. Ezen az alapon végzett statisztikus értékeléshez három, ill. négy képlet szükséges. Ezek:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} \quad (1)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{n - 1}} \quad (2)$$

$$V = \frac{s}{\bar{X}} 100\% \quad (2a)$$

$$X_K = \bar{X} - ms \quad (3)$$

Az (1) képlet a számtani középérték közismert képlete. A (2) képlet a szórás értékét adja meg, amely nagyon jó mérőszám a termékalmaz egyenletességére. A termékek egyenletességének méréséhez a szórásnál is jobb mérőszám a variációs koefficiens (vagy relatív szórás), amely a szórás nagyságát a számtani középérték százalékában fejezi ki (2a) képlet. A (3) képlet pedig a középpértékből és a szórásból számítva a küszöbértéket adja. Az  $m$  tényező a megkívánt megbízhatósági szint szerint változó érték.

Az MSZ 16030. szabvány az értékelésnél mindig ezen az alapon állt. Kisebbségi hiányosságai mégis mutatkoztak az értékelési eljárásnak annyiban, hogy nagy szórások esetén — még ha az egyedi törési értékek megfelelőek is voltak — az  $X_K$  küszöbértékre (határigénybevételre) nagyon kis, sőt szélsőséges esetben negatív érték is adódhatott, ami gyakorlati szemmel nézve lehetetlen. Ilyen értékelési eredmény abból származhatott, hogy a szabvány előírásai szerint a nagy szórású tartománnyal rendelkező elemtömeg egy halmazként volt kezelhető, holott az a tétel, amelyben

1. táblázat

Próbatest szám	Legnagyobb relatív szórás (V) %			
	1. oszt.	2. oszt.	3. oszt.	4. oszt.
3	19,21	28,81	38,42	48,02
4	17,65	26,48	35,30	44,12
5	16,69	25,04	33,38	41,72
6	16,02	24,03	32,04	40,05
7	15,52	23,28	31,04	38,80
8	15,12	22,68	30,24	37,80
9	14,81	22,22	29,62	37,02
10	14,31	21,46	28,62	35,78
15	13,66	20,49	27,32	34,15
20	13,15	19,72	26,30	32,88
25	12,81	19,22	25,62	32,02
30	12,56	18,84	25,12	31,40
35	12,36	18,54	24,72	30,90
40	12,21	18,32	24,42	30,52
50	11,97	17,96	23,04	29,92
60	11,80	17,70	23,60	29,50
70	11,66	17,49	23,32	29,15
80	11,55	17,32	23,10	28,88
90	11,47	17,20	22,04	28,68
100	11,39	17,08	22,78	28,48



túl nagy szórás van, azonos halmaznak nem tekinthető, mert abban nemcsak véletlen jellegű, hanem rendszeres és durva hibák is vannak.

A most átdolgozott szabványtervezet segít ezen a hiányosságon. A tervezet szerint a statisztikus értékelési mód csak olyan tételre alkalmazható, melynél a relatív szórás a próbatest számtól és a megbízhatósági szinttől függően egy megadott határon belül van. A relatív szórás legnagyobb értéke az 1. táblázat tünteti fel. Ha egy termék-halmaz relatív szórása meghaladja pl. az 1. megbízhatósági osztály határait, akkor az csak 2. vagy olyan osztályúnak tekinthető, amelybe a szórás nagysága szerint még befér, ill. selejtnek minősítendő. Az új szabványtervezetnek ez az előírása véleményem szerint helyes, mert ha egy gyári terméknel a táblázati értékeknél nagyobb relatív szórás adódik, akkor a termék megbízhatónak egyáltalán nem minősíthető. A táblázat értékei nem szigorúak, mert még az 1. megbízhatósági osztályban is pl. öt próbatest esetében, a szórási tartomány — tehát az átlagérték alá és fölé eső értékeket együttvéve — 33,38%. A harmadik osztályban, melybe a közönséges fődémszerkezeti elemek sorolandók, e tartomány már 66,76%, és az alacsonyabb rendű szerkezetek esetében még nagyobb.

A szabvány 4 megbízhatósági osztályában az egyoldali valószínűség értékeit a 2. táblázat és a hozzájuk tartozó  $m$  szorzótényezőket a 3. táblázat adja meg.

Az első tekintetre furcsának tűnhetik, hogy  $m$  értékei annál nagyobbak, minél nagyobb a próbatestek száma, vagyis a küszöbérték kiszámításakor nagyobb próbatestszám esetében nagyobb értéket kell a középértékből levonni, mint kis próbatestszám esetében. Ez azonban csak látszólagos, mert nagyobb próbatestszám esetében a szórás értéke kisebb, tehát a küszöbérték számításakor végeredményben kisebb mennyiség kerül levonásba a középértékből.

A betonelemgyártásban a minőségellenőrzés — mint említettük — elsősorban a gyártásközbeni ellenőrzésből álljon, mert ez a legjobb biztosítéka a gyártmány egyenletes és megfelelő minőségének. Ezt azért kell hangsúlyozni, mert ezen a téren még sok a kívánnivaló. A gyártásközbeni ellenőrzéssel az említett előnyökön túlmenően anyagot is tudunk megtakarítani. A termék gyártásakor ugyanis nemcsak arra kell ügyelni, hogy a termék legalább megüsse az előírt minőségi szintet, hanem arra is, hogy az fölöslegesen túl jó se legyen. Az állandóan ellenőrzött, egyenletes gyártmányminő-

Próbatest száma	m tényező			
	1. oszt.	2. oszt.	3. oszt.	4. oszt.
3	—	—	1,12	0,958
4	—	—	1,17	1,01
5	—	—	1,24	1,07
6	—	—	1,29	1,11
7	—	1,88	1,33	1,15
8	—	1,92	1,37	1,18
9	—	1,96	1,39	1,21
10	2,24	1,98	1,41	1,23
15	2,32	2,06	1,47	1,30
20	2,36	2,11	1,51	1,33
25	2,40	2,14	1,53	1,35
30	2,41	2,15	1,55	1,36
35	2,44	2,18	1,57	1,39
40	2,45	2,18	1,58	1,39
50	2,50	2,22	1,61	1,42
60	2,53	2,24	1,63	1,43
70	2,54	2,26	1,64	1,45
80	2,56	2,27	1,65	1,46
90	2,57	2,28	1,66	1,47
100	2,58	2,29	1,67	1,48

séggel érhetjük el, hogy a gyártást nem kell a megkívánt minőségénél sokkal jobbra beállítani. Mert minél nagyobb a szórás, az átlagértéknek annál nagyobbak kell lennie, hogy abból és a szórásból a (3) képlet szerint számított küszöbérték még megfeleljen az előírtnak.

#### A mérettűrések

Betonelemet — mint ahogy bármilyen más terméket sem — a terv szerintivel abszolút egyező méretekkel gyártani nem lehet. A méreteltéréseknek korlátok között tartására a szabványok megadják a mérettűréseket. E mérettűréseknek fölöslegesen szigorúaknak lenniök nem szabad, tehát ne követeljenek akkora méretpontosságot, amilyent a gyakorlat nem igényel, továbbá a tömeggyártási módszerekkel csak nehezen és drágán lehetne biztosítani, valamint esztétikailag sem indokolt. A mérettűrések felső határát viszont az szabja meg, hogy azok legfeljebb akkorák lehetnek, hogy a betonelemek még beépíthetők, egymáshoz csatlakoztathatók legyenek, az elemek statikailag még megfeleljenek, és rendeltetésszerű felhasználásuk nehézségbe ne ütközzék. A mérettűréseknek az esztétikai követelmények is határt szabnak.

A méretpontosság a betonelemgyártásban fontosabb, mint a helyszíni betonszerkezeteknél. Ennek a szükségességét a dolog természete, a végleges szerkezetnek az előregyártott elemekből való összeillesztése és a karcsúbb méretek hozzák magukkal.

A mérettűrések három csoportba oszthatók; ezek:

2. táblázat

Megbízhatósági osztály	Egyoldali valószínűség	Megbízhatósági szint %
1	1/667	99,9
2	1/250	99,6
3	1/40	97,5
4	1/25	96,0



1. Szilárdságilag fontos mérettűrések.
2. Használhatóságilag (szerelhetőségileg) fontos mérettűrések.
3. Esztétikailag fontos mérettűrések.

E három csoport természetesen egymástól nem határolható el élesen, mert többféle méretpontatlanság van, amely két vagy mindhárom csoport szempontjából fontos.

1. A szilárdságilag fontos mérettűrések lehetnek külsők és belsők. A külsők a keresztmetszet és a szerkezeti elemek hosszának pontatlanságait korlátozzák. Ha egy keresztmetszet sokkal kisebb a névlegesnél, akkor a keresztmetszet határigénybevétele meg nem engedhető mértékben csökkenhet. Szilárdságilag fontos külső mérettűrés pl. a cölöpök véglapjának helyzetére — a tengelyre merőlegességére — és sík voltára vonatkozó mérettűrés. A véglap nagy pontatlansága esetében a cölöpverő excentrikus ütések mér a cölöpre, a cölöp rosszul verődik le, kihajlik és a feje idő előtt elroncsolódik.

Szilárdságilag fontos belső mérettűrések a vasbetétek helyzetére vonatkoznak. A vasbetétek helyzete a keresztmetszet irányában a keresztmetszet határigénybevételét befolyásolja hajlított elemekben. Ha a méreteltérés a határigénybevételre kedvezőtlen irányú, az egyébként jó minőségben készített termék is selejtté vagy csökkent értékűvé válhat. A vasbetét helyzetének pontatlansága olyan is lehet, hogy az bár szilárdságilag kedvező, mégsem engedhető meg, mert a vasbetét betontakarása lesz kicsiny. E kis betontakarás nem biztosítja a vasbetét kellő beágyazottságát a betonban; a vasbetét könnyebben megcsúszik, a vékony betontakarás leválik, és a vasbetét korrózió ellen sem megfelelően védett.

A vasváz helyzetének terv szerinti volta a szerkezeti elem hosszirányában is fontos. Csak példaképpen említendő meg, hogy a hajlított tartóelemeknél, ha a vasbetétek nem a terv szerinti helyükön vannak, előfordulhat, hogy a vasbetétek mennyisége a tartó hossza mentén nem követi a nyomatékváltozást, vagy azok túlnyújtási hossza az egyik irányban nem lesz elegendő, és a tartó hajlítószilárdsága csökken. Ha a nyírási vasbetétek tolódnak el terv szerinti helyükről, egymástól olyan távolságra kerülhetnek, hogy közöttük a tartó tönkremenetelét előidéző nyírási repedés alakulhat ki. A kengyelek széttolódása a nyomott vasbetétek és a szerelővasbetétek időelőtti kihajlását, és ez a tartó törését idézheti elő. Ha a tartó vasváza a tengely irányában az egyik véghez van eltolva, előfordulhat, hogy az egyik alátámasztás fölé nem nyúlik be a vasbetét, és a nyírási törés veszélye forog fenn.

Szilárdságilag fontos mérettűrések a kavicsfészkek, üregek maximális méretére megadott tűrések, a betonfedésben, a betonfedés folyamatoságában tűrhető eltérések a terv szerintitől, mert ezek, ha kedvezőtlen helyen vagy nagy méretben, ill. mennyiségben vannak jelen, a szerkezet szilárdságát jelentősen csökkenthetik.

Szilárdságilag káros lehet az elem kardossága is. Cölöpöknél például kardosság révén verés köz-

ben a cölöp hajlítást is szenved, ami a cölöp tönkremenéséhez vezethet.

2. A használhatóság (szerelhetőség) szempontjából fontos mérettűrésekben különbséget kell tenni a több előregyártott elemből összeszerelendő szerkezetek illesztési helyeinek, és kapcsoló elemeinek méretpontossága, továbbá az önálló szerkezeti elemek megtűrhető méreteltérések között.

A több részből összeszerelendő szerkezetek elemein a kapcsolati helyek méreteltérése csak akkora lehet, hogy az elemeket egymáshoz illesztve a kapcsolat erőszak alkalmazása vagy kényszerkompromisszum nélkül tervszerűen kialakítható legyen. Erőszak alkalmazásával a szerkezeti elemekben és magában a kapcsolatban káros saját feszültségeket hozhatunk létre. Száraz kapcsolatok esetleg megfelelően nem is alakíthatók ki; nedves kapcsolatokban a vasbetétek bekötése lehet elégtelen, a helyszíni és az előregyártott beton együttműködése válhat nem kielégítővé. Előfordulhat az is, hogy a kedvezőtlen körülmények miatt a kellő minőségű helyszíni beton el sem készíthető, ha pl. a terv szerintinél jóval kisebb, nehezen hozzáférhető űr marad a kapcsolati beton számára.

Ha az illesztendő elemrészekben kiképzett csaplyukák nem esnek egymás tengelyébe, a csapok nem dughatók keresztül rajtuk. Ha a kapcsolati helyeken a hegesztéssel, vagy ellenmenetes csavaranyával csatlakoztatandó vasbetétek tolódnak el helyükről, azok is csak káros mellékfeszültségek bevezetésével illeszthetők össze. Vasúti aljakon a tuskók eltolódása, a felfekvő felületek nem sík volta a sínek felerősítését teszik bizonytalaná.

Az egymáshoz szervesen nem kapcsolódó elemeken is fordulhatnak elő különböző méretpontatlanságok, amelyek azok használatát nehezítik. Ezek: a keresztmetszeti méretek és az elemek hosszának pontatlanságai: az elem elcsavarodása, kardossága; a véglapok torzfelületei.

Ha a födemelem magasabb a kellenél, akkor az az elhelyezés során, az emeletmagasságban, a lépcsőknél okozhat szintkülönbséget. Falelemeknél a nyílászárószerkezetek csatlakozásánál lehetnek nehézségek. Lépcsőszerkezetekben a pontatlanságok a megadott elhelyezési szintek között okozhatnak zavarokat. A túlméretek az elem súlyát is növelik, fölös anyagfelhasználást jelentenek. Födémgerendák vastagságának jelentősebb túlméretei a béléstestek elhelyezését nehezítik, vagy a gerenda kiosztását kell eltolni, ami a modulban okozhat zavart. Ha a méretek kisebbek a terv szerintinél, a béléstestek felfekvése lesz elégtelen, eltekintve a szilárdsági követelményektől. Bányáékek méreteltérései az illeszkedést teszik bizonytalaná.

Túl hosszú födemelemek a felfekvéseknél idézhetnek elő bajokat. A fal két oldaláról felfekvő elemek ütközhetnek, nem helyezhetők el. Falelemek magassági eltérései a falegyenekben és az ablakok szintjében létesítenek egyenetlenségeket. Túl hosszú kerítéspallók nem férnek a kerítésoszlopok hornyaiba, túl rövidek, kiesnek belőlük. Túl vastag kerítéspallók, és túl keskeny hornyú kerítésoszlopok összeillesztése sem lehetséges.



Az elemek elcsavarodottsága, kardossága azok vakolhatóságában, a végleges felület kiképzésében sokszor áthághatatlan műszaki problémákat okoz. A túl vastag vakolat rosszul tapad az elemhez, leválhat, a szerkezetet súlyosabbá teszi, és főlegesen anyagpazarlást jelent. Ez fordulhat elő egymásmellé helyezett födempallók esetében, ha azok különböző mértékben görbék és a födém első felületén lépcsők keletkeznek.

Nem elhanyagolható a használhatóság szempontjából az emelő hornyok helyzete és kiállításának mértéke. Ezek hibás volta sokszor az elem utólagos roncsolását teszi szükségessé, mert a horog nem akasztható a kampóba.

3. Esztétikailag minden kívülről látható méretpontatlanság, csorbaság, egyenetlenség csúnya. A csatlakozó fugáknál az ilyen hibák különösen szembeötölnek. Nagyon csúnya pl. ha födempallókat konzolosan túlnyújtva függő folyosóként használnak, és végeik különböző magasságban végződnek, véglapjaik torzak. Nagyon rossz hatású a nagy és különböző mértékű kardosság a vezetőtartó oszlopokon és lámpatartókon. Az egyenetlenségek különösen olyan felületeken tűrhetetlenek, amelyek véglegesek és utólagos burkolatot nem kapnak.

A méretpontatlanságok több okból származnak, ill. tevődnek össze. A mérettűréseket okozó főbb tényezők a következők:

a) A mérőeszközök pontatlansága és azok használatában az egyén szerepe.

b) A sablonok fajtája és anyaga, előállítási pontossága, illesztési, tömítési tökéletessége, a sablonok elhasználtsága, kopása, kezelésük módja.

c) A betonozás módja, a beton érlelése és utókezelése, a kiszaluzás időpontja, a nedvesentartás, esetleges korai szállítás, a szállításközbeni dinamikus hatások.

d) A beton alapanyagainak tulajdonságai (szemszerkezet, felületi jellemzők, a beton zsugorodása és lassú alakváltozása).

e) A munka gondossága (a termék túlbetonozása, vagy a forma nem teljes kitöltése).

A méreteltéréseket okozó tényezők helyes megválasztásával a méretpontosság befolyásolható.

Az előregyártott terméktől csak olyan méretpontosságot kívánjunk meg, ami indokolt. A túlzott pontosság megkövetelése a terméket főlegesen drágítja.

A sablon anyagától és kiképzési módjától nagymértékben függ a termék mérethelyessége. Az acélból készült sablonok mérettartóbbak a fa vagy bádoggal burkolt fa- és a műkö sablonoknál. A fémsablonok mérettartóssága fokozható a falvastagságok növelésével, mert a vastagabb lemezek erevebb engednek a betonnyomásnak. Minél merevebb kiképzésű a sablon, annál jobban bírja a gyártásközbeni dinamikus igénybevételeket, és annál kevésbé deformálódik az elem. Ez természetesen a sablonokhoz nagyobb acélfelhasználást tesz szükségessé. A rugalmasabb sablonoknál — amelyeknek oldalfalai a betonnyomás alatt rugalmas alakváltozást szenvednek — az elemek vastagsági méreteiben általában pozitív méreteltérés mutatkozik.

A sablonok illesztéseinek hiányossága, tömíttelensége főleg esztétikailag kifogásolható méretpontatlanságokat okozhat (kifolyások, kavicszások).

A sablonok helytelen kialakítása kiszaluzáskor okozhatja az élek, sarkok lecsorbulását, meghibásodását.

A sablonok helytelen kezelése — durva beavatkozások a kiszaluzáskor, a tisztításkor — a sablon deformálódásához vezethet. A sablonok olajozásának elhanyagolása, vagy rossz kenőanyag használata a felületek tömörségét rontja, mert a felületről habarcsréteg szakadhat le, a sarkok, élek épsége szenvedhet.

Túl korai kiszaluzás esetén, vagy olyan gyártási technológiák alkalmazásával, amelyeknél a friss betont zsaluzzák ki, a beton ülepedése számottevő méretváltozásokat okozhat, különösen akkor, ha a kiszaluzott friss betontestet még mozgatják is. Puhább, gördülékenyebb keverék jobban ülepedik.

A gőzkezelés is változtatja a beton térfogatát.

Az elemek egyik felülete általában zsaluzatlan.

E zsaluzatlan felületeken a mérethelyesség nagyon függ a munkavégzés gondosságától, attól, hogy a sablont mennyire töltik ki betonnal, ill. túlbetonozzák-e, attól, hogy a szabad felületet milyen pontosan húzzák le, vagy mennyire pontosan adják meg annak végleges formáját (pl. a vasúti aljak fenéklapján előírt bemélyedéseket mennyire pontosan képezik ki).

Az említett főtényezőket a megkívánt méretpontosságnak megfelelően úgy kell a gazdaságosság figyelembevételével összeválogatni, hogy azok összehatása a mérettűréseken belül maradjon. Pontos irányelveket e célra megadni nem lehet, a mérettűréseket befolyásoló tényezőket esetenként kell a technológiák kidolgozásakor megbirálni.

Ha az elemekben a mérettűréseknél nagyobb eltérések mutatkoznak, akkor elsősorban a méretpontatlanság okát kell megkeresni. Ha a nagy méretpontatlanság a munka gondosabb végzésével nem csökkenthető, akkor a gyártási technológián kell a szükséges módosításokat eszközölni. Például: ha egy betonelem méretének egyik irányban pontosabbnak kell lennie, akkor az elem gyártási technológiáját úgy kell kidolgozni, hogy a szigorúban megkötött méret két vége zsaluzott legyen, és a nagyobb tűrésű méret egyik vége legyen az elem szabad felülete.

A tervezésnek tudomásul kell vennie az előregyártott elemek mérettűréseken belüli pontatlanságait, és a terveket ezek figyelembevételével kell készítenie.

Az MSZ 16030 a múltban a mérettűrésekre csak egy kategóriát adott meg, vagyis mindenrendű elemtől azonos pontosságot követelt meg. Az átdolgozott szabványtervezet jobban követi a való életet, mert a mérettűrésekre három osztályt állít fel. Legszigorúbbak a mérettűrések az első osztályban. A második osztály mérettűrései az első osztály mérettűréseinek a másfélszerese, a harmadiké pedig a kétszerese. Az elemek osztálybesorolását a termékszabványnak kell előírnia.



# A nagyelemes lakóházépítés helyzete és fejlődési irányzatai

Dr. SEBESTYÉN GYULA Alpár érmes

Az előregyártás alkalmazása a lakásépítés hagyományos technikáját alapvetően megváltoztatja. A lakásépítés technikájának és termelékenységének a fejlődése évtizedeken át elmaradt az általános ipari fejlődéstől. Most elindultunk azon az úton, hogy az építés is fejlett ipari jellegű tevékenységgé váljék.

A fejlődés iránya eléggé egyértelmű, de a fejlődés itt is különböző irányzatok összecsapása, lehetőségeik ismételt összemérése útján megy végbe. A Szovjetunióban a lakásépítés óriási ütemű mennyiségi felfutása az előregyártásnak a szocialista államokban lehetséges tervszerű és eredményes alkalmazása eredményeként következett be. A nyugat-európai országokban és néhány szocialista országban a nagyelemes építési módon kívül a korszerű monolit — elsősorban öntött falas — építési módokat is alkalmazzák. Ezeknek az építési módoknak körülhatárolt ideig és meghatározott területen lehet létjogosultságuk. Azoknak azonban, akik azt hiszik, hogy az öntött falas építési mód ugyanolyan haladó, mint a nagyelemes, érdemes a nyugat-európai országok legújabb fejlődési irányzatát tanulmányozniok. A monolit építési módok „fellegrából”, az NSZK-ból származó megnyilatkozásokat idézek.

„Az idő az előregyártás javára dolgozik. A műszaki fejlesztési intézkedések itt hatékonyabbak, mint a hagyományos építésben, amelyben a tökéletesítés lehetőségeit már jobban kimerítették. Az előregyártás javára dolgozik a bérek alakulása is, amely itt nem hat olyan erősen az összköltségre, mint az egyéb építési módoknál. Bizonyossággal lehet arra számítani, hogy az előregyártásos építési mód — mind beton, mind pedig fa alapanyaggal — idővel további tért nyer” (1).

„Az ipari gyártási módszernek az elmúlt években az építőiparban mind erősebben tapasztalható előretörése a technika lényegében rejlő törvénnyel összhangban van és ezért elháríthatatlan” (2).

„A nagypanelos építés mind statikai-szerkezeti, mind pedig építésfizikai szempontból jobb,

mint az eddigi építési módok, különösen pedig jobb, mint az öntött építési mód. Ennek az az egyszerű magyarázata, hogy a sorozatgyártásra tervezett nagyelemes épületeknél a hőszigetelés, a hangszigetelés, a nedvességvándorlás és a hőmérsékletváltozások okozta mozgások számbajöhető kérdéseit a sorozatgyártás megkezdése előtt (nem utolsósorban az új építési módokkal szemben fokozottan óvatos építési hatóságok nyomása alatt) részleteiben megoldották” (2).

A néhány évvel ezelőtti állapottól eltérően ma már senki sem vitatja 5 szintig a nagyelemes építésnek az öntött falas építés feletti fölényét. Néhány év múlva a középmagas lakóházaknál is ilyen helyzet következik be.

A nagyelemes lakóházépítés világszerte a fi-gyelem középpontjában áll. Hazánkban sok publikáció jelent meg róla. Nem szükséges tehát átfogó rendszerezést és ismertetést adni, csak a legújabb fejlődési irányok közreadása látszik szükségesnek. A következőkben megkísérlem összefoglalni: hol állunk most? és merre tartunk?

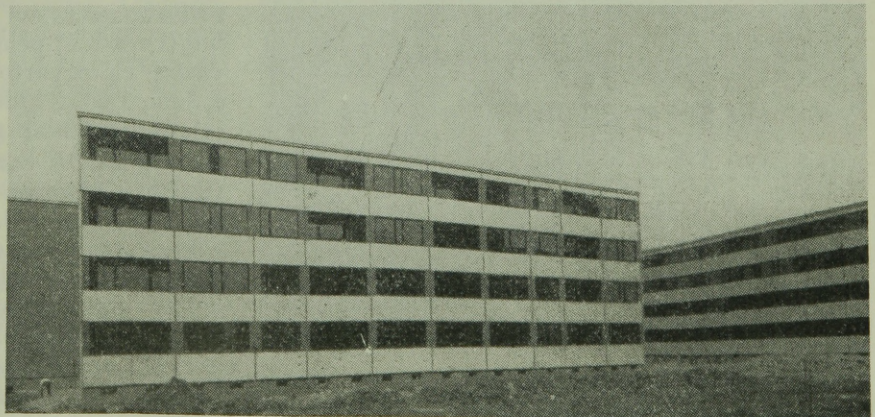
## 1. Építőanyagok

A nagyelemes lakóházak külsőfalaihoz növekvő mennyiségben használnak műanyaghab — elsősorban polistirolhab — hőszigetelést. A francia Camus és Coignet vállalatok a homogén könnyűbeton anyagú külsőfal panelok helyett ma már két vasbeton réteg közötti polistirol habréteggel gyártják a panelokat. Ilyenek a Larsen—Nielsen és az Estiot házak paneljei is.

A francia Meaux-i lakótelep külsőfal paneljaihoz helyszínen gyártanak gőzölt (nem autoklávolt) sejtbeton betéteket.

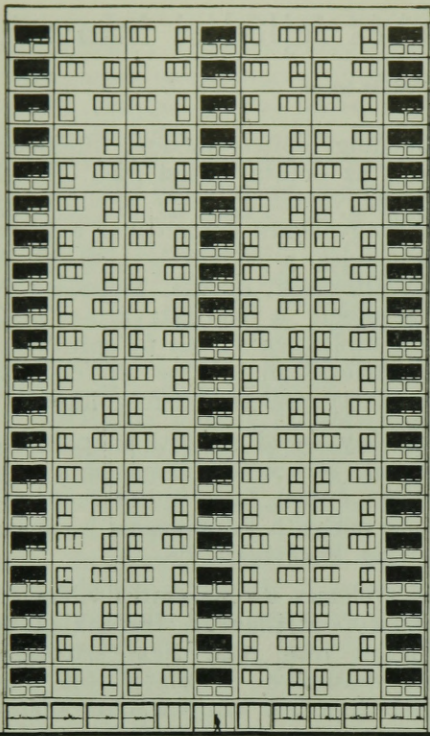
A Szovjetunióban jelentős mennyiségben használják a műanyagkötésű salakgyapot lemezeket.

A fém- és műanyagburkolatú külsőfalak a nagyelemes lakóházépítésben még nem terjedtek el. Alumínium burkolatú nyílásos falpanelokat Csehszlovákiában, műanyagburkolatú kísérleti lakóházakat a Szovjetunióban építettek.



1. ábra. Larsen-Nielsen rendszerű nagypanelos lakóház Hamburgban

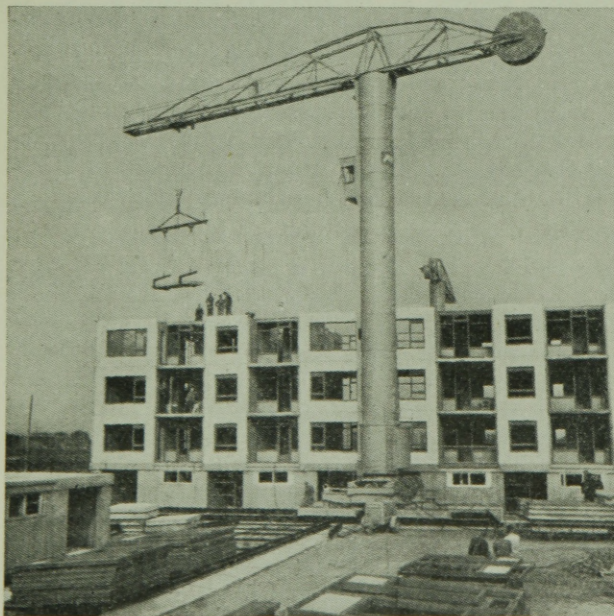




2. ábra. Camus rendszerű újabb nagypanelos lakóház homlokzata (Párizs, Maison Alfort)

Változatlanul jelentős a könnyűbetonok használata a falpanelek gyártásához. A *Szovjetunióban* típusüzemek terveit kidolgozták évi 100, illetve 200 ezer m<sup>3</sup> keramzit, 100, illetve 900 ezer m<sup>3</sup> agloporit, 200, illetve 400 ezer m<sup>3</sup> habsalak adalék előállítására (3).

Ugyanitt a sejtbeton gyárakat is nagypanelok gyártására hasznosítják. Az elmúlt néhány év alatt Pervouralszkban, Szverdlovskban, Nizsnij Tagilban, Krasznoturinszkban, Bereznikiben, Agarszkban, Leningrádban mintegy 11 ezer nagy-



3. ábra. Dura—Coignet nagypanelos lakóház építése (Hollandia, Rotterdam)

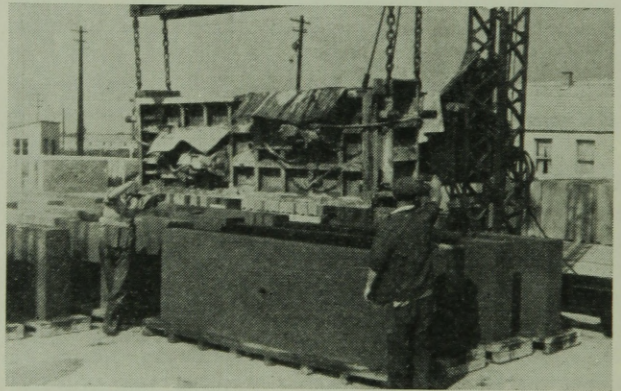
panelek lakás épült sejtbeton falpanelekkel. Ahol 3,60 m átmérőjű autoklávok vannak (például Pervouralszkban) ott szobanagyságú paneleket készítenek (4).

Kisebb autoklávok esetén 2 soros (Berezniki) homlokzati rendszer alapján gyártják a paneleket. Az üzemekben többféle sejtbeton-féleséget gyártanak (például gázsalakbetont). A leningrádi házigyárak közül az Avtovo-i kombinátban gázbeton elemeket gyártanak (G-2, G-3 és G-4 jelű háztípusok). Az önhordó külsőfalak sejtbetonja 700, a teherhordó belső falaké 1000 kg/m<sup>3</sup> térfogatsúlyú (5).

A Siporex és az Ytong sejtbeton termékek Svédországban gyakorolt nagy szerepe közismert.

Az NSZK-ban a Hebel gázbetongyár (Emmeringben) új csarnokot épített emeletmagas nagyelemek gyártására (6). Az elemek legnagyobb lehetséges mérete 650 × 250 × 20 cm. A fűdém-elemek is gázbetonból készülnek. Az első Hebel-féle panelos épületek elkészültek (7).

A keramzitot a szocialista országokon kívül több nyugat-európai országban is számottevő mennyiségben gyártják. Jelenleg Nyugat-Európá-



4. ábra. Kohóhabsalakbeton nagyblokkok kizsaluzása közvetlenül a betonozás után (Budapest, Gyáli úti előregyártó üzem)

ban 17 keramzit üzem évenként összesen mintegy 3 millió m<sup>3</sup>-nyi termelő kapacitással rendelkezik (8).

*Dániában* Refsnésben egy kemencében évi 140 ezer m<sup>3</sup>, Hinében két kemencében évi 350 ezer m<sup>3</sup> keramzitot gyártanak. Az utóbbi helyen egy harmadik forgókemence épül, ami által a termelőkapacitás évi 525 ezer m<sup>3</sup>-re nő. A keramzitból (Leca-ból) például 60 × 100 cm felületű, 23 cm vastag előregyártott külsőfalelemeket készítettek, a 3 cm vastag külső réteg is Leca-betonból készül (8). A belsőfalak gyakran öntöttek.

Az NSZK-ban Oeschebuttelben és Lahmstedt-stadeban összesen évi 350—400 ezer m<sup>3</sup> keramzitot gyártanak (8). A nyugatnémet Pinneberg-i előregyártó üzem évenként 30 ezer m<sup>3</sup> keramzitot dolgoz fel. Kis elemeken kívül készít keramzitbeton üreges (szimkászerű) fűdémpanelekot és kerámia burkolatú keramzitbeton falpanelekot.

*Magyarországon* a kohóhabsalak a könnyűbetonok legjelentősebb alapanyaga. A kohóhab-



salakot Dunaújvárosban és Diósgyőrött állítják elő. Keramzit gyártására két nem nagy kapacitású üzem épült Budapesten és Pécsen. Ezek azonban még nem termelnek elég olcsó anyagot, éppen ezért nincsenek is leterhelve. A Budapesten és Nyíregyházán előállított perlitből perlitbeton betéteket készítenek a budapesti József Attila lakótelepen levő előregyártó üzemben belső öntött falas házak külsőfal paneljaihoz és födémpaneljaihoz. A Berentén 1963-ban lengyel berendezéssel üzembehelyezendő gázbetongyárban is kell nagy elemeket gyártani.

Több országban építenek kerámia betéttel nagypanelokból nagyelemes lakóházakat (Szovjetunió, Hollandia, Franciaország).

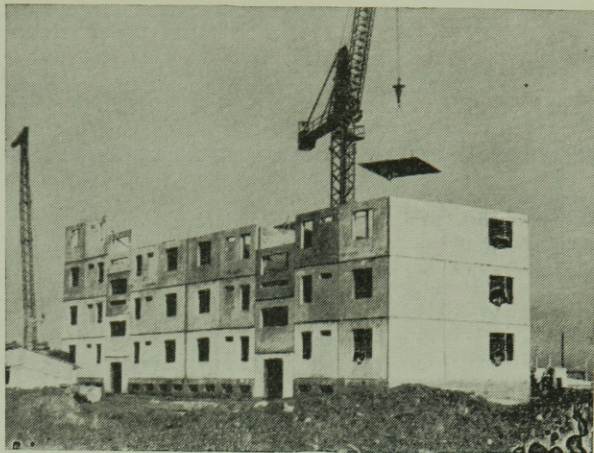
## 2. Építészeti és szerkezeti megoldások

Az elmúlt évek során a szerkezeti rendszerek egyszerűsödtek. A teherhordó középső hosszfalas rendszer szinte teljesen eltűnt a nagyelemes építés gyakorlatából. A teherhordó hosszanti külső főfalnak belső előregyártott lábas vasbeton keretelemekkel való kombinációját a nemrég elhunyt szovjet Juzbasev és kollektívája által a leningrádi Gorsztrójprojektban tervezett I—335 leningrádi típusban találjuk meg. E típusú alapján Leningrádon kívül több más szovjet városban is építettek nagypanelos házakat. A másik ilyen rendszerű épületterv a csehszlovák Kula által tervezett típus. Ebben a négy födémpanel közös sarokpontját acéloszlop támasztja alá. Míg a leningrádi félévázás épület teherhordó külsőfal paneljai nyílásos elemek, addig a csehszlovák félévázás épület teherhordó külsőfal paneljai tömörek; a nyílásokat könnyű hőszigetelő anyaggal, betonszerű anyag nélkül készített elemek foglalták magukba.

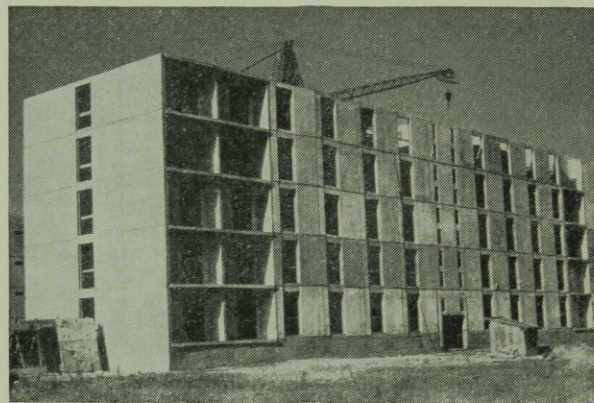
Az általánosan használt szerkezeti rendszerek: a teherhordó harántfalas, valamint a teherhordó hossz- és harántfalas rendszerek. A teherhordó harántfalas nagypanelos rendszert elsősorban öt szintig alkalmazzák (Szovjetunió: a Giprosztrój-indusztriya által tervezett I—464 és az I—468 típusú sorozatok, NSZK Larsen—Nielsen házak), de előfordul magasabb házak ilyen rendszerű építése is. Több országban kombinálják a belső öntöttfalakat előregyártott külsőfal panelokkal (Magyarország, Budapest, József Attila lakótelep; Franciaország, Svédország, Csehszlovákia). Növekszik azonban a tiszta nagypanelos rendszerben megépített magas (14—24 emeletet) lakóházak száma (például a francia Camus, Estios, Baretz rendszerek alapján).

Teherhordó hossz- és harántfalas rendszerűek a Camus, Coignet rendszerű lakóházak.

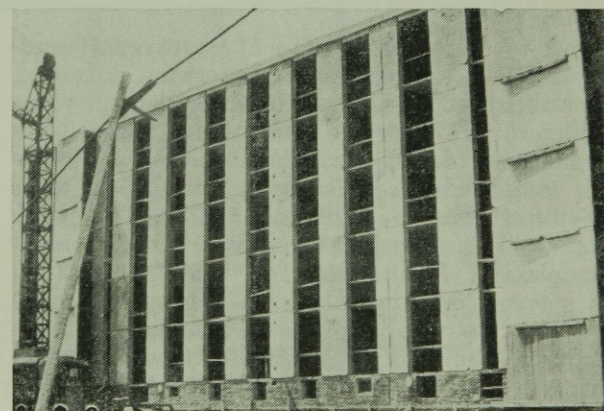
A teherhordó harántfalas épületekben rendszerint mindegyik harántfal teherhordó. Az utóbbi években javasolták a harántfalak közül csupán minden másodiknak teherhordóként való kiképezését. A közbelső harántfalak így kisebb súlyúak lehetnek és a födémek 3,0 m körüli fesztávolság helyett 6,0 m körüli fesztávolságot hidalnak át.



5. ábra. Pécs 87 jelű nagypanelos lakóház építése  
(Tervező: Fábíán Árpád, Lisztes István)



6. ábra. Pécs 89 jelű nagypanelos lakóház építése  
(Tervező: Tillyay Ernő)



7. ábra. Dunaújváros FE/9 lakóház építése nyílásokat nem tartalmazó homlokzati falpanelokból  
(Tervező: Weiner Tibor, Balla J., Simányi Gy., Rozgonyi H.)

Ilyen rendszerű a szovjet I—468 tervsorozat (sejt-beton homlokzati panelokkal; tervezte a moszkvai Gorsztrójprojekt) és az NDK egyes épülettervsorozatai.

A jelentősebb szovjet nagypanelos rendszerű lakóházak fő műszaki-gazdasági mutatói 1 m<sup>2</sup> lakóterületre vonatkoztatva a következők:



Mutató és egysége	I—464 (80 lakásos ház)	I—335 (80 lakásos ház)	I—468 (75 lakásos ház)	I—466 (80 lakásos ház; vibrotégla panelok)
Kavicsbeton, m <sup>3</sup> .....	0,55	0,4	0,39	0,26
Könnyűbeton, m <sup>3</sup> .....	0,02	0,156	0,17	—
Gipszbeton, m <sup>3</sup> .....	—	0,11	0,08	—
Tégla, db .....	—	—	—	138
Salakgyapotlemez, m <sup>3</sup> .....	0,118	—	—	0,05
Acél, kg .....	23,4	29,2	30,3	32,9
Cement, kg .....	175	205	209	207
Súly, kg .....	1590	1330	1280	1670
Építéshelyi munkaigény, óra .....	21,6	21,2	22,4	21,6

A fenti típusok főbb gyártási és építési helyei a következők:

I—464: Moszkva, Vilnusz, Kamerov, Kujbisev, Kazán;

I—335: Leningrád, Angarszk, Volgográd, Akmolinszk;

I—468: Szverdlovsk, Nizsnij-Tagil, Krasznourinszk, Pervouralszk, Novoszibirszk;

I—466: Moszkva, Leningrád, Gorkij, Volgográd.

A Lagutyenko-féle faltartós épületípust, a K-7-3 tervet a Szovjetunió Építésügyi Hivatala hiányosságai miatt nem hagyta jóvá. A terv gazdaságtalanságát az alábbi számok mutatják (9):

Épületterv jele	1 m <sup>2</sup> lakóterületre jutó		Költség, rubel
	acél, kg	cement, kg	
I-464	23,4	175	} 89—99
I-335	29,2	205	
I-468	30,3	209	
K-7—3	42,6	240	124

A terv elutasítása után új Lagutyenko rendszerű KB-1 jelű épületterv sorozatot dolgoztak ki. Ez lényegileg már nem faltartós, hanem vázas rendszerű. A Gosztroj e tervet is felülvizsgálta és megállapította, hogy valójában a KB-1 épületnek sem kisebb a fajlagos cementszükséglete és az építési költsége, mint volt a K-7-3 épületeké. Ezenkívül a szerkezeti rendszer eredeti alap gondolatától is eltértek. Így végül a Gosztroj ezt a tervet is elutasította és a Lagutyenko rendszerű házak további építését betiltotta (10). A leningrádi, obuhovoi, a moszkvai körzetben a dimetrovski és a szarotvi házépítő kombinátok 1963-tól kezdődően más bevált nagypanelos szerkezeti rendszer elemeit fogják gyártani. A Lagutyenko-féle legújabb panelvázás terv alapján, bizonyos továbbfejlesztés után, kísérleti épületet fognak csak építeni.

Néhány szóval meg kell még emlékezni a legújabb, *térelemes* (dobozos) építési rendszerről. A Szovjetunióban ma már több városban épültek lakóházak nagyméretű egytraktusos vagy teljes épületszélességű dobozelemekből. Mind ez ideig azonban ezek még nem bizonyultak gazdaságosnak és így tömeges alkalmazásukat nem tervezik.

Röviden foglaljuk össze a nagyelemes lakóházépítés hazai fejlődésének legutolsó állomásait.

A középblokkos építés számos városunkban a lakásépítés uralkodó formájává vált. Néhány városban (Debrecen, Tatabánya) megkezdődött a nagyblokkos építési módra való áttérés.

A nagypanelos építés elterjedése — országos szempontból — még csak a kezdeti szakaszban van.

*Pécsett* a nagypanelos építés 1958-ban előbb 4, majd Pécs közelében további néhány egylakásos családi ház megépítésével kezdődött. Ezt követően 1960-ban megépült a 87 jelű háromemeletes 24 lakásos új épület, 1961—1962-ben pedig előbb a 87 jelűvel egyező 88 jelű, valamint a háromemeletes 86 és 89 jelű, egyenként 42 lakásos nagypanelos lakóházak.

A fal- és födémpanelok keramzit- és nemesített kazánsalakbetonból készültek. A külső falpanelok többrétegűek:

- 0,5 cm vakolat,
- 2,5 cm vb. réteg,
- 11,5 cm BK 70 nemesített kazánsalakbeton,
- 8,0 cm keramzitbeton,
- 2,5 cm homlokzatvakolat, helyszínen színezve.

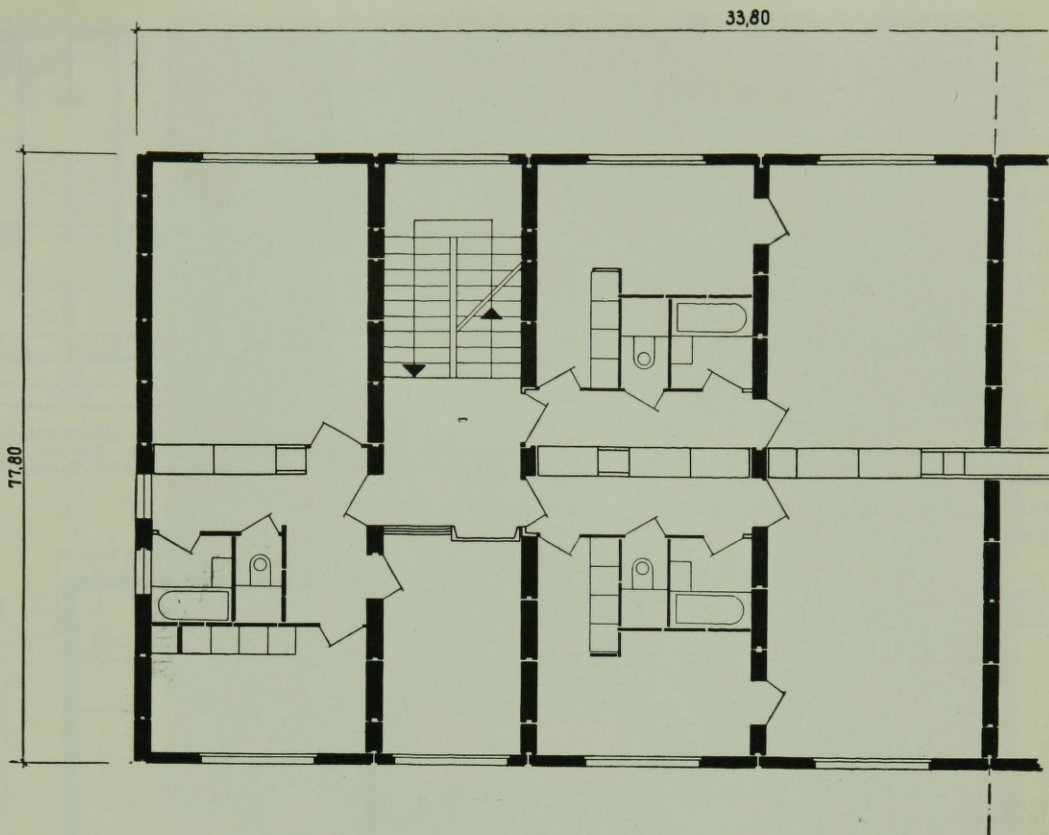
Összesen: 25,0 cm vastag.

*Dunaújvárosban* az első nagypanelos lakóházak az 1959-ben megépült négyemeletes egyenként 15 lakásos FE/1, FE/2 és FE/3 épületek voltak. Ezeknek az épületeknek az elemeit ideiglenes helyszíni üzemből készítették. 1961-ben megépültek az FE/9 és az FE/10 jelű négyemeletes panelházak. Az FE/9 épületben 120, az FE/10 épületben 30 lakás van. Ezeknek az épületeknek a közös sajátossága a belső teherhordó falak sajátos elrendezése, ami abban nyilvánul meg, hogy egy belső csomópont körül elhelyezkedő négy falpanel tengelye nem egy pontban metszi egymást, hanem egy négyszöget alkot. Míg az FE/1 épület külsőfalait szobanagyságú nagypanelokból szerelték, addig az FE/2, FE/3, FE/9 és FE/10 házak külső falait tömör falpanelok és nyílásos elemek egymás mellé helyezése útján tervezték.

A külső falpanel egyrétegű kohósalakbeton, előregyártási készülségi foka kicsi, mivel a belső-

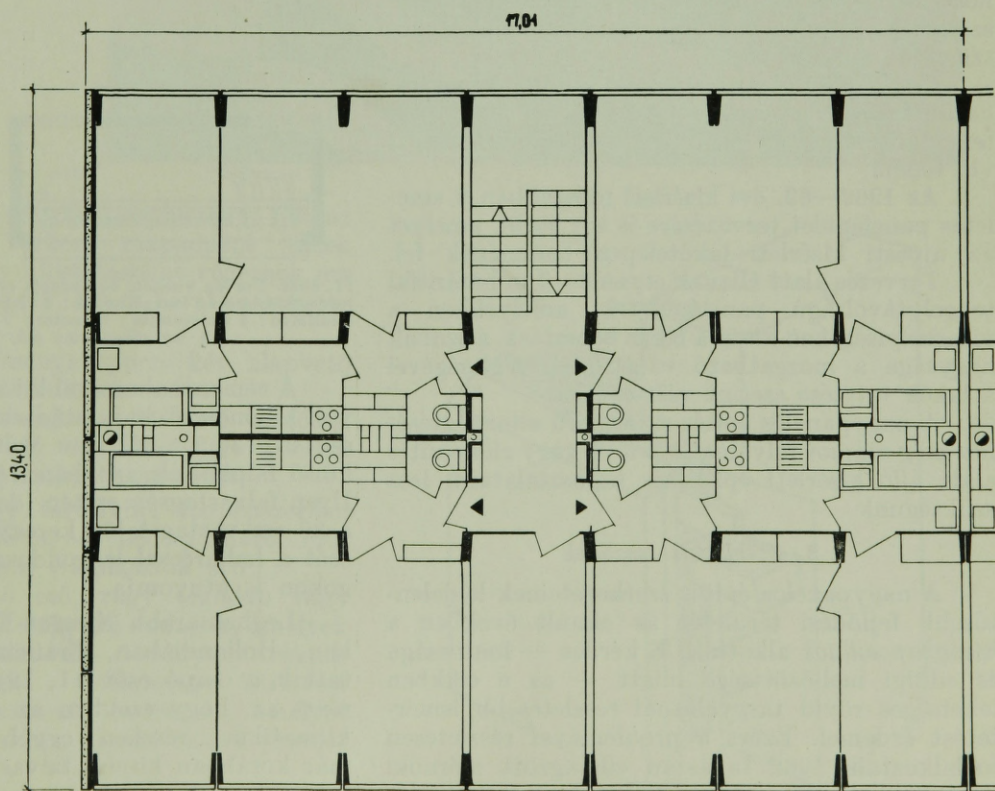


8. ábra. Belső nagy-  
blokkos harántfalas,  
külső nagypanelos lakó-  
ház alaprajza (Csepel,  
I/3 épület. Tervezők:  
Reischl Péter,  
Ferenczy B.,  
Gilyén Jenő)



felületet a helyszínen vakolni kell, és a nyílászáró szerkezetet a helyszínen kell beépíteni. A belső teherhordófal és födém kavicsbetonból készült, ami gazdaságos megoldás.

A Dunaújvárosban 1963-tól építendő nagypanelos lakóházakat más szerkezeti rendszer alapulvételével tervezték. Az épületekben előregyártott fürdőszoba-térelemek készülnek.



9. ábra. Szekrényalakú panelos lakóház alaprajza (Csepel, I/5 épület. Tervezők: Schall József, Dénes Lóránd)



Budapesten az Üllői út mellett a József Attila lakótelepen a 44. számú Építőipari Vállalat munkatársainak kezdeményezésére 8 emeletes 35 lakásos épületeket az eredeti terv szerinti vasbetonvázás szerkezet helyett belső öntöttfalakkal és a helyszínen előregyártott szobanagyságú külsőfalpanelekkel és födémpanelekkel kezdték építeni. A panelek vasbeton bordás lemezések, perlitbeton betétekkel. Az első 4 épület (31/a, 31/b, 31/c, 31/d után további 6 (P<sub>1</sub>—P<sub>6</sub>) épült ilyen rendszerben.

Az 1962—63. években megvalósuló kísérleti panelépületeket a következőkben lehet jellemezni.

*Csepel I/2 jelű* panelépület 5 szintes, 2 fogatos, harántfalas szerkezeti rendszerű. Az eredetileg pernyekavicsból tervezett épületet a pernyekavics kísérleti gyártásának elhúzódása miatt más, ugyanolyan térfogatsúlyú könnyűbetonra kell áttervezni.

*Csepel I/3 jelű* panelépület 4 szintes, három fogatos, harántfalas szerkezeti rendszerű. A külső falpanel rétegelt:

- 3 cm vb.,
- 12 cm perlitbeton,
- 5 cm BK 100 kohósalakbeton.

Összesen: 20 cm vastag.

A harántfalak kohósalakbeton nagyblokkokból állanak. A födémpanel fél szobanagyságú. Új szerkezeti elem a kísérleti panelépületnél a födémbe épített előfeszített pálcák alkalmazása.

*Csepel I/4 jelű* panelépület 4 szintes, két fogatos harántfalas rendszerű. A panelek (külső-belső falpanel, födémpanel) téglabetétesek.

*Csepel I/5 jelű* panelépület, 5 szintes, 2 fogatos, hosszófalás szerkezeti rendszerű. A külső és belső szerkezeti panelek vasbeton szekrénypanelek, hőszigetelő anyag a perlit.

*Csepel I/6 jelű* panelépület 5 szintes, 3 fogatos, harántfalas szerkezeti rendszerű, de már 6 m tengelytávolsággal. A födém alulbordás feszített vb. födém.

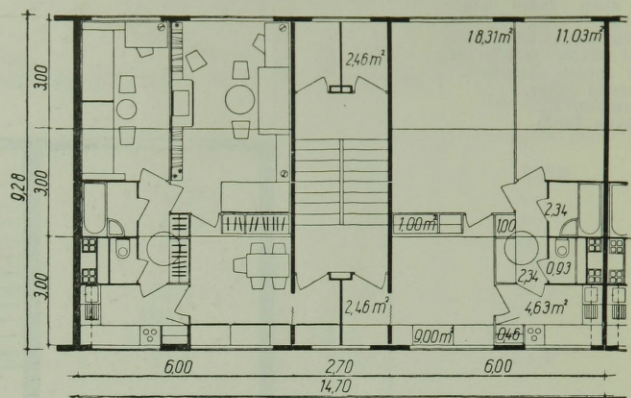
Az 1962—63. évi kísérleti időszakban 9 emeletes panelépület tervezésére is sor kerül, amelyet az újpesti kísérleti lakótelepen építenének fel.

Tervezés alatt állanak olyan 6—7 m harántfal tengelytávolságú panelépületek, amelyekben a vízeshelyiségeken kívül a lakás beosztása, a szobák nagysága a mozgatható válaszfalak segítségével a lakók tetszése szerint változtatható.

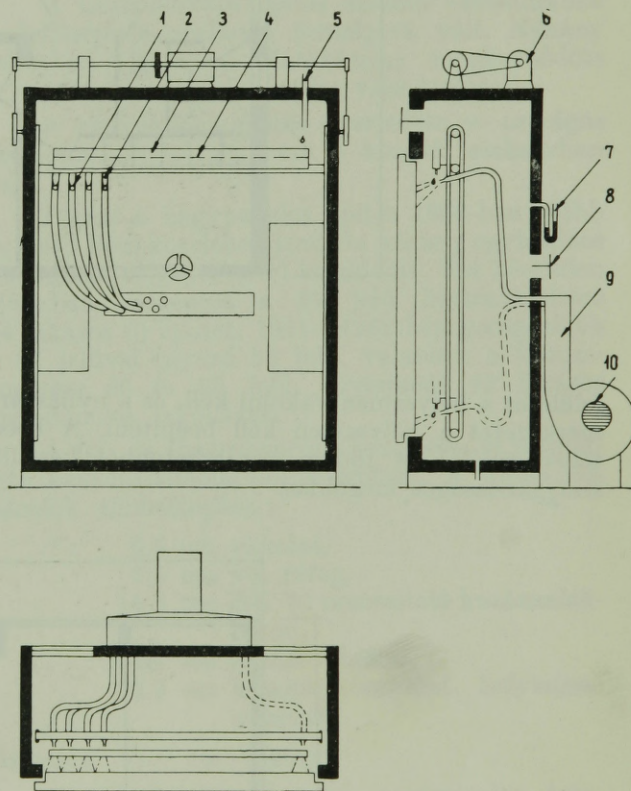
A nagypanelos építés széleskörű elterjesztéséhez még számos folyamatban levő vagy előkészítés alatt álló kísérleti építkezés tapasztalataira lesz szükségünk.

### 3. Szerkezeti részletek

A nagypanelos építés szerkezeteinek legjelentősebb fejlődési területét az elmúlt években a *hézagkapcsolatok* alkották. E kérdés — fontossága és eddigi mellőzöttsége miatt — az e cikkben lehetséges rövid tárgyalásnál részletesebb ismertetést érdemel. Ezért a problémával részletesen foglalkoztam 1962 tavaszán elhangzott mérnöki továbbképző előadásomban, amely a közeljövőben megjelenik.



10. ábra. Megnövelt távolságra elhelyezett harántfalakkal tervezett nagypanelos lakóház alaprajza (Csepel, I/6 épület. Tervezők: Csordás Tibor, Szemerédi Magda, Dénes Lóránd)



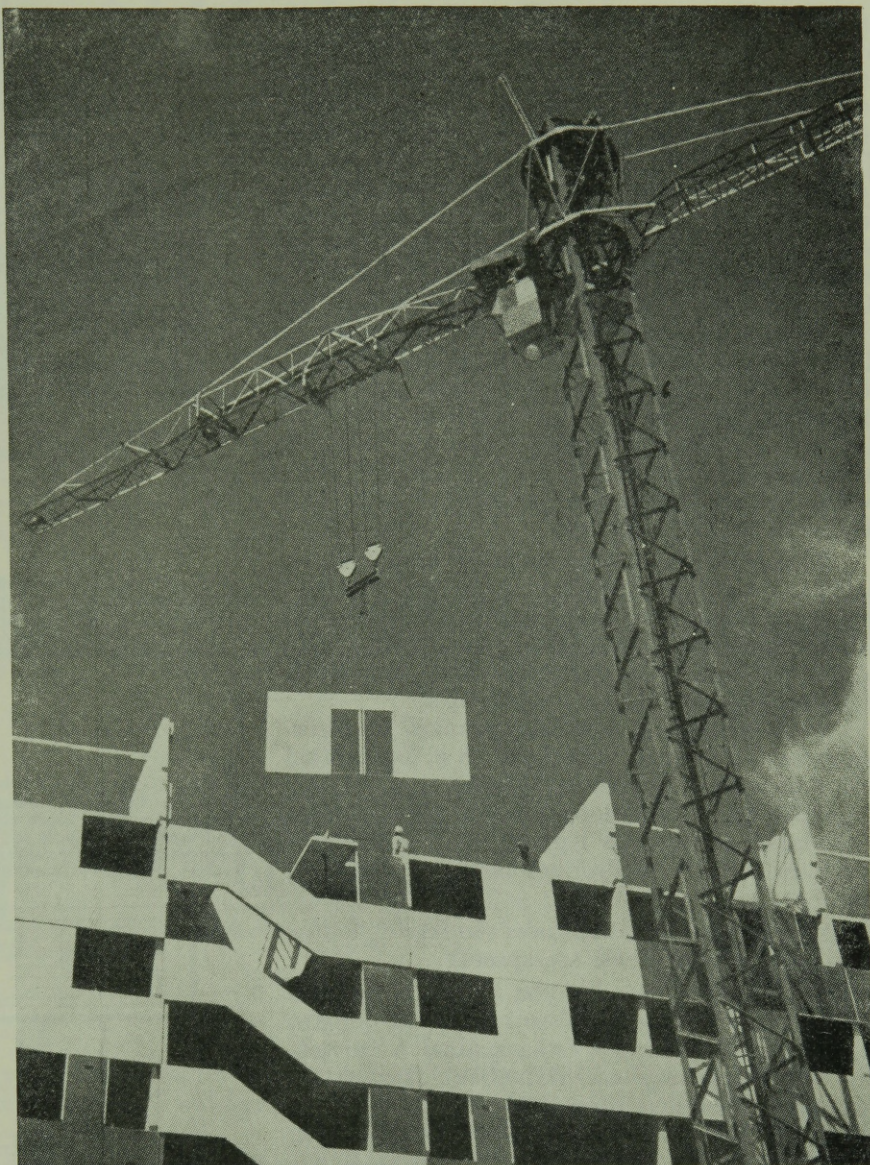
11. ábra. Norvég vizsgáló berendezés csapó eső kísérleti falszakaszra jutó áthatolására 1 levegőfúvóka; 2 vízkifolyó nyílás; 3 vízszivattyú; 4 túlfolyó; 5 vízlevezetés; 6 motor; 7 fesz mérő; 8 állítható nyílás; 9 levegőbenyomó cső, 10 ventilátor

A cementhabarccsal kitöltött hézagokkal nem volt különösebb baj, mindaddig, amíg a falvastagság 27—30 cm-nél nem volt kisebb. A korszerű külső falpanelek azonban 18—23 cm vastagok. Ilyen falvastagság esetén (de kedvezőtlen esetben a 30 cm vastag falon keresztül is) a szél a csapó esőt a habarccsal legondosabban kitöltött hézagokon is átnyomja.

Leghamarabb Nyugat-Európában (Norvégiában, Hollandiában, Franciaországban stb.) kutatták a csapó esőt (11, 12). Ezt indokolta egyrészt az, hogy ezekben az országokban (részben klimatikus, részben egyéb technikai okokból) már korábban kisebb falvastagságokat alkalmaztak, másrészt viszont az, hogy ezekben az országokban különösen nagy az erős széllel egyidejűen



12. ábra. Harántfalakra felfüggesztett, elől-  
nézetű, nagypanelokkal épített lakóház  
(Franciaország Tarcobat rendszer,  
Meaux-i lakótelep)



jelentkező csapó eső okozta igénybevétel. Ezt az Atlanti óceán felől érkező csapadékos szelek idézik elő. Ilyen tárgyú kutatásokat végeznek ma már a Szovjetunióban (13, 14), a baráti országokban, hazánkban is.

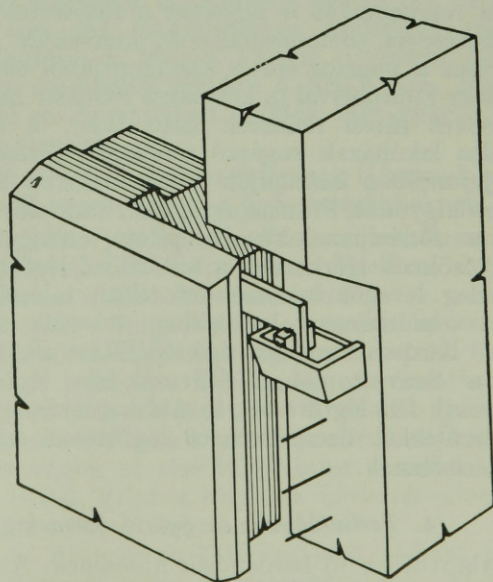
A kutatás eredményeképpen két alapvető védekezési módszer alakult ki.

Az első: a hézagoknak kívülről tartósan rugalmas anyaggal való tömítése. Erre a célra a következő főbb anyagokat használják:

a) tubusból vagy tartályból fogpépszerűen kinyomható és a hézagba bedolgozható műkaucuk tömítőanyagok (tioplasztok stb.);

b) összenyomható cső, vagy téglalap vagy trapéz keresztmetszetű műgumi szalagok, amelyek vízzárókká a hézagban való összenyomottságuk folytán válnak. Ilyen a bitumennel átítatott poliuretánhab (compriband, owiband), amelyet például a Camus házakhoz használnak, a szovjet „poroizol” (15).

A védekezés másik módja az, amikor a hézagkapcsolatra ható szélnyomást és a csapó eső



13. ábra. Homlokzati falpanel felfüggesztése harántfalra  
(Meauxi-lakótelep)



nagyobbik részét egy külső lezárással felfogjuk. Az  $\epsilon$  külső lezárás mögé most már szelnyomás nélkül bejutó vizet függőleges vájatban (dekompressziós léghoronyban) le- és emeletenként kivezetjük. Hasonló célt szolgál a vízszintes hézag  $\Gamma$  alakú kiképzése; a szél a vizet a hézagba benyomja, de a víz a hézag vízzáró felső felületén keresztül nem tud a panelba beszívódni, a szél pedig nem tudja a vizet olyan magasra felnyomni, amilyen magas a  $\Gamma$  alakú hézag függőleges szára (10—15 cm). Így a hézag mértani alakja segíti elő a védekezést. A külső lezárásra az előzőekben *b*) alatt említett anyagok is használhatók (Camus, Coignet stb.). Lehet a külső lezárást már eleve tudatosan nem 100%-osan vízzáróan kiképezni (Larsen—Nielsen házak külső falainak hézagait lezáró neoprén szalagok).

A hézagkapcsolatok korszerű kialakítását nekünk is át kell vennünk.

A nagypanelos lakóházak külső falpaneljai a leggyakrabban teherhordók vagy önhordók. Újabban a teherhordó harántfalakra felfüggesztett külsőfalpanelokat is alkalmaznak. Ilyen a dán Larsen—Nielsen rendszer, valamint a francia Tracoba rendszer (Meaux-i lakótelep).

Több nyugat-európai nagypanelos rendszerben a belső falaknak egymással és a födémekkel való kapcsolatát újszerűen oldották meg. A falpanelokat az alattuk levő koszorú kibetonozása előtt, kissé süllyesztve helyezik el. A koszorú felül kiszélesedik; felülről betonozzák be. (Estiot, Tracoba).

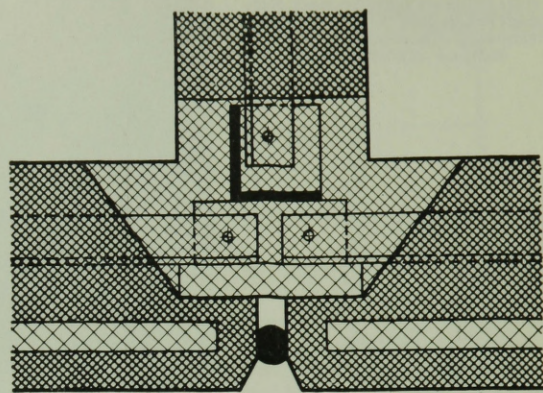
A nagyelemes lakóházak rendkívül fontos részei az épületgépészeti szerkezetek.

A fürdőszoba és a konyha korszerű szerelése az előregyártott épületgépészeti kabinnal oldható meg. Ilyeneket gyártanak és használnak a Szovjetunióban, Svédországban, Dániában. Hazánkban kísérleti darabok készültek el és épültek be. A következő években ezek terjedésére számíthatunk.

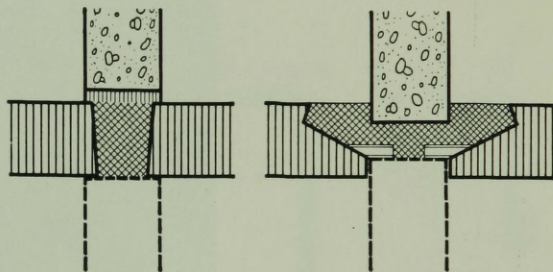
A fűtési berendezések több új irányban fejlődnek. Tökéletesítik a hagyományos melegvíz fűtési rendszereket is egyrészt a fűtőtestek korszerűsítésével (betonradiátorok, konvektor stb.), másrészt a panelos építés szempontjából előnyös rendszer kutatásával (a kétsöves rendszer helyett egysöves fűtési rendszer használata). A nagypanelos lakóházak sugárzó rendszerű fűtésére a Szovjetunióban használják a falpanelokba beépített csőkgyókat, Franciaországban, Csehszlovákiában a födémpanelokba beépített csőkgyókat. Előnyösöknek ígérkeznek a különböző légfűtések. A meleg levegőt lakásonként ellátó takaréklégfűtést (domotherm) hazánkban tervezik alkalmazni. Központi meleg levegő előállítását alkalmaznak a Szovjetunióban (Livesák-féle légfűtés). A Livesák-féle légfűtéssel, továbbá a lakásonkénti gázkészülékkel üzemeltethető légfűtéssel nálunk is kísérleteznek.

#### 4. Technológiák és gyártó üzemek

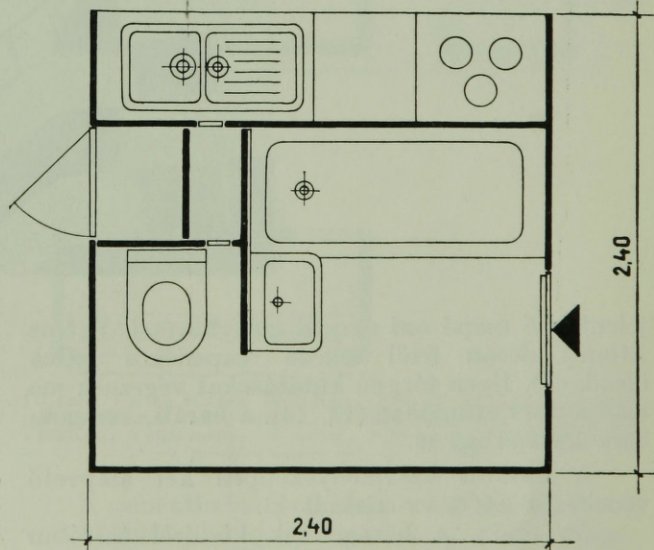
Alapvetően új tendenciák nincsenek. Az építési helyen a szereléshez a kétkonzolos nagy portáldarukat szinte teljesen kiszorították a to-



14. ábra. Könnyű acélvázás, nagypanelos lakóház csomóponti részlete vízszintes metszetben (Franciaország, Estiot rendszer)



15. ábra. Belsőfal panelok és födémpanelok vasbetonkoszorúval való kapcsolata függőleges metszetben *baloldalon*: szokásos elrendezés, a falpanelt a vb. koszorú elkészítése után helyezik el; *jobb oldalon*: a födémpanelok kinyúló kis acélgerendák, más esetben vb. nyúlványokra fekszenek fel a falpanelre; a falpanel süllyesztve van a koszorúba; a koszorút később felülről betonozzák (Estiot) rendszer

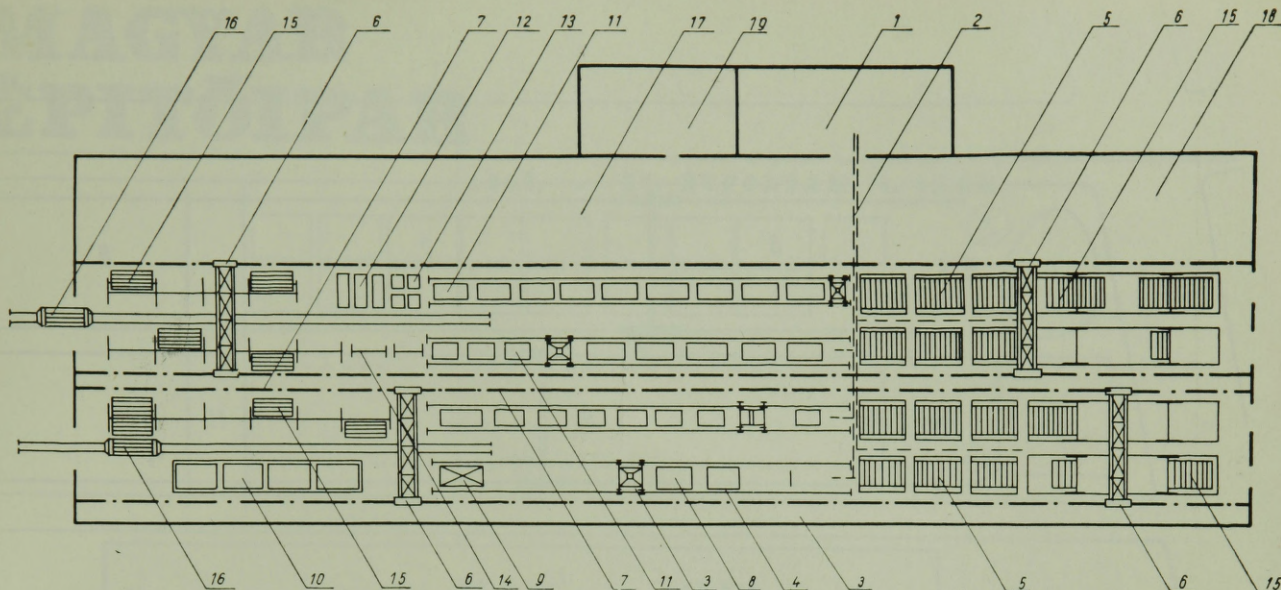


16. ábra. Előregyártott fürdőszoba térelem Shunt rendszerű mellécsatornás szellőzővel (Dunaújváros; gyártja a Dunaújvárosi 5. sz. Épületelemgyár; súlya 3,5 tonna)

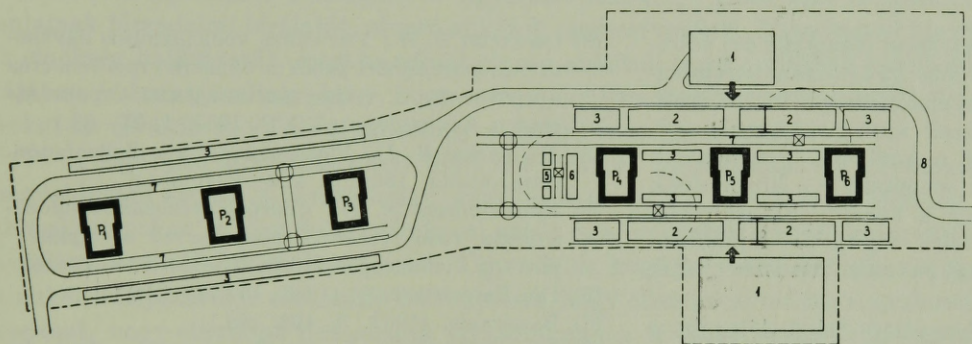
ronydaruk. Egyedül a nehéz térelemeket szerelik portáldarukkal. Romániában, Bukarestben használnak az épület két hosszanti falán elhelyezett sínen futó kétkonzolos önmelő bakdarut. A daru emeletről-emeletre feljebb helyezi önmagát, amihez billentő súlyként vizet használ.

A toronydaruk általában önszerelők, 80—125 tonnaméteresek, forgó oszlopos, billenőgémes szerkezetűek. Franciaországban szívesen használják a 200 tonnaméteres vízszintes gémű, futómacskás





17. ábra. 1—164 típusjeldű 140 ezer m<sup>2</sup> lakóterület /év teljesítményű házfár gyártócsarnokának elrendezése (Szovjetunió) 1 betonkeverő telep; 2 betonszállító csövezeték; 3 betonadagoló tartálykocsik; 4 betonadagoló tartálykocsik vágánya; 5 panelgyártó csoportzsaluk; 6 hiddaruk; 7 hiddarupályák; 8 fekvő zsaluk; 9 vibróasztal; 10 gőzölő aknák; 11 panelgyártó billenő zsaluk; 12 lépcsőházi elemek zsalui; 13 szellőző és egyéb kiegészítő gyártóhelyek; 14 bakállvány a panelek javításához; 15 tárolt kész panelek; 16 önjáró panelszállító kocsik; 17 vasszerelés; 18 félkésztermék raktár; 19 kazánház



18. ábra. Előregyártó telep perlitbeton betétes bordás vasbeton lemezes fal- és fűdémpanelek gyártására (Budapest, József Attila lakótelep)

toronydarukat. Az ilyen nagy kinyúlású daruk a pontházakat sín pályán való mozgás nélkül tudják szerelni.

Az újonnan épülő nagyelemeket gyártó üzemek között továbbra is találunk ideiglenes, egyszerű gépesítésű, nyitott vagy fedett gyártó helyen termelő üzemeket és zárt gyártó csarnokkal rendelkező magasan gépesített, sőt automatizált üzemeket. A Német Demokratikus Köztársaság-

ban az első típusba tartozó több nagy panel üzem épült. Franciaországban is számos helyszíni nagy-panel üzem létesül.

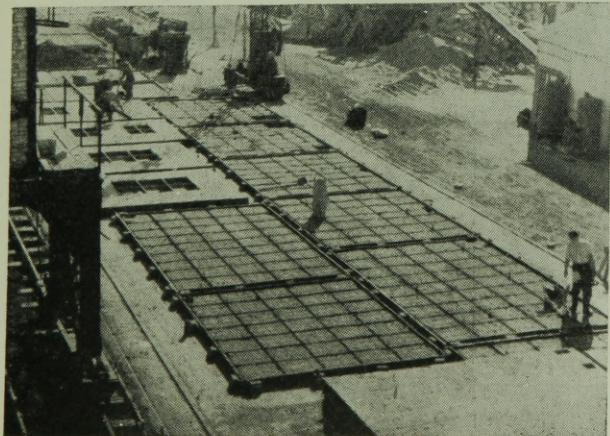
A Szovjetunióban az 1—464 és az 1—468 épülettípusok elemeinek gyártására típusüzemek terveit dolgozták ki. Ezekben évi 35, 70, illetőleg 140 ezer m<sup>2</sup> lakóterülethez szükséges elemek gyárthatók. A francia Camus, Coignet, Estiot, Baretts rendszerek alapján a NSZK-ban, Hollandiában és Ausztriában épültek zárt gyártó csarnokok üzemek.

Ezek közül a Coignet gyárak látszanak a legtermelékenyebbeknek, a legkorszerűbbeknek.

Sok szovjet, francia stb. üzemben használják a csoportos álló zsaluzatokat. Ezekben a beton egyenletes tömörítése okoz gondot.

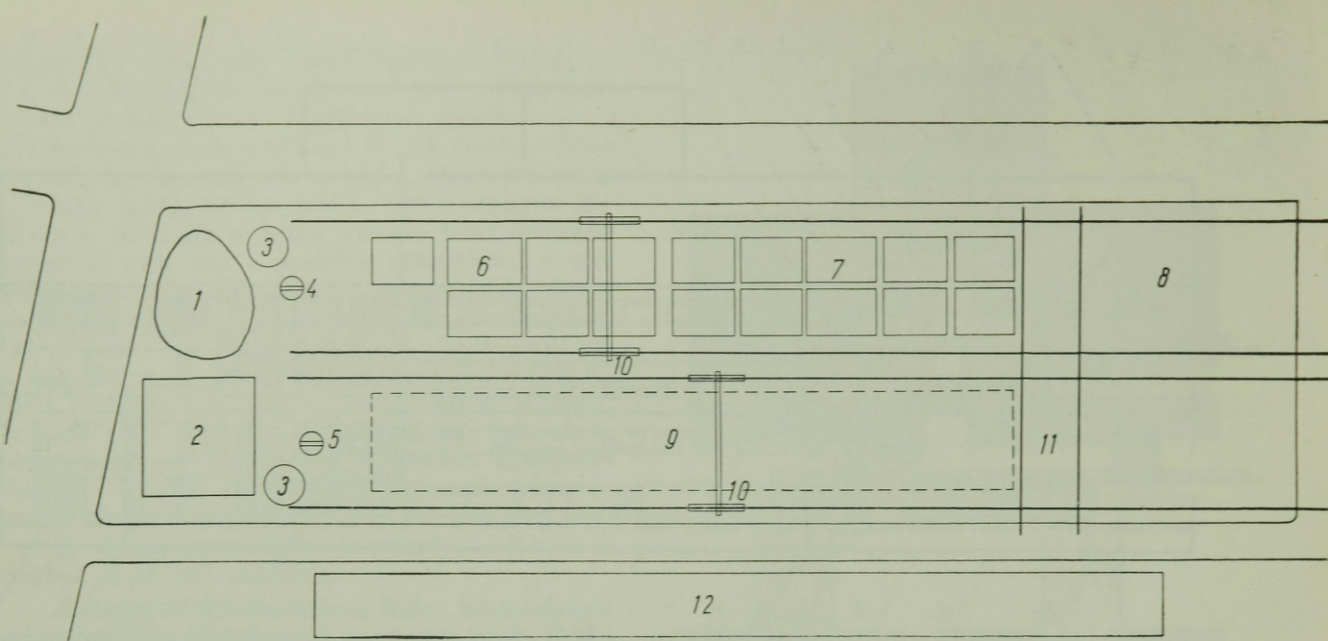
Fejlett a Coignet zsaluzati és érlelési rendszer. A fűthető zsaluzatba bedolgozott betont fedéllel szorosan letakarva érlelik; egy zsaluzatban naponta (2 műszak alatt) 5—6 elemet gyártanak (a Camus zsaluzatokban naponként egyet). Magyarországon az első többszintes panelházak elemeit (FE/1, FE/2 és FE/3) az építkezés színhelyén létesült nyílt üzemben gyártották.

Az FE/9 és az F/10 épületek elemeit már a dunaujvárosi 5. sz. Épületelemgyárban állították elő; és pedig többségüket álló helyzetben csoport-



19. ábra. Előregyártó telep (Budapest, József Attila lakótelep)





20. ábra. Újabb előregyártó telep perlitbeton betétes bordás vasbeton lemezes fal- és födémpanelek gyártására (Budapest, József Attila lakótelep) 1 kavicsdeponia; 2 perlitdeponia; 3 cementsiló (30 tonnás); 4 betonkeverőgép; 5 perlitbetonkeverőgép; 6 billenőtálcás panelgyártás; 7 fekvőhelyzetű panelgyártás; 8 panelek tárolása; 9 második ütemben végrehajtandó bővítés helye; 10 bakdaru; 11 daru áttoló pálya; 12 raktárak, vasszerelés

zsaluzatokban. A dunaujvárosi elemgyár évi többszáz lakás nagypaneljainak gyártására berendezkedett. Dunaújvárosban elsőként épültek hazánkban többszintes lakóházak szobanagyságú nagypanelekkel. A fejlődést a közben — ugyancsak az országban, elsőként megépült — középblokk gyártó üzem átmenetileg a középblokk irányába vitte. A fentiekben leírt legújabb fejlődéssel Dunaújvárosban a nagypanelos rendszer válik uralkodóvá.

Egy-egy nyílt előregyártó telep létesült a József Attila lakótelepen előbb a 31a—31d, majd pedig a P<sub>1</sub>—P<sub>6</sub> épületek paneljainak a legyártására. Ezeket a telepeket az épületek megépítése után elbontották. Az 1963. évi program számára a lakótelepen új előregyártó telep létesült.

Az eddig megépült pécsi panelházak elemeit a Baranyamegyei Állami Építőipari Vállalat előregyártó üzemében állították elő. A vállalat új nagypanel üzemében a termelés 1963-ban indul meg.

A fentiekben a nagypanelos építésnek néhány aktuális problémájával foglalkoztam. A nagyelemes építés összetett jellegére — és a korlátozott terjedeleme — való tekintettel sok mindentről nem szólhattam. E beszámolót a konferencián elhangzó külföldi és hazai hozzászólások kerekítik majd ki.

#### IRODALOM

- (1) Rationalisierungsmöglichkeiten in der Bauwirtschaft. (IFO-Schnelldienst, 1962. 5. 4.)
- (2) v. Halasz R.: Bauen mit Fertigteilen. (Beton, 1962. 4. 141—149. old.)

- (3) Овсянкин В. И.: Улучшить координацию научно-исследовательских работ в области строительства и архитектуры. (Известия Академии Строительства и Архитектуры СССР. 1962. 1. 27—33.)
- (4) Bogomolov B. I.: Plattenhäuser aus Zellenbeton. (Bauzeitung, 1962. 9. 228—232. old.)
- (5) Крашенников А. Н.: Совершенствование производства газобетона. (Строительство и Архитектура Ленинграда, 1962. 5. 34—36. old.)
- (6) Die Bauwirtschaft. (1962. 10. 237. old.)
- (7) Baupraxis. (1962. 5. 492. old.)
- (8) Les utilisations de l'argile expansée dans les constructions au Danemark et en Allemagne. (Annales de l'I.T.B.T.P., 1962. junius, N° 174.)
- (9) Проскураков Н. К.: Об одной творческой неудаче в крупнопанельном домостроении. (Бетон и Железобетон 1962. 2. 51—52. old.)
- (10) О крупнопанельных жилых домах конструкции инж. Л. А. Лагутенко. (Бюллетень строительной техники, 1962. 6. 32—34. old.)
- (11) Mazure J. P.: Étude sur la résistance des murs extérieurs à la pénétration des eaux de pluie. (Cahiers du CSTB, 1950. N° 7, Cahier 73)
- (12) La résistance des murs à la pénétration de l'eau de pluie. (Cahiers du CSTB N° 39, Cahier 312)
- (13) Микунов И.: Стыки крупнопанельных зданий. (Жилищное Строительство, 1962. 4. 17—18. old.)
- (14) Емельянов А., Разыков Р.: Проверка воздухо- и водопроницаемости стыков наружных стен панельных зданий. (Жилищное Строительство 1961. 8. 13—16. old.)
- (15) Сурмели Д. Д., Мар З. Д., Левченко Г. И., Крылов И. Ф., Лесных М. В.: Пороизол — материал для уплотнения стыков. (Строительные материалы 1961. 9. 31—32. old.)