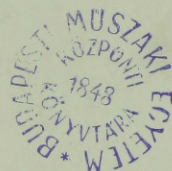


U11
786
AZ ÉPÍTŐIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET FOLYÓIRATA • 1961. 11.



MAGYAR ÉPÍTŐ- IPAR

A tömeges betonelemgyártás jelentősége és szerepe az építőipar fejlődésében

Dr. SZABÓ JÁNOS miniszterhelyettes

Szinte közhelynek számít ma már — mert annyiszor elmondtuk, bizonyítottuk — az a kijelentés, hogy a tömeges betonelemgyártás a termelékenységet növeli, a beton minőségeket fokozza, előmozdítja az építőipar szerelő jellegének kibontakoztatását, fejleszti a tipizálást, rövidíti az építési időt, csökkenti a nyers épületek nedvességtartalmát és mindezekkel gyorsítja az építmények használatba vételét. Mindamellett nem eleget beszélünk arról, hogy a betonelemgyártás a műszaki fejlesztés és az építőipar színvonalának emelése terén nem a *cél*, hanem csak a cél elérésének *egyik* és nem is egyedül álló *eszköze*. E néhány sor keretében nem lehet a problémakör tárgyalásában teljességre törekedni. De éppen ezért élesen kell felvetni minden esetben a kérdést: mikor és milyen cél elérésére alkalmazzuk az előregyártott betonelemeket?

A kritikai szemlélet igényének felvetése mellett — sőt ennek alapján — a tömeges betonelemgyártásnak mégis döntő jelentőséget kell tulajdonítanunk az építőipar fejlődésében, fejlesztésében. Jelentősége közvetlen és közvetett hatásában mutatkozik, melyek közül itt most csak az utóbbi — nem eléggé kihangsúlyozható — tényezővel foglalkoznék.

A tömeges betonelemgyártás közvetett kihatása a betonelemgyártásnál kezdődik. A *gyártás* szót kívánom kidomborítani, mikor nem egyszerűen betonkeverésről, hanem fejlett eszközökkel, tudományos alapossággal megtervezett technológia alapján történő *betongyártásról* beszélek. Az elérendő minőségnek tökéletesen megfelelő betonok teljes automatizálással történő — amellet gazdaságos — gyártása csak jelentős mennyiségi igény mellett lehetséges. Kezdve az adalékanyagok fogadásától, tárolásától és osztályozásától — beleértve a nem kívánatos mennyiségű finom alkatrészek vizes úton (pl. hidrociklonnal) történő eltávolítását — az ömlesztett cement fogadásán, az adalékanyag mindenkori nedvességtartalmát számításbavevő súly szerinti adagolás automatizálásán keresztül, a nagy teljesítményű kényszerkeverőkig és a kész beton szétosztályozódásmentes továbbítását biztosító berendezésekig; lépten-nyomon olyan gépeket, műszereket kell alkalmazni, melyek csak fokozott minőségi igényeket kielégítő betonokat felhasználó telepített üzem feltételei között alkalmazhatók ideálisan. Az előállított kiváló minőségű beton bedolgozásának, érlelésének módja nem választható ki a gyártandó elem méreteinek, alakjának figyelembe vétele nélkül. Magas szintű minőségi követelmény, ennek következtében jobb anyag kihasználás és súlycsökkentés csak az egyes tényezők műszaki-gazdasági elemzése alapján tervezhető ésszerűen. A betonelemgyártás technológiai folyamatának minden mozzanatát pontosan elemeznünk kell ahhoz, hogy választ adhassunk az előállított termékkel szemben támasztandó követelményekre. Furcsának tűnik esetleg egy olyan megjegyzés, hogy nem okvetlen szükséges nagy törőszilárdságot megkövetelni az előregyártott elem anyagától, de nem lehet könnyedén választ adni arra a kérdésre, hogy milyen beton minőséget kell — illetve ésszerű — az előregyártott elemektől

megkövetelni. Könnyen belátható, hogy esetleg a beton minőség egy következő fokozatának (pl. B. 280-ról, B. 400-ra) előírása gazdaságilag nagyobb terhet jelent, mint a határfeszültség növekedése révén tervezhető kisebb keresztmetszet esetén előálló súlycsökkenés okozta gazdasági előny (kevesebb beton, megtakarítás szállítási és emelési költségekben, de esetleg nagyobb betonacél felhasználás, stb.). Egy jobb betonminőség nagymértékben automatizált betonelemgyártó üzemben valószínűbb, hogy gazdasági előnyt nyújt, mint egy kis munkahely betongyárának helyszíni betonozáshoz felhasznált terméke.

A beton-javító anyagok, gyorsan szilárduló cementek, az elem jellegének megfelelő tömörítési módszerek (pl. különféle, vagy változtatható rezgés számú vibrátorok), korszerű érlelési eljárások, elsősorban gyári körülmények, gondos laboratóriumi ellenőrzés mellett alkalmazhatók gazdaságosan.

Lényegében véve hasonló szempontokat kell mérlegelni a mérettűrési követelmények megszabása tekintetében is. A nagy pontossággal gyártott betonelemek előnyt jelentenek az építési munkahelyen, de fokozzák a költségeket az elemgyárban. Nem lényegtelen kérdés tehát a legkedvezőbb — az építés és gyártás költségeit együttvéve figyelembevevő — pontossági követelmény megszabása.

Meghatározott beton minőség esetén a határfeszültség megállapítása az általában elfogadható szilárdsági szórás figyelembevételével történt. A tömeges betonelemgyártás — lényeges anyagi áldozat nélkül — a szilárdság szórásának csökkentését is célul tűzheti ki. Ebben az esetben napirendre tűzhető adott betonminőséghez tartozó, határfeszültség viszonylagos emelésének gondolata is! Nem vitás, hogy ezek a célkitűzések a betonelemgyárak stabilabb szakmunkás gárdájával könnyebben elérhetők, mint az építési munkahelyek lényegesen változóbb munkelő viszonyai között, ahol a dolog természetéből kifolyólag, a következetes minőségellenőrzés előfeltételeinek megteremtése is lényegesen nagyobb gondot jelent, mint telepített üzemben.

A betonelemgyártás jelentőségét a betonacélfelhasználás irányából is megvilágíthatjuk. El kell érünk, hogy lakóépületeink előregyártott födémszerkezeti elemei minél előbb, majdnem kizárólag feszített kivitelben készüljenek. Egyéb ipari és mezőgazdasági építményeknél is fokozni kívánjuk az előfeszített betonelemek alkalmazását. A kiváló minőségű anyagokkal készülő feszített elemek alkalmazása jelentős beton- és acél megtakarítást jelenthet. Ezek az előnyök döntően betonelemgyári termékekkel aknázhatók ki.

E néhány gondolat a tipizálás, korszerű mérettűrés, betonelemgyártás, minőségi betonkészítés, nagyszilárdságú betonacélok felhasználása, cementtakarékoság, épületsúly csökkentés, szerelés jellegű építés kölcsönhatását kívánta megvilágítani, mert ahogy a tömeges betonelemgyártás egyik előfeltétele az egyenletes minőségű betonok automatizált gyártása, ugyanúgy az utóbbi ésszerű, gazdaságos alkalmazása is elsősorban elemgyárakban képzelhető el. A felsorolásban szereplő tényezők mindegyike lehet közvetlen cél és egy másik elérésének eszköze. De egymásrahatásuk figyelmen kívül hagyása még egy rész-cél megvalósítását sem teszi lehetővé, nemhogy a népgazdasági érdekek igazi szolgálatát jelentené.

A betonelemgyártás helyzete és fejlesztésének iránya

CSUHA PÁL

Az építési tevékenység az emberiség életében minden korban igen fontos szerepet játszott. Jelentősége a mi korunkban, vagy pontosabban fogalmazva, a szocialista társadalmi rendszer létrehozása és megvalósítása idején, lényegesen megnövekedik. Ha pusztán csak a jelenlegi és az elkövetkező években folytatandó lakásépítési tevékenységre (1 000 000 lakás 15 év alatt) gondolunk, már ez magában is óriási feladatként jelentkezik. Pedig ez még csak egy része az építőipari ténykedésnek. Nem kisebb súllyal szerepelnek a feladatok sorában a mezőgazdasági, az ipari jellegű építkezések sem.

Ilyen nagymérvű építési feladatokat amellett, hogy a követelmények az egyes objektumokat illetően minőségileg is megváltoztak, magasabbrendűekké váltak, hagyományos eszközökkel és eljárásokkal gazdaságosan megoldani nem lehet. Ma az építőiparban világszerte forradalmi változások mennek végbe. E változásoknak az a lényege, hogy az építményeknek mindig több részét — egyre nagyobb szerkezeti elemként — készítik telepített üzemekben, gyárakban, új, lehetőleg könnyebb anyagokból és kiválóbb minőségben. Más szavakkal kifejezve, az építési tevékenység fokozatosan szerelőipari tevékenységgé válik. E változásoknak alapfeltétele a korszerű előregyártás, vagy más szóval a betonelemgyártás kifejlesztése.

Betonelemgyártásunk jelenlegi helyzetéről és a további feladatokról akkor kapunk leginkább helyes képet, ha röviden megvizsgáljuk az eddig megtett utat és az elért eredményeket.

Betonelemgyártásunk fejlődése és mai helyzete

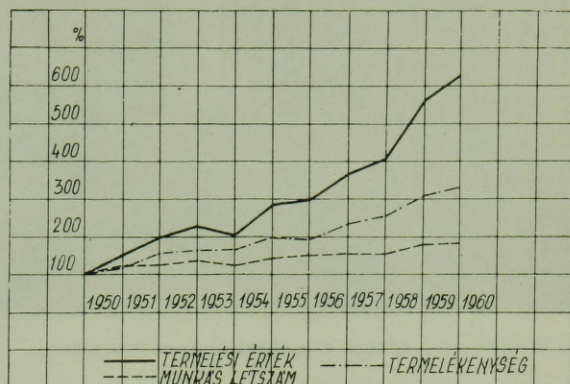
Három csoportba sorolhatjuk a betonelemgyártás mai termékeit:

1. Vasalatlan betonelemek,
2. Vasbetonelemek,
3. Könnyű betonelemek.

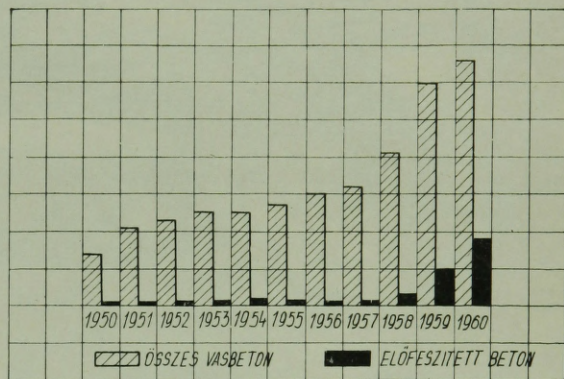
Ez az elhatárolás, illetve csoportosítás ilyen formában természetesen nem egészen pontos és szakszerű, azonban a kialakult szóhasználatnak és az egyszerűbb csoportosításnak leginkább megfelel. A vasalatlan betonelemeken a nehéz betonból készült elemeket (gravitációs vezetékek építésére szolgáló betonsöveket, mozaiklapokat, földembélestesteket stb.) értjük. A könnyűbetonelem megnevezés könnyű betonból készült terméket jelent.

A továbbiakban a betonelemgyártás fejlődését a fenti csoportosításnak megfelelően vizsgáljuk. Előzőleg azonban általánosságban az alábbiakat kell még elmondanunk.

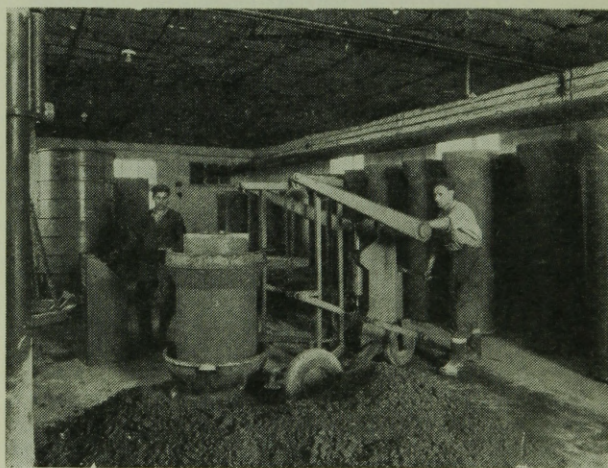
A betonelemgyártás nálunk érdemben a felszabadulással vette kezdetét. 1945 előtt inkább csak vasalatlan betontermékeket gyártottak kezdetleges körülmények között kisebb magánvállalkozók. Vasbetonelemeket egy-két szórványos kezdeményezéstől eltekintve nem készítettek.



1. ábra. A betonelemgyártás főbb mutatói



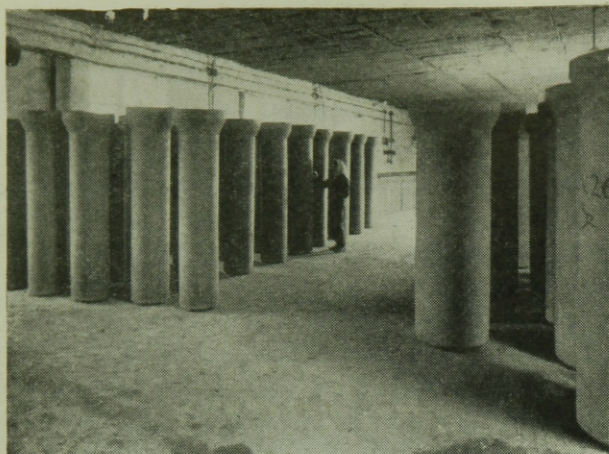
2. ábra. Normálvasbetétes és feszített szerkezetek aránya



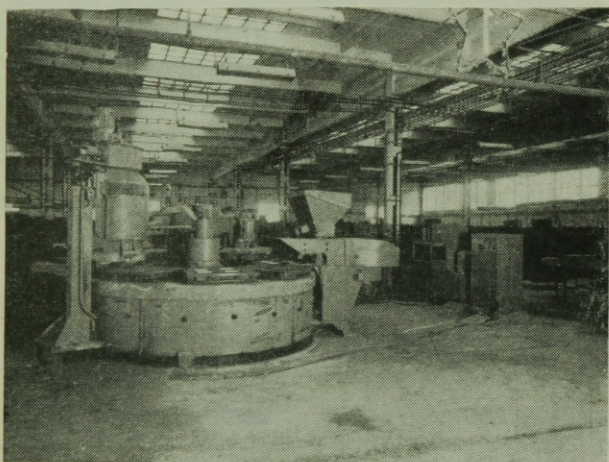
3. ábra. Betonsőgyártás

1945 után kellett tehát a betonelemgyártás alapjait lerakni. Ezt a munkát akkor azonnal meg is kezdték, részben az államosított, úgynevezett „cementipari” vállalatok kibővítésével és korszerűsítésével, részben pedig új épütelelemgyárak létesítésével.

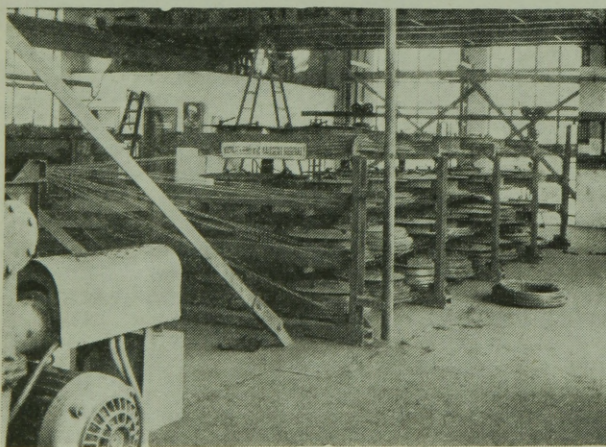
Az eltelt 16 év során a felszabadulás előtti állapotokhoz képest igen szép és nagy eredmények születtek e téren is. Országos viszonylatban ki-fejlődött az a betonelemgyártási hálózat, amely



4. ábra. 2 m-es betoncsövek



5. ábra. Mozaiklapgyártó automata



6. ábra. Előrefeszített vasbetonalj-gyártás huzaltartó állvánnyal

alapjául szolgált az ebben az időszakban hazánkban lefolyt nagyarányú építési tevékenységnek. Az elért eredményeket szemléltetően mutatják az 1., 2. ábrák. Ezek az eredmények nemcsak hazai vonatkozásban voltak jelentősek, de sok tekintetben világviszonylatban is élen jártak.

Természetesen hiányosságok is adódtak. Közülük a legkiemelkedőbbnek azt kell tekintenünk, hogy könnyűbetongyártásunk nem fejlődött a kívánt ütemben.

1. Vasalatlan betonelemek gyártása

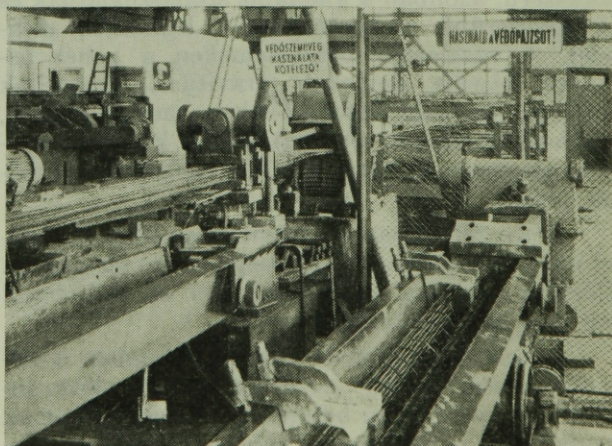
E csoport termékei közül a nagysorozatú gyártás fogalmába elsősorban a mozaiklapok, a födém-bélés elemek és a bányaidomkövek, valamint az alakilag velük rokon útburkoló elemek, továbbá betoncsövek tartoznak.

E főbb termékek gyártásában elsősorban a termelés mennyiségi növekedésében értünk el nagy eredményeket. Így megállapíthatjuk, hogy mozaiklapokból 2,5-ször, betoncsőből 2-szer, bányaidomkőből 6,8-szor, födembélésteletről mintegy 15-ször többet termeltünk 1960-ban, mint 1950-ben. Összességükben tekintve pedig 1960-ban 8,26-szorosát termeltük az 1950. évi vasalatlan betontermékek mennyiségének, köbméterben számítva.

E növekedéssel párhuzamosan természetesen nagymértékben csökkentek e termékek önköltségei is. Mindezek mellett a termékek minősége is állandóan javult.

Különösen az utóbbi időben, elsősorban korszerű gépek alkalmazásával sikerült az eredményeket növelni, főképpen a cső- és a mozaiklap gyártásban.

Ámbár a felsorolt eredmények nagy fejlődésről tesznek tanuságot, mégis a betonelemgyártásnak ezt a területét a vasbetonelemgyártáshoz képest lemaradotabbnak kell tekintenünk. Ennek oka, hogy a vasbetonelemgyártás csaknem teljes egészében a felszabadulás után jött létre, tehát majdnem minden területen korszerű berendezésekkel, korszerű gyártástechnológiákat sikerült kialakítani. A vasalatlan betonelemek gyártása viszont a régi korszerűtlenebb bázison nyugodva, csak részben fejlődhetett. Ezért ma még sok helyen a régebbi technológiával és berendezésekkel folyik a gyártás. A feladat most az, hogy az elkövetkező évek során minden gyárban áttérjünk a korszerű, nagyteljesítményű és nehezebb fizikai munkát kiküszöbölő gépek alkalmazására. Itt kell megemlíteni azt is, hogy e téren a rakodás és szállítás gépesítésében is lemaradás mutatkozik és e műveletek gépesítésének fejlesztése egyik fontos feladat.



7. ábra. Előrefeszített vasbetonalj-gyártás. Huzalok hullámosítása és befogása

2. A vasbetonelemek gyártása

Már az előzőekben is megemlítettük, hogy a vasbetonelemgyártásban tapasztalható a legjelentősebb előrehaladás. Az utóbbi 10 év eredményeiből azt látjuk, hogy a termelés mennyisége beton m³-ben kifejezve, csaknem ötszörösére növekedett. Ezt a nagyarányú mennyiségi növekedést hasonlóan a már elmondottakhoz, az önköltség állandó csökkenése és a termékek minőségének folytonos javulása kísérte. Külön figyelemre méltó eredmény a feszített vasbetontermékek arányának jelentős emelkedése, főképpen a legutóbbi esztendőik során. Az 1960-ban gyártott feszített szerkezetek az összes vasbetontermékek 25%-át képviselték.

A vasbetontermékek legfontosabb és legnagyobb tömegét a födémgerendák és födempallók, a vasúti aljak, a távvezetékoszlopok, végül az ipari és mezőgazdasági csarnokszerkezeti elemek alkotják.

A hazai vasbetonelemgyártás legnagyobb, nemzetközileg is kimagasló eredményei legfőképpen az előfeszített vasbetonalj, az előfeszített vasbetontávvezetékoszlopok, továbbá a helyszíni ipari csarnokszerkezetek gyártásában születtek.

Mind az előrefeszített vasbetonaljak, mind pedig az előrefeszített távvezetékoszlopok gyártási technológiáját a KGST Építőipari Bizottsága felvette az ajánlott gyártástechnológiák közé. Előrefeszített vasbetonaljgyárakban ma már jelentős exportunk is van.

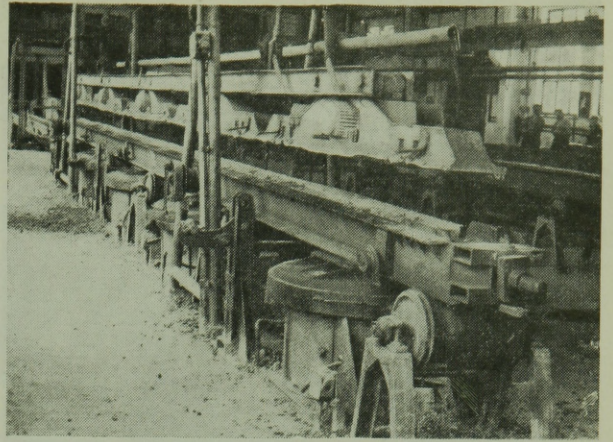
Az utóbbi két évben számottevően előbbre jutottunk az előrefeszített födém szerkezetek gyártásában is. Működik már az első üzem, amely csúszószaluzatos eljárással előrefeszített alul-felül sík födempallókat és födémgerendákat készít. Jelenősebben kifejlődött a felülbordás előrefeszített teknős födémelemek gyártása is.

Noha az itt vázlatosan felsorolt eredmények jelentősek, mégsem lehetünk ezekkel az eredményekkel megelégedve. Hiányosságnak kell tekintenünk többek között azt, hogy a lakás-, továbbá a mezőgazdasági és ipari építkezéseket ma még nem látjuk el teljes mértékben megfelelő választékú típusaikkal. A födém szerkezeti elemekben a kívánatsornál kisebb a feszített szerkezetek aránya, továbbá a nagy födémelemek gyártása csak kezdeti állapotban van.

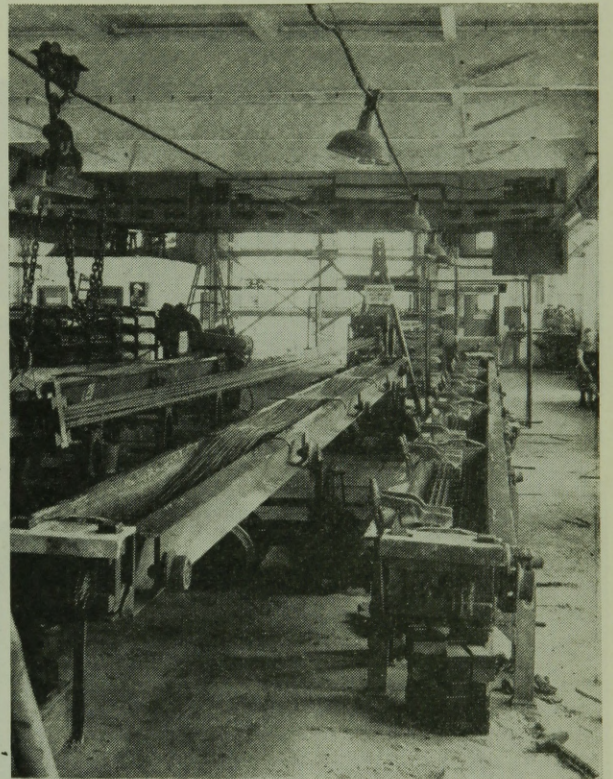
Itt kell megemlítenünk azt is — bár ez a probléma a könnyűbetonelemgyártás területére is tartozik —, hogy kimondott házgyáraink nincsenek. Hiányzik tehát a nagyvelemes építkezések bázisa.

3. A könnyűbetonelemgyártás

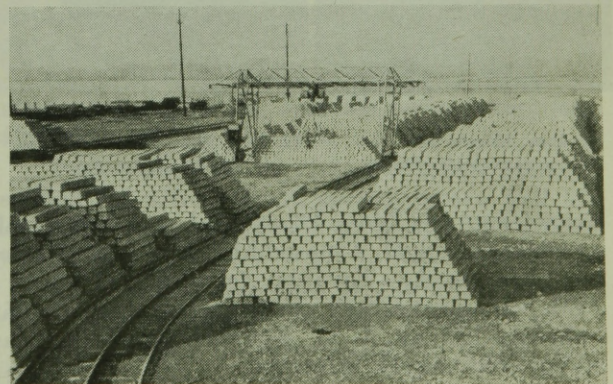
A könnyűbeton elsősorban a függőleges terhelatároló szerkezetek anyaga. Az elmúlt évek során fokozottabb mérvű kutatómunka folyt e téren és bár az elért eredmények a kívánalmakat ma még nem elégítik ki, kezdeti sikerekről már beszélhetünk. Jelenleg kétféle alapanyagból állítanak elő hazánkban nagyobb tömegben könnyűbetont. Az egyik a kohóhabsalak, a másik a tufa-



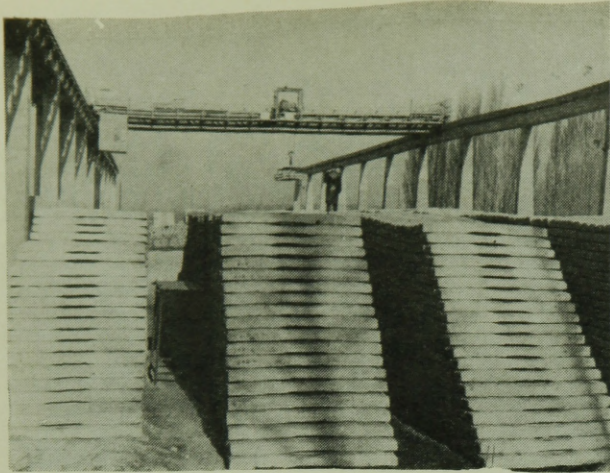
8. ábra. Előrefeszített vasbetonalj-gyártás. Betontömörítés



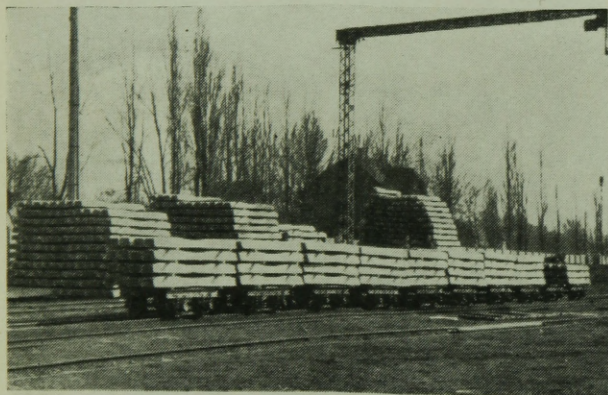
9. ábra. Előrefeszített vasbetonalj-gyártás. Huzalok elhelyezése



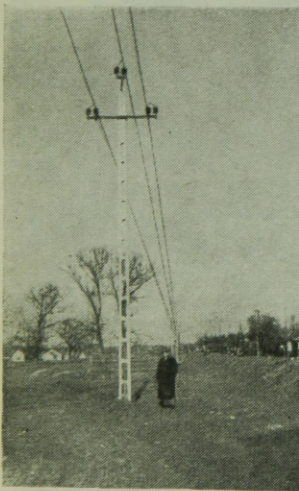
10. ábra. Vasbetonalj tárolása



11. ábra. Előrefeszített vasbetonaljak tárolása a Komárom megyei Vasbetongyárban



12. ábra. Előrefeszített vasbetonaljak a 2. sz. Épütelemgyárban



13. ábra. Előrefeszített vasbeton távvezetékoszlopok



14. ábra. Előrefeszített vasbeton közvilágítási oszlop

törmelék. Az előbbi a középblokkos épütelelemek gyártására szolgál, a másodiktól kézi falazóelemeket készítenek. További fejlődési eredmény: 1961-ben megkezdték a nagyelemek gyártását kohósálakból az 5. sz. Épütelemgyárban; az eddigi eredmények biztatóak.

Egyéb kísérleteinkből kitűnik, hogy az elkövetkező évek során jelentős szerephez fog jutni

nálunk, mint könnyűbeton-alapanyag, a pernyekavics és az utánégetett kazánsalak. Mindezek felül nagy figyelmet érdemelnek a gázbetonok is. Nálunk ezeknek az alapanyaga az erőművek pernyéje lehet. A gázbetonok tekinthetők valóban könnyűbetonoknak. Az eddig végzett számítások szerint ez az anyag látszik fenti célra a leggazdaságosabbnak. Éppen ezért egy nagykapacitású könnyűbetongyár létesítése máris folyamatban van. E téren hazai eredmények, illetve tapasztalatok megfelelő mértékben még nem állnak rendelkezésre, ezért a könnyűbetongyártat a Lengyel Népköztársaságból hozzuk be, ahol ezzel az anyaggal jelentős eredményeket értek már el.

Összefoglalva e kérdéseket, megállapítható, hogy könnyűbeton gyártásunk az utóbbi években a korábbi esztendőkhöz észlelt pangással szemben fejlődésnek indult és a jövőben e téren is fokozott mérvű előrehaladás várható. Ez pedig a házgyárak létrehozása szempontjából igen fontos, alapvető tényező.

4. Egyéb kérdések

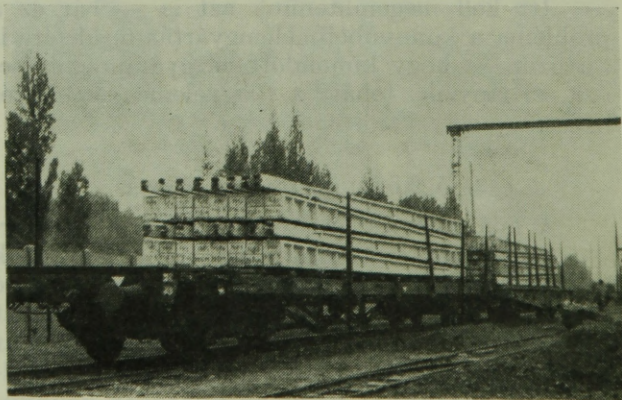
Van még néhány olyan probléma, amely még az ilyen vázlatos ismertetésből sem maradhat ki, hacsak nem akarjuk, hogy a kép nagyon hézagos, fogytékos legyen. Ezek a következők:

a) Az adalékanyagok osztályozása

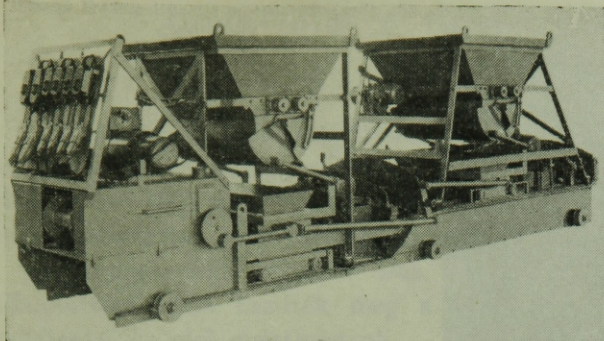
Épütelemgyárainkban mindenhol osztályozott adalékanyaggal dolgoznak. Mégsem lehet azonban azt mondani, hogy további feladatok itt már nincsenek. Csak kevés helyen működnek ugyanis ma még olyan osztályozó berendezések, amelyek a finomabb frakciók kellő élességű szétválasztására is alkalmasak. Ez pedig a nagyobb szilárdságú betonok előállítás szempontjából, de cementtakarékossági okokból is nagyon fontos.

b) Az ömlesztett cement szállítása

A nagytömegű betonelemgyártás nagy mennyiségben történő cementfelhasználással jár. Elsősorban ez az a terület, ahol a cementnek ömlesztve történő szállítása jelentős gazdasági eredményt hoz. Az utóbbi évek során épütelemgyáraink egy része már ömlesztett cementet használ. Szükséges, hogy a betonelemgyártás minden területén megtörténjen a berendezkedés az ömlesztett cement szállítására.



15. ábra. Előrefeszített vasbeton távvezetékoszlopok



16. ábra. Csúszózszaluzatos gerendagyártó gép

c) Gépgyártás

Az épütelelemgyári gépek és berendezések gyártásában elmaradtunk. Ha minden ilyen jellegű gép és berendezés gyártására nem is kívánatos berendezkedni, mindenképpen szükséges, hogy a jelenlegi, e célra szolgáló gyártási kapacitásokat a szükséges mértékben fejlesszük.

d) A típustervezés

A gazdaságos betonelemgyártásnak létfeltétele megfelelő típustervek készítése. A betonelemgyári termékek felülvizsgálata azt mutatja, hogy olyan termékekre nézve alakultak ki eddig élenjáró gazdaságos gyártási eljárások, ahol ez a feltétel biztosítva volt. A lakóházak, valamint az ipari csarnokok szerkezeti elemeinek tervei az elmúlt években sokat változtak; ez a körülmény nagyrészt okozója lett az e téren mutatkozó lemaradásnak.

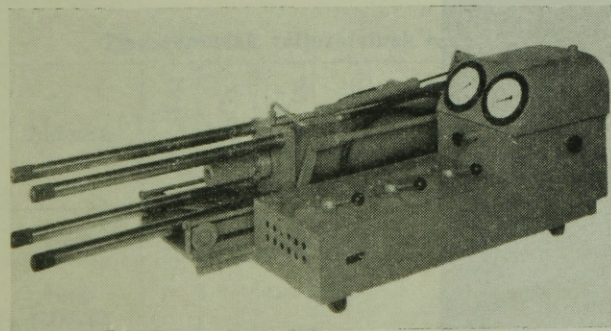
A fejlesztés fontosabb kérdései

Az eddig elmondottakból közvetlenül adódnak a további fejlesztés főbb feladatai. Ezek az alábbiakban foglalhatók össze:

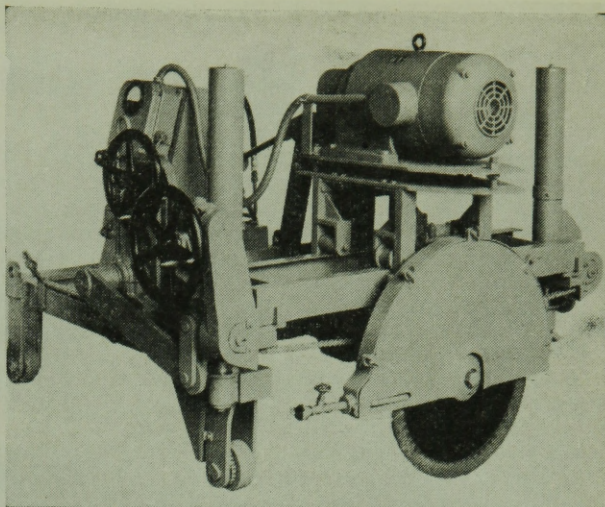
1. A típustervezésre az eddigieknél is nagyobb gondot kell fordítani és rövid időn belül a még hiányzó típusterveket is el kell készíteni, a nem megfelelőket pedig javítani.

2. A betonelemgyári gépek és berendezések gyártási kapacitását növelni kell. Azoknak a géptípusoknak a sorozatgyártásbavétele szükséges, amelyek már eddig beváltak és nem állnak kellő számban rendelkezésre.

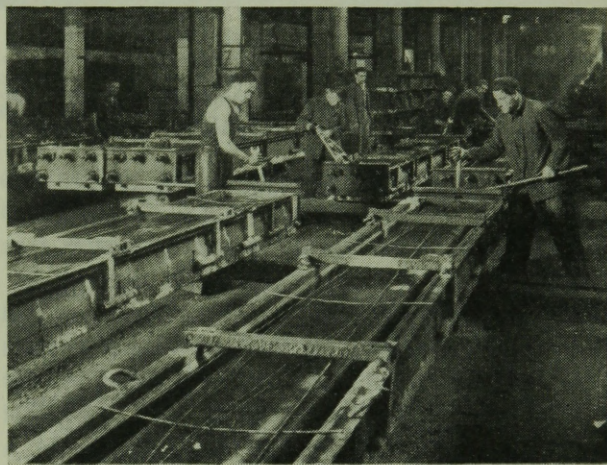
3. A korszerű osztályozási eljárásokat és a cementnek ömlesztve történő szállítását a betonelemgyártás egész területére be kell vezetni.



17. ábra. Feszítőgép



18. ábra. Betonfűrész



19. ábra. Felülbordás előrefeszített födempalló gyártása az 1. sz. Épütelelemgyárban

4. A vasalatlan betontermékek gyártásában mindenhol a félautomatikus, vagy teljesen automatizált vibróprések alkalmazására kell áttérni. Fejleszteni kell a rakodás és szállítás gépesítését.

5. A vasbetonszerkezetek körén belül növelni kell a feszített szerkezetek arányát. Különösen a födém szerkezetek gyártásában van erre lehetőség. A födém szerkezetek körén belül ezenkívül a nagy elemek, födempallók mennyiségét kell fokozni alul-felül sík kivételben.

6. Be kell vezetni a feszített vasbeton nyomócsövek gyártását is. Jelentős acélmegtakarítás válik ilyen módon lehetővé.

7. A könnyűbetongyártást fokozott mértékben kell fejleszteni. Ezzel párhuzamosan kell kialakítani a nagyobb elemek gyártását, ill. a házgyárakat.

8. A betonelemgyárak profilizálását tovább kell fejleszteni olyan módon, hogy a legtöbb betonelemgyári termék nagy sorozatokban legyen előállítható.

9. A fejlesztésnek fokozottabb mértékben kell irányulnia különösen a lakásépítési elemeknek

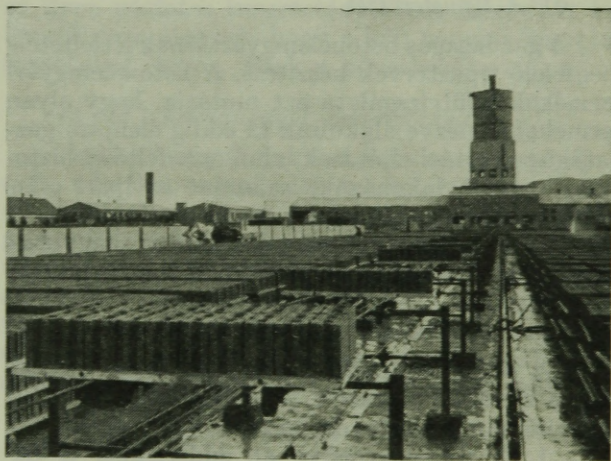


20. ábra. Tufabeton falazóelemekből készült családiház

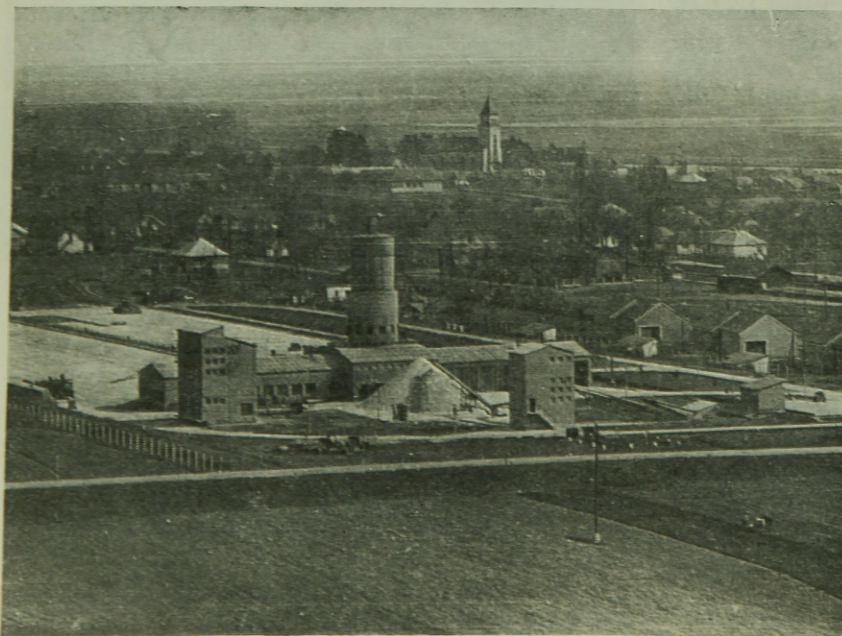
az egyre nagyobb mérvű és teljesebb készre munkálására, helyszíni építési munkák csökkentése céljából.

10. A jólképzett műszaki dolgozók számát növelni kell a betonelemgyártásban, ezzel egyidejűleg fokozni kell a szakmunkás képzést is.

Összefoglalva az elmondottakat, megállapíthatjuk, hogy betonelemgyártásunk a felszabadulás óta nagy eredményeket ért el, de arra is határozottan rá kell mutatnunk, hogy — bár az építőipar fejlesztésében a betonelemgyártás kulcs-helyzetet foglal el —, ennek további fejlesztése és tökéletesítése döntő módon megszabja az építőipar fejlődését is. Éppen ezért a betonelemgyártásra az eddigieknél is nagyobb gondot kell a továbbiakban fordítani.



21. ábra. Tufabeton falazóelemek tárolása



22. ábra. Tufabeton falazóelemgyár

A tipizálás a tömeges betonelemgyártás feltétele

MOHÁCSY LÁSZLÓ

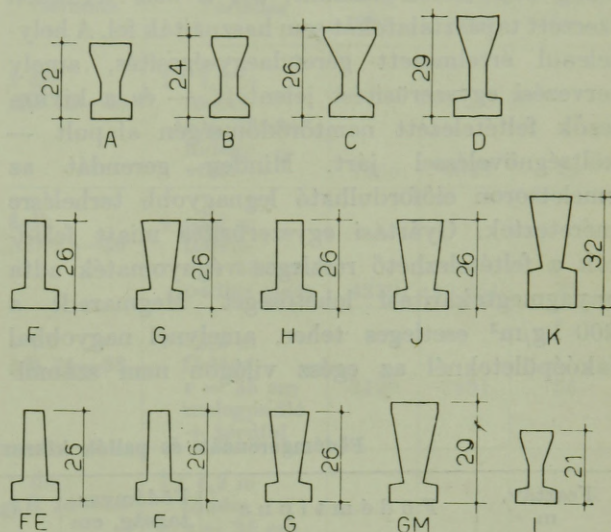
A tömeges betonelemgyártás első hazai termékei a vasbetonaljak voltak. Már a második világháború előtt kialakult az az aljtípus, amelyet évi többszázszázres mennyiségben gyártottak.

A magasépítés számára csak az építőipar államosítása után kezdték meg a betonelemek gyártását. Az első gyártmányok — néhány megadott keresztmetszeti szelvény mellett — egyedi tervezéssel betétezett gerendák voltak. Az előregyártás kezdeti lendületében a tervezők már két-három gerendához is más-más betétezést terveztek; ez természetsszerűen lassította a gyártást.

A következő lépést két gyári szelvény — az F és G — kialakítása jelentette. E gerendákat három fajta betétezéssel készítették. Mindegyiket a gerendából kinyúló betétekkel és tömör végű változatban is gyártották. Az üzemek kis kapacitásával és a szállítási nehézségekkel számolva, kialakultak a helyszíni előregyártásnak megfelelő, gyengébb minőségű betonból készíthető H és I—, majd a nagyobb magasságú K szelvények (1. ábra). Bár a választék jelentős volt, a gyártás még nélkülözte a nagyüzemi jelleget. A tárolási nehézségek miatt csak kis sorozatok gyártására nyílt lehetőség, emiatt az előállítás költsége nem csökkent. A gerendákból kinyúló betétek módját adtak ugyan részleges végnymaték feltételezésére — így némi acéltakarékosság volt elérhető — a gyártást azonban ezek a betétek nehezítették.

Időközben elkezdődött, majd abbamaradt a feszített acélbetétekkel készült FE gerendák gyártása.

A gyártás egyszerűsítése során áttértek a teljesen tömör végű gerendák előállítására. Az eddig készített — minden gerendatípusnál három fajta — betétezés változatait csökkentették, majd a hosszválasztékból hagytak ki egyes nem járatos méreteket. Másrészről növelték a választékot a 6,0 m-nél nagyobb falközökhöz megfelelő merevségű GM,



1. ábra. Födémgerendák szelvényeinek alakulása, 1949—1960
Az A profil még 1949 előtti. Az FE, F és G üzemi, a többi helyszíni előgyártással készült. Az A gerenda feszített volt. A gerendák folyóméter súlya: B 46,5 kg/m; C 58,25 kg/m; F 52,1 kg/m; G 64,9 kg/m; H 60 kg/m; I 74,6 kg/m; K 82,4 kg/m; FE 52 kg/m; GM 78,9 kg/m; L 40,5 kg/m

és a családi házak számára alkalmas L gerendák bevezetésével. A gerendák vasalási változatai az 1. táblázat szerint igen jelentősen csökkentek.

A gerendák mellett gyártottak födém pallókat is, nagyszilárdságú (indokolatlanul lágyvasnak nevezett) és feszített betétekkel (Bán-féle teknős pallók). A választék néhány darabra korlátozódott, de a nagyüzemi termelés előnyei a kisipari módszerek mellett kellőképpen nem kerülhettek előtérbe.

Az utóbbi időben kúszó előállítási móddal készítik a Weiler-gerendákat és pallókat. A gyártás módja fejlett nagyüzemi jellegű, de oly nagymennyiségű cementet és feszíthető acélbetétet igényel, hogy ez anyaggazdálkodási téren a pallókkal szemben jogos bírálatot vált ki.

Az eddigiek rövid áttekintést nyújtottak a födém szerkezetek nagyüzemi gyártásának fejlődéséről. A nagyüzemi előállítás nagy szériák gyártásán alapul, ez pedig tipizálást jelent. A tipizálás célja: gazdaságos szerkezetek létrehozása. Kénytelenek vagyunk megállapítani, hogy a tömeges betonelemgyártás eddig hiányosan tükrözte a tipizálás adta lehetőségeket és előnyöket.

A tipizálás sokrétű folyamat. Összes tényezőinek és ütemének együttes kihasználása jelenti azt a gazdasági előnyt, amely miatt a tipizálást nemcsak előtérbe helyezzük, hanem a tömeges lakásépítés alapfeltételének tekintjük.

A tipizálás folyamatának főbb lépései — igénymegállapítás, tervezés, előregyártás, helyszíni munkaegyszerűsítés — egymáshoz kapcsolódnak

1. táblázat

Tipusgerendák változatainak csökkenése

Időszak	F, (Fx)	G, (Gx)	H, I, Hx, Ix,	B, C, Bx, Cx,	K	L	GM	Összesen
	változatok száma							
1952	70	56	126	126	21	—	—	399
1960 (a KÖZTI katalógusa szerint)	11	16	—	—	—	8	7	42

és bármelyik kihasználatlansága veszélyeztetné a gazdaságosságot. Az igénymegállapítás terén eddig alig tettek valamit, sőt a más területen szerzett tapasztalatokat sem használták fel. A helytelenül értelmezett gerendaegységesítés, amely tervezési egyszerűsítést jelentett — és a kivitelezők feltételezett nemtörődömiségén alapult — költségnöveléssel járt. Minden gerendát az emeletson előfordulható legnagyobb terhelésre méreteztek. Gyártási egyszerűsítés miatt feladták a feltételezhető részleges végnyomaték adta anyagmegtakarítási lehetőséget. Megmaradt a 200 kg/m² esetleges teher, amelynél nagyobb lakóépületeknél az egész világon nem számol-

nak. Az 1960. nov. 10—11-i födémankéton dr. Csonka Pál akadémikus ismertette a födémek együttműködésére vonatkozó kezdeti kísérleteket és javaslatot. Tervezést formáló következtetés még nem született, pedig az együttműködés maximális feltételezése biztosíthatná a szerkezeti elemek egységesítését. Mostani gerendás födémek vastagsága 35 cm. Azóta lépések történtek a födém- és burkoló szerkezetek anyagainak és vastagságának megváltoztatására, ezt azonban a szerkezetek határnyomatékai nem tükrözik. Ezt igazolja a 2. táblázat, amely ismerteti a szokásos födémek teherhordó szerkezeteinek kihasználtsági százalékát.

2. táblázat

Födémgerendák és pallók kihasználtsága a határnyomaték alapján

Fesztáv, m	F ö d é m t í p u s	Födémvas- tagság, cm	Gerenda típus	M_M mkg	M_H mkg	Kihasználás, %
3,60	Hidegpadlós	35	F 36—14	989	1400	71
	Hidegpadló + vfal			1130		81
	Melegpadló			935		67
	Tetőfödém	43		882		63
4,20	Hidegpadlós	35	F _k 42—17	1345	1700	79
	Hidegpadló + vfal			1538		91
	Melegpadló			1273		75
	Tetőfödém	43		1200		71
5,0	Hidegpadló	35	G 50—26	1935	2600	75
	Hidegpadló + vfal			2201		85
	Melegpadló			1828		71
	Tetőfödém	43		1705		66
3,60	Hidegpadló	28	FP 36/120—23/16	1791	2350	77
	Hidegpadló + vfal			2075		89
	Melegpadló			1688		81
	Tetőfödém	41		1740		74
4,20	Hidegpadló	28	FP 42/60—22/13	1221	2160	57
	Hidegpadló + vfal			1425		66
	Melegpadló			1150		54
	Tetőfödém	41		1185		55

A födémgerendákat évekkel ezelőtt általában egymástól 1,0 méter távolságban helyezték el. A B 100 betéttest helyett ma B 60 betéttesteket használnak, de ez a gerendasűrítés még nem éreztette gazdasági előnyeit. A 3. táblázat ismerteti a jelenlegi és a 60 cm-es kiosztás miatt javasolt L gerendák határnyomatékai közötti viszonyt. A javasolt gerendafajták tetemes acélmegtakarítást jelentenek.

A lakóépületek nyílásai fölé AD, AR és AS szelvényű gerendák készülnek. A gerendák tervezésekor az előállható terheléseket borulató módon állapították meg. A szokásos típusépületeken ezek a gerendák csak részben használhatók ki (4. táblázat). Többletbiztonságként adódik a gerendák feletti koszorúk teherbírása.

Az előbbieket határozottan rámutatnak a tipizálás első ütemének — az igénymegállapítás-

A jelenleg gyártott és a javasolt L-gerendák határnyomatékainak viszonya

Gerenda jele		M_H mkg		M_H javasolt
jelenleg gyártott	javasolt	jelenleg gyártott	javasolt	M_H jelenlegi
L 26—10	L 26— 6,5	950	650	69%
L 30—12	L 30— 6,5	1200	650	54%
L 34—16	L 34— 8,5	1600	850	53%
L 40—16	L 40—11	1600	1100	69%
L 42—22	L 42—12	2250	1200	53%
L 45—22	L 45—15	2250	1500	67%
L 48—22	L 48—16	2250	1600	71%
L 50—22	L 50—17,5	2250	1750	77%

nak — fontosságára. A tipizált betonelemnek nem az elképzelhető legkedvezőtlenebb — és így kevés számú — hanem a túlnyomó arányban felmerülő igénybevételre méretezett szerkezetnek kell lennie. A különleges, ritkán előforduló nagyobb terhelések számára helyesebb egyedi megoldást választani.

A helyes igénymegállapítást a tipizálás során a pontos tervezés követi. Így érhető el a teherhordó szerkezetek megközelítően 100%-os kihasználtsága és ennek eredményeként a legnagyobb anyagtakarékosság.

A tipizálás ezen ütemei — a helyes igénymegállapítás és a pontos tervezés — biztosítják a legkisebb termékszám és a legnagyobb gyártási széria mellett a legjobb anyagkihasználást.

A mezőgazdasági és ipari tipizálás során különösen nagy a jelentősége az igénymegállapító egységesítésnek, — amit a legkönnyebben és a legnagyobb mennyiségben az univerzális csarnokok útján érhetünk el. A TTI és az Ipar-

Nyílásáthidalók kihasználtsága

Gerenda	Terhelés	M_M mkg	M_H mkg	Kihasználás, %
3 db AD 15—10	2 × 3,6 m födém v = 35 cm hidegp. + vfal	1450	3048	48
3 db AD 27—36	2 × 4,2 m födém v = 35 cm padlás alatt	4230	10 851	39
1 db AR 24—38	1 × 4,2 m födém v = 35 cm melegpadló + térdfal	2120	3801	56
1 db AR 24—38	1 × 4,2 m födém v = 35 cm padlás alatt + fedélszék	2520	3801	67
1 db AS 27—44	1 × 4,2 m födém v = 35 cm padlás alatt + fedélszék	2600	4430	59

terv által tervezett univerzális mezőgazdasági épületek, és a 9 × 9, valamint 12 × 12 m oszlopállású ipari csarnokok típusai oly nagy számban épülnek a közeli években, amely azok betonelemeinek tömeges előregyártását indokolja.

A tipizálás a lakóépületek, mezőgazdasági és ipari épületek mellett kiterjed a mélyépítési létesítményekre is. Nyilvánvaló, hogy a helyes igénymegállapítás és tervezés ott is érezteti majd a tipizálás gazdasági előnyeit.

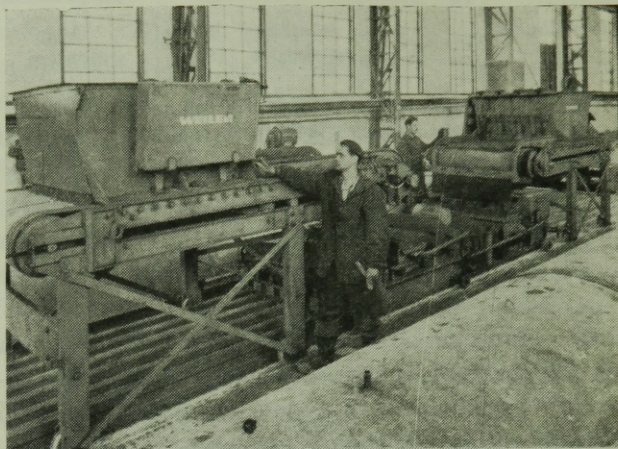
Csúszósablonos gyártási technológia az 1. sz. Épületelemgyárban

TÓTH FERENC

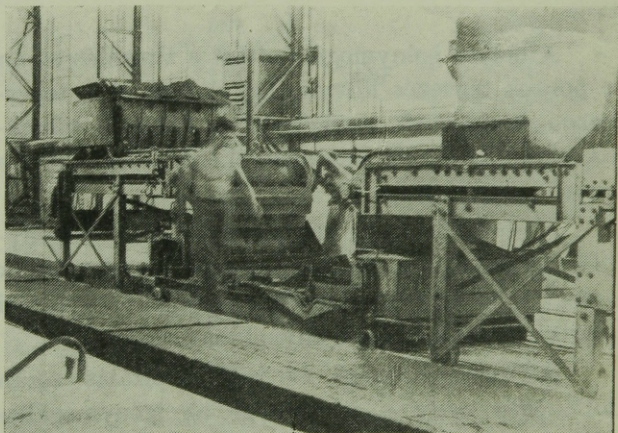
Az Építésügyi Minisztérium kollégiuma 1959-ben úgy határozott, hogy az előregyártott elemek sablonigényének csökkentése érdekében meg kell kísérelni csúszósablonnal dolgozó, a friss betont azonnal kizsaluzó gyártó eljárások bevezetését. Mivel az ezirányú hazai kísérletek eddig eredménytelenek voltak, import mellett döntöttek. Többek között szóba jött a Weiler—Maschinenfabrik Brauer KG. Weiler Bingen—Rhein cég által gyártott berendezés is. Ennek tanulmányozására szakbizottságot küldöttek a Német Szövetségi Köztársaságba. A bizottság kedvező jelentése nyomán a Minisztérium behozatott az ÉTI által tervezett feszített födempallók és feszített födémgerendák előállítására szolgáló gépeket. Ezekkel gyártási kísérleteket folytattunk az 1. sz. Épületelemgyárban, egy régi raktárból erre a célra átépített üzemben, majd áttértünk a nagyüzemi sorozatgyártásra.

A Weiler-féle csúszósablonos berendezés működési elvét tekintve, hasonló a közismert Schäffer-Stassa-féléhez, csupán hiányzik róla mindaz, ami felesleges súlyt jelentett. Ezek a gépek általában alkalmasak előrefeszített beton I, U vagy T keresztmetszetű 6—40 cm magas prizmatikus gerendatartók, illetve feszített beton födempallók gyártására max. 210 cm szélességben és 25 cm vastagságban, alul-felül sík vagy teknőalakú kivitelben, egy vagy több rétegben, esetleg különféle betonokból készítve.

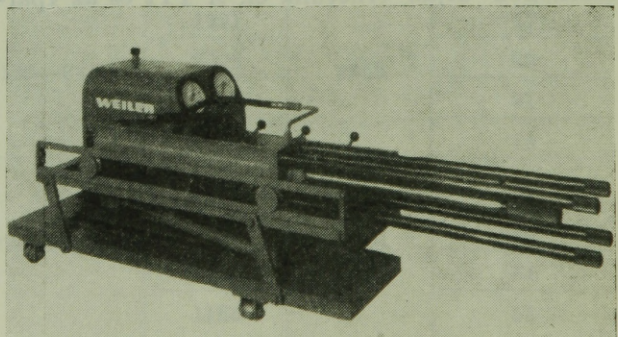
A behozott gerendaformázó gép (1. ábra) kisterjedelmű. Hossza kereken 4 méter, egyszerre 6 db 19—24 cm I keresztmetszetű gerendát formáz ki. A szoros értelemben vett formázórészt közrefogják a betont adagoló 0,75 m³-es silók, melyekhez laposacél hevederekkel csatlakozik. A gépegység 0,6—2,0 m/perc, 6 fokozatban állítható sebességgel mozog. Az elől haladó silóra felszerelt csörlő vonatja a berendezést a pálya végéhez kikötött sodronykötél segítségével. Az első silón van még elhelyezve a gép 9000/perc fordulatú vibrátorait tápláló aszinkron periodusváltó. Az adagoló siló edénye alatt fokozatmentesen állítható sebességű (1,5—4 m/perc) gumiheveder halad. Ez zsilipekkel szabályozott rétegvastagságban hordja ki a siló alól a betont, amely a formázógép első, menetirányban ide-oda lengő, pontosan vezetett adagoló ládája hullik. A nyitott fenekű láda hátoldalán magassági értelemben állítható simítókarok vannak, amelyek előtömörítenek és a szükséges betonrétegvastagságot biztosítják. Ezt követi a gumirugókra ágyazott vibrátorhíd, amelyről lenyúló saruk a 6 gerenda talpát egyidejűen tömörítik, miközben a géppel tovahaladnak. Az elsőhöz hasonló szerkezetű második silóból a gerenda fejrészt képező beton hullik alá a második, szintén előre-hátra lengő adagoló ládába, amelyen szintén állítható simítókarok vannak. Ezt követi a gerenda fejét tömörítő



1. ábra. Gerendaformázó gép üzem közben



2. ábra. Feszített födempallót gyártó gép üzem közben



3. ábra. Weiler-féle feszítógép

vibrátorhíd, amely elrendezésben azonos az első hídval, rezgésszáma szintén 9000/perc. A híd elé vizet csepegtetnek a síklás elősegítésére.

Az ÉTI-féle födempallót formázó gép (2. ábra) szintén a betonadagoló silók között helyezkedik el gyártás közben. Az elől lehullott beton rétegvastagságát a gépen a menetiránnyal szembe-forgó 4 ágú lapátkerék állítja be. Ezt gumirugóra ágyazott vibrátorhíd követi, amely tömő-

ríti az alsó betonréteget, egyidejűen kiformázva az üregek alsó felét. E mögött vannak az üreget kiképző, önmagukkal párhuzamos lépegető mozgást végző csövek, amelyekre rátöltik (a hátsó töltőládából) a felső betonréteg anyagát. Ennek előtömörítését döngölők végzik, melyeket 9000/perc fordulatszámú vibrátorhíd követ. A panelformázó gép súlya 2,8 tonna, a gerenda formázóé 2,5, az adagoló silóké (betonnal feltöltve) egyenként 3,5 tonna. Ha többféle betonból készítenek pallót, akkor legelől a legalsó réteget terítő külön adagoló siló halad, külön tömörítő vibrátorral.

A Weiler-féle gépekkel hosszúpados eljárásban 105 m hosszban készített előre feszített elemeket. Miközben a feszítópálya vágányán végiggördül a berendezés, a betont a gyártó csarnokban haladó híddarú továbbítja a keverőtelepről a géphez automatikusan ürülő puttong segítségével. A betonozás megkezdése előtt a pályán végighúzzák az acélhuzalokat, hidraulikus géppel megfeszítik (3. ábra), majd felszerelik rájuk a kengyeleket. Az egyrétegű gyártás lehetővé teszi kisméretű feszítő alapok alkalmazását. A pályát téglazúzalékkal szórják fel a megszilárdult termék felemelésének megkönnyítése és a jobb vakolhatóság céljából. A betonozás végeztével a szilárdulás gyorsítására kettősfalú, hőszigeteléssel ellátott acéllemez fedők alatt gőzzel hőkezelik a termékeket. A kellő szilárdság elérése után a feszültséget ráengedik a tartókra és az egy hosszban fekvő elemeket elválasztják egymástól.

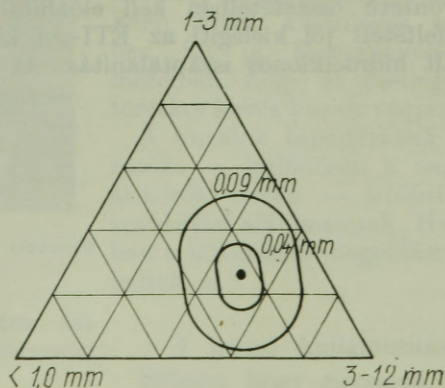
A Weiler-féle berendezés haszna főként a csekély sablonköltségben és a nagy termelékenységben, valamint a termékválaszték gyors váltási lehetőségében van. A beton hatásának kitett sablonrészek élettartama mintegy 30–100 km formázó útban fejezhető ki. A viszonylag kis súlyú és olcsó sablonrész cseréjével igen rövid idő alatt átállítható a gyár egyik termékről a másikra. A híddarúval felszerelt üzem a beton-elemgyár univerzális típusának tekinthető, mert pl. szükség esetén gyárthatók benne összerakható ház fal- és födémlemei is, a Weiler-gépek eltávolításával, ha az igények alakulása ezt szükségessé tenné. A termelékenységre jellemző, hogy a 4 pályás kísérleti üzemben 3 műszakban a betonkeveréktől a kiszállításig minden dolgozót beleértve, $3 \times 8 = 24$ fő napi 360 m^2 feszített födempallót tudott előállítani és már elérte a napi 480 m^2 termelést. Ez évente (12 nap gépjavítással számolva) $288 \times 480 = 138\,240 \text{ m}^2$ panel termelésével egyértelmű. A csúszósablonos eljárással tehát $5\,700 \text{ m}^2/\text{fő év}$ termelékenység érhető el. Az eljárás sablonköltsége javítással együtt $2,00 \text{ Ft/m}^2$ -re tehető. A termék változtatásához évi négy sablon (kb. $200\,000 \text{ Ft}$, $11,2 \text{ t}$) beruházása szükséges.

Még szembetűnőbb ez az előny feszített födémgerendák gyártásakor. A géptől várható teljesítmény napi 1-szeres forduló esetén 2400 fm , 1,5-szeres forduló esetén — az alkalmazott cement hőkezelhetőségétől függően — 3600 fm gerenda. Ez évente $720\,000$, illetve $1\,080\,000 \text{ fm}$ termelésével egyértelmű. Mivel a termelésben a hőkezelés

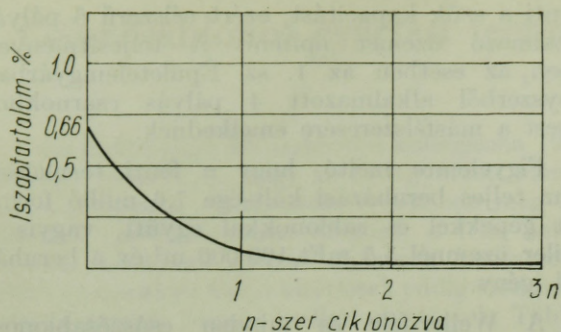
jelenti a szűk kapacitást, ezért célszerű 6 pályát tartalmazó üzemet építeni. A teljesítmények ebben az esetben az 1. sz. Épületelemgyárban kényszerből alkalmazott 4 pályás csarnokhoz képest a másfélszeresére emelkednek.

Figyelemre méltó, hogy a fenti termelésű üzem teljes beruházási költsége $7,6$ millió forint volt gépekkel és sablonokkal együtt, vagyis a Weiler üzemnél $5,5 \text{ mFt}/100\,000 \text{ m}^2/\text{év}$ a beruházási igény.

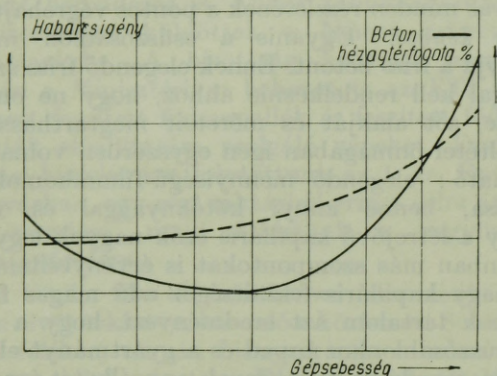
A Weiler-féle és minden csúszósablonos, friss betont kizsaluzó eljárás közös tulajdonsága az, hogy a beton összetételére és a technológiai előírás minden részlegének a pontos végrehajtására igen *kényes*. Ugyanis a csúszósablon magára hagyja a friss betont. Ennek elegendő friss szilárdsággal kell rendelkeznie ahhoz, hogy ne omoljék össze, sőt alakját és méreteit megtarthassa. Ez a feltétel önmagában igen egyszerűen volna megoldható: elegendő mennyiségű finomhomok adagolása, benne annyi kötőanyaggal és vízzel, hogy a létrejövő kapilláris erők nagyok legyenek. Azonban más szempontokat is érvényesíteni kell. A nagy kapilláris feszültséget adó magas finomhomok tartalom azt eredményezi, hogy a beton a csúszósablonhoz tapad és a gyártmányt elhúzza a gép, repedések keletkeznek, az acélbetét és a beton között lényegbevágóan fontos tapadás megszűnik vagy bizonytalan mértékben csökken. Más oldalról nézve: a betonnak elegendő *sok* habarcsot kell tartalmaznia ahhoz, hogy a feszítőhuzalok beágyazása biztosítva legyen, a vibrátorok tömöríteni tudják a betont, valamint a beton felületére kenő hatású habarcsréteg verődjék ki a sablon és a betontest közé, de eléggé *keveset* ahhoz, hogy a vibrált beton ne omoljék össze. Már ebből is következik, hogy állandósítani kell a beton kapilláris szerkezetét és az adalék-szemek közötti hézagok kitöltéséhez és a szemcsefelületek bevonásához szükséges habarcs mennyiségét. Ez a feltétel akkor elégíthető ki könnyen az elvégzett kísérletek szerint, ha az adalékanyagból kimossuk a bizonyos méretnél kisebb szemcséket — lehetőleg maradéktalanul — mert akkor a szemszerkezet ingadozásával az adalék-váz hézagterfogata és fajlagos felülete — így habarcsigénye — kevésbé változik (4. ábra). A Weiler-féle gyártási eljárás nem igényel valamely fix, előírt szemszerkezetet.



4. ábra. Azonos habarcsigényt adó szemszerkezetek szórásának Feret-féle diagramja különböző szemcseméreteknél végzett iszaptalanítás esetén és iszaptalanítás nélkül



5. ábra. Iszaptartalom változása a ciklonozás függvényében



6. ábra. A gép haladási sebességétől függ adott szemszerkezethű a friss beton habarcsigénye és a megszilárdult beton hézagterfoglata

Kísérleteink szerint a 0,1–0,6 mm-es frakció súlyaránya az adalékban 15%-tól 60%-ig változtatható és e határok között tömör beton állítható elő. Azonban egy gyártó menetben nem szabad változtatni az anyag összetételét, mert ez a gépek formázó alkatlemeinek átállítását tenné szükségessé, illetve a helyes beállítás eléréséig tömörítési hiba, repedés stb. keletkeznék a friss betonban. Ugyanis a betonnak tömörödés közben követnie kell a tömörítő alkatrészek felületét. Ha lassabban tömörödik, akkor összeszorul a vibrátor sarui alatt és a gép elhúzza a betont, ha gyorsabban tömörödik, akkor csökken a vibrátor sarui és a beton közötti érintkezési felület és tömörítetlen helyek keletkeznek. Az előadottakból következik, hogy

- a) az adalékot iszaptalanítani kell és
- b) a betont gondos mérlegeléssel és keveréssel egyöntetű összetételben kell előállítani. Az előbbi feltételt jól kielégíti az ÉTI-vel közösen kipróbált hidrociklonos iszaptalanítás. Az 5. sz.

ábra a ciklonozások számának függvényében megadja a finom anyag, por (iszap) tartalmának (<0,1 mm) csökkenését. Tapasztaltuk továbbá, hogy a csúszósablon haladási sebességétől is függ az optimális betonösszetétel. Nagyobb sebesség nagyobb habarcsfelesleget tesz szükségessé, illetve lehetővé, míg kisebb sebesség a habarcsfelesleg csökkentését igényli, mert különben a beton összeomlik túlvibrálás következtében (6. ábra). A jól összeállított friss beton a gép elhaladása után olyan szilárd, hogy azon járni lehet.

Vannak cementfeleségek, amelyekből egyáltalán nem készíthető csúszósablonnal kiformázott betontest. Előnyösek azok a cementek, amelyek kenhető habarcsot adnak, használhatatlanok a tapadó-ragadó habarcsot képezők. Jól használhatók a tatai és lábatlani C 600, C 500, valamint a selypi S54 cementek. Ezen tulajdonság mérésére objektív mérőszám és reprodukálható eljárás ez idő szerint nincs. Fontos, hogy a cement kötési folyamata a gépben ne induljon meg és az úgynevezett álkötési jelenség ne lépjen fel, mert ebben az esetben selejt keletkezik. Ebből következik, hogy a formázási folyamat közben a gép folyamatos üzemét biztosítani és a megállásokat kerülni kell. A kengyeleket pontosan kell szerelni és az adalék egy adott maximumnál nagyobb szemeket nem tartalmazhat, mert különben elhúzások, repedések keletkeznek. Észrevételeink szerint a huzalok és a beton megfelelő tapadását biztosítani lehet a feszítőhuzalok célszerű felületi megmunkálásával, elegendő mennyiségben adagolt habarccsal, valamint a betonnak a géppel együtt való vándorlását megszüntető iszapmentes adalék alkalmazásával.

Számosan felvetették a kérdést, hogy a készen megvásárolt gépekkel miért kellett kísérleteznünk. A gerendagyártó gépen 16, a pallógyártó gépen 13 változó tényező van. Ezeket hozzá kellett állítani a hazai nyersanyagokhoz. Ha az alapanyag állandó összetétele biztosított egy gyártási hosszban belül, akkor a gépen a tömörítő alkatrészeket nem szükséges szabályozni. Ezeket a tényezőket kezelő személyzetünknek meg kellett ismerniük, a kellő gyakorlatot el kellett sajátítaniuk. A csúszósablonos eljárás a kezelőszemélyzettől kiterjedt ismereteket, több gondosságot, lelkiismeretességet igényel, mint a friss gyártmányt sablonban tartó módszerek. Az eredményes munkához szükséges, hogy ez az igény a géppel dolgozók nagyobb szakmai felkészültségében is kifejezésre jusson.

Huzalfeszítési technológiák az épületelemgyárakban

BODÓ LÁSZLÓ

Ismertetésünk csak a hazai elemgyárakban alkalmazott feszítési technológiákkal foglalkozik. Ezért nem is érint olyan eljárásokat, mint az elektrotermikus feszítés, feszültség alatti csévézés és hasonlók.

A technológia megválasztásakor az *elő- és utófeszített* rendszerek jöhetnek szóba. Az elemgyárak szempontjából a két módszer legfontosabb jellemzőit így foglalhatjuk össze:

Előfeszítés

A huzal és beton között szoros, szerves kapcsolat jön létre, *a beton a huzallal együttdolgozik.*

Könnyen alkalmazható nagy sorozatú *tömeggyártásban.*

A huzal 2,5 mm-nél nagyobb átmérők esetén *felületi megmunkálást* igényel. Ez a kérdés még ma sem jutott nálunk nyugvópontra, ezért abban az esetben, ha rövid lehorgonyzási hossz szükséges az elem végén, a huzal-tapadás sokszor problematikus.

A huzal relaxációját *10 %-os túlfeszítéssel* csökkenthetjük.

A beton és a huzal együttdolgozása az elemgyár számára bizonyos biztonsági tartalékot jelent, mert az elem a repedések megjelenése után lágyvasbetétesként dolgozik, és — a szokásos vas-százalékok mellett — *a repedés és törés között meglehetősen széles az intervallum.*

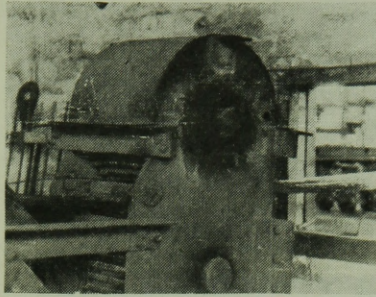
Utófeszítés

A huzal és beton között *nincs szerves kapcsolat*, ezért — az 1955. évi Amszterdami kongresszus ajánlása alapján — ma már mindenütt injektálnak.

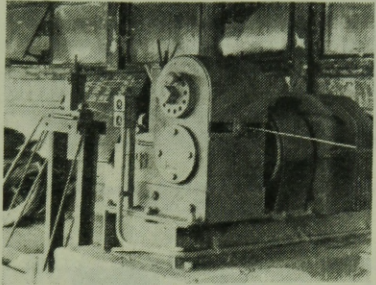
Mivel az injektálás és utófeszítés miatt kétszer kell kézbe venni az elemet, sorozatgyártásra alkalmas technológia nehezen alakítható ki, ezért inkább *nagy-szerkezetekre* használják.

Csupasz huzal használható, de minden elem *lehorgonyzó testet* igényel.

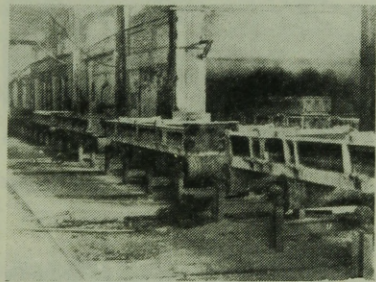
A huzal lehorgonyzása a betonban — a betéttestek miatt — *tökéletes.* A huzalcsúszás lehető-csegekly.



1. ábra. Berendezés 2,5 mm átmérőjű huzalok hullámosítására



2. ábra. Berendezés 5 mm átmérőjű huzalok rovátkolására



3. ábra. Feszített földémpanelek gyártása görgősoron



4. ábra. Feszítőhuzalok Magnel rendszerű ékekkel való befogása

A huzalrelaxáció hatása két lépcsőben való feszítéssel bizonyos fokig ellensúlyozható.

A törési biztonság a repedéssel szemben kisebb. A repedések né-

hány helyre koncentrálódnak, gyorsan megnyílnak, a repedés felszalad, a törés hamar bekövetkezik.

Mivel a felsoroltak szerint előregyártás szempontjából az előre feszítésnek az utófeszítéssel szemben több az előnye mint a hátránya, a hazai elemgyárakban az előfeszített technológiákat dolgozták ki. Utófeszítéssel — a szerző tudomása szerint — csak a GKT földémekeket készítették sorozatban.

Huzaltípus

A hazai elemgyárak feszítéshez kizárólag hidegen húzott, paten-tírozott acélhuzalokat használnak. A használatos átmérők 2,5, 5 és 6 mm. A huzalok az MSZ 5720—56 szerint készülnek.

Nálunk is megfigyelhető a *törekvés a nagy átmérőjű huzalok* alkalmazására. Előnyük, hogy azonos feszítőerő elérésére kevesebb szál huzal elegendő. Így a huzal megfogása, lehorgonyzása a feszítőszerkezetben egyszerűsödik. A kevesebb huzal a betonozást megkönnyíti, nagyobb szemcseátmérőt tesz lehetővé, ez pedig cementmegtakarítást eredményez. Ezen előnyök mellett általában nem jelent lényeges hátrányt az, hogy szilárdságuk valamivel alacsonyabb a kisebb átmérőjű huzalokénál.

Kisebb átmérőt (2,5 mm) ott alkalmazunk, ahol rendkívül rövid huzal lehorgonyzási hossz áll rendelkezésre. Ilyenek a vasúti keresztaljak, melyeken a véghez közel lép fel maximális nyomaték. Ezen kívül különleges esetekben, így pl. földémpanelek lemezeiben, hogy az esetleges áttöréskor kevés huzalt vágjanak el.

A huzalok tapadásának fokozására — különösen a nagyobb átmérők esetén — *felületi megmunkálást* alkalmazunk. Hazánkban a következő megoldások terjedtek el:

A huzal hullámosítása

Előnye, hogy egyszerű berendezéssel előállítható. Ez lényegében két fogaskerékből áll, amely-

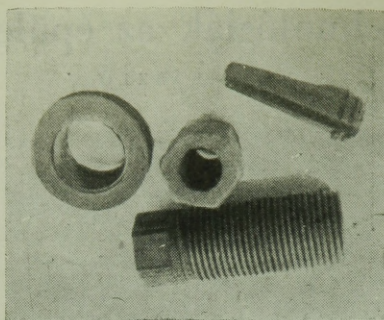
nek fogai egymáshoz képest el vannak tolva. A fogak között kell áthúzni a huzalokat. További előny, hogy nem kényes a huzalok pontos méretre vágására, tehát csoportos feszítésre különösen alkalmas. A gyakorlat ugyanis azt mutatja, hogy a különböző mértékben kiegyenesedett hullámok az elem minőségét nem rontják. 2,5 mm átmérőjű hullámos huzallal készülnek vasúti aljak és födémpanelek, régebben távvezetékoszlopok, födémgerendák. A hullámosítás értékét illetően a vélemények nagyon megoszlanak. Egyesek szerint alig jelent több tapadást a sima huzalnál. Más, főleg külföldi tapasztalatok szerint kiváló lehorgonyzás érhető el vele. A régi, lapos hullámokkal valóban sokszor csúszott a huzal, az élesebb hullámok viszont még vasúti aljakban is beváltak.

A huzalok rovátkolása

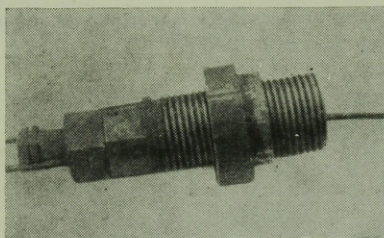
Elemgyáraink többfajta rovátkolt huzalt használnak. Egyes külföldi (belga, német) huzalok gyári rovátkolással érkeznek. A rovátkák mélysége azonban elenyésző, 0,05 mm, ezért a tapadást fokozó hatásuk csekély. A magyar huzalok a gyártó műben sima kivitelben készülnek, az elemgyárak rovátkolják. Az ún. „kisellipszises” rovátkolás vált be jobban, a hosszúkás rovátkák készítése során a huzal felrepedésének veszélye nagy, ezt nem igen alkalmazzák. A rovátkák mélysége 0,2 mm, ennél mélyebb rovátkák már legtöbbször repeszti a huzalt. A huzalok tapadása megfelelő.

A huzalok csévélése

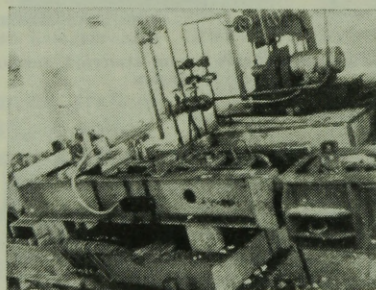
Távvezetékoszlopokhoz alkalmazzák. A csévézés célja a tökéletes huzallehorgonyzás biztosítása. A cséve fordulóiban külön lehorgonyzóbetétet használnak. Ezzel a lehorgonyzás valóban tökéletes, a huzalcsúszás kizárt. Így arra is van lehetőség, hogy a huzalokat szorosan pászmákba fogják: 3—5 szálát egybe. Még így is van annyi tapadás a beton és huzalok között, hogy a repedések a próbaterhelések során egyenletesen elosztva jelentkeznek, tehát a rideg törés veszélye nem fenyeget. A lehorgonyzó-



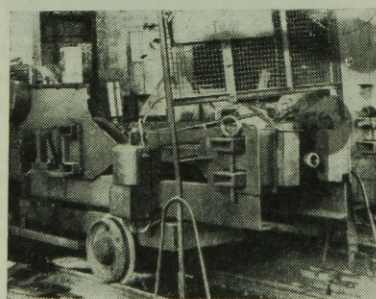
5. ábra. Kúpos ék, ékház feszítő orsóval, feszítő anyja és hüvely



6. ábra. 5 mm átmérőjű huzalok befogása a kúpos ékkel



7. ábra. Hidraulikus működtetésű feszítógép



8. ábra. Mechanikus működtetésű feszítógép

betét vasigénye csekély: rövid csódarab, hajlított lemez. A csévében a huzalokat az Egressy—Dobossy-féle berendezéssel végtelenítik. A végtelenítés 0,9 mm átmérőjű zongorahúrnak a huzalvégekre való szoros feltekercseléséből áll. A tapasztalat szerint 12 cm hosszú kötés esetén a kapcsolat már tökéletes.

A huzalok sodrása

Ez a módszer elsősorban azért nem terjedt el nálunk, mert ezideig torziómentes sodrásra alkalmas berendezésünk nincs. A külföldi tapasztalatok jók. Valószínűleg nálunk is fogják alkalmazni.

Az elemek feszítése *hosszúpados* eljárással, vagy a *sablonra feszítés* módszerével történik. A két rendszer összehasonlításakor a következőket találjuk:

Hosszúpados rendszer

Előnyei

Kevesebb a feszítési művelet, mert az 50—100 m hosszú pályát egyszerre feszítjük meg és a hosszú padból a huzalok utólagos elvágásával sok (a pad és elem hosszától függően 4—40) elem nyerhető.

Kevesebb huzalrögzítő berendezést igényel a fenti okok miatt. Ez részben kevesebb fogyóeszközt jelent, részben csökkent a munka igényességét.

Nem nagyon kényes a huzalok hosszkülönbségeire, mert a hosszkülönbségek nagyobb rugalmas nyúláshoz viszonyulnak.

Hátrányai

A tömörítés és gőzérlelés nehezebben oldható meg.

Az eddig nálunk használatos eljárások nem közelítik meg a vibroasztalon elérhető tömörítés és az aknás gőzölés eredményeit.

A termelékenység és kapacitás-kihasználás rosszabb.

Sablonrafeszítés (mozgó rendszerrel párosítva)

Előnyei

A mozgó rendszer a futószalagszerű gyártás minden előnyét élvezi.

A leglényegesebbek:

magasabb termelékenység, jobb helykihasználás, ezzel egyidejűleg kevesebb gép használata (mivel minden gépből csak egy kell),

nagyobb gépesítési lehetőségek egészen az automatizálásig,

a dolgozók jobb begyakorlottsága,

kisebb beruházási igény (sablonokat kivéve).

A vibroasztalon tömörítéssel jól összekapcsolható és így a

beton igen magasfokú tömörítése érhető el.

Alkalmazható a kamrás gőz-érlelés, mely gőztakarékos és helykihasználása tökéletesebb (több sorban egymás fölött érlelés).

Hátrányai

Minden elemet külön meg kell feszíteni és ez többlet munkát jelent. Még akkor is, ha ikersablonokat használunk (pl. vasúti aljak esetén egy sablonban 5 aljat feszítenek egyszerre).

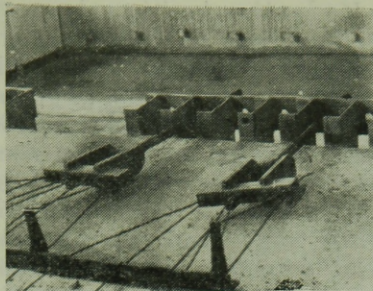
Több huzalmegfogó elemet igényel a sok lehorgonyzás.

Kényes a huzalok hosszmeretének pontos betartására.

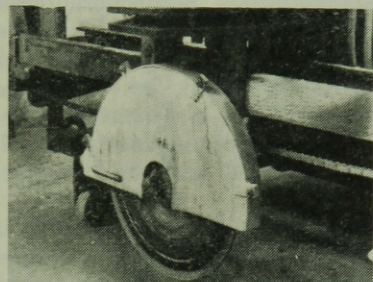
A felsorolt előnyök és hátrányok mérlegelésével a hazai elemgyártás a mozgórendszerű, sablonrafeszítési technológiát helyezte előtérbe mindazokon a helyeken, ahol nagy tömegben kell előállítani feszített termékeket. Ilyen eljárást használnak a vasúti aljak gyártására az 1., 2. és 4. sz. Épületelemgyárakban, távvezetékoszlopokhoz a 2. sz. Épületelemgyárban és a feszített teknős födémpanelok készítéséhez az 1. sz. Épületelemgyárban. Az említettek közül a vasúti aljak gyártására az Ipartervben és a távvezeteki oszlopokra a 2. sz. Épületelemgyárban kidolgozott technológia iránt a külföld erősen érdeklődik.

Tudomásunk szerint a tömeggyártás számára külföldön is csak egyetlen hosszúpados, a csúszó zsaluzatú technológia alakult ki. Ez versenyképes a mozgó sablonrafeszítési rendszerrel. Rendkívüli előnye, hogy gyakorlatilag nem igényel sablont, mert egyetlen mozgó sablonnal megoldja a formaképzést. Jelenleg az 1. sz. Épületelemgyárban egy ilyen (Weiler-rendszerű) berendezéssel kísérleteznek. A kisebb termelékenység és rosszabb helykihasználás itt is fennáll.

A feszítés történhet a huzalok egyesével történő megfeszítésével, vagy csoportosan. Elvileg az egyedi feszítés lenne az ideális, mert ez biztosítja a huzalok teljesen egyenletes feszítését és az elemben a tervezett feszültségelosztás megvalósítását. A gyakorlatban azonban még a hosszúpados rendszerekben sem terjedt el, mert rendkívül munkaigényes. Hazánkban egyedül a feszített



9. ábra. Feszítőerő rögzítése csavarorsóval



10. ábra. Korongos huzal- és gyártmányvágógép

teknős panelek gyártásához alkalmazták egy ideig. Az utóbbi időben azonban itt is áttértünk a csoportos feszítésre.

A huzalok csoportosan való feszítése széles körben kizárólagosan használatos. Előnyei igen kézenfekvők:

a sok huzal csoportos feszítése gazdaságos mind berendezés, mind munkaigény szempontjából, a feszítő huzalrögzítő szerkezetek egyszerűbben oldhatók meg.

A kb. egy évtizedes gyakorlat azt mutatja, hogy a csoportos feszítésből adódó különbségek a huzalfeszültségekben nem befolyásolják lényegesen a gyártmány minőségét. A feszültségkülönbségek ugyanis a huzalok pontos méretre vágásával, a pontos befogással, ill. a hullámosítással minimumra szoríthatók. A tervszerinti feszültségeloszlást, a gyártmány görbülését egyébként is nagyon sok tényező befolyásolja és az egyenletes feszítés csak egy a sok közül. Ezért ennek megvalósításával a főkérdés nincs megoldva még. Ilyen tényezők a huzalok pontos, tervszerinti helyzete, a gyártmány pontos méretei, egyenletes betonminőség, a sablon pontos készítése és hasonlók.

A huzalok megfogása és rögzítése minden feszítési rendszerre

jellemző és meghatározó jellegű. Hazánkban a következő eljárások terjedtek el:

Ékelés

A huzalok ékelése közismert, egyszerű, biztos eljárás. Ilyent használnak a 2. sz. Épütelelemgyárban a vasúti aljak, az 1. sz. Épütelelemgyárban a feszített panelek gyártásához.

A 2. sz. Épütelelemgyár rendszere lényegében *Magnet-féle ékelés*. A 90.11. anyagú lapos ékház és rugóacélból készült ékek. Az ékház egyszerre több, legalább 4 huzal befogására képes. Az 1. sz. Épütelelemgyár ékrendszere *kúpos ék és ékház*. Ugyancsak különleges anyagból készítik és több huzal befogására alkalmas. Az ékelés minden esetben különleges szakértelmet igényel. Ez részben a pontos, méretre való huzalbefogáshoz (ami még fontosabb, mint az egyenletes méretrevágás), részben pedig a csúszásbiztos befogáshoz kell. A nagy szilárdságú anyag ellenére az ékek gyorsan fogyó alkatrészek: 30–40 használat után ki kell azokat cserélni. Az ékekben mindenütt huzalvezető horony is van.

Lamellás huzalmegfogás

Az 1. és 4. sz. Épütelelemgyárakban használatos a vasúti aljakhoz. Itt igen sok huzalt kell egyszerre befogni és erre ez a rendszer különösen alkalmas. A huzalok végét több sorban hullámos lemezek (lamellák) között vezetik. A lamellákat hidraulikus sajtókkal összepréselik és az összehúzott helyzetet ékkel rögzítik. Az eljárás igen gyors és biztos. Hátránya, hogy csak vékony (2,5 átmérőjű) huzalokhoz vált be.

Lehorgonyzó betétes huzalmegfogás

A csévelt huzalokhoz használják a 2. sz. Épütelelemgyárban távvezetékoszlopok gyártásakor. A huzalok hajtűiben csőből, vagy hajlított lemezből készített elemeket alkalmaznak. Az eljárás igen egyszerű és gazdaságos.

A huzalvég zömítése

Egyike a leggazdaságosabb eljárásoknak. A svájci BBRV rendszerhez hasonlóan a huzalvégre

sajtológéppel gombot duzzasztunk hideg állapotban. A huzal szilárdsága csak néhány %-ot csökken. A huzal megfogására közönséges lyukasztott lemez alkalmazható. Legfeljebb a duzzasztott vég alá kis, nemesebb anyagból készült alátétlemezt teszünk. Az eljárás kísérleti állapotban van, még nem terjedt el. Csak 5 és 6 mm átmérőjű huzalokhoz kívánják használni.

Bármelyik rendszerben egyszerűsítést jelent, ha a huzalokat *hajtűben* használják, mert a hajtűk lehorgonyzására közönséges hengeres vagy kúpos csap alkalmazható. Így a bonyolultabb huzalmegfogás csak az egyik végre kerül. 5 mm átmérőjű huzalok 30 mm átmérőjű túske körül a gyakorlat szerint érezhető szilárdságcsökkenés nélkül átvethetők.

A *feszítő berendezés kézi vagy gépi* lehet. Kézi feszítést átmene-tileg a teknős panelekhez használtak az 1. sz. Épületelemgyárban.

Itt csavarorsó, ill. anya kulcsal történő csavarásával feszítettek.

Ma már a feszítés itt is gépesítve van.

A gépi feszítésre elterjedt hazánkban a *hidraulikus és mechanikus* rendszer. A tapasztalat szerint mindkét rendszer bevált, gyakorlatilag egyenértékűek. A hidraulikus berendezések tömítése szokott gondot okozni, viszont a berendezés valamivel egyszerűbb. A folyadéknyomás és erő egyidejű mérésével a feszítő erő ellenőrzésére kettős lehetőség is van.

A *hidraulikus feszítéshez* 20—200 t-s sajtókat használnak. A folyadékszallító berendezés 400 att-s dugattyús, vagy 150 att-s csavarszivattyú. A dugattyúk lökete sablonra feszítéskor 20—30 cm, hosszú padon 150 cm. A dugattyú visszanyomását egyes megoldásokban folyadékkal végezzük, másutt csavaros szerkezettel. A feszítés gyors, rendszeren 30 mp alatt megtörténik. Hidraulikus feszítést az 1. és 2. sz. Épületelemgyárban használnak. A feszítőerőt manométerrel vagy dinamométerrel és manométerrel mérik.

Mechanikus feszítést valamenynyí feszítéssel foglalkozó épütelelemgyár alkalmaz. Lényegük mindenütt azonos: elektromotor megfelelő áttétellel csavarorsót forgat és mivel az anyarész nem tud forogni, egyenesvonalú haladó mozgást végez. A huzalokat húzó láncok vagy orsók közbeiktatásával a mozgó anyákhoz erősítjük. A feszítőerőt dinamométerrel mérjük. A feszítés itt gyors, 1/2—1 perc alatt lezajlik. Valamennyi feszítőberendezés magyar gyártmány, kivéve a Weiler berendezését, amit az NSZK-ból hoztak be. A mozgó rendszerekben a feszítőberendezés külön lehorgonyzást nem igényel, mert a sablonra támaszkodik.

A huzalt a feszítőberendezés mindig közvetítő szerkezetekkel feszíti. Ez vasúti aljak esetén egy *kalapácsfejű orsó*, amely a lamellákat fogja meg, oszlopok esetén egy *hengeres orsó*, amely egy ékes keresztartóval csatlakozik a lehorgonyzó betétekhez. Paneleknél a feszítőgép egy *keresztartót* húz. A huzalok hajtús fele ennek csapjain van átvetve, az ékelt oldaluk a sablon véglemezeinek furataiban helyezkedik el.

Az erőnek a *feszítés után a feszítő padhoz ill. sablonhoz való rögzítésére* több eljárást dolgoztak ki.

Az 1. sz. Épütelelemgyárban a Weiler üzemben és a 2. sz. Épütelelemgyárban a vasúti aljak gyártásához *csavarorsós megoldást* használnak. A Weiler üzemben a feszítőgép a huzalokat egy menettel ellátott orsó segítségével húzza, feszítés után az orsón egy anyát a feszítőpad támaszához csavarnak és ezzel rögzítik a feszítőerőt. Hasonló a helyzet a vasúti aljak gyártásakor, azzal a különbséggel, hogy itt az anya fix és egy csavarorsó előrehajtásával támasztja ki a huzalokat összefogó keresztartó lemezt. Az ilyen rögzítés pontos, egyszerű és a feszítőerőnek a gyártmányra való fokozatos ráengedését lehetővé teszi, de — mivel kézzel működtetjük —, a balesetveszély fokozott. (Közvetlenül feszítés után kell kézzel a sablonba nyúlni!)

Az 1. és 4. sz. Épütelelemgyárban a vasbetonaljak gyártásakor továbbá a teknős panelek gyártásakor a feszítésnek a sablonra való átadását *betétlemezekkel* oldják meg. Az eljárás egyszerű, gyors, bár a balesetveszély itt is fennáll. A távvezetékoszlopokhoz használt *ékes* rögzítés a balesetveszélyt csökkenti. Az éket ugyanis feszítés előtt helyezik a feszítő orsóba, feszítés közben automatikusan csúszik le és a feszítés végén egyben rögzít is. Az ékek természetesen önzáróak és még külön biztosíthatók is a kicsúszás ellen.

A gyártmány kéréséig a feszítőpad vagy a kellő merevségű sablon veszi fel a feszítőerőt. Ha az elem betonja a kívánt szilárdságot elérte, a *feszítőerő átadható* rá. Azok a megoldások a legkívánatosabbak, ahol ez lassan és fokozatosan történik, mert a hirtelen, ütésszerű feszültségátadás az elem végén a huzal kilazulását és becsúszását eredményezheti.

Fokozatos feszültség ráengedést használnak a 4. sz. Épütelelemgyárban a vasúti aljak készítésekor, ahol *feszítőgéppel* kissé meghúzzák a huzalokat, a betétlemezeket kiveszik, azután a géppel lassan visszaengedik. A 2. sz. Épütelelemgyárban az oszlopokra az ék fokozatos kihúzásával adják a feszültséget.

Általában a gyors feszültség ráengedési megoldások terjedtek el. Ezek szerint a huzalokat *elektrodával vagy vágókoronggal* egyszerűen elvágják. A huzalcsúszás a tapasztalat szerint itt sem veszélyes ami valószínűleg annak köszönhető, hogy az elektromos ívvel való vágás közben a huzal előbb megolvad, csak utána szakad el és így olyan plasztikus alakváltozás jöhet létre amely megközelíti a lassú visszaengedés hatását. Hasonló a helyzet a korongos vágás esetén. Itt a huzalkeresztmetszet átvágása fokozatos. A még ép részben a huzalfeszültség nő, a huzal meg folyik és hasonló jelenség lép fel, mint az ívvel vágáskor. A Weiler-üzemben koronggal vágják a huzalokat, az említettekén kívül másutt elektromos ívvel.

A betonelemgyártás gépesítésének időszerű kérdései

CSUTOR JÁNOS

Hazánkban a felszabadulás óta eltelt idő alatt fejlődtek ki azok a minden tekintetben gyáranak minősülő nagyüzemek, amelyek beton- és vasbetonelemek tömeggyártásával foglalkoznak. Mint ilyenek, azt a népgazdasági tevékenységet is képviselik, amelyet — némileg tágabb fogalommal élve — üzemi előregyártásnak is neveznek. Bár ez utóbbi meghatározás kevésbé helyes, mégis szándékosan használtam azért, hogy a hazai beton- és vasbetongyárakban jelenleg folyó termelési tevékenység kategorizálása a továbbiakban könnyebb legyen. A gyárilag előállítható beton- és vasbetonelemek ugyanis két nagy csoportra oszthatók. Az első csoportba azokat az elemeket sorolhatjuk, amelyek minden tekintetben kimerítik a tömegcikk fogalmát, alakjuk és szerkezetük többé-kevésbé állandósultnak minősíthető (vagy csak jelentéktelen mértékben változik), és amelyeket a tömeges lakásépítés (vagy egyéb magasépítés) előregyártási problematikája gyakorlatilag nem érint. A másik csoport ezzel szemben azokat az elemeket tartalmazza, amelyek közvetlen kapcsolatban állanak a tömeges lakásépítés népgazdasági feladataival.

A választott felosztásban az első csoportba tartozó elemek közül példaképpen meg lehet említeni a padlóburkoló mozaiklapot, a beton- és vasbetoncsovek különféle fajtáit, a bányászati akna- és vajatépítéshez használt ún. idomkövetket, a vasúti vasbetonaljakat, a távvezeteki oszlopokat stb. A második csoportba tartoznak ezzel szemben a földemgerendák, a panelek minden rendű és rangú csoportja, valamint a térelhatároló szerkezetek. Ezeket a tömeggyártás szempontjából nézve ma még nem lehet alak- és szerkezetállandó elemeknek tekinteni.

Mindkét csoportba tartozó elemek termelése gyárakban történik. E gyárakon belül tehát a fejlődésnek szükségszerűen olyannak kellett és kell lennie, amely biztosította és biztosítja, hogy a tömegcikktermelés minden egyes részlete együttesen elégítsen ki olyan gyári követelményeket, mint a termelékenység folyamatos emelkedése, az önköltség és a selejt csökkenése, végül a termelvényeknek állandóan azonos minősége.

A beton- és vasbetonelemgyárak ezeket a követelményeket csak állandó és egyre fokozódó gépesítéssel tudják kielégíteni. A gyárakban a gépesítés egymástól élesen megkülönböztethető két területen halad. Az első területet azok a műveletek és műveletsorok jelentik, amelyek minden gyárban azonosak, sőt azokat lényegükben megtaláljuk az építőiparon belül is. E műveletek gépesítése ezért sorozatgyártású gépekkel történhet. A gépesítés másik — és egyben nehezebb — területe az, ahol különleges célgépet, vagy célgépek egész sorozatát kell alkalmazni.

A sorozatgyártású gépekkel és berendezésekkel megoldható gépesítési és korszerűsítési területek közé tartoznak a cementtel, az adalékanyaggal és részben a betonacéllal kapcsolatos elő-

készítő műveletek, valamint a belső anyagmozgatás műveletei.

Így a betonelemgyártásban egyre általánosabbá válik a cementnek ömlesztett formában történő szállítása és gyáron belüli mozgatása, egészen a keverőgépig. Ugyancsak egyre általánosabb az adalékanyaggal kapcsolatos minden művelet — így a kitermelés, gyáron belüli mozgatás, az osztályozás és az adagolás — teljes gépesítése. Az utóbbi időkben az ezen a területen bekövetkezett további fejlődésnek lehet megemlíteni a nedves osztályozás bevezetését az 1. sz. Épületelemgyárban és a Komárommegyei Vasbetongyárban. A nedves osztályozás a homok kategóriájába eső frakciók finomabb továbbbontását célozza.

A közelmúlt évek számottevő eredményeként kell megemlíteni a nagyteljesítményű kényszerkeverőgépek úgyszólván 100%-os térhódítását, ami a keverés minőségének, a vízcementtényező jobb betarthatóságának és jelentékeny cementmegtakarításnak vált alapjává.

A betonacél-feldolgozás korszerűsítéséhez nagy sorozatokban gyártható gépek már csak részben jöhetnek számításba. Ilyen gép a daraboló olló és az ismert Peddinghaus-típusú hajlítógép. Ezekkel azonban számos részletművelet már nem oldható meg. A nem feszített elemekhez felhasználásra kerülő hosszvasbetétek és kengyelek nagyszámú változata szükségszerűen célgépesítést igényel ott, ahol a termékek nagy sorozata ezt indokolja.

Ilyen célgépeket láthatunk példaképpen az 1., 2. és 3. ábrán.

Az 1. ábra-gép univerzális betonacél-egyengető és daraboló gépet mutat be. A 10 mm-es felső huzalátmérő határig csévekarikákban érkező betonacélok egyengetésére és darabolására alkalmas. A darabolt acélhosszak egyszerű karállítással állíthatók be 38 fokozatban. Teljesítménye 6 t egyengetett és darabolt acél műszakonként.

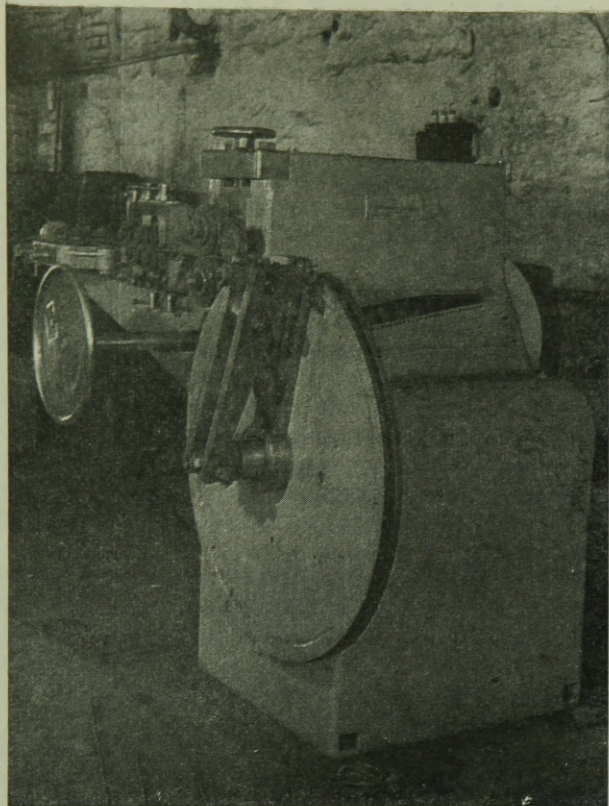
A 2. ábrán univerzális kengyelhajlító gép látható. Nyolcféle trapéz alakú kengyel hajlítására alkalmas, de tetszőleges alakú négyszögű síkidom hajlítására is adaptálható. Teljesítménye 12 000 kengyel/műszak.

A 3. ábra hosszvashajlító gépet mutat, alkalmas csak végkampózásra, vagy a végkampózáson kívül egyéb profilrozásra is. Teljesítménye 10 000 hajlított hosszbetét műszakonként.

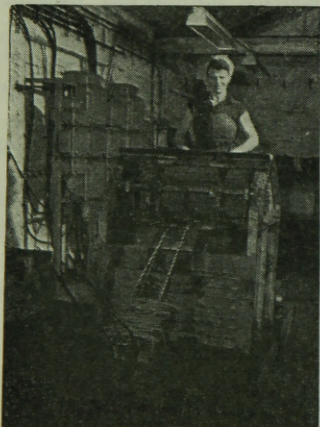
Mindhárom bemutatott gép a legújabb időkben kifejlesztett hazai gyártmány, önmagában valamennyi automatának minősül.

Feszített elemekhez a korszerű acélfeldolgozás úgyszólván kivétel nélkül csak célgépekkel oldható meg. A feldolgozás részműveletei azonban feszített elemek esetében eltérnek a klasszikusnak számító egyengetés, darabolás és hajlítás műveletsortól.

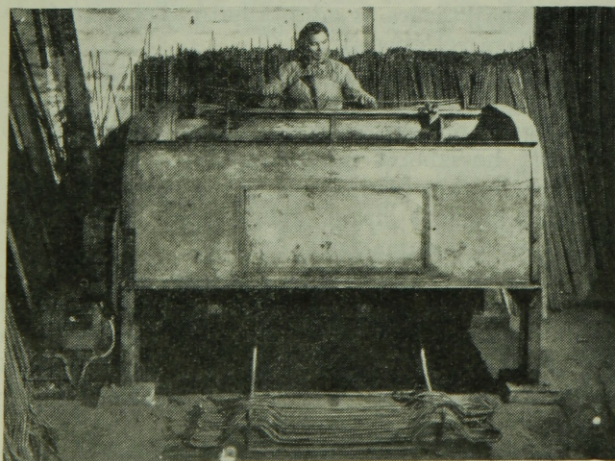
Ugyancsak sorozatgyártású gépekkel megoldható műveletek a belső anyagmozgatás és a



1. ábra. Univerzális betonacél egyengető és daraboló gép



2. ábra. Univerzális kengyel-hajlító automata



3. ábra. Automatikus hosszvashajlító gép

tárolás. A mindenkor műszaki igényeknek megfelelően a belső anyagmozgatást vagy vágányhoz kötött szállítóeszközökkel (csillekocsik, motoros vontatók stb.), vagy kötetlen pályájú targoncák különféle fajtáival lehet lebonyolítani. A korszerű anyagmozgatási és tárolási mód példáját láthatjuk a 4. és 5. ábrákon.

Ehhez csak azt kell megjegyezni, hogy a belső anyagmozgatás és tárolás az elemek nagy mennyisége és rendszerint nagy súlya miatt technológiai részletműveletnek minősül. Mint ilyen, igényei a gépesítéssel szemben mindenkor az elem fajtájától és a gyár helyi tényezőitől függenek.

Bármelyik beton- vagy vasbetonelemgyárban a sorozatgyártású gépeket is olyan térbeli kapcsolattal kell összekötni, amely egyrészt megfelel a gyárszerű termelés állandó ismétlődésének, a folyamatjellegnek és az időjárással szembeni célszerű védelemnek. Ebben különböznek pl. az adalékanyag-osztályozás, a betonkészítés műveletei egy elemgyárban és az építőiparban. Ezt az 5. ábrán látható gyárépület, osztályozótorony és szállítószalagrendszer anélkül is bizonyítja, hogy itt most felépítésüket és technológiai szerepüket behatóbban kellene boncolgatnunk.

Az eddigiektől eltérő, más jellegű és az esetek többségében a köznapi értelemben vett sorozatgépekkel nem megoldható gépesítési kérdés a „közvetlen gyártástechnológia” névvel illelhető termelési tevékenység. Ennek feladata ugyanis a beton- vagy vasbetontermék előállítás. A különféle elemek fajtájától függ, hogy tömeggyártásának alapja egyetlen gép, gépek csoportja, avagy teljes berendezés-e. Közösleges betoncsövek gyártására pl. nagyon sok gépkonstrukció ismeretes. A csőgyártás jellegzetesen egy-gépes eljárás. Magától értetődik, hogy a nyersanyagellátás és a késztermék mozgatás folyamatossága kell ahhoz, hogy egy, vagy több csőgyártógép „csőgyár”-ként működhessen. De erről már a korábbiakban volt szó.

Gépcsoport példaként említhető a mozaiklapgyártás, ahol a mozaiklap előállításához szükséges négy művelet: a préselés, durvacsiszolás, tömítés és finomcsiszolás egy-egy különleges géptípust igényel. Kimeríti a berendezés fogalmát pl. a Bodrogkeresztúron a közelmúltban üzembe helyezett blokkgyártó gépsor, amely magában egyesít minden fő és mellékműveletet, amely az elem elkészítéséhez és raktározásához szükséges. Ez a berendezés egyébként a betonelemgyártó ipar területén az első, 100%-ban automatizálható komplex berendezés.

Az említett példák egyúttal ma már világosan körvonalazott irányt is mutatnak arra nézve, hogy miképpen kell adott betonelem korszerű tömeggyártását megoldani. E példák szerint lehet kialakítani korszerű tömeggyártást az igen nagy mennyiségben szükséges bányaidomkövek vagy bármi más, blokkyszerű és mindhárom dimenzióban nem túl nagyméretű elem — napjaink feladatként jelentkező termelésében.

Vasbeton vagy fesztett betonelemek tömeggyártása úgyszólván kizárólag csak berendezésnek minősülő olyan gépsorokkal oldható meg korsze-

rűen, amelyekben az egyes részletműveleteket különleges gépszerkezetek végzik. Erre példának említhető az 1. sz. Épületelemgyár új, feszített paneleket gyártó berendezése, vagy a Komárom-megyei Vasbetongyár immár messze hazánk határain túl ismert és minden részében magyar szellemi terméket jelentő berendezése feszített vasúti betonalkjak készítésére. Ebből a berendezésből két jellegzetes gépet, ill. gépcsoportot mutat a 6. és 7. ábra.

Visszatérve a bevezetőben közölt csoportosításra, megállapíthatjuk:

Az első csoportba sorolható termékek korszerű hazai tömeggyártása részben már megvalósult, részben ismert példák nyújtotta alapelvek szerint műszaki és gazdasági adottságainak megfelelően halad a megvalósulás irányában. Némileg más a helyzet azonban a másik csoportba sorolható lakásépítési, vagy egyéb magasépítési elemek korszerű üzemi tömeggyártását illetően. Ez a kérdés lényegesen bonyolultabb és szerteágazóbb, semhogy azt itt részleteiben boncolgatni lehetne. Van azonban néhány olyan nézőpont, amelyről ezt a kérdést szemlélve levonhatunk pár feltétlen érvényű következtetést a lakás- és magasépítési elemek gyári tömegtermelésére is.

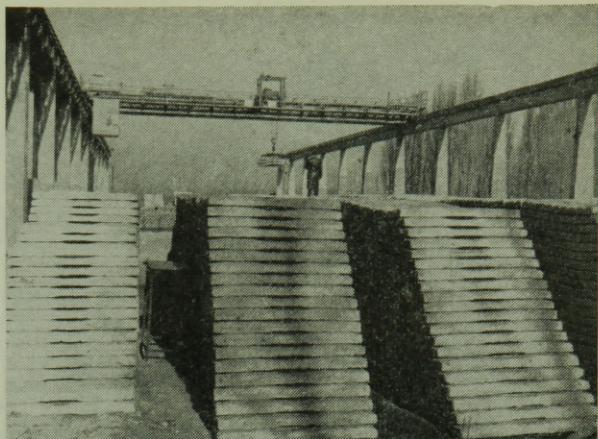
Sajnálatos, de megváltoztathatatlan jellegzetessége az üzemben tömegesen termelhető beton- vagy vasbetonelemeknek, hogy ezek külső alakja és szerkezete igen jelentékenyen befolyásolja a gyártástechnológia minden kis részletét. Mivel korszerű, magas fokon gépesített tömeggyártási technológiát létrehozni nem olcsó dolog, következik ebből, hogy bizonyos gyárberendezéseknek egyértelműen meghatározott ideig működniök kell ahhoz, hogy gazdaságosak legyenek. Más szóval: a gyár termelvényeinek tartós piacot kell biztosítani. Vagyis: *beton- és vasbetonelemgyárban tömegesen termelt elemek alakját és szerkezetét nem lehet gyakran változtatni.*

A betonelemgyártás tehát csak akkor képes gyári körülmények között korszerűen segíteni az építőipart jelenleg zajló forradalmi átalakulásában, ha az építőipar szakemberei tartós piacot igénylő elemeket alakítanak ki. Ez az egyik alapfeltétele annak, hogy a betonelemgyártó iparban „házgyárak” megjelenhessenek.

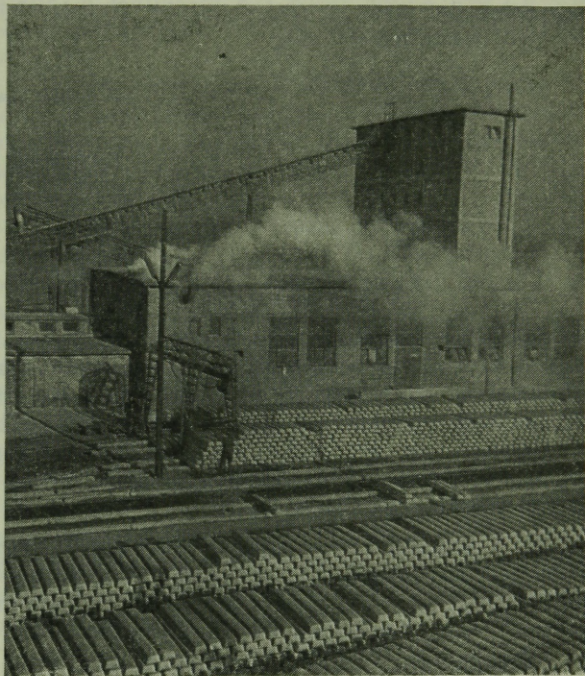
E feltétel teljesülése esetében mindig biztosan kialakítható a „gyár” az elemhez, mivel a beton- és vasbetonelemgyári technológiák önmagukban műszakilag nem irreálisan bonyolult feladatok.

További igényként lehetne megemlíteni a tartós felvevő piac mellett olyan elemek kialakítását, amelyek adott gépsoron csupán formák cseréjével lennének gyárthatók. Ez lehetővé tenné célszerűen „univerzális gépsor”-nak nevezhető berendezés megteremtését. Ilyen gépsor a tömegtermelés költségeit jelentősen csökkenteni tudja.

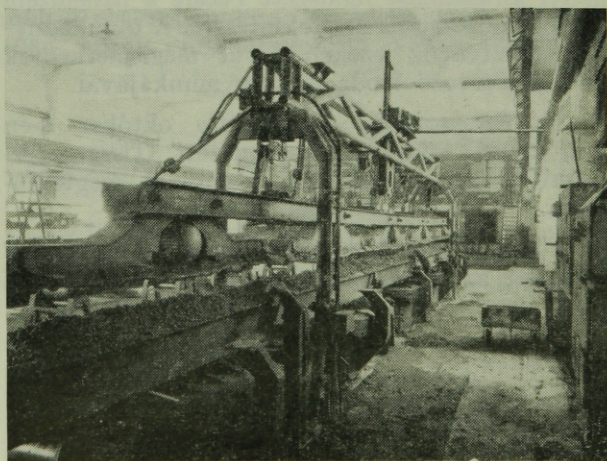
Ezen a területen tehát a gépesítés kérdése komplex formában jelentkezik és kényszerítő erővel hoz magával olyan igényeket, amelyek visszahatnak az elem alakjára és szerkezetére. Másszóval: tömegcikként tervezett elemek alakja



4. ábra. Anyagtárolás és mozgatás hídaruval



5. ábra. Anyagtárolás és mozgatás portáldaruval



6. ábra. Alsó és felső vibrátor feszített betonalkjak tömeggyártásához



7. ábra. Kiborítógép feszített betonlajak tömeggyártásához

és szerkezete csak a gyárthatóság figyelembevételével határozható meg.

A betonelemgyártó iparban ma már világosan felismert tény, hogy ez a — népgazdaságon belül újdonsültnek számító — gyáripár egyre fokozódó feladatait csak a gépesítés állandó fokozásával tudja megoldani. Ezenkívül mindazokon a területeken, ahol ez műszakilag és gazdaságilag lehetséges, a teljes automatizálás irányában kell haladnia. Önerejéből azonban ezeket a feladatokat nyilvánvalóan nem tudja megoldani.

Az épületeket és az épületelemeket tervező, a megtervezett elemekhez a tömeggyártási, szállítási és szerelési technológiákat kialakító szakemberek és a hazai gépgyártás olyan együttműködésére van szükség a cél érdekében, amely egyrészt a jelenleginél lényegesen intenzívebb, másrészt olyan építőipari szervezésre támaszkodhat, amely a jelenleginél sokkal pontosabb. Csak így van lehetőség arra, hogy az előregyártásban még nem állandósult műszaki és gazdasági igények okozta változásokat súlyosabb veszteségek nélkül lehessen követni.

Egyesületi hírek

A Központ hírei

Dipl.-Ing. Wilhelm Zimmermann a Dresdai Festék- és Lakkipari Kutató Intézet tudományos munkatársa szeptember 15-én előadást tartott „Fény és szín ablak-nélküli üzemekben” címmel. Az előadást az Egyesület az Elektrotechnikai Egyesülettel és a Magyar Építőművészek Szövetségével közösen rendezte.

A Várpalota-Városház központ rendezésére kiírt tervpályázatra benyújtott terveket a Városrendezési Szakosztály közös rendezésben a Magyar Építőművészek Szövetségével a Technika Házában szeptember hó 27—30. között kiállította. A terveket szeptember 28-án Kathy Imre és Komoróczy Lajos ismertették.

A Statikus Szakosztály október 3-án tanulmányi kirándulást rendezett Pécsre a panelüzem és a panelházépítés megtekintésére. A tanulmányúton résztvevők ezeken kívül megismerkedtek a Pécsi Tervező Iroda néhány munkájával.

A Közgazdasági Szakosztály október 4-én tanulmányi kirándulást rendezett Tiszaszeredényre a Tiszavidéki Vegyikombinát megtekintésére.

Francia és Magyar szakmai filmbemutatót rendezett az Egyesület október 28-án a MTESZ

és az Építésügyi Minisztérium által beszerzett filmekből. Bemutatásra kerültek a

Déli bevezető út építése Párisban,
Nagy ipari létesítmények,
A Renault Autógyár egy üzemének építése,
Építődaruk francia és az
Építőipar gépesítése,
GTE Műszaki híradó magyar filmek.

Külföldi utak, Kongresszus

Visszaérkezett a Szovjetunióban tett tanulmányútról az Egyesület 25 tagú csoportja. A csoport tagjai mind Moszkvában, mind Leningrádban értékes tapasztalatokat szereztek.

A Győri Csoport a Közlekedéstudományi Egyesület Győri Csoportjával közösen október hónapban tanulmányutat rendezett Csehszlovákiába és a Német Demokratikus Köztársaságba. A tanulmányút szakmai programját a cseh és a német társegyesületek biztosították.

A Bratislavában szeptember hónapban tartott acélszerkezeti kongresszuson az Egyesületet Egyed Ferenc képviselte és „Szemelvények a magyar acélszerkezeti épülettervezés köréből” címmel előadást tartott.

Házépítő kombinátok a Szovjetunióban

Dr. VARGA IMRE

1. A Szovjetunió lakásépítési célkitűzései és módszerei

A Szovjetunió lakóházépítéseinek rendkívüli üteme és óriási méretei elsősorban azzal magyarázhatók, hogy a Párt és a Kormány elsőrendű kötelességének tekinti a dolgozók lakásigényeinek fokozott kielégítését, illetve az elkövetkezendő 10—12 év alatt a lakáshiány felszámolását.

Ennek érdekében a 7 éves tervidőszakban állami és magánereiből kb. 15 millió lakást építenek 650—660 millió m² alapterülettel. E feladatok végrehajtása sikeresen folyik. Az utóbbi két évben több mint 120 millió m² lakás épült, ami 15 millió m²-rel haladja túl az eredeti elgondolásokot.

E nagymérvű építési feladat megvalósítása csak az építkezések széleskörű iparosításának biztosításával lehetséges. A cél elérésének fő iránya az építőipar átalakítása gépesített folyamatos szerelési műveletté úgy, hogy a folyó 7 éves tervidőszak alatt ez az építkezési mód uralkodóvá váljék, és nagyságrendje 1964-ig elérje az évi 25 millió m² lakást, azaz az építendő többszintes épületek több mint 50%-át.

A nagyipari módszerek célja elsősorban az építkezés ütemének meggyorsítása, az építési-szerelési munkák termelékenységének növelése, az önköltség csökkentése a minőség egyidejű javításával.

E célnak legjobban a nagypanelos lakóházépítési módszer felel meg. Ennek helyességét és célszerűségét bizonyítja az is, hogy 1959-ben Moszkvában már 335 ezer m², Leningrádban 87 ezer m², Kievben 46 ezer m², Szverdlovszkban 60 ezer m², összesen mintegy 1 millió m² lakóterület készült nagypanelból. Ilyen módon elérhető, hogy a lakóházépítés termelékenysége 1965-re 60—65%-kal haladja meg az 1958-as szintet. A hagyományos szerkezetekkel épülő 5-szintes lakóépületek építési időtartama ugyanis 150—200 nap és a szükséges munkaerőráfordítás egy 1m³ épületre 1,1 műsz/fő; a nagyelemes lakóépület építési időtartama pedig csak 90—120 nap, s a munkaerőráfordítás 0,4—0,5 műsz/fő/1 m³.

2. Az előregyártott nagyelemes lakóházépítés műszaki-gazdasági feltételei

A Szovjetunió népgazdaságának tervszerű fejlesztése lehetővé teszi a korszerű nagyipari lakóházépítés műszaki-gazdasági feltételeinek biztosítását. Ezt elsősorban a pénzügyi fedezet adott feladatokra történő koncentrálásával, a tervező szervezetek összevonásával és feladataik komplex módon való megoldásával, az alapanyagbázis és szükséges géppark megteremtésével, valamint az építkezések újszerű megszervezésével érték el.

A nagyelemes lakóházépítés nagyüzem-szerűségét a következő intézkedésekkel biztosították:

a) a nagyüzemi építési módnak legjobban megfelelő típusterveket dolgoztak ki, amelyek biztosítják az előgyártott szerkezetek tömeges és egyszerű előállítását. (A lakóházak 85—90%-a épül típuserv szerint.)

b) A lakásépítést a kijelölt terület mérnöki előkészítése mellett nagy, összefüggő lakótelepekre és mikrokerületekre koncentrálták (30—50 ha.).

c) Megteremtették az előregyártott szerkezetekhez szükséges alapanyagbázisokat, elsősorban a vasbeton szerkezetek termelésének fokozását, valamint jóminőségű hőszigetelő anyagok termelését. (Pl. a cementtermelés 1965-ig az 1958-as szinthez képest 60%-kal nő, — 75—81 millió tonna, a betonacél 3,5 millió tonna lesz; a vasbeton szerkezetek 1965-re elérik a 42—45 millió m³-t.)

d) Előirányozták és fokozatosan megvalósítják az építőipar komplex gépesítését (1965-ig a földmunkák gépesítését 94%-ig, a szerkezetek szerelését 96%-ig, a beton készítését 91%-ig tervezik növelni).

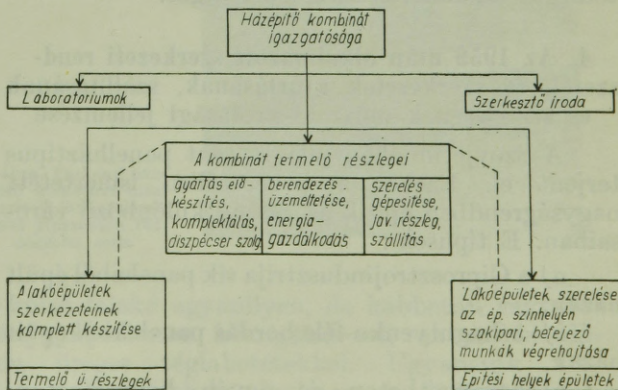
Az elemgyártás fokozott gépesítésével a létesítendő épületek előgyártási fokának nagyarányú növelését, az elemek készregyártási mértékének maximális emelését kívánják elérni.

Fokozzák a gyártástechnológiai berendezések tipizálását, központi készítését és szállítását. (1959—60-ban közel 8,8 millió m² lakóterület készítéséhez szükséges technológiai berendezést gyártottak.)

e) A lakásépítés nagyüzemesítésének továbbfejlesztése érdekében a legutóbbi években végrehajtották az építőipari vállalatok összevonását, ill. létrehozzák a szakosított vállalatokat, amelyek egyes technológiai komplexumok és építési munkanemek feladatait látják el.

3. Az 1959 előtt alkalmazott szerkezeti rendszerek és szerkezetek műszaki-gazdasági jellemzése

A nagyelemes lakóházépítésnek a Szovjetunióban nincs nagy múltja. Az csaknem a közel-múltig elsősorban kísérleti jellegű volt. 1946 és 1956 között mindössze 225 vázas szerkezetű



1. ábra. Házépítő kombinátok szervezeti felépítése

és váznélküli panelos lakóházat építettek, összesen 113 ezer m² lakóterülettel. Eltekintve a viszonylag kis volumentól, ezalatt az idő alatt elegendő számú gyártástechnológiai, szerkezeti, szállítási, szerelési és kiviteli kísérlet állt rendelkezésre ahhoz, hogy a szerzett tapasztalatok alapján megteremthessék a kísérleti jellegről a tömeges panelépítésre való áttérés lehetőségét.

Az ez idő alatt épült nagypanelos lakóházak szerkezeti rendszere szerint az alábbi négy főrendszer különböztethető meg:

a) külső és belső teherhordó hosszfőfalas váznélküli;

b) belső teherhordó harántfalas, külső ön-hordó váznélküli;

c) belső vázas, külső teherhordó főfalas és

d) vázas, ön-hordó külső falas szerkezeti rendszer.

A külső falak alapvető szerkezeti megoldása kétféle volt:

1. Külső homlokzati réteggel ellátott könnyű adalékanyagú beton, vagy sejtbeton és

2. hőszigetelt vasbeton szerkezet.

A külső falak vastagsága a szerkezeti kialakítástól és a funkciótól, ill. az anyaguktól

függően 30—50 cm között változott. (Elsősorban az alkalmazott anyagok nem kielégítő hőszigetelő tulajdonsága miatt.) A belső falak 14—25 cm mérettel — tömör vagy üreges megoldásban készültek.

A födémek vékony síklemez, üregeslemez és bordáslemez kiképzésűek voltak.

A szerkezeteket mind üzemi, mind pedig poligon feltételek között változatos technológiai módszerekkel (sztend, szalag-agregát, konvejer) készítették.

A jelzett időszak alatt készült panelos lakóházak kísérleti jellegének szükségességét igazolták az akkor alkalmazott különböző alaprajzi-szerkezeti megoldások és a különböző technológiai módszerek, amelyek többnyire erősen a helyi lehetőségektől (anyag, gépi felszereltség, üzemteljesítmény stb.) függtek. Mégis, ezek a többé-kevésbé kísérleti próbálkozások a panelos lakásépítés indulásakor az esetek többségében korszerűbbeknek mutatkoztak mind munkaigényességi, mind építési időtartami vonatkozásban, mint a hagyományos szerkezetekkel készült lakóházak. (Amint ezt az 1. táblázat is szemlélteti.)

1. táblázat

Az 1959-ig épített nagypanelos lakóházak műszaki-gazdasági mutatói (1 m² lakóterületre)

Az épületszerkezeti rendszere	Építési év	Emelet-szám	Lakások átlagos lakóterülete m ²	Anyagszükséglet					Munkaerő ráfordítás az épületen műsz./fő
				előgy. vasbeton			cement kg	acél kg	
				össz. m ³	nehéz m ³	kőnyű m ³			
Váznélküli teherhordó hosszfőfalas	1958.	5	40,0	1,29	0,6	0,69	286	48,0	3,95
	1958.	5	31,4	0,684	—	—	293	—	
Váznélküli teherhordó harántfalas	1956.	5	42,5	1,00	0,15	0,85	262	27,8	2,74
	1955.	4	34,4	1,22	0,41	0,80	405	33,0	1,25
	1956.	5	35,0	1,44	0,06	1,38	196	36,1	4,03
Belső vázas teherhordó külső falakkal	1956.	5	44,0	0,689	0,449	0,24	132	31,3	2,88
Vázas, önhoró külső falakkal	1956.	4	32,4	0,639	0,45	0,18	235	31,2	9
	1956.	6—10	40,0	0,82	0,57	0,25	280	80,0	7

Az 1956-tól 1959-ig terjedő időszak elegendő volt ahhoz, hogy a különböző kísérletek szélesebb-körű bevezetésével folyamatosan tökéletesítsék az alaprajzi és szerkezeti megoldásokat, és így megteremtsék számos, ma is használatos típus tömeges alkalmazásának lehetőségét.

4. Az 1959 után alkalmazott szerkezeti rendszerek és szerkezetek gyártásának,állításának és szerelésének műszaki-gazdasági jellemzése

A Szovjetunióban jelenleg hat panelháztípus terjedt el. Ezeket a bevezetőben ismertetett nagyságrendben építik az ország különböző városaiban. E típusok:

a) a Giprosztrojindusztriya sík paneleiből épült házak,

b) a Lagutyenko-féle bordás panelekből épült házak,

c) keramzitbeton és egyéb könnyűbeton-panelekből épült házak,

d) a Kozlov-féle vibrált hengerelt panelekből épült házak,

e) a Lenprojekt-féle belső vázzal és teherhordó külső fallal épült házak,

f) vibrált téglapanelekből épült házak.

E meglevő panelháztípusok építése mellett azonban széles körű tervezési és kísérleti munka folyik újrendszerű és újszerű nagypanelos épületek létesítésére. Ezek közül a legfontosabbak: váznélküli épület nem autoklávolt pernyegázbetonból, keretvázas épület perlitszigetelésű vasbeton panelekből, a földön összeszerelt, emeletenként felemelt szerkezetekből, és térelemekből szerelt épület.

Bár a síkelemekből összeszerelt panelos lakóházak építésének műszaki-gazdasági előnyei nagyok, az utóbbi időben az építési munkaerőráfordítás, az önköltség és az építési átfutási idő még fokozottabb csökkentése érdekében a Szovjetunió több városában — Moszkva, Leningrád,

Kiev, Minszk, Tbiliszi, Sztálinszk stb. —, mind több szó esik a térelemes lakóházépítés célszerűségéről és jelentőségéről.

A Giprosztrojindusztriya panelos lakóházai teherhordó harántfalas szerkezeti rendszerű teljesen sík belső fal- és födémpanelekkel készülnek. A külső falak vagy homogén könnyűbeton — keramzit vagy sejtbeton — panelek, vagy réteges szerkezetűek salakgyapot, üveghab vagy habkeralit hőszigeteléssel.

A síkelemek rekeszes függőleges gyártóberendezéssel, a külső falak szalag-agregát módszerrel készülnek.

A Lagutyenkó-féle panelos lakóházak fő teherhordó szerkezeti elemei és I keresztmetszetű vékonyfalú vasbetonpanelek. A teherhordó válaszfalak minden emeleten a végükön két ponton fekszenek fel egymásra, miáltal a bordák a váz sajtós oszlopait képezik.

A külső falak habszikálattal vagy ásványgyapottal hőszigetelt, a homlokzati oldalon kerámialapokkal burkolt, belülről vakolt, vékonyfalú vasbetonpanelek.

A födém sűrűbordás, felül sík vasbeton panel, mely hangszigetelő álmennyezetlapokkal van ellátva.

A teherhordó szerkezetek gyártása rekeszes álló zsaluberendezésben történik.

A keramzitbeton és a könnyűbeton szerkezetű panelházak hosszanti teherhordó főfalas rendszerűek. A belső falak 25 cm, a külsők 32—40 cm vastagok. A válaszfalak hengerelt vagy öntött, favázzal erősített gipszbetonpanelokból, a födémekek pedig hengerelt vasbeton lemezekből vagy üreges födémlemezekből készülnek. A külső és a belső falak mindkét oldalát — gyártás közben — végleges felülettel látják el.

Az elemeket többnyire sztend rendszerben gyártják.

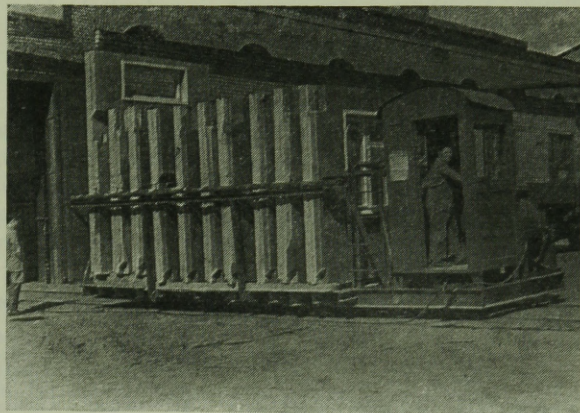
A Kozlov-féle vibrált, hengerelt panelokból épülő házak harántirányú teherhordó falakkal készülnek. Két-három szobanagyságú fal- és födémlemezeket alkalmaznak. A falpanelek két vibrált hengerelt lemezből állnak. A külső önhordó elemeket két lemezük között hőszigeteléssel látják el. A megnövelt méretek következtében az illesztési hézagok száma csökken és ezért egyszerűsödik a szerelési munka is. A falelemeket nagyteljesítményű (300—500 ezer m²/év) automatizált hengersoron gyártják.

A Lenprojekt-féle belső vázzal és külső teherhordó fallal épített lakóházak főelemei a nehézbeton belső pillérsor és külső habbetonnal hőszigetelt vasbeton falpanel. A válaszfalak hengerelt gipszbetonpanelek. Gyártásuk poligonjellegű, részben fedett üzemben történik. A szerkezet érdekessége, hogy az épület alapjait vert vasbeton csőcölöpalappal és arra fektetett kiváltógerendával készítik.

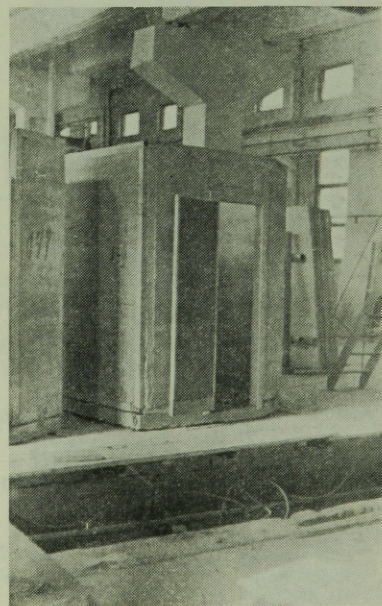
A vibrált téglapanelokat főképpen azért használják, mert a téglafalazat szilárdsága ilyen módon növelhető és a téglaszerkezetű házak nagyüzemszerűleg építhetők. A téglapanelokból készült lakóházak teherhordó harántfalas rendszerűek. A belső falpanelek vastagsága fél téglá,



2. ábra. Moszkvai 1. sz. házépítő kombinát. Külső önhordó falpanelek gyártása konvejer szalagon



3. ábra. Leningrád. 1. sz. házépítő kombinát falelemek kiszállítása az üzemből a készáru raktárba

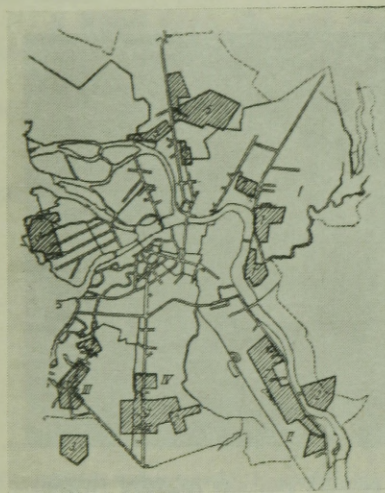


4. ábra. Taskenti házépítő kombinát által készített favázzal erősített gipszbeton fűdőszoza cella

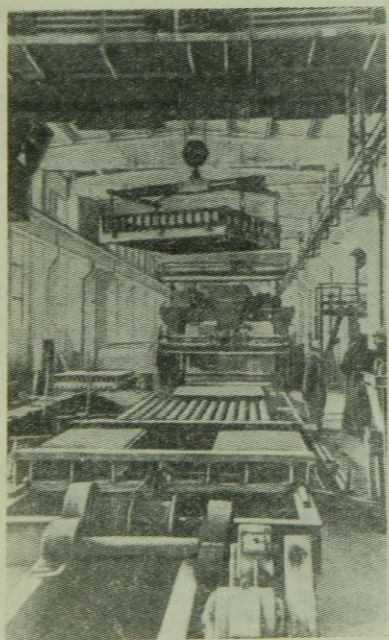
a külső falaké ugyanilyen, de habbeton vagy ásványgyapotlemez hőszigeteléssel, az utóbbi időben üreges téglabetétekkel. Ugyancsak vibrált téglapanelokat alkalmaznak födémként is. Az elemeket kerületük mentén emelésre és kap-



5. ábra. Taskent. Falelemek szállítása panszállító kocsin



6. ábra. Leningrád. Házépítő Kombinátok és az általuk végzett lakóházépítkezések elhelyezése vázlata. I., II., III., IV., V. sz. házép. komb.



7. ábra. 4. sz. Házépítő Kombinát. Konvejer szalag részlete

csolásra méretezett hegesztett vasalással látják el. Az elemek végleges felülettel készülnek.

A lakóépületeket, mivel nagy összefüggő területeket egyszerre építenek be, szalagrendszerben kivitelezik. Ez lehetővé teszi a munkák egyen-

letes ütemét és az épületek átadásának folyamatoságát.

Az épületeket csaknem kivétel nélkül a gyártás, szállítás, szerelés egybehangolt óragrafikonja szerint közvetlenül a szállítóeszközökről, „kerekekről” szerelik. Ennek következtében a szerelés munkaszüksége 30%-kal, az építés időtartama 16%-kal csökken. A 3—5 tonnás elemsúlyok miatt a szerelést 100 tm-es darukkal végzik. Ez a szerelési mód teljesen megfelel az ipari módszerekkel végrehajtott lakóházépítés által igényelt színvonalnak.

5. Házépítő kombinátok

A 7 éves terv programjában meghatározott feladatok magas műszaki-gazdasági szintű teljesítésének reális lehetőségét nagyteljesítményű, gépesített, előregyártott szerkezeteket tömegesen készítő üzemek létesítésével az építkezések koncentrálásával, a kivitel szalagrendszerű végzésével, és a szállítóeszközökről való szereléssel biztosítják. Mindez azonban csak a termelő üzemek és a kivitelező vállalatok szerves kapcsolata révén lehetséges. Ezért a nagyüzemszerű lakóházépítkezés további fejlesztése, valamint a fentiek biztosítása érdekében a legutóbbi években több városban létrehozták a házépítő kombinátokat. Ezek közül a legfejlettebbek s a legelső a leningrádi házépítő kombinátok, amelyekben a korábban különálló termelő, építő-szerelő, szállító, specializált szakipari és egyéb vállalatok összes ténykedését egyesítik.

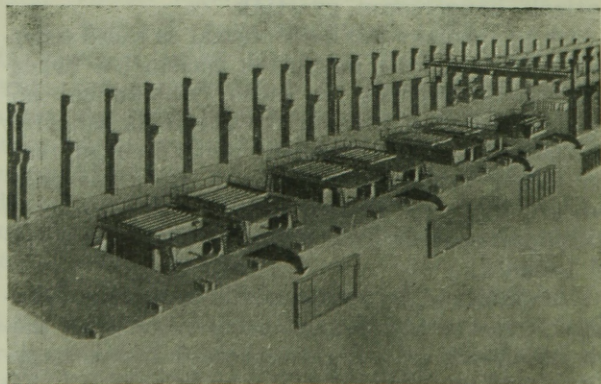
A házépítő kombinátokban komplex módon oldják meg:

a) a lakóházak tervének és szerkezeti részleteinek tökéletesítését, azok műszaki-gazdasági mutatóinak emelése, a készítés technológiájának, az elemek szállíthatóságának és jobb szerelhetőségének korszerűsítése érdekében;

b) az elemek gyártástechnológiai folyamatának, a gyártóberendezések gépi felszerelésének tervezését és tökéletesítését;

c) a kiviteli munkák technológiáját a gyártás-szállítás-szerelés óragrafikonja szerint;

d) a gazdasági szervezési együttműködést más vállalatokkal.



8. ábra. 2. sz. Házépítő Kombinát. Függőleges rekeszes szaluberen-dezések elhelyezése vázlata

A kombinát szerződést köt az ált. ép. trösztel, amelynek mintegy alvállalkozója, és egy meghatározott területen (a működési körzetéhez legközelebb eső lakótömbben) a nullszéria elvégzése után egy — esetleg több — típusú lakóházat épít előre megállapított árjegyzéki áron, az épület befejezéséig közbenső számlázás nélkül.

A házépítő kombinátok által gyártott, ill. létesített nagypanelos lakóházak önköltsége az eddigi tapasztalatok szerint 7%-kal alacsonyabban más vállalatok építkezéseinek áránál.

A kombinát ilyen jellegű szervezeti felépítése következtében azok a tényezők, amelyek döntően befolyásolják a lakóházépítés eredményességét, kölcsönös összefüggésben vannak mind a tervezés szakaszában, mind pedig a gyártás és szerelés idején. A szerkesztők, tervezők, gyártók, technológusok, szerelők, szállítók, szakiparosok kölcsönös és együttes felelőssége, ill. érdekeltisége tehát a termék kiváló minőségében nem egy elhatárolt részproduktumra, hanem az épületegyüttes egészére vonatkozik.

A kombinátok műszaki felkészültsége lehetővé teszi, hogy a munkaerőráfordítás jelentős része áttevődjék az üzembe. Így a termékek jobb minősége, a gyártás gyorsabb üteme elősegíti a minőségi szalagrendszerű szerelést a szállítóeszköz-

zökről, azaz a befejező munkák minimumra csökkentését.

Házépítő kombinátok először Leningrádban alakultak 1958—59-ben. Jelenleg öt házépítő kombinát működik évenkénti 60—220 ezer m² lakóterület, ill. 1900—6000 lakás teljesítménnyel. (L. a 2. táblázatot.)

2. táblázat

A leningrádi házépítő kombinátok teljesítménye

Mutatók	Házépítő kombinátok				
	1. sz. h. k.	2. sz. h. k.	3. sz. h. k.	4. sz. h. k.	5. sz. h. k.
Teljesítmény ezer m ² lakó- terület/év	60	150	220	120	50
Évi lakásszám	1920	5 760	6 000	4 200	1 728
A termelő üze- mek legfonto- sabb részlegé- nek alapterü- lete, m ²	4226	12 900	24 500	11 000	5 170

A kombinátok, többnyire már meglevő vasbeton elemgyárak átalakításával, ill. bővítésével különböző szériájú épületek termelésére rendezkedtek be. A város súlyponti részein elhelyezett egy-egy kombinát a telepítési helyéhez legközelebb eső lakótömbök építését végzi.

A Leningrádi házépítő kombinátok által kivitelezett építkezések adatai

3. táblázat

Mutatók	Poljusztrovi 1 sz. k. h.	Obuhovi 2 sz. k. h.	Avtovoi 3 sz. k. h.	Kuznyecovi 4 sz. k. h.	Kolpini 5 sz. k. h.
Épületek típusa	Lenprojekt	Lagutyenko	Gázbeton	Keramzit- beton	Harántfalos könnyű beton
Emeletszám db	5	5	5	5	4—5
Lakóterület m ²	2534	1 779	1 854	1 728	1 298
Lakások száma db	80	60	50	60	48

Építő vállalatok gazdaságossági mutatói

4. táblázat

Mutatók	A Glavleningradstroj építkezése során 1958-ban	A Glavleningradstroj nagyelemes építkezése során 1958	Házépítő kombinátok építkezése során
Egy főre eső átlagos termelési érték (ezer rubel)			
Az ép. szerelési munkán	57,1	69,8	85,8
Együtt az elemek készítésével ...	39,2	49,2	58,3
1 m ² lakóter. munkaerőráfordítása műsz./fő	11,2	8,8	5,7
Lábazati szint feletti m	—	5,79	4,29
Egy toronydarura eső lakóterület át- adása t/m ²	2,36	7,59 (3 műszak esetén)	15 (3 műszak esetén)
Adminisztrációs gazd. költségek ezer m ² lakóterületen (ezer rubelben) .	103,5	88,1	35,6
Átlagos munkaslétszám ezer m ² lakó- területre			
Fizikai dolgozó	50	35,2	20,8
Műszaki dolgozó	4	3,3	1,9

A házépítő kombinátok szervezésének helyességét a gyakorlat igazolta. Leningrádban az 1959—65 közötti időszakban 8 200 000 m² lakóterületet kell átadni, ebből a kombinátok mintegy 3 205 000 m² lakóterületet, vagyis a teljes mennyiség 38,6%-át készítik el.

A kombinátok teljesítményüktől és a termelt lakások szerkezeti kialakításától függő legkedvezőbb gyártástechnológiai rendszert alkalmazzák félautomata berendezések segítségével. A 2. sz. házépítő kombinát álló csoportos zsaluberendezése éri el a legfejlettebb gépesítettégi szintet.

A házépítő kombinátok szervezése tekintélyes előnyöket biztosított a vállalatoknak. Elsősorban mintegy 20 %-kal csökkentek az adminisztratív-gazdasági költségek, jelentősen megnőtt az egy főre eső termelés értéke. A gépkihasználati tényező — különösen a szerelő gépeké — mintegy kétszeresére növekedett.

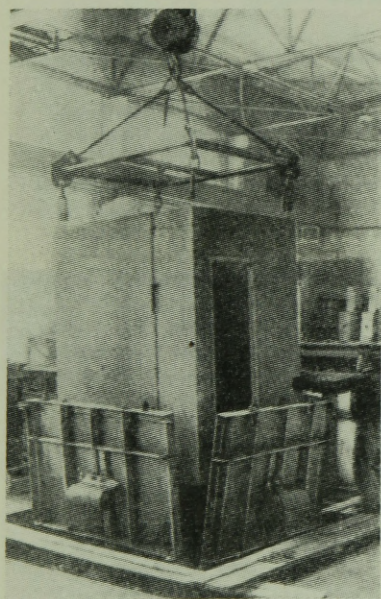
A házépítő kombinátok gazdaságosságának mutatóit a 4. táblázat szemlélteti.

Mindezekből látható, hogy a házépítő kombinátok nemcsak az építőipar szervezetét és technológiáját tökéletesítik, hanem kiváló eszközök a korszerű lakóházépítés műszaki-gazdasági mutatóinak javítására is.

6. Nagyelemes lakóházépítés értékelése.

Javaslat a hazai nagyelemes lakóházépítés irányának meghatározására

A nagyelemes lakóházépítés mind a műszaki-gazdasági mutatók, mind pedig a kiviteli technológia alapján jelenleg a legfejlettebb építési mód, ami teljes mértékben kielégíti a fokozódó lakásépítési igények olcsó és gyors kielégítésének követelményeit. (Az építési idő 90—120 nap, a költségek 6—10 %-kal kisebbek az eddigieknél.)



9. ábra. Leningrád. 1. sz. Házépítő Kombinát előgy. beton fürdőszoba cella kiemelése a zsálatból

Mind a hazai, mind pedig a Szovjetunió gyakorlatában azok a típusok terjedtek el leginkább, amelyek szerkezeti elemeinek készítése egyszerű, a szerkezetek statikai működése kedvező, és legjobban biztosítják az alkalmazott anyag műszaki-fizikai tulajdonságainak kihasználását.

Az eddig épített lakóházak többé-kevésbé kielégítik a helyi viszonyok adta lehetőségeken belül támasztott követelményeket. Mindegyik megoldás akár technológiai, akár szerkezeti szempontból egy-egy sajátos adottság — felhasznált anyag — gépi felszereltség stb. — függvénye.

A tapasztalatokból megállapítható, hogy a nagyelemes lakóházépítések során ott biztosítható a módszer adta előnyök kihasználása, ahol egyazon típust nagy sorozatban magasfokú gépesítéssel építenek.

A jelenlegi hazai nagyelemes lakóházépítés eddigi tapasztalataiból messzemenő szerkezeti és technológiai következtetéseket levonni nem lehet. A több-kevesebb sikerrel létesített kísérleti paneolos lakóépületek — Pécs, Sztálinváros — egyes vonatkozásukban — építési idő, egyszerű gyártási technológia — vitathatatlan előnyt mutatnak a hagyományos lakóépülettel szemben.

Ismerve a II—III. ötéves terv lakásigényét, annak sikeres megvalósítása érdekében feltétlen helyesnek látszik a nagyelemes lakóházépítés széleskörű hazai alkalmazása.

Budapesti viszonylatban az eddigi vizsgálatok szerint egy 1500—2000 lakás/év nagyságrendű, az ismertettekhez hasonló házépítő kombinát létesítése mutatkozik gazdaságosnak. Vidéki városainkban (elsősorban a helyi anyagbázisból kiindulva) poligonjellegű gyártástechnológiával készített, mindkét irányban (hossz-haránt) teherhordó, lehetőleg homogén jellegű falszerkezetekből összeállított elemekből építsék a lakóházakat. Feltétlen helyes, hogy ismereteink kibővítésére az adott viszonyoknak megfelelő különböző kísérleti épületeket emeljenek. Ezeket azonban lehetőleg kis szériában építsék, hogy a szerzett tapasztalatok alapján a szerkezet és technológia folyamatos tökéletesítése révén viszonylag rövid átfutási idő alatt lehetőség nyíljon a nagyelemes lakóházak tömeges létesítésére.

Előregyártott vasbeton födémgerendák újszerű vasalással

Dr. GYENGŐ TIBOR
Alpár-dijas

A hazai betonelemgyárak évente sok száz-ezer darab vasbeton födémgerendát gyártanak. E gerendák vasváza a tartó végső szakaszain, ahol a gerendák hajlítással párosult számottevő nyírásra is igénybevettek, a vasbeton gyakorlatnak megfelelően felhajlított vasbetétekből és kengyelekből áll.

Az utolsó évtizedben a kutatók figyelme egyre jobban a vasbeton tartók nyírási szilárdságának jobb megismerésére irányul, miután hosszú évtizedek kísérleti tapasztalata azt igazolta, hogy a Mörschtől származó klasszikus elgondolás nem közelíti meg eléggé a valóságot. A Mörsch-féle elgondolás alapján méretezett tartók nyírási vasalása az esetek zömében erősebb, mint amennyit a hajlítással és nyírással szembeni azonos biztonság szükségessé tenne. E túlméretezettség arra vezethető vissza, hogy Mörsch elmélete szerint repedezetlen tartó feltételezése mellett a tartó semleges tengelyében fellépő összes ferde húzó-feszültséget nyírási vasbetéttel kell felvenni, ha az egy alsó határértéket meghalad. (A német szakirodalomban ezt a Volle Schubsicherungnak nevezik.) Az újabb kutatások viszont kimutatták, hogy a repedezett tartóban a nyomott beton öv hatékonyan részt vesz a nyíróerők hordásában, és csak a nyomott betonöv által fel nem vett nyíróerő-hányad hárul a nyírási vasbetétekre. Minél erősebb a gerenda nyomott öve, annál nagyobb hányadát veszi fel a nyíróerőnek, és annál kisebb rész marad a nyírási vasbetétekre (1).

Egy másik érdekes felismerése az újabb kutatásoknak az, hogy a nyírási szilárdság szempontjából a kengyelek körülbelül egyenlően ha-

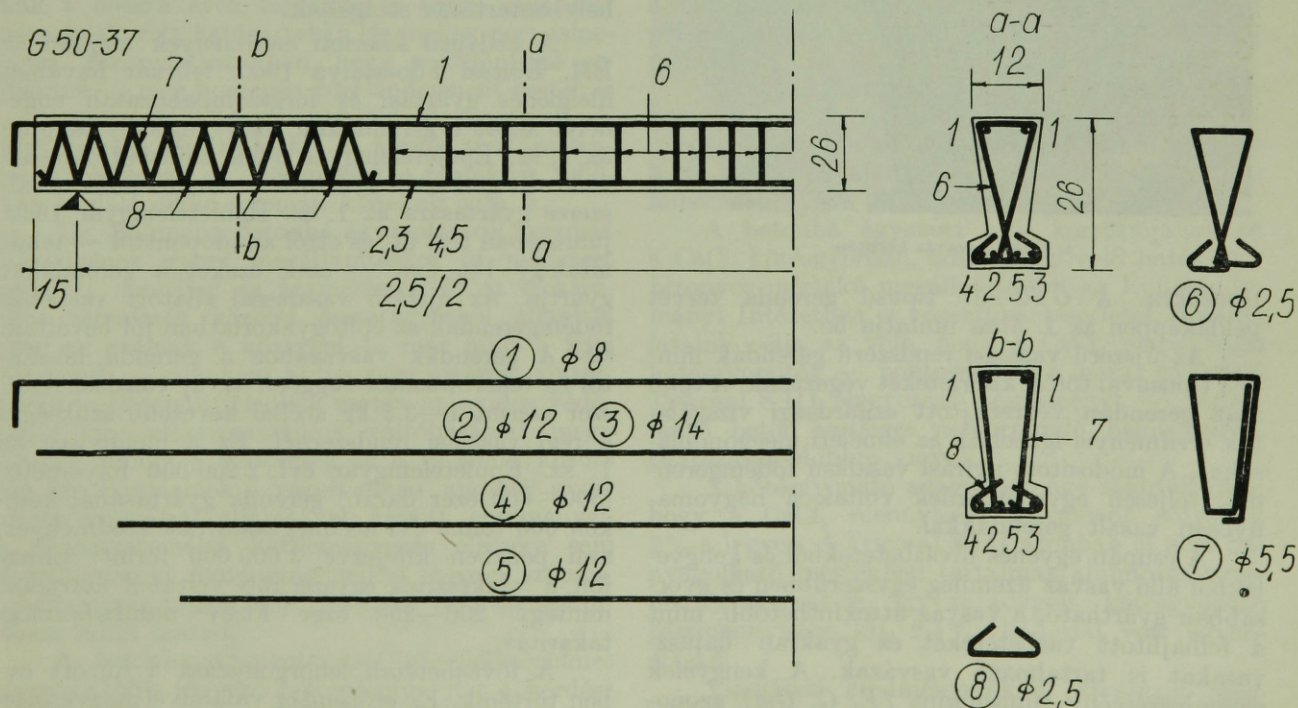
tékonyak a felhajlított vasbetétekkel, ellentétben a Mörsch-féle felfogással, amelynél a felhajlított vasbetétek 1,41-szeres kengyelnek felelnek meg.

E két felismerés vezette szerzőt arra a gondolatra, hogy az üzemileg előregyártott vasbeton födémgerendák vasvázát könnyebbre és a tömeggyártás szempontjából megfelelőbbre dolgozza át. Könnyebbé tehető a gerendák vasváza azáltal, hogy a vasbetontartók nyírási szilárdságának jobb felismerése révén a gerendák kevesebb nyírási vasalással készíthetők, egyszerűbbé pedig azáltal, hogy a nyíróerők felvételében a kengyelek a felhajlított vasbetétekkel egyenértékűeknek minősülnek.

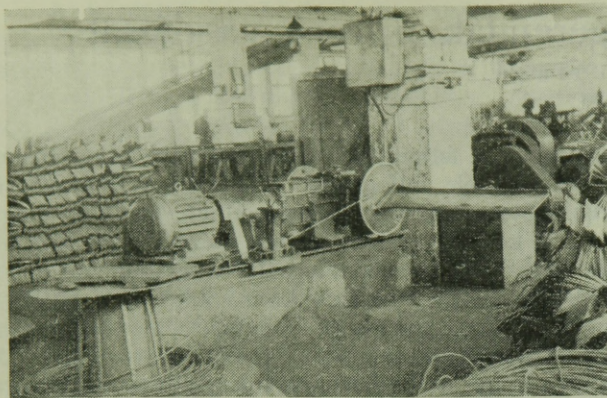
A födémgerendák vasvázának áttevzése során a nyírási vasalást szerző által kidolgozott számítási eljárás alapján méreteztük (2). A vasvázat pedig csak egyenes fővasbetétekből és kengyelekből, mint nyírási vasalásból képeztük ki.

A kengyelek tömeggyártásának mechanizálását nagymértékben elősegíti, ha azok nem különálló kengyelek, hanem összefüggő spirálkengyel alakjában készülnek. A spirálkengyelnek a különálló kengyelekkel szemben a gyártás egyszerűbb voltán túlmenően az az előnye is megvan, hogy egyszerűbben szerelhető, helytartóbb, azaz a beton bedolgozása közben helyéről nem mozdul el, és a vázat jobban kimerévti, a különálló kengyeleknel sokkal anyagtakarékosabb, lehorgonyzása a betonba — folyamatossága révén — jobb, és az erőátvitel szempontjából előnyösebb.

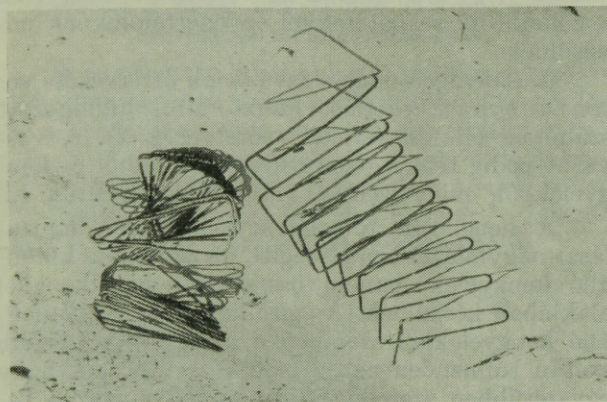
Az elmúlt években elkészítettük a fentiek szerint méretezett és kialakított vasvázú elemgyári födémgerendák terveit az F , G és Gm



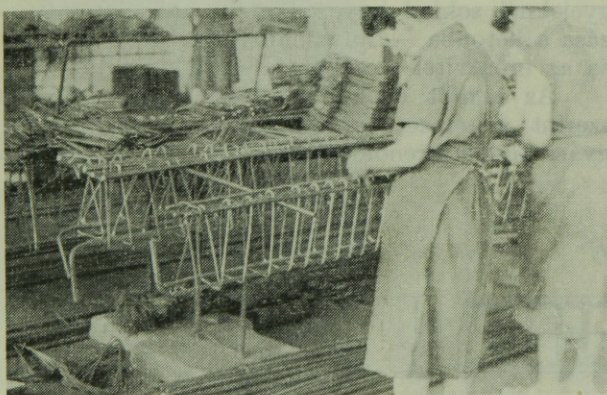
1. ábra. Vasbeton födémgerenda újszerű vasváza



2. ábra. Spirálkengyel készítése



3. ábra. A kész spirálkengyel



4. ábra. A vasváz készítése

típusokra. A *G 50—37* típusú gerenda tervét példaképpen az 1. ábra mutatja be.

Az újszerű vasalási rendszerű gerendák minden típusával törési kísérleteket végeztünk. A több száz gerendán végrehajtott szilárdsági vizsgálatok eredményei igazolták az elméleti megfontolásokat. A módosított nyírási vasalású födémgerendák teljesen egyenértékűek voltak a hagyományosan vasalt gerendákkal.

A csupán egyenes fővasbetétekből és kengyelekből álló vasváz üzemileg egyszerűbben és gyorsabban gyártható, a vasváz áttekinthetőbb, mint a felhajlított vasbetéteket és gyakran bajszvasakat is tartalmazó vasvázak. A kengyelek gerendaszelvény típusonként (*F*, *G*, *Gm*) azonosak, a tömeggyártásra tehát nagyon alkalmasak,

csak számuk változik a gerenda hossza és teherbírása szerint.

A spirálkengyelt az 1. sz. Épületelemgyár egyszerű gépi berendezésével készítik (1. 2. ábra). A tekercsben levő $\varnothing 5,5$ mm-es acélhuzalt kissé megfeszítve egy forgó tárcsára szerelt, a kengyel alakjának megfelelő szelvényű vasrúdra tekerik. Ez a spirálkengyel készítési mód minimális munkaigényű. Egy ember több spirálkengyel készítő gépet is ki tud szolgálni, mert munkája mindössze abból áll, hogy új huzalt tesz a dobra, ahol az elfogyott, és a kész spirálkengyelt a gépről leszedi.

Az így elkészített spirálkengyelből a vasváz készítéséhez a gyártandó gerendának megfelelő menetszámú spirált levágják. A vasváz szerelők a kellő menetszámban levágott spirálkengyelt a tervszerinti hosszra széthúzzák (3. ábra), és a vasváz szerelésekor az egyenes fővasbetétekre ráhúzzák (4. ábra).

A különböző erősségű nyírási vasalást úgy biztosítjuk, hogy a spirált az erőtani szükségletnek megfelelően kisebb, vagy nagyobb menetmagasságra húzzuk szét. Ezt bizonyos határok között meg lehet tenni. A nálunk gyártott *F*, *G* és *Gm* típusú gerendáknál használt legnagyobb menetmagasság 15 cm, a legsűrűbb 8 cm.

Periódikus profilú betonacél használatánál — mint ami megfelel az ál alános épületelemgyári gyakorlatnak — a fővasbetétek kampó nélkül készülnek. A vasváz készítéséhez a betonacél előkészítése tehát csak hosszra vágásból áll, vashajlításra szükség nincsen.

A gerendák középső szakaszán használt kengyelek azonosak a régi vasalási rendszerű gerendák $\varnothing 2,5$ mm-es kengyeleivel. Vannak ezenkívül a gerenda végső szakaszain kis $\varnothing 2,5$ mm-es szerelő vasbetétek — az ábrán 8-as jelű —, melyek a spirálkengyelen kívül fekvő vasbetétek helybentartását szolgálják.

A kedvező kísérleti eredmények alapján az ÉM. Építési Főosztálya 1960. február havában ideiglenes gyártási és forgalombahozatali engedélyt adott e gerendákra, mely engedély alapján az 1. sz. Épületelemgyár 6-féle típusból összesen 6000 db gerendát gyártott le. A gerendák rendszeres gyártására az 1. sz. Épületelemgyár 1960. júniusában tért át, és ettől az időponttól — tehát mintegy $1\frac{1}{2}$ éve — csak ezeket a gerendákat gyártja. Az újszerű vasalással ellátott vasbeton födémgerendák az építőgyakorlatban jól beváltak. A gerendák vasvázához a gerenda hosszától és teherbírásától függően az új vasalási rendszer szerint 1—3,5 kg acéllal kevesebb szükséges a régi vasalási rendszerénél. Ez a mennyiség az 1. sz. Épületelemgyár évi 2 200 000 folyóméter (500—600 ezer darab) gerenda gyártásánál kerekben 600 tonna évi acélmegtakarítást eredményez, ami pénzben kifejezve 3 600 000 forint. Ehhez jön a vázkészítés egyszerűbb voltából származó mintegy 200—250 ezer Ft/év munkabérmegtakarítás.

A fővasbetétek lehorgonyzása a húzott övben történik. Ez erőtanilag valamivel kedvezőtlenebb, mint a felhajlított vasbetétekkel készülő

gerendáknál, ahol a fővasbetétek egy része a nyomott betonöbven horgonyoz le. Ez azt jelenti, hogy az új vasalási rendszerű gerendák érzékenyebbek a gerenda végeihez közel a húzott beton-öv sérüléseire. Ezeknél a gerendáknál ugyanis a fővasbetétek, ha a végeikhez közel hosszabb szakaszon hiányzik a betontakarás, vagy a beton silány minőségű, könnyebben csúszhatnak meg, mint a régi vasalási rendszerű gerendáknál.

Éppen ebből az okból kifolyóan a jelenleg gyártott födémgerendáknál a fővasbetétek túlnyújtási hossza nagyobb a vasbetonszabályzat által előírt értéknél. A nyírási vasalás is erősebb a jelenlegi gerendáknál, mint amennyi a hivatkozott és nagyszámú külföldi és hazai kísérlettel alátámasztott méretezési módszer szerint szükséges volna. A nyírási vasalás mértékének to-

vábbi csökkentését — tekintettel az újszerűvel szemben általában tapasztalható idegenkedés miatt — csak hosszabb tapasztalat után volna helyes keresztülvinni. Amennyiben a kengyeleknek a fővasbetétekhez rögzítésénél a kötözés helyett áttérnének a ponthegesztésre, a fővasbetétek nagyobb érzékenysége a megcsúszásra megszűnik, és a vasváz még jobban könnyíthető volna.

IRODALOM

1. *Dr. Gyengő Tibor és Egresi Mátyás*: A vasbeton T-tartók nyírási szilárdságáról (Magyar Építőipar 1960. évi 10—11. szám.)
2. *Gyengő Tibor*: Vasbetontartók nyírási vasalásának számítása a törési határállapot alapján (Építés és Közlekedéstudományi Közlemények 1957. évi 1—2. szám.)

Kalciumklorid hatása a vasbetonra

EGRESI MÁTYÁS

Tapasztalati adatok szerint téli építkezések során a fagy káros hatásának csökkentésére, előre-gyártás közben a padforduló gyorsítására a friss betonhoz megfelelő mennyiségben adagolt kalciumklorid nagyon hatásos. A kezdőszilárdság kedvező emelése mellett azonban számos kísérlet a vasbetonszerkezet vasbetéteinek nagyobb-mérvű korróziójára hívta fel a figyelmet, jöllehet a CaCl_2 alapanyagú kötés-gyorsítók rozsdásító hatását sem elméletileg, sem pedig tapasztalati úton még nem tisztázták. A vonatkozó külföldi szakirodalom egyrésze állítja, más része tagadja a CaCl_2 vasrozsdásító hatását, még szabványos betonszilárdulási körülmények között is. A CaCl_2 -nak a hosszú évek folyamán a beton szilárdságára gyakorolt hatása tehát lényegileg nem ismeretes. Bizonyos azonban, hogy a különböző cementek — még homogén portlandcement esetén is — ugyanazon kötés-gyorsító hatására egészen eltérő módon viselkednek. A kérdés tisztázatlanságára jellemző dr. Bäumelnek e témakört 1960-ban taglalt cikke nyomán kialakult vita is.

Dr. Bäumel a betonba ágyazott acél korrózió-veszélyének gyors megállapítására új módszert ajánlott, amellyel az áramerősség és az elektromos térerősség közötti összefüggésből állapítja meg az acélnak a közeggel — már mint a friss betonnal — szembeni aktív vagy passzív voltát. Szerinte Cl -ionok jelenléte esetén az oxidos védőréteg egy elektrosztatikus váltóhatással megy tönkre, amely a védőréteg és a Cl -ionok között lép fel. Bäumelnek a vázolt elven alapuló gyorsított vizsgálati eljárásával kapott eredményei, a figyelemreméltó kezdeményezés ellenére sem fogadhatók el fenntartás nélkül, hiszen számos, jelenleg még tisztázatlan mértékű behatás számításán kívül marad.

A betonba ágyazott acél korrózióvédelmét ugyanis több tényező befolyásolja. Ezt a kérdést több elmélet fejtegeti. Jellemzőként említhető

meg Evens és Pourbaix ún. lecsapódási elmélete. E nézet szerint a vas felületén ferrohidroxid ($\text{Fe}(\text{OH})_2$) keletkezik, amely alkálikus környezetben oldhatatlan, a vas felületére erősen tapadó rétegben alakul ki, savas környezetben pedig megfelelő ferrósókká alakul át.

Másik elgondolás szerint a beton és a vas érintkezési felületén fellépő elektromos hatás következtében a vas a betonban levő vizet felbontja, és ferrioxidá (Fe_2O_3), illetve ferroferrioxidá (Fe_3O_4) alakul át. Ez a folyamat már közönséges hőmérsékleten is észlelhető.

Nyilvánvalóan a kloridok hatására az előbbieken említett vegyi folyamatok megváltoznak, a hidroxid helyett vasklorid képződik, a közeg pH értéke csökken, s emiatt a védőréteg tönkremehet.

Nem hagyható figyelmen kívül a mész karbonizálódásának hatása sem, jöllehet ez nem lényeges. Fritz Gille kísérletekkel igazolta, hogy a 18 és $\frac{1}{2}$ év alatt karbonizálódott betonréteg mindössze $\frac{1}{2}$ cm vastag volt.

A betonba ágyazott acél korróziójának és a CaCl_2 kötés-gyorsító, szilárdságnövelő hatásának bizonyos mértékű megállapítására az Építéstudományi Intézetben is végeztünk kísérletet. Vizsgálataink célja az volt, hogy a CaCl_2 alapanyagú kötés-gyorsítót — pontosabban a hazai gyártású Trikosal S III elnevezésű készítményt — tartalmazó beton esetleges vaskorrodáló befolyásának tisztázását előbbre vigyük.

A kötés-gyorsító adagolását úgy szabtuk meg, hogy a CaCl_2 mennyisége a cement súlyának 2%-a legyen. A Trikosal S III azonban el nem hanyagolható mértékben tartalmaz alumíniumkloridot és sósavat is, így az adagolt kötés-gyorsító össz-mennyisége kb. 2,5% CaCl_2 -dal volt egyenértékű.

Vizsgálati eredményeinkből kívántuk megállapítani, hogy hosszabb idő elmúltával

a) a cement súlyára vonatkoztatott kb. 2,5% mennyiségben adagolt CaCl_2 a különböző hazai cementekkel készült betonok szilárdságát milyen mértékben befolyásolja ;

b) a betonacél rozsdásodása milyen mértékben növekszik CaCl_2 alkalmazása esetén.

Vizsgálatainkhoz négyféle cementet alkalmaztunk, mégpedig

Tatai	600
Tatai	500
Beremendi	500
Hejőcsabai	300 minőségű cementet.

A kész beton kb. 350 kg/m^3 cementet tartalmazott. Az adalékanyag 30 mm legnagyobb szemnagyságú dunai homokoskavics volt II. oszt. szemszerkezettel. A $v/c = 0,5$ vízcementtényező alkalmazásával gyengén plastikus konzisztenciát kaptunk. A vizsgálatokat 1952-ben kezdtük el, tehát eredményeink 8 évi időtartamra vonatkoznak.

A beton szilárdsági eredményei — más külföldi és a korábbi hazai kísérletekkel egyezően — azt mutatták, hogy a CaCl_2 szilárdulást gyorsító hatása az első napokban lényegesen nagyobb, mint később. A cementfajták közül a CaCl_2 hatására a tatai 600-as és a beremendi 500-as homogén portlandcementek sokkal gyorsabban szilárdulnak, mint a trasztartalmú heterogén tatai 500-as cement. E kísérletsorozat tehát megerősíti azt a feltevést, hogy a cement klinkertartalmának növekedésével a kötőgyorsítók hatása is fokozódik.

A kohósalak tartalmú hejőcsabai heterogén 300-as cement szilárdulására kezdeti időben igen kis mértékben hatott az alkalmazott vegyszer, a későbbi időszakban azonban lényeges szilárdságnövekedést tapasztaltunk.

Nyolc éves szilárdsági vizsgálatunk eredményeinek összehasonlító értékét az 1. táblázatban közöljük, külön oszlopban feltüntetve a kötőgyorsító adagolása nélkül és annak adagolásával készült próbatestek szilárdságát. Az eredmények mellett — a könnyebb összehasonlítás érdekében — zárójelben feltüntettük az „üres” és a vegyszer adagolásával készült próbatestek szilárdságának %-os értékét is, 100%-nak véve az „üres” próbatestek 8 éves nyomószilárdsági értékét. A CaCl_2 adagolásának hatását a beton kezdeti szilárdulására jelenleg figyelmen kívül hagyjuk, hiszen a kezdeti szilárdságemelkedéssel kapcsolatos vizsgálati eredményeket már számos dolgozatban ismertették.

1. táblázat

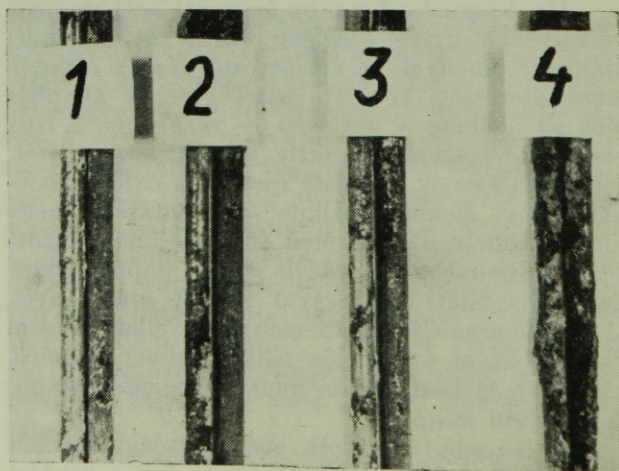
Viszonylagos betonszilárdságok alakulása 8 éves tárolás után

Üres		Trikosol S III adagolással
Tatai 600	525 (100)	567 (108)
Beremendi 500	514 (100)	533 (104)
Tatai 500	488 (100)	503 (103)
Hejőcsabai 300	304 (100)	387 (127)

Az 1. táblázatból látható, hogy a tatai 600, a beremendi 500 és a tatai 500 cementekkel és Trikosol S III adagolással készült betonok a Trikosol S III adagolás nélküli betonokhoz képest még 8 év múltával is 3—8% szilárdságtöbbletet mutatnak, míg a szilárdulás kezdeti szakaszában — kezdeti szilárdulási szakasznak érte a 28 napos kort — ezek szilárdságtöbblete 20—30% között mozgott. A hejőcsabai 300-as cement szilárdságtöbblete az első időben csak csekély, 8 év múltával azonban 27%-ra emelkedett. A jelenség tisztázására további vizsgálat szükséges.

A szilárdságvizsgálatokkal egyidőben végeztük el a betonbaágyazott acélbetétek korróziós vizsgálatát is. A korróziós vizsgálatokhoz az előbbi betonösszetétellel 20 cm élhosszúságú kockatesteket készítettünk. A kockákba, közvetlenül elkészültük után hat-hat kb. 24 cm hosszú, 1952. évi 36—22 névleges minőségű betonacéldarabokat helyeztünk. Adott időpontban a kockákat a nyomószilárdság vizsgálatára elvittük, a betonacélokat óvatosan szabadddá tettük és szemlélet útján meghatároztuk rozsdásodásuk relatív mértékét. A próbatestek egy részét zárt helyen, más részét szabadban és a többi vízben tároltuk. Az acél felületét mindegyik próba közben természetes, tompán fémes és fényesre reszelt állapotba hoztuk. Szemlélettel és összehasonlítással értékeltünk. Néhány jellegzetes korróziós képet rögzítve és pontszámmal ellátva, a többi próbát a rögzített pontszámok közé, korróziós képüknek megfelelően interpoláltuk. Az etalonokat 1—4-ig a „tisztá felülettől” az „egész felületen korródáltig” számoztuk. A vizsgálatot 2, 6, 9 hónapos, majd 8 éves korban végeztük.

A vizsgálat eredményei alapján már szemlélettel is megállapítható, hogy a vaskorrózió sebessége kb. egyéves korig emelkedik számottevően. A próbapálcák összehasonlításából látható ugyanis, hogy a 9 hónapos korig bekövetkezett korróziót (1. ábra) nem haladta meg lényegesen a 8 éves próbapálcák roncsolódása (2. ábra). Az 1. ábra 1. jelű próbapálcái tatai 600-as, a 2. jelű tatai 500-as, a 3. jelű beremendi 500-as és a 4. jelű



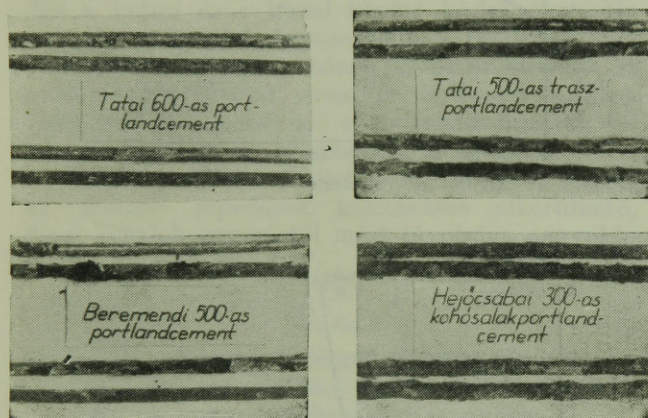
1. ábra

hejőcsabai 300-as cementből készült betontestbe voltak beépítve. Mind a négy csoport baloldali próbapálcája kötésyorsító nélküli, jobboldali próbapálcája pedig kötésyorsító adagolásával készült betonban volt.

A 2. ábra négy csoportját felirat jelzi. A képek felső két próbapálcája vízben tárolt, az alsó kettő pedig szabadban hagyott próbatestekből került ki. A kettős csoportok felső pálcái kötésyorsító nélküli, az alsók pedig kötésyorsítóval készült betonba voltak beépítve.

Szemlélet szerint a szabadban és a vízben tárolt próbatestek betonjába helyezett próbapálcák egyaránt megrozsdásodtak, a vízben levők azonban csekélyebb mértékben.

A különféle cementfajták különböző rozsdásodást gátló hatására jellemző összehasonlító



2. ábra

értékeket, amelyeket a már közölt pontszámok módszerrel állapítottunk meg, a 2. táblázat adja meg.

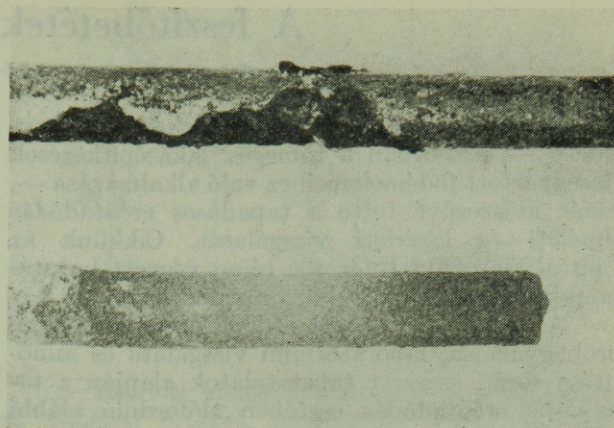
Ezeket az értékeket a nyolcadik évben végzett vizsgálatok eredményeiből 12 mérés átlagként kaptuk.

Látható, hogy a Tricosal S III adagolás nélküli betontestekben is bekövetkezett az acél bizonyos mértékű korróziója. Mind az üres, mind a kötés-

2. táblázat

Acélbetétek korrodáltsági foka 8 éves tárolás után

	Üres	Tricosal S III. adagolással	Klinker- tartalom, %
Tatai 600	1,1	2,00	96
Beremendi 500	1,49	2,54	91
Tatai 500	1,56	2,78	73,9
Hejőcsabai 300	2,18	3,26	32



3. ábra

yorsítóval készített betontestekben az acél korrodáltsági foka lényegében a cement klinker tartalmának sorrendjét fordítottan követi.

Megállapítható továbbá, hogy CaCl_2 adagolása esetén a betonba helyezett acélbetétek fokozottabb korróziójával kell számolni. Meg kell azonban jegyezni, hogy a CaCl_2 okozta rozsdásodás általában nem egyenletes, hanem az ún. lyukkorrózió formájában jelentkezett (3. ábra).

Összefoglalás

A fenti, eléggé hosszú időre visszanyúló hazai vizsgálati eredmények ismertetésével kívántunk a CaCl_2 alapanyagú kötésyorsítóval készített betonok vaskorródáló hatásának szerteágazó kérdéséhez némi adalékot nyújtani. Az itt közöltek-
ből megállapítható, hogy

1. a CaCl_2 kötésyorsító a magasabb klinker-tartalmú cementekből készített betonok szilárdságát — különösen a kezdeti időben — lényegesen megemeli a kötésyorsító nélkül készített betonéhoz képest. E szilárdságemelkedés a későbbi időszakban kisebb lesz, és 8 éves korban kb. 3—8%-ra tehető. E tulajdonságtól a kísérletek során a hejőcsabai 300-as cementből készült betonok tértek el lényegesen.

2. A betonba ágyazott acél korróziójának veszélyét a CaCl_2 számottevően emeli; e kötésyorsító alkalmazása esetén erősebb vaskorrózióval kell számolnunk.

IRODALOM

- Bäumel A.: Die Auswirkung von Betonzusatzmitteln auf das Korrosionsverhalten von Stahl im Beton (Zement-Kalk-Gips 1959. évi 12. szám.)
 Rehm G., Moll H.: Zur Frage der Korrosion von Stahl im Beton (Zement-Kalk-Gips 1960. évi 15. szám.)
 Popovics S.: A kalciumklorid és nátriumklorid hatása a betonra és vasbetonra (ÉTI jelentés 1953.).
 Egresi M.: A beton korróziója (ÉTI jelentés 1954.).

A feszítőbetétek erőátadódásáról

Dr. GARAY LAJOS—KÁRMÁN TAMÁS

A tapadóbetétes feszített szerkezetek elterjedése — elsősorban a tömeges lakásépítkezések előregyártott födémelemeihez való alkalmazása —, ismét időszerűvé tette a tapadásos erőátadódás elméleti és kísérleti vizsgálatát. Cikkünk az Építéstudományi Intézet e téren végzett kutatásainak eredményeit foglalja röviden össze.

A új típusú feszített födémelemek tervezése, próbagyártása, laboratóriumi vizsgálata és minősítése során szerzett tapasztalatok alapján a tapadásos erőátadódás esetében előforduló alábbi határállapotok vizsgálatával foglalkoztunk:

1. a huzalok megcsúszása,
2. a tartóvég felhasadása a feszítő betét körül és
3. a tartóvég felhasadása a gerincben.

1. A huzalok megcsúszása

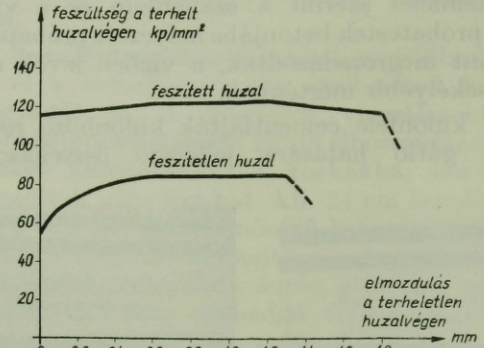
A feszített szerkezetek gyártásának legfontosabb problémája a betét és a beton közötti tapadás biztosítása, hiszen ez a szerkezet számíttasszerű működésének alapvető feltétele. A huzalmegcsúszás következtében keletkező határállapot vizsgálatával kapcsolatban azonban hangsúlyozni kell, hogy a huzalok szabad végeinek megcsúszása még nem jelent feltétlenül határállapotot, sőt az a tapadóbetétes feszített szerkezetekben — elméletileg és kísérletileg is igazolhatóan — szükségszerű jelenség. A határállapot bekövetkezését nem a beton és az acélbetét relatív elmozdulása, hanem az elmozdulás nagysága definiálja.

Feszített és feszítetlen próbatestekkel végzett kihúzó vizsgálatok szerint (2) az 5 mm átmérőjű rovátkolt huzal terheletlen végének átlagosan 0,6 mm-es elmozdulásáig a kihúzást csak növekvő erővel lehetett végrehajtani. Eddig az értékig tehát az erőátadódás, ha nem is rugalmas, de stabil volt. Ezután azonban a huzal csúszása az erő növelése nélkül, sőt esetleg lassan csökkenő erő mellett folytatódott, vagyis a beton és az acélbetét relatív eltolódásának ez az értéke törési (folyási) alakváltozásként kezelhető. Megjegyezzük, hogy Guyon szerint (1) az eltűrhető elmozdulás értéke sima huzal esetén 0,8 mm. Ha ennél kisebb volt a relatív elmozdulás, a tapadó szilárdság lényeges csökkenését az ÉTI kísérletei során sem tapasztaltuk. A vizsgálat jellegzetes diagramjait az 1. ábra tünteti fel.

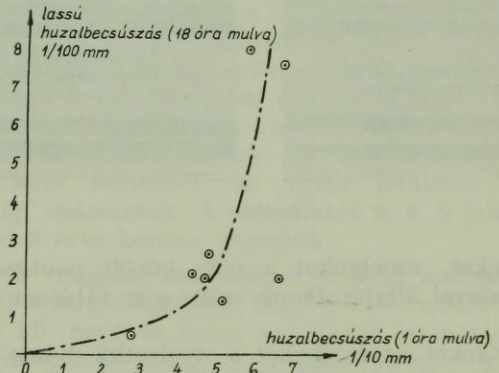
Noha a gerendák feszítése esetén — a kihúzó kísérletekkel ellentétben — a tartóvégtől befelé haladva, a relatív elmozdulás fokozatosan csökken, s így a tartóvégen törési (folyási) alakváltozásig elmozdult huzal tapadása nem szűnik meg azonnal, mégis szükségesnek tartjuk az elmozdulást a törési alakváltozás alá szorítani. A tapadó kapcsolat helyi folyása ugyanis a huzalnak tartós lassú becsúszását, vagyis a feszítőerők fokozatos csökkenését eredményezi.

Igazolják ezt Szepešszentgyörgyi Oszkár feszített gerendák feszültségfeloldása alkalmából

végzett huzal becsúszás mérései is (3), amelyekből megállapítható, hogy a lassú huzalcsúszás értéke 0,5—0,6 mm-nél nagyobb relatív elmozdulás esetén rohamosan növekszik, ennél kisebb elmozdulások esetén pedig gyakorlatilag jelentéktelen (2. ábra). A kritikus elmozdulás értékei tehát a két vizsgálat szerint lényegében azonosak.



1. ábra



2. ábra

Ha a fentiek alapján a huzalbecsúszás határértékét — a szórás figyelembevételével — megállapítjuk és közelítőleg feltételezzük, hogy a huzalerő felnövekedése

$$\sigma_v = \sigma_{v0} \left[1 - e^{-4 \frac{\tau_{\max}}{\sigma_{v0}} \frac{x}{D_v}} \right]$$

összefüggéssel jellemezhető, a 95%-os erőátadáshoz tartozó lehorgonyzási hossz, valamint a tapadófeszültség értékére vonatkozóan az alábbi összefüggések kaphatók:

$$l = 3\Delta a \frac{E_v}{\sigma_{v0}}$$

és

$$\tau_{\max} = \frac{1}{3\Delta a} \frac{\sigma_{v0}^2}{E_v} D_v,$$

ahol Δa huzalvég becsúszása.

A 3. ábrán öt gerenda feszültségfeloldása során mért erőfelnövekedési diagramok átlagát tüntettük fel. Ugyanezen gerendákon a huzalbecsúszások átlagos értéke 0,224 mm volt. A fenti

összefüggésekkel a 95%-os erőátadáshoz tartozó lehorgonyzási hossz 16 cm-re adódik. Mint az ábrán látható, ez az érték a mérésekkel jól egyezik.

2. A tartóvég felhasadása a feszítő betétek körül

Ismeretes, hogy a feszítő erőnek a betonra történő átadásakor a feszültség mentesített huzalvég megduzzad, s ennek hatására — mivel a harántalakváltozások szokásos nagyságrendje a beton szakadó nyúlását meghaladja —, a betét közvetlen környezetében a beton berepedezik. Amíg azonban az egyes huzalok körül képződő repedések nem érnek össze, vagyis közöttük épen maradó betonszakasz biztosítható, e repedések az erőátadódás stabilitását nem veszélyeztetik. Az épen maradt zóna gyűrűfeszültségei ugyanis a berepedezett tartományon keresztül is képesek szorító hatást gyakorolni a huzalra, s így a súrlódás a beton és a huzal között kialakulhat. Ha azonban a huzalok ágyazottsága a betonban nem kielégítő, a berepedt zónák összemetsződnek és a tartóvég a betétek vonalában felhasad (8. ábra). Hasonló hatást idéz elő a rovátkolt huzalok rovátkáinak ékszerű behúzódása a betonba.

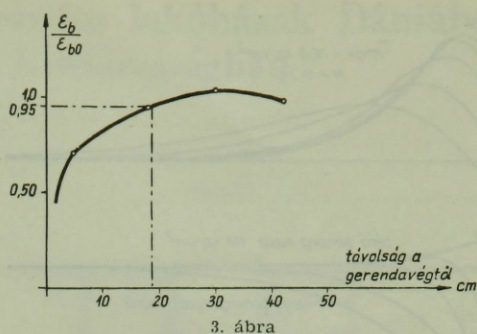
Gimesy Mária elméleti vizsgálatai (4) szerint az átmenő repedések keletkezése elkerülhető, ha a huzalok egymástól mért távolsága nagyobb, mint

$$d = -\frac{\mu_v \sigma_{v0}}{E_v \varepsilon_{bh}} D_v,$$

ahol μ_v a huzalra jellemző Poisson-féle szám,
 σ_{v0} a huzal hatásos feszítő feszültsége,
 E_v a huzal rugalmassági modulusa,
 D_v a huzalátmérő és
 ε_{bh} a beton szakadónyúlása.

A hatásos feszítő feszültség, az osztástávolság és a súrlódást biztosító szorító feszültség közötti elméleti összefüggést a 4. ábra mutatja. Látható, hogy az ágyazottság növelésével a szorítás értéke és ezzel az erőátadódás biztonsága lényegesen fokozható.

A gyakorlatban szokásos értékek figyelembevételével a szükséges minimális huzal-osztástávolság a huzalátmérő 5—7-szeresére adódik.



3. ábra

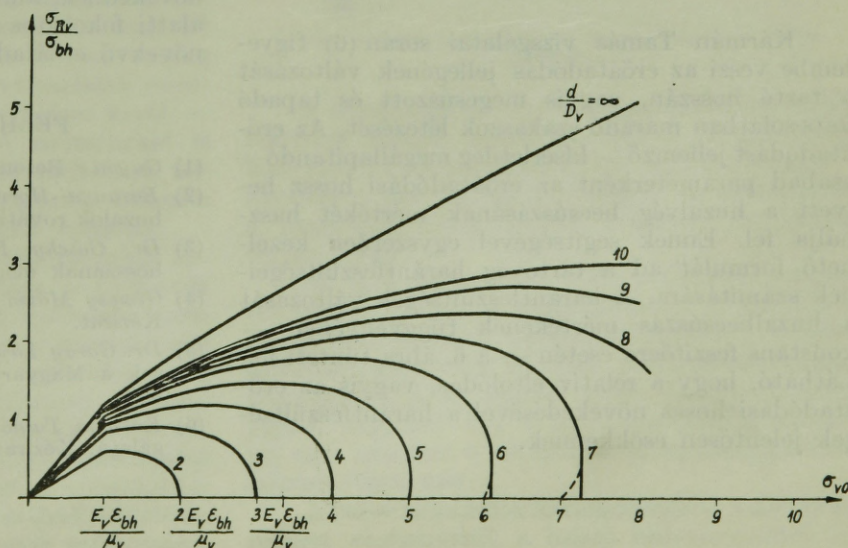
A kísérleti elemekkel szerzett tapasztalatok az elméleti értékek helyességét igazolták. Míg a $d = 3,5 D_v$ huzal-osztástávolsággal gyártott gerendákon minden esetben átmenő repedések keletkeztek, $d = 5,5 D_v$ osztás esetén csak elvétve észleltünk kisebb repedéseket.

3. A tartóvég felhasadása a gerincben

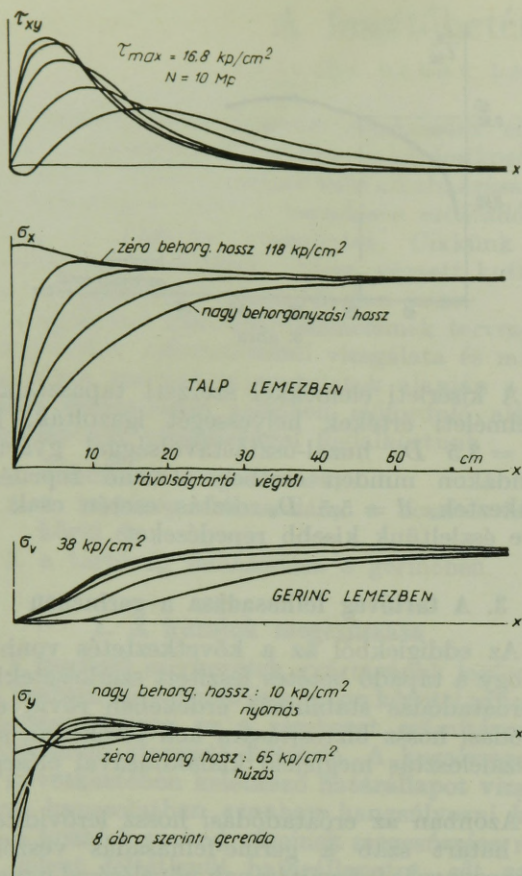
Az eddigiekből az a következtetés vonható le, hogy a tapadó betétes feszített szerkezetekben az erőátadódás stabilitása érdekében rövid erőátadódási hossz biztosítására kell törekedni, s ez a huzalelosztás megfelelő kialakításával elősegíthető.

Azonban az erőátadódási hossz lerövidítésének határt szab a gerinc-felhasadás veszélye. A lehorgonyzás intenzitásának növelésével ugyanis a tartóvég harántirányú feszültségei jelentősen megnövekednek. E feszültségek számítására szerzők két eljárást dolgoztak ki.

Dr. Garay Lajos a vizsgált tartót hosszirányú húzás-nyomásra dolgozó elemi szálak és nyírást, valamint harántirányú normál-feszültségeket felvevő hártya kombinációjából építi fel (5). Az erőátadódásnak a rugalmas kapcsolati függvény feltételezésével számítható exponenciális törvényszerűség szerinti változásából kiindulva, felírja és megoldja a tartóvég feszültség-állapotát jellemző differenciálegyenletet. A megoldás a huzalok erőátadódási hosszának függvényében megadja a keresett nyíró és harántfeszültsé-

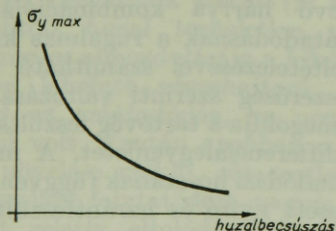


4. ábra



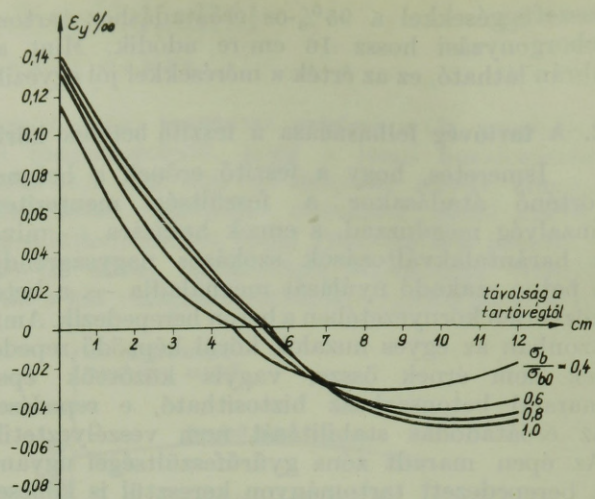
5. ábra

geket (5. ábra). Az eljárás előnye, hogy segítségével a kengyelezés, vagy gerincszélesítés által előidézett inhomogenitás, ill. anizotropia is számításba vehető.

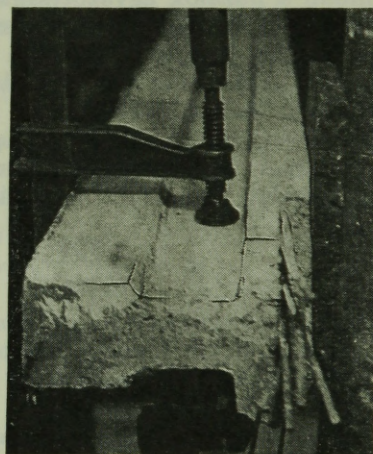


6. ábra

Kármán Tamás vizsgálatai során (6) figyelembe veszi az erőátadódás jellegének változását a tartó hosszán, vagyis megcsúszott és tapadó kapcsolatban maradó szakaszok létezését. Az erőátadódást jellemző — kísérletileg megállapítandó — szabad paraméterként az erőátadódási hossz helyett a huzalvég becsúszásának mértékét használja fel. Ennek segítségével egyszerűen kezelhető formulát ad a tartóvég harántfeszültségeinek számítására. A harántfeszültségek változását a huzalbecsúzás mértékének függvényében — konstans feszítőerő esetén — a 6. ábra tünteti fel. Látható, hogy a relatív eltolódás, vagyis az erőátadódási hossz növekedésével a harántfeszültségek jelentősen csökkennek.



7. ábra



8. ábra

Végül a 7. ábrán egy feszített gerenda négy fokozatban végrehajtott feszültségfeloldása során mért harántalakváltozásokat ábrázoltuk, amelyek jól követik az 5. ábra elméletileg levezetett jelleggörbéit. Megfigyelhető, hogy a feszítőerőnek 40%-ról 100%-ra való felnövelésével a harántirányú feszültségek csak jelentéktelen mértékben növekednek, ami a feszültségráengedés folyamata alatti fokozatos huzalbehúzódnás, vagyis az egyre növekvő erőátadódási hossz következménye.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- (1) Guyon : Beton precontraint.
- (2) Baranyai-Horváth Miklós : Nagyszilárdságú feszítő huzalok rovatkolási vizsgálatai. ÉTI jelentés 1960.
- (3) Dr. Goschy Béla : A feszítőhuzal lehorgonyzási hosszának megállapítása. ÉTI jelentés 1961.
- (4) Gimesy Mária : A feszítő huzalok ágyazottságáról. Kézirat.
- (5) Dr. Garay Lajos : Feszített tartószervezeti kutatások a Magyar Építéstudományi Intézetben. Kézirat.
- (6) Kármán Tamás : Feszített gerendák tartóvég vizsgálata. Kézirat.

Larsen & Nielsen-rendszerű nagypanelos lakóházak Dániában és a Német Szövetségi Köztársaságban

Dr. SEBESTYÉN GYULA
Alpár-díjas

1. Bevezetés

A dán Larsen & Nielsen nagypanelos rendszert hazánkban kevésbé ismerik. Az egyéb rendszerektől részben eltérő, korszerű részletmegoldásai indokolják, hogy foglalkozzunk vele.

Larsen és Nielsen dán mérnökök 1931-ben alapították építési vállalatukat. Koppenhága mellett (Gostруп) levő vasbetonelemgyáruk területe 40 000 m². A 6000 m² beépített területből négy csarnok 4000 m²-t foglal el. Ezek falpanelokat, födémpanelokat, tetőelemeket, feszített vasbeton pilléreket és egyéb elemeket gyártanak. Az elemek egy részét (a pillérelemeket) szabadtéren is készítik. A gyár kapacitása 1958-ban 80 000 tonna volt. Ugyanebben az évben 1000 lakáshoz 60 000 tonna elem gyártását tervezték. A gyárban összesen mintegy 200 munkás és tisztviselő dolgozik.

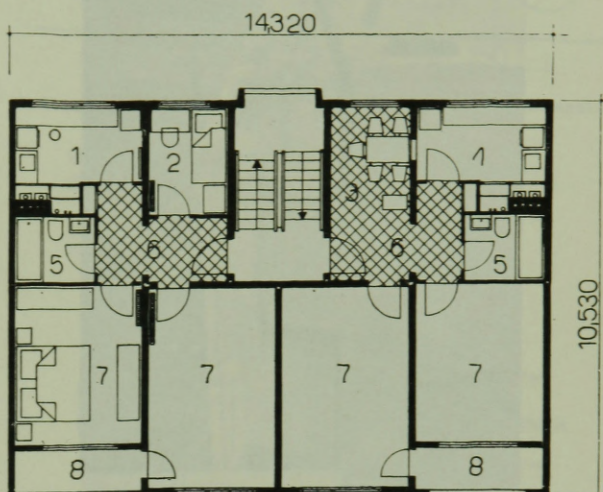
A dán vállalat prospektusa szerint előregyártási rendszerükre az alábbi országokkal kötöttek licenc-szerződéseket: Német Szövetségi Köztársaság, Hollandia, Izland, Norvégia, Svédország, Svájc, Ausztria. A továbbiakban beszámolunk az NSZK-ban (Hamburgban) épített Larsen & Nielsen rendszerű nagypanelos lakóházakról. De tudunk arról, hogy Svájcban is létesítettek ilyen rendszerű épületeket.

2. A hamburgi Larsen & Nielsen rendszerű lakóházak építészeti kialakítása és szerkezete

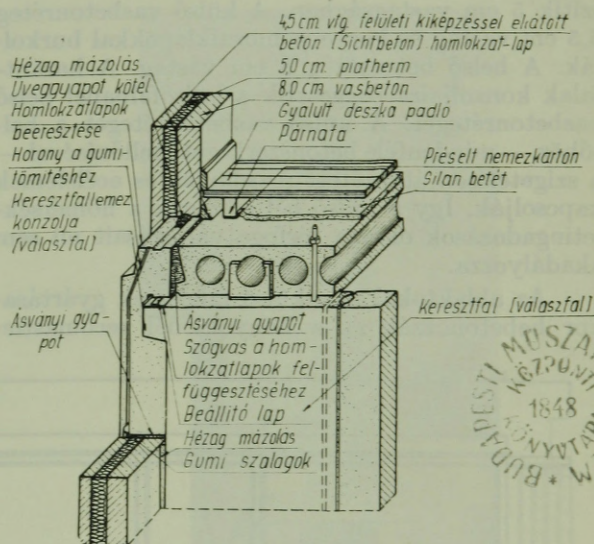
A legrészletesebben a Hamburgban épült Larsen & Nielsen rendszerű házakat ismertetjük. Az első lakóházakat még Dániában gyártott és Hamburgba szállított elemekből, dán terv szerint építették. Cikkünk a már Hamburgban gyártott elemekből tervezett és készített épületeket tárgyalja elsősorban.

A házak függőleges teherhordó szerkezetei a 16 cm vastag harántfalak. A vasbeton harántfalpanelok szobaméretűek, a rájuk felfekvő hosszirányban vasalt födémpanelok azonban csak fél szobaméretűek. A harántfalakat 7 cm vastag vasbeton falpanelokból készített válaszfalak merevítik. A falak — a függőleges terheken kívül — a hosszanti homlokzatokra ható szélterheket is felveszik. A véghomlokzatra jutó szélterhek felvételére minden szekcióban az alaprajz közepén 16 cm vastag hosszanti falszakaszt építenek.

A falpanelok közötti és a födémpanelok közötti hézagok kialakítása biztosítja a nyíróerők felvételét, ezért a falak, illetőleg födémek összefüggő tárcsákként működnek. A véghomlokzati falak teherhordóak (az első, dán épületeken még kettős falak voltak a véghomlokzaton). A homlokzati falpanelokat a harántfalpanelok konzoljaira függesztik fel. A homlokzati falelemek száraz felfüggesztése és a vasbeton koszorú betonacéljához való kötése lehetővé teszi szabad tágulásukat. Ez a megoldás a rendszer egyik sajátossága.



1. ábra. Nagypanelház szekció alaprajza (Hamburg, „Horn”)
1. Konyha 2. Kamra 3. Étkezőhely 4. Konyha 5. Fürdőszoba
6. Folyosó 7. Szoba 8. Zárt erkély (loggia)

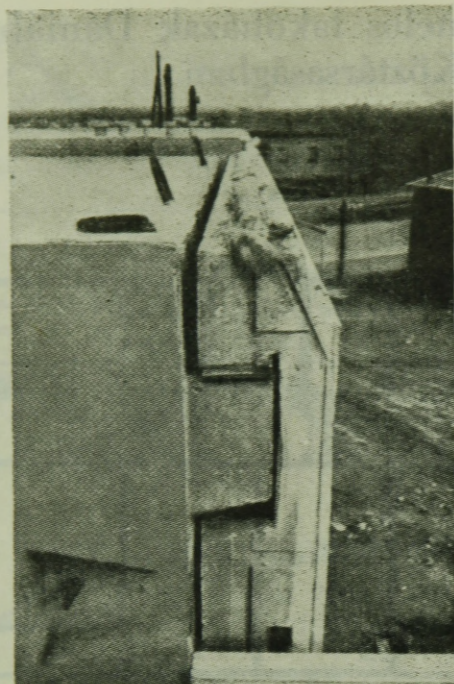


2. ábra. Konzolos harántfalpanel, homlokzi falpanel és födém csatlakozása

A lépcsőkarokat egyes üreges műkö eklépcsőfokokból állítják össze, és a műkö pofagerendák közé szerelik. A pofagerendákat és fokokat lépcsőkaronként két, az egyik végükön csavarmenetes, a megfelelő fokok üregén átdugott acélrúddal fogják össze.

Az acélrudak orsótér felőli kiálló csavarmenetes végére szerelik a lépcsőkorlátot. A lépcsőházi pihenőket a harántfalak konzoljaira neoprén (mügumi) lemezekre fektetik. A lépcsőkarok pofagerendái és a lépcsőházi falak között 3 cm-es légrést hagynak. Így a lépcsőház felől semmiféle zaj nem hatolhat a lakásokba. A lépcsőház a földszinten fűtve van.

A külső falpanelok háromrétegűek, a két szélső réteget vasbetonból, a belsőt habstiroporból ké-



3. ábra. Harántfalpanel konzolja ráfüggesztett homlokzati falpanellel

szítik 5 cm vastagságban. A külső vasbetonréteg 5,5 cm vastag és kerámia mozaiklapokkal burkolják. A belső betonréteg 8 cm vastag. A harántfalak konzoljaira függesztik a külsőfalpanel belső vasbetonrétegét. A külső vasbetonréteget a belsőhöz — mindenféle betonszerkezet mellőzésével — a szigetelésen átvezetett rozsdamentes acélelemek kapcsolják. Így a külső betonhéjnak a hőmérsékletingadozások okozta térfogatváltozásait mi sem akadályozza.

Az ablaktokokat a külső falelemek gyártásakor bebetonozzák és a könyöklőnél secomastic-

kal tömítik. Az ablakokat még az üzemben üvegezik, mázolják. A belső falakba az ajtótokokat a helyszínen építik be. A homlokzati falpanelek közötti hézagokat salakgyapot tömással szigetelik. A harántfalpaneloknak a külső falhoz csatlakozó végfalára salakgyapotcsík van felragasztva. A függőleges hézagokat kívülről horonyban elhelyezett neoprén-csíkkal zárják le, és ezt is mázolják. A neoprén csíkok úgy vannak emeletenként fent visszahúzva, hogy a felettük levő emeleten a neoprén csík mögé esetleg jutó víz kifolyhassék.

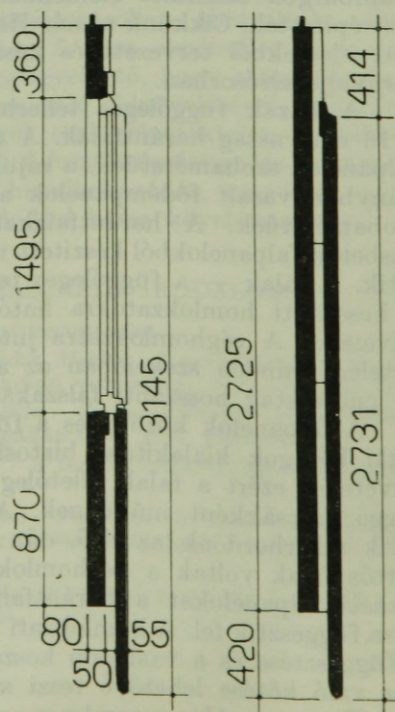
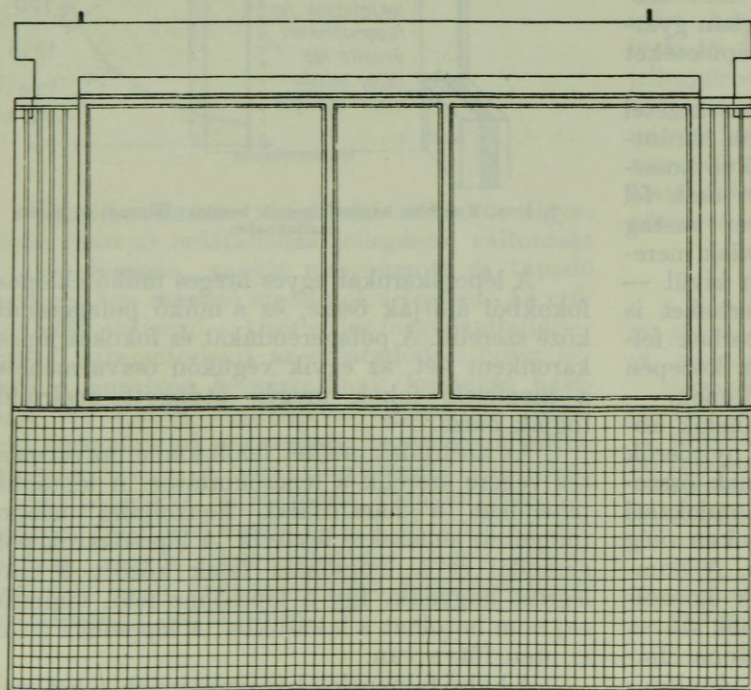
A külső falpaneloknak az ablakok szemöldök magasságában levő alsó éle jelentősen átfedi az alatta levő emelet falpaneljét. Az egymást átfedő falpanelek közötti habstiropor lemezek megakadályozzák a hőhidak képződését.

A véghomlokzati falpanelek réteg-felépítése ugyanolyan, mint a hosszhomlokzati falpaneloké, de azzal a különbséggel, hogy a belső réteg 16 cm vastag. A véghomlokzati falpanelek nincsenek felfüggesztve, hanem egymáson állnak, hiszen teherhordóak.

A 18 cm vastag henger alakú üregezésű födémpanelek vasbetonból, feszítés nélküli vasalással készülnek. A födémpanelek alsó felületére kb. 3—5 mm vastag kemény rostlemez-lapocskákat ragasztanak és ezekre fektetik a födémpanelek. Az épület belsejében a födémpanelek között vasbeton koszorúkat készítenek. A fürdőszobák területén a födémpanelek többrétegűek. Az alsó teherhordó réteg többrétegű, tömör vasbetonlemez. E fölé hangszigetelő réteg, majd terrazzoburkolat kerül. Így itt is kielégítő a testhang-szigetelés.

A tömör loggia födémlemezek négy konzolon fekszenek fel, egyébként a falak felé habstiroporral veszik körül a hőhidak elkerülése végett.

A loggiát két oldalról határoló vasbeton harántfalra hőszigetelést és faburkolatot erősítenek.



4. ábra. Homlokzati falpanel és két metszete

A falakhoz az egyes kiegészítő (pl. sarok-) falelemeket csavarral rögzítik.

A lakószobák pvc. padlóburkolatot kapnak, alatta lágy rostlemez hangszigetelő réteggel. Az újabb házakban e két réteget együtt, nagy előre gyártott lapokban kívánják elkészíteni. A takarékoskodás érdekében a fürdőszobákban terrazzo helyett pvc. burkolat alkalmazását tervezik.

A műanyag védőcsöveket és dobozokat már gyártáskor bebetonozzák a falpanelokba. A műanyag burkolatú vezetékeket a helyszínen húzzák be a védőcsövekbe. A falon magasan levő konnektor lehetővé teszi, hogy a lakó tetszőleges helyen a födémbe erősített kampóra szerelje a világítótestet és szabadon függesztett huzallal vezesse oda az áramot.

A házakon a tető kislejtésű, belső vízelvezetéssel. A tetőtér szellőztetve van. A tetőt bitumenbe fektetett 3,5 cm vastag parafaréteggel szigetelik, amelyre préselt kavics lemezfedést borítanak.

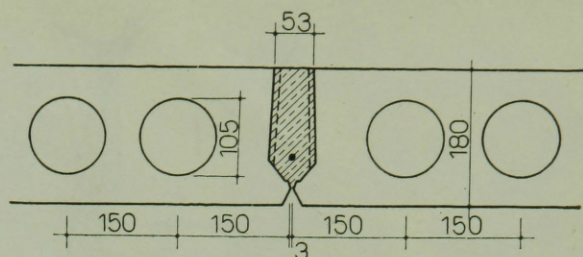
A harántfalpanelokból kiálló betonacélok végére csavarmentet vágunk és anyát csavarunk rá. A falpanelokat e csavaroknál megfogva emelik be a helyükre. A födémpanelok elhelyezése és a koszorú bebetonozása után a kiálló betonacélok anyáinak felső síkját a nyersfödém felső síkja felett 3 cm magasságra állítják be. A következő emelet falpaneljait e csavaranyákra helyezik rá és ideiglenesen ferde támaszokkal rögzítik. A födémpanelok, a lépcsőkarok és a külső falpanelok elhelyezése után az emelet összes elemeit pontosan beállítják, elkészítik a vasbeton koszorúkat, és a falpanelok közötti függőleges hézagkiöntéseket, továbbá kitöltik a panelok alatti hézagokat cementhabarccsal (betonnal), kivéve a csavaranyák körüli helyeket. A falpanelok alatti habarcs megszilárdulása után lazára csavarják az anyákat és ezek környékét is bebetonozzák. Így a belső falpanelok végső állapotukban teljes hosszukban beton (habarcs) rétegre adják át terüküket.

3. Az elemek gyártása

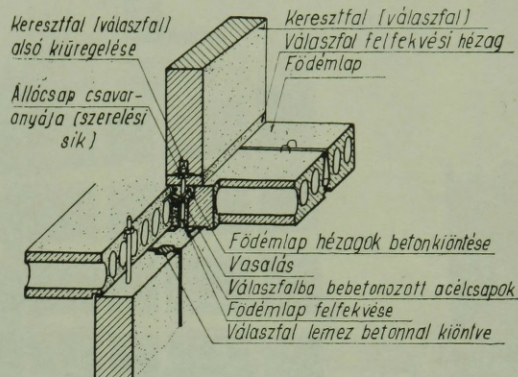
A Larsen & Nielsen cég koppenhágai gyárában sztendrendszerű a gyártás. Hamburgban a Paul Hamers A. G. vasbeton építő cég létesített gyárat a dán céggel történt licencmegállapodás alapján. Évi 1000 lakás elemeit tudják elkészíteni.

Itt azonban a fal- és födémpanelokat konvejer-rendszerben gyártják. Nagy csarnoka három hajós. Az első hajóban a külső falpanelokat, a második (középső) hajóban a belső falpanelokat és födémpanelokat, a harmadikban a különleges és műköelemeket gyártják.

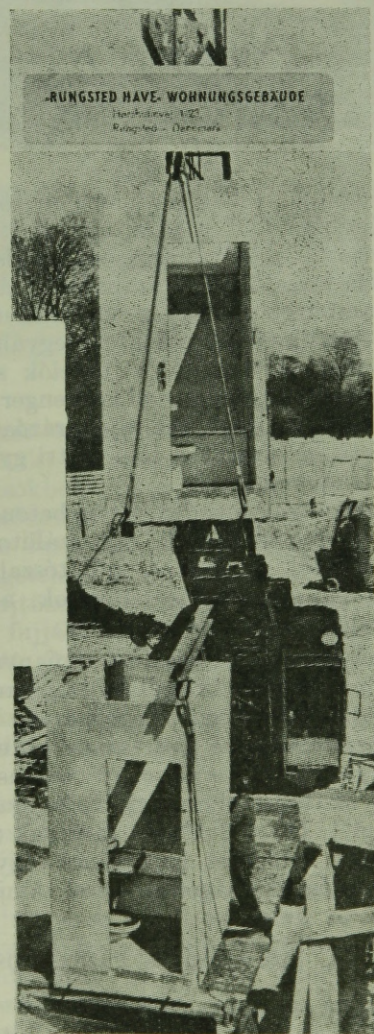
A külső falpanelokat — a koppenhágai gyakorlatnak megfelelően — gőzölés nélkül készítik, csupán a csarnok légterének hőfokát egész éven át 25 C°-on tartják. A középső csarnok két szélén egy-egy konvejer van. Ezeket a csarnok közepén levő egy-egy (összesen tehát két) gőzölő alagút szolgálja ki. A belső falpanelokat gyártó gépsor utolsó egysége a hidraulikus működtetésű felállító-gép.



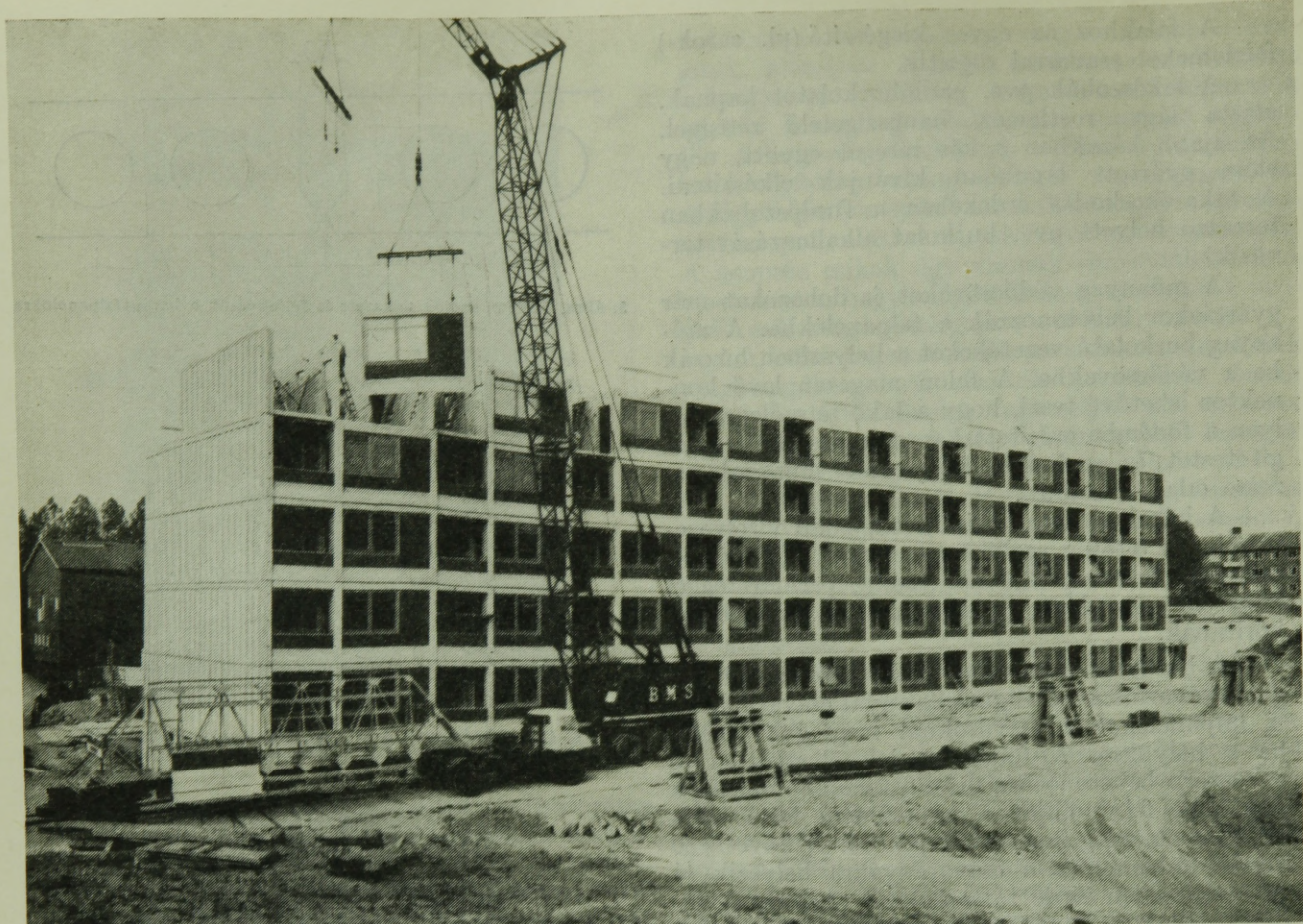
5. ábra. Födémpanel metszete és felfekvésük a harántfalpanelokra



6. ábra. Födémpanelok és harántfalpanelok csatlakozása



7. ábra. Két fürdőszobaelem teherautóra helyezése



8. ábra. Dániai Larsen & Nielsen-panelház
(Hareskovvej)

A födémpanelokat rázóasztalon tömörítik. A sablonok szabadon fekszenek fel a rázóasztalon.

Az első két hajóban egy-egy híddaru működik. Ezek a kész elemeket is kiszállítják a szabadtéri tároló területre.

A hamburgi panelgyár víz mellett fekszik. A folyamkavics víziúton érkeznek. (Könnyűbetont egyáltalán nem használnak.) Az uszályból markoló emeli ki a frakciók szerint érkező folyamkavicsot. Szállítószalagrendszerrel körhenger bunkerokba viszik az adalékanyagokat. A bunkerok alján rázóadagoló szerkezet működik. A központi betongyárba föld alatti gyűjtő szállítószalag juttatja el az adalékanyagokat.

A nyersanyag-fogadás és a betongyár automatikus üzemű. A betongyárat az Eirich cég szállította. A vezérlő emelvényről irányíthatók az összes szállítószalagok, a bunkerürítő szerkezetek, a betongyári kis bunkerok, a cementsilo, a vízadagoló, a mérőadagolók és a keverőgépek.

A műveletek lyukasztott műanyaglapokon előírható program szerint részben vagy teljesen automatizáltan végezhetők.

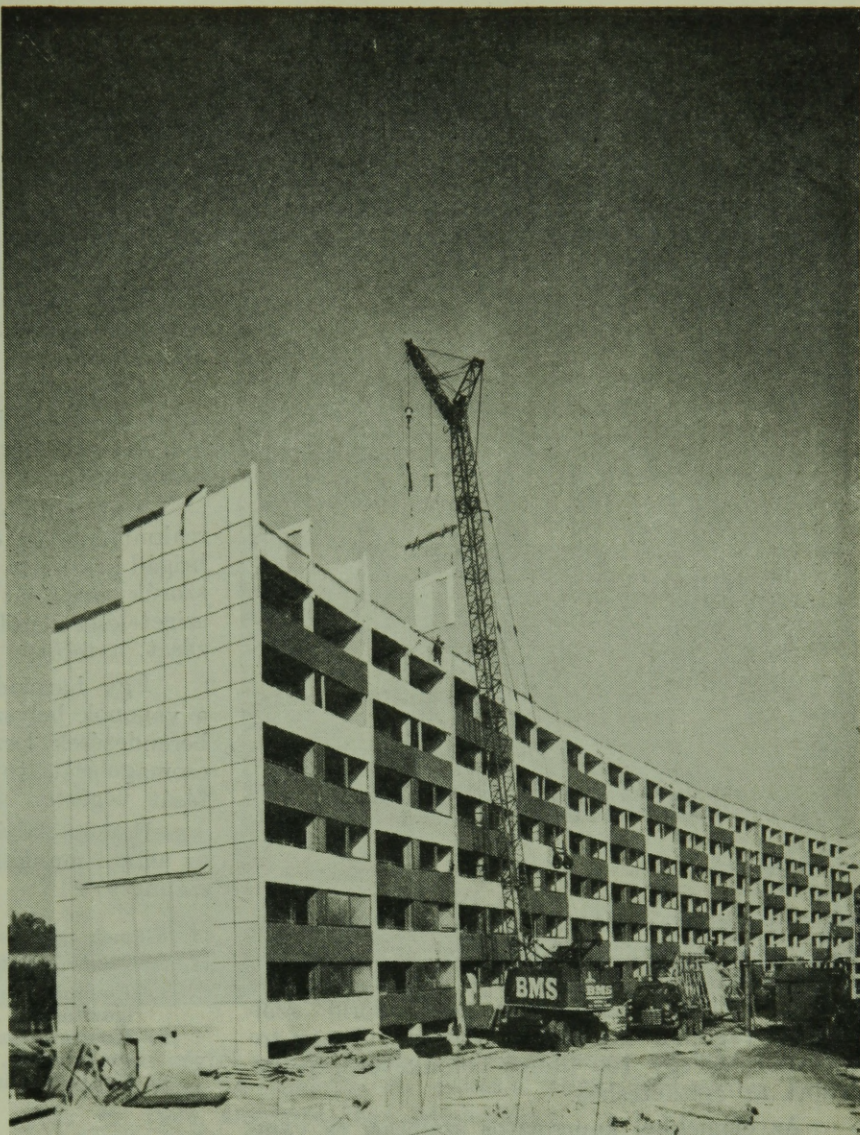
A megkevert betont függőpályán mozgó csillékbe eresztik.

Koppenhágában a gyártáshoz az elemek jellege és sorozatnagysága szerint fa, acél vagy betonsablonokat használnak. A gyártmányokat ± 5 mm pontossággal kell készíteni. A csarnokokban $+18-20$ C°-ot tartanak; a gyártáshoz nagy kez-dőszilárdságú cementet használnak, így 18 óra múltán $100-125$ kg/cm² nyomószilárdságot érnek el, ami a kizsaluzáshoz elegendő.

4. Szervezési és gazdaságossági kérdések

Dániában a Larsen & Nielsen rendszerrel — megfelelő tipizálási lehetőségek hiányában — eltérő alaprajzú, emeletszámú, méretű lakóházakat építettek. Egyes épületekhez előre-

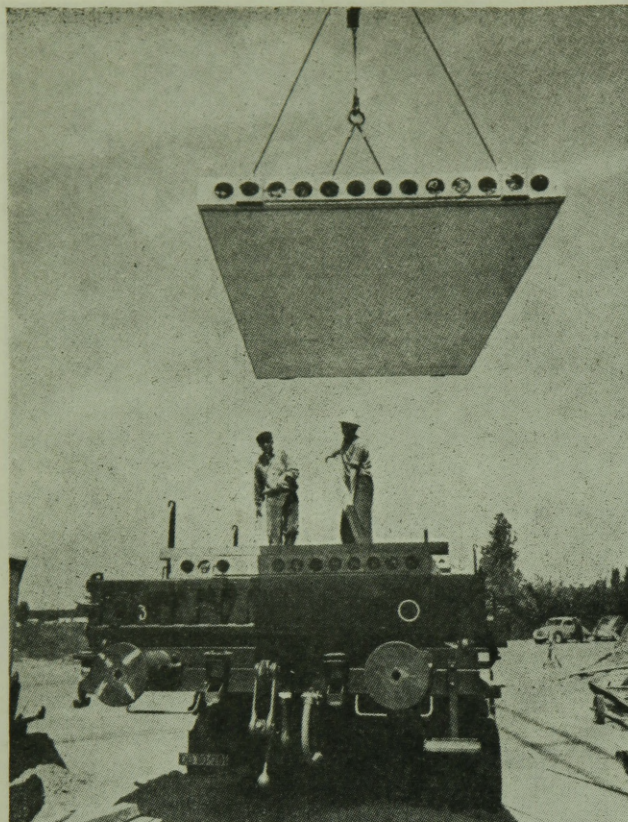
9. ábra. Dániai Larsen & Nielsen panelház
(Bellmansg.)



gyártott fürdőszobaelemeket használtak (Hamburgban szerelő-aknás megoldást alkalmaznak). Előregyártott elemekből kidolgozott családi ház típusokból („L—N” ház) Dániában és Svájcban építettek. A fürdőszoba-elem ebben is előregyártott. A padló is teherhordó üreges vasbeton elemekből készül. A külső falelemek műanyaghab szigetelésű többrétegű vasbeton panelek. A házat félautomata olajtüzeléssel fűtik. A meleg levegőt a padlóelemek csatornáiba fújják be és rácsokon át osztják el. Egy ház 30—60 nap alatt építhető meg. Az előregyártott elemeket egy nap alatt összeszerelik. Ezt követően a fűtőberendezés és a fürdőszoba már használható. Az elemeket beépített ablakokkal és ajtókkal szállítják. Egy ház összes eleme két teherautónyi rakomány.

A hamburgi nagypanelos házak mintájára a Dániában Vesterboban épített 410 m hosszú, 3 emeletes, 25 lépcsőházat, 225 lakást tartalmazó lakóház szolgált.

A dán cég és a nyugatnémet építető, illetőleg kivitelező 1959. januárjában állapodott meg két 3 emeletes, egyenként 48 lakásos lakóház szállítására. A házak földmunkáját 1959. februárjában kezdték meg Hamburgban. A két ház június elejére, tehát 3½ hónap alatt elkészült. A gyárból naponta egy vagonnyi elemet küldtek el Hamburgba. Ez a mennyiség két lakásnak felel meg. A megérkezett vagon, az elemekkel együtt különleges



10. ábra. Födémpanel beemelése vasúti vagonból (Hamburg)

trélerre rakták, majd az építési helyre szállították és ott a vagon az elemekkel együtt a toronydarupályával párhuzamos vágányszakasgra tolták. A munkahelyen egy gépi csőrő szolgált a vagonok húzatására. Ezenkívül egy toronydaru és egy 100 literes betonkeverőgép tartozott az építkezéshez.

Az elemekkel kapcsolatos szállítási és vám-

költségek a teljes építési költség 15%-ára rúgtak. Az építési költségek, a közlések szerint a nagyobb szállítási távolság ellenére sem múlták felül a szokásos szintet.

Hamburgban egy lakás hagyományos módszerekkel történt építése 1600—1800 munkaórát, a panelos módszerrel viszont csak 8—900 órát (ebből 400 órát az építés helyén) igényelt.

Egy 48 lakásos házhoz 1792 nagyelem volt szükséges, ezek összsúlya 3295,6 tonna. Az elemfélések száma 80. Egy lakás átlagosan 38 nagyelemből áll.

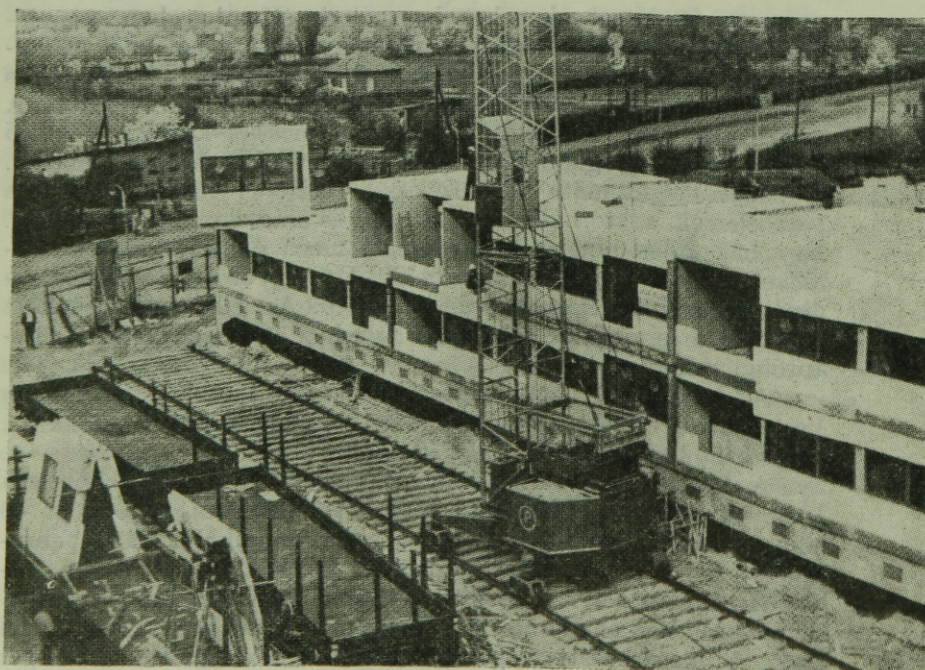
A szerelést négy dán mérnök irányította. Az elemeket elhelyező szerelőbrigád egy művezetőből, hét szakmunkásból (ácsok) és egy segédmunkásból állt.

A második brigádban egy művezető, hat-nyolc szakmunkás és öt-hét segédmunkás volt. Ez a brigád készítette el az elemek kapcsolatait, a koszorúk vasalását és betonozását, a hézagok hőszigetelését illetőleg kiöntését, a hézagok spatulázását, a tetőt.

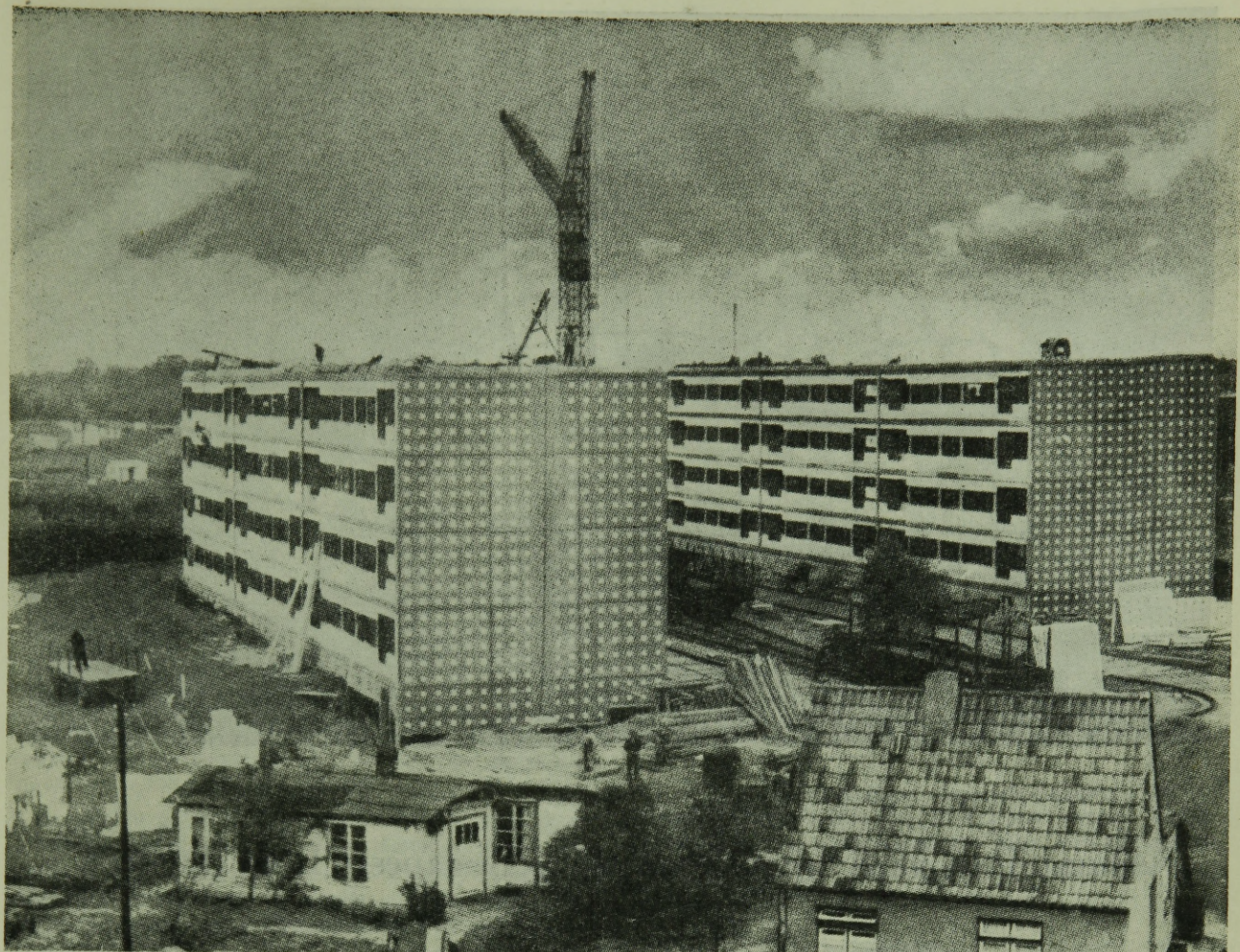
Egy harmadik brigád (öt-hét segédmunkás) a vagonok helyszíni rendezését, a szállító segédberendezések leszerelését, rendberakását, visszacsomagolását, továbbá az építési terület takarítását végezte.

Egy 48 lakásos ház fő szerkezeti munkáira az alábbi munkaidőráfordítások voltak (1 lakásra számítva):

I. Elemek gyártása a dán üzemben	350 óra
II. Helyszíni munkák:	
a) Elemek beemelése, beállítása, igazítása	83 óra
b) Koszorúkészítés, hézagkitöltés, spatulázás, utómunkák	172 óra
c) Könnyű válaszfalak	9 óra
II. összesen	264 óra
I. és II. együtt	614 óra



11. ábra. Épület szerelése (Hamburg)



12. ábra. Az első Larsen & Nielsen rendszerű lakóházak Hamburgban

A dán cégtől ezután újabb két ház (összesen 68 lakás) elemeit rendelték meg. A szállítás és szerelés 1959. júniusában kezdődött és 1959. augusztusában befejeződött.

1960-tól kezdődően némileg módosított tervek szerint már Hamburgban gyártott elemekből épülnek nagypanelos lakóházak.

A dán épületek lakásaiban nincs fürdőkád, csak zuhanyozó, ez sincs megfelelően elkülönítve. A már Hamburgban tervezett házak lakásaiban szabadonálló fürdőkád van. A lakásokban nincs beépített szekrény. A konyha beépítettségi szintje is alacsonyabb a mi lakásainkénál. A műszakilag magas színvonalú házak tehát lakáskomfort szempontjából elmaradnak a hazai lakásoktól.

1961-ben újabb épületterveket dolgoztak ki. Emiatt a gyárban átalakítások váltak szükségessé, ezért az év első részében a gyártás szünetelt.

5. Összefoglalás

A Larsen & Nielsen rendszerű nagypanelos lakóházépítés figyelmet érdemlő sajátosságai:

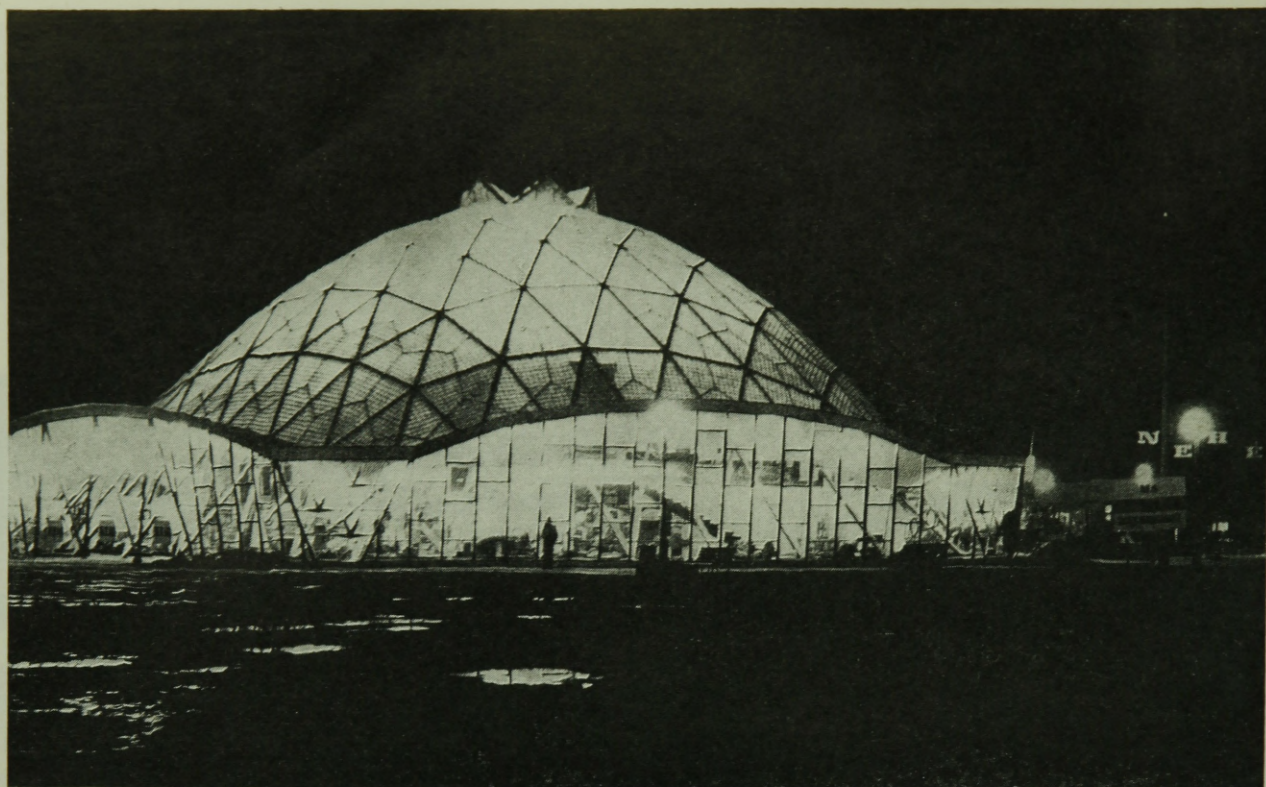
a) A külső falak és hézagaik, kapcsolataik megoldási alapgondolata, illetőleg az ezekre vonatkozó részletképzések.

b) A belső falak nagy méretpontosságú beemelési, beigazítási módja.

c) A rendkívüli gondnal megoldott hő- és hangszigetelési részlet-megoldások.

d) A hamburgi gyár gépi berendezései.

A gyártás és építés gazdaságossági mutatói kedvezőeknek látszanak, de a közölt adatok semmiféle ellenőrzésére nem volt lehetőség. A panelházak színvonala — lakások szempontjából — elmarad a hazai lakóházétól.



1. ábra. A kivillágítás kirajzolja a kupola hálózataát

Alumínium vázú kupolacsarnok a Budapesti Ipari Vásáron

K Á D Á R I S T V Á N

1. A Nehézipari Minisztérium az idei Budapesti Ipari Vásárra új kereteket kívánt adni a bemutatandó nehéz és vegyipari termékeknek, és új kiállítási csarnokok tervezésével bízta meg az Alumíniumipari Tervező Intézetet.

Az ALUTERV az alumíniumipari létesítmények tervezésén kívül könnyűfém szerkezetek tervezésével is foglalkozik. A kupolacsarnok ajánlati terve sikert aratott és az eredeti program 1000 m² kívánt alapterülete helyett 1600 m² lefedését kellett megoldani.

A tervezésnél figyelembe kellett venni, hogy a csarnok maga is kiállítási tárgy, mely bemutatja az alumínium és a polészter építészeti alkalmazását.

2. Az utóbbi öt év alatt egyre jobban előtérbe lépnek a fémvázú kupolaszerkezetek a nagy térlefedések területén. Európában a moszkvai és párisi Kaiser kupolák és a brünni csővázú kupolák kívül inkább csak ideiglenes kupolasátrakat építettek. A jelentősebb kupolák, így a Fuller-féle geodéziai kupolák is gömbfelületre szerkesztettek. A budapesti alumíniumkupolánál egy más jellegű felületre kívánta a tervező a teherhordó szerkezetet felépíteni.

3. Dr. Pelikán József, a Budapesti Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem professzora az oslói nemzetközi kongresszuson ismertette és 1959-ben Tartószerkezetek c. egyetemi tankönyvében közölte hártvaszerkezetek számítására ki-

dolgozott módszerét. A hártvasfelületű szerkezetek jellemzője, hogy egyenletes függőleges terhelés esetén a szerkezet kicsiny elemeire ható belső erők vízszintes vetülete konstans. A szerkezetek alakja olyan mint egy drótkeretre feszített hártva, melyet alulról megfúvatnak. A hártvaszerkezet méretezésénél a számítás menete az eddigieknek fordítottja: nem a meghatározott felületű szerkezeteken a terhelés hatására keletkező belső erőket határozza meg, hanem a terhelésre határozza meg a legmegfelelőbb szerkezeti alakot.

Dr. Pelikán professzor módszerében a felület-részre ható függőleges terhelést olyan belső erőkkel egyensúlyozza, melyek a felületrész súlypontját a szomszédos részek súlypontjával összekötő egyeneseken mintegy elméleti rudakon működnek. Az egyensúlyozást nagy területegységekkel kell kezdeni. Az alaprajzi vetületet szabályos hálózattal osztjuk fel. Az egyensúlyozás során csomópontonként ki kell egyenlíteni az ún. maradék egyenletet, mely az egyenlőoldalú háromszögek hálózata esetén

$$R = \Sigma z_{sz} - 6z - 1,5 \frac{Z}{n} d^2 = 0$$

ahol: z = a keresett pont magassága
 z_{sz} = a szomszédos pont magassága
 Z = a felületegységre eső függőleges teher
 n = belső erő
 d = az alaprajzi háromszögek oldalhossza.

Az egyenlet kielégítésével megkapjuk a keresett pont magasságát. Ezután sűrítjük a hálózatot és az új pontok becsült magassági értékével, a maradék egyenlet kiegyenlítésével pontonként módosítva a magasságot, mindenhol egyensúlyt teremtünk. Így a hálózat megfelelő sűrítésével megkapjuk a terhelésnek megfelelő szerkezeti alakot.

Ez a módszer tehát készen hozza a lehetőséget rudakból álló vázas szerkezet számítására. Ez esetben a hálózat sűrítését csak addig kell végezni, amíg el nem érjük a kívánt rúdhozszakat.

A hártayafelületű vázas kupolaszerkezetnek több előnye van a gömbfelületű geodéziai kupolákkal szemben:

a) A váz alaprajzi vetülete szabályos hálózat, tehát szabályos kerületű és a széleken is teljes elemekkel fedhető le.

b) A szerkezet vázvonalai az erőjátéknak megfelelő parabola ívekből áll, melyek az alapozásig futnak le.

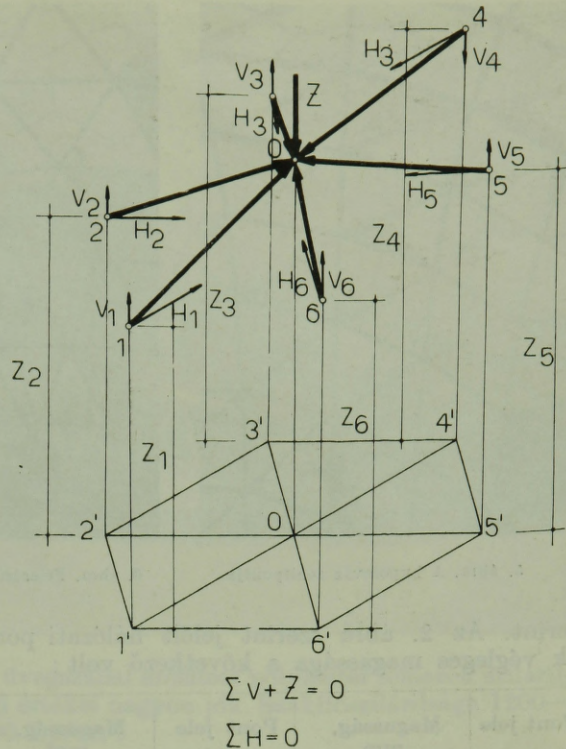
c) A hártayafelületű vázszerkezet a természetes testek esztétikáját mutatja.

A geodéziai kupoláknál a szerkezeti vonalakat nem az erőjáték, hanem mértani szerkesztési megfontolások alakítják ki. Ezért a vázszerkezet vonalai nem folytonosak, hanem az ikozaeder oldalak vetületénél megtörnek.

Míg a geodéziai kupolánál a mértani szerkesztéssel igyekeznék kevés változó méretű elemeket felhasználni, mi ezt a szabályos hatszög alaprajz választásával értük el. Így tudniillik az alaprajznak és a felületnek is hat szimmetria tengelye van.

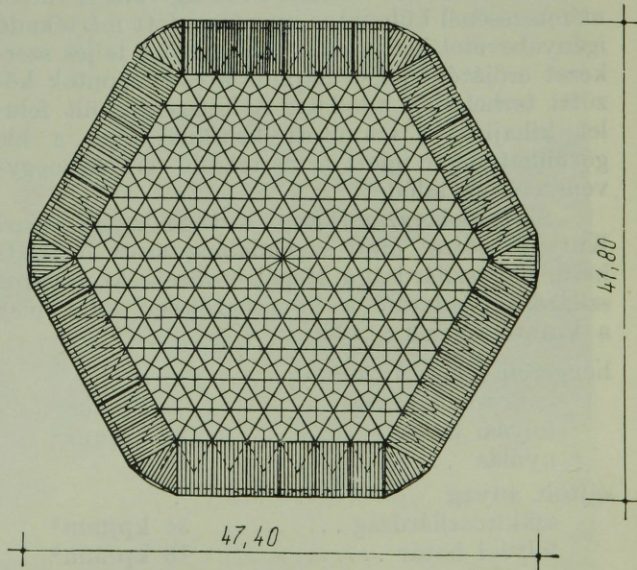
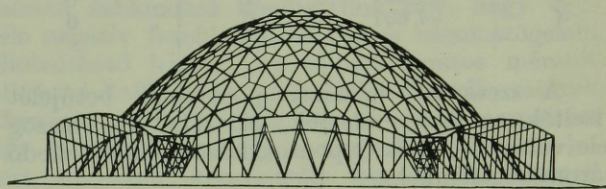
4. A hálózat osztásában többféle szempontot kellett figyelembe venni. Ezek voltak: a rudak kihajlási hossza, a gyártási, szállítási és szerelési méretek, a változó elemek számának csökkentése, az alsó háromszögek közötti közlekedés biztosítása stb. Így az alaprajzi hatszög oldalát 7, egyenként 3,20 m hosszúságú részekre osztottam.

Mivel a kerületi pontok magasságát 0-nak választottam, a maradékegyenlet Z és n értékeit

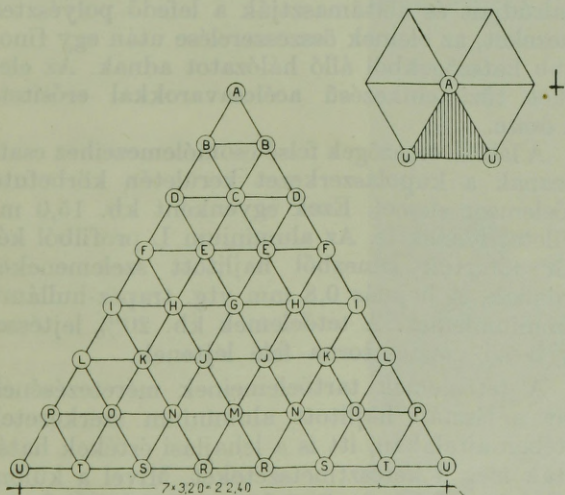


3. ábra. Függőleges terhelés egyensúlyozása az elméleti rudakon működő erőkkel

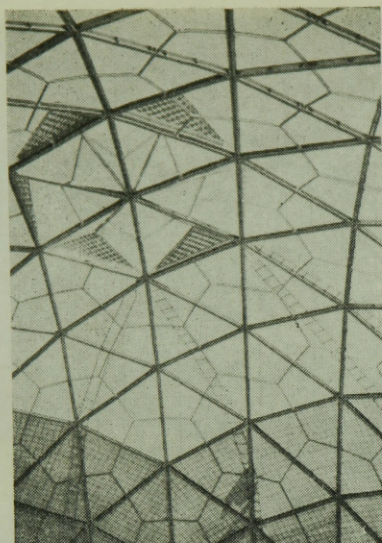
tetszőlegesen vettem fel és a hetes osztás végső egyensúlyozása után növeltem meg minden egyes pont magasságát a zenitpont kívánt magassága



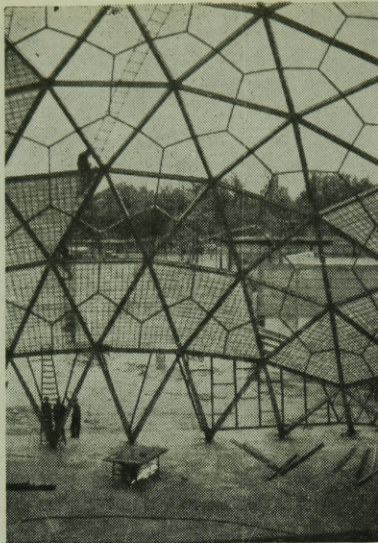
4. ábra. A kupola hálózatának nézete és alaprajza



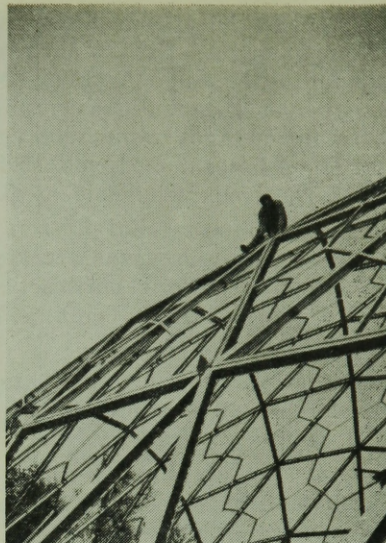
2. ábra. Hálózati pontok elhelyezése



5. ábra. A kupolaváz zenitpontja



6. ábra. Felerősítik a műanyaglemezeket



7. ábra. Befejező munka a vázszerkezeten

szerint. Az 2. ábra szerint jelölt hálózati pontok végleges magassága a következő volt:

Pont jele	Magasság, mm	Pont jele	Magasság, mm
A	15 000	K	7156
B	14 645	L	6027
C	13 851	M	4343
D	13 469	N	4190
E	12 321	O	3692
F	11 594	P	2602
G	10 408	R	0
H	10 082	S	0
I	9 051	T	0
J	7 691	U	0

A szerkezet hálózati pontjainak betűjelét viselték az összes elemek, pl. KLO háromszög jele volt a K, L és O pontok között elhelyezkedő háromszögelemnek.

A szerkezet alakjának rögzítése után lehetett a pontos rúderőket meghatározni. A mértékadó rúderők vízszintes vetülete 2150 kg volt. A rudak méretezésénél külpontos nyomás adott mértékadó igénybevételeket, ahol a nyomóerő a teljes szerkezet erőjátékából, a hajlítás a csomópontok közötti terhelésből adódott. A kétszergőbűlt felület kihajlására számított kritikus teher a kis görbületi sugár miatt a mértékadó terhelés negyvenszeresére adódott.

A kupolavázszerkezet anyaga a Fémipari Kutató Intézet által szabadalmaztatott hegesztethető, nagyszilárdságú Hegal ötvözet. Az ötvözet szilárdsági adatait a következőkben adta meg a kutató intézet:

hengerelt lemez 10 mm-ig

szakítószilárdság	35 kp/mm ²
follyási határ	18 kp/mm ²
nyúlás	18%

sajtott anyag

szakítószilárdság	34 kp/mm ²
follyási határ	18 kp/mm ²
nyúlás	16 %

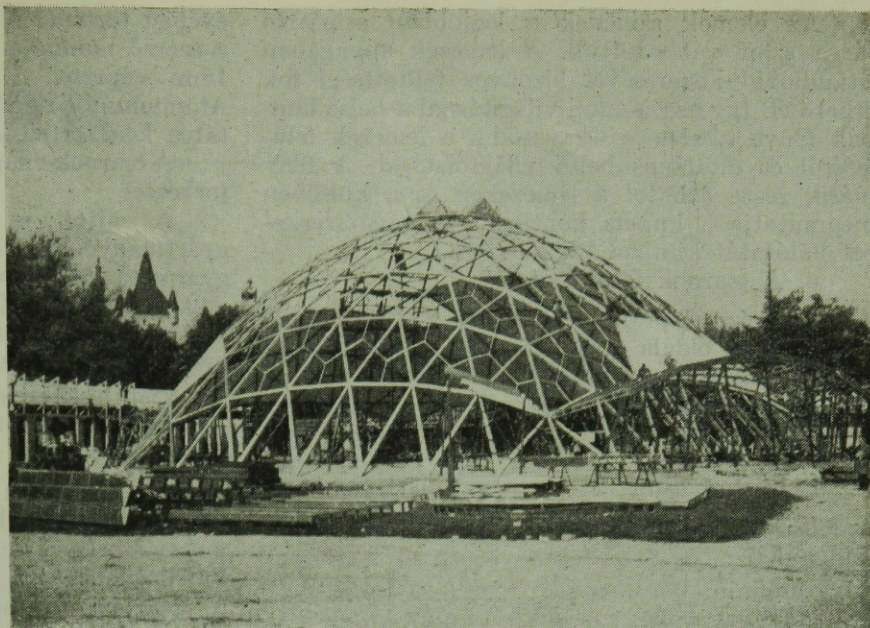
5. A hatszög alaprajzú kupolarész alul a kerületi pontokra támaszkodó rudakból álló háromszögelemekkel indul. Ezek az ún. lábháromszögek, melyeknek talplemeze egy cink és acéllemez segítségével az alapozásba van lecsavarozva. A rúdkeresztmetszet 6 mm vtg. övei lefelé szélesednek és az 5 mm vtg. gerincekkel szakaszos varrattal vannak összeerősítve. A lábak felső csomópontjain függőleges csomólemezekkel csavaros kötéssel csatlakoznak egymáshoz és felső oldaluk sajtoltt rúdból készült. Ehhez csatlakoznak a kupolaszerkezet felső részét képező általános háromszögek.

A szerkezet jellemző elemei sajtoltt alumíniumrudakból vannak összehegesztve, melyek profilját kimondottan ehhez a szerkezethez alakítottuk ki és különleges formája lehetővé teszi, hogy azonos rudakból készült különböző elemeket azonos kapcsoló elemek felhasználásával gyorsan és könnyen lehessen összeerősíteni. A háromszög belsejébe egy kisebb méretű kettős T keresztmetszetű sajtoltt profilú rúdból Y alakú rúdcillag van behegesztve, melynek szárai a háromszög súlypontját az oldalelezőkkel kötik össze. Ezek a vékonyabb belső rudak, melyek merevítik a háromszög oldalrúdjait és alátámasztják a lefedő polyezsterlemezeket, az elemek összeszerelése után egy finomabb hatszögekből álló hálózatot adnak. Az elemeket tűzi cinkezésű acélsavarokkal erősítették össze.

A lábháromszögek felső csomólemezeihez csatlakoznak a kupolaszerkezet kerületén körbefutó tetőelemsor elemei. Ezek egyenként kb. 15,0 m² területet fednek le. Az alumínium L profilból készült főtartók lemezből hajlított szelemeneket hordanak. A héjalás 0,8 mm vtg. trapéz-hullámú alumíniumlemez. A tetőelemek kb. 20% lejtéssel egy belső vápacsatorna felé lejtjenek.

A tetőelemek tartóelemeinek méretezésénél, mint a tisztán hajlított alumínium szerkezetek esetében általában, itt is a lehajlási értékek határozták meg a keresztmetszeteket. Mivel a különböző könnyűfém ötvözetek rugalmassági modu-

8. ábra. A kupola teljesen összeszerelt vázszerkezete



lusa közötti eltérés csekély, gyengébb minőségű ötvözet alkalmazása is megfelelőnek bizonyult.

A hullámlemez félkemény Al 99⁵-ből, az egyéb tartóelemek Al — Mg — Si ötvözetből készültek. A tetőelemek belső kötéseinél alumínium szegecskeket alkalmaztunk.

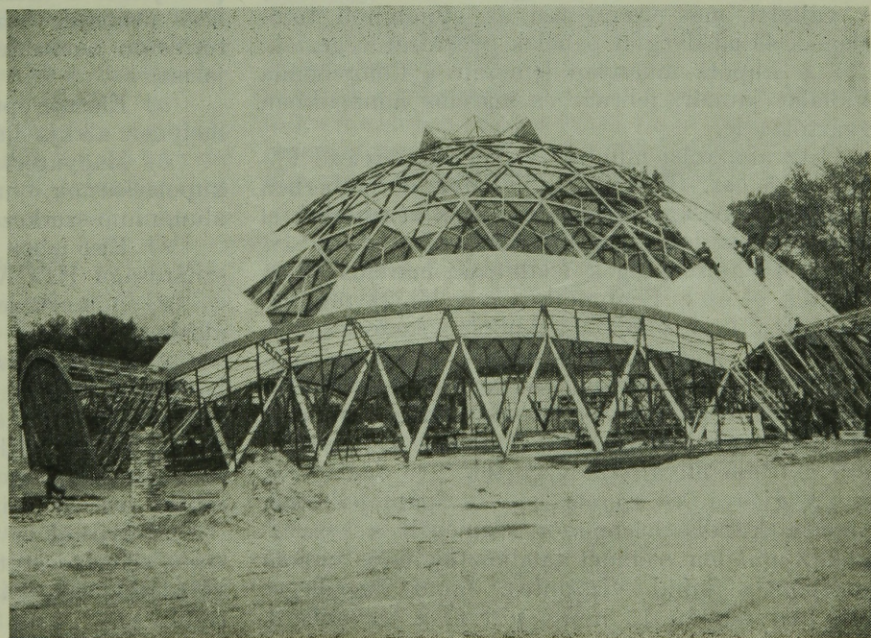
A tetőelemeket a külső szélükön kissé kifelé döntött üvegfal portálok támasztják alá. Ezek acéllemezről hajlított dobozkeresztmetszetű rudakból készült kb. 14,0 m² területű önálló elemek. A portálok a lábak elnyújtott alaptestének külső pontjaira átfektetett előregyártott talpgerendákra fekszenek fel. A bejáratoknál a portálokat V-alakú támaszokkal helyettesítjük. Az üvegfalat anodikusan oxidált alumínium lécek díszítik.

A teherhordó szerkezet lábháromszögei az erő irányában nyújtott betonlapokon nyugszanak.

A kupolaszerkezet héjalásában műanyag iparunk termékét a polyésztert kellett felhasználni.

Az üvegszállal erősített polyészter lemezek szilárdsági értékei nagyon jók. Szakítószilárdsága 1200—1400 kp/cm².

Hőtágulási együtthatója azonos az alumíniuméval, így a két anyag együttes alkalmazása kimondottan előnyös. Megkötöttséget jelentettek a gyártási lehetőségek. A héjszerűen önhordó vékony szerkezeti vastagságú elemekről a sablonigények miatt le kellett mondanunk. Kísérletek alapján bordázattal erősített lemezek bizonyultak alkalmasnak. Ezen elemek számára fából nagyméretű sablonokat készítettünk úgy, hogy egyféle negatív fasablonon az összes háromszögelem elkészíthető legyen. Az elemek pontos méretét állítható határoló rudakkal biztosították, melyek alumíniumból készültek. Az üvegszál merevítést úgy helyeztük el, hogy a nagyobb húzásnak kitett helyeken koncentrált húzott szálkötegek legyenek.



9. ábra. A csarnok képe a teljes befedés előtt

Az elemek színének a legjobban színtartó sárga színt választottuk. A lemezek anyagában titándioxid keverésével bizonyos telítettségi fok érhető el. Így az éjszakai világításnál a belső lámpák fénye részben visszaverődik a lemezek felületéről és általános belső világítást ad. A fény másik része áthatol a lemezekre és a külsőben megmutatja a kupola kontúrját és a vázszerkezet hálózata kirajzolja a felszínre.

6. A csarnok főbb méretei:

A kupolarész alaprajz hatszögének egy-egy oldala $7 \times 3,20$	2 2,40 m
A teljes csarnok legnagyobb szélessége	47,40 m
magassága	16,00 m
alapterülete	1 600,00 m ²
beép. kubatura	11 100,00 m ³

A felső 1020 m² alapterületű kupolarész anyag-szükséglete:

alumíniumból	8,37 kp/m ²
polyészterből	5,27 kp/m ²

7. A csarnok tervezése 1960 utolsó negyed-

évében történt. A szerkezettervezés és méretezés a szerző munkája. Az építészeti tervezést Ozorai Imre végezte. A rajzokat és költségvetést az Alumíniumipari Tervező Intézet építészeti osztálya készítette.

A csarnok világítását Gergely Pál (ÉVITERV) tervezte.

A sajtolat és hengerelt alumínium félkész gyártmányokat a Székesfehérvári Könnyűfémű gyártotta. A profilrudak próbasajtolásán jelen volt Dr. Buray Zoltán a Hegal feltalálója, aki a következő várható szilárdsági értékeket adta meg a Hegal anyagú sajtolat rudakra:

szakítószilárdság	37 kp/mm ²
folyási határ	21 kp/mm ²
nyúlás	15 %

A csarnokhoz szükséges hengerelt és préselt árut dec. és jan. hónapokban gyártották le.

A szerkezeti elemek gyártását a Fémmunkás Vállalat február és március hónapokban végezte el. A gyártási technológiát a szükséges sablonok elkészítésével és a munkafolyamatok helyes sorrendjének megállapításával példaszerűen szer-

A beépített elemek száma és súlya

Elemek megnevezése	Anyaga	Változók száma	Összes db	Súlya kp	
				egy elem	összes
Ált. kupola háromszögek	HEGAL	21	216	38—49	8 516
Lábháromszögek és rudak	HEGAL	4	42	37—100	3 650
Tetőelemek	Al—Mg—Si és Al. 99 ⁵	4	42	125—145	5 910
Al összesen	Könnyűfém	29	300		18 076
Üvegfal elemek és V támaszok ...	Acél	10	54	70—270	10 850
Műanyaglemezek	Polyészter	21	222	15—32	5 370
Összes elemek		60	576		34 296

vezték meg. A Fémmipari Kutató Intézet irányításával bevezették az üzemnél eddig nem használt argon védőgáz elektromos ívhegesztést. A hegesztéshez a Péti Nitrogén Művek által gyártott nagytisztaságú argon gázt használták fel. A lábak és kupolaháromszögek gyártásával egyidőben a vállalat más üzemrészei az alumínium tetőelemek és az üvegfal panelek gyártását végezték.

A kupola műanyag lemezeit a Colorchemia Vállalat január, február és március hónapokban gyártotta le.

Az alapozási munkát a generalkivitelező Fővárosi 5. sz. Építőipari Vállalat decemberben végezte el. A fagy felengedése után készítették el az aszfalt padozat betonálatát.

A lábháromszögek felállítását március 17-én kezdték el és a Fémmunkás szerelői 21 munkanap alatt összeszerelték a kupola vázszerkezetét. Az elemek emelését hosszúgémű „Panther” daruval végezték. Két-két háromszöget a földön összeerősítve emeltek be. A szerelést a Fémmunkás által tervezett és gyártott 5×6 m alapterületű gördülő állványról végezték.

A gyártás és szerelés pontosságára jellemző, hogy a kupola háromszög elemeinél a csavarlyukak minden elemnél találtak és a kupola zenitpontja mind vízszintes, mind függőleges irányban csupán 15 mm-t tért el a tervezettől.

Ez egyben bizonyítja, hogy az 1,5—2 mm tűréssel készülő elemek és az azokból összeépíthető megoldás alkalmazása esetén gyorsan és jól összeszerelhető.

A kupolacsarnok több szempontból előrelépést jelent a műszaki fejlődés terén. Megvalósulása nemcsak hazai szempontból, hanem több területen nemzetközi szempontból is újdonságot jelent:

a) Először épült nagyméretű vázas szerkezet, melynek alakja hártayafelület.

b) Magyarországon először épült fémváz kupolacsarnok, mely az eddigi legnagyobb alumínium-szerkezetünk.

c) Első ízben alkalmazza a hegeszthető nagyszilárdságú HEGAL-ötvözetet.

d) A szerkezet szétszedhető és többször felállítható.

e) Újdonságot jelent a polyészter lemezek bordázott kivitele és az alumínium vázszerkezetrel való együttes alkalmazása.

f) Egyedülálló a szerkezet megvalósításának időtartama is, mely a tervezéssel együtt kevesebbet tett ki, mint 8 hónap.

A csarnok a Budapesti Ipari Vásáron általános sikert aratott. A tervező, gyártó és szerelő vállalatok munkáját négy aranyéremmel tüntették ki.