

MAGYAR
ÉPÍTŐIPAR

6

1956

ÉPÍTŐIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET FOLYÓIRATA

Főszerkesztő és felelős szerkesztő:
LUX LÁSZLÓ

★

A szerkesztőbizottság tagjai:

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

★

Technikai szerkesztő:

Rojkó Ervin

★

Felelős kiadó:

Solt Sándor

★

Szerkesztőség:

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

★

Kiadja:

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

TARTALOM

241. *Pásztai Károly*: A Borsodi Bányagépjavitó Üzem műhelycsarnoka.
245. *Homonnai Tamás, Zathureczky Árpád*: Előregyártott mesterséges szellőzésű hűtőtornyok.
253. *Román Andor—Breuer György—Rózsa György*: Új törekvések többszintes üzemi épületek előregyártásánál.
265. *Ujhelyi János*: Építéshelyi téglavizsgálat.
269. *M. Szabó Géza*: Sima felületű vasbetétek hatásos véglehorgonyzásának kérdése.
274. *Nagy János—Tarján Imre*: Rádióaktív izotóplaboratóriumok tervezése és építése.
281. *Koncz Tihamér*: Csepel Autógyári Szürkevasöntőde előregyártott csarnokszerkezete.

E számunk munkatársai:

Pásztai Károly építészmérnök, az IPARTERV osztályvezetője.
Homonnai Tamás mérnök, az IPARTERV szakosztályvezetője.
Zathureczky Árpád gépészmérnök, az IPARTERV osztályvezetője.
Román Andor a 23. Építőipari Vállalat főmérnöke.
Breuer György mérnök, az Általános Épülettervező V. osztályvezetője.
Rózsa György mérnök, az Általános Épülettervező V. szakosztályvezetője.
Ujhelyi János kutató mérnök az Építéstudományi Intézetben.
M. Szabó Géza kutató mérnök az Építéstudományi Intézetben.
Nagy János tanársegéd, a Rádióaktív Izotóp laboratórium vezetője.
Tarján Imre egyetemi tanár, az Orvos Fizikai Intézet vezetője.
Koncz Tihamér mérnök, az IPARTERV osztályvezetője.

Előfizetés egy évre: 50,— Ft. Egyes szám ára: 4,50 Ft.

Felelős kiadó: Solt Sándor

35174 689/2 - Révai-nyomda Budapest V, Vadász utca 16. (Felelős: Nyáry Dezső)

MAGYAR ÉPÍTŐIPAR

1956. V. ÉVFOLYAM 6. SZÁM

A Borsodi Bányagépjavitó Üzem műhelycsarnoka

Pásztai Károly

Tervezők: MÁTRAIGYULA kétszeres Kossuth-díjas, PÁSZTI KÁROLY és munkatársai

A kivitelezés előtt álló Borsodi Bányagépjavitó Üzem műhelycsarnoka különleges helyet foglal el a nagyelemű, — organizált előregyártással készült műhelycsarnokok sorozatában. Az építéset, — statika és organizáció, — valamint az épületgépészet példás összeműködése révén lehetőség nyílt mind a szerkezeti rendszer, mindpedig az épületgépészeti berendezés kialakítása tekintetében az eddigiektől döntően eltérő megoldások alkalmazására, melyek nem tekinthetők a helyi adottságok, vagy a kiírás lehetőségei és kötöttségei folyamánnyaképpen keletkezett ad hoc megoldásnak, hanem első megvalósulását jelentik a csarnoképítkezés egy újabb fejlődést kijelölő irányzatának.

A 6500 m² alapterület felett épülő 60 000 lm³-es csarnoképület öt hosszanti hajóból és ezekhez az egyik végén csatlakozó két kereszthajóból áll. Az egyes üzemsrészek az igényeknek megfelelően falazattal vannak egymástól elválasztva. Valamennyi hajó 2 × 10 t-ás daru hordására alkalmas szerkezettel rendelkezik.

Az épület teljes szerkezetét 13,00 m oldalhosszúságú négyzetes hálózatban elrendezett pillérek hordják. Ilyenformán tehát az egész csarnok, — tekintet nélkül az egyes hajók tengelyirányai között fennálló 90°-os eltérésre, — mindkét főirányban azonos szerkezeti egységekből tevődik össze. A pilléreken, — mindig a daruzás irányában, — végigfutó komplex rácsostartók fekszenek fel, amelyek egyrészt mint darugerendák, másrészt mint a tetőszerkezetet hordozó keretgerendák működnek.

A tetőszerkezet az előregyártási rendszerünk-ből általánosan ismert Mátrai—Pásztai—Fekete—(MPF)-féle nagyméretű bordás vb. tetőelem, amely szintén kettős rendeltetésű, — szerkezeti és térelzáró funkciókat egyesítő, — 13,00 m fesztávolságú darabokból épül össze, ezúttal hernyófelülvilágító kialakítására alkalmas változatban. Ez a szerkezeti elem, mint ismeretes, nemcsak a nagy fesztávolság áthidalását oldja meg az ön-súlyon túli terhelésre a többlettámaszúság előnyei-

vel — mivel nyomatékíró és együttműködő kapcsolatban van a tartógerendák felső övével — hanem ugyanezen kapcsolat révén alkalmas síkbanható erők felvételére is. Ez az utóbbi előny adta meg a lehetőséget a komplex rácsostartó kialakítására.

Ilymódon tehát az épület teljes szerkezete háromféle előregyártott elemtípusból épül össze, ahol az egyes típusokon belül további változatokra szükség nincs:

1. Pillérek, — amelyek az adott esetben Vierendel szerkezetű csőpillérek, súlyuk 4,2 t.

2. Komplex rácsostartók, — 13,00 m fesztávolságú darabokban a végleges helyen gyártva, 14,50 t súlyal.

3. M. P. F. rendszerű felülvilágítóval kombinált tetőelemek, 2,7 t súlyal.

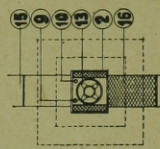
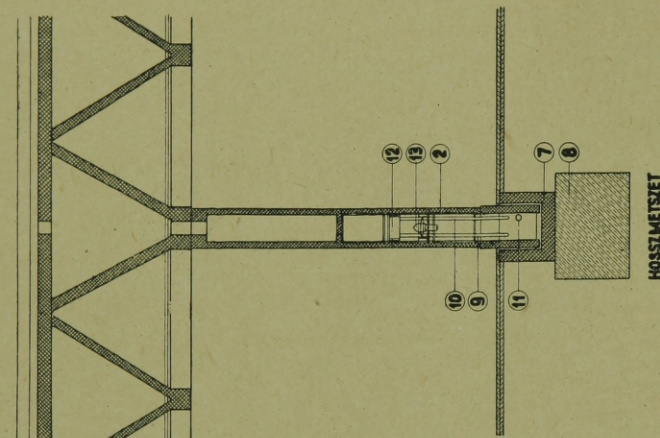
Ennek a szerkezeti rendszernek elméleti kialakulását vizsgálva talán legcélszerűbb a daruzás helyszükségletének közismert problémaköréből kiindulni. — Tudvalevő, hogy egy daruzott csarnoképület minimális belmagassága kiadódik a) a kiírt horogmagasság, b) a daru teljes úrszelvénymagasságából, c) a tetőszerkezet vastagsági méretéből a héjazat belső felületéig mérve. Az eddig általánosságban alkalmazott szerkezeteknél a tetőhéjalást hordozó keretrendszer gerendái merőlegesen helyezkednek el a daruzás irányára és ennél fogva a gerendák magassága hozzátartozik a tetőszerkezet vastagsági méretéhez, ami azt jelenti, hogy ilyen szerkezeteknél az úrszelvény felett a gerenda magasságának megfelelő ki nem használt tér keletkezik.

A Borsodi Bányagépjavitó Üzem műhelycsarnokánál elsőízben alkalmazott komplex tartós keretrendszer mindenekelőtt ezt a haszontalan tért növekedést számolja fel. A komplextartók magassága esetünkben a megadott daru úrszelvény méreteiből kiindulva 2,80 m-re adódik, — és mivel a daru irányára merőleges kerettartók nincsenek, a komplextartók felső öve egyszersmind kijelöli a csarnok belmagasságát egészen a tetőelemek bordáinak alsó vonaláig.

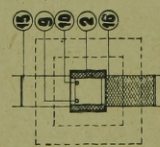
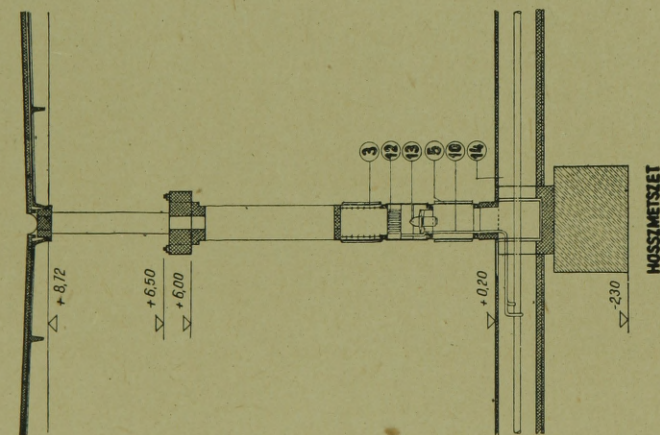
JELMAGYARÁZAT:

- 1 KOMPLEX GERENDA
- 2 ELŐREGYÁRTOTT VB CSŐPILLÉR
- 3 KIFUVÓRÁCS
- 4 KEZELŐAJTÓ
- 5 BESZIVÓRÁCS
- 6 CSŐCSATORNA
- 7 VB KEHELYALAP
- 8 CSÖMÖSZÖLT BETONALAP
- 9 KONDENZVEZETÉK
- 10 GŐZVEZETÉK
- 11 KONDENZ ÉS GŐZVEZETÉK
- 12 FÜTŐTESI
- 13 VENTILÁTOR
- 14 CSŐCSATORNA
- 15 FELSZEDHETŐ VB FEDLAP
- 16 ELLENŐRZŐ RECÉSLÉMEZ FEDLAP

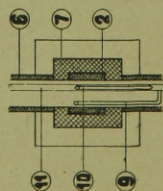
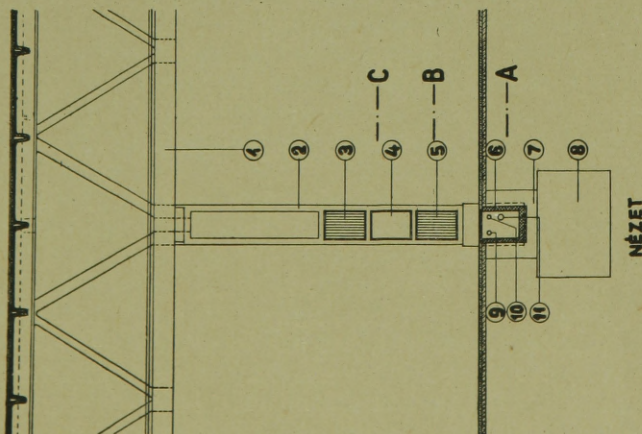
0 1 2 3 4 5



C METSZET



B METSZET



A METSZET

A¹komplextartóra kiadódott 2,80 magasság további előnyök felé nyitja meg az utat. — Ilyen magasságú tartó lehetővé teszi a fesz-távolságok költségmentes megnövelését, ami a tárgyalts csarnok esetében — egyéb szempontokat is figyelembevéve — a négyzetes hálózat kialakítására, tehát a hossz- és keresztirányú feszítávolságok azonosságára vezetett.

Az űrszelvény feletti haszontalan tér felszámolásánál és az elemfajták számának lecsökkenésén túlmenőleg ez a megoldás még a következő jelentősebb előnyöket is tartalmazza:

a) A pillérek viszonylagos mennyiségének csökkenése javítja az üzemi berendezési tárgyak elhelyezési lehetőségeit.

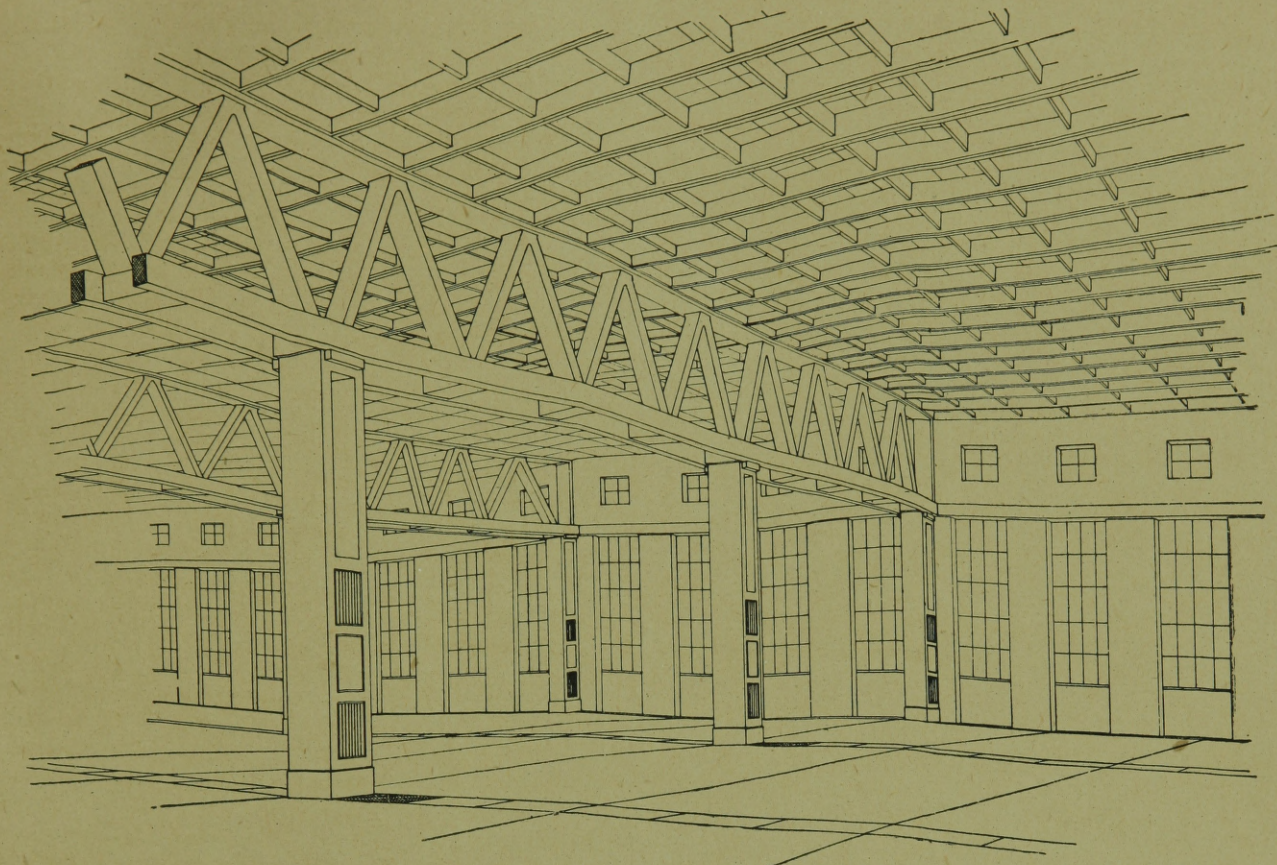
b) Kézenfekvő és egyszerű megoldást nyújt minden olyan esetben, amikor összeépített hossz-, ill. keresztirányú csarnokok akadálytalan csatlakozását kell biztosítani.

c) A pillérek számának csökkenése, továbbá az önálló kerettartók elmaradása megtakarítást jelent építőanyagban.

d) Lényegesen egyszerűsödik az előregyártási és beemelési organizáció. — Eddigi csarnokszerkezeteinknél mindenütt a „két lépéses” emelési organizáció megvalósítására törekedtünk, aminek alapfeltételeit éppen a már említett M. P. F. rendszerű tetőkonstrukció biztosította. Első lépés: a keretszerkezet felállítása, ill. beemelése, a második lépés: a tetőelemek elhelyezése. Ezt az egyszerű menetet azonban a darutartók gyártási és beemelési problémái legtöbbször megzavarták és legtöbbször még egy harmadik lépés beiktatására volt szükség. A Borsodi Bányagépjavító üzem csarnokánál a tiszta két lépéses séma akadálytalanul keresztülvihető.

e) További előnyöket tartalmaz végül az a körülmény, hogy a pillérek méretben és súlyban erősen lecsökkentek és így előállításuk a helyszíni előregyártó üzembe tevődött át. Mindez lehetővé tette a pilléreknek csőszerű kialakítását, aminek további vonatkozásaira az alábbiakban vissza fo-

1. ábra. Előregyártott csőpillérek kialakítása és gépészeti kapcsolatai.



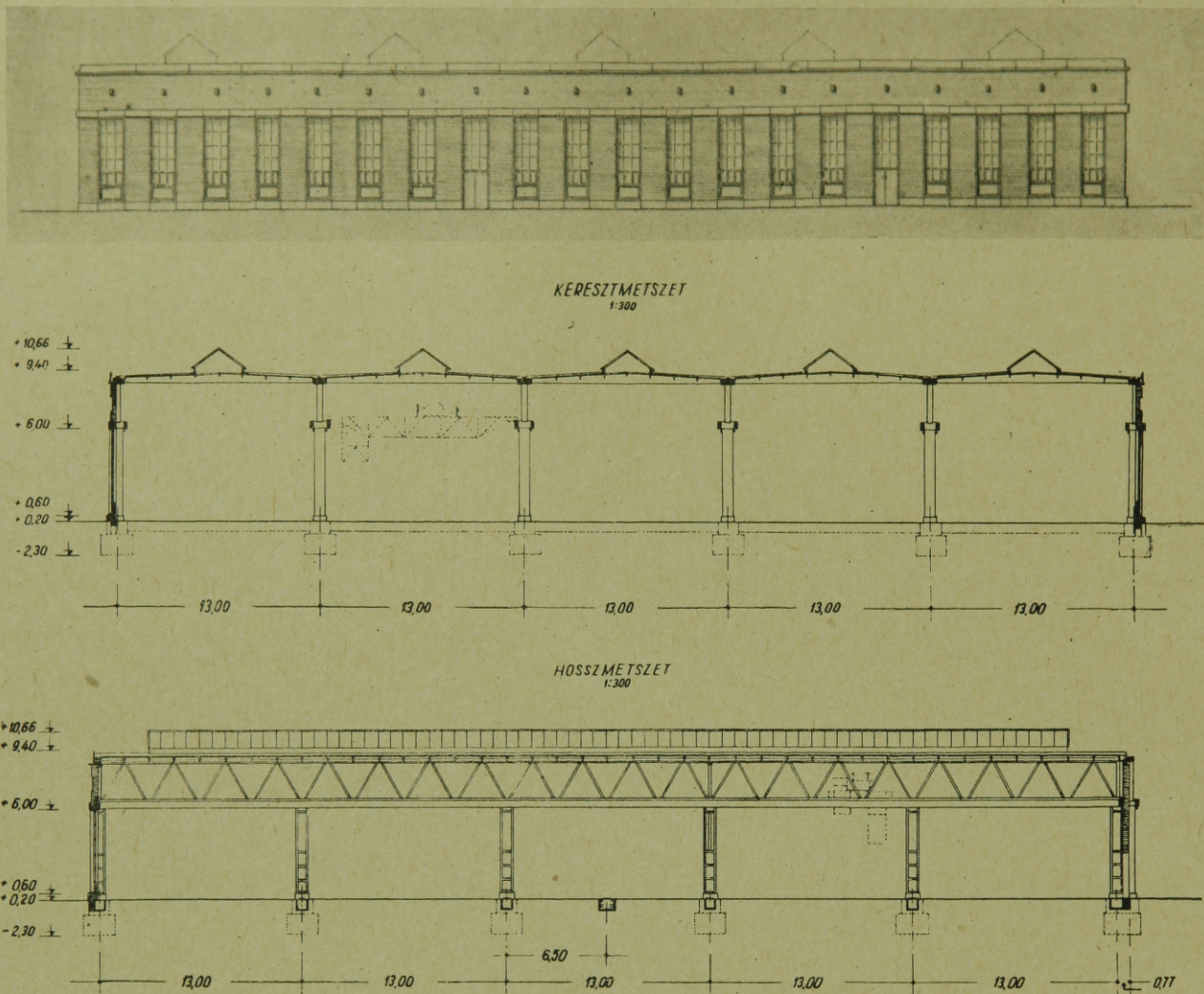
2. ábra. A csarnok belső képe.

gunk térni. Mindezeknek az előnyöknek természetesen ellentétele van — és pedig abban a jelentékeny tervezői munkatöbbletben, amelyet főként a komplex rácsostartók statikai megoldása emészt fel. — Ezt az elemet különben is érdemes közelebbről szemügyre venni. A tartó alsó öve, amelynek mentén a darusínek felfeksznek, tulajdonképpen egy fekvő helyzetű Vierendeel szerkezet. A rácsrudak csomópontjai a két Vierendeel övet összekötő tagokba kötnek bele. A felső öv az organizált előregyártással készülő keretszerkezeteink eddigi gyakorlatának megfelelően a besüllyesztett felfekvő tetőelemek felvételére van kiképezve.

A rácsostartó, de különösen annak alsó öve rendkívül bonyolult terhelési viszonyok hatása alatt áll. Az önsúly és a tetőterhelés vertikális erőhatásain kívül az aszimmetrikus, ill. excentrikus daruterhelés, valamint a daruterhelésből származó hossz-, ill. keresztirányú horizontális erőket kell mint főterheléseket figyelembe venni, amely erők a szerkezet összes rúdjaiban a rúderőknél kívül kétirányú hajlításra és csavarásra veszik igénybe. A végleges terhelési kép természetesen ennél még lényegesen komplikáltabb — a vízszintes terheléseket, ill. azok ide jutó részét a tetőelemek mint egységes nagy tartóelem az összes egybekapcsolt rácsos elemek felső övére áthárítják, — és a befogási lépték arányában a ferde rácsrudak, ill. az alsó öv kimerevítésével az oszlopokra adják tovább kétirányú hajlítással, ill. csavarással. Így módon tulajdonképpen egy soklábú szerkezet egységesen vesz részt a vízszintes erők felvételében, természetesen a közvetlen hatás alatt álló rész

lényegesen nagyobb mértékben. — A szerkezetre ható erőhatások megfogalmazása, azaz a probléma kijelölése éppoly nehézséget jelentett, mint annak statikai vonatkozású kezelése. Nem tette könnyebbé a dolgot az előregyártás követelményeinek szükséges egyidejű számbavétele sem, ami különösképpen az oszlopfejek és a gerendaelemek egymással való utólagos kapcsolatának kidolgozásánál jelentkezett. Megemlítjük végül, hogy a homlokzati falak szerkezeti rendszeréből kifolyólag a komplex rácsostartókra egy további szerep hárul. — A csarnok homlokzati falazata ugyanis lényegében véve vertikális panelszerkezet. Az egydarabban előregyártott vasbeton ablakpanelek az alapgerendákra adják át terhelésüket, míg a szélterheléssel szemben mint kéttámaszú tartók működnek, de terhelésüket nem a mellettük lévő pillérekre, hanem alsó és felső vízszintes keretbordáikon keresztül az alapgerendákra, ill. a komplextartó alsó övére adják át. Az ablakok közé beépített téglafalazat szélterhelését szintén az ablakelemek veszik át.

Az épület újrendszerű szerkezeti kialakítása mellett, döntő lépés történt az előregyártásos épületszerkezetnek az épületgépészeti berendezéssel való teljes szintézise irányában. — Az épület installációs vezeték hálózata padlóalatti csatornában helyezkedik el, amelyeknek vezetési iránya azonos a komplextartókéval. A csatornák metszik az üregesen kiképzett alaptesteket, amely utóbbiak úgy vannak kiképezve, hogy a csatornákból az üregesen kialakított pillértestbe szabad áttorkolás van. Így módon az összes felszálló vezetékek,



3. ábra. A csarnok homlokzati képe, keresztmetszete és hosszmetzete.

ejtőcsövek stb. ezen a betorkoláson keresztül csatlakozhatnak a csatornában elhelyezett vezetékhálózathoz. — Ezen túlmenőleg pedig a pillérek testén belül vannak elhelyezve a thermoventillátorok, amelyek a levegőt a pillérek zsalurácsos burkolólemezein keresztül nyomják a csarnok légterébe.

A pillérek tulajdonképpen Vierendeel szerkezetűek, osztott összekötő tagokkal, úgyhogy ezáltal az utólagosan elhelyezett burkolat segítségével, a pillérek csőszűrűkké válnak. — Mivel a pilléreknek az alaptestbe való üreges csatlakozása a betorkolási helyeknek utólagos zsaluzását és betonozását körülményessé tette volna, helyesebbnek mutatkozott az adott esetben a talpcsomópontokat nem az általunk általánosan alkalmazott hegesztéses megoldással, hanem kehelyrendszerrel megtervezni. Tekintettel arra, hogy a szükséges belső üregméretek biztosítása céljából a pillérek kontúrmeretei a szokásosnál terjedelmesebbek, az oszlop

talpra ható csomóponti nyomatékok felvétele is könnyebb. Ez a körülmény is a kehelyrendszer alkalmazása mellett szólt.

Az épületgépészeti problémáknak ily módon való kezelése igen szép példája a komplex tervezésben rejlő lehetőségeknek. Az a megoldás, ami a Borsodi Bányagépjavitó műhelycsarnokánál kis léptékben megszületett, egy várhatóan nagyjelentőségű új irányzatnak első állomását jelenti és amely pl. a PÜ erőmű épületgépészeti megoldásánál már teljes mértékben érvényesült is.

Ugy hisszük, hogy egyrészt a gazdaságos, helyszíni és technológiai adottságokhoz rugalmas alkalmazkodásra képes, könnyen organizálható új csarnokrendszerünk nemcsak irányt fog szabni a nagyelemű organizált előregyártás továbbfejlesztésében, hanem egyszerűen kézenfekvő és minden lényegesebb módosítás nélkül alkalmazható megoldást ad daruzott középnehéz és nehézgépipari csarnokok számára.

Előregyártott mesterséges szellőzésű hűtőtornyok

HOMONNAI TAMÁS—ZATHURECZKY ÁRPÁD

A felszabadulásunkat követő évek nagy-szabású ipari építményeinek, különösen pedig korszerű kondenzációs erőműveinknek immár építészeti hatás szempontjából is figyelemreméltó tartozékai a nagytérű és magaságú természetes szellőzésű hiperboloid, kettős kúp, illetve henger-alakú hűtőtornyok.

Az üzemek növekedésével erősen emelkedett a hűtéshez szükséges vízmennyiség és fokozott mértékben szükségessé vált a cirkulációs rendszerek vizének — a fizikai törvényszerűségek határain belül — minél alacsonyabb hőfokon való tartása.

A természetes szellőzésű hűtőtornyok hatás-fokának növelése ugyanis még a torony méreteinek túlzott növelésével sem fokozható bizonyos határon túl, mivel a hűtőtorny kürtője a kis fajsúly-különbségek miatt nem szállít kellő mennyiségű levegőt a fokozott hűtéshez.

A mesterséges szellőzésű hűtőtornyok építését elsősorban a hűtővíz hőfokának minél alacsonyabb értékre való leszorítása tette szükségessé.

A mesterséges szellőztetéssel a fizikai hűtési határ 4—5 °C-kal jobban megközelíthető, amely elsősorban a cirkulációs vízhűtőrendszerek nyári vízhőmérsékleteinek leszorításában bír nagy jelentőséggel.

Mesterséges szellőzésű hűtőtornyoknál a gyakorlatban kétféle elrendezés szokásos.

A nyomóventillátoros elrendezésnél (1. ábra) a torony oldalán vízszintes tengellyel elhelyezett csavarventillátorok vannak felszerelve, amelyek a hűtőszerkezeten a levegőt átnyomják.

Ez az elrendezés nem volt alkalmas a nagy erőművek hűtővízellátására, mivel nagyteljesítményű egységek esetén a szellőztetőgép átmérőjének növelése technikai okokból nem volt lehetséges.

A további hátrány, hogy az egész hűtőtorny túlnyomás alatt van, burkolatának megoldásánál drága szerkezetet kell a víz és levegő-zárás biztosítására beépíteni.

A nagy hűtőtornyok tervezésénél a másik, a szívóventillátoros típus betervezését találtuk megfelelőnek. Ennél a típusnál a hűtéshez szükséges levegőt a torony tetején elhelyezett ventillátor szívja át a hűtőszerkezeten.

A szívóventillátoros elrendezésű hűtőtorny metszetét a 2. ábrán mutatjuk be. A melegvíz a torony tengelyében végigfutó melegvízcsatornába érkezik. A csatorna a kapcsolási lehetőségek kihasználása érdekében 2, illetve 3 rekeszes; a torony egyes cellái külön-külön zsilipekkel kapcsolhatók. A melegvízcsatornából a víz elosztó-vályukba folyik, melyeken át a hűtővizet a beépített elpárolgató felületekre permetezzük. A rács-felületek alatt elhelyezett hűtöttvízgyűjtő medencébe lehulló víz csatornákon át jut vissza az erőműbe.

A hűtéshez szükséges levegőt a torony oldalán szívjuk be. A levegőt ellenáramban az elpáro-

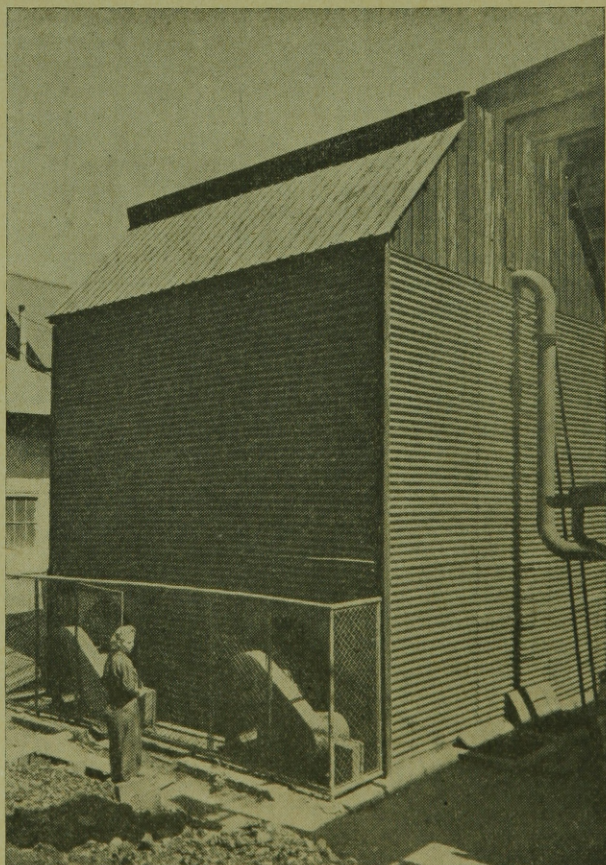
logtató felületeken át, a csatornák közt szívják át a torony tetején függőleges tengellyel elhelyezett csavarventillátorok.

A cellánként hűtendő 450 m³/6 vízmennyiség súlyának 1,2 × -esét kell az elpárolgatótáshoz biztosítani, ami 170 m³/sec levegőmennyiséget jelent.

A hűtés fokozása mesterséges szellőzésnél — tekintettel a mozgatott nagy levegőmennyiségekre — tetemes energiafogyasztással jár. A mesterséges szellőzés ezért elsősorban a kondenzációs erőművekben gazdaságos.

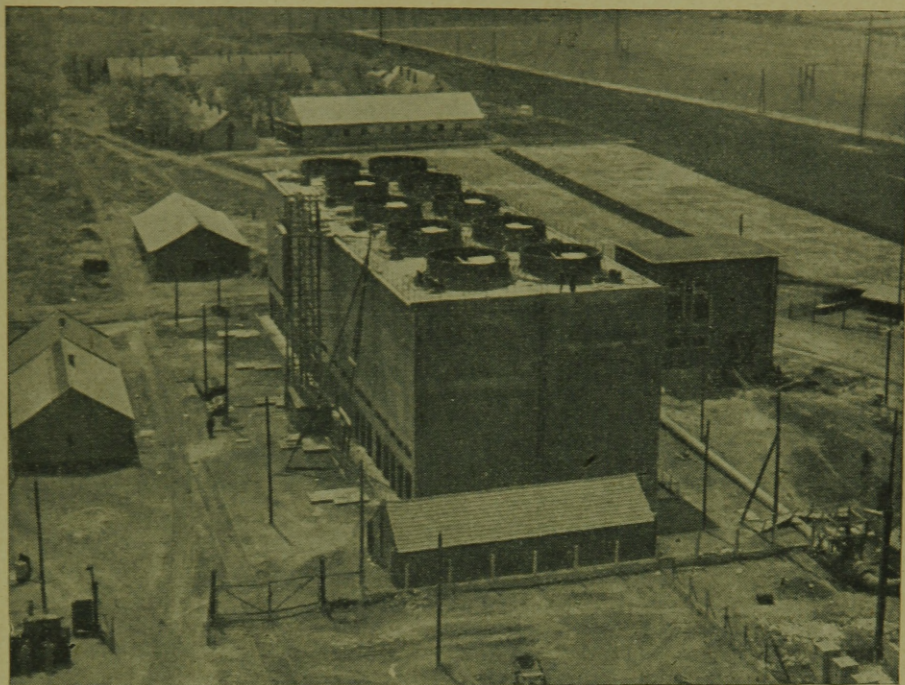
A ventillátorok energiafogyasztása a hűtővíz hőfokának csökkentése révén a fogyasztás többszörösét képviselő nyereségre vezet. A szellőzőgépek hatásfoka elsőrendű kérdés. A 4—5 mm v. o. ellenállásra méretezett csavarventillátor jó hatásfoka nagytérű, alacsony fordulatszámú, vezetőlápátos aerodinamikailag jól kialakított profilokkal lehetséges. A hatásfok megnövelése ezenkívül az Erőterv számításai szerint nagytérű diffuzorok beépítését is megkövetelte.

A nagytérű szellőzőgépek hazai legyártása nagy feladatot jelent. Az építési és üzem-költségek csökkentése a jövőben a jelenleg tervezett 5500 mm-nél nagyobb átmérőjű ventillátorok építését fogja megkövetelni.



1. ábra. Nyomóventillátoros hűtőtorny.

3. ábra. Az „A” erőmű ventillátoros vízhűtőháza.



A szellőzőventillátorok 30 kW motorjainak elhelyezését a hűtőtorony tetején elhelyezett zárt folyosóban biztosítottuk. Bár külföldi típusoknál a szabadban elhelyezett motorokkal készülnek a tornyok, ezt a megoldást sem a motorok korrózióvédelme, sem az elektromos csatlakozások kiképzése miatt nem tartottuk kielégítőnek annál is inkább, mivel a teljesen zárt motorházfolyosót jelentéktelen többletköltséggel biztosítani lehetett.

A gépalkatrészek szerelésére és karbantartására a motorház-folyosó teljes hosszában Demag-emelőt terveztünk, mely a folyosó tengelyében kivezelve a ventillátor alkatrészeknek a torony tetejére való felszállítását is ellátja.

A torony ellenőrzésére és kezelésére biztosított zárt folyosó a vízelosztó főcsatornán és a motorházon át mindenkor lehetővé teszi a torony üzemének megfigyelését és kezelését anélkül, hogy a dolgozók a hűtőtorony rendkívül párás terébe belépnének.

A párás térben való közlekedés különösen téli üzemben a megfigyelést és kezelést lehetetlenné tenné, — egészségvédelmi szempontból sem lenne megengedhető.

A technológiai tervezésnél figyelembe vettük a faanyagbeszerzés nehézségeit, ezért a szerkezet alkalmas a fából készült berendezés helyett eternit, vagy könnyűfém hűtőfelületek beépítésére is.

Az első hazai nagyteljesítményű ventillátoros vasbeton hűtőtornyot 1952-ben tervezte az Ipar-terv 2-es irodája. Ez az építmény 1954. óta üzemel az „A” erőműben (3. ábra). 10 db, egyenként 100 m^2 hasznos alapterületű cellát foglal magában. Csúcsban mintegy 7500 m^3 vizet cirkuláltat óránként. A monolit vízmedencére 10 db $8,70 \times 12,00 \text{ m}^2$ -es cella van építve. A főcsatornát, a vízelosztást és a párologtató felületeket alátámasztó $25/25$ méretű vasbeton oszlopok alaprajzilag átlag

3 m-es lyukbőségű hálónak megfelelően vannak kiosztva. Az oszlopokat $18/30 \text{ cm}$ méretű trapézkeresztmetszetű vasbeton gerendák kötik össze. A cellák elválasztására mind az építmény hossz-tengelyében, mind pedig arra merőlegesen 8 cm vtg. vasbeton válaszfalak szolgálnak. Az elválasztó falak hornyai és párkányai a párologtató felületek alátámasztását is ellátják. A térelhatárolás az építmény hosszhomlokzata mentén a monolit vázba illő $2,50 \times 2,50 \text{ m}$ méretű, $5/15 \text{ cm}$ -es szegélybordával merevített $2,5 \text{ cm}$ vtg. helyszínen előregyártott panelekkel nyert megoldást. A tetőfödém kiváltógerendái monolit kivitelben készültek. Ugyancsak monolitikusan készült a $6,00 \text{ m}$ $\varnothing$ ventillátor nyílást szegélyező gyűrű. A héjalást a helyszínen előregyártott vasbeton bordáslemez tetőelemek képezik. A ventillátorok szárnyai alumíniumból, a diffuzorok acéllemezből készültek.

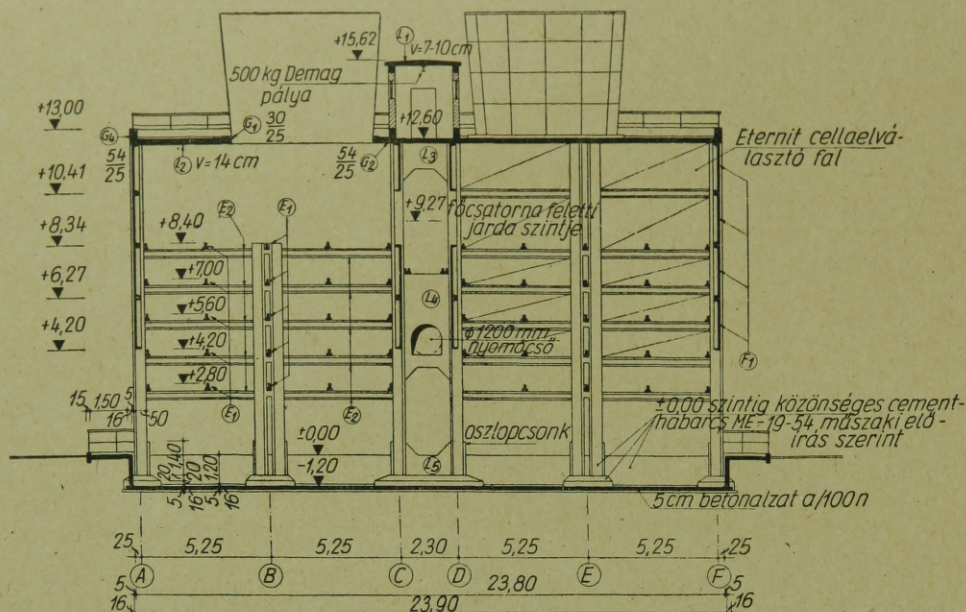
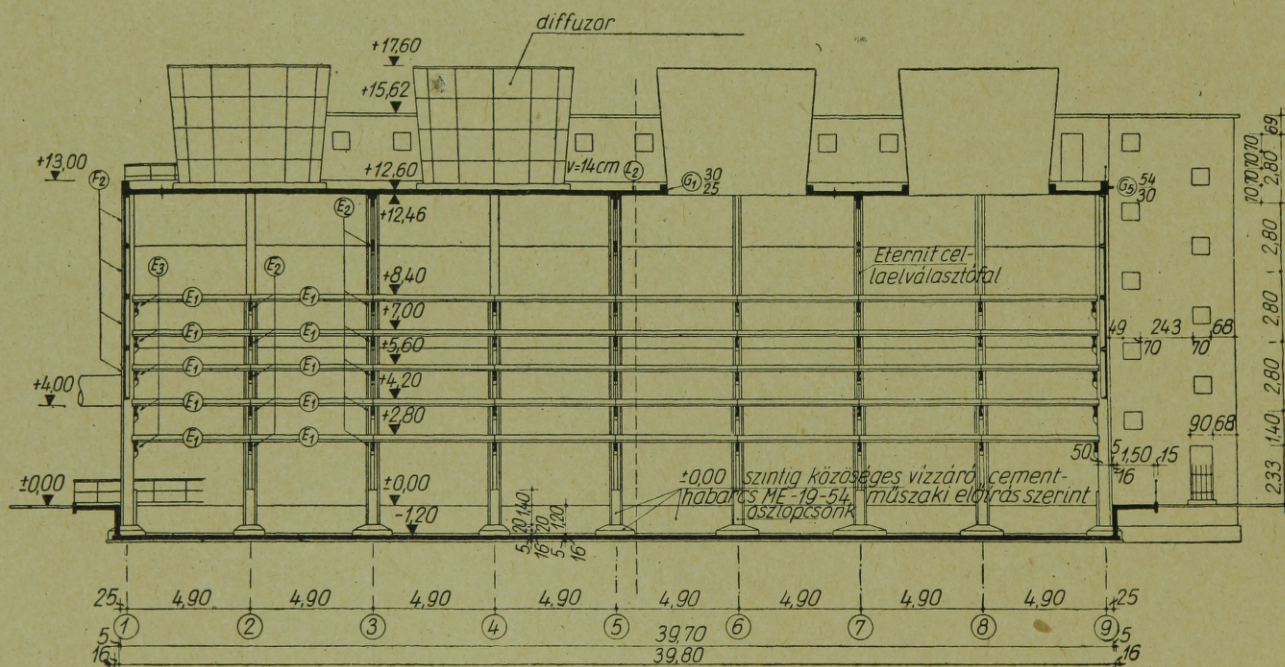
E ventillátoros hűtőtorony építése és üzeme során nyert tapasztalatok alapján került sor a több hazai hőerőműben felépítendő $8 \times 100 \text{ m}^2$ -es hűtőegységek tervezésére. (4. ábra.)

Az előregyártott $8 \times 100 \text{ m}^2$ -es ventillátoros vízhűtőtorony szerkezete

A szerkezettervezés két alapelve a következő volt:

a) A pillérvázaz megoldás előnyben részesítendő a panelvázazsal szemben, mert a hűtőrácsok alátámasztására szolgáló gerendák és oszlopok a ventillátorok és a térelhatároló szerkezetek hordására is bevonhatóak, míg a panelvázazs térelhatárolás és cellaelválasztás a technológiaiilag szükségelt vázon felüli többletként jelentkezhet.

b) Az igen nagyszámban ismétlődő könnyű hűtőrácstartó gerendák gyárüzemileg, feszített kivitelben készíthetők el célszerűen. A nagysúlyú, szállítás szempontjából kedvezőtlen oszloplemek

4/a ábra. 8x100 m²-es ventilátoros vízhűtőház.4/b ábra. 8x100 m²-es ventilátoros vízhűtőház.

készítésére a helyszíni előregyártás a legmegfelelőbb.

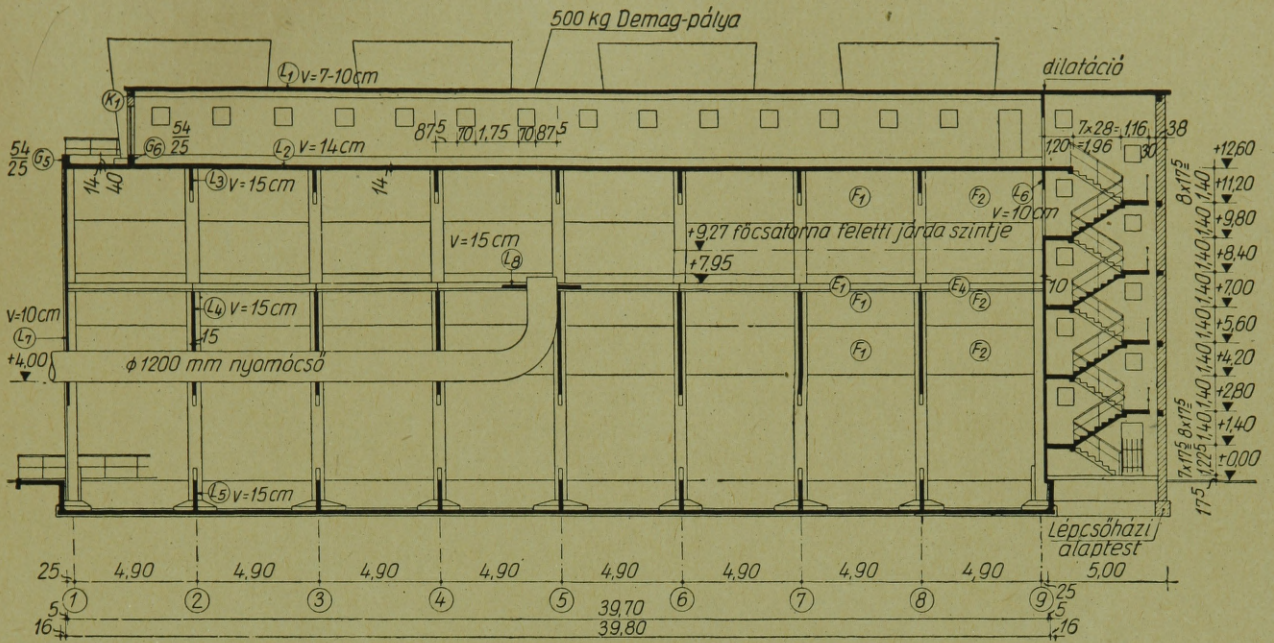
A helyszíni és gyárüzemi előregyártás kombinációjával és a vázrendszernek a technológiai követelményekhez való alkalmazásával mind építőfában, mind vasbetonban, mind pedig építési időben jelentős megtakarítás érhető el a monolit építésmóddal és a panelvázás előregyártási rendszerrel szemben.

A hűtőtorny alépítményét —1,20 m mélységű, a hűtöttvíz tárolására alkalmas monolit vízmedence alkotja. A vízmedencét a $\pm 0,00$ szinten 1,50 m szélességű járda szegélyezi. A járda a medence felé lejt és így a körüljáráson kívül a torony

oldalfala mentén lehulló permetnek a medencébe való visszavezetésére is szolgál.

Az oszlopok csomagúlaszerűen lesarkított talpai mint a vízmedence monolitikus vastagításai vannak kiképezve. A talpak a $+0,60$ m szintig felnyúló monolitikus csomókban folytatódnak. Az ugyancsak monolitikus oszlopcsomóknak a $+13,00$ m-es szintig felnyúló helyszínen előregyártott oszlopok építés közbeni rögzítése a feladata. Az ideiglenes rögzítés az oszlopoknak csomókhoz való szorítóhevederezésével és ékelésével oldható meg. A végleges beépítés az oszlopok és a csomók összeköpenyezésével végezendő. (5. ábra.)

Az oszlopcsomók függőleges teher hordására

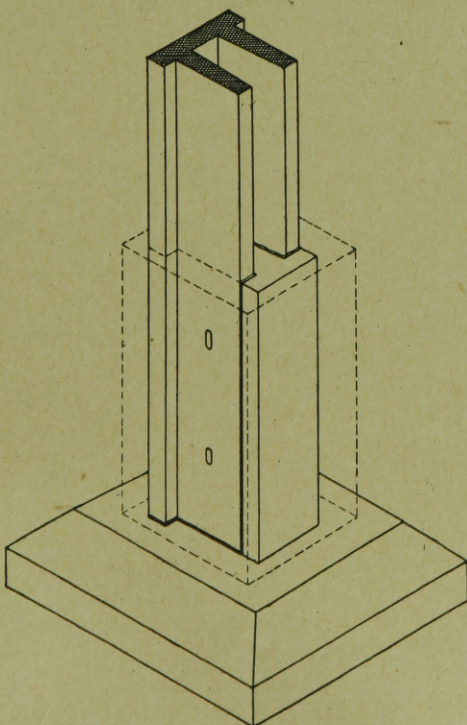
4/c ábra. 8x100 m²-es ventilátoros vízhűtőház.

nincsenek méretezve, csupán az oszlopoknak a talplemezekhez csatlakozó végein hivatottak a végkeresztmetszet elfordulását megakadályozni.

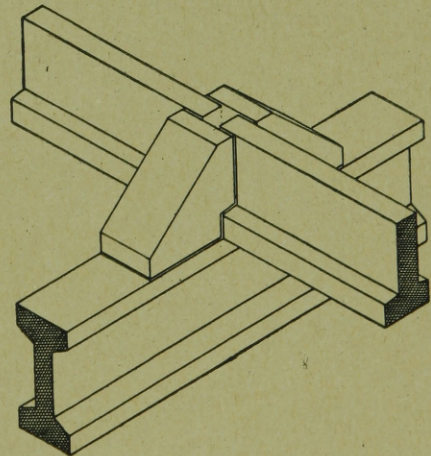
Az „u” keresztmetszetű oszlopok legtöbbje 4,35 t, a végfal és a sarokoszlopok legnehezebbje 7,35 t súlyú. Az oszlopok beemelése hernyótalpas daruval van előírányozva.

Az oszlopok emelésének lehetővé tételére az emelő kengyel csapja számára csőbetétek helyezendők el. Az oszlopok gyártása lefelé álló szárrakkal, középső betonmag és kétoldali szabatosan kialakított eltávolítható fazsaluzat alkalmazásával van tervezve.

A torony vízszintes belső vasbetonszerkezete egyrészt a hűtővízelosztó-rendszer, másrészt a hűtőrács-rendszer párologtató felületeinek alátámasztására szolgál. A belső szerkezet terhét az előregyártott oszlopoknak adja át, elsőrendű és másodrendű gerendák, valamint az oszlopokba beépített konzolelemek segítségével. A másodrendű gerendák a véghomlokzati oszlopok kivételével, az „U” keresztmetszetek alkotta idom alkalmas szelvénnel tervezett diafragmáira támaszkodnak. (7. ábra.)



5. ábra. Oszlop és oszlopcsomk kapcsolata.



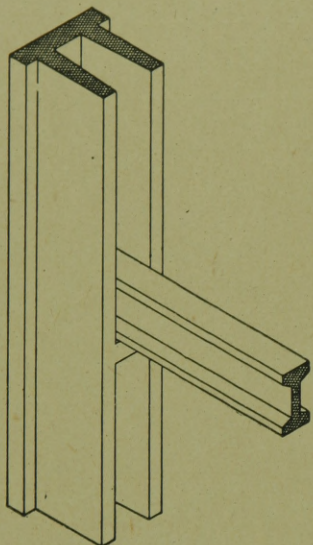
6. ábra. Első- és másodrendű hűtőrácstartó gerendák kapcsolata.

A véghomlokzati oszlopoknál a másodrendű gerendák az oszlopokba beépített konzolelemek segítségével rögzíthetők. (8. ábra.)

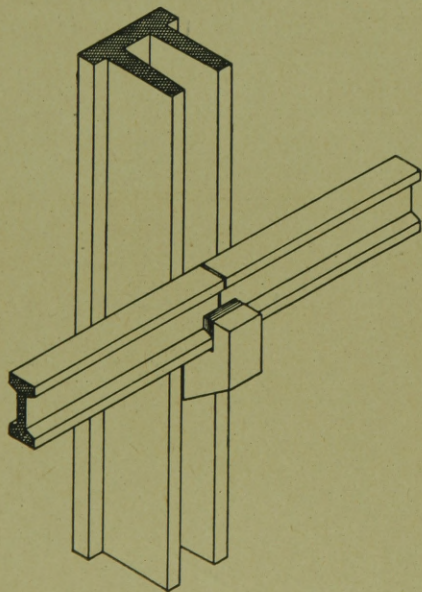
Az elsőrendű — közvetlenül a hűtőrács és a vízelosztó szerkezet alátámasztására felhasznált — gerendák típusprofilú, gyárüzemben előregyártott, előrefeszített vasbeton elemek. A másodrendű gerendák nyomatekbrása az elsőrendű gerendáké-
nak mintegy kétszerese kell legyen. Ezek céljaira

a típusprofil tehát nem felel meg, azonban kiválóan alkalmasak gyárüzemi előfeszítésre és gyártásra.

Az elemek kapcsolatainál a készítés és elhelyezés lehetséges egyéb hibáira is tekintettel, a gerendák készítésénél ± 2 cm-es hosszútűrést vetünk számításba.



7. ábra. Másodrendű gerenda és oszlop kapcsolata.

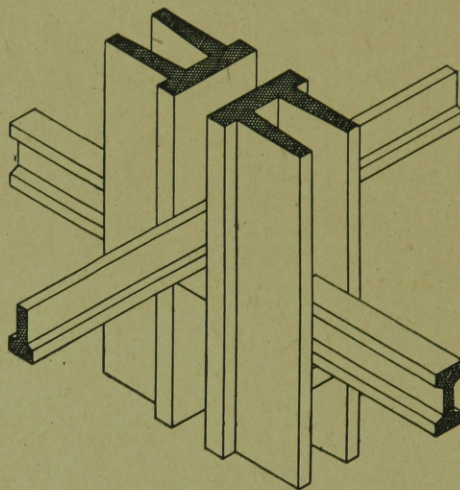


8. ábra. Másodrendű gerenda és véghomlokzati oszlop kapcsolata.

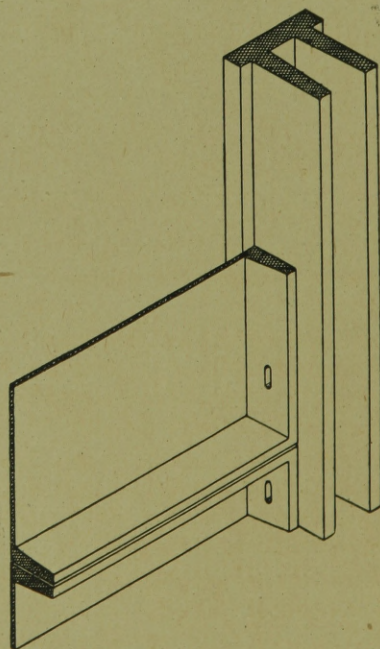
Az elsőrendű gerendák részint az ikeroszlopok kibetonozott közeire, részint a másodrendű gerendák felső övére fekszenek fel. (9. ábra.) Az épület hossz tengelye mentén elhelyezkedő középső két oszlopsor között az előregyártott oszlopokból kiálló tüskékkel bekötött monolit merevítő lemezek kerülnek beépítésre. Ezek egyrészt a nyomócső és főcsatorna alátámasztását, másrészt az épület hosszirányú merevségének biztosítását szolgálják.

Az épület oldalirányú térelhatárolására előregyártott, bordáslemezkes falelemek szolgálnak, melyek az előregyártott oszlopokhoz csavaros kapcsolattal illeszkednek. (10. ábra.) A falelemek hely-

színi előregyártással készülnek. Az épület hossz tengely irányában középen, a hűtőcellák elválasztására a homlokzati falelemekkel azonos kivitelű falelemek kerülnek beépítésre. A homlokzati falelemek külső felülete tartósság és építészeti hatás érdekében műközüzalék felhordással képzendő ki. A falelemek belső oldalai az ún. „Aszódi-féle” hideg bitumenes emulzióval kezelendők, mert különben a vékony — mindössze 3 cm-es — vasbeton lemez a belső tér nagy páratartalmának következtében erősen átázna. A csavarkapcsolat kiálló részeinek megfelelő rozsdavédelméről szintén bitumen bevonással kell gondoskodni. A falelemek vasbeton



9. ábra. Gerendák támaszkodása ikeroszlopra.



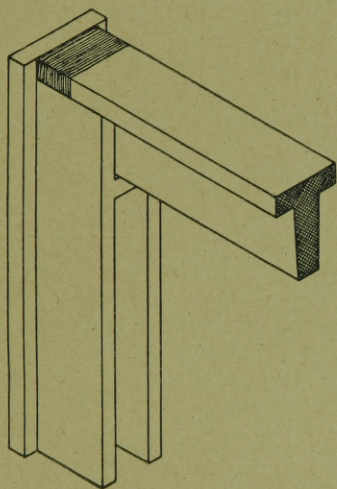
10. ábra. Panel és oszlop kapcsolata.

magon való előregyártásra vannak tervezve. Bitumen emulzióval való mázolásuk csupán a beépítés után végzendő el.

Az előregyártott felmenőszerkezet lezárása a $+12,60$ m-es szinten 14 cm vtg. monolitikus tetőlemezzel történik. A lemez a kerülete mentén monolit, felfelé álló gerendákkal, a cellaelválasztó

falak felett pedig helyszínen előregyártott „T” szelvényű vasbeton gerendákkal van gyámolítva. (11. ábra.) A tetőlemez 10 m élhosszú, négyzet-alaprajzú cellákra osztódik és a szívóventillátorok részére a cellaközéppontokhoz képest excentrikusan elhelyezett 5,65 m átmérőjű körlyukakkal van áttörve.

A szívóventillátorok körgyűrűgerenda közvetítésével adják át terhüket a lemeznek, amely azt a felületi esetleges teherrel együtt az alátámasztó gerendáknak adja tovább. A tetőlemez felső részét lejtésben felhordott vízzáró cement-szigeteli. Az összegyűlt csapadékvíz összefolyók útján a hűtővízrendszeri vízbe folyik be. A lemez excentrikus módon való lyukasztását technológiai kívánság — nevezetesen a torony hossz tengelyéhez közeli párologtató felületeinek egyenletesebb átszellőztetése — szabta meg. A cellatengelyekbe eső pillérek nem nyúlhattak fel a tetőfödém szintjéig, mert ütköztek volna a ventillátorok terelőlapátjaival, továbbá zavarták volna a szellőzési folyamatot; következésképp a cellaközépi pillérek felső síkját +8,40 m-ben kellett megszabni.



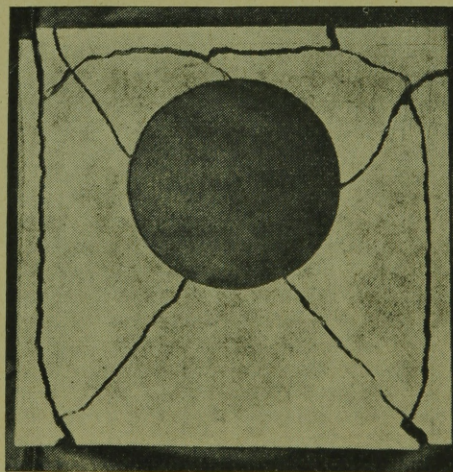
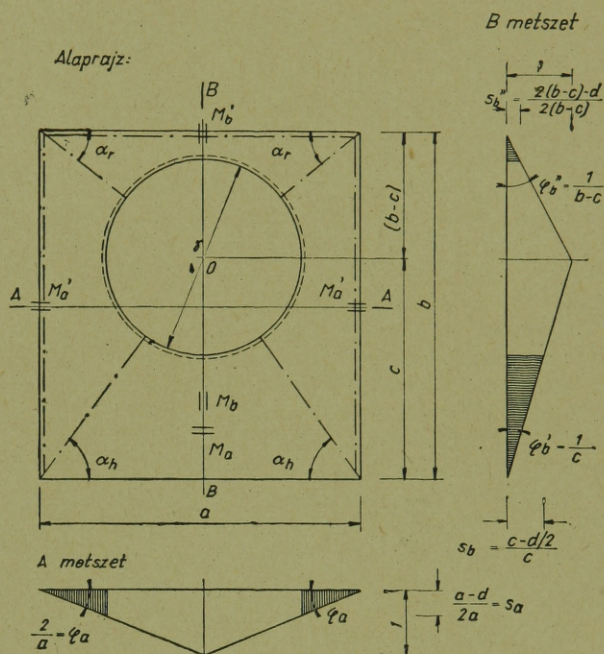
11. ábra. Tetőlemez kiváltógerendája.

A 10×10 m fesztávú kétirányban teherviselő — irányok szempontjából — részben folytonos excentrikusan áttört lemezek méretezésénél különös tervezői gondot kellett eljárni.

A méretezést a következőkben részletezett módon, dr. Menyhárd Istvántól származó elgondolás szerint, a szerkezeti anyagok képlékenységeinek figyelembevételével végeztük.

A 12. ábra egy, a vizsgálat céljára kimetszve képzelt lemez-szakasz alaprajzát tünteti fel. Az ábrán a feltételezett törésvonalakat eredményvonal jelzi. A törési állapotban lehajlott lemez metszete egyenes vonalokból összetett, mert az anyag rugalmas volta miatt a lehajlási görbék, — a remanens alakváltozásokat elhanyagolva — kiegyenesedhetnek tekintethető. A külső erők — a felületen megoszló önsúly, szél- és hőteher, valamint a lyuk mentén vonalasan megoszló teher — a lehajlással végez munkát. A belső erők, a lemez méretezésére mértékadó nyomatók, az egyelőre

csupán feltételezett törésvonalak mentén fellépő szögelfordulásokkal végeznek munkát. A külső és belső erők munkáinak egyenlőségéből a keresett nyomatók kiszámíthatók voltak. A feltételezett törésképek voltának igazolására az Építéstudományi Intézet laboratóriumával modellkísérletet végeztünk. Az „idealplasztikus anyagú” lemez modellen fellépő törésvonalakat a 13. ábra tünteti fel.



13. ábra. Lemez-modell törésképe.

A szóbanforgó excentrikusan lyukasztott lemezekben a törésvonalak a befogott élek és az átlók mentén jelentkeztek.

A sorozatosan végzett kísérletek eredménye a feltételezett törésképek helyességét teljes mértékben igazolta.

Az építmény hossz tengelye mentén a legfelső szinten a csavarventillátorok meghajtó motorjait befogadó szárazszinti gépfolyosó foglal helyet. Ennek 25 cm-es téglafalát a középső oszlopsorra

támaszkodó felfelé álló monolit vasbeton gerenda hordja. Felső lezárása monolit vasbeton lemez-födémrel történik. A motorok szereléséhez és karbantartásához szükséges 500 kg teherbírású Demag daru hengerelt szelvényű pályája a tető-födémre van felfüggesztve.

Az épület +12,60 m-es szintjére a $\pm 0,00$ szintről előregyártott lépcső vezet, mely egyrészt a kezelőszemélyek közlekedésére, másrészt a ventilátor motorok kábeleinek felvezetésére szolgál. A lépcsőház sávalapozású. Felmenőszerkezete 38 cm vtg. téglafal, mely magassági értelemben 2,80 m-enként vasbeton koszorúkkal van összefogva. A lépcsőházat három oldaláról téglafal határolja, negyedik oldalát a vízhűtőtorony vasbeton fala alkotja. Lefedése vasbeton lemezzel van megoldva, mely a +12,60 m és a +15,60 m szintek födémeihez illeszkedik. A lépcsőház és a torony

süllyedéskülönbségek okozta káros alakváltozások elkerülésére függetlenített.

A lépcsőszerkezet előregyártott pihenőelemekből, pofagerendákból és lépcsőfokokból áll. A pihenőelemek a téglafalra fekszenek fel, a lépcsőház falának építése során folyamatosan helyezendők el. A pihenőelemekre támaszkodó pofagerendák egyik oldala sima, másik oldaluk az előregyártott lépcsőfokok feltámaszkodására alkalmas idom szerint van kialakítva. Az előregyártott lépcsőfokok élvédő szögvasallal vannak ellátva. A pofagerendákhoz való rögzítés habarcsaláöntéssel és vaskapcsolattal van megoldva.

A monolitvázaz és az előregyártott ventilátoros hűtőtornyok szerkezeti vasbeton mennyiségeit a vízmedence, lépcső és főcsatorna anyagszükségletének figyelmen kívül hagyásával az alábbi táblázat tünteti fel.

1. sz. táblázat

Alapterületre vonatkozó fajlagos betonfelhasználás

Szerkezeti elem	„A” erőmű hűtőtorony			8 × 100 m ² hűtőtorony		
	b e t o n m ³ /m ²					
	monolit beton	helysz. előgy. B-200	gyári előgy. B-400	monolit beton	helysz. előgy. B-200	gyári előgy. B-400
Tetőfödém	0,096	0,043	—	0,110	0,033	—
Cella elválasztás	0,242	—	—	—	—	—
Térelhatárolás	—	0,055	—	—	0,064	—
Hűtőrács tartó gerendák	0,143	—	—	—	—	0,088
Oszlopok	0,130	—	—	—	0,113	—
Összesen	0,611	0,098	—	0,110	0,210	0,088
0,709 m ³ /m ²				0,408 m ³ /m ²		

A hűtőtornyok építésénél az utóbbi években az építéshez és belső szerkezethez szükséges faanyag beszerzése jelenti a legnagyobb gondot. A építkezéshez szükséges faanyag importjának megtakarítása a szerkezet teljes előregyártásával oldható meg. A párologtató felületek faanyaga eternittel, alumíniummal, vagy égetett agyag lapokkal pótolható.

Elektromos energiatermelésünk igényeinek legkorszerűbb technológiával való kielégítése mellett jövő törekvésünk az erőművi nagyméretű ventilátoros hűtőtornyok famentes létesítése.

IRODALOM

1. Berman: Isparitelnoje ochlazděníje. Cirkulaciony vodi Goszenergoizdat. 1949.
2. J. Jackson B. Sz.: Cooling Towers. Butterworths Scientific Publications. London. 1951.
3. J. Koch: Untersuchung und Berechnung von Kühlwerken. V. D. I. 404.
4. D. J. Cow: B. Sc.: Maintenance Problems with Mechanical Drought Cooling Cowers. Chemical and Process Engineering Nov. 1955.
5. Erőművek hűtőtornyainak hőtechnikai vizsgálata és átvétele. MNOSZ 4694-55.

Új törekvések többszintes üzemi épületek előregyártásánál

ROMÁN ANDOR—BREUER GYÖRGY—RÓZSA GYÖRGY

A nagyelemű előgyártás hazánkban a fel-szabadulás óta eltelt rövid pár év alatt jelentős sikerekre tekinthet. Kétségtelen azonban, hogy míg a nagynyílású egyszintes áthidalások terén a megoldások egész sorozatát már kiviteleztek és ezzel kapcsolatban felmerült szerkezeti és organi-zációs problémák nagyrészt tisztázódtak, addig a többszintes épületek előgyártása terén — lakó- és üzemi épületeknél egyaránt — csak most tesszük meg az első lépéseket.

A fahiány és a helyszíni munkaigényes folya-matok csökkentése, követelményként írta elő, hogy a nagyterhelésű, többszintes üzemi épületek előgyártásának kérdése, mind tervezési, mind ki-vitelezési vonalon megoldódjék. A feladat adva volt és a megoldás, illetve megoldások kidolgozása a műszaki szakemberek — tervezők és kivitele-zők — kezdeményező készségére várt.

A konkrét tervezés munkáját megnehezítette az a körülmény, hogy a földszintes, csarnok-szerkezetek építésénél nyert tapasztalatok és al-kalmazott szerkezetek — különösen csomóponti megoldások — csak részben voltak átvehetők, számos problémát, a tervezés, illetve kivitel folya-mán hazánkban először kellett megoldani és a rendelkezésre álló irodalom is csupán többszintes lakóépületekre tartalmazott útmutatást. Ezen megoldások is — a lakó és üzemi épületek közt fennálló különböző jelleg, valamint lényeges ter-helésbeli különbségek miatt — csupán általános elvi irányításul szolgálhattak.

A Magyarországon kivitelre került többszin-tes, előgyártott üzemi épületek között időrendben az elsők közt kell megemlíteni a Hatvani Konzerv-gyár, valamint az egyik kőbányai könnyűipari gyár új üzemi épületeit.

A tervezési munkálatok az Általános Épület-tervező Vállalatnál még az 1954. év folyamán megindultak és a műszaki terveket 1955. első felé-ben dolgozták ki. A két épület tervei párhuzamo-san készültek és részben az adott lehetőségeknek is megfelelően, két különböző úton keresik a fel-merülő problémák megoldását. A Hatvani Kon-zervgyár toldott, egységes szelvényű pillérekkel és kettősgerincű kiváltókkal, míg a kőbányai könnyű-ipari üzem toldás nélküli, egyben előgyártott, teherhordó kettős szelvényű („Viereendel“) osz-lopokkal és egy gerincű kiváltókkal lett meg-tervezve. Ezeknek megfelelően a csomóponti és részletmegoldások is természetesen különbö-zők. A kétféle megoldás előnyeinek és hátrányai-nak összehasonlítása, mind a szerkezeti megoldás, mind a kivitelezés szempontjából a nyert tapasztalatoknak megfelelően, jelenleg folyamatban van és a jövőbeni tervezéseknél kétségtelen hasznos adatokkal fog szolgálni.

Az alábbiakban részletesen ismertetjük a két épület szerkezetét és kivitelezését. Mindkét épület terveit Breuer György, Rózsa György és Kánya Zoltán, illetve Borbíró Miklós készítették, a ki-

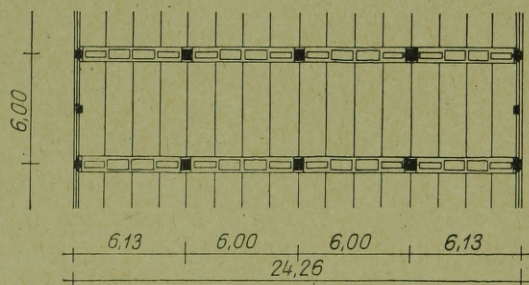
vitelezést pedig az ÉM 23. sz. Állami Építőipari Vállalat végzi. A két különböző jellegű épületnél eltérő tapasztalatokat szerzett a kivitelező és ezeknek feltárása úgy hisszük a többszintes üzemi épületek előgyártásának ügyét jelentékenyen előbbre fogja vinni.

I. A Hatvani Konzervgyár üzemi épülete

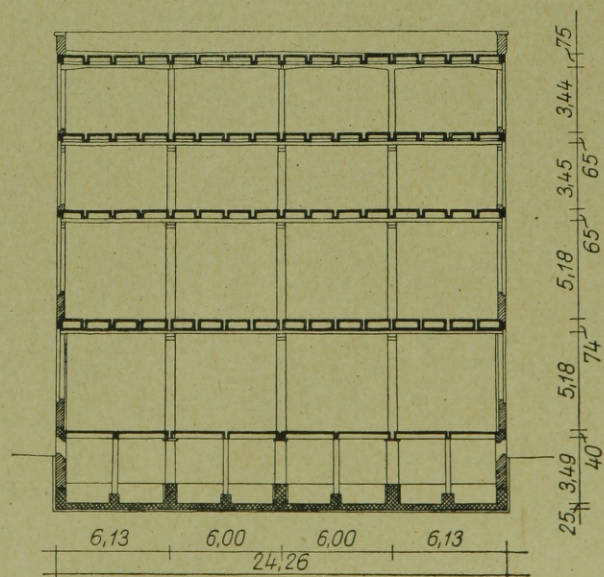
1. Tervezés

Az épület általános szintjének alaprajzát az 1. ábra, keresztmetszetét pedig a 2. ábra mutatja be. Az épület alapterülete kb. 2000 m^2 6×6 mé-teres pillérosztású, a szintek száma 5., amelyek közül a fszt. és I. emelet egyenként kb. 5,20 méte-res belmagassággal, a két felső szint pedig 3,45 méterrel tervezetett. A hasznosterhelés vala-mennyi emeleten 1500 kg/m^2 , kivéve az életvédelmi részeket. Tetőteher 100 kg/m^2 .

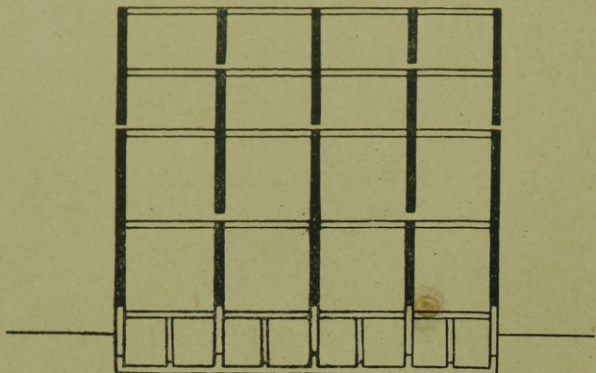
Az alapozás, tekintettel a talajvízre és az elég alacsony talajhatárfeszültségre, átmenő felül-bordás lepenyalappal készült, mely alá talajvíz-nyomás ellen 4 rétegű ragasztott szigetelés került. A pincetéri pillérek monolit vasbetonból lettek



1. ábra. Hatvani Konzervgyár üzemi épületének alaprajza.



2. ábra. Keresztmetszet.

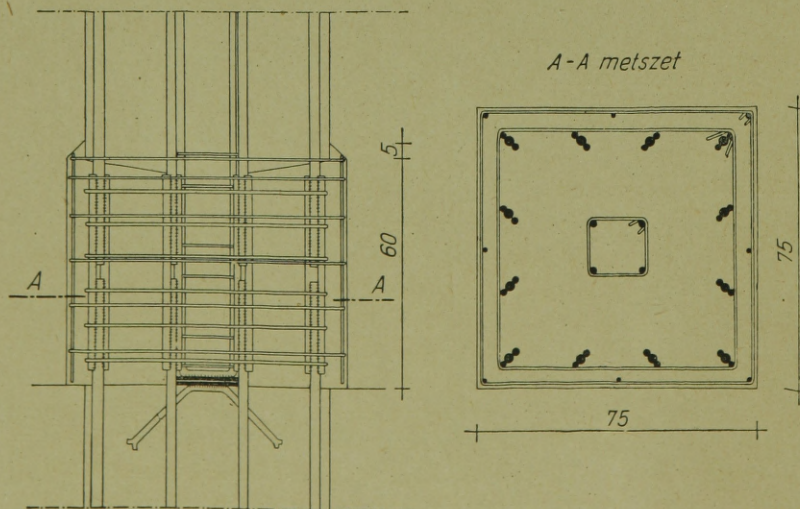


3. ábra.

kialakítva. Fenti szerkezetektől, valamint a lépcsőház és felvonó körüli részekről eltekintve, az összes többi szerkezeti elem helyszíni előgyártásban készült.

A teherhordó pillérvázat részben egy-, részben kételemes pillérszakaszokból terveztük, az ún. „eltolt” illesztési rendszerben, amelyiknél egy földemlékben csak a pillérek felének toldása esik. Ez az elv egyrészt felére csökkenti a pillérek toldásánál felmerülő helyszíni munkát, másrészt előnyösen befolyásolja az épület merevségét (3. ábra). A pillértoldásokkal kapcsolatban megjegyezni kívánjuk, hogy ezeknek — mint az épület legkényesebb csomóponti csatlakozásának — csökkentése kétségtelen célja a tervezői munkának. Ez azonban a nagyobb szélességű többszintes épületeknél — ellentétben az alábbiakban ismertetett könnyűipari üzem alacsonyabb épületével — az emelőgépek alacsony teherbírása miatt általában nem valósítható meg, illetve sok esetben csak nehézkes mozgású emelőszerkezettel (pl. „Győri bika”) küszöbölhető ki.

A pillérek tömör négyzög keresztmetszetűek és a kiváltógerendák felfekvése céljából kétoldalt konzolosak. A pillértoldás minden esetben közvetlenül a földemlék fölé kerül, ami lehetővé teszi a már szilárdan összehasonozott földemlék szerkezetekhez történő ideiglenes kikötést. Maga a pillértoldási csomópont (4. ábra) hegesztett megoldású.



4. ábra. Pillértoldási csomópont.

Az ideiglenes felfekvést egy aránylag kisméretű pillércsonk teszi lehetővé, az átfutó hosszvasak hegesztett gömbvas hevederrel csatlakoznak, majd a csomópont az átmenő keresztmetszetnél 5—5 cm-rel nagyobb szelvényű helyszíni lábazati betonnal nyer kialakítást. Az aránylag kisméretű pillércsonk abból a megfontolásból alakult ki, hogy a terhelés közvetítése a helyszíni betonnal történjék és elkerülhető legyen a kétféle beton (előgyártott és helyszíni) bizonytalan értékű együttműködése. A teherátadás kizárólag előgyártott betoncsonk útján (nagy méretű csonk, kevés helyszíni kibetonozás) nem látszott célszerűnek, egyrészt a húzott vasak követelte hegesztési toldás végrehajtásának nehézsége, másrészt a gyártásnál adódható pontatlanságnak a felfekvési felületekben jelentkező előnytelen hatásai miatt (az oszlop elferdülése). A tökéletes kibetonozás érdekében a csomópontok betonját az 5-cm-rel magasabbra vitt köpeny segítségével, nyomás alatt dolgozzák be. A pillércsatlakozások teherbírásának ellenőrzésére az ÉTI laboratóriumában az eredetivel azonos méretű törési kísérleteket végeztünk, mind a szélső, mind a közbelső pillérekkel kapcsolatban és ezek azt mutatták, hogy a tényleges biztonság lényegesen meghaladta a számításba vett értékeket, különös figyelemmel arra is, hogy a törésig terhelt elem tönkremenetele nem a toldási keresztmetszetben, hanem az eredeti pillérszelvényben következett be.

A földszint, I. és II. emelet feletti földemlék a kiváló gerendák fejlemezés kettős gerincű tartók, amelyek túlnyúló főbordáikkal fekszenek fel a pillérek oldalkonzoljain (1. és 6. ábra). A földempanelek, melyek a szokásos rendszerűek és 1,5 m szélesek, a főtartók konzoljain helyezkednek el. A földszint feletti technológiai okok miatt felülbordás, a többi földemlék alulbordás panelek kerültek beépítésre, az előbbieket külön ráhelyezett négyzetes fedlapokkal. A tetőföldem kiváltói a kisebb terhelés és tovább nem haladó pillérek miatt egygerincű T szelvényűek és a pillérfejek villás bevágásába illeszkednek (5. ábra). A tetőpanel közvetlen a T fejlemezére támaszkodik.

Eltérő megoldású a pince feletti földemlék szerkezet. A pincetérben ugyanis a 6×6 m hálózathoz elhelyezkedő főpillérek közt lehetővé vált 3—3 m kiosztásnak megfelelő, csak a pinceföldemlék emelkedő kisebb pillérek tervezése. Ezáltal a 3×3 méretű négyzetes, kétirányban teherhordó pinceföldempanelek külön kiváltó nélkül, négy sarkukon feküdve, közvetlen helyezkednek a pincepillérek fejezetére. A közöttük kialakuló hornyok többtámaszú gerendákként lettek kialakítva (7. ábra). Az életvédelmi részben külön 8 cm vastag helyszíni betonozás készült, az előgyártott elemekhez felnyúló vasalással hozzákötve.

Az épületen egy dilatáció készül, mely a felsőbb szinteken a panelek elcsúszását a gerendák végigfutó

konzoljain (rozsdamentes acéllemezeken) engedi meg, a pincében pedig a kis pillérek megkettőzésével, illetve a felmenő pilléreket körülölelő merevítő segédpillérekkel nyert kialakítást.

A főhomlokzati felületek kialakítása a nyersen hagyott vasbeton pillér- és födémelemekkel történik, melyek közvetlen jelentkeznek a külső épületsíkon (9. és 10. ábra). Az egydarabból készülő vasbeton ablakpanelek elhelyezésre és rögzítésre megfelelő káva kialakítással, illetve tüskézéssel rendelkeznek. A homlokzati pillérek toldása a fent részletezett megoldással teljesen azonos módon történik. A homlokzati sík tartása céljából természetesen a csatlakozási vasbeton lábazati rész csupán 3 oldal felé ugrik ki. A végfalak pillérváza a leírt elvek alapján ugyancsak előgyártva készül.

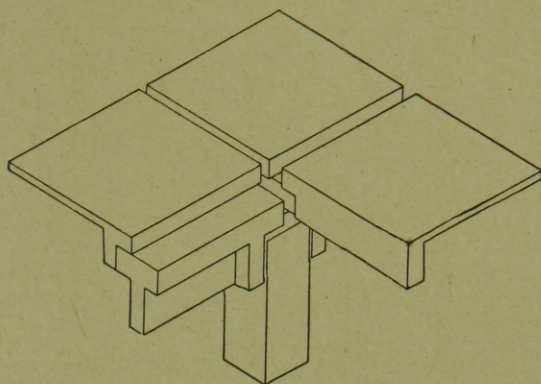
Az épület hossz- és keresztirányú merevségét, egyrészt a panelek hézagaiba helyezett és a kiváltók felett átfutó átkötő vasalás, és a pillérek-ből kiálló, a gerendák és panelek hézagaiba behajlított sarokvasak biztosítják. Ezen átkötő, illetve behajlított vasalás könnyű szerkezeti kiképzésének céljából a gerendák felső síkja 5 cm-rel a panelek alatt helyezkedik el és ez a sáv a vasalás elhelyezése, majd behajlítása után, a panelhézagokkal és csomópontokkal egyidejűleg a helyszínen lesz kibetonozva. A tökéletes együttműködés céljából a gerendák felső felülete tüskézett.

A szerkezet erőtanai számítását illetően megjegyezzük, hogy az önsúlyra az elemek kéttámaszú szerkezetként lettek számítva, míg a hasznos terhelésnél és szélnyomásnál, a sarokmerevséget biztosító átkötő és sarokvasak figyelembevételével a teljes épületváz, mint sarokmerev szerkezet lett méretezve.

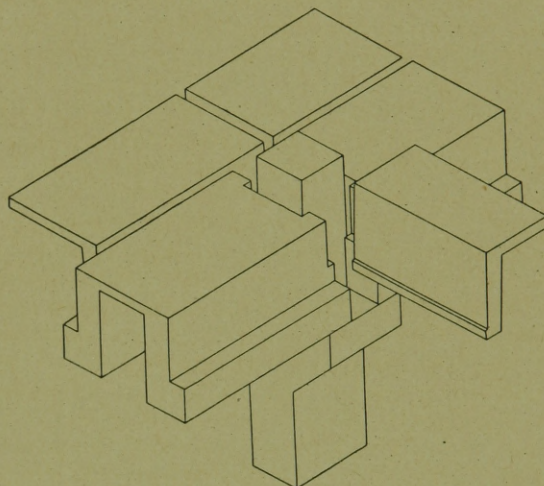
2. Kivitelezés

Az üzemépület munkálataihoz a kivitelező vállalat 1955 nyarán kezdett hozzá. Már kezdetben hátráltató körülmények léptek fel. A pincetömb kiemelése alkalmával a magas talajvízállás mellett a munkálatokat csak talajvízsüllyesztéssel lehetett végrehajtani, tehát menetközben szivárgó és kútrendszerrel kellett betervezni. Hozzájárult az ütem eltolódásához a mezőgazdasági munkák idejében fellépett időleges munkahiány is. A pincetömb kiemeléssel egyidejűleg azonban megindult az előregyártás, amelyet a 23. Építőipari Vállalat kiváló szakembere, Körössy József főművezető irányított. Az előregyártó telep a raktárépület déli oldalán volt telepítve és két portáldaru által befogható sávon volt mind a gyártás, mind a tárolás szervezve (11. ábra), azoknak a pilléreknek a kivételével, amelyek gyártása a toronydaru hatósugarában történt az épület két hosszoldalán létesített előregyártó helyen.

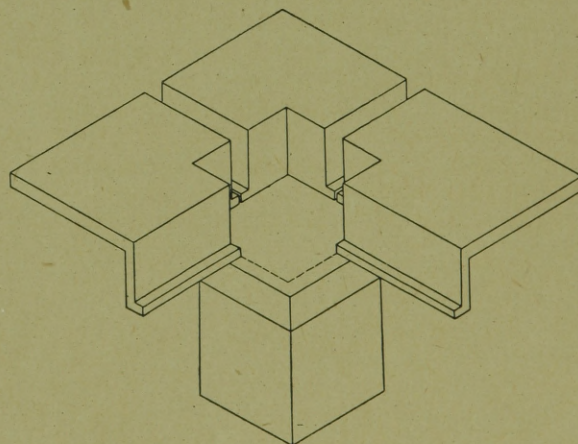
Az előregyártás minősége és a méretek precizitása kimagaslóan jónak bizonyult, amiről részben a törőpróbák, részben az összeillesztésnél tapasztalt pontosság tanúskodik. Ez annál inkább kiemelendő, mert a födémpanelek tervezésénél a tervezők mindössze 1 cm mérettűrést engedélyeztek. Ha figyelembe vesszük a közel 12 m magas kétszintes oszlopok hegesztéses felállítását és az



5. ábra.



6. ábra.



7. ábra.

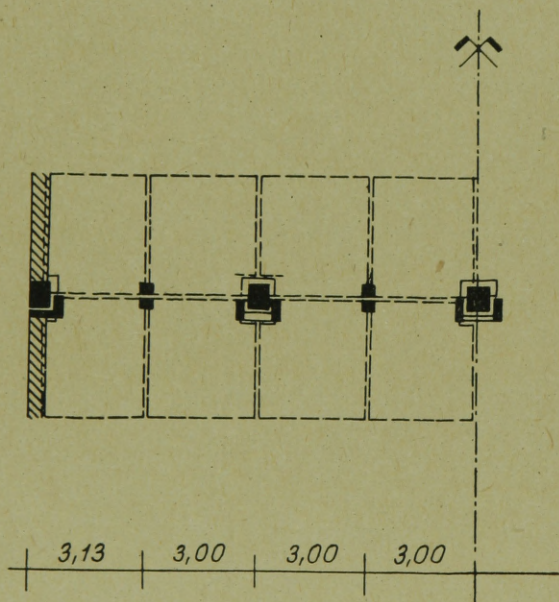
ezek konzoljain felfekvő kettős gerincű mestergerendák elhelyezését, úgy kellően értékelhetjük az ezekre felfekvő födémpanelek 1 cm-es mérettűrésénél megkövetelt szabatos kivitel.

Az előregyártandó elemek darabszámát és súlyát a hozzá felhasznált betonmagok, illetve fasablonok számát, az 1. sz. táblázat tünteti fel.

A táblázatban felsorolt főbb elemeken kívül végfali gerendák, végfali oszlopok, ablakosztó pillérek készültek előregyártásban.

Az előregyártott elemek megnevezése	Darab száma	Elméleti súlya t	Magok száma db	Fasablonok száma db
Pincefödém feletti födémpanel	196	2,14	14	7
Földszint feletti födémpanel, közép	162	2,92	—	6
Földszint feletti födémpanel, szélső	24	2,38	—	1
I. és II. emelet feletti födémpanel, közép	336	2,45	8	8
I. és II. emelet feletti födémpanel, szélső	48	3,14	1	1
III. emelet feletti födémpanel, közép	178	1,98	4	4
III. emelet feletti födémpanel, szélső	26	2,64	1	1
Földszint feletti mestergerenda	48	4,50	4	2
I. emelet feletti mestergerenda	48	4,50	2	2
II. emelet feletti mestergerenda	48	4,50	2	2
III. emelet feletti mestergerenda	46	1,60	2	2
Vasb.-oszlop földszint+I. em. kétszintes, szélső	24	6,70	—	2
Vasb.-oszlop földszint+I. em. kétszintes, középső	12	8,80	—	1
Vasb.-oszlop földszinti egyszintes	24	5,50	—	2
Vasb.-oszlop II—III. em. kétszintes, szélső	24	2,90	—	2
Vasb.-oszlop II—III. em. kétszintes, középső	10	2,10	—	1
Vasb.-oszlop I—II. em. kétszintes, középső	24	4,80	—	2
Vasb.-oszlop III. em. egyszintes, középső	24	0,65	—	2

A vasbeton ablakok előregyártásban a 23. sz. Állami Építőipari Vállalat Dráva utcai előregyártó műhelyében készültek. 190 db széles keretű, 750 kg súlyú és 52 db keskeny keretű, 260 kg súlyú ablak került leszállításra.



8. ábra.

Az elemek darabszámát és előírányzott elméleti súlyát fenti összeállítás mutatja. Az elméleti súly, a 2500 kg/m^3 sok esetben kevésnek bizonyult részben az egyes szerkezeti elemek magas vasszálaéka miatt. Maguk a próbakockák köbmétersúlya 2300—2380 között váltakozott. Így ellenőrzések alkalmával módjában volt a kivitelezőnek néhány traktorral mozgatható elemet lemérni és több esetben megállapítható volt az elméleti súly alábecsült volta. A pince feletti panelek 2140 kg súllyal szemben, valójában 2250 kg súlyúak voltak.

Hozzájárult az egyes elemek súlyának növekedéséhez a tervezettel szemben az a körülmény

is, hogy egyes elemek méretét növelni kellett annak érdekében, hogy a betonmagokról könnyen és repedés nélkül felszakíthatók legyenek. A magokat olaj-agyag kezeléssel, a fasablonokat pedig olajitatóssal kezelte a kivitelező.

A fatakarékosság itt is a legmesszebbmenően érvényesült, amennyiben az oszlopok gyártási sorrendje úgy volt megszabva, hogy azok fasablonjai tizenkétszeri felhasználása után átalakításra kerültek és a következő szintek pillérsablonjai ezeknek az anyagából készültek. Ugyanígy történt a betonmagokkal is.

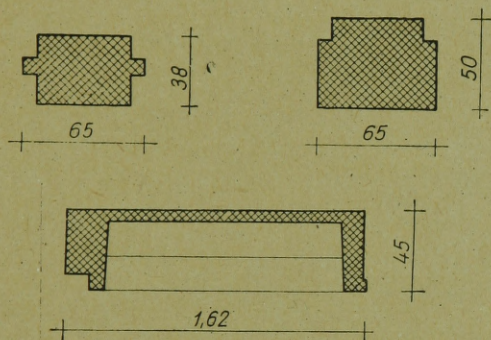
Amikor az előrehaladott őszi időjárás a magokról való felszakítást 24 óra után már nem tette lehetővé, áttért a kivitelező úgy a panel, mint az oszlopok gyártásánál a gőzöléses eljárásra és akkor módjában volt az oszlopgyártást is olyan ütemben folytatni, hogy egy-egy sablon 24 óra után újból felhasználásra kerülhetett.

Az elemek súlyából és a fent kifejtett túlsúlyból kifolyólag következett a kivitelezésnek egy további nehézsége, amely a beemelő toronydaru túlterheltségéből keletkezett. Az organizáció szerint az épület nyugati és keleti oldalán alkalmazott toronydarukkal kellett a beemelést eszközölni. Toronydaruink emelési lehetősége 45 tm. A középső kétszintes pillérek már az eredeti elgondolás szerint sem tudta volna a toronydaru beemelni és így ennek a 12 db 8,80 tonnás pillérnek az emeléséhez eleve „Győri bika” volt betervezve (12. ábra).

A toronydaru 45 tm teljesítményét azonban eleve túl kellett lépni, annál is inkább, mert az épület nyugati oldalán úgynevezett Baumeister-darut kaptunk, a keleti oldalán azonban Wolf-darut. Mindkét darunak 45 tm az emelési lehetősége, míg azonban a Wolf-daruvál 7,50, 10 m és 15 m-es gémkinyúlással lehet dolgozni, addig a Baumeister-daruvál a gémkinyúlás szabályozható volt 6 m, 7,5, 9,7 m és 15 méterre. Ennek következtében a két daruvál az elméleti súlyokat véve csak figyelembe, a daru terhelését az alábbi összeállítás mutatja.

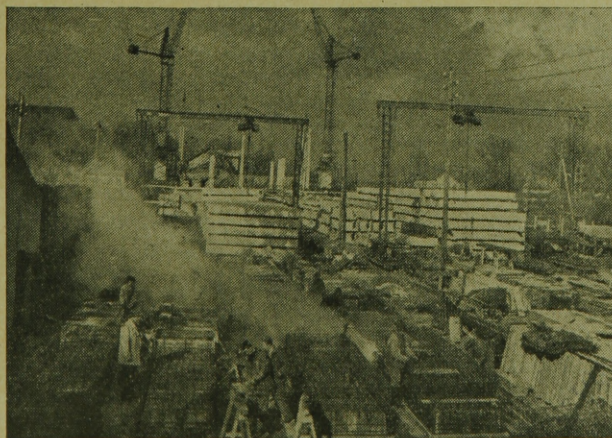
Elem megnevezése	Az elem súlya kg	Wolf-daruval eszközölt emelés és annak gémkinyúlása (m)	Daru igénybevétele tm	Baumeister-daruval eszközölt emelés és annak gémkinyúlása (m)	Daru igénybevétele tm
Földszinti kétszintes szélső pillérek	6700	7,50	51,2	6,00	45
Földszinti egyszintes középpillér	5500	10,00	55,0	9,70	53,3
Földszinti feletti mestergerenda	4900	10,00	49,0	9,70	47,5
I. emeleti panelek	2920	15,00	44,0	15	44,0

Ebből látható, hogy a kivitelező szabálytalanságnak minősülő rizikót kellett vagy vállaljon a daru túlterhelésével kapcsolatban. És ez még fokozottabban így volt, ha a valóságos súlyokat vette figyelembe, amelyek egyes elemeknél többszázalékos súlytöbbletet jelentettek. Ezért kellett az eredeti elgondolástól menetközben több elem emelésénél eltérni és több szélsősori kétszintes oszlopot, valamint középső földszint feletti mestergerendát daru helyett bikával beemelni, ami a gépkihasználás rovására ment.

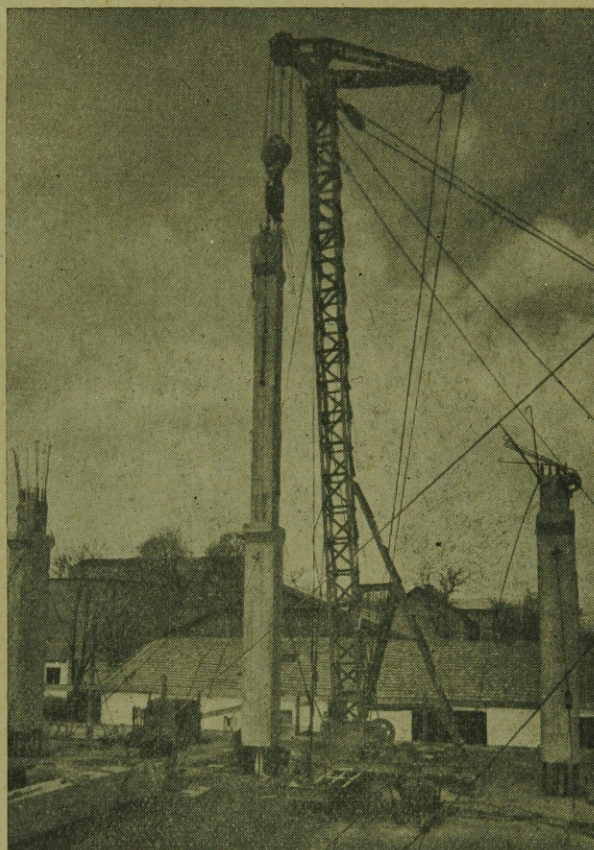


9. és 10. ábra.

Megoldandó probléma volt a szélső, kétszintes pillérek emelésénél azok megfogása. A pillérek általában az emeléshez elhelyezett csövön át dugott emelőtengely segítségével kerültek fel-emelésre. A felemelt darab alá máglyát épített a kivitelező, ami az alkalmazásra kerülő guruló zsámollyal közel egymagasságú volt. A guruló zsámolyt úgy kellett kiképezni, hogy a pillérek talpánál kialakított kb. 55 cm hosszú és 15/15 cm-es betonnyúlvány meg ne sérüljön emelés közben. Ez a görgőkön mozgó kiskocsi a pillér emelés-



11. ábra. Előregyártóhely telepítése.

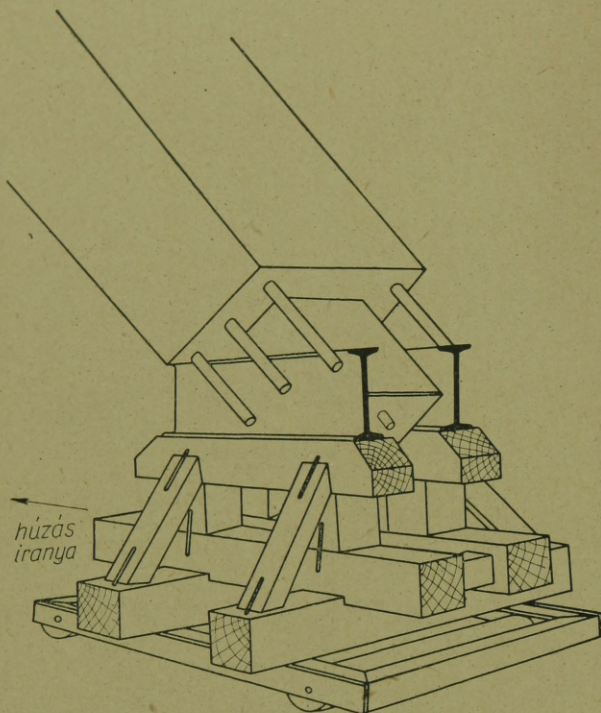


12. ábra. Középső kétszintes pillér emelése „Győri biká”-val.

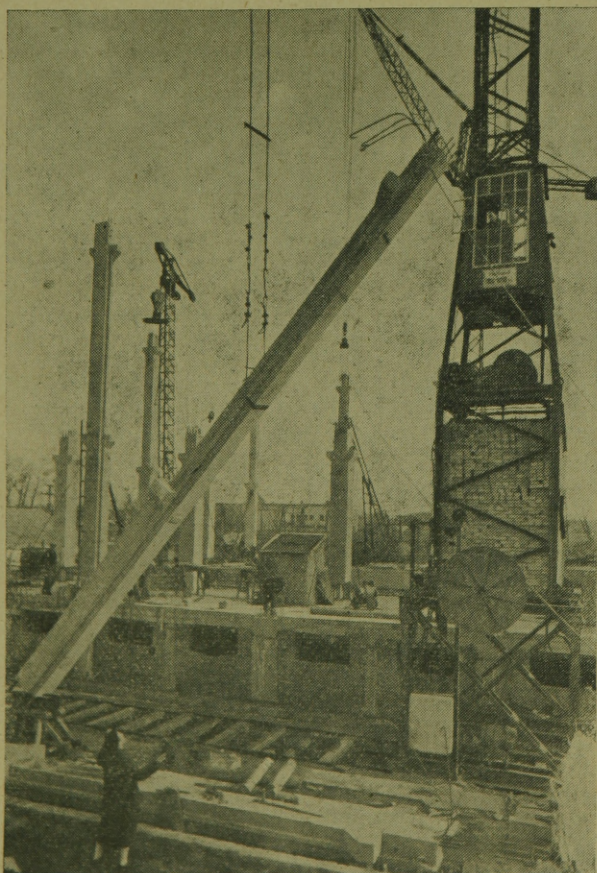
közbeni szögváltozásának megfelelően megvédte a nyúlványt a fennakadástól és esetleges sérüléstől azáltal, hogy a párhuzamosan és megfelelő magasságban elhelyezett „I” tartók a nyúlványnak mindaddig védelmet adtak, amíg az az oszlop emelése közben maga is függőleges helyzetbe került. (13. ábra.)

Ez az emelési mód már egymagában a gyors elhelyezést nem szolgálta, de a beállítási időt még növelte, hogy a függőlegesen kialakított két kötélpár között az emelésnél, egy-egy konzolnak is be kellett fordulni, ami a pillér azonnali függőleges beállítását nem tette lehetővé. Emelés közben a gurulózsámolyt kézi csörlővel kellett vontatni a függesztesi tengely irányába. A függőleges helyzetbe került pillérről a gurulózsámolyt gyakran le kellett fejteni, mert a különböző feszítések következtében ennek felépítménye a pillérláb és a kiálló tüskék közé beszorult. (Kétszintes pillér emelése, 14. ábra.) Az alaplemezként kialakított vaslemez kb. 20 mm-es $\varnothing$

furatába a pillérnyúlványból kiálló 30–40 mm hosszú tüskét kellett beilleszteni, ami a konzolos oszlop nem teljes függőbe állása miatt nem volt gyors feladat. A beillesztés után a pillérek durva függőbehozását még a daru végezte el, majd meg-



13. ábra. Oszlopnyúlványt védő görgőkocsi.



14. ábra. Kétszintes szélső oszlop beemelése.

történt azok lehorgonyozása. A pillérbe, illetve a födémbe e célból előre elhelyezett kampók közé négy irányban ellenmenetes csavarral ellátott $\varnothing 16$ mm gömbvas rudakat akasztottak be. A pontos függőbe állítás az ellenmenetes csavar beállításával történt. Ez a négy irányú kihorgonyzás csak a középső pilléreknél volt alkalmazható, a szélső sorok pilléreinek nem, miután a kihorgonyzás a darupályának útjában lett volna. Itt három oldalon a fent ismertetett húzott gömbvas rögzítette a pillért, míg a darupályával átellenes oldalon a húzott gömbvas mellett még egy 100 mm átmérőjű vascső biztosította a pillért a befelé dőlés ellen. A cső megfelelő talplemezzel és kiékeléssel csatlakozott a födémhez, illetve a pillérhez. Az oszlopok elhelyezése után hegesztéssel kellett a csomóponti kötést biztosítani. A középsori pilléreknél 12–15 szembenálló vastüske, míg a szélsősoriaknál 8 szembenálló vastüske volt hegesztendő. A csomóponti kötésnek ez a megoldása ugyancsak lassította az összeszerelés munkáját, mert legalább négy varrat meghegesztéséig a toronydarunak a felfüggesztett pillért nem volt szabad elengednie, azért ez a művelet a toronydaru idejét lekötötte és kihasználását lerontotta (15. ábra).

A hegesztés a jelenleg érvényben lévő szabályrendelet értelmében volt tervezve és kiírva. Még nem jelent meg a hegesztésre vonatkozó új szabályrendelet, azonban annak műszaki feltételei már jóváhagyást nyertek, így az ÉTI szakértőjének véleménye alapján áttért kivitelező a varrat-hosszaknak 50%-os csökkentésére, amellyel a munka jelenleg gyorsabb ütemet vehet, de sajnos a hegesztések 60%-a már a régi szabályzat szerint elkészült.

A csomópontok kibetonozása a pillérméreteknél 5 cm-rel nagyobb pillérlábakkal történt B. 400-as betonból.

Azért tértünk ki ilyen részletesen a pillérek emelésének körülményeire, mert itt adódtak a legnagyobb nehézségek. A többi elem beemelése és azok összeillesztése a szabatos előregyártás következtében nagyobb nehézségbe nem ütközött. Javasolható azonban, hogy oszlopkonzolokon elhelyezett kengyeleket a jövőben mellőzzék, mert ilyen nagysúlyú gerendáknak a kihagyott vasak alá való bújtatása nehézségekkel jár. Az idecsatolt 16. ábra a lapzártáig lehetséges legutolsó készült-ségi fokot mutatja be.

II. Egy kőbányai könnyűipari üzemi épület

Tervezés

Az épület teljes előregyártott szerkezettel épült, csupán a körítő falak készültek falazott kivitelben. A szerkezetet az előregyártás és organizáció követelményének megfelelően úgy választottuk meg, hogy az a gazdaságosság messzemenő szem előtt tartása mellett a minél egyszerűbb kivitelezhetőséget is döntően figyelembe vegye. Haladásra törekszik a párhuzamosan tervezett hasonló jellegű épülettel szemben, mivel az önsúlyt kivéve egyéb terhelésekre a helyszínen kibetonozott sarok-

merev csomópontokkal mint keretszerkezet dolgozik (hasznos terhelés, szél) és így jelentős anyagmegtakarítást eredményez. A tervezés során B 280 betonminőség volt a követelmény, amit a kivitel biztosított.

A főbb méretek és terhelések a következők: az épület keresztmetszeti elrendezését a 17. ábra, alaprajzát a 18. ábra szemlélteti.

Eszerint a szerkezet fesztávja $2 \times 8,0$ m, a pillérállások $6,0$ m-ként ismétlődnek az épület összhossza 102 m. Az épület három szintes, földszint $6,80$ m, I. és II. emelet $4,00$ m belmagasságú teljes párkánymagasság $16,80$ m. A földszinten egy-egy $2,0$ t-ás darupálya van betervezve. A födémek terhelése 1200 kg/m^2 , a járható tetőfödém 300 kg/m^2 .

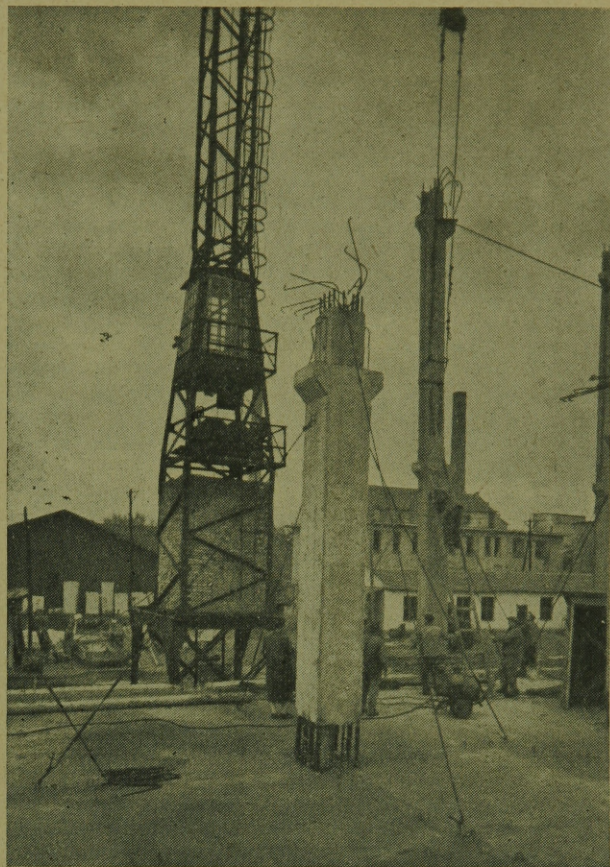
A szerkezet kialakításánál arra törekedtünk, hogy a többszintes épületeknél legkényesebb csatlakozási pontot, a pillérek toldását elkerüljük. E célból a pilléreket egy darabban, teljes hosszukban gyártották elő. Az alapozás bordás vb. kelyhekkkel készült (19. ábra). Ezekbe helyezkednek a kettős szelvényű, teljes magasságban gyártott $8,5$ t súlyú pillérek. A 102 m hosszú épületen két dilatáció van.

A dilatációs kiképzés alapelve pillér és kiváltó kettőzés. Esztétikai szempontok miatt nem két kettős szelvényű normál pillér egymás mellé állítása történt, hanem az eredeti pillérkeresztmetszet körvonalában elhelyezett tömör félszelvény. (20. ábra.)

A különféle födemelemek számának csökkentése érdekében a pillérek szelvény változásait úgy alakítottuk ki, hogy a földszint feletti födémnél a panelek alsó síkjánál, az I. emelet feletti födémnél panelek felső síkjában csökken a pillér szelvénye. Ezáltal a két emeletsoron a pilléreket közrefogó panelek egységes mérettel voltak kialakíthatók. A közbenső födémpanelek lemezvastagsága 8 cm volt, a tetőfödém födémpaneleinek lemeze beépített 8 cm vastag kőszivaccsal készült. Így az összes födémpanelek — a szélső koszorús kialakításuk kivételével — egyféle mérettel készülhettek, ami a gyártás szempontjából előnyösnek bizonyult.

A pilléreken kiképzett diafragmákra kerültek a négyszögszelvényű vb. gerendák (21. ábra), melyek fülein fekszenek fel a panelek. A födemelemek szabályos alulbordás teknős kialakítást nyertek, méretük $5,70 \times 1,50$ m.

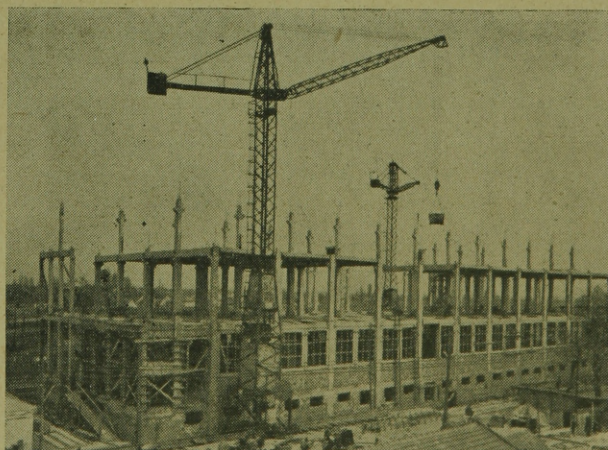
A szerkezet erőjátéka az alábbi: pillérek a szerkezeti önsúlyra kikötéssel vannak rögzítve, míg végső helyzetükben az utólag behajlított vasalás és csomóponti betonozás révén keretszerűen, sarokmerev módon működnek (21. ábra). A mestergerendák önsúlyra kéttámaszúan, míg a hasznos terhelésre és a padlóburkolatra a fentiek szerint ugyancsak többtámaszúan, illetve keretszerűen dolgoznak (22. ábra). Az így beépített vasak csak a gerendák felső támaszponti vasalását egészítik ki, alsó átkötés nem vált szükségessé, tekintve, hogy az oszlop-csatlakozásnál a padlóburkolatból fellépő negatív nyomaték nagyobb, mint a szélterhelésből keletkező pozitív nyomaték.



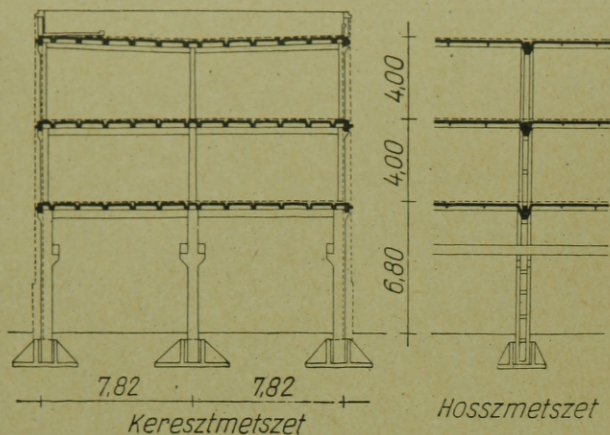
15. ábra. Pillérek hegesztéses kötése.

A födemelemek önsúlyra kéttámaszúan, egyéb terhelésekre többtámaszúan működnek, ami a bordák közeibe helyezett helyszíni, átkötő, felső támaszponti vasalás révén van biztosítva.

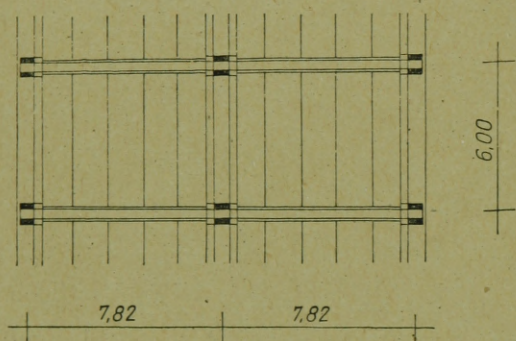
Az épület szélső födémpaneljei egyúttal koszorút is képeznek és így utólagos helyszíni koszorúbetonozás elkerülhetővé vált. Ezek a panelek hordják a kitöltő falazat súlyát. A tervezésnél, figyelemmel a kedvező helyszíni adottságokra, olyan szerkezet kialakítása volt a cél, hogy az ne csak gazdasági szempontból legyen előnyös — ezt célozza a sarokmerev csomópontok kikép-



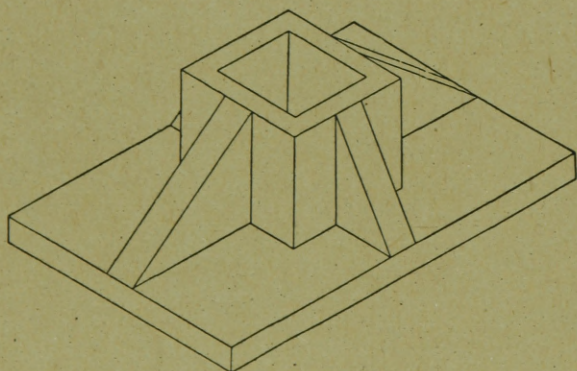
16. ábra. A konzervgyár üzemi épületének fényképe.



17. ábra.



18. ábra.



19. ábra.

zése is — de a kivitelezés számára könnyű és termelékeny munkát biztosítson. Ezt a tervezők úgy vélték elérni, hogy vertikális felépítési rendszert alakítottak ki. Ez a megoldás jó tapasztalatokat eredményezett és igazolta a tervezők elgondolását.

Kivitelezés

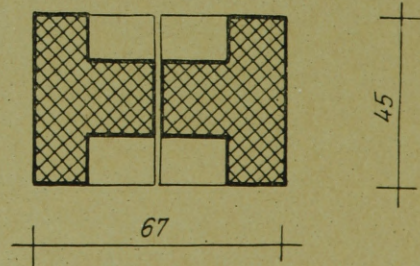
A helyes terv kialakításának és a helyes organizációnak, valamint a munka zökkenőmentes jó kivitelének oka elsősorban abban a szoros együttműködésben keresendő, amely a tervezés legelső időszakától, végig a kivitelezés folyamán a tervező intézet és a kivitelező vállalat között fennállott.

Ennek a 28 764 léghőméteres üzemi épületnek, amelynek túlnyomó többsége mintegy 20 000 léghőméter teljes előregyártással került kivitelre,

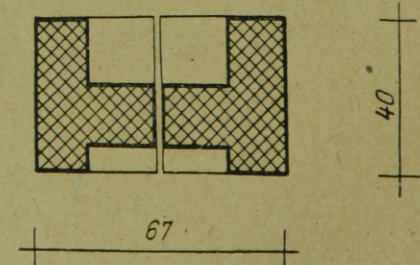
az 1955. esztendőben csak az előregyártása volt előirányozva, A munka gyorsabban haladt a beütemezésnél és ezért kivitelező vállalat szorgalmazta, hogy a csarnok összeszerelése is már az elmúlt év decemberében megkezdődhessen.

A munka július elsején kezdődött, a felvonulással, a csarnok alapozással és az előregyártó hely felvonulásának a megkezdésével. Az augusztus 6-án kézhezvett födémpanel-tervek alapján haladéktalanul elkészült a 24 db panelmag, amelyek gyártása már augusztus 15-én meg is indult. A 663 db panel nyolcféle típus szerint készült. Gyártásuk helyesen úgy volt szervezve, hogy egy-egy födémpanel-típus legyártása után az újabb típusra a magátalakítással tértek rá, tehát ezekhez új betonmagokat készíteni nem kellett. Egyébként a panelmagok nem betonból, hanem téglabetétekkel készültek és csak a külső kb. 3 cm-es kéreg készült úgynevezett mischunggal. A munkát a fával való takarékoságnak minden vonalon való érvényesülése jellemezte és így már a magokat is egymáshoz oly közeli távolságban helyezték el, hogy két egymás melletti mag között a panel külső zsaluzatát megtakarítandó ékalakú vasbeton gerendát alkalmaztak, amely két egymás melletti panel hosszoldalának közös külső zsaluzatát képezte (23. ábra). Ezt az ékalakú gerendát a födémpanelek bebetonozása után, mintegy két órával kiemelték. A kész paneleket az időjárástól, illetőleg a hőmérséklettől függően 18—24—36 óra után (késő őszi időjárás) szakították fel a magokról és vitték portáldaruval a tároló helyre. Kísérleteztek a 6 db amerikánerrel való felszakítás helyett a portáldaruról leeresztett himbával történő felszakítással is, azonban a kiszámíthatatlan tapadó erő és így a Demág-macska és portáldaru kiszámíthatatlan igénybevétele miatt ezzel a kísérlettel esetleges balesetveszély miatt felhagytak. A mestergerendák előregyártása teljesen faanyag nélkül tör-

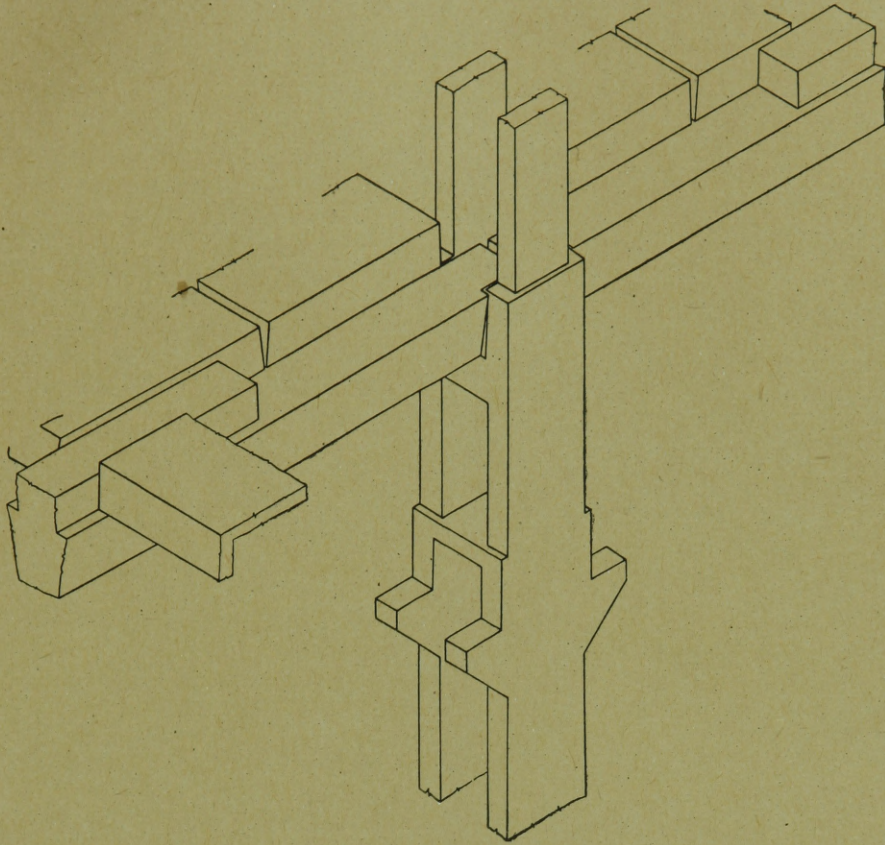
Középső dilatációs pillér



Szélső dilatációs pillér



20. ábra.



21. ábra.

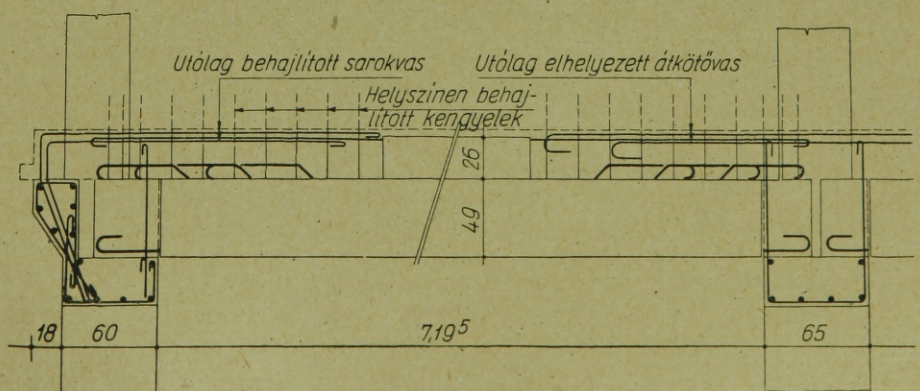
tént. A magot itt is betonból készítették és az egyes gerendákat elválasztó felületek zsaluzása ugyan-csak betongerendából készült (24. ábra).

A 9. típus szerint készülő 120 db gerenda 6 beton sablonban készült el. Ezek betonozását az építésvezetőség ügyesen oldotta meg, amennyiben a portáldaru sávjában beállított betonkeverő gépből japánerekbe kiöntött betont a portáldaru emelte a magok fölé és így történt a beton szállítása.

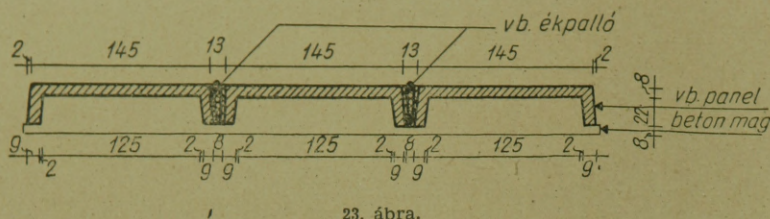
A szerkezet lényegét képező háromszintes pillérek tervét szeptember 16-án kapták kézhez. Gyártásuk az addigra elkészült aljzatbetonon történt pontosan az organizációs terv szerint megállapított helyeken. Hatvan pillért kellett elkészíteni, hatféle típussal.

Összesen hat fasablonnal dolgoztak és természetesen csak a pillér oldalfelületei kaptak fazsaluzatot. Ezek közül a külső felületeknél kevés volt a faveszteség, a képen látható belső felületek (25. ábra) kizsaluzása után azonban a sablon javítása és pótlása szükségessé vált. Itt is úgy jártak el, hogy egy típus pillér legyártása után kezdtek hozzá átalakított sablonnal a következő pillértípushoz. A pillérek kinyúló konzolainak negatívjai az aljzatbeton mélyedéseiként voltak kiképezve, ami igen gazdaságosnak bizonyult és fatakarékoság szempontjából mindenkor követendő eljárás.

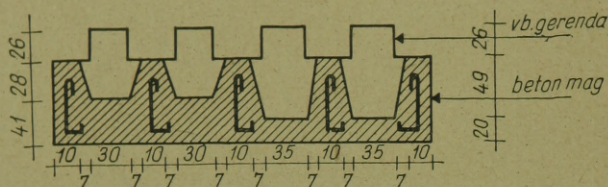
A pillérek vasbeton-szerelése nem volt könnyű feladat, ez a nehézség azonban a szerkezet gyors összeszerelésénél mutatkozó nagy előnyökkel szemben annyira eltörpül, hogy a szerkezet széleskörű



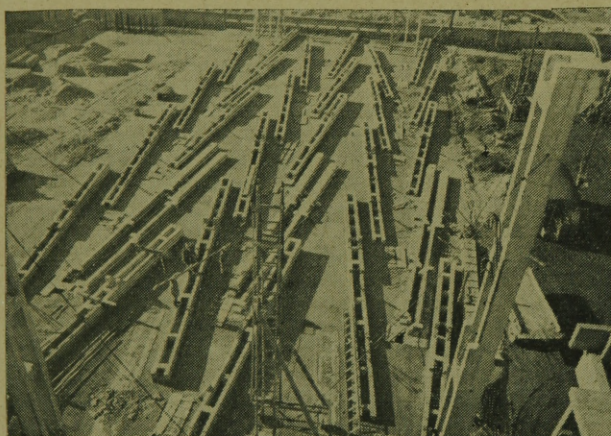
22. ábra.



23. ábra.



24. ábra.



25. ábra. Fénykép a fekvő pillérekéről.

alkalmazása kivitelezési szempontból előnyös. A pillérek felszakítása emelés előtt 8 db (4 pár) amerikai-kerrel történt és mindjárt úgy lett alámaglyázva, hogy az emelésnél alkalmazott élvédő saru alácsúsztható legyen.

Az idő hűvösödése következtében november hónapban az előregyártott elemek felszakítása a magról már nem történhetett meg 24 óra után, a kivitelező vállalat javaslatot tett a gőzöléses érlelésre, amit a beruházó el is rendelt. A november hó 2-án megkezdődött pillérgyártás is gőzölést kapott és azért lehetett a pillérek előregyártásával annyira előhaladni, hogy az előrehozott határidőt figyelembevéve december 2-án a beemelés megkezdődhetett.

Az emelés szovjet típusú NCK daruval történt. Az oszlopok emelése egy acél tengelyre, drótkötéllal erősített himbával történt (26. ábra).

A 8,5 tonnás oszlopok emelésénél, a daru gémjét ki kellett horgonyozni. Emelés közben pedig az élvédő görgő sarut csörlővel húzták a daru felüggesztő vonala irányában. Már néhány nap után a daru teljesítménye 3 pillér volt, amelyet később napi 5 pillérig tudtak fokozni.

Három pillérsor, illetve 9 pillér beemelése és kikötése után került sor a mestergerendák elhelyezésére, amelyből kezdetben 9 db volt a napi teljesítmény, később ezt 12-re sikerült fokozni. Három

pillérsor mestergerendáinak elhelyezése után került sor a födémpanelek elhelyezésére és pedig egyszerre egy-egy oszlop-közben mind a három szinten, tehát az egymás fölé kerülő paneleket mindhárom szinten egymás után helyezte be. Mindaddig, amíg három pillérköz oszlopai, gerendái és födémpaneljei elhelyezést nem nyertek, addig a szerkezetnek csomóponti kötése nem voltak (27. ábra). Mindössze a kelyhek kiöntése és a pilléreknek drótkötelekkel történő kikötése, valamint rögzítő lábai tartották a szerkezetet. Ezek a rögzítő háromlábak, amelyek gömbfából készültek, alsó és felső végükön vasfoglalatot kaptak, amelyek alul az aljzatbetonba elhelyezett fülekhez lettek rögzítve, felül pedig a pillért körülölelő szögvaskerethez kapcsolódtak.

Ezt a háromláb kitámasztást később el kellett hagyni, mert az NCK daru közlekedési lehetőségét, a himba kiakasztására szolgáló kivitelező által konstruált létrának mozgatását akadályozta és az ideglenes kimerevítéseket a kikötésen kívül András-kereszt merevítésekkel oldották meg.

A pillér és mestergerendák, valamint panelek elhelyezése után a pillérek folyamatos állítása, valamint a gerendák és panelek folyamatos behelyezése csak úgy volt biztosítható, hogy gondoskodni kellett a már összerakott vázszerkezet csomópontjainak folyamatos betonozásáról és a beton-szilárdulás kellő gyorsításáról.

Tisztán thermosz eljárással való betonozás nem kerülhetett szóba, mivel — bár a beton fagyási veszélyét megszünteti — semmi esetre sem biztosított volna olyan gyors és kellő mértékű szilárdulást, melyet a munka üteme megkívánt.

A betonozás gőzöléssel való szilárdítása szintén nem látszott gazdaságosan kivitelezhetőnek. A kazánteplettől ugyanis a gőznek az egyes, elszórtan fekvő és minimális kubatúrát kitevő csomópontokhoz kellő hatásfokkal való odavezetését — a vezeték szükséges hossza miatt — csak viszonylag nagyon magas szerelési, szigetelési költséggel lehetett volna megoldani. A gőzölést alkalmatlanná tette az a körülmény is, hogy a csomópontokat egy oldal kivételével előregyártott elemek határolták és így a gőz csak egy oldalon tudott volna érintkezni a betonfelszínnel, ami feltétlen a beton egyenetlen felmelegedését okozta volna, annál is inkább, mivel a többi határoló oldalakon a szerkezeti adottságoknál fogva a viszonylag rossz hőszigetelés javítására nem volt lehetőség. Mindezeket a költségeket a csomópont jelentéktelen kubatúrájára vonatkoztatva az 1 m³-re eső gőzölési költség rendkívül magas lett volna.

A beton szilárdításának egyetlen gazdaságos és gyors módszereként az elektromos úton való betonérlelést találták. Bár Magyarországon az áram egy kalóriára eső egységára viszonylag magas, mégis az ebből adódó többletköltség többszörösen megtérült abból kifolyólag, hogy kis felvonulási költséget és rövid időt igényelt a felszerelése, az átállás az egyes csomópontokhoz gyors és egyszerű volt, s mivel a hőközlés a betonon belül

történik, a hőveszteség az adott körülmények között a legminimálisabb; a fűtővasak célszerű elrendezésével a beton különböző pontjai között előálló hőfokkülönbség könnyen lecsökkenthető volt a megengedett felső határ alá.

A beton fűtése a betonvas ohmikus ellenállásának felhasználásával, alacsony feszültséggel (4–10 V) történt, ezáltal a sűrű vasszerelés ellenére nem volt szükséges a fűtővasak elszigetelése, mert a vasakon levő rozsdaréteg kellő szigetelést biztosított, valamint lehetőség volt betonozás alatt is a fűtést bekapcsolni.

A fűtéshez az eredeti szerkezeti vasak nem lettek felhasználva, hanem külön behelyezett, célszerűen elrendezett, kellő számú és méretű betonvas képezte a fűtőrendszert (átlag 5 db $\varnothing$ 6 vagy 8 mm-es betonvas) (28. ábra).

Az utóbbi években már több építkezésen történt betonszilárdítás törpefeszültség alkalmazásával. Ezen helyeken azonban magát a szerkezeti vasakat kapcsolták be a fűtési körbe. Ezt két főszempontból nem tartották kivitelezhetőnek, illetve célszerűnek.

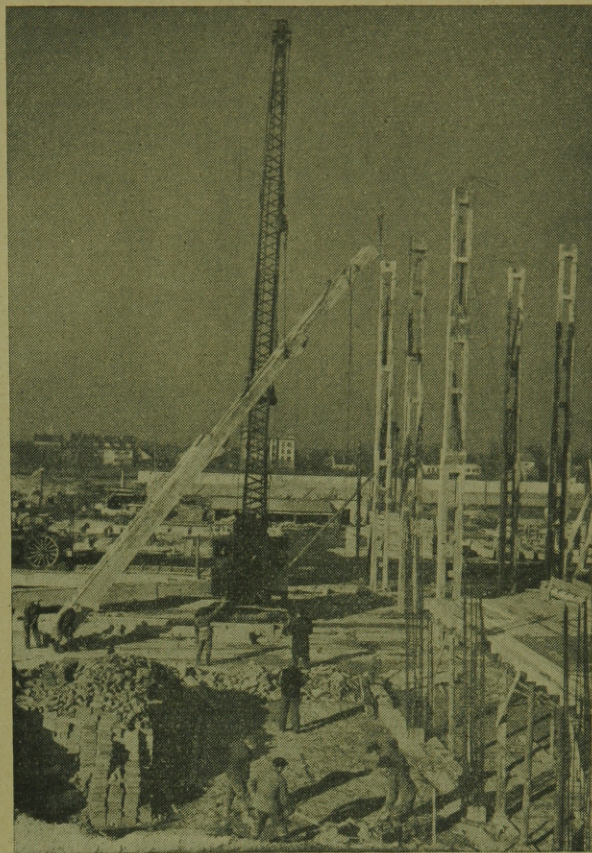
1. Az eredeti szerkezeti vasak keresztmetszete olyan nagy volt, hogy egyetlen szálnak a fűtőkörbe való bekapcsolása is már elegendő kalória átadására lett volna alkalmas, de ezáltal a beton különböző pontjain mérhető hőfok a megengedettnél jóval nagyobb ingadozást mutatott volna; kellő számú vas bekapcsolása esetén pedig a gazdaságosan alkalmazandó feszültség 0,5 V körül mozgott, melyet a rendelkezésre álló transzformátorokkal nem lehet gazdaságosan előállítani, de a mélyebben fekvő szerkezeti vasakhoz a csatlakozó vezetéknek gondosan történő odahegesztése szintén kivitelennek látszott.

2. A már korábban folytatott kísérletek azt mutatták, hogy a betonnak a szerkezeti vasakhoz való tapadása, annak fűtőszálként való alkalmazása esetén mintegy 20–25%-kal csökkent, részben a két anyag nem egyforma hőtágulási együtthatója következtében, részben pedig mivel a fűtőszálnak elengedhetetlenül bizonyos mértékig magasabb hőfokúnak kell lennie a beton kívánt átlagos hőfokánál, hogy a kellő hőátadás megtörténhessék.

A víz-cement tényezőt a bedolgozhatóság szabta meg, a víz-cement tényező növelésére nem volt szükség, mivel a beton felülete vízzel kellőképp elárasztható volt, az oldalfelületeken pedig kipárolgási lehetőség nem volt.

A beton bedolgozás utáni hőfoka átlag 15–20 °C között mozgott. A felmelegítési léghőfok 70–80 °C volt, amelyet átlag 4 óra alatt értek el. A fűtés kikapcsolása után 6–10 °C óránkénti átlagos hőfokesést észleltek. Minden egyes érlelt csomópont 10 órán keresztül volt 60 °C felett hőtartva, amelyhez kb. 6 óra időtartamon keresztül kellett összesen az áramkört bekapcsolva tartani.

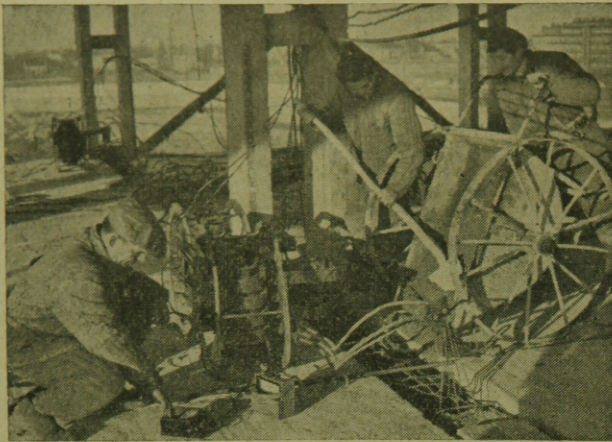
Egy 0,48 m³ betontartalmú csomópont érlelése 7 V és 940 amp. felvétellel történt, tehát a csomópont érleléséhez felhasznált energia 3950 Watt volt, vagyis m³-ként az érleléshez 82 kW-ot használtak fel. Figyelembe véve az áram 1,4 Ft-os



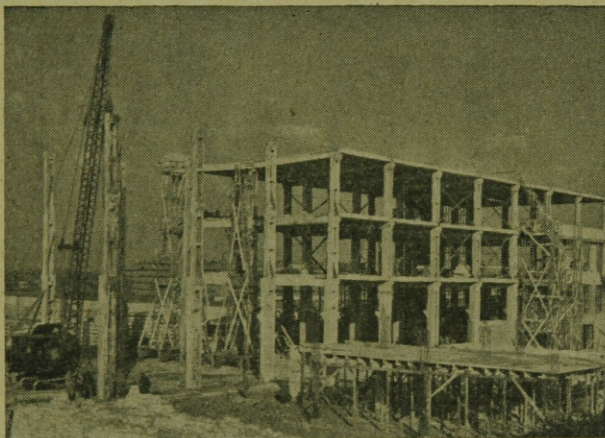
26. ábra. 3 szintes pillér emelése.



27. ábra. Mestergerendák és födémpanelek elhelyezése.



28. ábra. Csomópont elektromos érlelése.



29. ábra. A beemelésről számított hat hét utáni feszültségi fok.



30. ábra. A csarnok készültségi foka 1956 március 22-én.

egységárát, 1 m³ beton érlelési áramköltsége 115 Ft-ot tett ki.

Próbakockák beépítése a sűrű vasalás miatt nem volt lehetséges, de az ütőpróbával működő betonvizsgáló a 28 napos kockaszilárdság 60—65%-át jelezte.

A munka gyors előhaladása szempontjából nagy előnyt jelent, hogy a szerkezet összeszerelése

nem horizontális, hanem vertikális irányban halad, tehát az első kilenc pillér és hozzátartozó szerkezeti elemek beemelése után megkezdődhetett, mint egy teljesen kész csarnok vázrésznek kifalazása, amelyet ugyancsak mind a három szinten egyidőben kezdett meg a kivitelező.

Megállapítható, hogy a szerkezet előnyösnek és összeszerelhetőség szempontjából gazdaságosnak bizonyult. Az organizáció helyes volt és mint-hogy a kivitelező pontosan betartotta, a munkahelyen példás rend uralkodott. Igen nagy előnyt jelentett, hogy egyetlen emelőgépre volt csak szükség, amellyel minden szerkezeti elemet be lehetett emelni úgy, hogy a csarnok összeszerelése igen gyorsan történhetett meg. A 29. ábrán feltüntetett állapot a beemelés megkezdésétől számított hatodik hét építési helyzetét ábrázolja. Lehetővé vált tehát gyors és ezáltal termékeken munka.

Az a körülmény, hogy a szerkezeti méretek és súlyok lehetővé tették a mozgékony és gyorsan felvonultatható NCK daru felhasználását, nagy előnyt jelentett a kivitelezőnek úgy, hogy az eddig leszűrt tapasztalatok alapján a csarnoknak ez a rendszere beváltak és helyesnek minősíthető. — Mulasztás lenne, ha a jól megszervezett építkezésnek és gyors lebonyolításának építészvezetőjét Buresch Ferenc, és főművezetőjét Simon Dénes szaktársat nem említenénk meg mint olyanokat, akikről ennek a lapnak hasábjain is ismételten esett szó, akik feladatukat mindig nemcsak szorgalommal, de igen nagy lelkesedéssel végzik. Az elektromos érlelést Vízahányó Kálmán gépészmérnök, a gépesítést pedig Munkácsy Nándor gépészmérnök szervezte és bonyolította le jó eredménnyel.

A munkálatok a január hó végén beállott és huzamos ideig tartó erős fagyok miatt nem voltak folytathatók, mert a jéggé fagyott és jégtükrökkel bevont elemek beemelése súlyos baleseti veszélyeket rejtett volna magában, az elhelyezéseknél közreműködő dolgozók megcsúszásának veszélye miatt és így a munka újból csak március hónapban indult meg és a csarnok jelenlegi állapotát, illetve a március 22-i készültségi fokot az idecsatolt 30. ábra mutatja.

A többszintes üzemi épületek előregyártásának fenti két esetét úgy a tervezés, mint a kivitelezés szempontjából részletesen ismertettük, hogy a tapasztalatokat és a tanulságokat leszűrjük. Noha egyik épület sem készült még el, előnyei és hátrányai már kiértékelhetők.

A Hatvani Konzervgyár túlsók és sokfajta gépet igényel, amelyek kihasználása a vázoltaknál fogva nehézségbe ütközik. Nem helyes az elemek súlymértékezésénél a maximális lehetőségeket igénybe venni. A csomóponti kötések rendkívül munkaigényesek, hátráltatók, a hegeszthető vasak beszerzése körül nehézségek vannak.

Összehasonlítva a két épület szerkezetét, megállapítható, hogy a kőbányai könnyű ipari üzemi épület organizációs szempontból kedvezőbb feltételeket biztosított a kivitel részére, mivel egyetlen hernyótalpas daru használatával a gépnek maximális kihasználását biztosítja, az illesztéseknek és kötése-

seknek gyorsaságával a munka menetét rendkívül előrelendíti és a munkaigényességet nagymértékben csökkenti, ami építőiparunk jelenlegi legfőbb törekvése. A vertikális sávokban történő munkamenet lehetősége pedig a létesítmény leggyorsabb kivitelezését biztosítja.

A Hatvani Konzervgyárnál viszont értékes ta-

pasztalatok adódtak a pillér toldásokra vonatkozóan, melyek számos épületnél, így éppen az ismertettéknél, a helyszíni adottságok miatt nem küszöbölhetők ki. A csomópontok teherbírása és szerkezeti kialakítása már ezen épületnél is a közeli jövő fejlődése szempontjából sok hasznos tanulságot adott tervezőnek és kivitelezőnek egyaránt.

Építéshelyi téglavizsgálat*

ÚJHELYI JÁNOS

A téglavizsgálati módszerek megállapításával a kutatók először 1884-ben, az ún. müncheni konferencián foglalkoztak, mégpedig a szilárdság, fagyállóság és az időjárással szemben tanúsított ellenállás szempontjából. A nyomószilárdság meghatározására háromféle eljárást javasoltak:

- a) a ma is használatos szabványos féltéglakocka vizsgálat,
- b) a téglából kifűrészt és szabályos kockalakra lecsiszolt 6 cm élhosszúságú kockatest,
- c) 12×25 cm-es felületein habarccsal lesimított egész téglá.

E vizsgálati módszerek közül általánosan a féltéglakockával végzett szilárdságvizsgálat terjedt el. Bár 1927-ben H. Burchartz az amsterdami kongresszuson rámutatott, hogy a féltéglakockák nem lehetnek pontos vizsgálati testek, a törési eredmények nem a téglá tényleges szilárdságát adják, s a cementhabarcs szilárdsága is hatással van az eredményekre, ennek ellenére ez a vizsgálati eljárás még ma is kielégíti a gyakorlat követelményeit. Dr. Bresztovszky B. (1) a műegyetemi kísérleti állomáson 1929—1932-ben végzett összehasonlító kísérletei alapján arra a következtetésre jutott, hogy a téglá heterogén anyaga miatt a vizsgálati módszer megválasztásában inkább a próbatestek elkészítésének egyszerűsége, időtartama és pontossága, mintsem elméleti megfontolás a döntő. A kísérletek alapján dr. Bresztovszky a legmegfelelőbb eljárásnak a téglá belsejéből kivágott 6 cm élhosszúságú kocka vizsgálatát tartja.

Gáspár G. (3) kísérletei azonban kimutatták, hogy a féltéglakocka vizsgálatok adják eddig a legjobban összehasonlítható értékeket, s a kiskockával végzett vizsgálatot inkább csak az éktéglák szilárdságának megállapításánál célszerű alkalmazni. A féltéglákkal végzett vizsgálat a szabványos, kötelező vizsgálati módszer és ezért az Anyagvizsgáló Laboratóriumok téglavizsgálataiknál ezt az eljárást alkalmazzák.

A féltéglakocka nyomószilárdságának megállapítását csak megfelelő téglavágó- és törőgépekkel felszerelt laboratóriumokban lehet vizsgálati eljárásként alkalmazni. Nagyon sok esetben megtörténik azonban, hogy a téglamintákat az építkezésről későn küldik be a laboratóriumba,

s mivel az építés folyamatban van, a téglák egy részét már fel is használták, a vizsgálati eredményeket sürgetik. (8). A téglavizsgálat időtartama az anyag beérkeztétől számítva mintegy két hét, ha a megbízó csak nyomószilárdsági vizsgálatot kér, de ez a határidő is eltolódhat akkor, ha a laboratórium egyszerre sok vizsgálati megbízást kap. A legtöbb esetben tehát a megbízó a vizsgálati eredményeket az anyag feladásától számított kb. 3—4 hét múlva kapja kézhez. Ez a várakozási idő azonban hosszú, a téglá beépítésével annyi ideig nem lehet várni, így a téglaszállítványt sok esetben az anyag szilárdságának és egyéb tulajdonságainak ismerete nélkül kénytelenek az építkezésen felhasználni. Tekintettel arra, hogy a téglák tényleges szilárdsága sok esetben nem felel meg a gyári minősítésnek (8), a vizsgálat nélkül beépített anyag az épületek állékonysága tekintetében az építésvezetőket bizonytalanságban hagyja.

Az ÉTI volt Anyagvizsgáló Laboratóriumában a vizsgálati eredmények értékelése (7) során felmerült annak a lehetősége, hogy a téglaminták építéshelyi — helyszíni — minősítésére felszerelés nélkül, vagy könnyen előállítható felszereléssel elvégezhető vizsgálati módszert találjunk.

Nyomatékosan fel kell hívnunk a figyelmet arra, hogy az itt közölt eredmények és következtetések *csak tömör égetettanyag falazótéglákra* vonatkoznak s nem általánosíthatók másként — pl. újabban éghető anyag belekeverésével — gyártott téglákra.

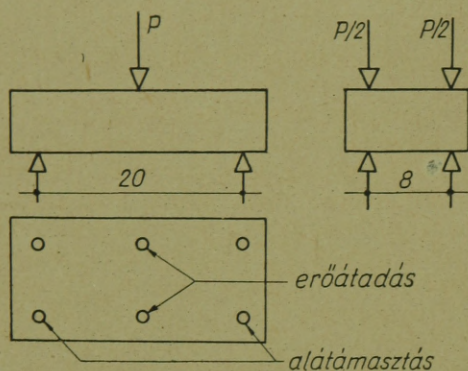
A téglák hajlítószilárdságának vizsgálata

Olyan vizsgálati módszert kerestünk, amely építéshelyi vizsgálat céljára alkalmas s amelynek eredményei összhangban vannak az MNOSz 551-52 szerinti féltéglakockával végzett nyomószilárdságvizsgálat eredményeivel. E célból a beküldött téglamintákon az MNOSz 551-52 szabvány szerinti hajlítószilárdságvizsgálatot is elvégeztük (1 ábra).

Megjegyezzük, hogy a szabvány e vizsgálatnál azt az előírást tartalmazza, hogy a felfekvési pontok a téglá szélétől 2,5—2,5 cm távolságban legyenek. Gépi berendezésünk ennek az előírásnak a betartását nem tette lehetővé, így a felfekvési pontok egymástól való távolsága az 1. ábra szerint állandó volt.

* Az Építéstudományi Intézetben végzett munka alapján.

E vizsgálatot abban az esetben végeztük el, amidőn a megbízó 40 db téglát küldött a laboratóriumba. A 40 db téglát csengés szerint az MNOSz 551-52 alapján négy csoportra osztottuk, s az egyes csoportok számarányának megfelelően összesen 20 db téglát választottunk ki. 10 db téglán a szabványos minősítő nyomószilárdság vizsgálatát végeztük el, 10 db téglát pedig hajlítószilárdságvizsgálatnak vetettünk alá. Elsősorban a 10—10 db téglára vizsgálatánál kiszámított átlageredményeket hasonlítottuk össze. Ezenkívül egyes



1. ábra. Az MNOSz 551—52 szabvány szerinti hajlítóteherbírás vizsgálat.

— a hajlítószilárdságvizsgálatnak már alávett — téglákat, amelyek a hajlítás során szabályosan, a középvonal mentén törtek, a szabvány előírásai szerint összehabarcoltuk s nyomószilárdságukat megállapítottuk. E vizsgálatok eredményeiből a matematikai statisztika módszereivel (4) végeztük el a nyomószilárdság és a hajlítószilárdság közötti összefüggés számítását. A számítás eredményeit, a téglák hajlítószilárdságának és nyomószilárdságának regressziós egyeneseit, a 2. ábrán tüntettük fel.

A regressziós egyenesek számításának megértéséhez és az eredmények megfelelő értékeléséhez röviden ismertetjük a számítás menetét.

A rendelkezésünkre álló adathalmazt úgy csoportosítottuk, hogy a nyomószilárdsági értékeket 10 kg/cm² eltérésű, a hozzátartozó hajlítóteherbírás értékeket 50 kg eltérésű határértékek közé soroztuk. Ezután megállapítottuk, hogy pl. 401—450 kg hajlítóteherbírású téglák közül 2 db = 81—90, 1 db = 91—100, 1 db = 101—110, 4 db = 111—120 és 3 db = 121—130 kg/cm² nyomószilárdságú volt. E nyomószilárdságoknak átlagát kiszámítva eredményül 110 kg/cm²-t kaptunk. Ugyanakkor megállapítottuk azt is, hogy 101—110 kg/cm² nyomószilárdságú téglák közül 1 db 301—350, 1 db = 401—450, 2 db = 451—500, 4 db = 551—600, 2 db = 601—650, 2 db = 701—750 és 1 db = 801—850 kg hajlítóteherbírású volt. E hajlítóteherbírások átlagértéke 541 kg.

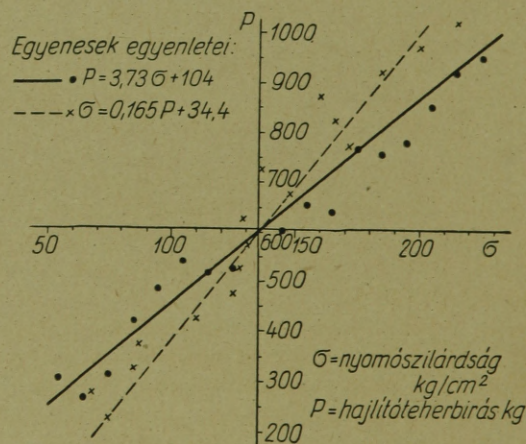
Fenti számítás elvégzésével tehát meghatároztuk, hogy 401—450 kg (átlag 425 kg) hajlítóteherbírású 110 kg/cm² nyomószilárdságú, viszont 101—110 kg/cm² (átlag 105 kg/cm²) nyomószilárdsághoz 541 kg hajlítóteherbírás tartozik. Az első értéket a 2. ábrán kereszttel, a második értéket fekete körrel jelöltük. A számítás az

összes vizsgált téglára elvégeztük s a kapott pontseregeket a legkisebb négyzetek módszere szerint legjobban megközelítő egyenesekkel egyenlítettük ki, mégpedig a fekete köröket a teljes vonallal kihúzott egyenessel, a kereszttel jelölt értékeket a szaggatott vonallal kihúzott egyenessel.

A kiegyenlítő, ún. regressziós egyenesekről most már a következők olvashatók le:

A vizsgált téglák átlagos hajlítóteherbírása 607 kg, átlagos nyomószilárdsága 135 kg/cm². A kétfajta szilárdság között bizonyos mértékű vonatkozás, korreláció az első pillantásra megállapítható: növekvő nyomószilárdsághoz növekvő hajlítószilárdság tartozik. A vonatkozás azonban nem tisztán függvénytani és megfordítható, nem egyszerűen lineáris, elsőfokú, hanem az észlelésbe más, nem vizsgált, vagy nem vizsgálható esetlegességi változók (5., 6.) is bejátszanak. A vonatkozó számítás szerint az elsőfokú vonatkozási mérték a teljesnek 77,4%-a.

Meg kell azonban jegyeznünk, hogy a nyert eredményt a vonatkozási mérték alsó határának tekintjük, mert a hajlítószilárdság vizsgálatához alkalmazott berendezés kezdetben nem volt szabványszerű, az alátámasztást mozdulatlan csúcsok képezték, amelyekre a téglák nem feküdtek fel mind a négy ponton. E berendezést a vizsgálatok kb. 50%-ának elvégzése után tudtuk csak átalakítani elmozduló csuklós alátámasztására. Mozdulatlan alátámasztás esetén a szórás 10 db téglára



2. ábra. A tömör égetett agyagtégla nyomószilárdságának és hajlítóteherbírásának regressziós egyenesei.

vizsgálatánál nagyobb volt, mint elmozduló alátámasztás esetén. A vizsgálatok ilyen értelmű különböző volta, nemkülönben a vizsgálati eredmények különböző súlya (81 eredmény 10—10 db téglára vizsgálatának átlaga, 51 eredmény egyenkénti törésekből származik) miatt az eredményeket csak tájékoztató jellegűnek tekintjük.

A hajlítószilárdság és a nyomószilárdság összefüggésének megállapítására már régebben is végeztek kutatásokat. Pesky János (2) az MNOSz 109. sz. szabvány felülvizsgálata folyamán végzett kísérleteinek eredményei alapján arra a következtetésre jutott, hogy a hajlítószilárdság számértéke a nyomószilárdság számértékének legkisebb várható értékére enged következtetni. Pesky J. azonban csak 14 téglamintát vizsgált s így

adatainak csekély száma tette szükségessé az óvatos fogalmazást.

Ha a 2. ábrán közölt képletekkel ellenőrizzük Pesky kísérleteinek eredményét, jó egyezést tapasztalunk 100–200 kg/cm² nyomószilárdsági határok között. 100 kg/cm²-nél kisebb nyomószilárdságú téglaminta Pesky kísérleteinél csak egy volt; 200 kg/cm² fölötti nyomószilárdság

esetén képletünk nem látszik alkalmazhatónak. Tájékoztatásul közöljük Pesky eredményeit 220 kg/cm² nyomószilárdságig és ezekből az eredményekből a

$$\sigma = 0,165 + P \ 34,4$$

képletünkkel kiszámított értékeket.

Pesky kísérletei:

hajlítóteherbírás, kg	474	670	645	759	843	934	1152	857
nyomószilárdság, kg/cm ²	73	139	163	157	167	210	200	206
számított nyomószilárdság, kg/cm ²	122	145	141	168	173	188	224	175

Az MNOSz 109. szabvány 1 módosítása az égetett agyag pillér- és falazótéglák hajlítószilárdságának vizsgálatát is előírta s a hajlítószilárdság legkisebb értékeit is megadta. Az alábbiakban közöljük a szabvány szilárdsági előírásait (nyomószilárdság és hajlítószilárdság) s a megadott nyomószilárdsághoz tartozó, a 2. ábra. képlete szerint számított hajlítószilárdságokat:

Megnevezés	MOSZ 109 szabvány szerinti		Számított érték
	nyomószilárdság	hajlítószilárdság	
		kg/cm ²	
I. oszt. pillértégla .	350	50	83,3
II. oszt. pillértégla .	250	40	61,3
I. oszt. nagyobb szil. falitégla ...	150	30	39,2
II. oszt. közönséges falitégla ...	100	20	28,2
III. oszt. közönséges falitégla ...	70	15	21,2

A fenti eredményekből megállapítható, hogy a hajlítószilárdság és nyomószilárdság közötti összefüggés jellege és iránya Pesky kísérleteinél, az MOSz 109. 1. mód. előírásainál és a mi kísérleteinknél azonos.

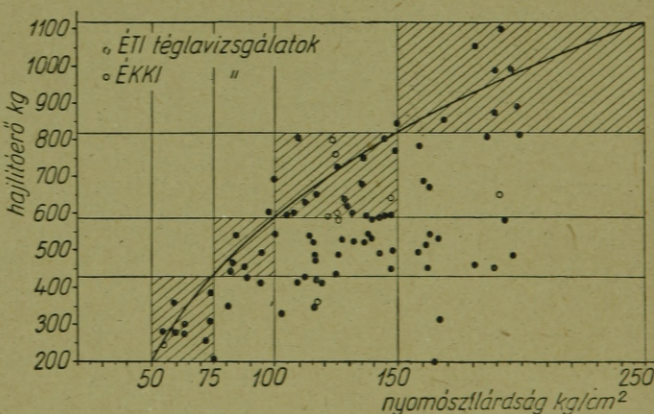
Az eddig közölt véleményünk szerint bizonyítják a téglák nyomószilárdsága és hajlítószilárdsága közötti határozott összefüggést.

A téglák nyomószilárdsága és hajlítóteherbírása közötti összefüggés pontos meghatározására további kísérletek elvégzését még szükségesnek véljük, azonban építéshelyi anyagvizsgálat céljaira, a várható nyomószilárdság építéshelyi megállapítására, eredményeinket kiegészítő vizsgálatok nélkül is felhasználhatónak tartjuk, a 3. ábrában közölt diagram szerint.

A diagram megszerkesztéséhez az ÉTI által végzett vizsgálatokon kívül felhasználtuk az Építőanyagipari Központi Kutató Intézet Minősítő Osztályán 1954. aug.—1955. márc. között végzett téglavizsgálatok eredményeit, amelyeket az Intézet volt szíves rendelkezésünkre bocsátani. Amint az a 3. ábrából is látható, a téglák nyomószilárdsága és hajlítóteherbírása közötti összefüggést jellemző görbét úgy rajzoltuk meg, hogy az a pontseregnek közelítőleg a felső határgörbéje legyen. Ez azért volt szükséges, hogy a hajlítóteherbírás alapján meghatározott nyomó-

szilárdság a várható legkisebb nyomószilárdságot adja meg.

A függőleges rendezőket a téglák nyomószilárdság szerinti minősítésének megfelelő szilárdsági határértékeknél (50, 75, 100, 150 és 250 kg/cm²-nél) húztuk meg, míg a vízszintes rendezők a határgörbe és a függőleges rendezők metszéspontjából indulnak ki. Az így kapott hálózatban a vonalkázott területekbe azon téglák vizsgálati eredményeinek megfelelő pontok esnek, amelyek mind a nyomó, mind pedig a hajlítószilárdságvizsgálatnál azonos osztályba tartozónak minősültek. Azok a pontok, amelyek a vonalkázott területek alá esnek, olyan vizsgálatok eredményei, amelyeknél a hajlítószilárdságvizsgálatból következtethető, várható minőségi osztály kisebb, mint a nyomószilárdságvizsgálatok alapján kapott tényleges minőségi osztály. A vonalkázott terület fölé eső pontok jelentése a fentiekből értelemszerűen következik.



3. ábra. Összefüggés a téglák nyomószilárdsága és hajlítóteherbírása között.

Az ábráról leolvasható, hogy a hajlítószilárdságvizsgálat alapján megállapított minőségi osztály milyen mértékben felel meg a nyomószilárdságvizsgálatoknál kapott minőségi osztálynak.

Az adatok az alábbiak:

ÉTI: megfelelő 47, kisebb 42, nagyobb 1 téglaminta
 ÉKKI: megfelelő 7, kisebb 2, nagyobb — téglaminta
 Összesen megfelelő 54, kisebb 44, nagyobb 1 téglaminta

Fentiek alapján a hajlítóerőből meghatározott közelítő minőségi osztály a vizsgálatok

Síma felületű vasbetétek hatásos véglehorgonyzásának kérdése

M. SZABÓ GÉZA

Jelölések:

- H a vasbetét húzóerője általában,
 H_0 a véglehorgonyzás húzóerője,
 H_{oh} a véglehorgonyzás határteherbírása,
 H_{om} a véglehorgonyzás mértékadó húzóerője,
 H_v a lehorgonyzó ív v keresztmetszetéhez csatlakozó lehorgonyzás húzóerője,
 H_{vh} a v keresztmetszet lehorgonyzásának határteherbírása,
 H_{vm} a v keresztmetszet lehorgonyzásának mértékadó húzóerője,
 H_H a vasbetét határhúzóerője,
 H_{th} *Considère*-kampók határteherbírása,
 $p(s)$ a lehorgonyzóív palástnyomóerőinek egységnyi hosszúságra jutó (nem állandó) intenzitása,
 p_0 a palástnyomás o pontbeli intenzitása,
 $p_{ja} = d \sigma_{ja}$,
 σ_{ja} a beton helyi nyomóigénybevétellel szemben számbavehető folyási szilárdsága,
 σ_K a beton 20 cm-es kockaszilárdsága,
 σ_{jah} a „ σ_{ja} igénybevétel módnak” megfelelő határfeszültség,
 σ_{fv} a vasbetét folyási szilárdsága,
 σ_{sz} a vasbetét szakító szilárdsága,
 r a hagyományos *Considère*-kampók görbületi sugara,
 $\varrho(s)$ a lehorgonyzó ív (váltakozó) görbületi sugara,
 ϱ_0 a lehorgonyzó ív o ponti görbületi sugara,
 ϱ_v a lehorgonyzó ív v ponti görbületi sugara,
 d a vasbetét átmérője,
 t a lehorgonyzás síkjának súlyponti távolsága az oldalsó betonfelülettől,
 m a véglehorgonyzásnak a 9. ábra szerint értelmezett magassága,
 o a lehorgonyzó ív kezdőkeresztmetszetének jele,
 v a lehorgonyzó ív végső keresztmetszetének jele,
 s az ívhosszúság,
 ϑ_v az ov ívhez tartó középponti szög,
 δ a véglehorgonyzás kezdő o keresztmetszetének H_0 irányú elmozdulása,
 $f = \operatorname{tg} \varphi$ a beton- és vasfelületek közötti súrlódási tényező.

Bevezetés

A síma felületű vasbetétek véglehorgonyzásának kérdése sok gyakorlati esetben felmerül. Vasbeton rácsostartók esetében például gyakran előfordul, hogy a húzott rudak vasbetéteinek lehorgonyzására alkalmazott szabványos *Considère*-kampók nem felelnek meg céljuknak és egyes csomópontok a szerkezet *rendeltetésszerű* használata során meghibásodnak. Ilyen esetekben egy hatásosabb véglehorgonyzásmód szükségére merül fel.

A vasbetétek hatásos és egyszerűen kivitelezhető véglehorgonyzásának megoldása az utófesztített, sőt néha az előrefesztített betonszerkezetek esetében is fontos. Feszítőhuzalok esetében ugyanis a szabványos *Considère*-kampók közismerten egyáltalán nem megfelelő véglehorgonyzások és így a véglehorgonyzás költséges lehorgonyzó fejekkel vagy a huzalvég meggörbítése révén spirálalakban kialakított, erősen túlméretezett és acélpazarlással járó megoldásokkal stb. történik.

Vasalt könnyűbeton szerkezetek esetében a könnyűbetonok jellegzetes tulajdonsága, a rossz tapadás következtében minden vasbetétet legalább a végén le kell horgonyozni. E lehorgonyzások természetesen nem csupán a szerkezet töréssel szembeni biztonságának fokozását szolgáló tényezőknek tekintendők, hanem a rendeltetésszerű használat során is elsőrendűen fontos erőtan szerepet betöltő tényezőnek. Minthogy könnyűbetonok esetében a szabványos kampók különösen hatástalanok, és minthogy minden egyes vasbetétet hatásos véglehorgonyzással kell ellátni, azért nyilvánvaló, hogy ebben az esetben is feltétlenül olyan új véglehorgonyzási módra van szükség, amely hatásossága mellett egyszerű és olcsó.

Közönséges hajlított vasbeton tartók esetében is felmerülhet a hatásos véglehorgonyzás kérdése.

E közleményben a hatásos véglehorgonyzás kritériumairól és a hatásos véglehorgonyzás néhány egyszerű gyakorlati megvalósítási lehetőségéről lesz szó.

1. A hatásos véglehorgonyzással szemben támasztott műszaki követelmények

Egy véglehorgonyzás általában abban az esetben tekintendő hatásosnak, ha a *kellő teherbírás* és a *kellő merevség* követelményét egyaránt kielégíti.

A *kellő teherbírás* követelménye azt jelenti, hogy a véglehorgonyzásnak a többi szerkezeti részével *egyenlő biztonsággal* kell hordania a ráháruló mértékadó húzóerőt. Mértékadó húzóerőnek általában a lehorgonyzott vasbetét *határhúzóerőjét* kell tekintenünk.

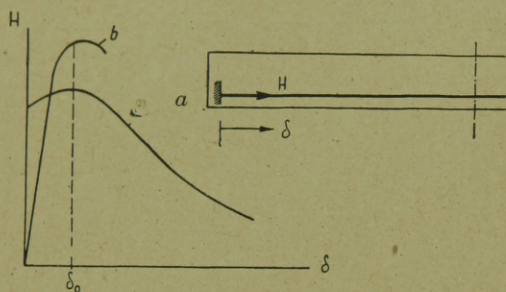
A *kellő merevség követelménye* általában azt jelenti, hogy a véglehorgonyzásnak a mértékadó húzóerő okozta H_0 irányú δ elmozdulása bizonyos mértéket nem haladhat meg. Ez a mérték aszerint változik, hogy milyen szerkezetről van szó.

Vasbeton rácsrudak esetében például a tűrhető elmozdulás mértékét az a meg gondolás szolgáltatja, hogy az elmozdulás következtében feltétlenül fellépő repedés megnyílása a még megengedhetőnek tekinthető 0,3 mm-t [1] ne haladhatta meg.

Minthogy a véglehorgonyzás elmozdulása a szóbanforgó esetben szükségképpen csak egyetlen

repedésben jelentkezik, azért vasbetonrácsrudaknál a véglehorgonyzás elmozdulásának tűrhető legnagyobb mértéke: 0,3 mm.

Utófeszített betonszerkezetnél a δ elmozdulás tűrhető mértékét elvileg semmivel sem korlátozza, feltéve, hogy ez már a feszítés tartama alatt lejátszódik. Ebben az esetben csak a tartós teherbírás

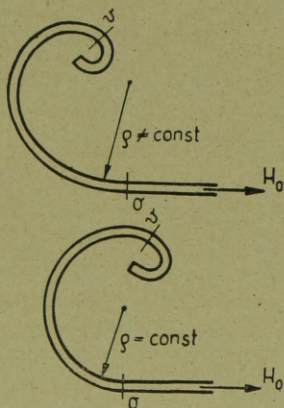


1. ábra.

követelményét kell kielégíteni, amivel azonban általában a merevség is automatikusan biztosítva van.

Vasalt könnyűbeton és közönséges vasbetonszerkezeteknél a tűrhető elmozdulás mértékét általában a betonanyag felületi kötésének $H\delta$ diagramja szabja meg. Az 1. ábrán e diagram általános alakját az a jelű görbe mutatja. A jelenség természeténél fogva bizonyos δ_0 elmozdulástól kezdve a felületi kötés teherbírása rohamosan leromlik. A δ_0 érték a beton minőségétől függően 0,1 mm körül változik.

Minthogy a felületi kötés hatása a nyílás mentén általában nem nélkülözhető, ezért a véglehorgonyzást ilyen esetben úgy kell megválasztani, hogy $H\delta$ diagramja (az 1. ábrán a b jelű görbe)



2. ábra.

a felületi kötés $H\delta$ diagramjával legalább közelítőleg azonos, vagy kisebb δ_0 mellett érje el maximumát. Ha ez a feltétel teljesül, akkor a felületi kötés gyakorlatilag együttműködhet a véglehorgonyzással.

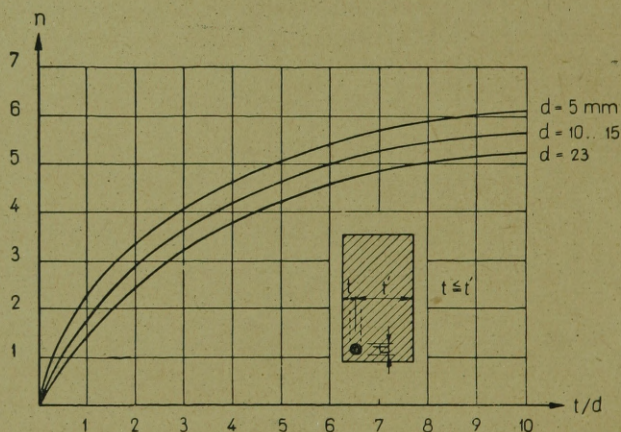
2. Hatásos véglehorgonyzások gyakorlati megvalósítása

Teherbíró és merev véglehorgonyzások gyakorlati megvalósítása több különböző elv alapján lehetséges (lásd pl. [3]). Az Építéstudományi Intézetben főleg olyan véglehorgonyzásokkal fog-

lalkoztunk, amelyek kötelszerűen húzott elemként működnek. Ilyen lehorgonyzások esetében a teherbírás és a merevség követelménye általában nincsenek ellentétben egymással és ha a kellő teherbírás követelményének kielégítéséről gondoskodunk, akkor ezzel általában a kellő merevség is biztosítottnak tekinthető.

A kötéhez hasonló erőjáték abban az esetben alakulhat ki, ha a vasbetét vonalvezetése és méretei (2. ábra) kielégítik a következőkben kifejtett feltételeket.

Minthogy a vasbetét görbe vonalozású, azért az o keresztmetszettől a v keresztmetszet felé haladva a húzóerő a palástfelület $p(s)$ súrlódó erőinek megfelelően csökken. A kellő teherbírás (és a kellő merevség) abban az esetben van biztosítva, ha a vasbetét húzóerője a v keresztmetszetig elenyészik, illetve — ha a v keresztmetszethez H_v teherbírási lehorgonyzás csatlakozik — H_v -re csökken és ha a palástfelületen fellépő nyomófeszültségek nagysága nem haladja meg a beton helyi nyomóigénybevétellel szemben számbavehető szilárdságát.



3. ábra.

A helyi nyomóigénybevétellel szemben számbavehető σ_{ja} szilárdságnak a beton 20 cm-es kockszilárdságával (σ_K) való összefüggését a

$$\sigma_{ja} = n \sigma_K \quad (1)$$

képlet fejezi ki. Az n tényező értéke a vasbetét átmérőjétől (d) és a betontakarás (t/d) mértékétől függ. E függvényt Carl Forssell svéd kutató kísérletileg határozta meg [3]. Kísérleti eredményeit a 3. ábrán tüntettük fel. Az (1) összefüggés elméleti vizsgálatával más alkalommal foglalkozunk. E helyen csak a 3. ábra szerinti törvényszerűség empirikus képletét adjuk meg (d cm-ben helyettesítendő be):

$$n = (2,75 - 0,6 d) (t/d)^{(0,36 + 0,11 d)} \quad (2)$$

A helyi nyomóigénybevétel esetében számbavehető határfeszültség kísérleti eredmények elemzése alapján, $\sigma_{jah} \approx \sigma_{ja}/2$

Egy ds hosszúságú ívelem egyensúlyát a 4. ábra szemlélteti.

Eszerint

$$dH(s) = -fp(s)ds - f \frac{dp(s)ds}{2} \quad (3)$$

A (3) egyenletben a $-\frac{f}{2} \frac{dp(s)}{ds}$ másodrendűen kicsiny tagot elhanyagolva a

$$dH(s) = -f p(s) ds \quad (4)$$

differenciálegyenletet nyerjük. A lehorgonyzó ív minden pontjának $\varrho(s)$ görbületi sugara, $H(s)$ húzóerője és $p(s)$ palástnyomásintenzitása között az ismert

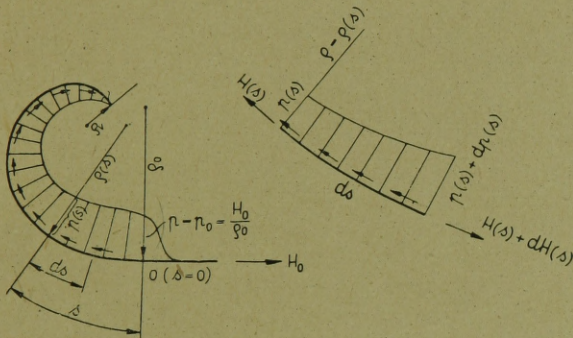
$$p(s) = \frac{H(s)}{\varrho(s)} \quad (5)$$

összefüggés áll fenn. Eme összefüggés és az

$$s = 0 \text{ esetében } H(0) = H_0$$

határfeltétel figyelembevételével a (4) differenciálegyenlet általános megoldása a következő:

$$H(s) = H_0 e^{-f \int_0^s \frac{ds}{\varrho(s)}} \quad (6)$$



4. ábra.

Gyakorlati esetekben általában az a feladat, hogy a lehorgonyzandó H_0 erő ismeretében meg kell tervezni a teherbíró véglehorgonyzást, vagy ellenőrizni kell az adott véglehorgonyzás teherbírását. E feladatok megoldásának részletei aszerint alakulnak, hogy milyen alakú lehorgonyzóívvel van dolgunk.

a) Állandó görbületű lehorgonyzó ívek (5. ábra)

A lehorgonyzó ív görbületi sugara az o és v keresztmetszetek közötti szakaszon állandó, vagyis $\varrho(s) = \text{const} = \varrho_0$.

E speciális esetben (6) általános képletünk a

$$H(s) = H_0 e^{-\frac{f}{\varrho_0} \int_0^s ds} \quad (7)$$

alakot ölti, vagy minthogy

$$\int_0^s ds = \varrho_0 \vartheta(s),$$

azért

$$H(s) = H_0 e^{-f \vartheta(s)} \quad (7a)$$

A (7a) képlet tanulsága szerint állandó görbületű lehorgonyzóívek esetében $H(s)$ semmiféle $\vartheta(s)$, mellett nem enyészik el. (Ezért nem működ-

hetnek a Considère-kampók kötélszerűen húzott elemként.) Ilyen esetekben tehát csak úgy biztosítható a kellő teherbírás, ha az ív célszerűen megválasztott v pontjában egy (általában kis) H_v teherbírású lehorgonyzást iktatunk be. A ϑ_v középponti szöggel jellemzett v keresztmetszet H_v húzóerőjének és a lehorgonyzandó H_0 erőnek viszonya az $f \approx 0,5$ tényező figyelembevételével

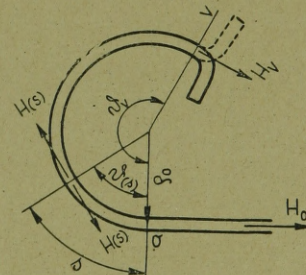
$$\frac{H_v}{H_0} = \frac{H_0 e^{-f \vartheta_v}}{H_0} = e^{-0,5 \vartheta_v} \quad (8)$$

A H_v/H_0 viszonzyszám értékét $\vartheta_v = \pi/2$, π és $3\pi/2$ -nek megfelelően az 1. táblázatban tüntettük fel. E táblázat szerint H_v már $\vartheta_v \geq \pi$ mellett olyan csekély, hogy a v keresztmetszet lehorgonyzására minden gyakorlati esetben alkalmasak a hagyományos Considère- vagy hegyes kampók (lásd [2] közlemény 1. táblázat). E hatásos véglehorgonyzási mód tehát minden gyakorlati esetben (könnyű betonok esetében is) könnyen megvalósítható.

1. táblázat

ϑ_v	H_v/H_0
$\pi/2$	0,756
π	0,208
$3\pi/2$	0,095

Tervezés esetében adott H_{om} (általában $H_{om} = H_H$); felvesszük H_{vh} -t a [2] közlemény figye-



5. ábra.

lembevételével (lehetőleg minél kisebb sugarú begörbítést alkalmazzunk), felvesszük ϱ_0 -t úgy, hogy

$$\varrho_0 \geq \frac{H_{om}}{d \sigma_{fah}} \quad (9)$$

legyen, amivel biztosítva van, hogy a lehorgonyzóív minden pontjában $p(s) \leq p_{fah} = d \sigma_{fah}$. A kellő teherbírás biztosításához szükséges $\widehat{ov}$ ívhosszúság ϑ_v középponti szögét a (7a)-ból levezethető

$$\vartheta_v = \frac{1}{f} \ln \frac{H_{om}}{H_{vh}} \quad (10)$$

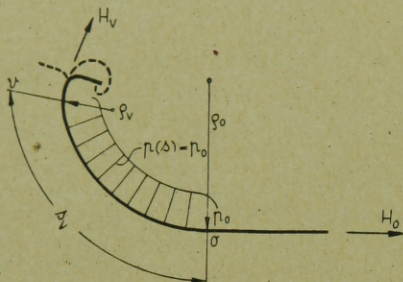
képlet adja.

Ellenőrzés esetében adott H_{om} és a véglehorgonyzás összes adatai: ϱ_0 , ϑ_v , H_{vh} . A véglehorgonyzás H_{oh} határteherbírását a (7a)-ból, illetve

(9)-ből következő

$$H_{oh} = H_{vh} e^{f \varphi_v}, \text{ de } \leq \varrho_0 d \sigma_{jah} \quad (11)$$

képlettel lehet kiszámítani. Az állandó görbületű lehorgonyzó ívek esetében a beton helyi nyomóigénybevételével szembeni szilárdsága csak az ív kezdőpontja környezetében van kihasználva.



6. ábra.

b) Változó görbületű lehorgonyzó ív (6. ábra)

A görbületi sugárnak az ív mentén való célszerű változtatásával el lehet érni, hogy a σ_{ja} szilárdság, illetve a σ_{jah} határfeszültség a lehorgonyzóívnek gyakorlatilag minden pontjában ki legyen használva.

Az ív mentén fellépő $p(s)$ radiális nyomóerőknek az s ívhossz mentén való változását a $\varrho(s)$ görbületi sugár függvényében a

$$p(s) = \frac{H_0}{\varrho(s)} e^{-\int_0^s \frac{ds}{\varrho(s)}} \quad (12)$$

képlet fejezi ki. Keressük azt a $\varrho(s)$ függvényt, amely mellett

$$p(s) = \text{const} = p_0 = \frac{H_0}{\varrho_0}.$$

Ha $\varrho(s)$ helyébe a $\varrho(s) = \varrho_0 - fs$ kifejezést írjuk, akkor

$$\int_0^s \frac{ds}{\varrho_0 - fs} = -\frac{1}{f} [\ln(\varrho_0 - fs) - \ln H_0 + n p_0]$$

és így (12) képletünk a

$$p(s) = \frac{e^{\ln[(\varrho_0 - fs) p_0]}}{\varrho_0 - fs} = \text{const} = p_0 \quad (12a)$$

alakot ölti, ami azt jelenti, hogy az említett feltételt kielégítő $\varrho(s)$ függvény éppen

$$\varrho(s) = \varrho_0 - fs. \quad (13)$$

Könnyen ki lehet mutatni, hogy a (13) kifejezés a *logaritmikus spirális* görbületisugarának kifejezésével azonos. A leggazdaságosabb lehorgonyzóív tehát a *logaritmikus spirális*. Az ilyen véglehorgonyzásokat a következőkben *spirálkampók* nevezzük.

A H_0 erő a logaritmikus spirális elméleti végpontjáig teljesen elenyészik. E ($\varrho = 0$ görbületi sugarú) pont ugyanígy a véglehorgonyzás ϱ_0 görbületi sugarú o pontjától a (13) egyenletből ki-

folyólag a görbe mentén mért

$$s = \frac{\varrho_0}{f} \quad (14)$$

távolságban van, és így e pontban

$$H(s) = \frac{H_0(\varrho_0 - \varrho_0)}{\varrho_0} = 0.$$

Spirálkampók esetében tehát elvileg nincs szükség az a) pontban tárgyalt H_v lehorgonyzásokra. Minthogy azonban az elméleti végpont közelében fekvő nagyon kis görbületű szakasz gyakorlati megvalósítása nehéz, azért e szakaszt bizonyos ϱ_v görbületi sugarú ponttól kezdve mégis helyettesítenünk kell valamilyen lehorgonyzással. A ϱ_v görbületi sugarú v keresztmetszet az o keresztmetszettől a (13) egyenletből kifolyólag az

$$s_v = \frac{\varrho_0 - \varrho_v}{f} \quad (15)$$

távolságban van. E keresztmetszet H_v húzóerője a (6) alapösszefüggésből kifolyólag

$$H_v = H_0 \frac{\varrho_v}{\varrho_0}. \quad (16)$$

A ϱ_v görbületi sugár nagysága — attól függően, hogy milyen átmérőjű és szilárdságú vasbetétet van dolgunk — 1 cm és 5 cm között változik. A gyakorlati esetek egy részében a H_v/H_0 viszonyszám olyan kicsi, hogy a v keresztmetszet-lehorgonyzására a [2] közleményben tárgyalt *Considère*- vagy hegyes kampók alkamasak. A gyakorlati esetek másik részében a H_v/H_0 viszonyszám nagy. Ilyen esetekben célszerűbb az a) pont szerinti állandó görbületű véglehorgonyzásokat alkalmazni.

Tervezés esetében adott H_{om} (általában $H_{om} = H_u$); a szóbanforgó vasbetét méretei és szilárdsága ismeretében felvesszük ϱ_v -t és a (16) képlettel kiszámítjuk H_{vm} -et. Ha H_{vm} a [2] közlemény szerint *Considère*- vagy hegyes kampóval felvehető (ha $H_{vm}/H_{cm} \geq 0,2$, akkor feltétlenül ezzel az esettel van dolgunk), akkor e kampó méreteit a [2] szerint megválasztjuk. (Ha $H_{vm}/H_{cm} < 0,2$, akkor spirálkampó helyett *állandó görbületű véglehorgonyzást* célszerű alkalmazni.) A spirálkampó kezdeti görbületi sugarát ugyancsak a (9) összefüggés határozza meg, a kampó alakját pedig a (13) összefüggés.

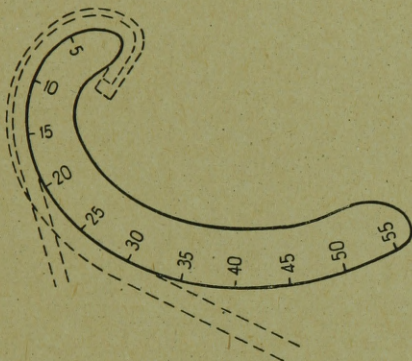
Ellenőrzés esetében adott H_{om} , és a spirálkampó összes adatai: ϱ_0 , ϱ_v , H_{vh} . Ha a görbe valóban a (13) egyenlettel jellemezhető logaritmikus spirális, akkor a véglehorgonyzás határteherbírását a (16)-ból, illetve (9)-ből következő

$$H_{oh} = H_{vh} \frac{\varrho_0}{\varrho_v}, \text{ de } \leq \varrho_0 d \sigma_{jah} \quad (17)$$

képlet adja.

Az e pontban tárgyalt spirálkampók a Magyarországon jelenleg használatos betonvashajlító gépeken nagyobb nehézségek nélkül előállíthatók. Előállításuknak kézi eszközökkel sincs azonban komoly akadály. Az előzőkből ugyanis kitűnik, hogy a logaritmikus spirális alakú vég-

lehorgonyzás a ϱ_0 kezdeti görbületi sugárral *teljesen egyértelműen* meg van határozva. A különböző d , σ_{fv} , σ_{fa} tényezőknek megfelelően megtervezett spirálkampók tehát bizonyos hosszúságon mind egymást fedő idomok, és így gyakorlati megvalósításukhoz *csak egyetlen* hajlítósablonra van szükség. E sablont cm beosztással kell ellátni és a tervezőnek a vasalási terven csupán azt az osztásvonalat kell megjelölnie, ameddig a szóbanforgó betonvas a sablonra görbítendő. A rágörbítés adott esetben szükséges mértékét a (15) képlettel lehet kiszámítani. Egy ilyen beosztott sablont a 7. ábrán tüntettünk fel. A beosztás a logaritmikus spirális elméleti végpontjában kezdődik. A sablon külső kontúrvonala nem a (13) egyenlettel meghatározott görbe. E vonalat ugyanis a meggörbített vasbetét rugalmas alakváltozásaira (visszarugódására) való tekintettel módosítani kell úgy, hogy a vasbetét tengelyvonalának *maradó* alakja éppen a (13) egyenletű görbe legyen.



7. ábra.

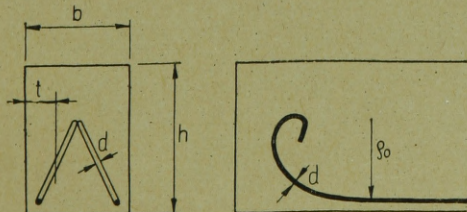
Ki lehet mutatni, hogy a hajlítósablon *kontúrvonalának egyenlete*:

$$\varrho_h = \frac{d(\varrho_0 - fs)}{d + 2\varepsilon_r(\varrho_0 - fs)} \quad (18)$$

A gyakorlatilag túlnyomórészt előforduló $d = 1 \dots 2,5$ cm, $\varepsilon_r = 1,14 \cdot 10^{-3} \dots 3,8 \cdot 10^{-3}$ és $\varrho_m = 5 \dots 30$ cm. határok között a (18) kifejezés $\pm 5\%$ pontossággal a

$$\varrho_h [\text{cm}] = \frac{1,6 \varrho_m [\text{cm}]}{1,6 + 5 \cdot 10^{-3} \varrho_m [\text{cm}]}$$

kifejezéssel helyettesíthető ($\varrho_m = \varrho_0 - fs$).



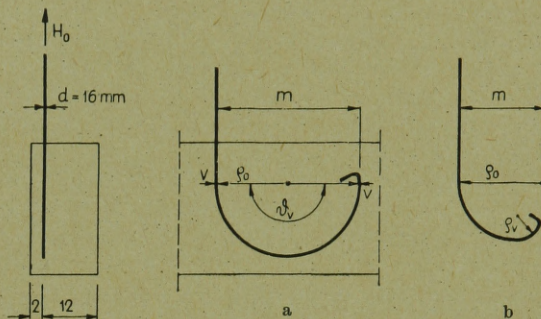
8. ábra.

Amint az (1) és (2) képletekből, valamint a 3. ábrából is látható, a véglehorgonyzás hatásossága nagymértékben függ az *oldalsó betontakarás t* mértékétől. A véglehorgonyzás elrendezése során tehát arra kell törekedni, hogy a *t méret minél nagyobb legyen*. Az oldaltakarás növelése a véglehorgonyzás

síkjának a függőlegestől való elforgatása vagy éppen vízszintessé tétele révén sok gyakorlati esetben egyszerűen érhető el (8. ábra). Ferde síku véglehorgonyzás esetében *t* a lehorgonyzó görbe súlypontjának az oldalsíktól való merőleges távolságát jelenti.

3. Példák

Számítsuk ki egy $d = 16$ mm átmérőjű, B200 betonba ágyazott (9. ábra), 50.35 B minő-



9. ábra.

ségű vasbetét *állandó görbületű* véglehorgonyzásának méreteit. A szóbanforgó vasbetét határhúzóerője $H_h = 3,26 \cdot 2800 = 9120$ kg $\equiv H_{om}$. A véglehorgonyzás legkisebb megkívánt görbületi sugara $\varrho_0 = H_{om}/d\sigma_{fah} = 9120/1,6 \cdot 210 = 27$ cm. Ugyanis a $t/d = 2/1,6 = 1,25$ viszonyzámnak megfelelően a 3. ábra, illetve (2) képlet szerint $n = 2,1$ és így $\sigma_{fah} = n\sigma_K/2 = 2,1 \cdot 200/2 = 210$ kg/cm².

Az a) pont szerint szükséges *v* keresztmetszetbeli lehorgonyzást egy $r = 2,5 d = 4$ cm görbületi sugarú hegyeskampóval valósítjuk meg, melynek határteherbírása [2] szerint

$$(H_{th} =) H_{vh} \approx \frac{(2,8 - 1,5)^2 + 22,7}{4,2} \sqrt{5}$$

$$= 1,6^2 \sqrt{420^2} = 1880 \text{ kg,}$$

tehát a (10) képlet szerint

$$\vartheta_v = \frac{1}{f} \ln \frac{H_{om}}{H_{vh}} = \frac{1}{0,5} \ln \frac{9120}{1880} = 3,16 \text{ rad} \approx 180^\circ.$$

Az ily módon kiszámított véglehorgonyzást a 9/a ábrán tüntettük fel. Könnyű meggyőződni arról, hogy ha például az oldaltakarás mértékét $t = 4$ cm-re növeljük, akkor ϱ_0 27 cm-ről 17 cm-re csökken stb. Vizsgáljuk meg, hogy az előbbi feladatnak *spirálkampóval* való megoldása milyen előnyökkel járna az állandó görbületű véglehorgonyzáshoz képest. A *o* ponti ϱ_0 görbületi sugár változatlan: $\varrho_0 = 27$ cm. A szóbanforgó vasbetét esetében a még könnyen megvalósítható legkisebb görbületi sugár $\varrho_v = 4$ cm, a ϱ_v görbületi sugarú keresztmetszet mértékadó húzóerője pedig a (16) szerint

$$H_{vm} = H_{om} \frac{\varrho_v}{\varrho_0} = 9120 \frac{4}{27} = 1350 \text{ kg,}$$

tehát a *v* keresztmetszet lehorgonyzására egy, az előzővel azonos $r = 4$ cm sugarú hegyeskampó

elegendő. Az ily módon kiszámított véglehorgonyzást a 9/b ábrán tüntettük fel.

Spirálkampós megoldás esetében tehát mind a véglehorgonyzás anyagszükséglete, mind helyszükséglete hozzávetőlegesen félakkora, mint az állandó görbületű megoldás esetében. E megállapításunk természetesen nemcsak az előbbi példa esetére vonatkozik. Ugyancsak minden esetre vonatkozik az a megállapításunk, hogy a véglehorgonyzás helyszükséglete az oldaltakarás mértékének növelésével rohamosan csökken.

Könnyen ki lehet mutatni, hogy a nagyszilárdságú feszítőhuzalok véglehorgonyzása még egészen gyenge betonokban (pl. könnyű betonokban) is nehézség nélkül megoldható.

Összefoglaló és befejezés

E közlemény 1 pontjában a valóban *hatásos* véglehorgonyzások kritériumait ismertettük. A 2. pontban általános összefüggéseket vezettünk le, amelyek kötélszerűen húzott elemként működő véglehorgonyzások esetében érvényesek. Eme ál-

talános összefüggések alapján két hatásos véglehorgonyzási mód gyakorlati megvalósítását mutattuk be. A 3. pontban néhány számpéldát oldottunk meg. Az ÉTI Kutató Laboratóriumban végzett kihúzó kísérleteink a 2. pontbeli elméleti megállapítások helytállóságát igazolták. E kísérletek részleteiről más alkalommal számolunk be.

A 2. pontban ismertetett véglehorgonyzásoknak alkalmazási területük van a vasbeton rácsos tartók, az utófeszített betonszerkezetek, a vasalt könnyűbetonszerkezetek esetében, továbbá olyan feszítetlen vasbetonszerkezetek esetében, amelyekben a beton felületi kötése önmagában nem képes az armírozásnak a húzott betonövvel való együttműködését biztosítani.

IRODALOM

- [1] Abeles : Die Rostgefahr von Eisenbetonkonstruktionen bei Rissbildung. Zement 1937, Heft. 7, 8, 9.
- [2] M. Szabó : A kampóprobléma elméleti megoldása. ÉTI Tudományos Közlemények 10. sz. Műszaki Könyvkiadó.
- [3] C. Forssell : Verankerung und Kaltstrecken von Bewehrungsseisen. Schweizer Archiv, 1950. No 7.

Rádióaktív izotóplaboratóriumok tervezése és építése*

NAGY JÁNOS és TARJÁN IMRE

1. Bevezetés

A különböző részecskegyorsító berendezések, főleg pedig az atommáglya az egyes elemek rádióaktív izotópjainak nagy mennyiségben és sokféle vegyületben való előállítását tették lehetővé. Nem célunk most a mesterséges rádióaktív izotópok széleskörű felhasználási lehetőségeinek még csak nagy vonalakban való ismertetése sem; annyit talán túlzás nélkül jósolhatunk, hogy a kezdeti lépések megtétele után a rádióaktív izotópmetodika hazánkban is hozzátartozik majd minden kutatóintézet, üzem, klinika, kórház mindennapi gyakorlatához.

Mivel a rádióaktív izotópok akár a kívülről jövő, akár pedig inkorporáció esetén a belülről jövő sugárzásuk miatt veszélyt jelenthetnek a velük foglalkozókra, az izotópmetodika bevezetése előtt gondoskodni kell az izotópmunkálatok veszélymentes és megbízható elvégzésének feltételeiről. Az utóbbi évtized folyamán a különböző nemzetközi radiológiai kongresszusokon kialakultak a rádióaktív laboratóriumok építésének, berendezésének, a bent dolgozó személyek sugárvédelmének, a munka megszervezésének főbb irányelvei. A közlemények és értesülések szerint egy országon belül is a különböző helyeken más és más szigorral tartják meg a nemzetközi előírásokat. Egyes helyeken túlságosan és fölöslegesen sok intézkedést tesznek a fent említett kívánalmak kielégítésére, másutt meg kevesebb gondot fordítanak a sugárvéde-

lemre és minden átalakítás és speciális felszerelés nélkül a meglévő helyiségek egyikét nevezik ki rádióaktív izotóplaboratóriumnak. Úgy véljük, hogy valahol a középúton kell keresnünk a helyes megoldást: az izotóplaboratórium építésével kapcsolatban bizonyos minimális kívánalmakat feltétlenül ki kell elégeztünk.

2. Az izotóplaboratórium építésének általános elvei

Egy rádióaktív izotóplaboratóriummal szemben a következő két főkövetelményt állítjuk fel:

a) A laboratórium nyújtson lehetőséget az izotópmunka biztonságos és kényelmes elvégzéséhez. Szem előtt kell tartanunk, hogy az izotópokkal végzendő kémiai és preparatív munkálatok — bár lényegükben azonosak az inaktív anyagokkal végzett hasonló műveletekkel — sokkal lassabban és sokszor speciális eszközökkel végezhetők. Ennek megfelelően több helyre és kényelemre van szükség. Általában egy kutatóra 20 m² laboratóriumi területet számítanak. Ez a terület azonban csökkenthető, különösképpen akkor, ha kisebb területen ugyanazzal a rádióaktív izotóppal dolgoznak. Mindenesetre egy munkaasztalon csak egyfajta izotóppal szabad dolgozni. A falak, berendezési tárgyak megépítésénél tekintetbe kell venni a sugárvédelmi szempontokat: a bent dolgozókat és a laboratórium szomszédságában tartózkodó személyeket védeni kell a különböző sugárzásoktól és az inkorporáció lehetőségét a minimálisra kell csökkenteni. Ezért a laboratórium tisztántarthatóságára, szükség esetén a falak megfelelő

* Tapasztalatok a budapesti Orvosi Fizikai Intézetben létesült rádióaktív izotóplaboratórium építésével kapcsolatban.

radiológiai árnyékolására nagy gondot kell fordítani.

b) *Biztosítsa a laboratórium a kapott mérési eredmények megbízhatóságát.* A különböző okok folytán helytelenül mért adatok téves tudományos következtetésekhez vezetnének.

A különböző szerzők (1. és 2. irod. utalás) más és más javaslatokat tesznek a rádióaktív laboratóriumok sugárzás-szintjének csoportosítására vonatkozólag. Ez érthető is, hiszen a laboratórium megépítésének módja sokban függ az egyszerre felhasználásra kerülő izotóp aktivitásától, az izotóp-sugárzás nemétől és energiájától, de függ a felhasznált izotóp bomlási félidejétől is. Általánosságban azonban mégis megállapíthatunk bizonyos csoportosítást olyan laboratóriumok számára, amelyekben a szokásos biológiai nyomjelző és diagnosztikai, terápiai kísérletek elvégezhetők.

1 μC -nél kisebb aktivitások felhasználása esetén a munkák közönséges laboratóriumban végezhetők. Természetesen itt is gondoskodni kell — a mérések megbízhatósága érdekében is — a laboratórium és a felszerelési tárgyak tisztántartásáról.

1 μC -tól 1 mC-ig terjedő aktivitások esetén gondoskodni kell vízmentes falakról, mesterséges légcseréről, gamma-sugárzó anyagok használata esetén megfelelő ólompáncélról és a falak árnyékolásáról is. Ezen az aktivitás-szinten a legtöbb anyagcsereforgalmi és diagnosztikai vizsgálat elvégezhető.

1 mC-nél nagyobb mennyiségek esetén különleges berendezések, elszívó fülkék, szárazkamrák, ólomtéglák, gondosabb árnyékolás használata ajánlatos. Ekkora aktivitásokat főleg a terápiás alkalmazásokban használnak, per os vagy parenterális adagolásban. Átvilágítási és külső (röntgenbesugárzást helyettesítő) besugárzási célokra több ezer mC aktivitást tartalmazó „gamma-ágyú”-kat használnak, amelyeknek megépítése különleges feladatok megoldását jelenti.

Az elmúlt években a budapesti orvostudományi egyetem fizikai intézetében orvosi-biológiai vizsgálatok céljaira rádióaktív izotóplaboratórium létesült. A különböző orvosegyetemi intézetekkel és klinikákkal tervezett együttműködésünk során egyszerre 1 mC-nél nagyobb aktivitású izotópmennyiséggel nem kívánunk dolgozni, ezért laboratóriumunkat az előbbi csoportosítás szerinti közepes nivó kívánalmi szerint építettük meg. Az építkezés céljaira már meglevő helyiségeink egy részét használtuk fel. Az épület adottságai alkalmasak voltak arra, hogy a laboratórium megtervezésénél a külföldi irodalomban javasolt, de hazai vonatkozásban is már kidolgozott (3. irod. utalás) előírásokat megvalósítsuk. Építkezés közben sok probléma felmerült és úgy véljük, hogy szolgáltatást teszünk mindazoknak, akik a közeljövőben rádióaktív izotóplaboratóriumot kívánnak építeni, azáltal, hogy idevonatkozó tapasztalatainkat leírjuk. Több orvos, biológus, fizikus, kémikus kívánságának is eleget kívánunk tenni ezzel a közleménnyel.

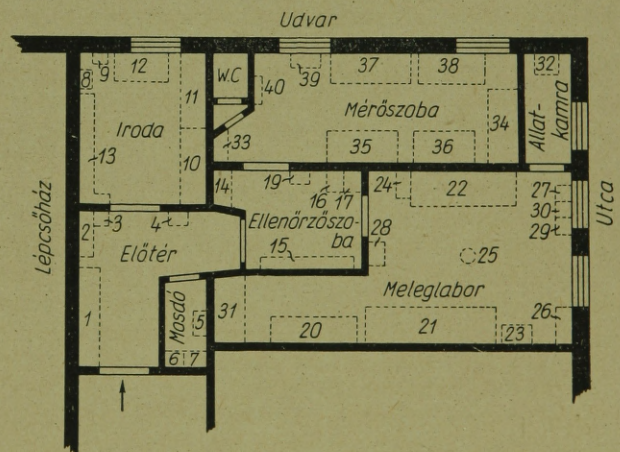
3. A laboratórium elhelyezése

Az előírások szerint kívánatos, hogy a rádióaktív laboratórium részleg megfelelően csoportosítva az épület valamelyik végében elkülönítve nyerjen elhelyezést egyetlen bejárati ajtóval. Ezt a kívánságot sikerült teljesítenünk, amennyiben olyan elszigetelt épületsarkot választottunk ki, amely két oldalról utcára, illetve udvarra, harmadik oldalról lépcsőházra és negyedik oldalról olyan inaktív laboratórium felé néz, amelyben állandó munka nem folyik, csupán rövidebb időre hallgatói gyakorlatokat tartanak. Így a laboratórium határoló falainak megépítésénél különleges sugárvédelmi szempontok figyelembevétele nem volt szükséges. A határoló falak különben is túlnyomórészt 50–60 cm vastagságúak (10–15 cm ólomvastagsággal ekvivalens).

További egyszerűsítést jelentett az a körülmény, hogy a laboratóriumunkat a felső emeleten helyeztük el, s így a felfelé való sugárvédelem fölöslegessé vált. A lefelé irányuló sugárzás abszorbeálására sem kellett külön gondolnunk, mert laboratóriumunk alatt kettős földem és a két földem között 80 cm vastag légtér van. Az alattunk levő helyiségben végzett dózisméréseink szerint néhány mC aktivitású gammasugárzó anyag hatása a természetes effektust észrevehetően nem növeli meg. A biztonság kedvéért 16 cm vastag betonréteget mégis elhelyeztünk a padlón.

4. A laboratórium beosztása

A laboratórium beosztása a fontosabb berendezési tárgyak helyének feltüntetésével az 1. ábrán látható. A bejárati ajtón keresztül az előtérbe jutunk. Itt helyeztük el az utcai ruhák számára a



1. ábra. Az Orvosi Fizikai Intézetben létesült rádióaktív izotóplaboratórium alaprajza. Az ábrán lévő számok magyarázata a szövegben.

négyrészes ruhaszekrényt (1)*, valamint egy kis méretű asztalkát (3) a távbeszélő készülék számára. Az előtérből három ajtó nyílik tovább. Egyik az irodába, másik a mosdó-zuhanyozó, harmadik az ellenőrző szoba felé. Az irodában szekrényeket (10, 11), polcokat (13), íróasztalt (12) he-

* A zárójelben lévő számok, pl. (1), az 1. ábra megfelelő helyére utalnak.

lyeztünk el. Bevezettük a gázt (8) is, elektromos kapcsolótáblát (9) építettünk be, hogy kisebb laboratóriumi munkákat inaktív anyagokkal itt is elvégezhessünk. Itt folynak a rádióaktív izotópok felhasználásával, kezelésével kapcsolatos adminisztratív munkák.

Az ellenőrző szobában kis asztalkán GK-4 jelzésű hordozható rádióaktív szennyezésmérő készüléket (16) helyeztünk el. A meleg laboratóriumban használt köpenyek, gumikötények, kalucsnik, gumicipők külön szekrényben (15) vannak. Az esetleges rádióaktív fertőzésnek kézről, arcról való eltávolítása érdekében ugyancsak az ellenőrző szobában dekontamináló oldatokat, káliumpermanganát-, citromsav-oldatokat tartunk (19).

Az ellenőrző szobából juthatunk a tulajdonképpeni rádióaktív laboratóriumba, az ún. meleglaborba. Ennek megépítésével és felszerelésével külön foglalkozunk. A meleglaborból kisméretű állatkamra nyílik a különböző állatkísérletekhez felhasznált állatok ideiglenes elhelyezésére. Néhány kutya, 10–20 patkány és nyúl elhelyezhető a kamrában.

Az ellenőrző szobából tolóajtó vezet a mérőszobába, ahol két nagyobb (1–2 q) teherbírási asztalon (35, 36) Geiger–Müller számláló berendezéseket helyeztünk el a megfelelő ólomtoronyokkal és segédberendezésekkel. Az üvegedények és felszerelések, műszerek tárolására falbaépített szekrény (33) és nagy álló üvegajtós szekrény (34) szolgál. Megjegyezzük, hogy az izotóplaboratóriumi munkálatok nagyon sok üvegedényt és egyéb felszerelési cikket igényelnek. Ezeket az intézet egy másik részében tároljuk és az izotóplaboratóriumba csak a legszükségesebb üveg- és műveket hozzuk be.

Az izotóplaboratórium építésével kapcsolatban szeretnénk felhívni a figyelmet egy nagyon lényeges szempontra. A meleglaborból a mérőszoba felé a közvetlen átjárási lehetőséget el kell kerülni, ezért a meleglabor és a mérőszoba között közvetlen ajtóösszeköttetés nem lehet. Erre azért van szükség, hogy a mérőszoba rádióaktív tisztaságát mindenképpen biztosítsuk. A meleglaborban dolgozók a mérőszoba megkerülésével elhagyhatják a munkahelyet. Ha ugyanis a mérőszobában elhelyezett számlálóberendezések, számlálócsövek és egyéb felszerelési tárgyak rádióaktív szennyezetté válnának, ez azzal a következménnyel járna, hogy a mérések alkalmával a háttér-effektus megemelkedne, ami meg a meleglaborban felhasznált izotópmennyiség emelkedését vonná maga után. Így a sugárveszély is megnőne. Ezért a mérőszobába csupán a már elkészített és a meleglaborban bepárolt rádióaktív készítmények kerülhetnek lefödött petricsészékben. A mérés után a csészéket azonnal el kell távolítani a mérőszobából. A meleglaborban dolgozók munkájukban a mérőszobába nem járhatnak át, mert kezükkel, köpenyükkel szennyeződést okozhatnának.

A mérőszobában számszámtáblát (40) is elhelyeztünk az egyszerűbb, gyakran használt számszámokkal.

A mérőszoba egyik sarkában WC-helyiséget építettünk előtérrel. Tanácsosabb lett volna ezt a

helyiséget a mosdó-zuhanyozó környezetében elhelyezni, azonban meglevő építészeti adottságaink erre nem adtak lehetőséget.

5. A falak megépítése

A falakat simára, hézagmentesre és vízzel gondosan tisztíthatóra kell kiképezni. A meleglabor és az állatkamra falait mennyezetig csempével burkoltuk $15 \times 15 \text{ cm}^2$ lapokból. A lapok közötti hézagokat kittel tömítettük, majd kétszeres olajmázolással lakkoztuk. Gondot fordítottunk a különböző csempeátörések (víz-, gázvezetékek, konzoltartó rudak és egyéb épületgépészeti berendezések mentén támadó rések) tömítésére és vízmentesítésére is. Célszerű, ha a falak burkolására az élek és sarkok mentén gömbölyű csempelapokat használunk. Ha eltekintünk a csempiburkolástól, megfelel a falaknak jóminőségű olajfestéssel való ellátása is. Utóbbi körülbelül feleannyi költséggel jár, de élettartama is lényegesen kisebb.

Tekintettel kell lennünk a meleglabor és a mérőszoba közötti fal vastagságának helyes méretezésére. Ha ugyanis a meleglaborban gamma-sugárzó anyagokkal is szándékozunk dolgozni, akkor a falat olyan vastagra kell készíteni, hogy a meleglaborban felhasználásra kerülő anyagok gamma-sugárzása a falban kellőképpen abszorbeálódjék és a mérőszobában folyó kiértékelést ne zavarja. E fal borítására külön 6 cm vastag beton és 6 cm vastag habarcs-vakolatot használtunk dróthálórögzítéssel. Tapasztalatunk szerint a meleglabor esetleges gamma-sugárzása a mérőszobában ólomtoronyban elhelyezett GM-csőveket működésükben egyáltalában nem zavarja. Mérőszobánkban a természetes effektus 20 impulzus/perc értéket általában nem haladja meg.

A mennyezetek minden helyiségben kétszeri olajmázolást kaptak, hasonlóképpen olajfestéssel láttuk el a mérőszoba, ellenőrző szoba, WC és az előtér falait is. A mosdó-zuhanyozó falát 2 m magasságig csempével burkoltuk, felül pedig olajfestéssel láttuk el.

6. A padlózat megépítése

A meleglabor és az állatkamra padlóját vízmentesre kell készíteni. Meglevő régi padlózatunkat felbontottuk és helyére 6 cm vastag aljzatbetonra kétrétegű vízszigetelést, majd erre 4 cm vastag simított védő betonréteget helyeztünk. A simított betonréteget kétszeres miniumréteggel, tömítő kittel, majd háromszori olajmázolással láttuk el. A meleglabor bútorzatának behelyezése után a járási felületeket 1 m széles gumiszőnyegekkel borítottuk, hogy az olajmázolást mechanikai és kémiai behatásoktól óvjuk. Ha lehetőség van rá, célszerűbb a hézagmentességet egybevágott gumiborítással biztosítani. A meleglaborban és az állatkamrában padló-összefolyókat létesítettünk. E két helyiség falait, mennyezetét és padlózatát így gumitömlő segítségével vízsugárral moshatjuk. A gumitömlő csatlakoztatása céljából a kiöntők vízcsapjait úgy készítettük, hogy a tömlővégből bármelyikre rászerezhető legyen.

A többi helyiség padlózatával kapcsolatban különleges szempontokat nem vettünk figyelembe. Ezek padlózatát a szokásos 20×20 cm² méretű mozaiklapokból készítettük, ügyelve azonban a hézagok és élek gondos tömítésére. A mosdó-zuhanyozó padlózatát a mozaiklapok lerakása előtt kétszeres vízszigetelő réteggel láttuk el.

7. Vízzolgáltatás

A meleglaborban és a mosdóban melegvízszolgáltatásról kell gondoskodnunk. Erre a célra az előtérben 2 m magasán falbaépített konzolokon 100 literes fekvő gázboylert helyeztünk el, amely az említett helyiségekben $60-70^\circ\text{C}$ hőmérsékletű vizet szolgáltat (2). A boiler a szokásos módon a megfelelő automatizáló és biztonsági berendezéseket is tartalmazza.

A meleglaborban a szokásos laboratóriumi kiöntőkön (23, 24) kívül az edények mosogatása céljából „Góliát”-mosogatót (20) építettünk be hideg-meleg vízzolgáltatással. A mosogató fölé szárítópole kerül, hogy az edényekről lecsöpögő víz a mosogatóba csurogjon vissza. Az állatkamrában egyszerű falikutat (32) szereltünk fel, föltötte polccal az állatalkitkák elhelyezésére.

Az említett mosogató helyett ajánlatosabb saválló acélból készült mosogató beszerzése, amely hazai viszonylatban is kapható.

A vegyifülke (31) vízzolgáltatását két vízcsap látja el, alattuk 20 cm átmérőjű fayance kiöntő tölcserrel. A csapok kívülről távfogantyúk segítségével szabályozhatók.

A mosdóban a hideg-meleg vizes zuhanyon (5) kívül hideg-melegvizes mosdókagyló is van (6). Padlóját lábráccsal borítottuk. Piperepolccal, tükkörrel, szappan-törülközőtartóval, fogasokkal (7) és mípólán-függönnyel egészítettük ki a mosdó felszerelését.

A mérőszobában egyszerű laboratóriumi kiöntőt (39) szereltünk fel.

8. Gázszolgáltatás

Az irodában (8), mérőszobában, meleglaborban, vegyifülkében (31) összesen 8 db kettős gázcsapot szereltünk fel. A vegyifülkében levő gázcsapok szabályozását kívülről távkapcsolókkal végezhetjük. Külön gázvezeték ($\frac{5}{4}$ collos) építettünk be a boiler és a gázkalorifer üzemeltetéséhez. Utóbbiról a szellőző berendezésekkel kapcsolatban teszünk említést.

9. Elektromos berendezések

Laboratóriumi helyiségeinket 110 V egyen- és váltófeszültséggel és 3×190 V háromfázisú áramszolgáltatással láttuk el. Vezetékeink egyenként 30 A terhelhetőségűek, úgy hogy laboratóriumunkban egyidejűleg 90 A áramfelvételi lehetőséget biztosítottunk. Tapasztalataink szerint 20 A-nél nagyobb áramerősséggel nem dolgozunk.

A vízszugárral mosható helyiségekben (meleglabor, állatkamra) minden elektromos szerelvényt vízmentesre építettünk. A meleglabor világítását 3 db 200 wattos mennyezeti és 4 db 60 wattos fali

égő szolgáltatja. Számoltunk azzal, hogy a laboratórium működése közben nemcsak a meglevő 110 V egyen- és váltófeszültségre lesz szükségünk, hanem más feszültségekre is. Éppen ezért több helyen „üres” falicsatlakozókat helyeztünk a falba még a csempézés előtt, amelyekre kívülről tetszőleges feszültségeket adagolhatunk. Így bármely feszültség, akár háromfázisú is, a kellő helyen rendelkezésünkre áll. A falicsatlakozókkal általában ne takarékoskodjunk: minél több helyen szereljük be, hogy a meleglaborban minél kevesebb villanyzsinórt kelljen használnunk. A zsinórok ideodahúzgálása ugyanis a rádióaktív anyagok szétgurcolását segíti elő.

A meleglabor és az állatkamra lámpáinak kapcsolóit az ellenőrző szoba falán helyeztük el (16). Ugyancsak itt vannak az egész laboratórium elektromos hálózatának biztosító automatái. Áramszolgáltatásunkat függetlenítettük az épület többi részétől. Ez célszerűnek látszik, mert így az előforduló esetleges hibákat azonnal javíthatjuk, másrészt az épület többi részében végzett javítások esetén áramszolgáltatásunkat nem kell szüneteltetni.

A padlástérben elhelyezett turboventillátorok motorjainak táplálásához 3×190 V háromfázisú áramot vezettünk fel.

A bejárati ajtón csengőgombot szereltünk fel, a csengő (18) maga az ellenőrző szobában szól. Az ajtó elektromos ajtózárral nyílik.

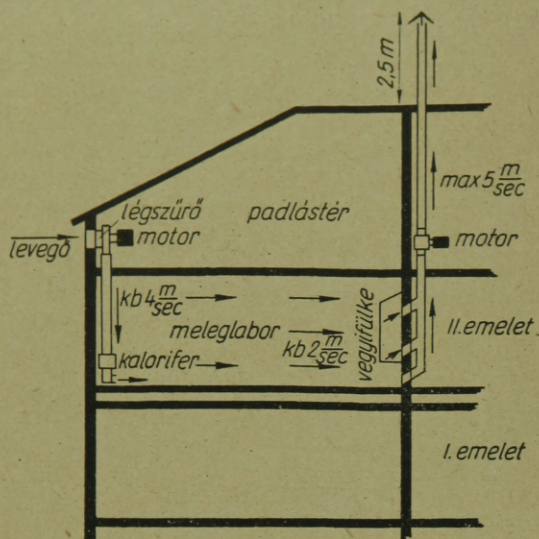
Az előtérben levő kis asztalkán távbeszélő készülék nyert elhelyezést városi és házi használatra (3).

10. Szellőzőberendezések

A meleglabor és a vegyifülke (31) megfelelő légcseréjét külön berendezések végzik. A terem szellőzésére különösen nagy gondot kell fordítani akkor, ha hosszú felezési idejű és könnyen emanáló rádióaktív anyagokkal dolgozunk, és akkor is, ha rövidebb ugyan a felezési idő, de a rádióaktív izotóp a szervezet valamely részében lokalizáltan letelepedhet és ott az anyagcsereforgalomban való részvétel és a felezési idő mértékétől függően hosszabb-rövidebb ideig kifejezheti káros hatását. A teremszellőzés fontos célja tehát az inkorporáció lehetőségének csökkentése.

Szellőzőberendezésünk elhelyezési és működési vázlata a 2. ábrán látható.

A légcserét a padlástérben elhelyezett két centrifugális ventillátor biztosítja. Az egyik a vegyifülke (31) fölötti térrészben van és 200 mm átmérőjű eternitesövön át szívja a vegyifülke levegőjét. A fülkében két szellőző tolattyút építettünk a falba: az esetleg termelődő nehéz gázok az alsón, a könnyű gázok a felsőn távoznak. Az elszívó nyílás nagysága változtatható, maximális átmérője 20 cm. A légelhúzó radiális ventillátor teljesítménye $600 \text{ m}^3/\text{óra}$, azaz 100 m^3 térfogatú meleglaborunk levegőjét óránként hatszor cseréli. A motor fordulatszáma 1440/perc, teljesítménye 0,2 LE. A ventillátor és a motor közös tengelyen van, s a motor a légáramon kívül esik. A ventillátor és a motor felszerelése a 3. ábrán látható. Az egész be-



2. ábra. A meleglabor szellőző berendezése.

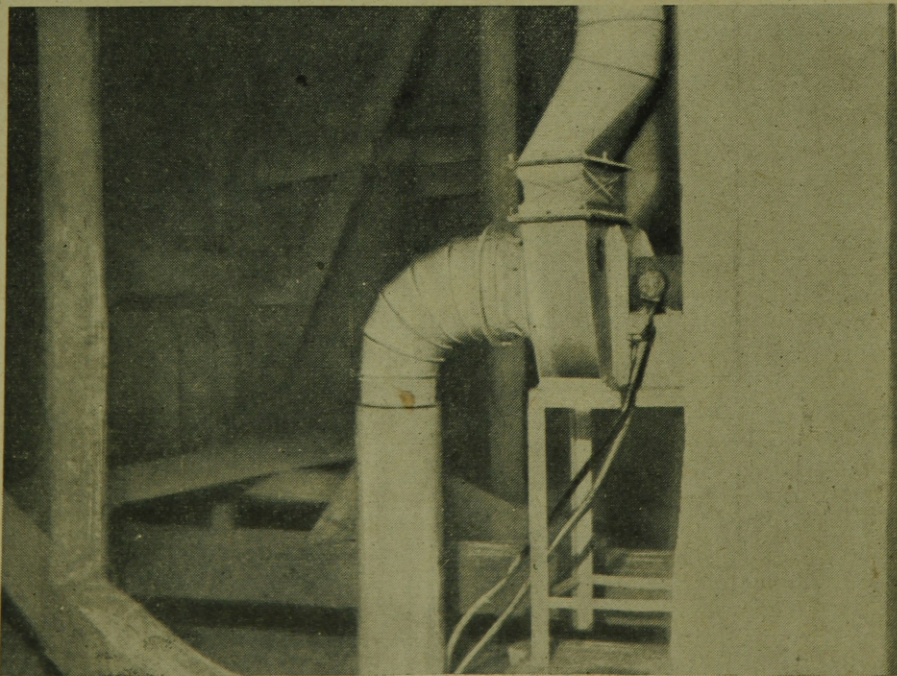
rendezés a II. zajfokozatba tartozik, lármanívója a halk társalgás hangosságán, azaz 25 phon hangosságon alul van, s így a padlástérből a meleglaborba üzemi lárma alig hallatszik le. (Az I. zajfokozatba 15 phon hangosságig a studiók ventiláló berendezései tartoznak.) Az elszívásra szolgáló eternitsövet belülről többszörös olajmázolással láttuk el a tisztántarthatóság érdekében. Az elszívott levegő szintén eternitsövön át távozik 2,5 m magasra a gerinc fölé. A kivezetőcső tetején szél- és esővédő bádogsapkát szereltünk fel.

Az elszívott levegőt az ablak- és ajtórések nem tudnák pótolni, s így az elszívó motor nem tudná a kellő levegőtérfogatot elszállítani. Gondoskodnunk kellett tehát az elszívott levegő megfelelő pótlásáról. Ezt egy másik radiális ventilátor végzi, amely ugyancsak a padlástérben az utcáról szívja be a levegőt és egy vezető eternitsövön át továbbítja a meleglaborba. Ennek a

motornak az adatai megegyeznek az elszívó motor adataival, azzal a különbséggel, hogy teljesítménye kisebb és óránként csak ötszörös levegőmennyiséget szállít a helyiségbe. A méretezést azért terveztük így, hogy a meleglaborban a motorok egyidejű működése közben kismértékű alulnyomás legyen. Az elszállításra kerülő levegőmennyiség az ablak- és ajtóréseken át egészítődik ki a hatszoros óránkénti térfogatra. Ez a csekély mértékű depresszió kizárja annak lehetőségét, hogy rádióaktív gázok és gőzök a réseken át a szomszéd helyiségekbe kidiffundálhassanak. Sőt, az áramlás iránya éppen ellenkező: a szomszédos helyiségekből áramlik inaktív levegő a meleglabor felé.

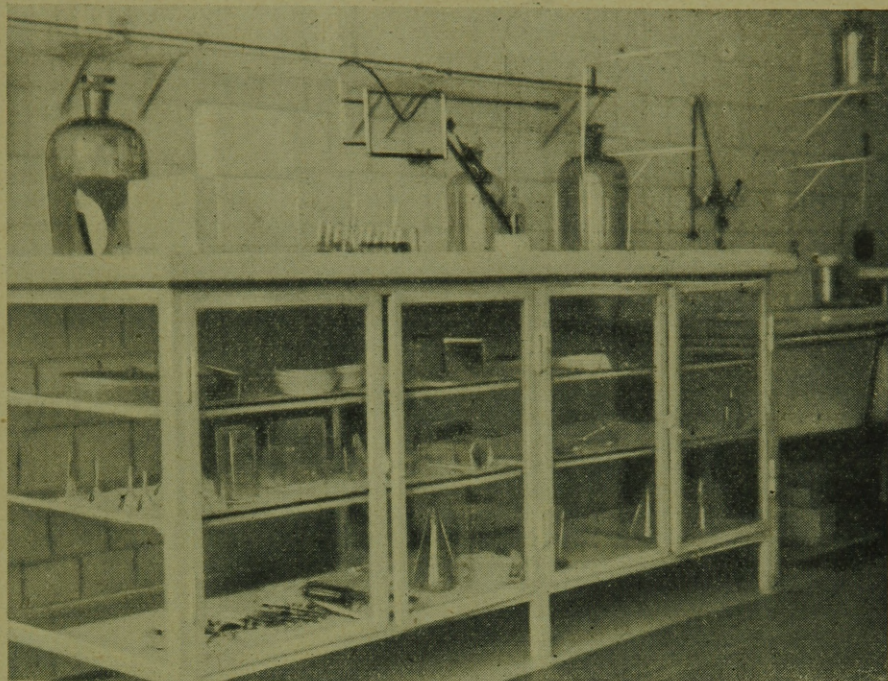
Az óránkénti hatszoros levegőcserével kapcsolatban két újabb probléma jelentkezett: a beszívott levegő portalanításának és télen szobahőmérsékletre való melegítésének kérdése. Mindkét feladat megoldása nagyon lényeges. Ha ugyanis az utcai levegőt nem portalanítjuk, akkor óránként 600 m³ levegő portartalma kerül be a laborba. A por igen jó adszorbens anyagként viselkedik a rádióaktív gőzök, gázok számára. Ennek elkerülésére a padlástérben portalanító berendezést építettünk a beszívó ventilátor elé. Így a levegő ezen az olajos légszűrő készüléken át (mérete 50 × 50 cm) érkezik be, miközben portartalma az olajba áztatott fémgyűrűkön megtapad. Tanácsos két légszűrő betétet beszerezni, hogy az egyiknek tisztítása esetén a másikat üzembe állíthassuk. A légszűrőbetét tisztítására külön szűrő-mosó készülék szolgál. Ennek beszerzése nem szükséges; a tisztítás nélküle is elvégezhető.

A beszívott és már portalanított levegőnek szobahőmérsékletre való felmelegítését egy gázkalerifer segítségével (26) oldottuk meg. Úgy terveztük, hogy télen -20 °C külső hőmérsékletre számolva +20 °C hőmérsékletű levegő kerüljön be a helyiségbe. A beszállított 500 m³ levegőmennyi-



3. ábra. A léghűző ventilátor felépítése a padlástérben.

4. ábra. A meleglabor vasból és üvegből készült munkaasztala.

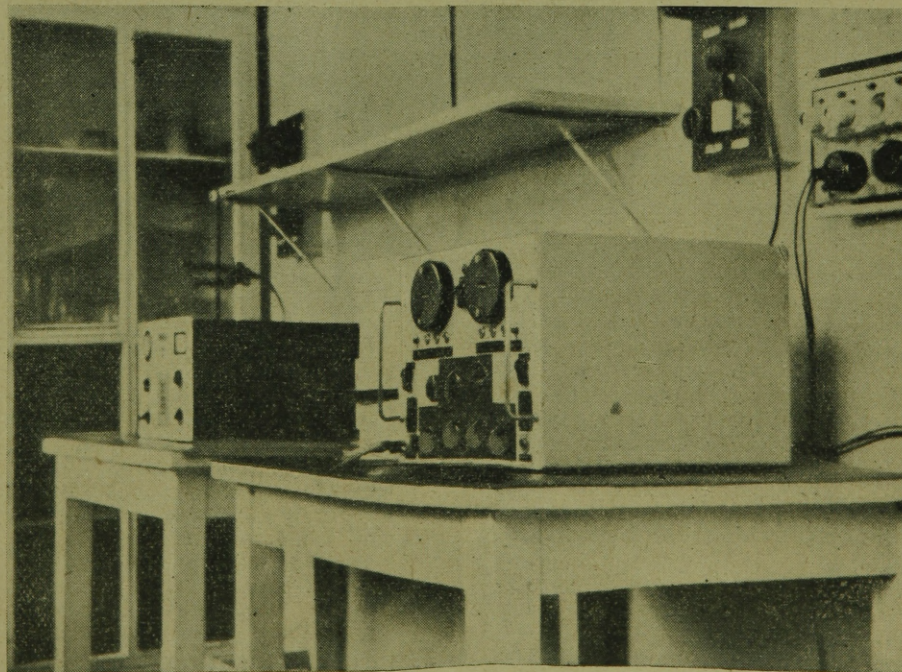


séget figyelembevéve, gázlégkályhánkat 6200 Kal/óra teljesítményre terveztük. Ez óránként $2,5 \text{ m}^3$ gázfogyasztást jelent. A kalorifert áramkihagyás, gázkihagyás esetére biztosítóberendezéssel és hőmérsékletszabályozó készülékkel kell ellátni. Természetesen, a beszívott levegő felmelegítése elektromos árammal is történhet. Ekkor azonban figyelembe kell venni a rendelkezésre álló elektromos hálózat terhelhetőségét. 110 Volt esetén ugyanis a melegítéshez kb. 70 A, 220 Volt esetén 35 A erősségű áramokra volna szükség. Az elektromos energia különben is 5—6-szor drágább a világítógáz által szolgáltatott energiánál.

A portalanított és felmelegített levegő a meleglabor alján az ablakok alatt áramlik be és a helyiség teljes szélességében végigterül. Így az egész helyiség átöblítődik friss levegővel. A vegyifülkében elhelyezett szellőzőnyílásokon át a levegő 1—2 m/sec sebességgel távozik.

A padlástérben levő motorok be- és kikapcsolása az előtér falán elhelyezett kapcsolóval (4) végezhető. A kapcsolótáblát azért helyeztük az előtérbe, hogy a motorokat már a meleglaborba való belépés előtt üzembehelyezhessük. Eleget tettünk annak a kívánságnak, hogy az esetleg felszabadult gőzöket és gázokat már a munka megkezdése előtt eltávolítsuk a meleglaborból.

5. ábra. A mérőszoba munkaasztala a Geiger—Müller számlálóberendezésekkel.



11. Izotóptároló szekrény

A beérkezett és felhasználásra váró izotópokat megfelelő szekrényben kell tárolni. Kettősfalú páncélszekrényt készítettünk erre a célra, a két fal között 6 cm vastag ólomtéglafallal. A szekrény ajtaja is ólommal bélelt, olyan kiképzéssel, hogy a rések között se juthassanak ki rádióaktív sugarak a helyiségbe. Helykímélés céljából trezorunkat a meglelabor utcai falába építettük be az ablak alá (27) úgy, hogy a szekrény ajtaja és a fal csempeburkolata egy síkban vannak. A szekrény belső hasznos mérete $30 \times 26 \times 20$ cm.

12. Munkaasztalok

Meglelaborunkban két munkahelyet létesítettünk. A szükséges két asztalt (21, 22) vasból és üvegből készítettük. A szögvaskeretet összehegesztettük és az asztal falát 5 mm vastag üveglapokkal burkoltuk. A kísérleti eszközök tárolására az asztalokba üvegpalcokat építettünk be. Az asztalok tetőlapját 3 mm vastag ólomlemez borítottuk peremes széllel a tisztántarthatóság érdekében. Az ólomlemez miniummal és olajmázolással látuk el. Az asztalokról készített felvételt a 4. ábrán láthatjuk. Az asztalok fölött 25 cm széles üvegpalcokat szereltünk fel.

Kis asztalkákat helyeztünk el a meglelaborban a mérlegek számára (28, 29). Itt tartjuk az aktív hulladékokat, folyadékokat tartalmazó edényeket is (30).

A mérőszobában a számlálóberendezések számára nagy teherbírású faasztalokat (5. ábra) ké-

szítettünk (35, 36), mindkét oldaluk olajmázolással. A mérőszobában két íróasztalt is elhelyeztünk (37, 38).

*

Egyéb felszerelési tárgyakról, eszközökről nem írunk most. Speciális elszívó fülkék, száraz kamrák, hulladéktartó vödrök, fogók, csipeszek leírása az említett külföldi szerzők írásain kívül Techetné, Vödrös D., Whitehouse és mások közleményeiben megtalálható (3, 4, 5. irodalmi utalás).

A laboratórium építésével járó munkákban az intézet részéről tevékenyen résztvevő Csáki László és Csuzi Sándor munkatársunk. Az építés kivitelezését a fővárosi VIII. kerületi Tatarozó Vállalat végezte. A nagy körültekintést igénylő munka gondos, lelkiismeretes elvégzéséért Pusztai Jánosnak és Orbán Lőrincnek köszönetet mondunk.

IRODALOM

- (1) *H. Schwiegk*: Künstliche radioaktive Isotope in Physiologie, Diagnostik und Therapie. 1953.
- (2) *G. K. Schweitzer*: Radiative Tracer Techniques. 1949.
- (3) *Techetné Ágoston Erika és Vödrös Dániel*: Rádióaktív laboratóriumunk berendezése. K. F. K. I. Közl. 3. 2. sz. 1955.
- (4) *W. J. Whitehouse—J. L. Putman*: Rádióaktív izotópok. (Bevezetés a rádióaktív izotópok előállításába, mérésébe és alkalmazásába.) Magyar fordítás. Akadémiai Kiadó. 1955.
- (5) *Nagy János*: Távpipettázó készülék rádióaktív és más fertőző folyadékok pipettázására. Magy. Fiz. Folyóirat. III. kötet. 1955.

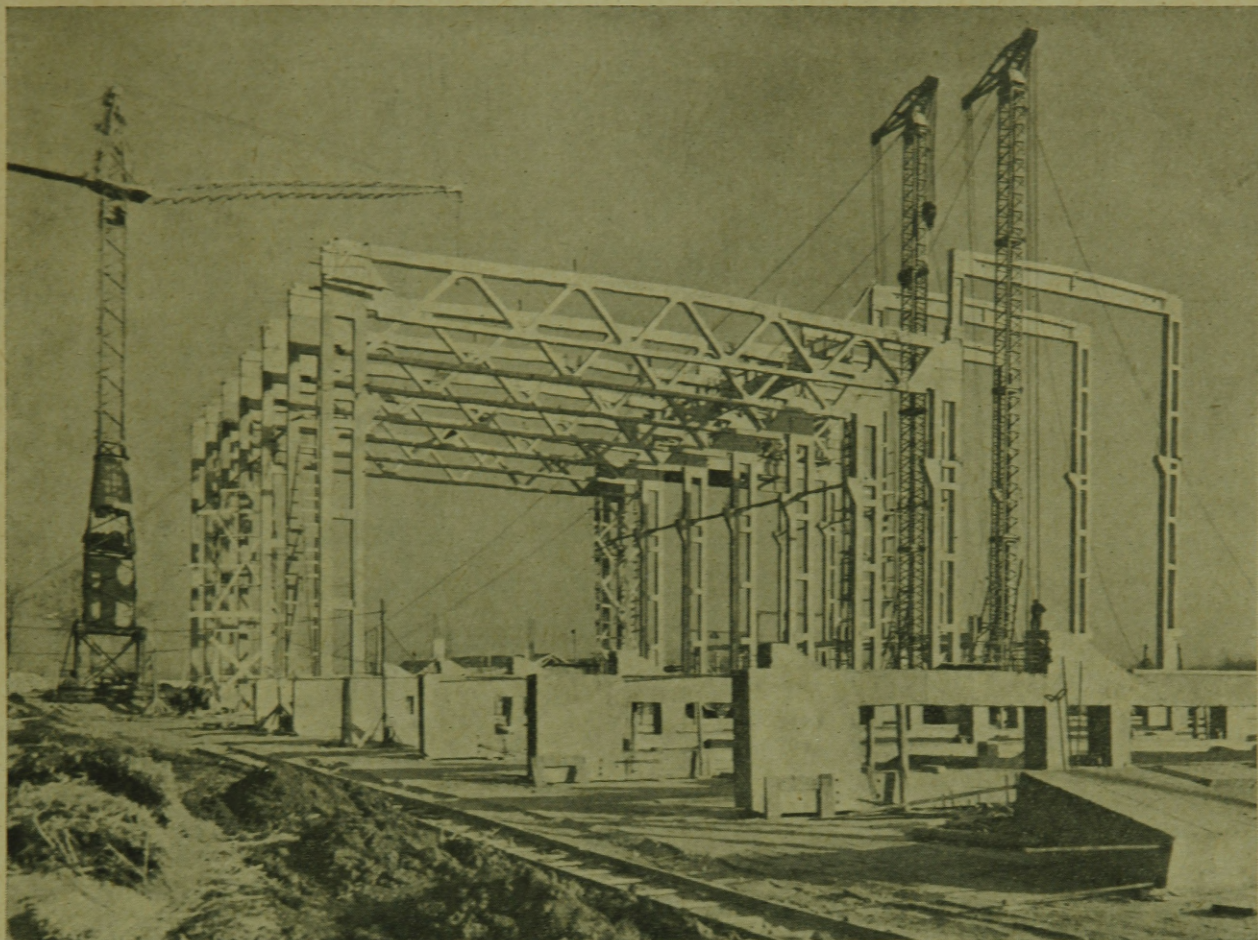
Ipari Épülettervezés — Gépgyárak

A könyv a gépgyári épületek tervezésével kapcsolatos feladatcsoportok technológiai és építészeti komplex megoldásának alapelveit rögzíti. A mű szükségességét az ipari épülettervezés hazai gyakorlata indokolja. Sűrűn előfordult ugyanis, hogy egy tervezői feladat legkedvezőbb megoldását keresve a technológus és az építész igényei látszólag ellentétbe kerültek. Megfelelően megszerkesztett irányelvek hiányában ezeket a sokoldalú követelményeket nehéz volt célszerűen összeegyeztetni. A gépgyári épületek tervezésével kapcsolatban ezeket a hiányokat kívánja pótolni a könyv, amely elsősorban építésztervezők részére készült. Ismerteti a gépgyártás területén használatos szállítóeszközöket, a leggyakoribb és legjellegzetesebb szerszámgépeket, továbbá a különböző tervezési adatokat. A gépgyári üzemszervekkel kapcsolatban leírja a technológiai folyamatokat, az anyagforgalom, a tárolás és aállítás módjait. Közli a gépi berendezések adatait, valamint egyéb technológiai kiinduló adatokat. Hasznos segítség azonban ez a könyv a technológus tervezők részére is, mert kellő részletességgel ismerteti a technológiai terv készítése során figyelembe veendő építészeti szempontokat. A komplex megoldás alapelveinek helyes érvényesítését kidolgozott gyakorlati példák érzékeltetik. A magyarázó ábrák, áttekinthető táblázatok megkönnyítik a gyors és egyértelmű tájékozódást.

295 lap

961 ábra

Ára kötve: 98,50 Ft



1. ábra. I. ütem szerkezeti képe szerelés közben.

Csepel Autógyári Szürkevasöntöde előregyártott csarnokszerkezete

KONCZ TIHAMÉR

Az előregyártott ipari csarnokszerkezetek 1949. óta jelentős mértékben fejlődtek. Ennek a fejlődésnek egyik állomása az alábbiakban ismertetésre kerülő 1952-ben tervezett és 1952—53-ban kivitelezett szerkezet.

Áttört szelvényű szerkezeteket terveztünk; elsősorban alkalmazva *együttesen Vierendeel szerkezetű oszlopokat és rácsosszerkezetű főtartókat*. Így megvalósíthatóvá vált az összes elemek *fekve való készítése*, de egyidejűleg a nagyméretű elemek egyszerű *élreállítását* is meg kellett oldanunk.

A pillérek és gerendák csatlakozásánál *szárazkötésű csomópontokat* terveztünk a szerelés egyszerűsítésének és meggyorsításának érdekében. Rácsos ablaktartókat alakítottunk ki, amelyek mint *többszörös rendeltetésű elemek* az előregyártott szerkezetek jellegzetes megjelenési formái.

A szerkezeti megoldások részleteikben tovább fejlődtek, főleg keresztmetszeti méreteik csökkentésével, a B. 280. minőségű betonnak a helyszíni előregyártásba való bevezetésével, a rácsos szerkezetek vasszerelési módjában. Az áttört szelvényű szerkezetek alkalmazása általánossá vált, szárazkötésű csomópontokat tervezünk az oszlopok az

alaphoz való kapcsolatánál is. A rácsos ablaktartók a többhajós laterna felülvilágítójú csarnokok jellegzetes, igen gyakran alkalmazott szerkezetei lettek.

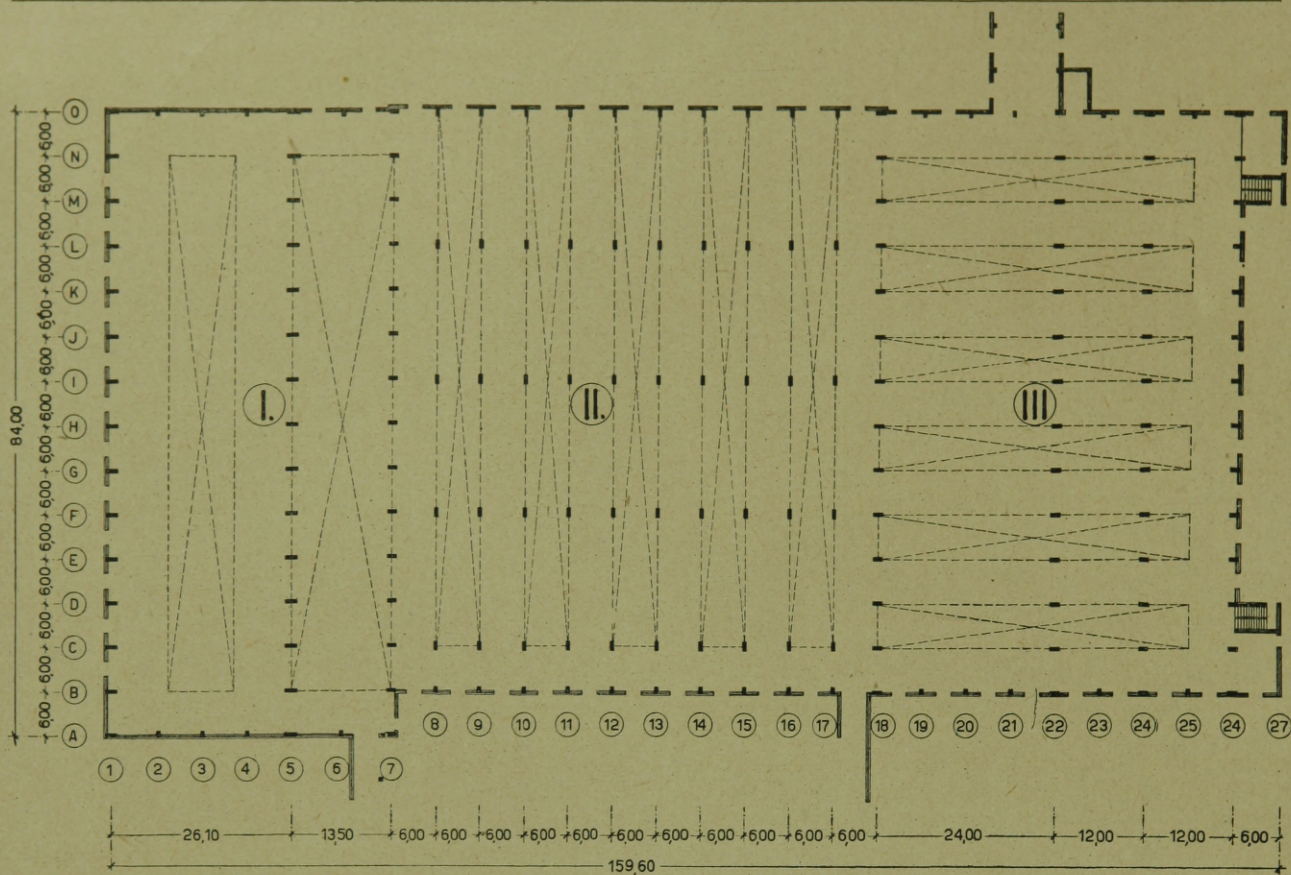
A Szürkevasöntöde a Csepel Autógyár motoröntvényeinek gyártására épült. Technológiája egészen korszerű: a ZISz autógyár új öntödéje nyomán tervezte a KGMTI.

Az épületet a technológiai folyamat három részre, három különböző ütemre osztja:

- I. anyagtároló, homokelőkészítőmű és kemencecsarnok,
- II. öntő- és formázórész,
- III. öntvénytisztító és festőüzem.

Az épület csaknem teljes alapterületében kétszintes, a + 5,00 m-es szinten nagyterhelésű monolit földem készült. Mindhárom ütemben több daru kerül beépítésre max. 5 t terheléssel. A három ütem összesen 250.000 légm³.

A technológia célszerű telepítése az épület földszintjén 6,0 × 6,0 m-es pillérosztást ad, amelyet a nagyterhelésű földem is indokol. A megvilágítás laterna felülvilágítókkal történik, amelyek az I. és II. ütemben K—Ny, a III. ütemben pedig É—D



2. ábra. Alaprajz.

irányúak. Építészeti szempontból a szerkezetet és formát igyekeztünk összehangolni. A függőleges térelhatárolást téglafallal oldottuk meg.

Az I. ütem szerkezeti megoldása

A darutartó sinkoronájának adott $+11,88$ m-es magassági szintje, a daru helyszükséglete meghatározta a főtartó alsó síkját. Adott volt még a II. ütem $15,70$ m-es legkisebb belső magassága és az az építészeti kíváncsalom, hogy az I. és II. ütem párkánymagassága azonos legyen. Így adódott a $2,75$ m-es tartómagasság.

A monolitikus kupolórész csatlakozásánál a nagyobbik hajó egyhajós csarnok, ezért az I. és 5. jelű pillérsor méretét azonosra vettük. A nagyobbik hajóban középső laternát terveztünk, a kisebbik hajó megvilágítását a szerkezet egyszerűsítésének kedvéért az egész hajó kiemelésével oldottuk meg. (Lásd 4. ábra).

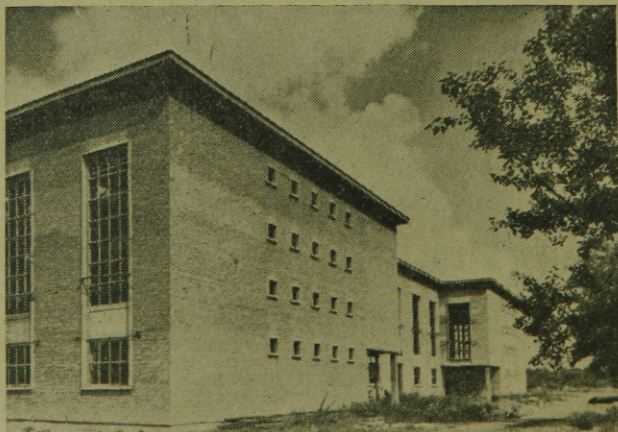
Az I. és II. ütem csatlakozásánál újabb pillérek és főtartók beiktatása helyett az ablakelemet tartónak alakítottuk ki és alsó övére támasztottuk az II. ütem tetőelemeit.

A szerkezetet lineáris elemekre: pillérre és gerendára bontottuk, amelyeket a sarokpontban illesztünk.

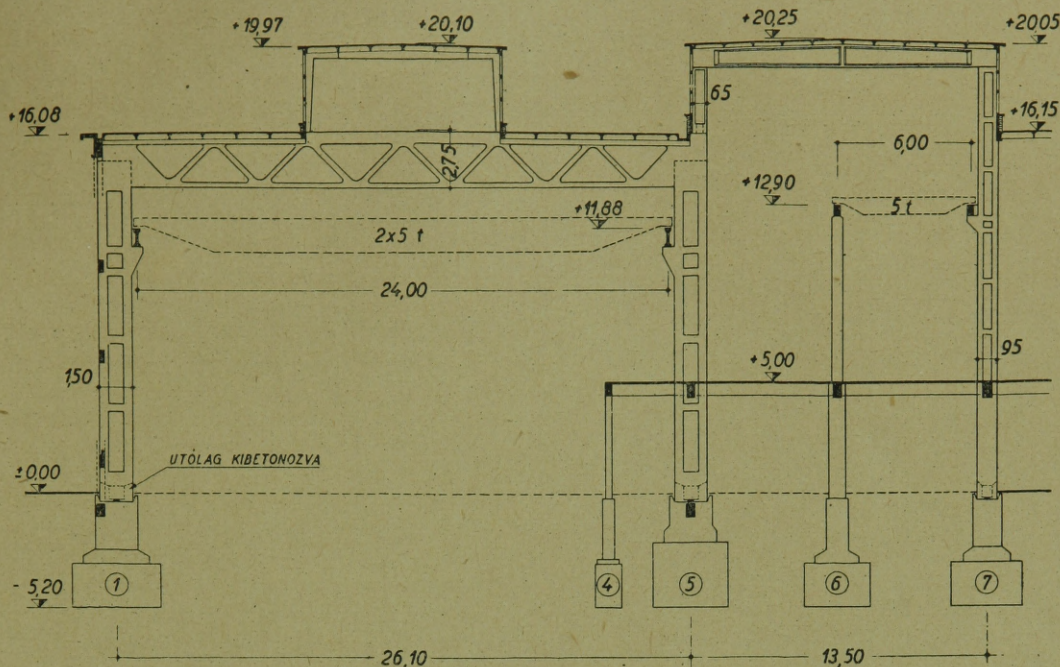
Statikai szempontból a teljes magasságukban előregyártott pillérek az alapokban befogottak. A pilléreken felfekvő rácsostartó részlegesen befogott, saját súlyára és a tetőelemek önsúlyára, mint kéttámaszú tartó; a hasznos terhelésre és víz-

szintes terhelésekre sarokmerv keretgerendaként működik. Az oszlopok számításakor a Vierendeeltartó keresztötéseit az övekhez képest végtelen mervnek tekintettük.

Keresztirányban a szerkezet kétszeresen ki-lengő keret, amit Cross-módszerrel számítottunk, a közbülső födémet megtámasztásként fogtuk fel. A sok terhelési eset és kombinációs lehetőség miatt a nyomatékosszást először a sarokpontra ható egységnyi nyomatékokra és vízszintes terhelésekre végeztük el. Hosszirányban a stabilitás szempontjából az 1. jelű oszlopsor fallal, koszorukkal és párkánnyal merevített, az 5. és 7. jelű oszlopokat a tetőelemek és ablaktartók mint merv tárcsák, csuklósan támasztják meg, a $+5,00$ m szinti



3. ábra. Gyár felőli homlokzat.



4. ábra. I. ütem keresztmetszete.

födém merev megfogást ad. Az egész rendszert az 5. és 7. pillérsoron a monolitikus kupolórészhez kapcsoltuk.

Szerkezeti elemek

A *tetőelemek* az Iparterv-i típus-tetőelemhez hasonlóak, 6,0 m fesztávolságúak, utólag felhordott 4,0 cm vtg. kőszivacs hőszigeteléssel.

A *rácsostartó* teljes hossza 27,60 m. A tetőelemek süllyesztettek, felfekvésük számára 7,5 cm kiülési kávét képeztünk ki. A káva 20 cm magas, így a felső öv látható része az alsó öv vastagságával megegyező. A tetőelemek ilyen kiképzésben teljes merevítést adnak. A tartó számításánál a másodrendű nyomatókat is számításba vettük. A rácsrudak vasszerelését kengyelszerűen alakítottuk ki.

A *felülvilágító* egybengyártott keret trapézszelvénnel, melyhez a tetőelemek süllyesztetten csatlakoznak. Az *ablakelemek*et parapettel együtt gyártottuk. A *darutartók* I keresztmetszettel előre gyártva készültek 30 × 85 cm-es méretben, 15 cm-es gerincvastagsággal. A többtámaszúságot a vasbetétek összehégesztésével biztosítottuk. (Lásd 5, 6, 7, 8. ábrákat.)

Kapcsolatok

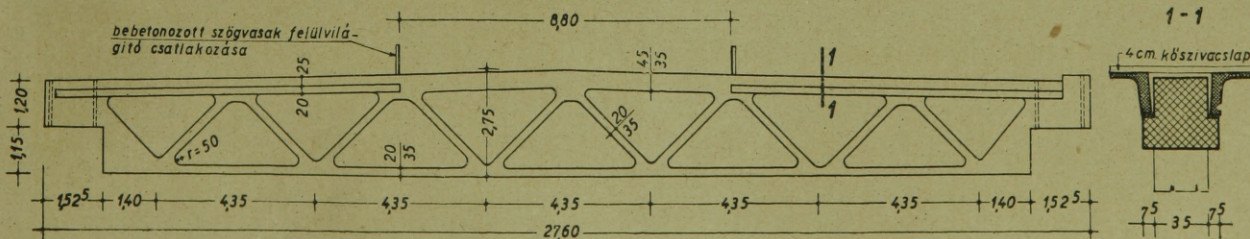
A *pilléreknek* alaphoz való kapcsolata hegesztéssel és utólagos betonozással készült, azonos a Mátrai Gyula által tervezett kapcsolatokkal. Új-

szerű — de azóta sokat alkalmazott — a *pillérek és a főtartók kapcsolatkiképzése*. A rácsos tartó felfekvő szakaszába 60 mm átmérőjű függélyes vascsöveket betonoztunk. A pillérből kinyúló vasbetéteket a tartóba bebetonozott vaslemezhez hegesztettük. A hegesztés és kiöntés külön-külön is alkalmas a saroknyomatékok felvételére. A kapcsolat *a)* sarokmerevséget biztosít, *b)* kismértékű helyszíni kiöntést és hegesztést igényel, *c)* szerelése rendkívül gyors. A tartó kb. 10 percig tartó részleges kapcsolatkiképzés után azonnal elengedhető. A nagymagasságú rácsos tartót súlypontja felett támasztottuk meg, hogy elhelyezéskor azonnal stabil legyen. A szerkezet ebben az állapotban befogott pillérekhez csuklósan kapcsolt tartó, amely az építési idő alatt az összes terheléseket felvenni képes. (Lásd 9. ábra.)

Száraz kötéssel kapcsolódik a felülvilágító a rácsos főtartóhoz. A főtartóba egymással szemben álló szögvasakat betonoztunk és ezeket egymástól 35 cm-re két helyen kilyukasztottuk. A felülvilágító oszlopában kihagyott lyukakon gömbvasat dugtunk át. (Lásd 10. ábra.)

Az *ablakelemek* egyrészt a rácsos tartó kávéjára, másrészt a tartó tetejére támaszkodnak.

A 84,0 m hosszú csarnokot középen dilatációval kettéosztottuk. A tetőelemek felfekvésénél keletkező hézagot nem betonoztuk ki, a felfekvéshez kátránypapírt helyeztünk.



5. ábra. Rácsos szerkezetű főtartó.

rácsrudakban a vb. ablakelemek számára kávét képeztünk ki. Méretezésénél a tetőelemek nem folyamatos elhelyezéséből, külpontos felfekvéséből származó, valamint az alakváltozásból keletkező másodrendű igénybevételeket is számításba vettük.

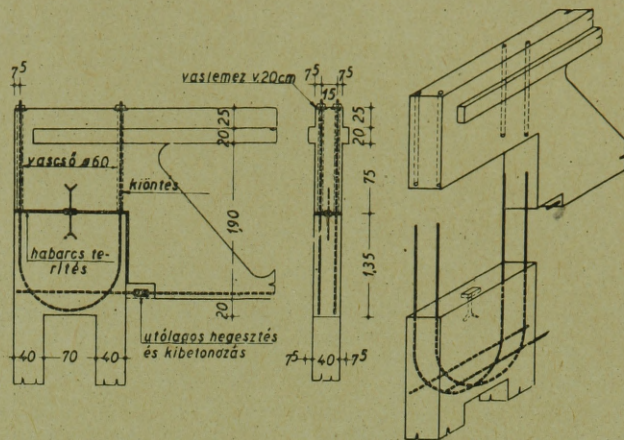
A kapcsolatok elvileg megegyeznek az I. ütemben alkalmazott megoldásokkal. A kiálló vasbetétek a rácsos tartót kis pozitív és negatív nyomaték felvételére alkalmassá teszik.

Az alsó öv felett a rácsos tartó végoszlopában és a pillér nyelvén vízszintes lyuk van, elhelyezés után a lyukakon átfűzött gömbvascsappal rögzítjük a tartót keresztirányban. A felfekvés a felső nyelven és az oszlopon egyaránt történik, a pillér nyelv egymagában is képes az erők felvételére. Az alsó támaszkodás aláékeléssel biztosítható. A hőmérsékletváltozás hatását a szerkezet számításánál tekintetbe vettük. Az I. ütemet középen dilatáltuk a II. és III. ütemet a csatlakozásnál választottuk el. Meg kell jegyezni, hogy ilyen előregyártott szerkezetek megépítése kisebb mozgásokat megenged. Magát a monolitikus földémszerkezetet a nagyobb zsugorodás és merev összeépítés miatt $40,0 \times 40,0$ m-es táblákra osztottuk fel.

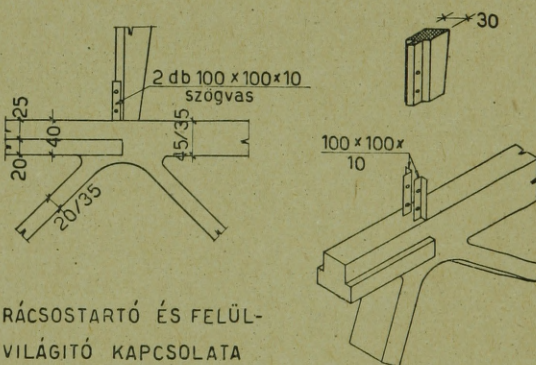
Igen gondosan tanulmányoztuk a méret-tűrések kérdését. Általános elvként a kisebb méretű szerkezeteknél pl. tetőelemeknél %-osan nagyobb, a főszerkezetnél kisebb méretkülönbségekkel számoltunk. Feltételeztük, hogy a tetőelemek gyártásában állandó (szabályos) hiba nincs, hanem olyan szabálytalan hibák vannak, amelyek a csarnok hosszán kiküszöbölődnek. A tetőelemeknél helyenként a kb. $\pm 1\%$ -os 5,0 cm-es méretkülönbségeket sem sikerült betartani, ezzel szemben pl. a 27,60 m hosszú rácsos tartónál a megengedett 6 cm-es méretkülönbségen, ami 0,22%-nak felel meg, a tartó hossza mindenütt belül maradt.

Az *organizációs terv* a területet három részre osztotta: a) előregyártó telep, ahol a tető, ablakelemek, darutartók, felülvilágító keretek, falelemek, merevítő gerendák kerültek legyártásra, b) az építési anyagok tárolási helye és c) a felvonulási épületek területére. A nagyelemeket a helyszínen gyártottuk, a gyártást 50 m³/nap teljesítményű betonüzem szolgálta ki, míg az előregyártó telep 15 m³/nap kapacitását volt.

Az elemeket aljzatbetonon gyártottuk; a kiálló peremek részére hornyokat készítettünk. A felszakításnál néhány esetben, ahol az aljzat nem volt kellően olajos mésztejjel lehúzva, a tartó az aljzatot felszakította. A rácsostartók háromszög-alakú betételei kellően merevnek bizonyultak és vibrálásor általában nem mozdultak el helyükről. A pillérek zsaluzatának merevítését távolságtartó vaslemezekkel oldottuk meg, de ezek helyett ajánlatosabb szögvasmerevítéseket alkalmazni, mert a négyszög-alakú betétek önmagukban nem merevek. A kapcsolatok kiképzéséhez a pillérek kiálló vasbetétek helyzetét — vaslemez-sablonnal rögzítettük. A rácsos tartókban elhelyezett csöveket a csövek helyén átfűrt zsaluzatba helyezett fadugókkal biztosítottuk. Így elértük, hogy a tús-



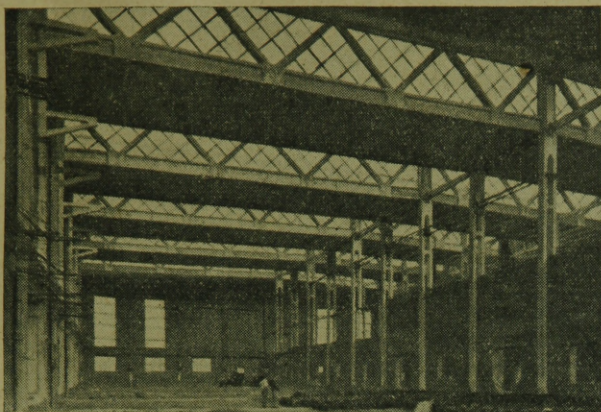
9. ábra. Pillér és gerenda kapcsolatának kiképzése.



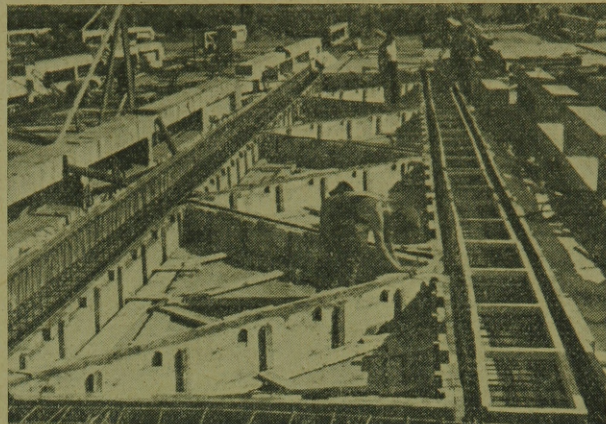
10. ábra. Rácsostartó és felülvilágító kapcsolata.



11. ábra. Kész csarnok belső képe I. ütem.



14. ábra. III. ütem 24,0 m fesztávolságú hajójának belső képe.



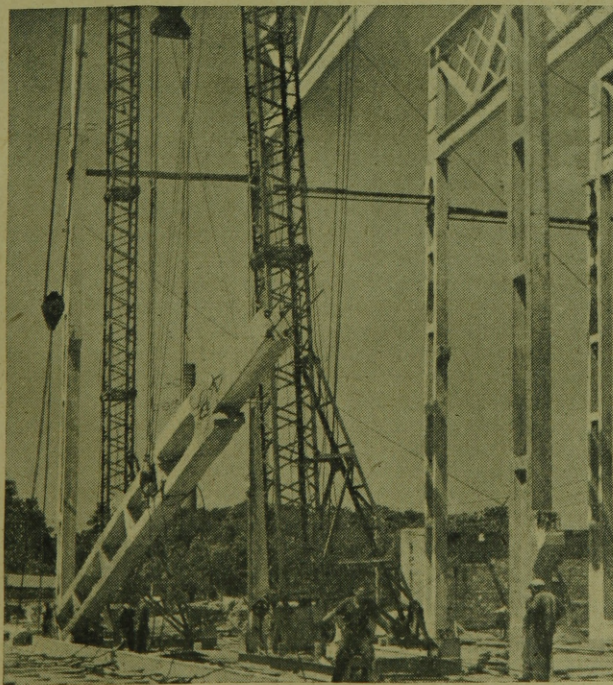
15. ábra. A legyártás elrendezése.

A nagyelemek *emelését* két 20 t teherbírású árbócdaru, ún. „Győri bika” végezte. A pilléreket egy-egy daru emelte, megfogási pontul a darukonzol melletti áttörésben elhelyezett csapot használva fel. Az oszlopot vashevedereken csúszattattuk az alapba. Az árbócdaruk egyszerre emeltek egy-egy pillért, majd együttesen élreállították és elhelyezték a rácsos tartót. Emeléskor az élreállítás négyponthoz megfogása helyett kétpontos megfogást alkalmaztunk. A tartót elhelyezéskor

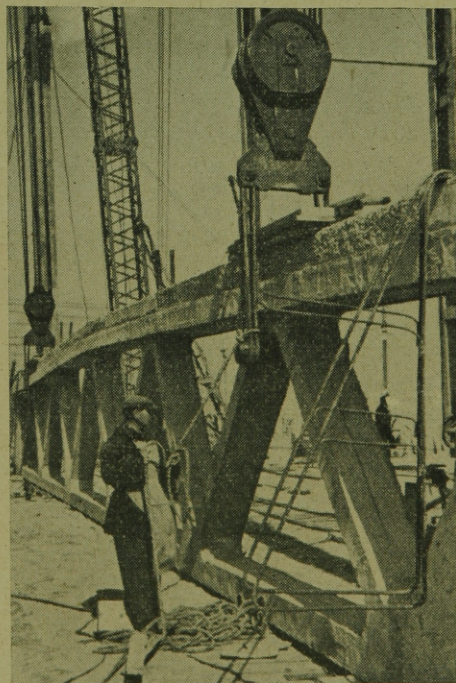
az oszlopból kiálló vasak fölé kellett emelni, a kapcsolat elkészítését — a vasak befűzését — két ember végezte. Míg a rácsos tartó felső csomópontjának kiképzése igen rövid idő alatt történt, az alapkapolatnál a vasak hegesztése néha több órát vett igénybe és a hegesztések elkészültéig a darunak az oszlopot tartania kellett. Ettől a kapcsolati módtól későbbi tervezéseinknél el is térünk, általánosítva a felső csomóponti kiképzést az alsó csomópontra is.

Emelési súlyok

I. ütem „1” és „5” oszlop	14,3 t	III. ütem rácsos tartó	25,5 t
rácsos tartó	31,2 t	oszlop	8,5 t
előregyártott gerenda	9,0 t	„7” oszlop	15,00 t
II. ütem rácsos tartó	17,5 t	felülvilágító	3,80 t
oszlop	10,5 t	ablakelem	2,10 t



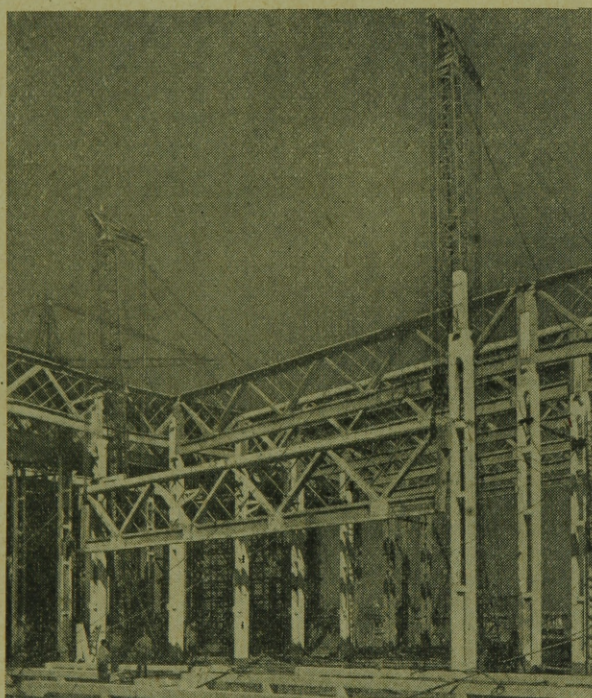
16. ábra. II. ütem pillérének emelése.



17. ábra. I. ütem rácsos tartójának megfogása emeléskor.



18. ábra. Ablaktartók élreállítás a II. ütemben.



19. ábra. III. ütem 24,0 m-es tartójának emelése.

Az első ütemben egy keretállás összeállítását két műszakban egy nap alatt végezték el.

A kisélemeket, mint tetőelemeket, felülvilágító kereteket, ablakelemeket 40 tm-es toronydaru helyezte el, amelynek minden harmadik mezőben építettünk vágányt.

Az első oszlopot négy kötéllel kikötöttük, a többi pilléreket a darukonzol magasságában elhelyezett fadúccokkal támasztottuk az első pillérsorhoz. A drótkötelek nyúlása mozgásokat enged meg és csak a beállításakor megfelelő, helyesebb — ha szükséges — megtámasztást adni. A második ütem keretállításait építés alatt a merőlegesen álló I. ütemhez támasztottuk húzás-nyomás felvételére képes kötésekkel. A ducokat a rácsostartó és pillér csatlakozásánál helyeztük el és az építési idő alatt fix megtámasztásnak tekintettük. Itt a toronydaru vágányát — csak tetőelemek elhelyezéséről lévén szó — minden hetedik mezőben építettük meg, a toronydaru teljes karkinyúlását kihasználtuk. Teljes kapacitás esetén a toronydaru 40—50 tetőelemet helyezett el naponta.

A tervezést 1952-ben végeztük, a kivitel még 1952. májusban megindult, a főszerkezet el is készült már 1952—53-ban, de az épület teljes befejezésére csak ez évben kerül sor. A kivitelt a 25/3. Építőipari Vállalat végezte — *Hajagos Ferenc—Kecse Nagy Sándor—Faludi László—Sujtó István* műszaki irányításával. Az emelést az É.G.T. részéről *Winisch* majd *Malik* szaktársak vezették. Összesen mintegy 7500 tonna súlyú elemet helyeztünk el. Építész tervező: *Barabás Ferenc*.

Anyagszükséglet tetőelem és alapozás nélkül:

Beton B. 200. Vas 50.35. Bm

I. ütemben		13,70 cm/m ²	22,00 kg/m ²
m ³ -ként		1,15 cm/m ³	1,65 kg/m ³
II. ütem		11,20 cm/m ²	21,80 kg/m ²
m ³ -ként		0,96 cm/m ³	1,52 kg/m ³

Megjegyezzük, hogy az oszlopok anyagszükségletét a közbülső + 5,00 m szinti földem nagy terhelése, a II. ütem rácsos tartóinak anyagszükségletét pedig a minden csomóponton alternative felfüggeszthető futómacska lényegesen megemeli.

MAGYAR ÉPÍTŐIPAR

Felelős szerkesztő: Lux László. Technikai szerkesztő: Rojkó Ervin

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

Felelős kiadó: Solt Sándor

Megjelent: 1710 példányban

Előfizetés: a Posta Központi Hirlapiroda Vállalatnál, Budapest V., József nádor tér. Távb.: 180-850. Előfizetési díj 50,— Ft (egész évre), egyes szám ára 4,50 Ft. Csekk számlaszám: 61.282