

IPARI MŰSZAKI EGYSÉG
IPARI ÉPÜLETEK, TÁRSZÉKE
BUDAPEST

Budafok-ut. 4. sz. H. II. 37.
Telefon: 232-955 Mell. 31., 328.

IPARI ÉPÍTÉSZETI SZEMLE

AZ IPARTE

7

LEMÉNYEI

A NAGYOLVASZTÓ SZERKEZETE

Részlet N. I. LUKASKIN «Sztroityelstvo domennih cehov» című könyvéből

A nagyolvasztó: aknás típusú magas kemence, amelyet felülről töltenek meg és a folyékony termékeket belőle alul távolítják el (1. ábra). A nagyolvasztó fő-hordszerkezete a köpeny. A köpenyt belül tűzálló falazattal bélelik; ennek a bélésnek belső rajzolatát a nagyolvasztó profiljának nevezik. Ez öt mértani alakzathból tevődik össze, éspedig:

- az alsó hengeres rész: a medence;
- az ezután következő felfelé kúposan kiszélesedő rész: a vállrész = nyugvó v. nyugasztótér;
- a középső hengeres rész: a legnagyobb keresztmetszet = szénpoha;
- a kúpos felfelé szűkülő rész: az akna;
- a felső hengeres rész: a garat v. torok.

A táblázat az 1300, 1000, 600 és 225 m³ hasznos térfogatú szovjet kemencetípusok metszetének fontosabb méreteit tartalmazza. A nem típus-tervek szerint épített egyes nagyolvasztók eltérnek ezektől a méretektől, azonban a megfelelő méretű nagyolvasztóknál a táblázatban feltüntetett méretek többé-kevésbé állandóak.

A típus nagyolvasztók méretei

Hasznos térfogat m ³ -ben	A medence	A garat	A nagyobbik kúp	Hasznos magasság m-ben	Fűvókák száma
	átmérője méterben				
1300	8,0	6,6—6,8	4,8	25—26	16
1000	7,0	6,1—6,3	4,5	24—25	12—14
600	5,0	5,0	3,5	22,5—23	12
225	3,5	3,5	2,5	18	8—10

Felsoroljuk a nagyolvasztók jellemzésénél használatos következő szakkifejezéseket:

- a nagyolvasztó hasznos magassága a csapolólyuk színvonalától a lebecsátott állapotban levő nagy kúp alsó szegélyéig terjed;
- a nagyolvasztó hasznos térfogatának ugyan-ezen határokon belüli rész köbméterekben kifejezett térfogatát nevezik.

A 2., 3., 4. és 5. ábrán a típusnagyolvasztókkal ellátott üzemek vázlatai láthatók.

A nagyolvasztónak, mint építménynek egyes részeit és ezek jelentőségét az alábbiakban jellemezzük.

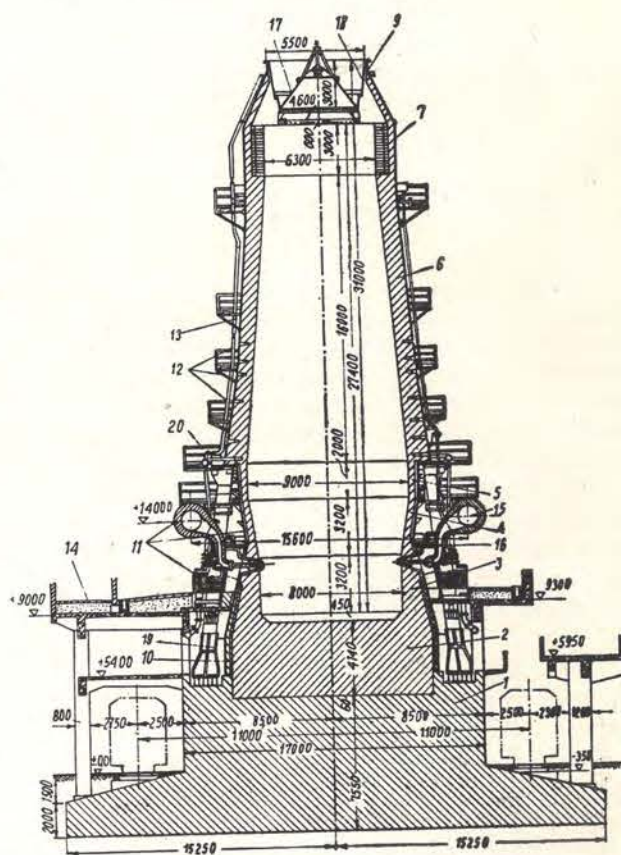
A korszerű nagyolvasztó alapja nagyméretű vasbetontömb, amelyet a talajmechanikai számításoknak megfelelően a talaj minőségétől függően 1,6—3,5 m mélyen helyeznek el.

Kivételes esetekben, különösen lösztalajoknál, az alapozási mélység 10 m-t vagy még ennél is többet elérhet aszerint, hogy milyen mélyen található az az állékony talajok, amelyekre az alap biztonsággal helyezhető.

Az alaptest méreteit a talaj teherbírásától függően állapítják meg. A típus-tervekben ezt rendszerint 2,5 kg/cm²-nek veszik.

A nagyolvasztó alapja vb. lemez, amely hordja az alaptömköt és a nagyolvasztó körüli munkapódiumot tartó oszlopokat (1. ábra).

Az alapot közönséges (110—140 kg/cm² nyomószilárdságú) betonból készítik. A szokásos kivitele-

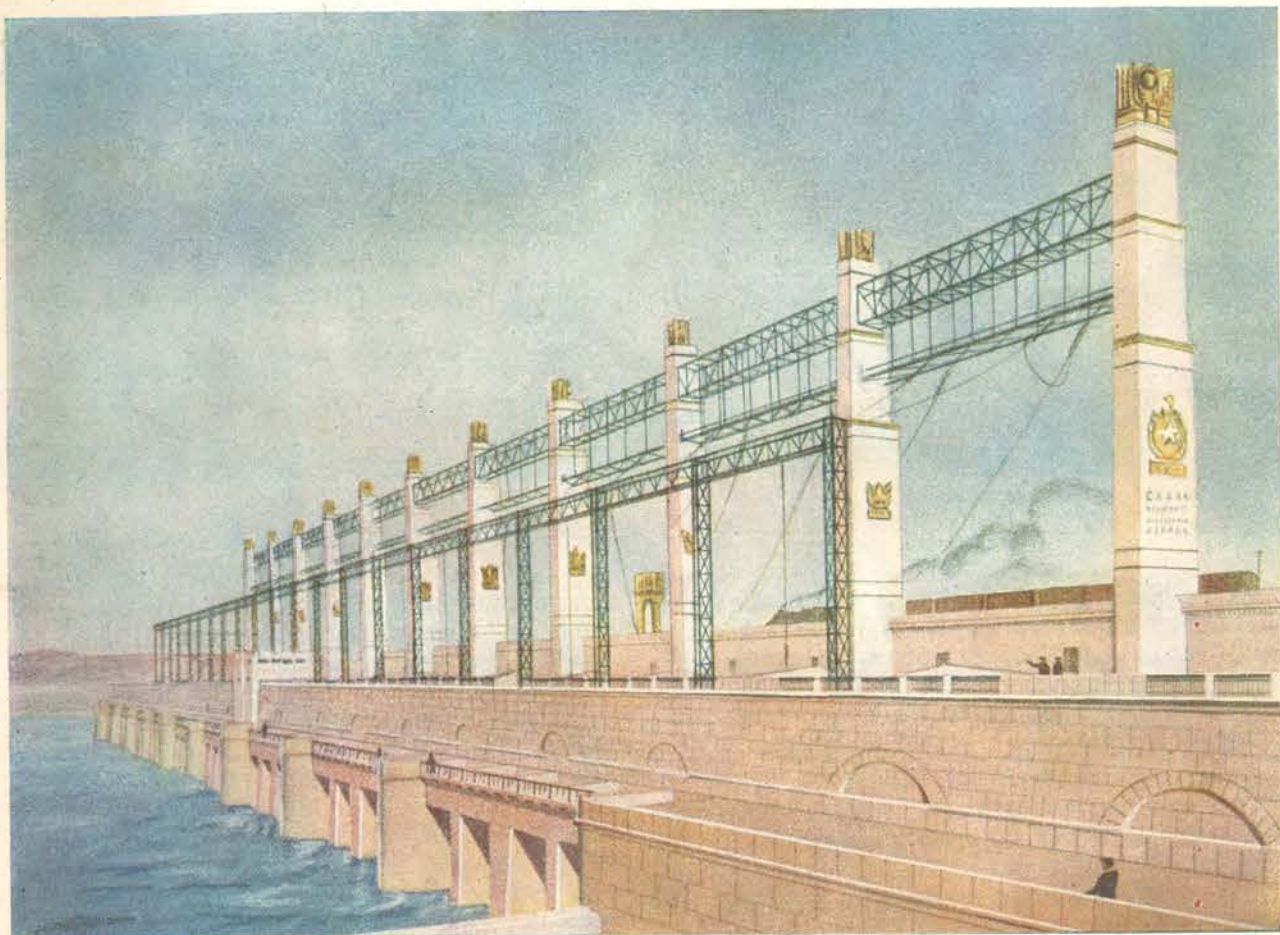


1. ábra. 1300 m³ típus nagyolvasztó metszete

1=alap; 2=kemencetető; 3=medence; 4=nyugasztótér; 5=szénpoha (vékonyfalú); 6=akna; 7=védőszegmensek; 8=kúpola; 9=tartógyűrű; 10=a kemencetető hűtői; 11=a medence, a nyugasztótér és a szénpoha hűtői; 12=az akna hűtői; 13=az akna páncélzata; 14=munkapódium; 15=gyűrűalakú cső a forrószél számára; 16=fűvóberendezés; 17=nagy kúp; 18=csésze; 19=oszlopok; 20=teherelosztó gyűrű

zésű bőséges vasaláson kívül a hőhatások következtében keletkező repedések megelőzése céljából az alaptömköt gyűrűs vasalással, illetőleg vasabroncsal látják el.

A nagyolvasztók építése terén rendelkezésre álló bőséges tapasztalatok ellenére, mindeddig még nem sikerült a nagyolvasztó alapjának oly szerkezetét megalkotni, amely huzamos időn át rongálódás nélkül megállna.



A kujbisevi vízierőmű vázlata. Változat. Birjukov, Kovaljev, Demidov, Djatlov építészek, Ivacsenkó és Ljakov építészek közreműködésével.

A KUJBISEVI VIZIERŐMŰ ÉPÍTÉSZETE*

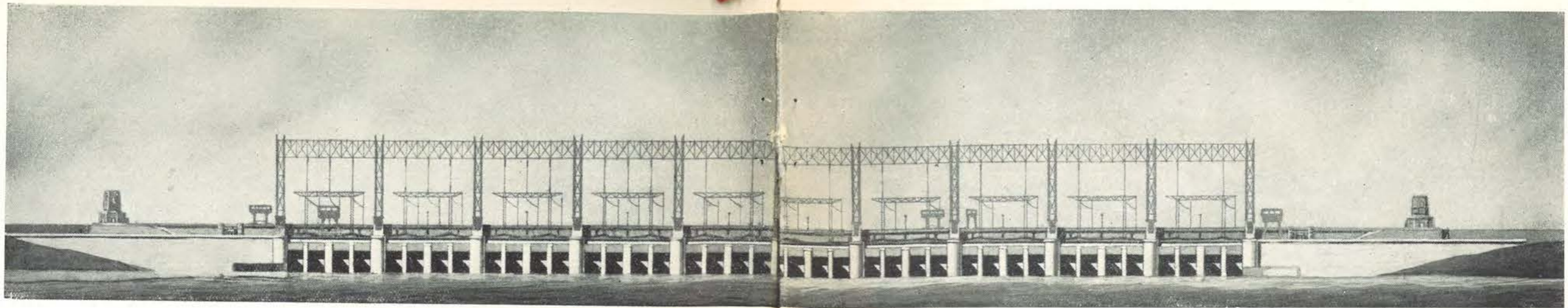
Szovjetország első hatalmas hidrotechnikai építménye a Leninről elnevezett volhovi vízierőmű-állomás, nemrég ünnepelte megnyitásának 25. évfordulóját. A szovjetemberek ezt az évfordulót az ország hatalmas méretű fejlődésének közepette — a kommunizmus sztálini építkezéseinek viszonyai között ünnepelték.

Az emberiség évszázados álma a természet hatalmas erejének birtokbavételéről — a szocialista államban valósággá vált. A Volga mentén, a Dnyeper vidékén, a Krimben és Turkméniában a sztálini építkezések több, mint 28 millió hektár földet fognak öntözni és ellátni vízzel. Ez az USA összes öntözött területének, — annak az öntöző rendszernek, amelyet az amerikaiak száz évig építettek — a 3,5-szerese. Csupán a két volgai vízierőmű-állomás több villamos energiát fog szolgáltatni, mint Olaszország, Svédország és Svájc összes elektromos állomásai.

A Volgán épülő hatalmas hidroelektromos állomással rendelkező kujbisevi erőmű évi tízmillió kilowatt-óra elektromos energia szolgáltatását teszi lehetővé. Lehetővé válik a Volga-vidék hatalmas földtömegének öntözése, a mezőgazdasági munkák villamosítása, a volgai hajózás megjavítása. A vízierőmű állomás gátja többkilométer hosszúságban 25 méterre emeli a vízszintet, ennek eredményeként 500 km hosszú és 40 km széles víztároló medence keletkezik.

Ez a gigantikus építmény öt év alatt épül fel. Ilyen munkaütemet nem ismert és nem ismer egyetlen kapitalista állam sem. Amerikában kisebb teljesítményű erőműveket sok éven keresztül építettek. Például: a Bocharun erőművet 16 évig, a Boulder Dam erőművet a Kolorádó folyón 40 évig építették és az utóbbinak a kapacitása még ma sincs teljesen kihasználva, a Tennessee folyón a vízeséses erőmű 50 évig épült és ma sincs teljesen befejezve. Egyiptomban a Nilus gátjait 68 évig építették.

* АРХИТЕКУРА СССР 1952. 2. sz.-ban megjelent cikk nyomán.



A kujbisevi vízierőmű terve. Változat. Birjukov, Kovaljev, Demidov,

A kujbisevi erőmű építkezése 150 millió köbméter föld megmozgatását és 6 millió köbméter beton bedolgozását teszi szükségessé. Összehasonlításképpen megemlíthetjük, hogy Európa legnagyobb hidroeletromos állomásának, a dnyepropetrovszki erőműnek építésénél 6 millió köbméter földet forgattak meg és 1,2 millió betont dolgoztak be.

Az erőművet a Volga egyik legszebb helyén a Zsigulevszkih hegyek körzetében helyezték el.

A széles volgai térséget átszelve emelkedik az erőműállomás grandiózus építménye. Ez a szovjet nép nagyságát kifejező, technikailag tökéletes építészeti alkotás lesz. A csomóponti építmény építészeti kiképzése a Zsigulevszkih hegyek panorámáját gazdagítja, új tartalommal tölti meg a volgai természet felejthetetlen tájait.

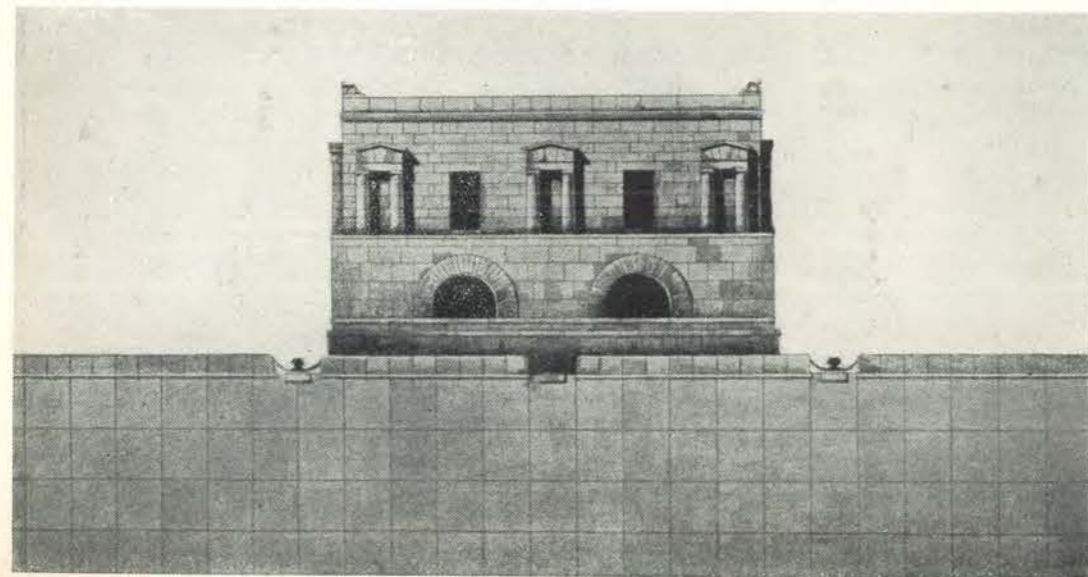
A vízierőmű komplexum több építményből áll. Ezek: a kétmillió kiló watt teljesítőképességű vízierőműállomás, a több kilométer hosszú földgát, a hatalmas bukógát, a nagy volgai szállítmányok átbocsátására alkalmas zsilipek, lakótelepek.

Az e számban közölt építészeti tervek — amelyeket a *Gidroprojekt* tervezőiroda kollektívája készített — csak az első lépés a kujbisevi vízierőmű építészeti formanyelvének megnyilatkozása útján. Azonban a maga jelenlegi formájában — a tervezési feladat stádiumában is — ez a munka óriási érdeklődést kelt. Már most képet alkotunk a tervező kollektívának e nagyszerű mű építészeti formanyelvének megalkotására irányuló törekvéseiről.

A tervezők helyesen tűzték maguk elé azt a feladatot, hogy a vízierőmű különböző funkciójú építményeit építészeti egüttesbe kapcsolják.

Az összes fontosabb hidrotechnikai építményeket a földgát vonalában helyezték el. Az egész komplexumot áttekinteni csak többkilométer távolságról lehet, ahonnan a kisterjedelmű, valamint az építészeti részletek már nem érzékelhetők. Ezért szükségessé vált, hogy az egész egüttes érzékelhető építészeti sziluettet kapjon. Meg kellett teremteni a különálló épületek között az építészeti kapcsolatot.

Az erőmű főbb építményeit: az erőműállomást,



1. sz. zsilip, oldal-homlokzat.

Djatov építészek, Ivascsenko és Ljakov építészek közreműködésével.

a buktatógátat, a zsilipvezérlőmű épületeket hatalmas léptékű építészeti egüttesé formálták.

A gépterem, mely a duzzasztó oldalon van, terraszszerű kiképzést nyert. Az épület igen hosszú és aránylag alacsony, érthető, hogy a fölötté élesen kirajzolódó távvezetékek a gátkomplexum építőművészi megoldásában fontos helyet foglalnak el.

A vízierőmű állomás homlokzatát két változatban dolgozták ki: vasbeton és vas árbocokkal.

Az egyik változatban igen egyszerű eszközökkel hangsúlyozták ki az építmény hatalmas voltát. Az építészeti kompozíciót a magas pilonok ritmusa képezi, melyeket vastartók kötnek össze. A pilonokat különböző magasságú bronzborítású vaspárkány övezi, valamint szobrászati művek díszítik, szélesebbik oldalukra feliratos fémdomborműveket terveztek. A vízierőműállomás homlokzata rusztikus köburkolatú. A terraszmagasságában vízszintes övpárkány vonul végig.

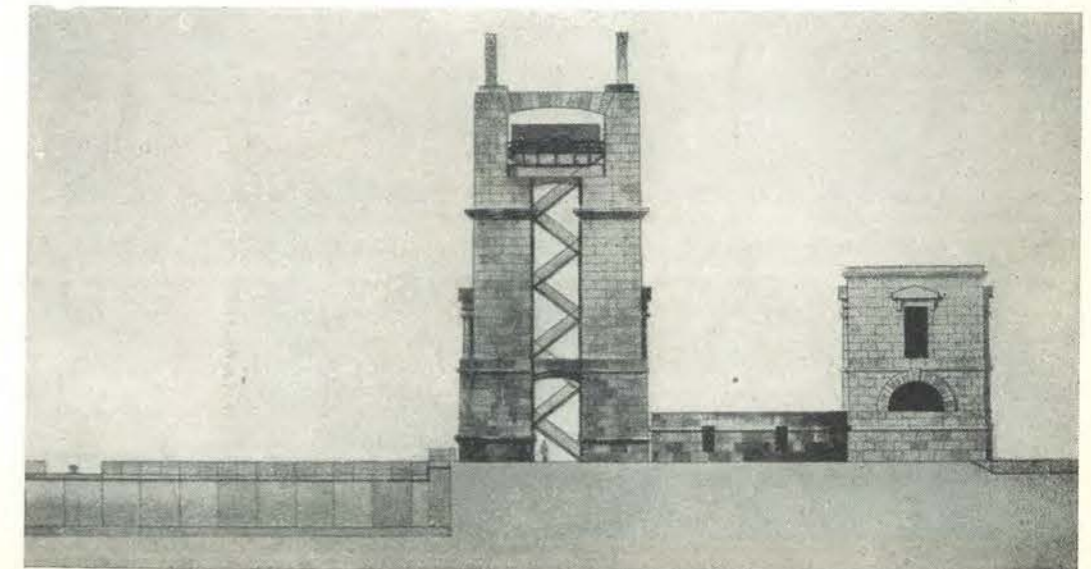
Az alsó vízszint oldalán a pilonokkal egy szinten rácsos szerkezetű vas kereteket állítanak fel, ezek a

szigetelőláncokkal, villámhárítóvezetőkkel és más elektromos berendezésekkel együtt az általános építészeti kompozícióba és léptékbe szervesen illeszkednek. A vezetékeket tartó árbocoknak beton pilonok formájában történő megoldása lehetővé tette az erőmű beton alapzatának és felépítményének építészeti szerves kialakítását. Ez a kompozíciós módszer az erőmű egészét uralja.

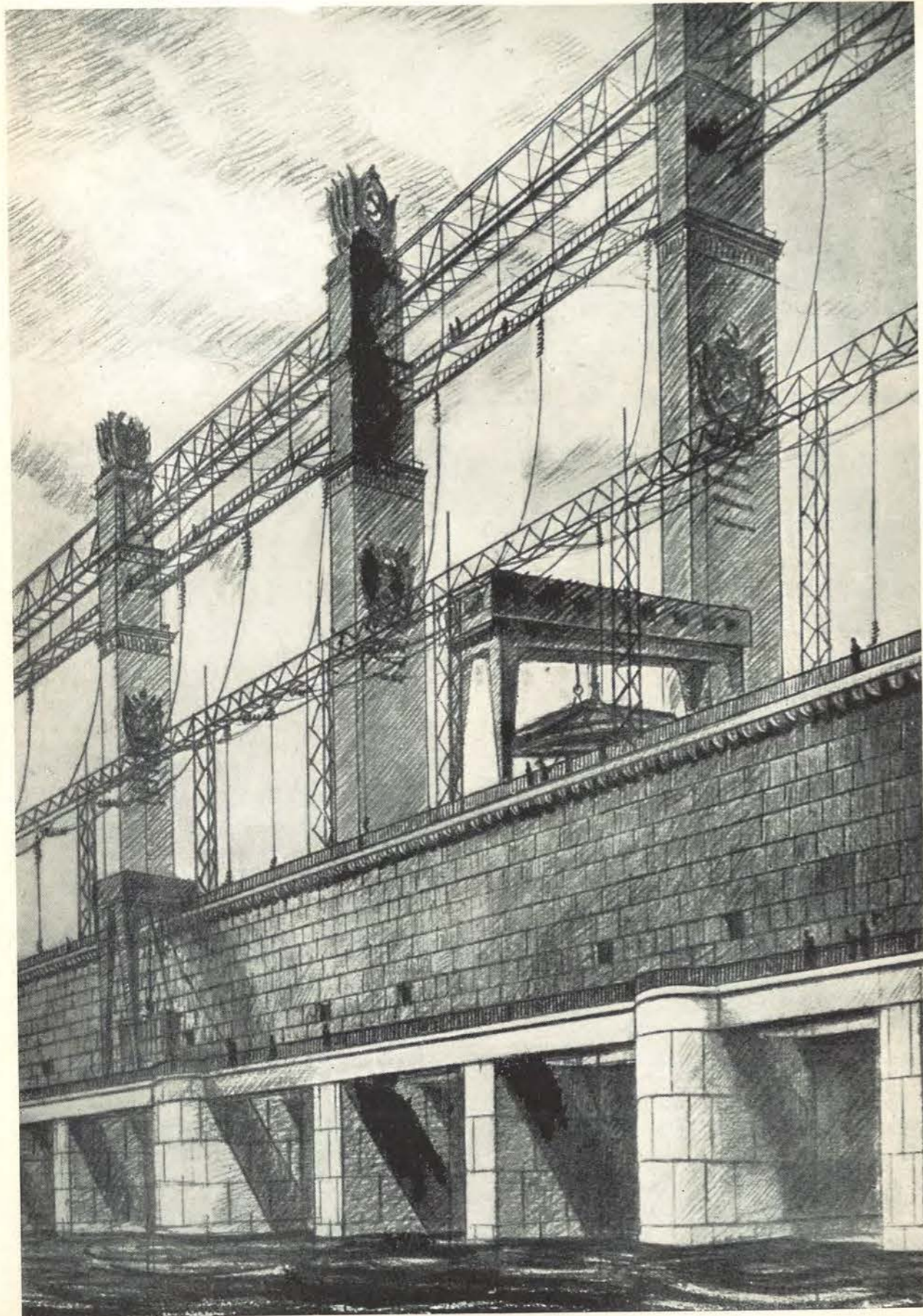
Az erőmű másik változatát vas árbocokkal tervezték, melyek a távvezetékek könnyű vasszerkezetével együtt éles kontrasztot alkotnak a vízierőmű nehéz beton alapzatával szemben. A rácsos vaskereteknek az alsó vízszint oldalán való felállítása az építmény megjelenését könnyedebbé teszi.

A két zsilipet a vízierőmű állomással szemben helyezték el. A hosszú bejárati csatorna, a hatalmas építmények sora a zsilipvezérlőművekkel kiterjedt építészeti kompozíciót alkotnak. A zsilipek, a partvonal kihangsúlyozzák a vezérlőmű épületet az erőmű komplexum általános képében.

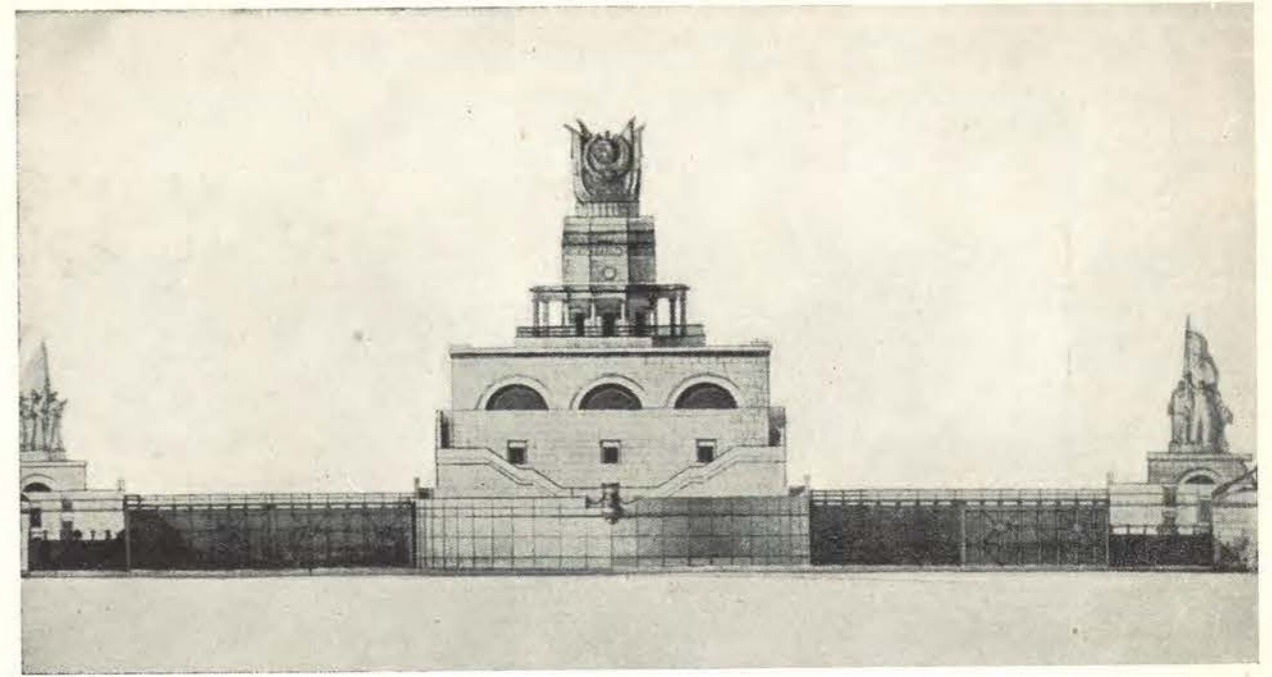
A zsilipcsoport kompozíciós központja az 1. számú zsilip vezérlőmű épülete. Ezt egyszerű



2. sz. zsilip, oldal-homlokzat. Toperunov és Vasziljev építészek terve.



A kujbisevi vízierőmű épületének részlete. A. Kovaljev építész rajza.



2. sz. zsilip. Homlokzat. Topunov és Muszatov építészek terve.

eszközökkel, monumentálisan oldják meg. Sikeresen találták el a középső pillér tömegének kapcsolatát a magas toronnyal. Az oldal pilléreket hosszúkás pilonok alakjában oldották meg, domborművekkel díszítve. Ez a zsilip teljes kompozíciójának kedvező építészeti megjelenést biztosít.

Meg kell említenünk a torony helyének kiválasztását a földgát és zsilipcsoport tengelyében. A zsilipcsoport nagy távolságra van a vízierőműtől, de jól kapcsolódik annak általános tér-kompozíciójához.

Az 1. számú zsilip másik vezérlőműjének monumentális épülete a kujbisevi medence felől bejáratot képez a csatornába. A vízszintes kompozíció jól kapcsolódik a magas toronyhoz.

A 2. számú zsilip vezérlőműépülete négytornyú. Ezt az építményt felül vas átjáróhíddal kötötték össze, mely összhangban van a zsilip többi építményével.

A kujbisevi vízierőmű művészi formáiban a kommunizmus építésének páthosságát tükrözi vissza. Ezt a magasztos eszmét az építmények monumentalitása, a szobrok, domborművek és feliratok témája is kifejezi.

Az építész kollektívának törekednie kell az erőműállomás és a többi építmények még szervesebb kapcsolatára, az egész együttes még monumentálisabbá, művésziessébbé tételére, és a fontosabb részekben az építészeti eszközök koncentrációjára. Számításba kell venni az erőmű kihasználásának és a kezelő személyzet munkájának legjobb feltételeit.

*

A kujbisevi vízierőműállomás építésével kapcsolatos városépítési problémák terén nagy munkát kell végezniük a tervezőknek. A Szovjetunióban a víziépítmények nagy városalakító szerepet játszanak, melyeknek bázisain új iparvállalatok és városok keletkeznek. Az erőművek fontos helyet foglal-

nak el a vízierőműhöz közeli város építészeti képében.

Ezért nem szabad, hogy a kujbisevi erőmű építészeti tervezése csak a hidrotechnikai építmények építészeti kialakítására korlátozódjék. A tervezést sokkal szélesebb mértékben, a vízierőmű egész környezete utólagos átalakításának számításba vételével kell elvégezni. A gyakorlat megmutatta, hogy ahol ezeket a követelményeket végrehajtották, ott hatalmas építészeti együtteseket alkottak. Példaként megemlíthetjük a Leninről elnevezett dnyeperi vízierőművet és Bolysoje Zaporozsijt.

A kujbisevi vízierőmű építése a kujbisevi medencével határos térségre is hatást gyakorol, a hatalmas területen nemcsak az erőmű közvetlen közelében levő települések számára, hanem az attól jelentős távolságra levő városok és falvak részére is kedvező természeti körülményeket biztosít. Például 5 év múlva a kujbisevi tenger a kazáni Kreml faláig fog terjedni. Ezáltal megjavulnak a városok parkosításának feltételei, különösen a szárazéghajlatú sztyeppés körzetekben.

Az építésznek mindezeket a sajátosságokat számításba kell venniük a Közép-Volga vidék városainak és falvainak tervezésénél. Előbbieknek, valamint a majdan városokká fejlődő szolgálati lakótelepeknek az építészeti kompozícióját a nagy vízfelületek és egyéb sajátosságos helyi körülmények figyelembevételével kell megalkotni.

A vízierőmű körzetében elhelyezkedő város általános tervét azon szempont alapján kell tervezni, hogy magába foglalja a hidrotechnikai építmények építészeti kompozícióját is. Egyébként fontos, hogy a város főútvonalai a vízierőmű fontosabb építményeinek irányában legyenek tájolva. A városi tereket annak figyelembevételével célszerű tervezni, hogy a víztároló felé jó kilátást biztosítsanak.

Rojkó Ervin

AZ IPARI ÉPÍTÉSZET LEGFONTOSABB KÉRDÉSEI

Írta: E. POPOV*

a Szovjetunió Építészeti Akadémiájának rendes tagja

A Szovjetunió népei megvalósítják a természet átalakításának magasabb szintjére; gigászi vízierőműveket és csatornákat, gyárakat és üzemeket, városokat és kolhoztelepüléseket építenek; megteremtik a kommunizmus anyagi és technikai bázisát. Az országban óriási méretekben bontakozott ki az ipari építkezés, amelyet az egyre gyorsabb ütem és az építészeti minőség egyenesvonalú fejlődése jellemeznek.

E feltételek között — amikor a szovjet építészeti egyre magasabb fokra emelkedik, amikor fejlődésének legfontosabb ismérve a nagy városépítési problémák megoldása — minőségileg új feladatok merülnek fel az ipari építészeti előtt. Egyre sürgetőbbé, szükségszerűbbé válik építészeti szempontból olyan ipari komplexumok létrehozása, amelyek szervesen kapcsolódnak egybe a vidék és a város építészeti és tervezési rendszerével. Az ipartelepek építésének ipari módszerei és koncentrált jellege fontos tényezők, amelyek diktálják az ipari építészeti feladatainak: — mint a nagy városépítészeti együttesek építészetének — megoldását.

A szovjet ipari építkezés természeténél fogva komplex és együttes építkezés, mert feltételezi az iparvállalatot alkotó termelési, energetikai, közlekedési, társadalmi és egyéb építmények egységes terv alapján történő létrehozását. Az építészeti együttest az iparban a gyár és a lakóterületek, valamint a gyár előtti területek építészetének harmonikus megoldása, az egyes építmények építészeti egysége, valamint az iparvállalat rendezettsége (közművekkel való ellátottsága) az egész technikai felszerelése hozza létre. Iparvállalatoknak, mint oszthatatlan építészeti együtteseknek a tervezése, — az ipari építkezés kitűnő szervezését, költségeinek csökkentését és az építészeti minőség javítását jelenti.

A szovjet építészeti már rendelkezik tapasztalatokkal a nagyobb ipari komplexumok létrehozása terén. Az olyan építmények, mint amilyenek a Dnyeperi vízierőmű, a Moszkva-csatorna, a Sztálin nevet viselő moszkvai autógyár, a felső-volgai vízcsonópontok és sok egyéb építmény például szolgálhatnak hatalmas építészeti és városépítészeti feladatok megoldására. Elmélyülve kell tanulmányozni ezeket a példákat, hogy még szélesebb méretekben térhessünk át az együttes problémájának gyakorlati megoldására az ipari építészeti terén.

Az iparvállalatok, és a bázisukon keletkező települési helyek övezetekre osztását a kerületi tervezés tervében kell megoldani. Az ilyen terv jelentősége különösen megnövekedik most, — a kommunizmus nagy építkezéseinek időszakában — amikor az egyes iparvállalatok építkezése-

nek helyi jellegű feladatait kapcsolatba kell hozni egész kerületek átalakításának perspektíváival.

Az építkezés területének megválasztását a tervezési munka első legfontosabb szakaszának kell tekinteni. Az építésnek már ebben az előkészítő szakaszban is előre kell néznie, el kell tudnia képzelni a jövő gyár jellegét és megközelítő képét.

Az iparvállalat területének kiválasztásánál figyelembe kell venni a tervezési építészeti lehetőségeit, amelyet befolyásol a termelés utólagos kibővülése és kooperálása. Néhány tervezőintézet aktívan hajtja végre ezt az előkészítő munkát, ami azután döntő módon segíti elő a tervezési minőségének javulását.

Az építész részvétele azonban az ipari építkezés területének megválasztásában, nem vált kötelező szabállyá. Egyedül a vezető tervező szervezetek kezdeményező szegénységével magyarázható például az a tény, hogy a különböző normatív és technikai dokumentációt az ipari építkezés területének megválasztásával szemben támasztott építészeti követelmények figyelembevétele nélkül állítják össze. Erre például szolgálhat az iparvállalatok és polgári-lakóházépítkezés költség-előirányzatainak és terveinek összeállítására vonatkozó új instrukció-tervezet is.

Az építkezés területének kiválasztásában kétségtelenül részt kell vennie az építésnek is. Ez többek között lehetővé teszi, hogy figyelembevegyenek olyan fontos építés-tervezési követelményeket, mint az iparvállalat legkedvezőbb összeköttetésének biztosítása a település területével, a településsel vagy várossal.

A város és a gyár építészetét összekötő legfontosabb láncszem az építmények gyárelőtti csoportja, amely nagyobb iparvállalatoknál tucatnyi adminisztratív, társadalmi és jóléti épületből áll (bejáratok, központi irodák, a gyári társadalmi szervezetek házai, orvosi rendelők, gyermekkertek, laboratóriumok, gyári ipariskolák, gépkocsiszínek, tűzoltósági épületek stb.).

A tervező mérnökök között gyakran vita támad arról, hogy tulajdonképpen kinek a hatáskörébe tartozik a gyárelőtti terület: a gyárvezetőségnek, vagy pedig a felettes szervnek; tervezendő-e szabad kijárat a gyári főútvonalról a gyár előtti térre, vagy pedig azt zárja el a gyárvezetőség épülete stb. A gyakorlatban az ehhez hasonló kérdések megoldása a termelés jellegétől, az iparvállalat kapacitásától, az építkezés helyi természeti és egyéb feltételeitől függ.

A gyár előtti terület beépítésében az építészeti kompozíció gazdag tervezési és tömeg alakítási lehetőségei juthatnak kifejezésre. Az ilyen építmény együttes legjobb megszervezése céljából meg kell

találni azok legjobb építészeti kapcsolatát az üzemek csoportjával. Nem kevés olyan esetet ismerünk, amikor a gyár többi üzemei, — amelyek a terv szerint szabadon láthatók lettek volna az iparvállalat frontja felől, a gyár előtti épületek, vagy tömör kerítések következtében beszorulnak és kiesnek a gyári építmények általános együtteséből.

A gyár előtti épületcsoport együttese teljes értékűen csak az üzemek, valamint a gyár területén levő egyéb építmények építészetével szoros kapcsolatban oldható meg.

Fontos kérdés az iparvállalattal kapcsolatos beépítések övezetekre osztása. A gyár előtti épületek a termelő- és segédüzemek, az energetikai szállítási és raktár-építmények a jól szervezett gyárban pontosan körvonalazott csoportokat alkotnak, amelyek mindegyike megfelel az üzemkihasználási, egészségügyi-higiéniai és építési követelményeknek.

Ipari komplexumoknak egész sor terve arról tanuskodik, hogy a tervező építészek komolyan és elmélyülten nyúlnak hozzá a beépítések övezetekre osztása feladatának megoldásához. Ilyen pl. annak a gépgyárnak a terve, amelyet a Promsztrojprojekt leningrádi osztályán Liszjakov és Gargina építészek dolgoztak ki. A gyár tervezése tömör, a termelési övezetek és védőházak pontosan ki vannak jelölve, a város főútvonalra néző főépülettömbje díszíti a gyár bejáratát. A gyáron belüli utak és átjárók sajtóságos, nyílt enteriőrök képét vették fel, amelyeknek »falait« az arányos építészeti együttest képező üzemhomlokzatok alkotják.

Azonban gyakoriak a kevésbé jól szervezett beépítések is. Például az egyik rosztovi (a Don mentén) gyárban a főútvonalat a legkülönbözőbb építészeti kiképzésű műhelyekkel építették be. A főútvonal bejáratánál az egyik oldalon egy üzemet látunk, külső vízlevezetővel, kereskelfelülvilágítókkal, íves vonalú födémekkel, a másik oldalon pedig egy másik üzemet, hosszanti felülvilágítókkal és parapetekkel, amelyek elrejtik a belső vízlevezetőket. Az egyes épületek között nincs építészeti kapcsolat, elhelyezésük pedig átgondolt tervezési rendszer hiányáról tanuskodik.

Hasonló fogyatékoságok főképpen azzal magyarázhatók, hogy az építész nem fejt ki a szükséges alkotó aktivitást az iparvállalat általános tervének megszerkesztésénél. Egész sor, még nagy tervezőintézeteknél is előfordul, hogy az általános tervet alapjában véve egy szállítási szakember vagy technológus szerkeszti meg.

Igy pl. a »Gipromez«-nél a kohászati üzemek általános tervét kidolgozó legfontosabb szakemberek szállítási mérnökök. Egész sor más szakosított tervező-intézetnél — így például a Tepioelektroprojektnél, a Dnyeprogiprosachtnál — az építészek alig vesznek részt az általános terv megszerkesztésében. De még azokban az esetekben is, amikor az általános tervet építész közreműködésével szerkesztik meg, ez a munka gyakran mindössze a szűk tervezési feladat megoldásában áll, a komplexum általános térbeli kompozíciójának figyelembevétele nélkül.

Az iparvállalatnak építészetileg jól átgondolt általános terve a legfontosabb előfeltétele a helyes

megoldású térbeli kompozíciónak és az alkotóelemek méretségének. Az építmény különböző méretei kölcsönös viszonyának kérdése különösen bonyolult az ipari komplexumok építésében, amelyek rendszerint a legkülönbözőbb nemű épületekből állanak. Ezt a kérdést, sajnos nem mindig helyesen oldják meg. Az építészek néha indokolatlanul monumentális, gazdagon kivitelezett bejárásokat építenek az iparvállalatoknál és ezzel a bejáratok épület köbtartalmát mesterségesen növelik. Az ilyen bejárat gyakran sérti a bejárat épület mögötti főbb épületkomplexumok érzékelésének teljességét. Az a törekvés, hogy bármily áron fokozzák a bejárat épület építészeti méretét, a műhelyek óriási méreteihez viszonyítva, kétségtelenül hibás.

Az építészeti méretek kérdése fontos jelentőségre tesz szert a kommunizmus nagy építkezései együttesének megteremtésénél. Adott esetben az építész egyik legfontosabb feladata, hogy megtalálja ezen óriási építményeknek a partmenti építményekkel, valamint az azokat körülvevő természettel való legkifejezőbb építészeti kölcsönös viszonyt. A vízierőművek építése terén a már felhangozott gazdag tapasztalatunk azt mutatja, hogy ezen építmények építészeti kifejező ereje csak azzal a feltétellel érhető el, hogy a homlokzatok mérettagoltsággal nagyobbítottak, ugyanakkor az építészeti alkatrészelemek, nyílásközpök, mélyedések, valamint borítóelemek típusainak száma korlátozott.

Miután megtalálták az iparvállalat általános térbeli kompozícióját, meghatározták az építmények térfogatainak és területének arányos kölcsönös viszonyát, a legfontosabb feladat: az épület részletes építészeti megoldása, a terület fásítása és közművekkel való ellátása, a homlokzatok színkiképzése stb. jellegének a meghatározása.

Sajnos a gyakorlatban találkozunk olyan esetekkel, amikor az építés indokolatlanul az épület színkiképzését, mint vezető, teljesen önálló építészeti kompozíciós eszközt kezdi tekinteni. Ilyen pl. a hajóépítőüzemek néhány terve. Itt a falazásnál alkalmazott, önmagában ugyan érdekes, festői, szönyegszerű rajz nem határozza meg ezen óriási építmények építészeti minőségét.

*

Az iparvállalatok egységes építészeti együttese létrehozásának feladatával kapcsolatban igen fontos, hogy helyesen nyúljunk hozzá az épület típusálási kérdéseihez.

Érthető, hogy teljesen megérett már a szükségesége az iparvállalat minden fajtájára vonatkozó technikai és építészeti elemek meghatározott »palettája« létrehozásának. Ez megkönnyíti mind az ipari komplexumok tervezésének folyamatát, mind azoknak építését. Az építési technika és a gyorsított munkamódszerek fejlődése egyre szívósabban diktálja annak szükségességét, hogy az iparvállalatokat nemcsak típus szerkezeti és építészeti elemek, de a teljes típusépítmények alkalmazásának figyelembevételével tervezzék. A tervező intézetek ebben a viszonylatban már egész sor értékes javaslatot tettek. Például a »Tepioelektroprojekt« kidolgozta a hőerőművek típusterveinek sorozatát, amelyek a kivitelezésnél és az üzem-

kihasználásban egyaránt gazdaságosságukkal tűnnek ki. A »Gidroenergo-projekt« a vízierőművek új racionális típusát hozta létre és ez sikeresen használható fel a hidrotechnikai építés gyakorlatában. Ezen építmény jellegzetes sajátossága abban áll, hogy minden egyes szekciója szinte önálló típus vízierőművet képez.

Az építmények típuscsoportjainak példájául a »Promsztrojprojekt« leningrádi osztálya által kidolgozott dúsítógyár tervei szolgálhatnak (építész: Satov, mérnök: Kaplan).

A gyár összes épületei szétszerelhető szerkezetekkel készülnek és oly hegyes vidéken is felépülhetnek, ahol a terep hajlata 5° és 23° között van. Az egyes elemek típusméreteinek mennyisége a minimumra van leszorítva, ami jelentősen leegyszerűsíti az építési folyamatot és a kivitelezés idejét lerövidíti. Az építésznek mindamellett sikerült létrehozni a gyárkomplexum kifejező építészeti megoldását. A »Giproaviaprom« sikeresen valósítja meg a segéd- és raktárépületek jóléti helyiségeinek tipizálását. Nagy gyakorlati érdeklődésre tarthatnak számot a gyáron belüli utcák ugyanezen intézet által kidolgozott típus keresztprofiljai. A tervekben figyelembe vették a földalatti helyiségek elhelyezését, megoldották a keresztvezetési csomópontokat, a kövezés különböző típusát és az elrendezést, valamint közművekkel való ellátás egyéb elemeit.

Természetes, hogy a típusépületekből álló iparvállalat építésénél nem szabad megengedni a felépítendő építészeti együttes semilyen személytelenítését sem. Az ilyen együttes egyéni jellege az építésznek attól a képességétől függ, hogy a vidék konkrét feltételeit figyelembe véve helyesen tudja-e a típus-építményeket alkalmazni, jól fel tudja-e használni a terep hajlatának, víziutaknak és a szállítási berendezéseknek stb. sajátosságait.

Típus-tervek használatakor figyelembe kell venni az építmények építészeti kölcsönös kapcsolatát az iparvállalat teljes komplexumába. Csak az ilyen módszer teszi lehetővé a teljesértékű építészeti megoldást, amely egyaránt megfelel a kivitelezés műszaki és művészi követelményeinek.

Az építésben minél szélesebb körben alkalmazzák a típus-építményeket és azok egyes elemeit, annál nagyobb részaránya lesz az építés munkájában az építészeti-elrendezési kompozíciónak, a teljesértékű építészeti együttesek tervezési kérdéseinek.

Ily módon a tipizálás és szabványosítás a mi szovjet feltételeink között az ipari építészeti kultúra általános felemelkedésének hatalmas ösztönzőivé változnak.

Az ipari építmények és együttesek új, jobb minőségét jelenleg szívos harcban érjük el minden elavult maradvánnyal szemben, ami az iparvállalat funkcionális-műszaki szervezésében, mind pedig az iparvállalatok művészi kidolgozásában jelentkezik.

A szovjet iparvállalatra elsősorban a termelési folyamatok szakadatlan tökéletesedése és az iparvállalatnál dolgozó emberek munkafeltételeinek a megjavulása jellegzetes. Ezenkívül pedig az ipari épületeket felhasználásuk mértékében újjáépítik, a műhelyeket kibővítik, gyakran más műhelyekkel kooperálják, alkalmassá teszik a termelés új, tökéletesebb módszereire, vagy fajaihoz, a terme-

lékenyebb berendezéshez, új szállítási eszközökhöz stb.

Vizsgáljuk meg például az iparvállalat kibővítésének esetét. A textilgyárakat, olajfinomító és néhány más gyárat rendszerint dublizálás útján bővítik. Így például a leninskani szövőgyár bővítését oly módon végezték, hogy négy, egymás mellett fekvő épületet dublizáltak.

A hőerőművek, martinüzemek bővítését hozzáépítéssel oldják meg, aminek következtében az épületek hossza eléri az 500 métert, sőt annál többet is. Az építész számára éppen ezért igen fontos, hogy már jó előre számításba vegye az építmény külső alakjának utólagos megváltozását oly módon, hogy annak építészeti egysége megőrződjék.

Egy iparvállalatnak, mint egész építészeti-tervezési fejlesztésnek jellegzetes sikeres példája a Sztálin nevet viselő moszkvai autógyár újjáépítése, amelyet évek során állandóan bővítettek és új építményekkel építettek be.

A gépgyárak tervezésénél az egyik legfontosabb feladat jelenleg oly műhelyek széleskörű alkalmazása amelyeknél figyelembe veszik azok utólagos modernizálását és a gyártási folyamatok változását. Például a »Lenpromsztrojprojekt« által tervezett, fentebb említett gépgyár terveiben a földszintes üzem építményeknek kb. 30%-át úgynevezett »hajlékony« műhely alakjában tervezték meg.

Összetételükben látszólag a legstabilabbak a vízierőmű-komplexumok. Mégis, létesítésük rendszerint hajógyártó, mechanikai és egyéb gyárak, valamint új lakó- és kulturális jóléti építmények építésével kapcsolatos. A Dnyeper-i vízierőmű (Dnyeprogesz) tapasztalatai azt mutatják, hogy ez a körülmény hatással van a vízcsoport építészeti együttesének a kialakulására.

Az építés bármely területén dolgozó építész vezető eszméje az emberről való gondoskodás sztálini elve. Az iparvállalatnál ennek a gondolkodásnak a munkáigényes folyamatok maximális gépesítésében, a termelés automatizálásában, a megfelelő munkavédelem és egész sor oly más feltétel biztosításában kell megnyilvánulnia, amelyek elősegítik a szellemi és fizikai munka közötti határvonal elmosódását, biztosítják a munka termelékenységének gyors fejlődését, valamint anyagi és szellemi javak bőségének megteremtését a nép számára. Az építésznek e legfontosabb feladatokat megoldva, állandóan harcolnia kell az építkezés takarékoságáért, az építkezés költségeinek csökkentéséért, harcolni kell az építészeti pazarlás ellen.

Az építkezések költségeinek csökkentéséről szóló kormányutasításnak betartása, — az építkezés minőségének egyidejű javulásával — a legfontosabb irányítónál a szovjet építész tevékenységében. Ez az utasítás egyedül a hozzáépítés teljesértékű egységes megoldása alapján hajtható végre, amely lehetővé teszi az épülő objektumok tipizálásának számos felhasználását, a munka ipari módszereinek, továbbá új szerkezetek és anyagok bevezetését az építészeti pazarlás teljes kiküszöbölése mellett.

Különösen ki kell emelni, hogy az előforduló építészeti pazarlásoknak legfontosabb oka végered-

ményben az a körülmény, hogy az építészek gyengén sajátították el a szovjet művészet alkotómódszerét: a szocialista realizmust, valamint az építészeti kompozíció elméletét. Éppen ezzel magyarázható a gyakorlatban gyakran megfigyelhető szakadék az építészeti funkcionális-gazdasági és eszmei-művészi részei között.

Az ipari építmény műszaki képének létrehozásakor nem szabad figyelmen kívül hagyni azokat a követelményeket, amelyeket az adott iparvállalat funkcionális gyakorlati rendeltetései diktálnak. Egész sor elem, amelyet a termelés technológiai sémája indokol, az építészeti kompozíciót gazdagítja, teljesértékű építészeti kidolgozást adhat. Például a hidrotechnikai építményeknél az építésnek egyáltalában nem kell »lepleznie«, vagy az egységen kívül hagynia a vízierőművek berendezéseinek oly sajátos elemeit, mint amilyenek a nagyfeszültségű áramhálózat árbocai és portáljai, a transzformátorok, daruberendezések, állványhidak stb.

A szovjet ipari építkezés gazdag gyakorlatában és Oroszország ipari építmények építészeti történetében a nyitott mérnöki szerkezetek és építő berendezések művészi megoldásának nagyszámú példája ismeretes.

Ilyenek például a leningrádi gázdobok, amelyek tervezésénél a feladat nemcsak oly építmény létrehozása volt, melyek észszerűek technológiai-mérnöki sémájuk szerint, de amelyek építészetiileg is kifejezőek. A »Lenpromsztrojprojekt« és »Gazteploprojekt« tervező építészei a gázdobokat úgy alakították, hogy azok ismétlődő, ritmikus sora a gáztelepnek befejezett építészeti egységet ad.

A XVIII—XIX. század orosz klasszikus építészete örökségül hagyta ránk az urali gyárak nagy-szerű egységét, amelyeknek építészetében több tanulságos példáját látjuk annak, hogyan kell a műépítésznek, mélyenszántóan művészi felfogva a technológiai feladatok megoldását, az építési konstrukciók megválasztását. Megemlítjük például a Kamenoki-gyár kohóit, amelyeket M. Molonov építész épített, a Pozsavszy gyár technológiai berendezését, amelyet művészi formában öntöttvasból kiviteltek stb.

Ennek a tapasztalatnak a kritikai tanulmányozása lehetővé teszi az építészetben a technikai és esztétikai kérdéseknek helyes kombinációját, továbbá figyelembe veszi az ipari együttes felépítésénél a termelési, mérnöki és építési berendezést, amelynek külső alakját az építésnek mindig figyelembe kell venni.

Az építésznek szabadon kell tájékozódnia a technológiai folyamat általános jellegében, az ipari építkezés korszerű módszerei között, figyelembe kell vennie annak gazdaságosságát és minden tudását teljesértékű építészeti egység létrehozására kell irányítania. Ellenkező esetben egyoldalú »kivitelező« szakemberré válik, aki csak részben képes kijavítani a technológusok által megszerkesztett általános tervet és megjavítani a már megtervezett egyes építmények építészeti képét. Az ilyen gyakorlat csak a dekoratív kivitelező munkálatokra fordított eszközök észszerűtlen felhasználását eredményezi és nem oldja meg a szükséges építészeti hatást.

A tervezői intézetek egész sora sikeresen dolgozik az ipari építmények gazdaságosságának kérdéseiben.

Meg kell említeni például a »Giprocement« e téren elért nagy eredményeit, ez az intézet az általános terv elmélyült kidolgozása, annak tömörsége, az építmények tömörítése és tipizálása, a mérnöki hálózatok és utak hosszának csökkentése révén a tervezendő objektumok építkezési költségeinek csökkentését úgy éri el, hogy az nem megy azok építészeti minőségének a rovására.

Egy gépkocsigyár gyárelőtti területének beépítési tervében — amelyet a »Lenpromsztrojprojekt« dolgozott ki — az épületek általános térfogata 93 600 m³-t tett ki. A terv átdolgozása után — többek között a beépítés tömörebb megoldása után — viszont az épületek köbtartalmát 55 300 m³-re csökkentették.

Az ipari területtel való takarékoskodás komoly lehetőségei a beépítés építészeti minőségének egyidejű megjavításával ezenkívül elérhető az üzemeknek az útvonalra való kihozásával, — következőképpen a kerítések felszámolásával — a kisebb segédépítményeknek tömbbe való egyesítésével és e tömböknek a műhelyépületekhez való hozzákapcsolásával — a gyári építmények konfigurációjának egyszerűsítésével stb.

Az építésznek annyira kell ismernie, foglalkozásának mesterfogásait, hogy meg tudja találni a kiváló minőségű építészeti megoldást, annak legnagyobb fokú gazdaságossága mellett.

Az építkezések költségeinek csökkentéséért vívott harc nem ideiglenes jelenség és nemcsak a gazdasági kérdésekkel áll kapcsolatban. A takarékoság szükségessége egyik előfeltételét képezi az új, korszerű építészeti megoldások aktívabb keresésének és végeredményben elősegíti a szovjet ipari építészet általános haladását.

Fordította: *Rojkó Ervin*

AZ IPARTERV MŰSZAKI MUNKÁJA

TIMFÖLDGYÁRAK

KUTAS ANDOR és VIRÁGH PÁL

I.

A magyar ezüst, az alumínium gyártásának útja, nagy kincsünk: a bauxit-közetből az alumínium kohóig timföldgyárakon keresztül vezet.

A tudomány jelenlegi állása szerint a követelményeknek megfelelő alumíniumot bauxitból közvetlenül nem sikerült még előállítani, bár igen sok kísérlet történt ebben az irányban. Az alumínium kohászatnak egyelőre meg kell még elégedni azzal, hogy nyersanyaga nem bauxit, hanem a bauxitból előállított timföld, amely timföld a bauxitból kémiai folyamat eredményeképp nyerhető.

Hazánk — amint az immár köztudomású — nagy bauxit készletekkel rendelkezik. Az eddig feltárt és megállapított mennyiségek szerint hazánk, mint bauxittelep világviszonylatban is komoly jelentőségű. A bauxit elnevezése a franciaországi Baux községtől származik, ahol Európában első ízben találtak bauxitot.

A bauxit több anyag összetevéséből alakult ki. A föld mélyében egymás mellett a legkülönbözőbb összetételű bauxitok lelhetőek fel és tekintve, hogy a kémiai eljárás az összetételekre vonatkozólag hosszabb munkát igényel, a gyakorlat az, amire a kitermelésnél egyedül támaszkodni lehet.

A bauxit bányászat hazánkban részben külszíni, részben pedig földalatti. A külszíni fejtésnek nagy előnye, hogy teljes egészében kibányászható, nem kell sem pilléreket, sem pedig nehezen hozzáférhető helyeken a bauxitot kihasználatlanul a föld mélyében hagyni. Továbbá nagy előnye speciálisan a mi szempontunkból, hogy az igen nehezen beszerezhető bányafa teljesen nélkülözhető.

Amíg a fedőréteg a bauxiton felül a 20 métert meg nem haladja, előnyösebb a külszíni fejtés, ez esetben a bauxiton lévő fedőrétegeket baggerekkel távolítják el, a meddőt távolabbi helyeken depónálják.

A bauxit elhelyezkedése igen változatos és fejtése nagy tapasztalatokat kíván.

Amikor azt mondjuk, hogy a timföldnek bauxitból való előállítása kémiai folyamat, ezzel csak a gyártás jellegzetességét akarjuk kidomborítani, maga a gyártási menet — mint ezt később látni fogjuk — a kémiai processzuson kívül direkt alkalmazott hőtechnikát is igénybevesz.

A bauxitnak timfölddé való feldolgozására különböző eljárások voltak már eddig is az iparban bevezetve és azokat a feldolgozáshoz felhasznált anyagok szerint a következőképpen lehet csoportosítani:

1. Savas eljárások: kénsav, sósav, salétromsav és kénes-savas eljárás.

2. Lúgos eljárások: a pyrogen Deville-Péchiney, a nátrium-lúgos Bayer, a Séailles mészaluminátos és a nátriumsulfátos Peniakoff kilúgozással.

3. Elektromos ivkemencében: Haglund, Pederson, Hall eljárással.

Ezen három eljárás-csoport közül a harmadik: az elektromos ivkemencében való feldolgozás csak ott teljesíthető racionálisan, ahol nagymennyiségű és olcsó elektromos áram áll rendelkezésre. A mai ismeretek szerint ez csak vízierő útján előállított áram lehet. A savas eljárások az eddigi üzemi kísérletek alapján nem szolgáltatnak kellő tisztaságú timföldet. Különösen a vas szennyeződés az, amelyet nem lehet a timföldből kiküszöbölni.

A timföldgyártás jelenleg legnagyobb részben lúgos eljárások szerint dolgozik és megállapíthatjuk, hogy addig, amíg jóminőségű bauxitok állnak rendelkezésre, a Bayer-eljárás szolgáltatja a leggazdaságosabban előállítható, legtisztább minőségű timföldet. Hangsúlyozzuk, hogy ez a megállapítás mindaddig érvényes, amíg kellő mennyiségű, jóminőségű bauxit áll rendelkezésre. Jó minőség alatt azt értjük, hogy a bauxit timföld (Al_2O_3) tartalma és a benne lévő kavasav (SiO_2) mennyisége által képzett hányados

$$\frac{Al_2O_3}{SiO_2} > \text{kb. } 12,$$

mert ha ez a hányados akár a számlálóban lévő timföldtartalom csökkenése, akár a nevezőben lévő kavasav mennyiség emelkedése folytán erősen kisebbedik, a Bayer-eljárás rossz kitermelést és a gyártási folyamat nagymérvű megdrágulását idézi elő. Az új, n. rosszabb minőségű bauxitok feldolgozása esetén vagy kombinált eljárásokhoz kell folyamodnunk, vagy pedig a tisztán pyrogén eljárás, mely utóbbi azonban nagy kalória igényű és mint ilyent a szénigazdálkodás szempontjából kell elbírálás tárgyává tenni.

Elméletileg a timföldgyártáshoz minden alumíniumot tartalmazó anyag felhasználható. A föld kérgének mintegy 8%-a alumínium tartalmú, nyersanyaghiány tehát a timföldgyártás szempontjából, amennyiben megfelelő eljárást tudunk kidolgozni, nem igen állhatna elő.

A természetben előforduló különböző alakulatok, melyek alumíniumot tartalmaznak, a mai ismeretek alapján nem mind alkalmasak timföld előállításra, hanem csak azok, amelyek egyrészt — mint az előbbi képlet mutatja — megfelelő összetételűek,

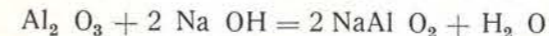
másrészt pedig, amelyekben a timföld olyan kémiai alakban van jelen, hogy az a többi alkatrésztől könnyen elválasztható. Ez az anyag a mai ismereteink alapján a bauxit, amely, mint nyersanyag, a timföldgyártáshoz ma egyedül uralkodó és egyelőre semmilyen más kiindulási anyaggal — itt különösen az agyagra mutatunk rá — a mai gyártási ismeretek alapján nem pótolható.

Hazánkban a timföldgyárak a Bayer-féle eljárás szerint dolgoznak, amelyről néhány szóban szeretnénk ismertetést adni.

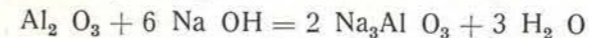
Az eljárást az elmúlt évszázad 80-as éveiben Bayer József Károly osztrák mérnök dolgozta ki. Élete tipikusan a tőkés világ feltalálójának élete volt. Míg az eljárás az alumíniumgyártás és fejlődés szempontjából korszakalkotó és nevét a nagy feltalálók közt emlegetik ma, szegényen halt meg, családját nagy nyomorban hagyta hátra.

Eljárását először az akkori Szentpéterváron lévő Tentelewi vegyészeti gyárban vezették be, de az akkori Oroszországnak alumínium kohászata nem lévén, a gyártást csak alumíniumhidrátig folytatták, míg ennek oxiddá való kiégetését nem végezték el.

A timföldgyártás feladata a bauxitban lévő alumíniumoxidot a lehető legtisztább állapotban a számos egyéb alkatrésztől elválasztani és kész állapotban további feldolgozásra előkészíteni. Ez a kémiai folyamat nátronlúg segítségével megy végbe feltételezhetően a következő egyenlet szerint:



Azért mondjuk »feltételezhetően ezen egyenlet szerint«, mert vannak kutatók, akik a reakció lefolyását eltérően a fentitől a következő képlet szerint adják meg:



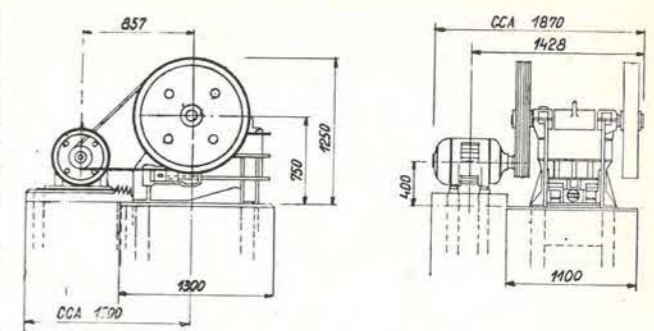
de számos kutató szerint a ténylegesen felhasznált alkatrészek mennyiségei a két megadott képlet között szerepelnek az eljárásban.

A Bayer-eljárás lényege: erősen koncentrált nátronlúggal magas hőmérsékleten kezeljük a bauxitot, aminek eredményeképpen a bauxitban lévő alumíniumoxid és hidroxid nátriumaluminát formában oldatba megy (lásd fenti képleteket) míg a bauxitban lévő egyéb anyagok (mint pl. vasoxid, titándioxid, szilíciumdioxid, foszforpentoxid, vanádiumpentoxid) mint nem oldódó alkatrészek visszamaradnak.

A bauxitbányából 20% körüli tapadónedvességgel érkező bauxitot mechanikus berendezéssel kirakják és nyitott szerűben tárolják. Mechanikus kirakó berendezés szempontjából jelenleg daruk, vagonbuktató berendezések, hernyótalpas baggerek jönnek tekintetbe. Rendeltetésük, hogy a bauxitbányából vagonban érkező bauxitkőzetet a szerűkben elhelyezzék.

A következő lépés a bauxitnak előtörés (7. ábra) után forgódobban (2. és 3. ábra) való szárítása, amely alkalommal a bauxitban lévő teljes mennyiségű tapadó nedvességet és a kötött nedvességnek egy részét távolítják el.

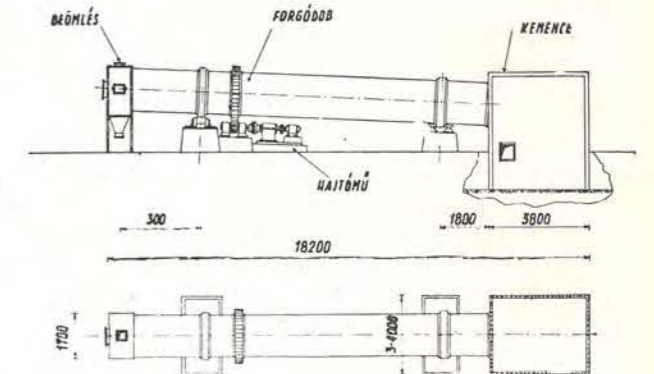
A mechanikus kirakó berendezés segítségével a bauxitot bunkerekbe adagolják, amelyekből



1. ábra. Egyingás pofástörő.

mechanikus adagoló-berendezés segítségével jut a bauxit a forgódobba. A szárításhoz szükséges hő direkt széntüzeléssel, vagy gáz, esetleg olajtüzeléssel állítják elő.

A szárított és részben kalcinált bauxitot kb. cement finomságúra megőrlik. Ez a folyamat a leggyakrabban golyósmalmokban történik, lehet azonban erre kalapács, vagy esetleg Lősche-szerkezetű malmokat alkalmazni, a bauxit fizikai tulajdonságainak megfelelően kiválasztva a legmegfe-



2. ábra. Bauxitszáritó kemence.

előbb gépet. A szárított bauxitot elemes szalagok és elevátorok segítségével bunkerbe juttatják, mely bunkerből jut az előbb említett malmok egyikébe az előkezelt bauxit. (4. és 5. ábra)



3. ábra. Bauxitszáritó forgódob.

AZ IPARTERV MŰSZAKI MUNKÁJA

TIMFÖLDGYÁRAK

KUTAS ANDOR és VIRÁGH PÁL

I.

A magyar ezüst, az alumínium gyártásának útja, nagy kincsünk: a bauxit-kőzettől az alumínium kohóig timföldgyárakon keresztül vezet.

A tudomány jelenlegi állása szerint a követelményeknek megfelelő alumíniumot bauxitból közvetlenül nem sikerült még előállítani, bár igen sok kísérlet történt ebben az irányban. Az alumínium kohászatnak egyelőre meg kell még elégedni azzal, hogy nyersanyaga nem bauxit, hanem a bauxitból előállított timföld, amely timföld a bauxitból kémiai folyamat eredményeképp nyerhető.

Hazánk — amint az immár köztudomású — nagy bauxit készletekkel rendelkezik. Az eddig feltárt és megállapított mennyiségek szerint hazánk, mint bauxittelephely világviszonylatban is komoly jelentőségű. A bauxit elnevezése a franciaországi Baux községtől származik, ahol Európában első ízben találtak bauxitot.

A bauxit több anyag összetevéséből alakult ki. A föld mélyében egymás mellett a legkülönbözőbb összetételű bauxitok lelhetők fel és tekintve, hogy a kémiai eljárás az összetételekre vonatkozólag hosszabb munkát igényel, a gyakorlat az, amire a kitermelésnél egyedül támaszkodni lehet.

A bauxit bányászat hazánkban részben külszíni, részben pedig földalatti. A külszíni fejtésnek nagy előnye, hogy teljes egészében kibányászható, nem kell sem pillérek, sem pedig nehezen hozzáférhető helyeken a bauxitot kihalmoztatlanul a föld mélyében hagyni. Továbbá nagy előnye speciálisan a mi szempontunkból, hogy az igen nehezen beszerezhető bányafa teljesen nélkülözhető.

Amíg a fedőréteg a bauxiton felül a 20 métert meg nem haladja, előnyösebb a külszíni fejtés, ez esetben a bauxiton lévő fedőrétegeket baggerekkel távolítják el, a meddőt távolabbi helyeken deponálják.

A bauxit elhelyezkedése igen változatos és fejtése nagy tapasztalatokat kíván.

Amikor azt mondjuk, hogy a timföldnek bauxitból való előállítása kémiai folyamat, ezzel csak a gyártás jellegzetességét akarjuk kidomborítani, maga a gyártási menet — mint ezt később látni fogjuk — a kémiai processzuson kívül direkt alkalmazott hőtechnikát is igénybevesz.

A bauxitnak timfölddé való feldolgozására különböző eljárások voltak már eddig is az iparban bevezetve és azokat a feldolgozáshoz felhasznált anyagok szerint a következőképpen lehet csoportosítani:

1. Savas eljárások: kénsav, sósav, salétromsav és kénes-savas eljárás.

2. Lúgos eljárások: a pyrogen Deville-Péchiney, a nátrium-lúgos Bayer, a Séailles mészaluminátos és a nátriumsulfátos Peniakoff kilúgozással.

3. Elektromos ivkemencében: Haglund, Pederson, Hall eljárással.

Ezen három eljárás-csoport közül a harmadik: az elektromos ivkemencében való feldolgozás csak ott teljesíthető racionálisan, ahol nagymennyiségű és olcsó elektromos áram áll rendelkezésre. A mai ismeretek szerint ez csak vízierő útján előállított áram lehet. A savas eljárások az eddigi üzemi kísérletek alapján nem szolgáltatnak kellő tisztaságú timföldet. Különösen a vas szennyeződés az, amelyet nem lehet a timföldből kiküszöbölni.

A timföldgyártás jelenleg legnagyobb részét lúgos eljárások szerint dolgozik és megállapíthatjuk, hogy addig, amíg jóminőségű bauxitok állnak rendelkezésre, a Bayer-eljárás szolgáltatja a leggazdaságosabban előállítható, legtisztább minőségű timföldet. Hangsúlyozzuk, hogy ez a megállapítás mindaddig érvényes, amíg kellő mennyiségű, jóminőségű bauxit áll rendelkezésre. Jó minőség alatt azt értjük, hogy a bauxit timföld (Al_2O_3) tartalma és a benne lévő kavasav (SiO_2) mennyisége által képzett hányados

$$\frac{Al_2O_3}{SiO_2} > \text{kb. } 12,$$

mert ha ez a hányados akár a számlálóban lévő timföldtartalom csökkenése, akár a nevezőben lévő kavasav mennyiség emelkedése folytán erősen kisebbedik, a Bayer-eljárás rossz kitermelést és a gyártási folyamat nagymérvű megdrágulását idézi elő. Az új. n. rosszabb minőségű bauxitok feldolgozása esetén vagy kombinált eljárásokhoz kell folyamodnunk, vagy pedig a tisztán pyrogén eljárás, mely utóbbi azonban nagy kalória igényű és mint ilyen a szén-gáz-dioxid szempontjából kell elbírálás tárgyává tenni.

Elméletileg a timföldgyártáshoz minden alumíniumot tartalmazó anyag felhasználható. A föld kérgének mintegy 8%-a alumínium tartalmú, nyersanyaghiány tehát a timföldgyártás szempontjából, amennyiben megfelelő eljárást tudunk kidolgozni, nem igen állhatna elő.

A természetben előforduló különböző alakulatok, melyek alumíniumot tartalmaznak, a mai ismeretek alapján nem mind alkalmasak timföld előállításra, hanem csak azok, amelyek egyrészt — mint az előbbi képlet mutatja — megfelelő összetételűek,

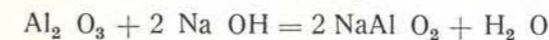
másrészt pedig, amelyekben a timföld olyan kémiai alakban van jelen, hogy az a többi alkatrésztől könnyen elválasztható. Ez az anyag a mai ismereteink alapján a bauxit, amely, mint nyersanyag, a timföldgyártáshoz ma egyedül uralkodó és egyelőre semmilyen más kiindulási anyaggal — itt különösen az agyagra mutatunk rá — a mai gyártási ismeretek alapján nem pótolható.

Hazánkban a timföldgyárak a Bayer-féle eljárás szerint dolgoznak, amelyről néhány szóban szeretnénk ismertetést adni.

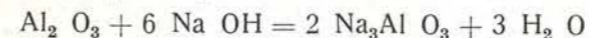
Az eljárást az elmúlt évszázad 80-as éveiben Bayer József Károly osztrák mérnök dolgozta ki. Élete tipikusan a tőkés világ feltalálójának élete volt. Míg az eljárás az alumíniumgyártás és fejlődés szempontjából korszakalkotó és nevét a nagy feltalálók közt emlegetik ma, szegényen halt meg, családját nagy nyomorban hagyta hátra.

Eljárását először az akkori Szentpéterváron lévő Tentelewi vegyészeti gyárban vezették be, de az akkori Oroszországnak alumínium kohászata nem lévén, a gyártást csak alumíniumhidrátig folytatták, míg ennek oxiddá való kiégetését nem végezték el.

A timföldgyártás feladata a bauxitban lévő alumíniumoxidot a lehető legtisztább állapotban a számos egyéb alkatrésztől elválasztani és kész állapotban további feldolgozásra előkészíteni. Ez a kémiai folyamat nátronlúg segítségével megy végbe feltételezhetően a következő egyenlet szerint:



Azért mondjuk »feltételezhetően ezen egyenlet szerint«, mert vannak kutatók, akik a reakció lefolyását eltérően a fentitől a következő képlet szerint adják meg:



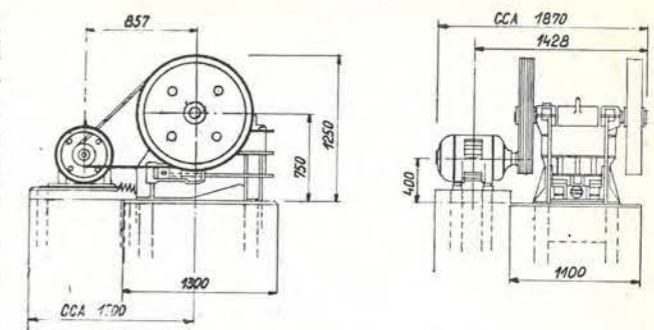
de számos kutató szerint a ténylegesen felhasznált alkatrész mennyiségei a két megadott képlet között szerepelnek az eljárásban.

A Bayer-eljárás lényege: erősen koncentrált nátronlúggal magas hőmérsékleten kezeljük a bauxitot, aminek eredményeképpen a bauxitban lévő alumíniumoxid és hidroxid nátriumaluminát formában oldatba megy (lásd fenti képleteket) míg a bauxitban lévő egyéb anyagok (mint pl. vasoxid, titándioxid, szilíciumdioxid, foszforpentoxid, vanadiumpentoxid) mint nem oldódó alkatrészek visszamaradnak.

A bauxitbányából 20% körüli tapadónedvességgel érkező bauxitot mechanikus berendezéssel kirakják és nyitott szerűben tárolják. Mechanikus kirakó berendezés szempontjából jelenleg daruk, vagonbuktató berendezések, hernyótalpas baggerek jönnek tekintetbe. Rendeltetésük, hogy a bauxitbányából vagonban érkező bauxitkőzetet a szerűben elhelyezzék.

A következő lépés a bauxitnak előtörés (1. ábra) után forgódobban (2. és 3. ábra) való szárítása, amely alkalommal a bauxitban lévő teljes mennyiségű tapadó nedvességet és a kötött nedvességnek egy részét távolítják el.

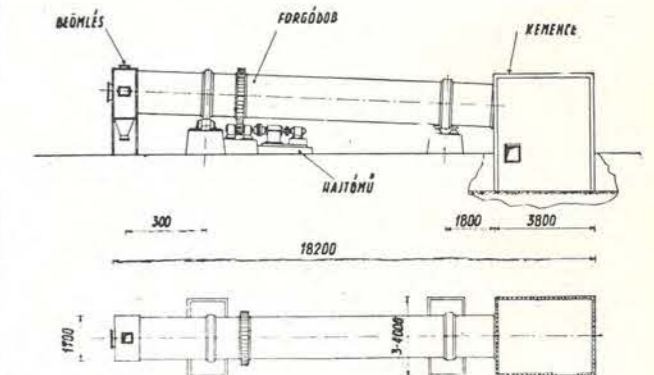
A mechanikus kirakó berendezés segítségével a bauxitot bunkerekbe adagolják, amelyekből



1. ábra. Egyingás pofástörő.

mechanikus adagoló-berendezés segítségével jut a bauxit a forgódobba. A szárításhoz szükséges hőt direkt széntüzeléssel, vagy gáz, esetleg olajtüzeléssel állítják elő.

A szárított és részben kalcinált bauxitot kb. cement finomságúra megőrlik. Ez a folyamat a leggyakrabban golyósmalmokban történik, lehet azonban erre kalapács, vagy esetleg Lősche-szerkezetű malmokat alkalmazni, a bauxit fizikai tulajdonságainak megfelelően kiválasztva a legmegfe-

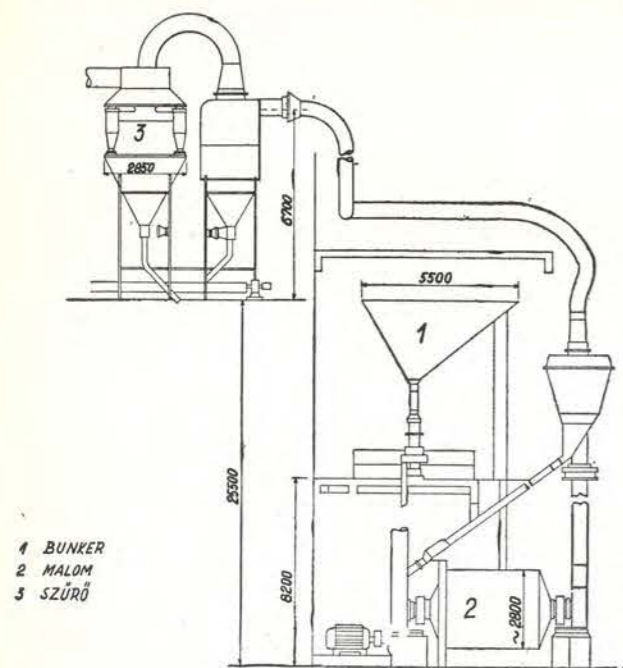


2. ábra. Bauxitszáritó kemence.

lelőbb gépet. A szárított bauxitot elemes szalagok és elevátorok segítségével bunkerbe juttatják, mely bunkerből jut az előbb említett malmok egyikébe az előkezelt bauxit. (4. és 5. ábra)



3. ábra. Bauxitszáritó forgódob.



4. ábra. Szárazórló berendezés (malomtér).

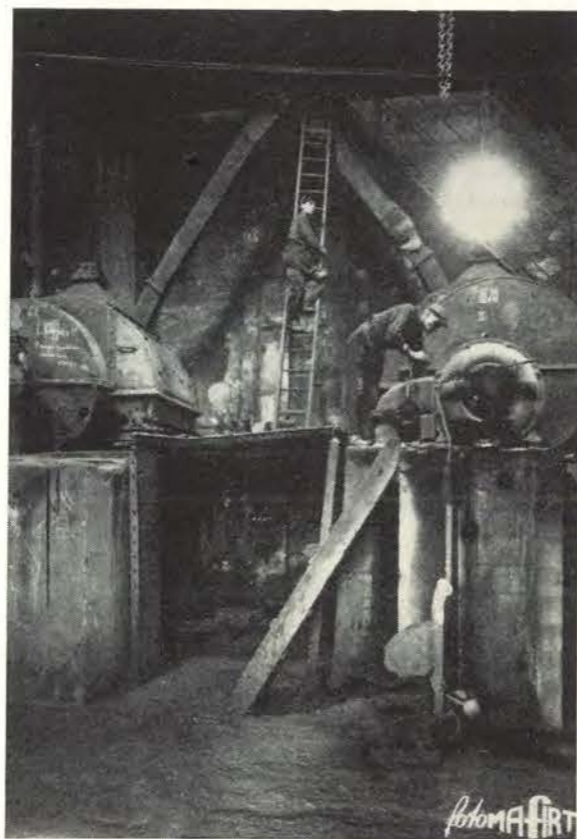
A malmokban termelt lisztet pneumatikus úton a lisztsilóba továbbítják, amelyekből automatikus mérlegek érintésével ú. n. bekeverő tartányokba jut. (6. ábra)

Ezen bekeverő tartányokba előzőleg elvégzett vegyvizsgálatok alapján megfelelő mennyiségű és sűrűségű nátronlúgot adagolunk és a bauxitliszttel erősen keverő szerkezettel ellátott hengeres vasból készült edények, amint hogy a timföldgyártás minden gépe és berendezési tárgya kizárólag vasból készülhet és készül is. Ennek oka az, hogy míg a nátronlúg a vasat direkt konzerválja, addig a színesfémeket erősen megtámadja.

Ezen bekeverő tartányokból az iszapos folyadékot speciális szivattyúk segítségével autoklávokba nyomjuk. (7. és 8. ábra)

A bauxit útja a bányától egész a bekeverő tartányokig — mint darabos, ill. porszerű szilárd anyag — mechanikus berendezések segítségével történik (vasuti kocsik, bunkerek, szállító szalagok, elevátorok, stb.). A bekeverő tartányokból a bauxit, illetve a feltárt bauxit útja már szivattyúkon át vezet, ami szállítás szempontjából igen nagy előnyt jelent.

Az autoklávok 10—30 m³ vagy ennél nagyobb űrtartalmú vasedények, amelyek alkalmasak arra, hogy bennük magasabb nyomást állítsunk elő. Az autoklávba benyomott bauxitiszapos folyadékot a bennük elhelyezett gőzkigyókba bevezetett magas hőmérsékletű gőz segítségével felforraltjuk olyan hőfokra, amelynél a beadagolt sűrűségű marónátronlúg a közölt egyenlet szerint a bauxit timföld tartalmát kioldja. Ekkor képződik a már ismertett nátriumaluminát oldat, amelyet a bauxit egyéb, oldhatatlan állapotban maradt alkotórészeitől el kell választani.



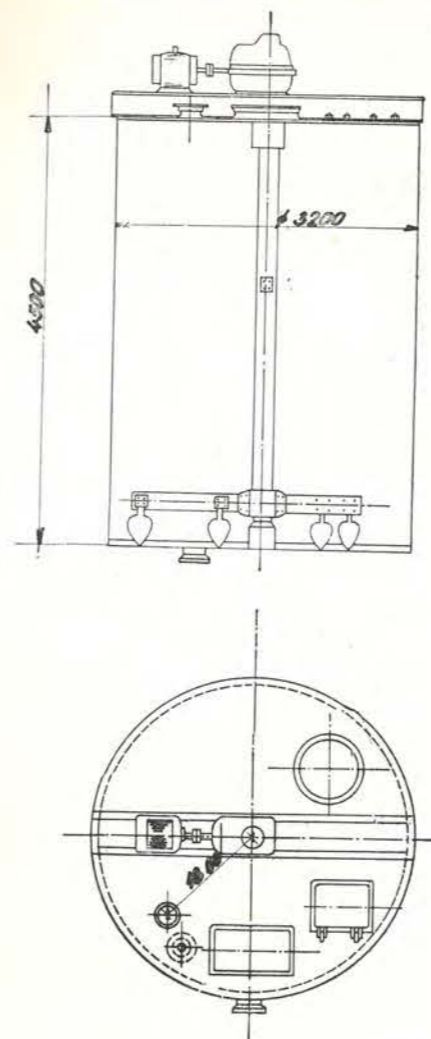
5. ábra. Bauxitörlő golyósmalom.

Az autoklávban végbemenő reakció után az egész iszapos folyadékot ú. n. Dorr-ülepítő tartányokba, (9. ábra) szivattyúzzuk, amelyekben ülepítés útján elválasztjuk a nátriumaluminát oldatot az oldhatatlan bauxit alkotórésztől. Ezen ülepítő tartányok igen nagy átmérőjű, lassúforgású keverő szerkezettel ellátott, egymás fölé elhelyezett több emeletes hengeres edények, amelyekben a vörös iszap alul helyezkedik el és saját súlyánál fogva speciális edényekbe átnyomódik, míg a megtisztított nátrium-aluminátlúg az egyes emeletek felső részein elhelyezett csővezetéseken keresztül távozik el.

A vörösiszapot Kelly-szűrőkön (10. ábra) szűrik és kimosás útján az egyébként veszendőbe menő marónátron nagy részét vissza lehet nyerni. A Kelly-szűrők nagyméretű hengeres tartányok, amelyekben igen sűrű szövésű acélsziták vannak elhelyezve. Nagy nyomás alatt a vörösiszap el különül nagy részben a szuszpenziót képező folyadéktól és kb. 40—50% nedvességtartalommal választható le a szitákról.

A vörösiszap igen sok értékes anyagot tartalmaz (így pl. titán-dioxidot, vasoxidot, vanádium-pentoxidot, stb.), melyek kinyerése jelenleg a kutatók feladata. Ezen vörösiszapnak eltávolítása a gyárból néhány esztendeje már mechanikus úton történik szivattyúzással, kellő felhígítás után. A folyamatot a 11. ábra ábra mutatja.

A Dorr-tartányokból kikerülő nátrium-aluminátlúgot szivattyúk segítségével kikeverő tartányokba nyomják. A hengeres kikeverő tartányok eddig



6. ábra. Bekeverő tartány.

mechanikus keverőberendezéssel voltak ellátva (12. ábra), az újabb kutatások eredményeképpen azonban ezen berendezést sűrített levegő benyomásával pótolják. (13. ábra)

Ezen eljárás módosítása lehetővé tette a kikeverő tartányoknak nagy magasságban való kiképzését, aminek előnyét jelen cikkünk későbbi folyamán fogjuk megvilágítani. A kikeverő tartányokban a nátriumaluminát oldatból az alumíniumhidrát kristályos formában kiválik és a gyártás következő feladata a kivált alumíniumhidrát elválasztása az oldó marónátronról. Ez a művelet két fázisban történik:

1. A kikeverő tartányokból a szuszpenziót ú. n. hidroszeparátorokba (14. ábra) szivattyúzzák, amely hidroszeparátor lenyegében ugyanaz, mint a megelőzően tárgyalt Dorr-ülepítő tartány. A hidroszeparátor után még egy besűrítő tartányt is kapcsolunk és ezen két berendezéssel egy sűrű alumíniumhidrátot tartalmazó folyadékot állítunk elő, amelyet sejtszűrőkön (15. és 16. ábra) szűrünk meg. Ezen sejtszűrőkön, amelyekbe a szuszpenzió szivattyúk segítségével jut, az alumíniumhidrátot az oldó nátronlúgtól elválasztjuk és tökéletesen

kimossuk úgy, hogy megközelítően neutrális alumíniumhidrát szemcséket válasszunk le a sejtszűrők felületéről. A sejtszűrőkről lekerülő alumíniumhidrátot gumiszalag transzportőrökkel bunkerekbe továbbítják, ahonnan mechanikus adagolókon keresztül jut a kalcináló dobokba. (17., 18. és 19. ábra) Ezen kalcináló dobok 40—60 m hosszú, 2—3 m átmérőjű forgó csőtestek, amelyekben 1.200—1.300 hőfok körül az alumíniumhidrátot alumíniumoxidá (timföld) és vízgőzzé bontják meg. A kalcináló berendezés füstgázaival ragadott timföldet elektromos (20. ábra) és kombinált ciklon-rendszerű szűrők választják le. (Lásd: 30. ábrát).

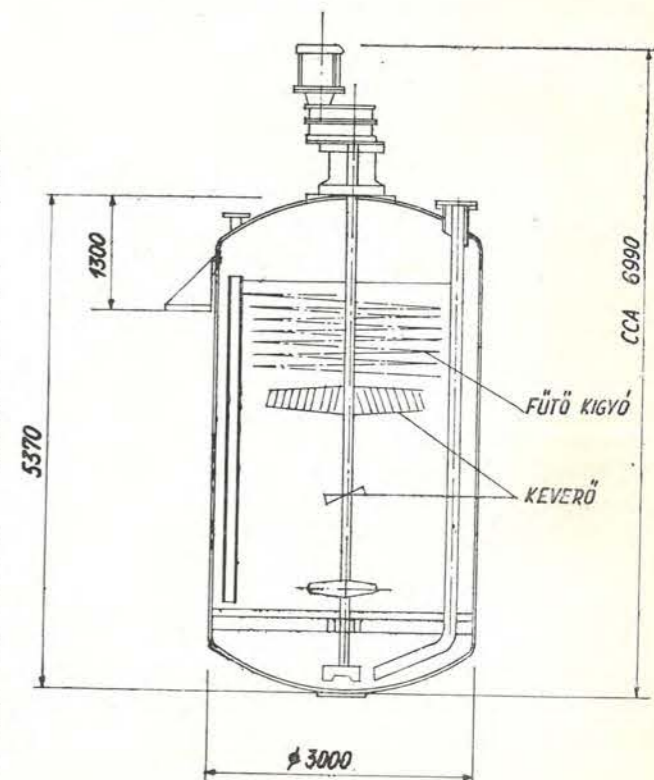
A kemencéből kikerülő timföldet pneumatikus úton silókba szállítjuk, ahonnan az alumíniumkohókba való elszállítás történik.

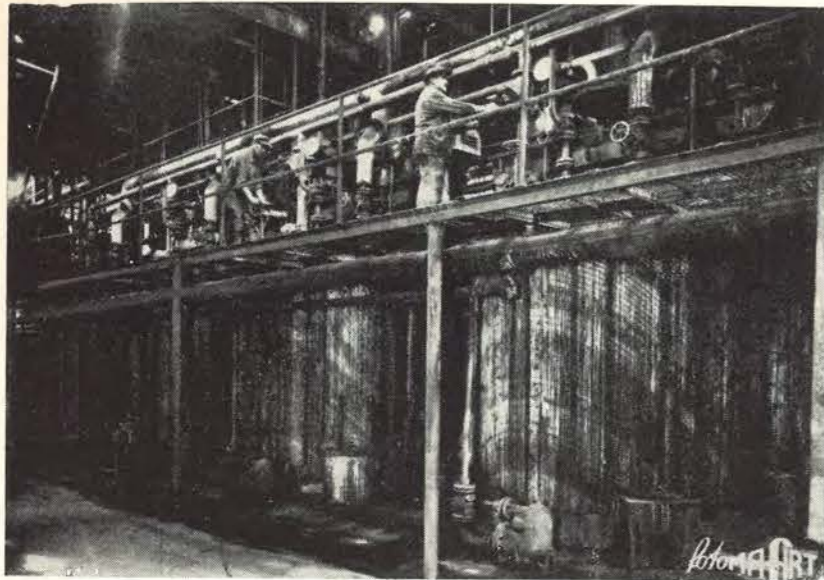
A szállítás vagy zsákokban történik (21. ábra), vagy pedig speciális timföld szállításra elkészített kocsikban, amely kocsikat újabb elgondolások szerint silók alá helyezve, azokból közvetlenül töltenek meg, elszívásuk pedig az alumíniumkohókban pneumatikus úton fog megtörténni.

A sejtszűrők segítségével elválasztott híg nátrium-aluminát lúgot, hogy azt újabb bauxit feltárással tudjuk felhasználni, be kell sűríteni. Ez a besűrítés több testből álló vacuum besűrítő berendezésen történik. (22. és 23. ábra).

A timföldgyártás nagy kalórikus előnye az, hogy ezen besűrítésre az erőtelep fáradt gőzét lehet felhasználni.

Ez a gyártási mód — miként azt már bevezetőben is megemlítettük — a Bayer eljárás szerint dolgozik. A bauxit minőségére vonatkozó megállapításoknál jeleztük azt is, hogy a rosszabb minő-

7. ábra. 30 m³-es feltároló autokláv.



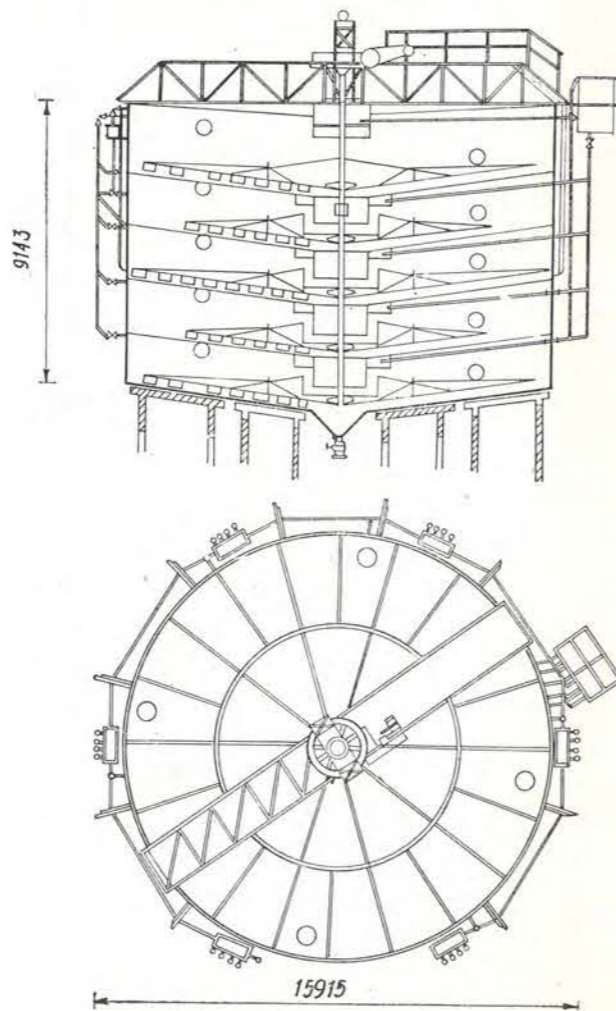
8. ábra. Feltáró autoklavok.

ségű bauxit feldolgozása kombinált eljárással történik, vagy pedig a pirogén eljárással. Bár hazánkban eddig csak Bayer eljárás szerint termelő timföldgyár van, a valószínűségi változásokat számításba véve helyénvalónak tartjuk, hogy a pirogén eljárást is, ha röviden is, de nagy vonásaiban ismertessük.

A bányanedves bauxitot — hasonlóan a Bayer eljárás szerint dolgozó gyárakéhoz — megtörik, majd pedig 2—3 m átmérőjű forgódobokban szódával összeolvasztják. Ez az olvasztás magas hőmérsékleten történik, nagy mennyiségű kalóriát fogyaszt, ami a fő hátránya ezen eljárásnak a Bayer-féle eljárással szemben. Az összeolvasztás után a keletkezett klinkert vízben oldjuk, így nátriumaluminát oldatot állítunk elő és mellette — miként a Bayer eljárásnál is — oldhatatlan állapotban marad a bauxit egyéb része. A tiszta oldatnak elválasztása ugyanúgy történik, mint a Bayer eljárásnál, majd az oldatot kovásválasztás céljából autoklavokban, magas hőmérsékleten forralják. A kivált kovásválatól az oldatot megsűrítik és az így megtisztított nátrium-aluminát oldatba szénsavat vezetnek, amikor is az alumíniumhidroxid kiválik. A kivált alumíniumhidroxidnak osztályozása, besűrítése és szűrése hasonló módon történik, mint a Bayer eljárásnál és ugyanúgy történik a kimosott alumíniumhidroxidnak timfölddévá kiizzítása is. A szűrés alkalmával elválasztott szódoldatot vagy kristályosítjuk és mint kristálysódat értékesítjük, vagy pedig szárazra bepároljuk és kiizzítjuk és mint vízmentes szódát körfolyamatba vissza visszük és további bauxit mennyiségek feltárára használjuk fel. Ennek az eljárásnak egy nagy előnye van a Bayer eljárás szerint dolgozó gyárakéval szemben és pedig az, hogy a vörösiszap, — amely a pirogén eljárás mellékterméke — gáztisztító-masszaképpen használható. A gázgyárak gáztermékeiben lévő ként megköti és így a termelt gáz tisztaságát növeli.

A Bayer eljárás szerint termelt vörösiszap ilyen célra nem használható fel.

A timföldgyártás mai ismeretes technikája mellett hazánkban csak ez a két eljárás jöhet



9. ábra. Ülepítőtartány (Dorr)



10. ábra. Kelly szűrők.

számításba termelő-üzemképen és ezért az egyéb eljárások ismertetését nem tartjuk szükségesnek.

II.

Az előbbieken vázoltuk a timföldgyártás technológiáját. Túlmenni célunkon, a további és a magasépítést tervező mérnök számára túlzott részletezés, vizsgáljuk most már témánkat a tervező építész szempontjából.

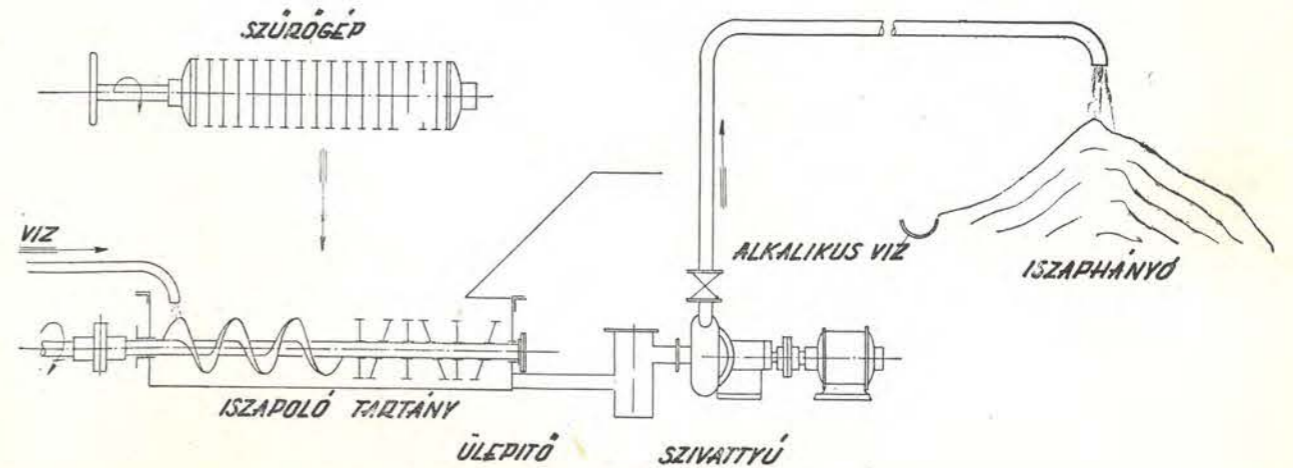
Elsősorban a timföldgyár helykijelölésének kérdésével kell foglalkoznunk.

A timföldgyárak helyének megválasztásánál általános és speciális szempontok érvényesülnek. Az általános szempontok alatt értjük a megfelelő vidék kikeresését, a közelben rendelkezésre álló munkaerők megállapítását, az időjárás változásának figyelembe vételét, az általános telepítési programba való beilleszkedést, stb. A speciális és egyben döntő faktorok a timföldgyártás szempontjából a bauxit és szén közelsége és nem utolsósorban a megfelelő mennyiségű és minőségű víznek biztosítása.

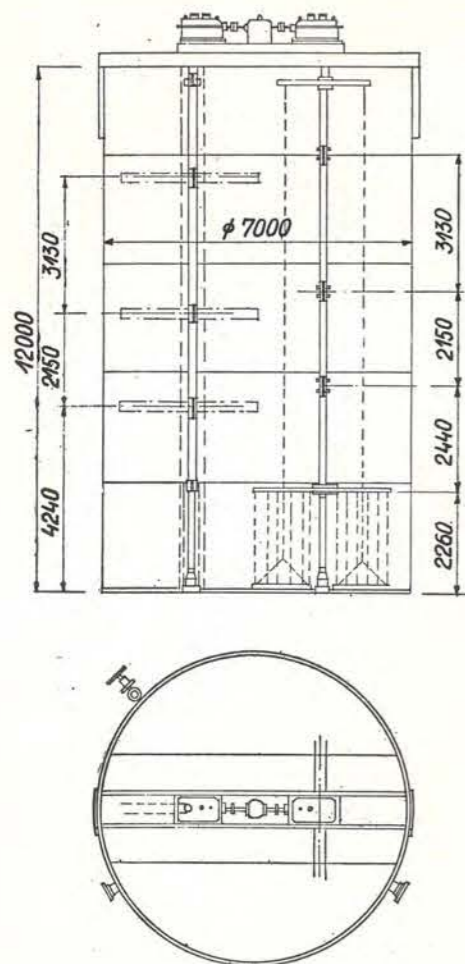
A bauxit lelőhelyek hazánkban egyes kisebb és timföldgyártás szempontjából ma még számításba nem jövő előfordulásoktól eltekintve, kizárólag a Dunántúlra koncentrálódnak. A nagy lelőhelyek a Vérteshegységben és tágabb értelemben véve Tapolca környékén található és a még ki nem bányászott, de megállapított további bauxit lelőhelyek is a Dunántúlon vannak.

Szenet az országban, — amint ez közismert — igen sok helyen lehet találni. Ha azonban az előbb közölt bauxit lelőhelyeket figyelembe vesszük, úgy a timföldgyár helyének kiválasztása szempontjából már bizonyos kötöttségünk adva van. Hangsúlyozzuk, hogy a timföldgyártás szempontjából, mert az iparnak szénrel való ellátása esetleg egy, a timföldgyártás szempontjából kívánatos telepítést nem tart feltétlenül fontosnak.

Ami a vízellátást illeti, igen nagy mennyiségű és lehetőleg jó minőségű hideg vízre van szüksége a timföldgyárnak. Ha a víz minősége megfelelő de mennyisége nem elegendő, úgy hasonlóan az erőtelepek megoldásához, hűtőtartányok létesítése



11. ábra. Vörösiszap szivattyúzással történő továbbítása.



12. ábra. Mechanikus kikeverő tartány.

szükséges és így ezen esetben nagyobb mennyiségű víznek a gyár területéről való elvezetéséről nem kell gondoskodni. Ha azonban elegendő mennyiségű víz áll rendelkezésre, úgy előnyösebb állandóan friss vízzel dolgozni és ez esetben gondoskodni kell a közel azonos mennyiségű víznek csatornázás útján való eltávolításáról.

A keménységre vonatkozólag: ha a 14—16 német keménységet túllépi, előlagyítás válik szükségessé. Ez természetesen nagy mértékben megrágítja a gyártást.

A hőfokra vonatkozólag pedig: minél alacsonyabb a hőmérséklet, annál jobb és olcsóbb a besűrítő berendezés munkája, ami tehát egyrészt szén megtakarítást, másrészt kapacitás emelkedést jelent. Semmi esetre se legyen a víz 20 foknál melegebb, mert ezen felül már a besűrítő berendezés teljesítménye rohamosan csökken. Az ivóvízre általános szabályok vannak, amelyeket itt nem kívánunk felsorolni.

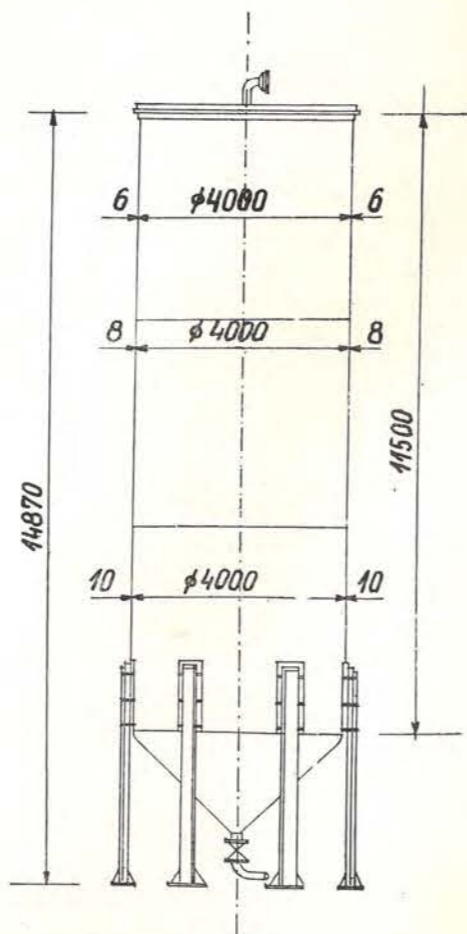
Ami pedig a mennyiséget illeti, a termelt timföldre vonatkoztatva több, mint százszoros mennyiségre van szükség. A víz mennyisége már az előbb elmondottak értelmében is erősen függ a hőfoktól.

Amennyiben a fenti tényezők vizsgálata alapján úgy adódik, hogy a timföldgyár valamelyik szén előfordulás közvetlen közelében kerülhet

felállításra, akkor adva van egy kombinát létesítésének előfeltétele, amelynek alkotóelemei: az erőtelep, a timföldgyár és az alumínium kohó.

Az elmondottakból világos, hogy a nyersanyag lelőhelyek határozzák meg elsősorban a timföldgyár helyének megválasztását. A felhasznált nyersanyag tekintélyes mennyisége (minden termelt tonna timföld után számítva 2.2 tonna szén és 3 tonna bauxit) a szállítás kérdésén azonban az üzemi vágányhálózat szempontjából is különösen megfontolandóvá teszi.

Egy nagyteljesítményű timföldgyár évi anyagforgalma több 10 000 vagon. Ezen nagy mennyiségű anyagnak akadálytalan és gyors kiürítése, illetve kész anyaggal való megtöltése csak megfelelő vágányhálózat létesítése mellett lehetséges. A jó ellenőrzés szempontjából célszerű, hogy az iparvágány a gyár zárt területére, tehát a létesítendő kerítés átvágásával, lehetőleg annak minél kevesebb megbontásával fusson be. Ha lehetséges, úgy ideálisnak mondható az, hogy a kerítésen egy ponton menjen be a gyár területére az iparvágány és a jó teljesítés szempontjából körforgalmat feltételezve egy másik ponton hagyja el a gyár területét. Ez összesen két pont ellenőrzését kívánja meg, ami igen könnyen teljesíthető. Ezen esetben a rendező pályaudvarnak a gyár zárt területén belül kell maradnia, illetve elhelyezést nyernie és innen külön vágány menjen a bauxit raktárhoz, külön a széntérhez és külön a kész timföld berakásához. Ha ezt a három vágányt



13. ábra. Légekiverő tartány.

a szükséghez mérten megfelelő hosszúságúra tervezzük meg, úgy a forgalom akadálytalanul fog lebonyolódni és az üres vagonok eltávolítása a körforgalom beiktatásával akadálytalanul fog megtörténni.

Az üzem telepítési tervét a timföldgyártás technológiája szabja meg. Az alábbiakban a hazánkban eddig kizárólagosan alkalmazott Bayer eljárás alapján fogunk haladni, az egyes üzemi épületek ismertetéséhez pedig — tekintettel arra, hogy új timföldgyár tervezése még nem volt vállalatunk feladata — egy kis üzem középüzemmé való fejlesztésének terveit vesszük alapul. Új létesítmény tervezése a közölt tervekkel azonos elveken alapszik, a telepítésnek azonban természetesen nem kell az esetünkben meglévő adottságokkal számolnia.

A Bayer eljárás szerinti timföldgyártás, mint azt láttuk, tökéletesen egyirányú munkafolyamat, a bauxit beérkezésétől a timföld kiszállításáig. Mint másodrendű folyamat kapcsolódik hozzá a nátronlúg körforgalma.

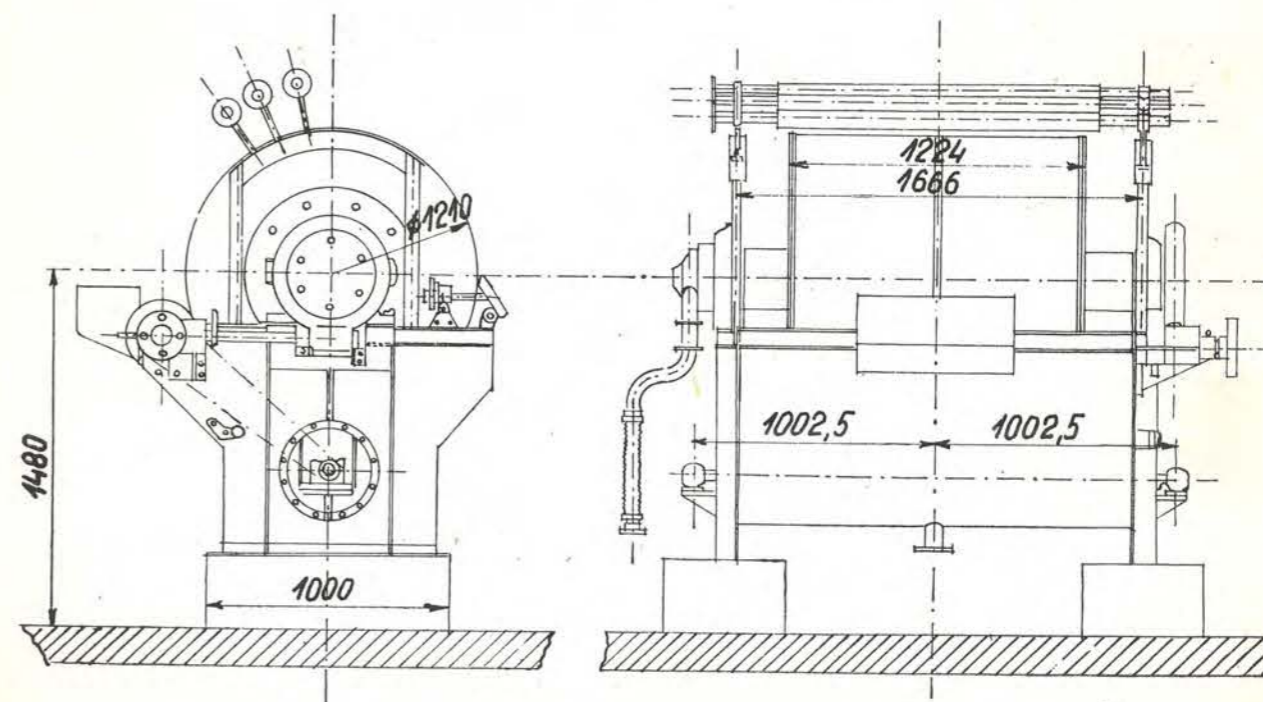
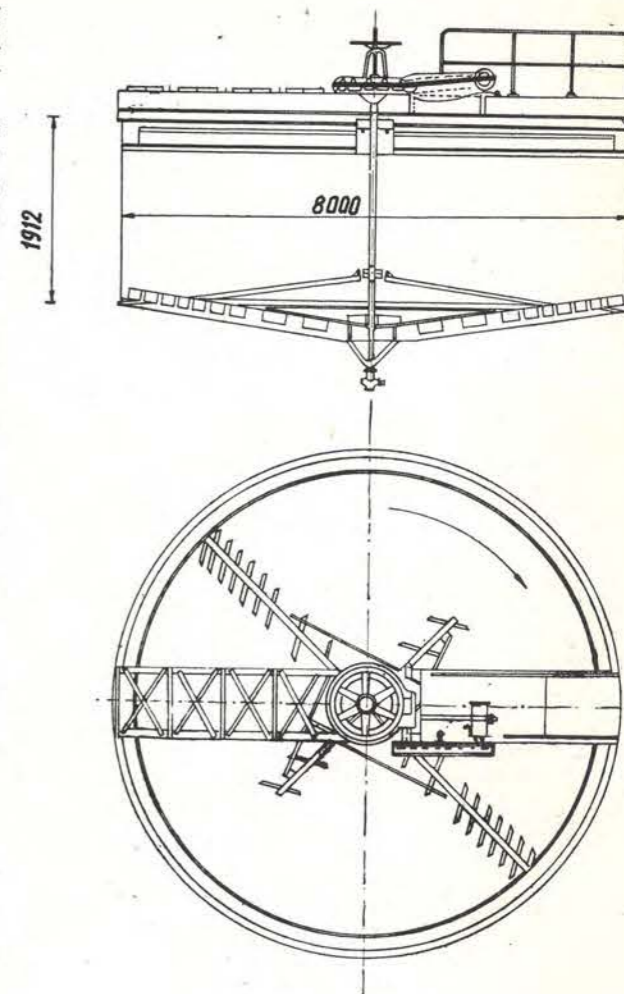
A gyártás menetét sematikusan a 24. ábra mutatja be. Üzemi szempontból az egyes munkamozzanatok öt főcsoportba oszthatók:

- I. a bauxit raktározása és előkészítése,
- II. a bauxit bekeverése, feltárása és a tiszta alumínátlúgnak a zagytól való elválasztása,
- III. a timföldhidrát kiválasztása és timfölddé való kalcinálása,
- IV. a timföld raktározása,
- V. a nátronlúg oldása és besűrítése.

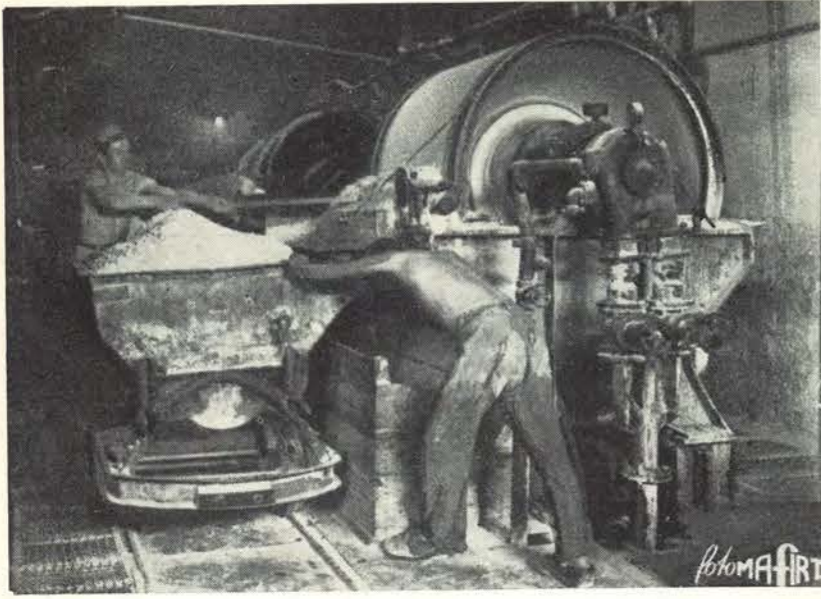
Ezek szükségesek a technológia menetének teljesítéséhez.

A timföldgyártáshoz ezen felül egyéb épületcsoportok is szükségesek még, amelyek röviden a következők:

1. Erőmű, amely lényegében kazánházból és a turbina-házból áll.

15. ábra. 4 m³-es vákuum dobszűrő (Wolff).

14. ábra. Hidroszeparátor.



16. ábra. Wolff-szűrő működésben.

2. Generátorgáztelep, a különböző szárító és kalcináló berendezések hőszükségletének kielégítésére.

3. Jól berendezett javító műhely, amelyben minden az üzemben előforduló gépjavítás teljesíthető.

4. Központi és üzemi laboratóriumok. A központi laboratórium a nyers és kész anyag ellenőrzésével, a technológiai menet állandó megfigyelésével, esetleg az eljárások módosításának kiértékelésével, míg az üzemi laboratóriumok a gyártás menetének ellenőrzésével foglalkoznak.

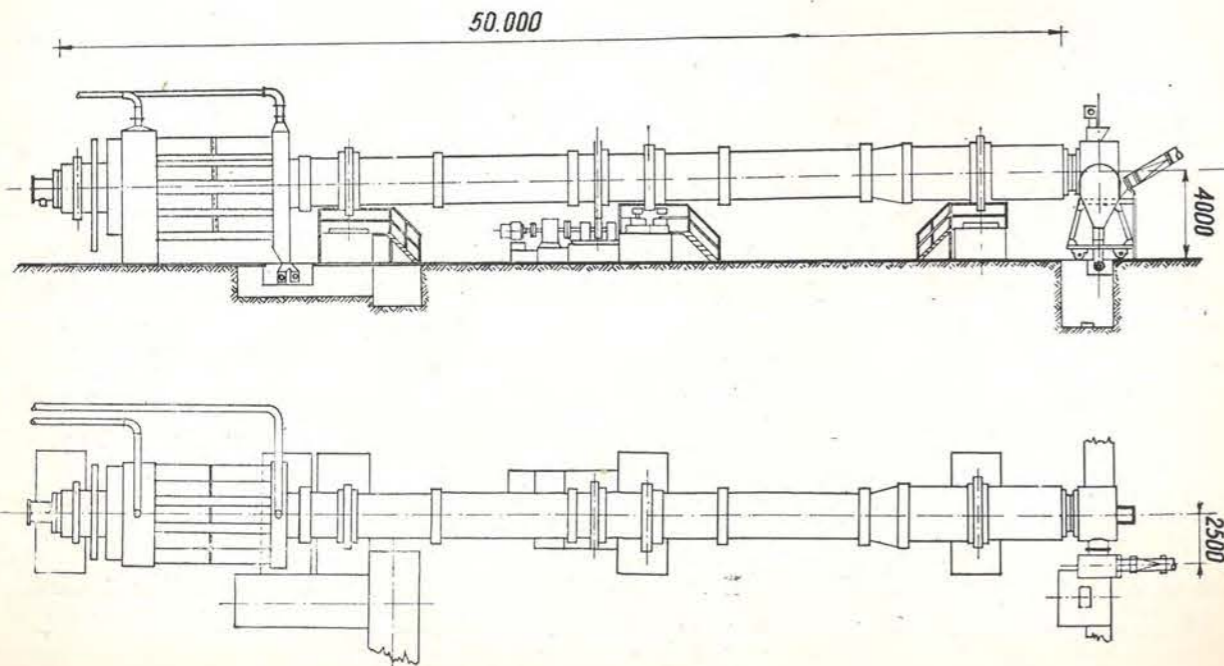
5. Szociális épületek, amelyek a tisztálkodást, az étkezést és a kultúr igények teljesítését teszik lehetővé.

6. Adminisztrációs épületek.

Az erőmű szolgáltatja egyrészt a technológiától megkivánt és az üzemeltetéshez szükséges tekintélyes gőzmennyiséget, ami cca 9 t/ó gőznek felel meg timföld-tonnánként, másrészt a szivattyúk, kompresszorok, szűrők, kikeverők, ülepítők, stb. üzemeltetéséhez szükséges elektromos energiát.

Hasonlóan az erőtelephez, a timföldgyár hőfogyasztó részeinek ellátására egy központi generátorgáztelep is létesítendő és kézenfekvő, hogy mind az erőtelep, mind pedig a generátorgáztelep nagymennyiségű szén szükséglete fedezésére közös széntér létesítése válik szükségessé.

Az elmondottak szerint a berendezés tehát erőtelep és ennek kiegészítését képező generátor berendezés épületeiből és az 5 csoport gépeinek elhelyezésére szükséges épületekből álljon. A tim-



17. ábra. Kalcináló kemence.



18. ábra. Kalcináló kemencék.

földgyár tehát a szorosabb üzemi részben — nem számítva a műhelyt, raktárt, irodát és szociális épületet — 6 épületrészre foglal magában.

Az öt főcsoportnak gyártás szempontjából más és más a jellegzetessége és önmagában egy zárt egységet képez.

Így pl. az első csoportnak karakterisztikuma a bauxit porzása, esetleg nedves időben a szállítás folytán felvett nagy nedvessége.

A másodiké a finom bauxit lisztnek erős maróhatású marónátronnal (lúgkő) való elkeverése és további feldolgozásra való előkészítése, illetve magasnyomáson kezelése és meleg helyen való elválasztása.

A harmadiké első részben a színes bauxit szennyeződésétől tökéletesen elzárt helyiségben jó szellőzés biztosításával a meleg folyadéknak lehűtése és kikeverése majd második részben magas hő alkalmazásával abszolút tiszta timföldpor előállítás.

A negyedik pedig az így gyártott nagy tiszta-

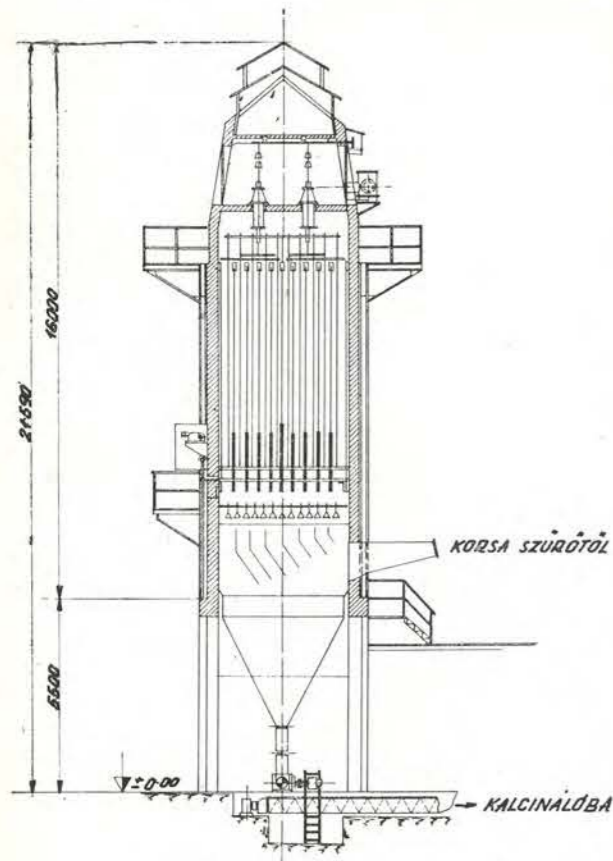
sági követelményeknek megfelelő timföldnek pormentes raktározása és további szállításra való előkészítése.

A gyártásnak ilyenmű csoportosítása és az egyes csoportoknak karakterisztikuma egyéb szempontok figyelembe vétele nélkül is már arra utal, hogy a timföldgyár pavillonszerűen és nem egybeépítetten épüljön meg. Azért mondtuk, hogy egyéb szempontokat figyelembe nem véve, mert ilyenek is vannak. Elsősorban a bővítési lehetőség. Ha pavillonszerűen építünk és az egyes épületek között megfelelő távolságot hagyunk, úgy a bővítésnek a lehetősége adva van. Szükséges a pavillonszerű építkezés azért is, mert a gyártás technológiája jó szellőzést, előnyös megvilágítást és könnyen való megközelítést kíván.

Mindenzen faktorok megfontolásából szükségszerűen adódik — miként azt már megelőzőleg is megállapítottuk — a pavillonszerű építkezés, amint, hogy a meglévő timföldgyárak legnagyobb része ilyen rendszer szerint épült is meg.



19. ábra. Kalcináló kemence tüzelőfej



20. ábra. Elektromos szűrőtorony.

sémájához hasonlóan, a szérű a befutó bauxitvágányra merőleges. A vagonokból a bauxitot darupályán mozgó markoló, korszerűbb üzemekben vagonbuktató, emeli ki. A buktató bunkerekből ferde elevátorok szállítják a bauxitot a szérűbe. A szérűből — esetleg egyenesen a vagonból — a markoló a bauxitot a rámpán lévő bunkerekbe (B és 27. ábra) szállítja, ahonnan függőpályás csilléken kerül a malomtérben elhelyezett szárítókemencékbe (C), innen elevátorok emelik egy bunkerbe (27. ábra, A), ahonnan az őrlőmalomba (27. ábra, C és 26. ábra, D), végül pedig a bauxitlisztzilóba kerül (26. ábra, E és 28. ábra), egy ventilátor és szűrőberendezés beiktatásával, melyek a siló legfelső szintjén nyertek elhelyezést. Mivel a rendelkezésre álló alapterület korlátozott volt, ezt a szintet erkélyszerűen kellett kiképezni. A siló tető födeme sok-szög-héj kiképzést kapott, mely egyedül a körítő falakon támaszkodik, a nagyméretű gépi berendezést így semmilyen közbülső alátámasztás nem zavarja.

A silóból a liszt a bekeverőkön át jut az autókávokba, majd az ülepitő tartályokba. A feltüntetett tartályok közül a négy nagy, 14 m átmérőjű új létesítmény. A tartályok körül 20×20 m méretű, alátámasztás nélküli térről kellett gondoskodni, ennek áthidalására a kettős oszlopok között bikák segítségével felhúzott kb. 4 m magas előgyártott rácsos tartók szolgálnak. (30. ábra)

Ezeken keresztül történik a csarnok felső megvilágítása, a tartók közötti tér szolgál végül is a tartályok kezelő hidjának felvételére.

Mint már ismeretes, ülepités után az alumínát a hűtőbe, a zagy pedig a Kelly szűrőbe (26. ábra, G) kerül.

Az épületcsoport első része, a malomtér igen meleg és bauxitporral erősen szennyezett. Levegőjét különleges szűrőkkel és ventilátorokkal kell tisztítani. A bővítés folyamán ezeket a tér legfelső födémén helyezük el. A második szakasz (feltárás) rendkívül szennyes és ugyancsak meleg üzem. Ennek tervezésénél különös gonddal kell ügyelni a tisztántarthatóságra és a jó szellőzésre és vilá-



21. ábra. Timföld zsákolás és mérlegelés.

gítási lehetőségekre. Az ülepitőcsarnok az egész csoport aránylag legkevésbé szennyes üzeme, ennek tervezésénél a padló kiképzése okoz különleges gondot, mert a tartályokból kikerülő lúgos zagyot szivattyúkkal ellátott gyűjtőmedencébe kell vezetni. Az ülepitő tartályokat régebben zárt gyűrűalakú, falazott alapokon helyezték el, újabban, mint az alaprajzban látható, vasbeton lábakon nyugvó vb. lemezeken fekszenek. A kónikus fenéklemez és a vb. lemezek csatlakozása utólagos kiöntéssel készül. A vb. szerkezet mindenben követi a hegesztett fenéklemez varratait, tervezésénél különleges gonddal kell eljárni, lehetőleg a tartányt gyártó céggel legszorosabb kapcsolatban.

Az autókáv állványok kiképzésének lehetővé kell tenni az autókávok kiemelését. A pódiumok kiemelhető vasszerkezetként tervezendők.

Esetünkben az I. és II. csoport hosszirányban blokkolva épült, aminek szellőzés és világítás szempontjából igen káros következményei vannak. Sajnos a bővítés nem adott módot ennek a helyzetnek a megszüntetésére.

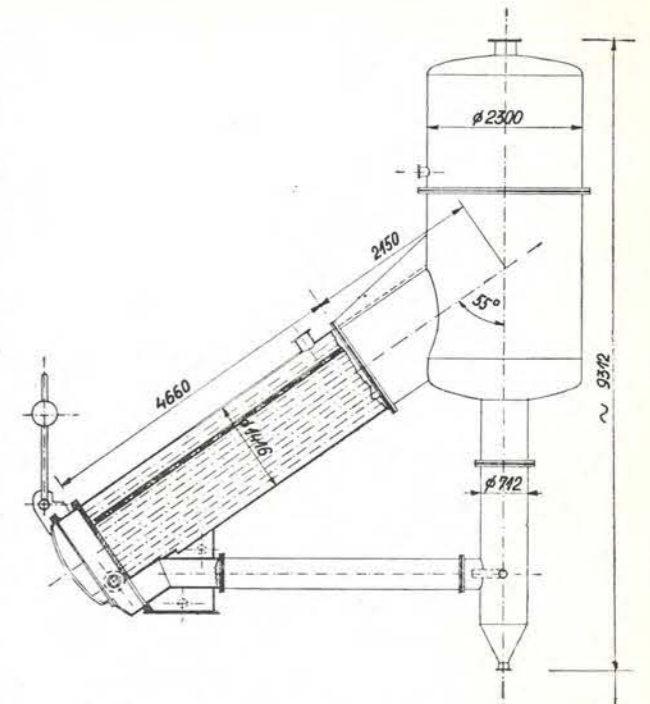
A III. épületcsoportot a 31., 32., és 33. ábra mutatja be.

Az épületcsoport a kalcinálótér és a hidroszeparátor felének kivételével teljesen újonnan létesült, elrendezésében azonban megtartotta nagyjából a régi állapotot, tekintve, hogy az átépítés üzemszünet nélkül történik, az egyes gépi berendezések kicserélése tehát csak szakaszosan mehetett végbe oly módon, hogy az új berendezések és a régi berendezések működése ölelkezik.

A hűtőből érkező lúgalumínát a légkiveverőkbe kerül, melyek kétféle méretben kerülnek felállításra, a kisebb, 4 m átmérőjűek három, a nagyobb 6 m átmérőjűek, melyek a legújabb szovjet tapasztalatok alapján készülnek, két sorban.

Helykimélés szempontjából a kisebb tartályokat felvevő alacsonyabb és a nagyobb tartályokat felvevő magasabb csarnokot a 32. és 33. ábrán együttesen ábrázoltuk.

Mint az ülepitő csarnoknál, ebben az esetben is gondoskodni kell szivattyúkkal ellátott padló-

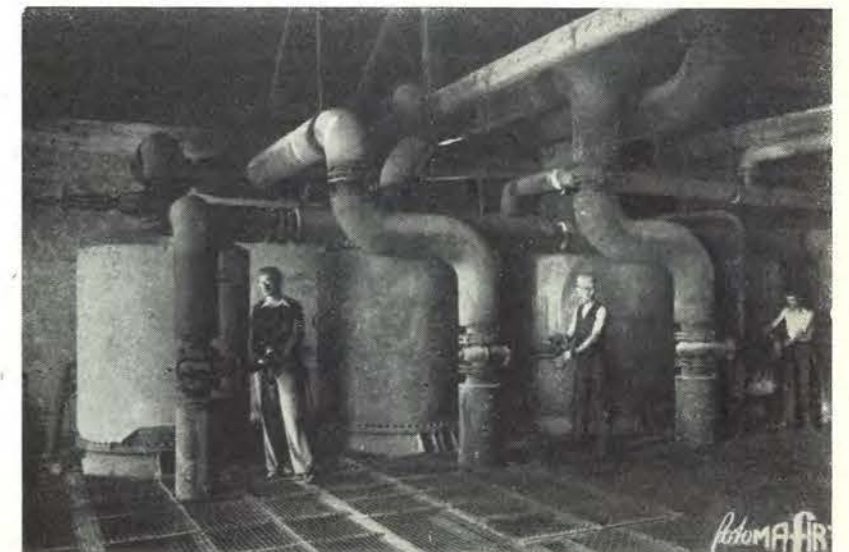


22. ábra. Vogelbusch rendszerű lúgbesűrítő.

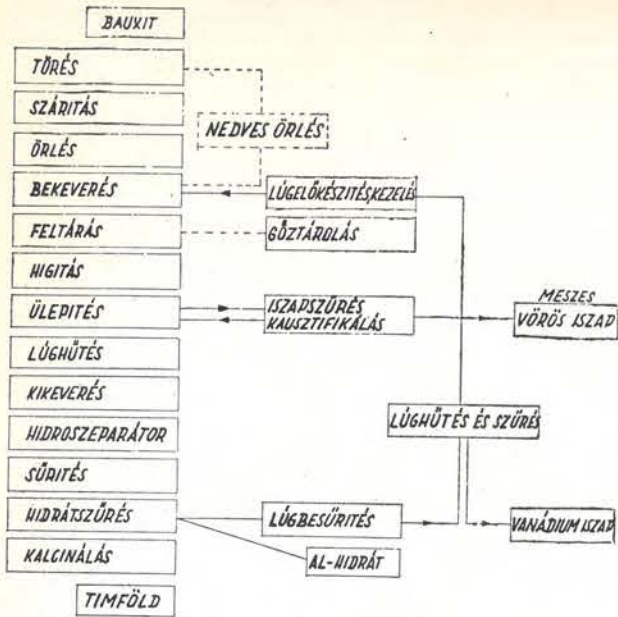
összefolyókról. A csarnokok egyszintűek, a tartályok pereme alatt 1 m-rel elhelyezett taposórács — pódiumokról történik a kezelés és az alumínát állandó ellenőrzése. A nagy kiveverők pódiumát maguk a tartályok hordják. A csarnok meleg, szellőzéséről és a kezelőpódium kellő megvilágításáról kell gondoskodni. A legfelső pódiumot személfelvonóval is célszerű ellátni.

A tartályok szerelése megkívánja a tetőfödémén futómacska, de legalább is csigasor elhelyezésére alkalmas gerendák beépítését.

A tartályok működéséhez szükséges levegőt a daruzott kompresszorházban elhelyezett kompresszorok szolgáltatják (31 és 32. ábra, B.) A technológia leírásából ismeretes hidroszeparátor és ülepitő (Dorr) tartályok felvételéről egyszintű csarnok



23. ábra. Vogelbusch rendszerű lúgbesűrítő.



24. ábra. A timföldgyártás műveletei a Bayer eljárás szerint

gondoskodik (31 és 32. ábra, C), melynek különböző magasságban elhelyezett kezelópódiumai ugyancsak taposó-rácsból készülnek.

A hidroszeparátor magas vasbeton állványon nyugvó lapos tartály, a »fehér Dorr« kiképzése hasonló a már ismertetett ülepitő tartályokhoz.

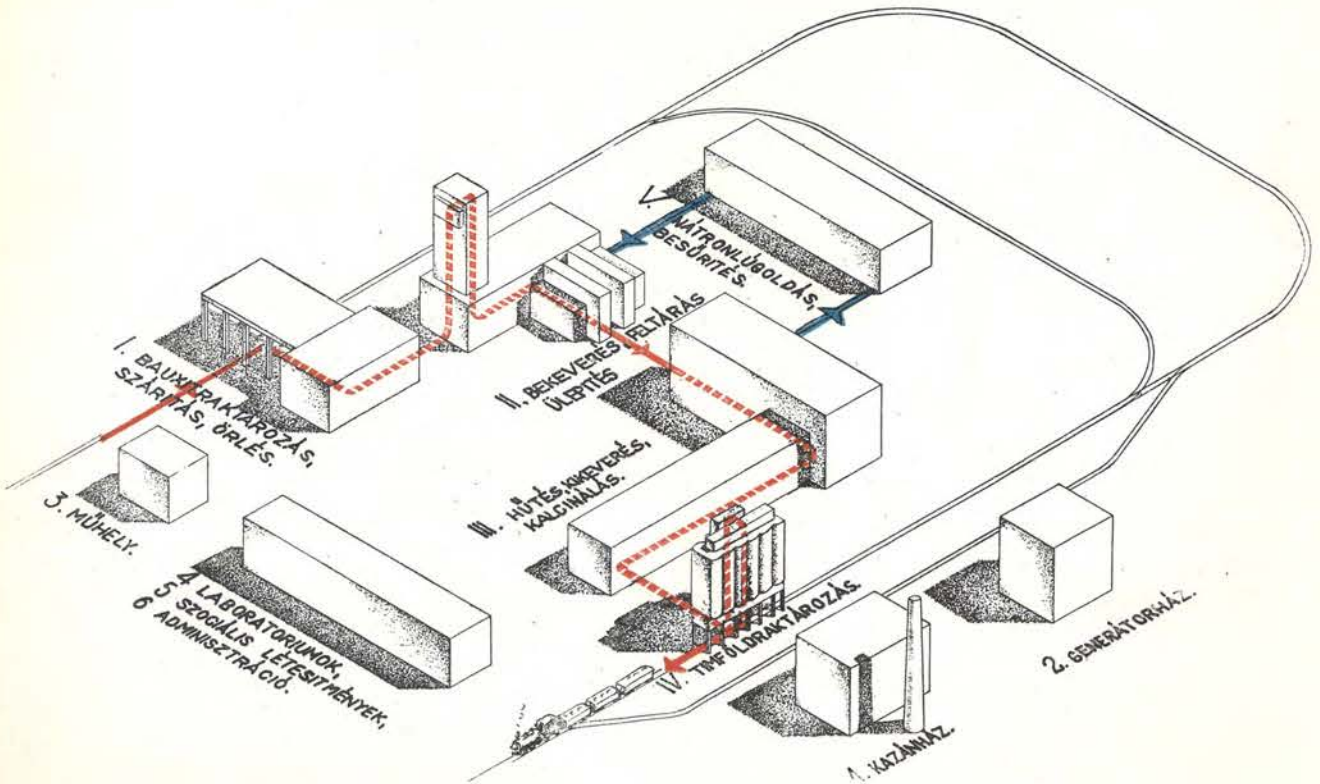
Az ülepitőből kerül az alumínát a Wolff-szűrőkbe. (32. ábra, D). A megtisztított lúg az alacsonyabb szinteken felállított további ülepitő

és elosztó tartányokon (31. ábra D) keresztül jut a besűrítőbe. A szűrőkön leváló hidrátot mérlegelés után egy szalagrendszer továbbítja a kalcinálóba (31. ábra, F). A közbeiktatott hidráttraktárnak (31. ábra, E) ütemraktár szerepe van. Kiszolgálása a 32. ábrán G-vel jelzett kezelőszintről történik. A keresztpillérek nyugvó födémen vasráccsal ellátott leszórónyílások vannak, melyeket a főszalagról lehet ellátni. A kiszolgáló szalag kezelése manuális. Ez az elrendezés igen bonyolult gépi berendezést tesz feleslegessé.

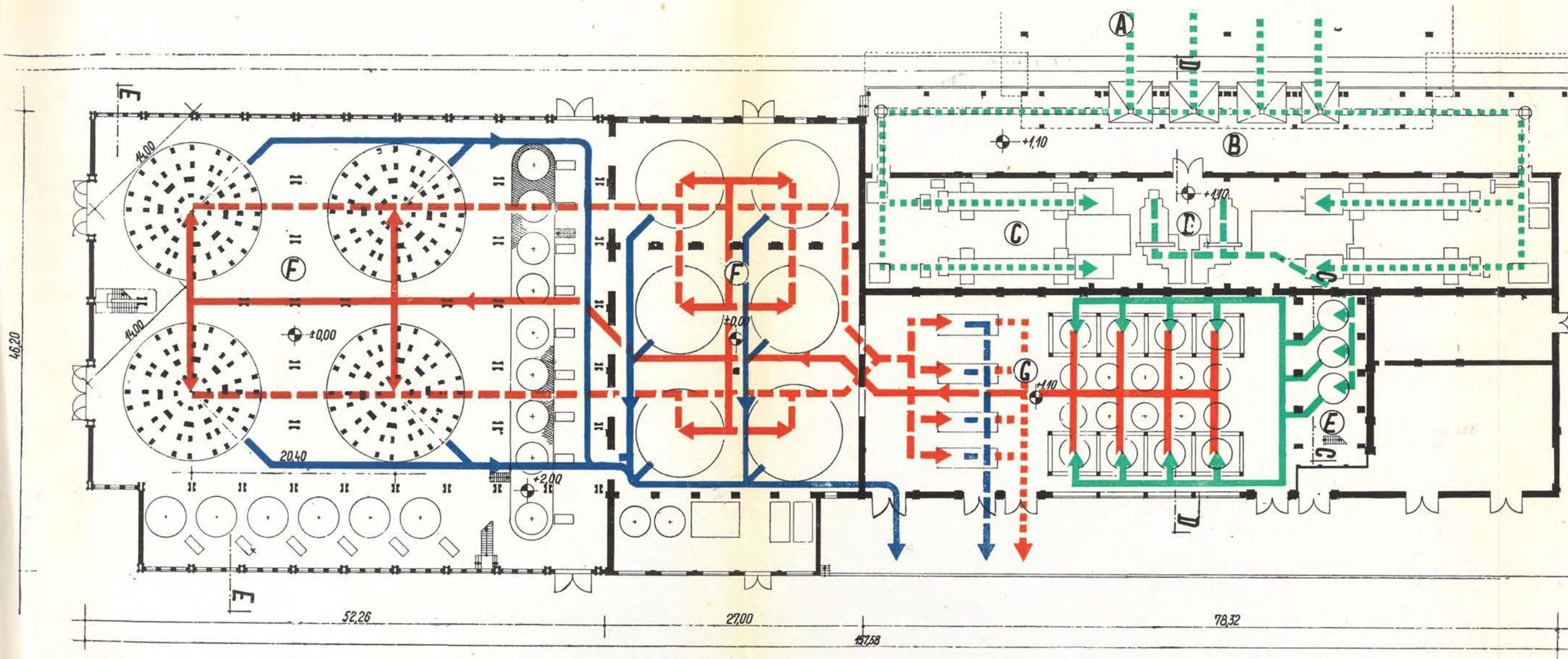
A szűrés többszintes épületben történik nagy terhelésű és meglehetősen bonyolult födémmel. Ezek tervezésénél igen aprólékos gondnal kell a födémeken lévő gépalapokat és a csővezetékek számára megkívánt kihagyásokat figyelembe venni. A hidráttraktár támfala nem magas (33. ábra), esetünkben vasalt téglafalként készülhetett, mivel a hidrát rézsűszöge elég meredek, 45–50°.

A kalcináló kemencék egyszintű csarnokban nyertek elhelyezést. (31. ábra, F és 32. ábra, E).

A harmadik kemence elhelyezése toldalék épületben történt, a régi határfalat az új keretekre váltottuk ki. A kalcináló-tér igen meleg üzem, szellőzését különös gondnal kell megtervezni, mivel hirtelen hőmérséklet-változások súlyos üzemzavarokat okozhatnak és a kalcinálóba adagolt timföldet tönkretelhetik. Az üzem portalan működését pneumatikus és elektromos szűrés szolgálja. A szűrőberendezés az adagolási oldalon nyert elhelyezést. A füstgázokkal ragadott timföld először a ciklonok kombinációjából álló »Corsa« szűrőkön csapódik le. (31. ábra, G és 32. ábra, H) A szűrés után fennmaradó anyagot az elektromos szűrő-



25. ábra. Üzemi épületcsoportok kapcsolódása a Bayer eljárás szerint.



SZINMAGYARÁZAT:

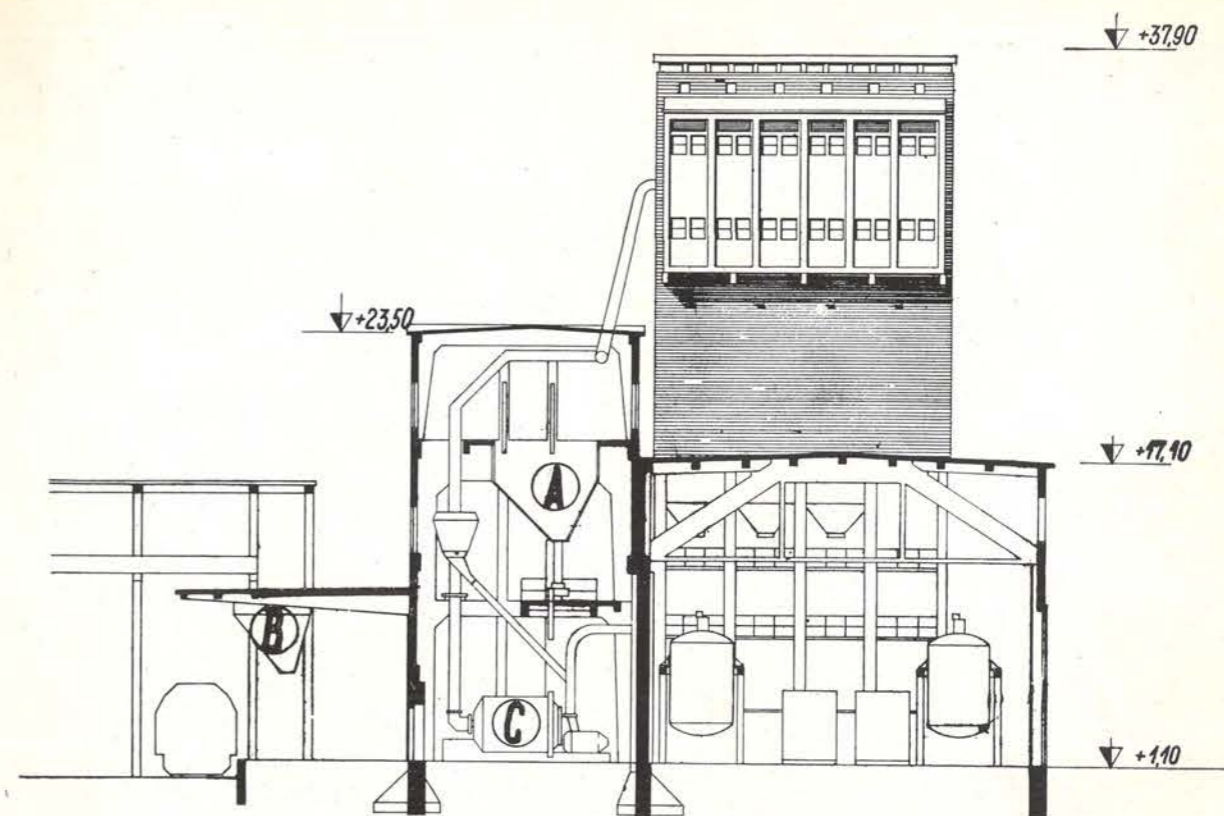
- ⋯ BAUXIT ÚTJA 'A' SZÉRÜBŐL A SZÁRÍTÓBA
- ⋯ " " " A TÖRŐ MALOMTÓL A BAUXITLISZTSILÓBA
- BAUXITLISZT ÚTJA BEKEVERŐBŐL A FELTÁRÁSBA (AUTOKLÁV)
- ⋯ ISZAP ÚTJA AUTOKLÁVBŐL ÜLEPÍTŐBE (DORR)
- ⋯ " " ÜLEPÍTŐBŐL SZÜRŐBE (KELLY)
- ⋯ VÖRÖS ISZAP TÁVOZIK
- ALUMINAT ÚTJA ÜLEPÍTŐBŐL HŰTŐBE (KÖRTING)
- VISSZANYERT LŰG

LÉPTÉK:



26. ábra. Malomter feltárás és ülepítés földszinti alaprajza

- A. Bauxit szérű.
- B. Rámpa.
- C. Malomter.
- D. Golyósmalmok
- E. Bauxit lisztsiló.
- F. Dorr ülepítő.
- G. Kelly szűrők.



27. ábra. D—D metszet malomtér és feltáráson keresztül.

tornyok (31. ábra, H és 32. ábra, I) választják le. A leválasztott timföld padlócsatornákon kerül vissza a kalcinálóba (33. ábra). A tornyok működéséhez egyenirányító berendezést kell elhelyezni (32. ábra, J). A kész timföldet a tüzelőfejek közelében elhelyezett padlócsatornában lévő csigák szállítják a timföldsilóba és a zsákolóba (31. ábra J).

Ennek az üzemszéknek a tervezésénél az adagoló és szűrőberendezés földémei és padlócsatornái okozzák a legtöbb gondot.

A két üzemszék találkozásánál gyorslaboratóriumot, üzemvezetői irodát és tekintettel az üzem különlegesen szennyes és meleg voltára, egy kis zuhanyozót célszerű elhelyezni.

A IV. főcsoport a kész timföld raktározását szolgálja. Ez silókban történik (34., 35., 36., 37., 38., 39. ábra).

A timföld pneumatikus úton, (sűrített levegő, vacuum), vagy elevátorok segítségével kerül a siló legfelső szintje felett elhelyezett surrantóba, melynek hajlásszöge 45° . A surrantóból szalag adagolja a timföldet a silóba.

A timföld folyadékszerűen viselkedő anyag, $\gamma = 0,7 - 0,85$ és $\varphi = \text{cca } 30^\circ$ jellemzőkkel. Mivel a timföldet speciális, zárt vasuti kocsikban szállítják (40. ábra) a siló méreteinek megválasztásánál a kocsi méretei az irányadók. A kocsik a siló alá futnak be hidmérlegekre, a töltés közvetlenül a silóból történik.

Az V. főcsoporthoz a nátronlúg oldásához és besűrítéséhez szükséges épületek tartoznak. (41. és 42. ábra).

A lúg hordókban érkezik, az épületnek tehát

a vágány mellett van a helye. A raktározás rámpa-magasságban, daruzott csarnokban történik (A). A lúg oldása után elosztótartályokba kerül, (B) ahonnan szivattyúk továbbítják a megfelelő üzemszékbe. Az oldóter egyszintű csarnok, méretezésére és berendezésére a technológiai adatok irányadók.

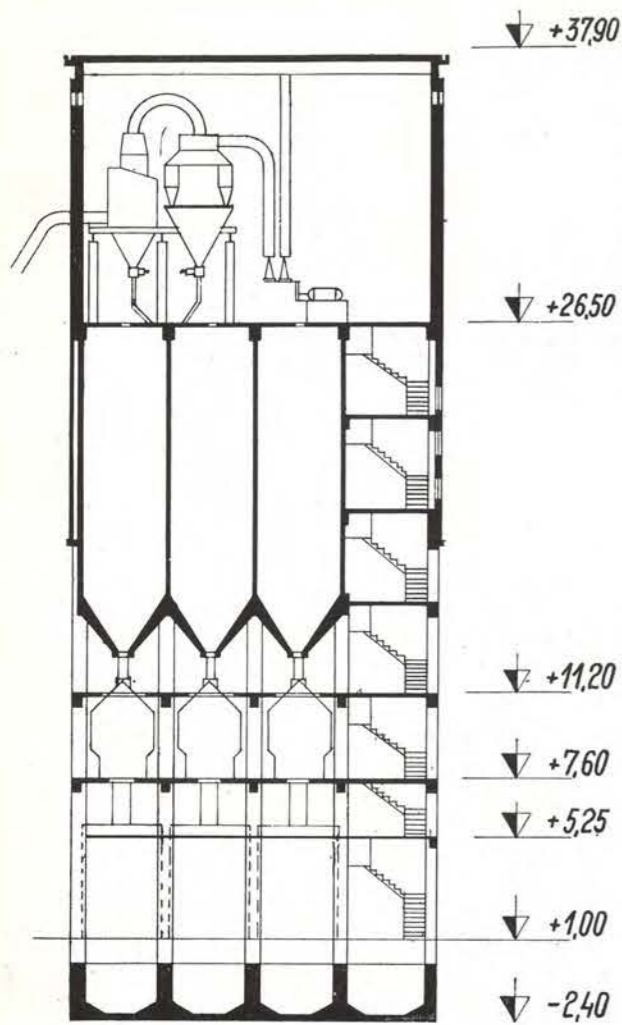
A besűrítő berendezések többszintű épületekben nyernek elhelyezést. Földémei taposórácsos kivitelben készülnek, a gépészeti berendezést vasbeton vázak hordják (41. ábra, C).

A hűtőberendezés elhelyezése nagy magasságot kíván. A tartályok a toronyszerű épület vasbeton keretszerkezetén nyugszanak (41. ábra, D és 42. ábra).

Ismerve most már az egyes épülethelyek elrendezését, felvethetjük a minden timföldgyár tervezésénél felmerülő kérdést, hogy nagy alapterület — kis magasság, vagy kisebb alapterület — nagyobb magasság a helyes megoldás a timföldgyár szempontjából. Ezen kérdés eldöntésénél két momentumra kell különösen figyelemmel lenni:

1. a szükséges gépek méretezése,
2. a vegyészeti gyáraknál különös mértékben szükséges és állandó ellenőrzés lehetősége.

Az első pont szempontjából számot kell vetnünk azzal, hogy a timföldgyár milyen teljesítménnyel épül meg. Egy kis, vagy közepes nagyságú timföldgyár — kb. 30 000 tonna évi timföld termelése vehető határnak — nem szükséges olyan méretű tartályokat és például ülepítő berendezéseket, amelyek ne lennének keresztül vihetők kisebb magasságok mellett is. Egy ilyen méretű gyárnál az ülepítő tartályok magassága — normális méretű



28. ábra. C—C metszet a bauxitlisztzilón keresztül.

alapterület mellett — nem lépi túl a kb. 8—10 métert. Az egyéb, nagy méretű tartányok pedig az ugyancsak megfelelő alapterület mellett a 14—16 métert. Ebben az esetben nem lenne értelme annak, hogy az alapterület csökkenése érdekében a magasságot megemeljük és ezáltal az egész üzemet kisebb területre helyezzük el. A nyereség a kisebb

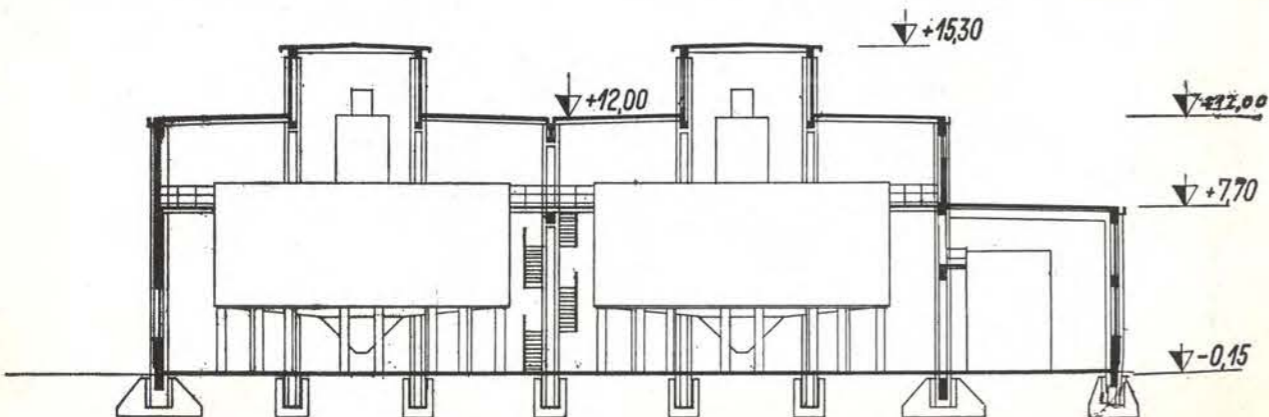
alapterület folytán nem olyan nagy, hogy a magasság fokozását indokolná. Az előbb említett megfelelő alapterület mellett ugyanis az egész berendezés nem túl magas épületben volna elhelyezhető és az ellenőrzés nem válna lazává a szétszórt, nagy területen felépült épületek következtében.

Ha ellenben egy mai értelemben vett nagy gyár megépítésére vállalkozunk, ill. készülünk, akkor a gyártáshoz szükséges berendezési tárgyak — ha nem felfelé növeljük meg őket — már olyan nagy alapterületet vennének igénybe, ami semmiképpen sem volna indokolható. Ha elfogadjuk az előbb mondottakat, hogy egy kisebb méretű gyár berendezése alapterületileg még megfelelő, úgy indokolható az, hogy ez az alapterület nagyobb gyár létesítésénél is lehetőleg ne túlságosan nagyobbodjon meg. Ez pedig másképpen nem érhető el, mint hogyha a berendezési tárgyak méreteit és ezzel együtt az épületekét is felfelé növeljük. Ennek eredménye például az, hogy a kisebb gyár berendezésénél említett ülepítő tartány magassági mérete a közölt 8—10 m helyett 14—16 m lesz és a tartány, amelynek magassági méretét 14—16 m-ben adtuk meg 26—30 méteressé nő meg.

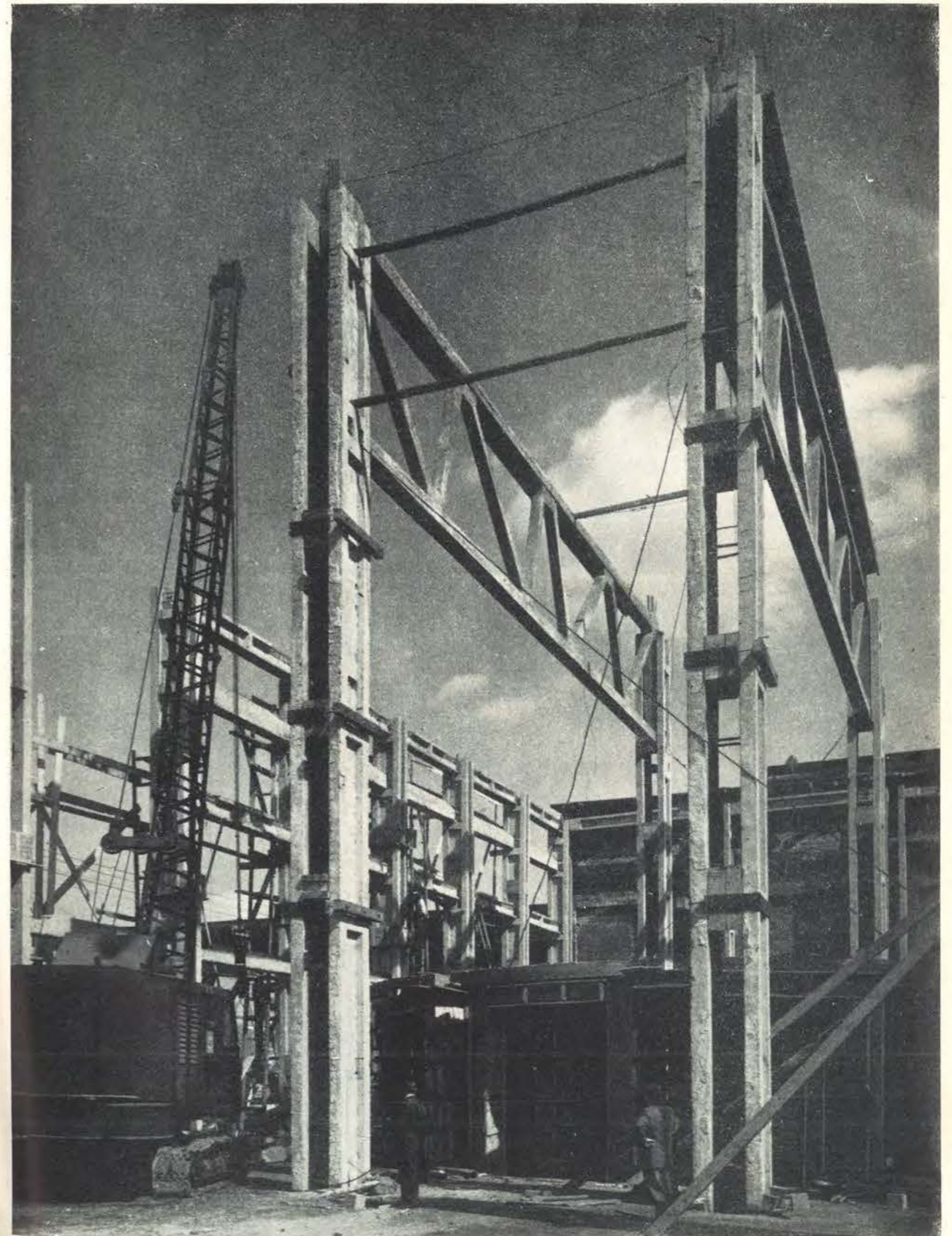
Ez természetes csak egy részleges megoldása a fejlesztésnek, mert az egyes berendezési tárgyak szerkesztése nem engedi meg a bármilyen magasságban való növelést, de egy nagy részét, — miként az előbb közöltek mutatják — átvállalhatja. Ezáltal elérhetjük, hogy a gyár területe nem emelkedik a kapacitás emelkedésével egyenesen, hanem annál jóval kisebb mértékben és így a szükséges ellenőrzés könnyebben teljesíthető.

A szűkebb értelemben vett üzemi épületeken felül szükséges épületcsoportok körül csak az 5. és 6. pontban említettekkel kívánunk foglalkozni, mivel sem a kazántelep, sem a generátorház, műhely, vagy laboratóriumok nem vetnek fel a timföldgyártással kapcsolatos különleges problémát.

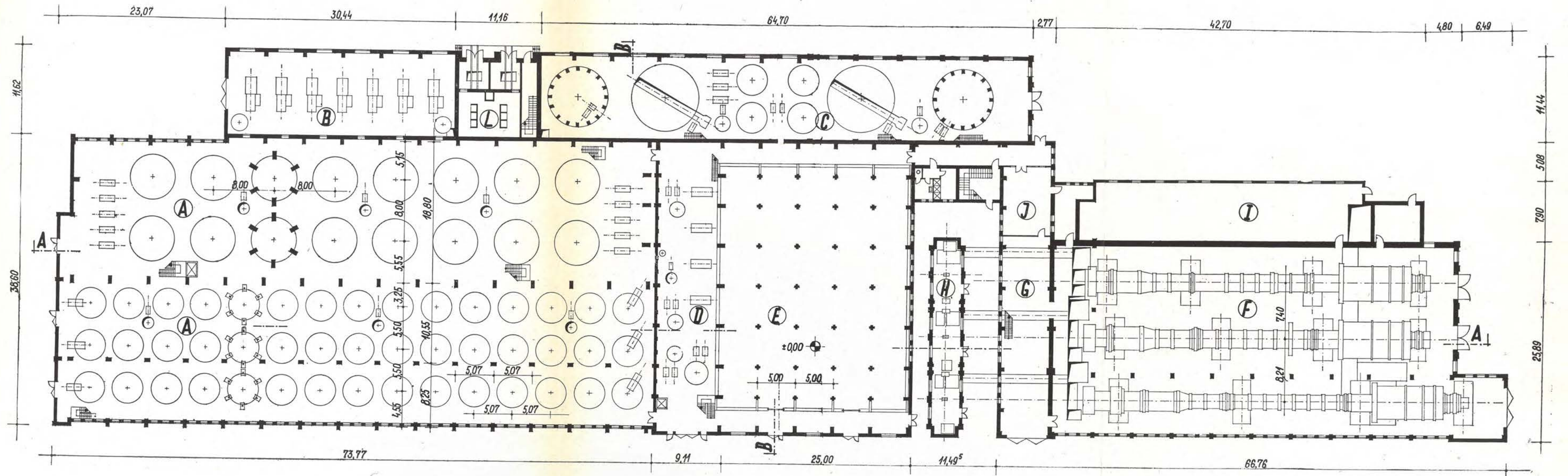
Mint láttuk, az üzemi épületek nagyrészt szennyesek, ezért fehér és fekete öltözők létesítendők. A mosdók ennek megfelelően méretezendők. Tekintettel arra, hogy a nagy teljesítményű timföldgyárak sem dolgozó igényesek, a relatív kis számú dolgozó részére a fürdő centralizáltan helyezendő el. A leghelyesebb megoldás az, hogy a dolgozó a tiszta helyiségbe lép be, onnét a fürdőn



29. ábra. E—E metszet, Dorr terem.



30. ábra. Előregyártott rácsos tartók az ülepítők felett



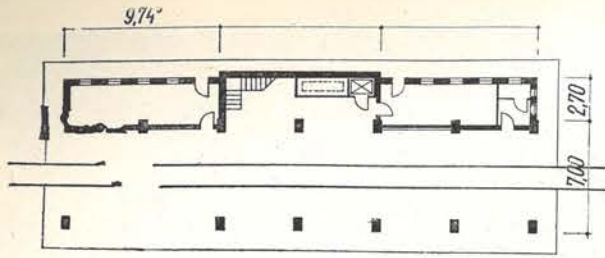
31. ábra. Kikeverés, hidroszeparátor, szűrés, kalcinálás

A. Kikeverő csarnok földszintje.
 B. Kompresszorház.
 C. Hidroszeparátor és fehér Dorr-terem.

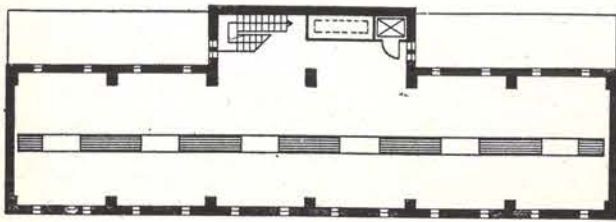
D. Szűrés.
 E. Hidrátraktár.
 F. Kalcináló csarnok.

G. Corsa-szűrők.
 H. Elektromos szűrőtornyok.
 I. Tímföldzsákoló.

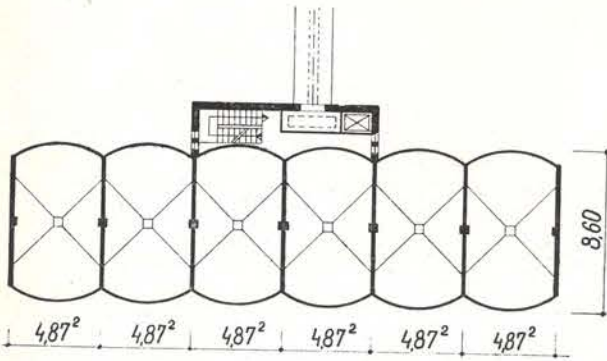
J. Laboratórium.
 L. Transzformátorház



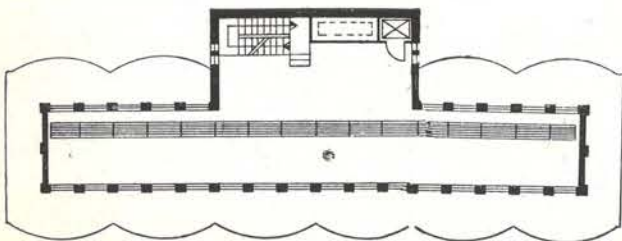
34. ábra. Tímföldsiló. Alaprajz a ± 0,0 szinten.



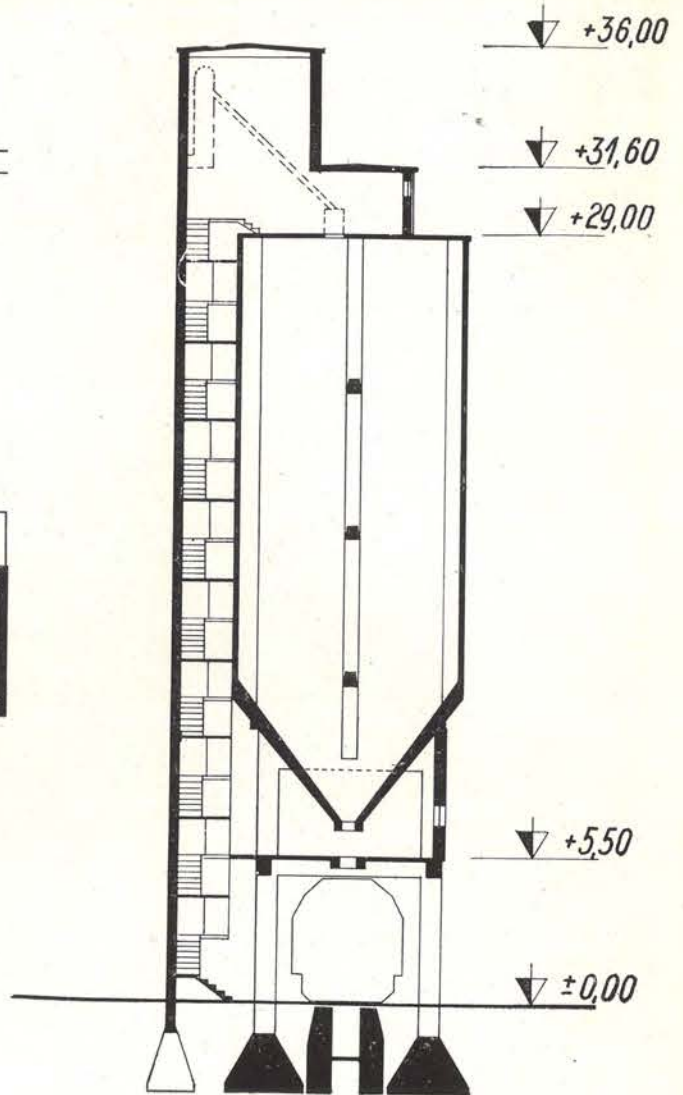
35. ábra. Tímföldsiló. Alaprajz a + 5,50 szinten.



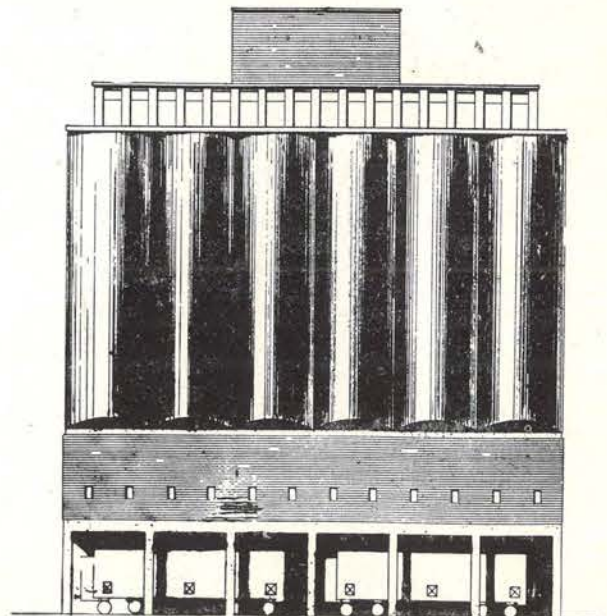
36. ábra. Tímföldsiló. Alaprajz a + 14,50 szinten.



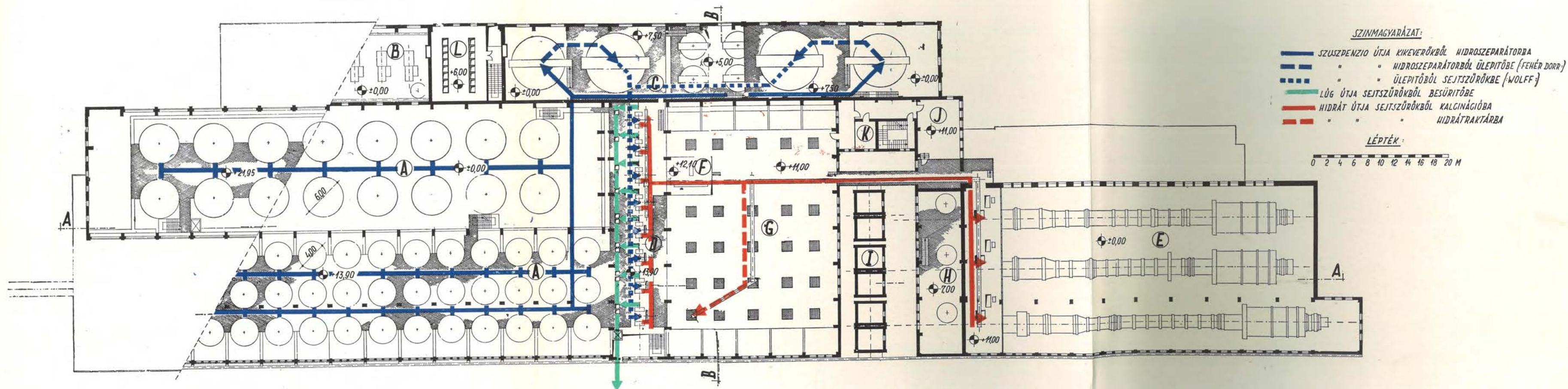
37. ábra. Tímföldsiló. Alaprajz a + 29,00 szinten.



38. ábra. Tímföldsiló keresztmetszete.



39. ábra. Tímföldsiló. Nézet.



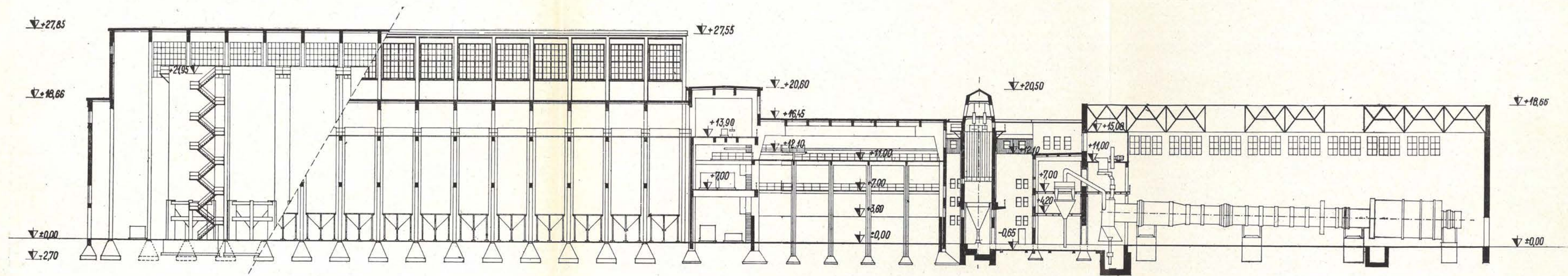
32. ábra. Kikeverés, hidroszeparátor, szűrés, kalcinálás kezelőszintje.

A. Kikeverő pódiumok.
B. Kompresszorház.
 Hidroszeparátor pódiumok.

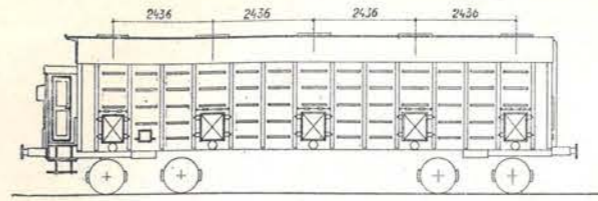
D. Wolff szűrők.
E. Kalcináció.
F. Mérleg.

G. Hidrátraktár kezelőszint.
H. Portalanító szűrők.
I. Elektromos szűrőtornyok.

J. Egyenirányító tér.
K. Raktár, iroda.
L. Transzformatórház cellaszint.



33. ábra. Kikeverés, szűrés, hidrátraktár, portalanítás, kalcináció A—A metszete.



40. ábra. Timföldszállító vagon.

keresztül megy a szennyes ruhák elhelyezésére szolgáló helyiségbe és onnan kilépve lukasztja munkakártyáját. Ez a lukasztás már történhetik, vagy magában a fürdőépületben, tehát központosítva, vagy pedig az egyes nagyobb munkahelyeken a megfelelő épületben.

Az étkező elhelyezése szintén központosítva oldandó meg. Leghelyesebb, ha a fürdő és a műhely épület közelében létesítjük azt, miután a legtöbb étkező a műhelyekből kerül ki. Folytonos üzem lévén a timföldgyártás, az egyes gépeket kiszolgáló dolgozók nem hagyhatják el helyüket így az étkezésben csak műszak váltáskor vehetnek részt.

Az igazgatósági épület kerítésen kívül helyezendő el, s csatlakozzon hozzá a kultúrépület. Megépítendő továbbá a követelményeknek megfelelően a kerékpár elhelyező szin, valamint a teher és személyautók felvételére szolgáló garázs. Az igazgatósági épületben elhelyezett irodákon kívül egyes üzemszervezetekben — az üzemi laboratóriumok mellett — üzemi irodák elhelyezése is biztosítandó.

Az épületek belső kiképzésére vonatkozóan tekintettel kell lenni arra, hogy az illető épületben melyik munkamenet végeztetik el. Ahol nedves, vagy szárított bauxittal dolgoznak, ott igen jól megfelel a betonpadló. Ahol marónátront, vagy pedig marónátron feldolgozásából nyert termékeket mozgatunk meg, ott lehetőleg recés vaslemezeket alkalmazunk. Ahol pedig nagy hő felhasználó

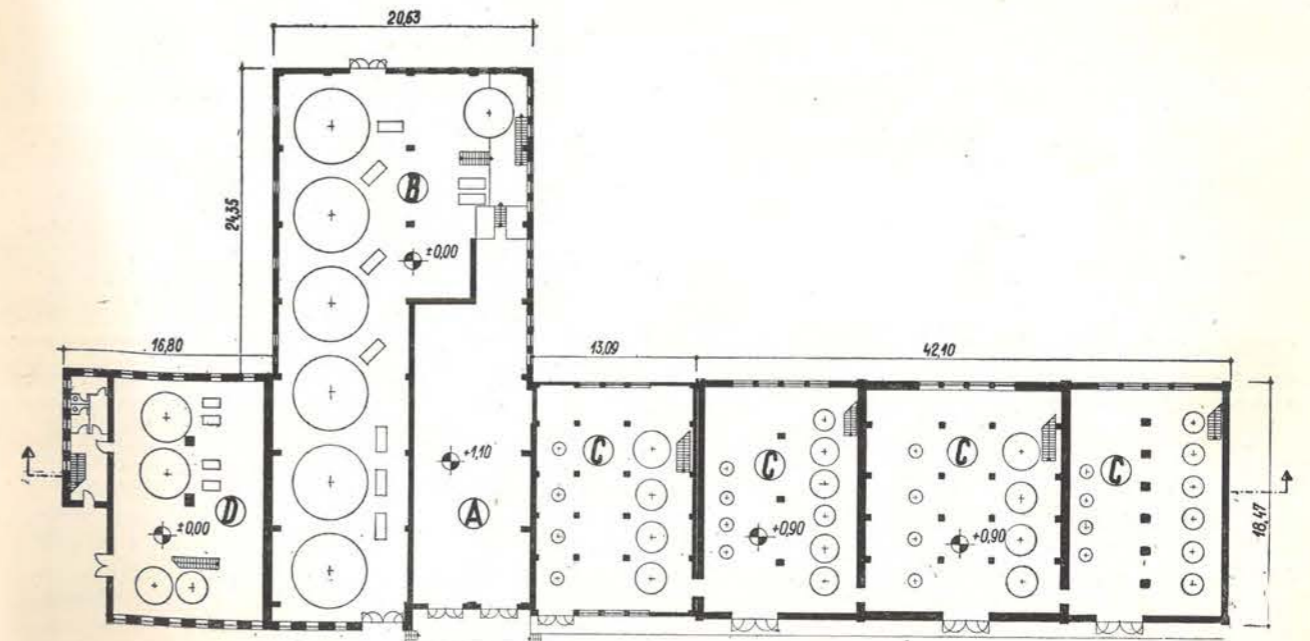
berendezési tárgyak vannak elhelyezve, mint pl. a timföldhidrát kalcinálásánál timfölddé, ott a keramit-lapok vagy keramit-téglák megfelelőek. Laboratóriumok padlójátára a legmegfelelőbb a teljesen hézagmentes, savnak és lúgnak ellentálló kiönthető anyag, amelynek fenti tulajdonságain kívül még jó hőtartó képessége is van, hogy a laboratóriumokban szükséges egyenletes temperatura tartható legyen.

Ezen borító anyagok megválasztása mind a dolgozók biztonsága, mind pedig az illető épületben a végbemenő reakciók, illetve teljesítmények szempontjából igen fontos és ezért minden részletében a technológusokkal megbeszélendő.

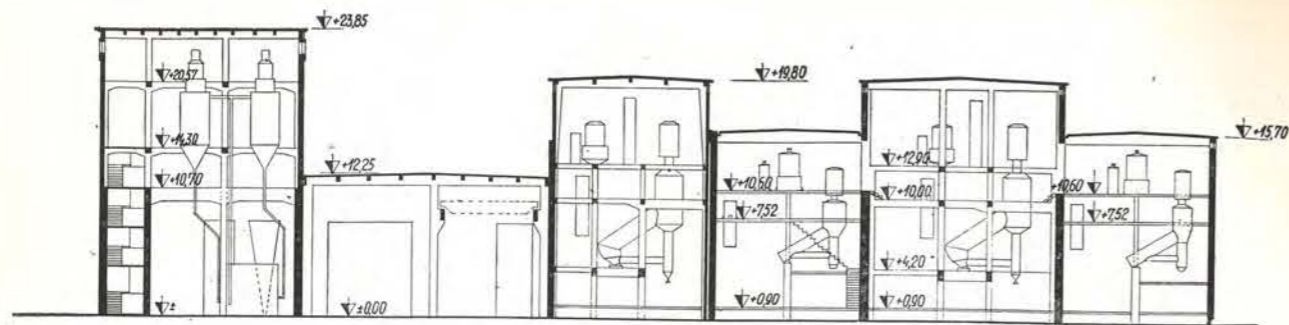
A timföldgyár világítás szempontjából éspedig úgy természetesen, mint mesterséges világítás szempontjából a nagy igényűek közé tartozik. A reakciók, ill. a reakciókat ellenőrző készülékek jó megvilágítása előfeltétele a jó munkának. Ez a körülmény éjjel, tehát mesterséges megvilágítás alkalmazásával még fokozottabb mértékben fennáll. Gondoskodni kell tehát kiadós és mesterséges világítás esetében megfelelő szerkezetű világító testek elhelyezéséről, mert ez a jó munkát nagy mértékben elősegíti.

Az üzemi vízellátásról már szólottunk, vessünk egy pillantást a csatornázás kérdésére. Az általános előírásokon felül figyelembe kell vennünk, hogy a timföldgyár igen nagy mennyiségű vizet fogyaszt, tehát megfelelő nagyságú víztárolóról kell gondoskodni. Az üzemi szennyvizet csak kellő tisztítás és semlegesítés után lehet a víztárolóba bevezetni.

Az elektromos áramszolgáltatás kérdését már a telepítéskor meg kell vizsgálni. Mivel a timföldgyár áramigénye magas, tisztázni kell, hogy a megfelelő kapacitáshoz szükséges-e távvezeték létesíteni, vagy az a közelből is kielégíthető-e, amennyiben a timföldgyár nem erőművel együttesen, kombinátszerűen létesül. A timföldgyár kiterjedése



41. ábra. Nátronlúgoldás és besűrítés, lúghűtés.



42. ábra. Nátronlúgoldás és besűrités, lúghűtés. Metszet.

viszonylag elég nagy, ezért kábelmegtakarítás szempontjából nem célszerű az áramot közvetlenül a használati feszültségre letranszformálni, alkalmasabbnak bizonyult egy átvevő állomás létesítése, mely közepfeszültségű (pl. 5 KV) áramot ad az egyes üzemszervek helyi állomásainak. Az üzemi feszültséget ezek szolgáltatják (pl. 31. ábra).

A szorosan vett üzemi épületek (I.—V.) fűtéséről nem kell gondoskodni. Az üzemi meleg még a leghidegebb téli hónapokban is megfelelő hőmérsékletet biztosít.

* * *

Röviden kívánjuk még ismertetni a timföldgyártás útját hazánkban.

A 30-as évek elején Magyarországra évenként kb. 300 tonna fémalumínium került behozatalra, ehhez kb. 600 tonna timföldre volt szükség.

Ugyanezen időpontban hazánkban a nagy

bauxittermelés ellenére timföldgyártás nem volt. Tapogatózva indult meg ekkor igen kis mértékben, külföldön szerzett tapasztalatok alapján egy timföldgyár, alig évi 2 000 tonna termeléssel. A gyár berendezése egyáltalában nem tartott lépést a timföldgyártás fejlődésével. A számottevő timföldgyártás csak a felszabadulás után indult meg, s ma az ország évi termelése a felszabadulás előttinek sokszorososa.

Ma már ellentétben a háború előtti időkkel, bauxit termelésünknek közel a felét idehaza dolgozzuk fel és tesszük lehetővé a magyar ezüstnek: az alumíniumnak olymértvű gyártását, ami nemcsak teljes szükségletünket fedezi, hanem a felesleget exportáljuk.

Ötéves tervünk a timföldgyártás további nagy fejlődését irányozza elő, eddigi eredményeink pedig arról biztosítanak, hogy az előirányzat jelentős túlszárnyalásával fogjuk emelni a magyar ezüst termelését és exportját.

ALUMÍNIUMKOHÁSZAT

Az alumíniumkohók technológiája és a kapcsolatos építészeti létesítmények

SZAKÁL PÁL és KLAUSZ GYULA

A színesfémek között kohászati technológiai szempontból az alumínium különleges helyet foglal el. Ezt a fémet u. i. a kohásban ősidők óta alkalmazott eljárásokkal, pl. aknás kemencében való redukáló olvasztással nem lehet előállítani. Ennek legfőbb oka az, hogy az alumíniumot vegyületeiben a többi elemekhez, így az oxigénhez is olyan erős kémiai energiájú kötések fűzik, hogy ezek megbontásához igen nagy energia ráfordítás szükséges.

A modern kémia találta meg ennek a nagyiparban is alkalmazható megoldását: az elektrolitikus bontás eljárását. Ma az alumíniumot világszerte elektrolízis útján állítják elő, következésképp az alumíniumkohászat a legnagyobb méretű elektrolitikus ipar és a legnagyobb ipari áramfogyasztó.

Azt hisszük nem lesz érdektelen — legalább érintőlegesen — foglalkozni a kutatók munkájával, mert ezen keresztül közelebb jutunk a mai eljárás lényegéhez is.

*

Az alumínium oxidált alakjában földünk szilikátosoxidos felsőkérgének mintegy 15%-át alkotja és mennyiségét tekintve a második helyet foglalja el (a szilíciumoxid előzi meg). Termésállapotban nem fordul elő. Azt, hogy a timsóból előállított timföldben (alumíniumoxidban) egy fém rejtőzik, egyes kémikusok már a XVIII. század végén állították. A XIX. század első éveiben Davy angol kémikus és kutató tényekkel igazolta be, hogy a régiek által földeknek nevezett anyagok valóban fémoxidok és miután a kálium és nátrium előállításának problémáját megoldotta, az ezeknél alkalmazott eljárást az alumínium oxidján is kipróbálta. Jóllehet Davy-nek a szinalumínium előállítása nem sikerült, a születendő új fémnek neve mégis tőle származik. A kísérleteihez felhasznált timsó latin nevéből az alumen-ből származtatta az alumínium nevet.

A szinalumínium előállításának dicsősége Oersted dán fizikus nevéhez fűződik, akinek 1825-ben sikerült egy új alumínium vegyületet előállítani: az alumíniumkloridot ($AlCl_3$). Elhatározta, hogy megkísérli ebből káliummal leválasztani az alumíniumot. A kísérlet végén csillogó por és apró golyócskák alakjában majdnem tiszta alumínium maradt vissza. Oersted közölte a kísérletek eredményét Wöhler német kémikussal, akinek azonban csak hosszú kísérletsorozat után sikerült 1827. évben alumíniumot előállítania.

Annak ellenére, hogy 1825. óta Oersted és Wöhler közlései nyomán sokan foglalkoztak az alumínium előállításával, igen hosszú idő telt el, míg annak ipari méretekben való termelésére már gondolni mertek.

Deville francia kémikusnak sikerült elsőnek (a Wöhler eljárás egyszerűsítésével) az alumíniumból összefüggő tömegben akkora mennyiséget előállítani, hogy azon az új fémnek technikai tulajdonságait tanulmányozhatták. Nagybőrtű kísérleteit 1855-ben kezdte meg és ennek alapján napi 2 kg alumíniumot tudott termelni. Eljárása azonban rendkívül körülményes és sok tagozatú volt s ennek következtében magas ára miatt sokáig fényűzési cikk maradt az így előállított alumínium.

Hosszú lenne tanulmányunk, ha azokról a kísérletekről is megemlékeznénk, amelyeknél az alumíniumot pl. a vas mintájára szénrel való redukcióval próbálták előállítani, bár igen érdekes eredményekhez jutottak a kutatók a különféle alumínium ötvözetek előállítása terén. Kövessük tovább az alumínium elektrolízis fejlődési útját.

Davy kísérlete után majdnem fél évszázad múlt el, míg két kutatónak a német Bunsen és a francia Deville-nek alumíniumot tartalmazó olvadákok elektrolízisével foglalkozva sikerült a megolvadt alumíniumnátrium kloridból elektrolízissel alumíniumot előállítani. Sőt Deville 1859-ben egyik közleményében már a kriolitról, — mint egy a természetben előforduló nátrium alumínium-fluorid féleségről — is említést tesz. A két kutató munkásságának eredményeit összegezve megállapíthatjuk, hogy sikerrel megoldották ugyan a jó elektrolit megválasztásának és az Al_2O_3 pótlásának kérdését és mégis újabb 30 év múlt el, amíg az alumíniumnak előállítása nagyiparrá fejlődhetett.

Sok kérdés volt még megoldatlan. Hiszen a villamos energia nagyban, olcsó áron való termelésének ügye is csak 1872-ben jutott oda, hogy ipari alkalmazására is sor kerülhetett. Nem volt még megoldva a kriolitrak a megolvadtása és a tüsszel folyó sóoldatnak olvadt állapotban való tartása. Eleinte kívülről fűtött edényekkel kísérleteztek, de ezek az edények a megolvadt fűdő maró, oldó hatásának nehezen állottak ellen. Ezeknek ellenálló építőanyagot végre a szénben sikerült megtalálni.

1886-ban két feltaláló a francia Héroult és az amerikai Hall egymástól függetlenül jelentették be a szabadalmakat: az alumíniumnak tüsszel-folyó oldatokból, elektrokémiai úton való előállítására szolgáló eljárásokat. Az alumínium kohászata ezek alapján indult meg és valójában véve így folyik még ma is. Az eljárás lényegében a következő: a nyersanyagul választott tisztított alumínium oxidot (timföldet) kb. 1000° C hőmérsékletű kriolit (Na_3AlF_6) só tüsszel folyó oldatában (olvadátkában) villamos egyenáram bontó hatásának vetik alá, aminek hatására a timföld (Al_2O_3) komponensei közül a negatív póluson — a katódon — az alumínium válik le, a pozitív póluson — anódon —

pedig az oxigén jelentkezik. Miután a pólusok jó vezetőképességű széntömbök, az anódon a szén anyagának és az oxigénnek a vegyületei szén-monoxid (CO) és széndioxid (CO₂) elegye szabadul fel. Az elektrolitikus bontásra szolgáló cella, az ú. n. kád melegentartását és külső hőveszteségeinek pótlását az áthaladó egyenáram Joule-melege biztosítja. Az alumínium nagyobb fajsúlyával a sófürdő alatt gyűlik össze a katódul szolgáló szénbélésen ahonnan az szakaszosan csapolható (meríthető).

A művelet sikeres elvégzésének elengedhetetlen követelménye, hogy úgy a nátriumalumínium-fluoridban oldott, mint az utánpótlott timföld minél tisztább legyen, továbbá hogy sem az oldószer, sem pedig az olvadékkal érintkező kemence-részek és elektródok ne tartalmazzanak az alumínium által redukálható szennyezéseket, mert a szennyezett alumínium raffinálása majdnem annyiba kerül, mint a kellő elővigyázatossággal előállított tiszta fém.

*

Hasznosnak látszik néhány szóval az alumínium előállítására szolgáló anyagokról is külön említést tenni, mert tulajdonságaikon keresztül megismerhetjük a tárolási lehetőségeket. Ma az alumínium előállításánál használatos anyagok között az alumíniumoxid (Al₂O₃), a kriolit (AlF₃, 3 NaF), a mesterségesen előállított alumíniumnátriumfluorid, pl. a chiolit (3 AlF₃ · 5 NaF) és az elektródok szénanyaga a legfontosabbak, amelyekről — teljesség kedvéért — szólnunk kell.

Az alumíniumoxidról (a timföldről) előbbi tanulmányunkban részletesen szólottunk. Kohászati üzemi szempontból csak annyit kell — kiegészítéssel — említenünk, hogy nagyon kell a nedveségtől óvni, mert ha tárolás során vizet vesz fel (ami a rosszul izzított alumíniumhidroxid esetében könnyen lehetséges), a timföldnek a 950—1000° C-os olvadátkba keverésénél kellemetlen elporzás, sőt robbanások lehetnek következményei. További kohászati követelmény a szennyeződéstől (vas, szilícium, stb. oxidjaitól) való tökéletes tisztaság.

A kriolit (AlF₃ · 3 NaF) az elektrolitikus eljárásnál az Al₂O₃-nak oldószere. Elméletileg mennyisége az eljárás során nem változik, valóságban azonban — a műveletben fellépő mellékfolyamatok következtében pl. timföld hiánya esetén az áram a kriolitot is elbontja. De beszívároghat ez a kádak bélésfalába is, sőt az alumínium kimerítésével kevés kriolitot is kimeríthetnek. Általában minden kg. alumíniumra 50—100 gr kriolitfogyasztással kell számolni.

A kriolit Grönland szigetén található számottevő mennyiségben és feldolgozásánál igen ügyelnek az alumíniumkohók tisztasági követelményeire.

A mesterséges kriolit előállítása élvonalba tartozó kérdés mivel a természetes sónak a megszerzése nehézségekbe ütközik. Mesterséges előállítására többféle kémiai eljárás ismeretes. Ezek egyikénél a timföldgyártásból ismeretes nátrium-aluminát oldatát használják fel.

A szén — még pedig ennek legtisztább fajtája — mint villamos pólus nagy szerepet játszik az alumi-

nium előállításánál. Hogy az alumíniumba idegen elemek ne kerülhessenek, igen fontos a szénfajta jó minősége. Hisz tudjuk, hogy a pozitív pólus állandó érintkezésbe van a fürdővel és áramkövetítésén kívül depolarizátorként is működik. A kitermelt alumíniumhoz számítva kb. 50—60% fogy belőle, s így az elektrolitba jutva szennyező hatású lehet. A katódul szolgáló széntuskó ugyan csupán az alumíniumfürdővel érintkezik, mégis ennél is elengedhetetlen követelmény a legtisztább minőség.

Akár bélelésre, akár elektródának felhasználás szénféleség a természetben előforduló legjobb szénből sem készíthető. Ezért ma erre a célra általában vagy nyersolajleparlásból származó ú. n. petróleum kokszot, vagy a szénfajták száraz leparlásánál nyert kátrányok további leparlásából előállított szurokféleségekből nyert ú. n. szurokokszot használnak. Az elektródák és elektród-masszák készítése azonban a jelzett anyagok felhasználásával további hosszú eljárást igényel. Mint a részletes ismertetésnél látni fogjuk a mai alumíniumkohók kész masszát kapnak és ebből saját üzemből alakítják ki a szükséges célra szolgáló elektródát.

Mielőtt az üzem részletes ismertetésére térnénk, vizsgáljuk meg mi az oka az alumíniumipar nagy fellendülésének.

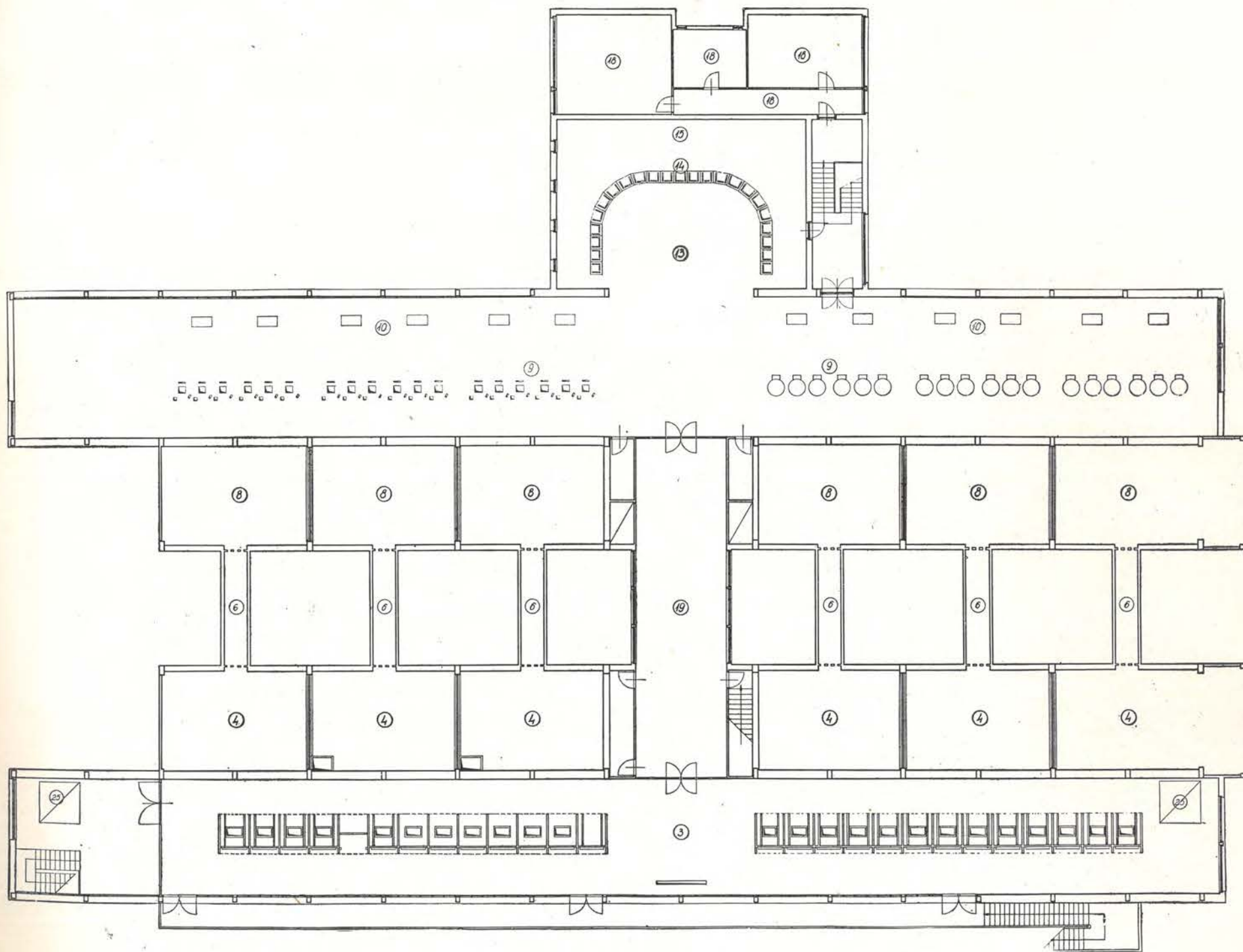
Ha két számot összevetünk, amelyek a világtermelés számadatait mutatják, lehetetlen a két számot bizonyos megdöbbenés nélkül szemlélni. Különösen ha visszagondolunk a tanulmányunk elején röviden ismertetett küzdelmes és lassú kutatómunkára.

1888-ban 3,9 tonnát tett ki a világtermelés és ma 62 évvel később 2 millió tonna nagyságrendű, ami azt jelenti, hogy mennyiségileg komoly vetélytársa a réznek, ólomnak és horganynak és egyben rohamos fejlődése egyedülálló az ipari fémek történetében. Az alumínium iparnak ezt a hirtelen fellendülését az alumíniumnak és ötvözetének egyes kiváló tulajdonságai tették lehetővé; így az alacsony fajsúly, jó elektromos vezetőképesség, kedvező korrózió-ellenállás és egyes esetekben megfelelő hőkezeléssel elérhető magas szilárdság. Azonkívül megmunkálása, nyújtása, hengerlése, forgácsolása, öntése stb. szinte minden más fémanyagnál egyszerűbben végezhető.

*

Az alumíniumkohászat létesítése meglehetősen széles bázisú technológiai felkészültséget igényel. Az ércül szolgáló bauxit feltárásán és bányászatán kívül elsősorban szükséges az alumíniumoxid timföld előállítására szolgáló üzem — timföldgyár — létesítése, továbbá gondoskodni kell megfelelő villamosenergia-termelő erőmű bázisról, ezenkívül a kohó segédanyag szükségletét biztosító szénelektroda és anódmassza, valamint fluorsók (kriolit, alumíniumfluorid) gyártásáról. Ezen előfeltételek megteremtése után lehetséges csak a szorosan vett alumíniumkohó létesítése ill. üzemeltetése.

Jelen tanulmányunkban csupán az alumíniumkohó technológiájával foglalkozunk, mert a tim-



1. ábra Emeleti alaprajz.

3. Középfeszültségű (6 KV-os) kapcsolótér.
 4. Szabályozó transzformátorok légtere.
 6. Sínátvezetőhid.

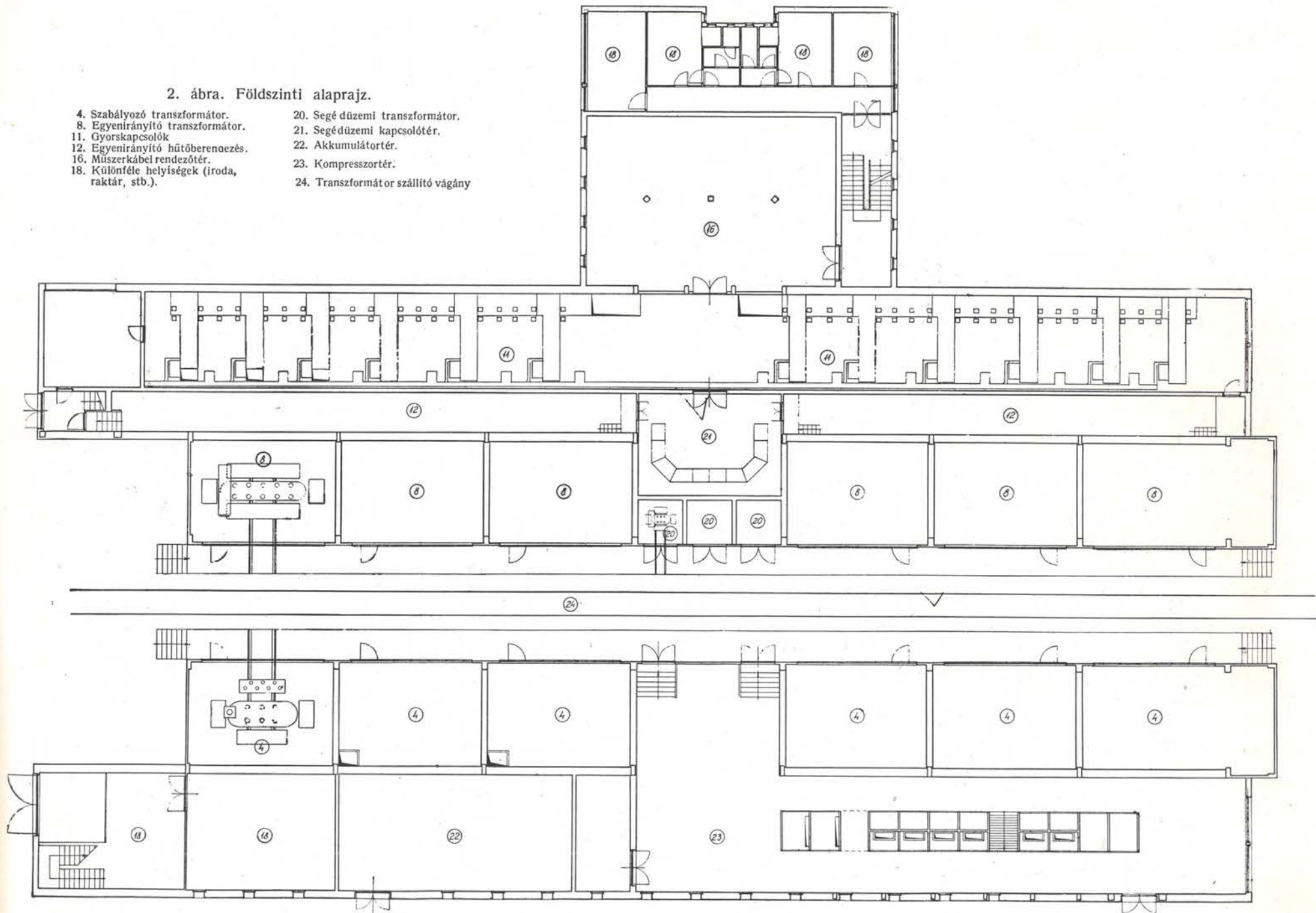
8. Egyenirányító transzformátorok légtere.
 9. Egyenirányítók.
 10. Egyenirányító vezénylő szekrények.

13. Vezénylőtér.
 14. Vezénylőtéri táblák.
 15. Táblák mögötti szerelőtér.

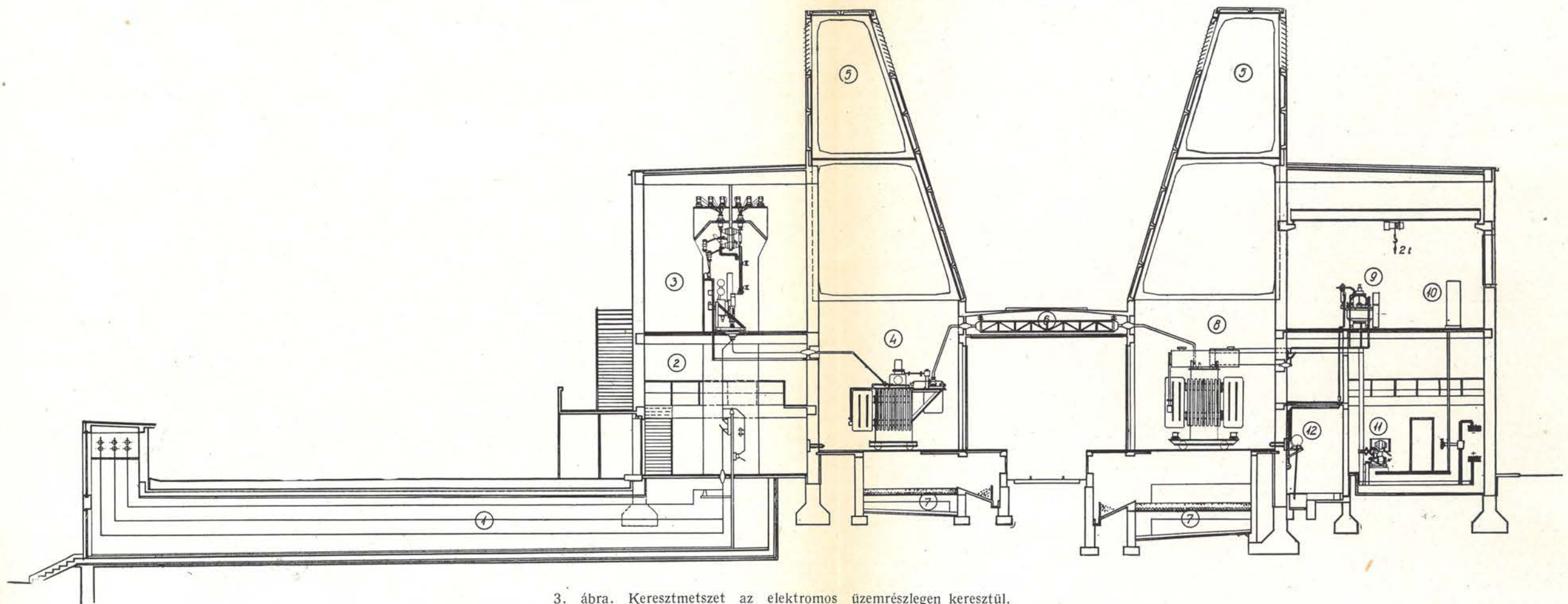
18. Különbféle helyiségek (iroda, rakcár,
 folyosó, stb.).
 19. Összekötőhid.
 25. Szállító nyílás.

2. ábra. Földszinti alaprajz.

- | | |
|---|------------------------------------|
| 4. Szabályozó transzformátor. | 20. Segédüzemi transzformátor. |
| 8. Egyenirányító transzformátor. | 21. Segédüzemi kapcsolótér. |
| 11. Gyorskapcsolók | 22. Akkumulátortér. |
| 12. Egyenirányító hűtőberendezés. | 23. Kompresszortér. |
| 16. Műszerkabel rendezőtér. | 24. Transzformátor szállító vágány |
| 18. Különféle helyiségek (iroda, raktár, stb.). | |



X



3. ábra. Keresztmetszet az elektromos üzemszlegen keresztül.

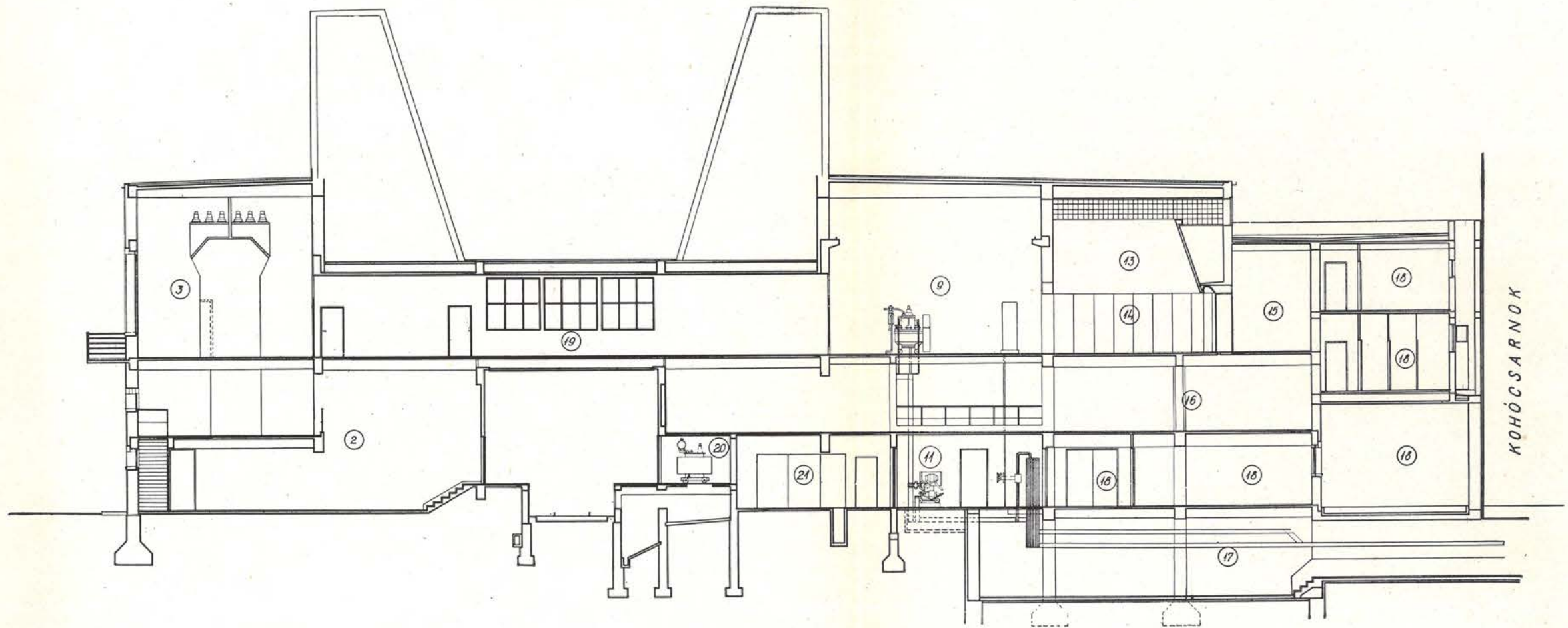
- 1. Sínalagút, betáplálás az erőműből.
- 2. Kábeltér, a beérkező tápkábelek és sínek rendezésére.
- 3. Középfeszültségű (6 KV-os) kapcsolótér.

- 4. Szabályozó transzformátor.
- 5. Transzformátor kamra szellőző kürtő,
- 6. Sínátvezetőhíd.

- 7. Transzformátor olajakna.
- 8. Egyenirányító transzformátor.
- 9. Egyenirányító.

- 10. Egyenirányító vezérlő szekrény.
- 11. Gyorskapcsolók.
- 12. Egyenirányító hűtőberendezés.

X



4. ábra. Keresztmetszet az elektromos üzemszlegen keresztül.

2. Kábeltér a beérkező tápkábelek és sínek rendezésére.
 3. Középfeszültségű (6 KV-os) kapcsolók.
 9. Egyenirányító.

11. Gyorskapcsolók.
 13. Vezénylőtér.
 14. Vezénylőtéri táblák.

15. Táblák mögötti szerelőtér.
 16. Műszerkábelrendező-tér.
 17. Egyenáramú gyűjtősínalagút (átvezetés a kohócsarnokba).

földgyártás kérdését részletesen előbbi cikkünkben már tárgyaltuk. A technológiával kapcsolatosan megvizsgáljuk azokat a szempontokat, melyek egy kohómű tervezésénél az építészeti tervezés felé — mint sajátos és technológia adta követelmények — jelentkeznek. Gyakorlati szempontból a további tárgyalásunkat üzemrészenként vezetjük, vagyis nagyjában — egészében a gyártás menetét követjük.

A kohóüzem üzemrészei a következők:

1. Kapcsolóház és egyenirányító,
2. Kohócsarnok (elektrolízis),
3. Öntőde,
4. Raktárak,
5. Műhely, laboratórium és segédüzemek.

1. Kapcsolóház és egyenirányító

Az eddig előadottakból láthatjuk, hogy milyen döntő szerepe van a villamos energiaszolgáltatásnak. Következésképpen nyugodtan állíthatjuk, hogy a kapcsolóház jó tervezése és telepítése az üzem létesítésekor a legnagyobb figyelmet érdemli és követeli.

A kohó villamos berendezésének gerince az egyenirányító berendezés, melynek feladata, hogy az erőműből érkező nagyfeszültségű forgóáramot kb. 5—800 V feszültségű és 20—60 000 A áramerősségű egyenárammá alakítsa át. Az elektrolizáló cellák (kádak) részére ugyanis ilyen nagy áramerősségre van szükség, hogy megfelelő mennyiségű alumíniumot nyerjünk. A katódon leváló alumínium mennyisége a Faraday-törvény értelmében egyenesen arányos az áthaladó áram erősségével, tehát 1000 A ó 0,335 kg alumíniumot választ le egy kemencéből. Az egyenáramú kapcsolóház helyes megválasztása a biztonsági követelményektől függ, de áramütés veszélye miatt nem tanácsos 800—1000 V fölé menni a sorba kapcsolt kád-széria kapcsolóházával. A ma világszerte alkalmazott higanygőz egyenirányító berendezések megfelelő üzembiztonsággal aránylag jó egyenirányítási hatásfokot biztosítanak (92—96%). Újabban kísérletképpen egyes üzemeket az új n. mechanikus vagy kontakt-egyenirányítókkal telepítettek, amelyek állítólag kb. 98%-os hatásfokkal rendelkeznek, azonban itt az üzembiztonság még egyelőre lényegesen kisebbnek mondható.

Az egyenirányító berendezés fő részei: a nagyfeszültségű kapcsolóberendezés, a szabályozó transzformátorok, az egyenirányító transzformátorok, az egyenirányító edények és ezekhez szorosan kapcsolódó védőberendezések, pl. visszaram gyorskapcsolók, az edényekből kiágazó egyenáramú sínek egyesítésére szolgáló egyenáramú gyűjtősín rendszer és végül az egész berendezés mérőműszereit és fő működtető kapcsolóit magában foglaló vezénlyötér, az elektromos energiaszolgáltatás »szíve«. Külön térben helyezendő el az egyenirányító edények vízűtését szolgáló szivattyú- és hőkicserélőtelep.

Ilyen egyenirányító berendezést magabafoglaló épületkomplexum alaprajzai ésmetszetei láthatók az 1., 2., 3. és 4. számú ábrán.

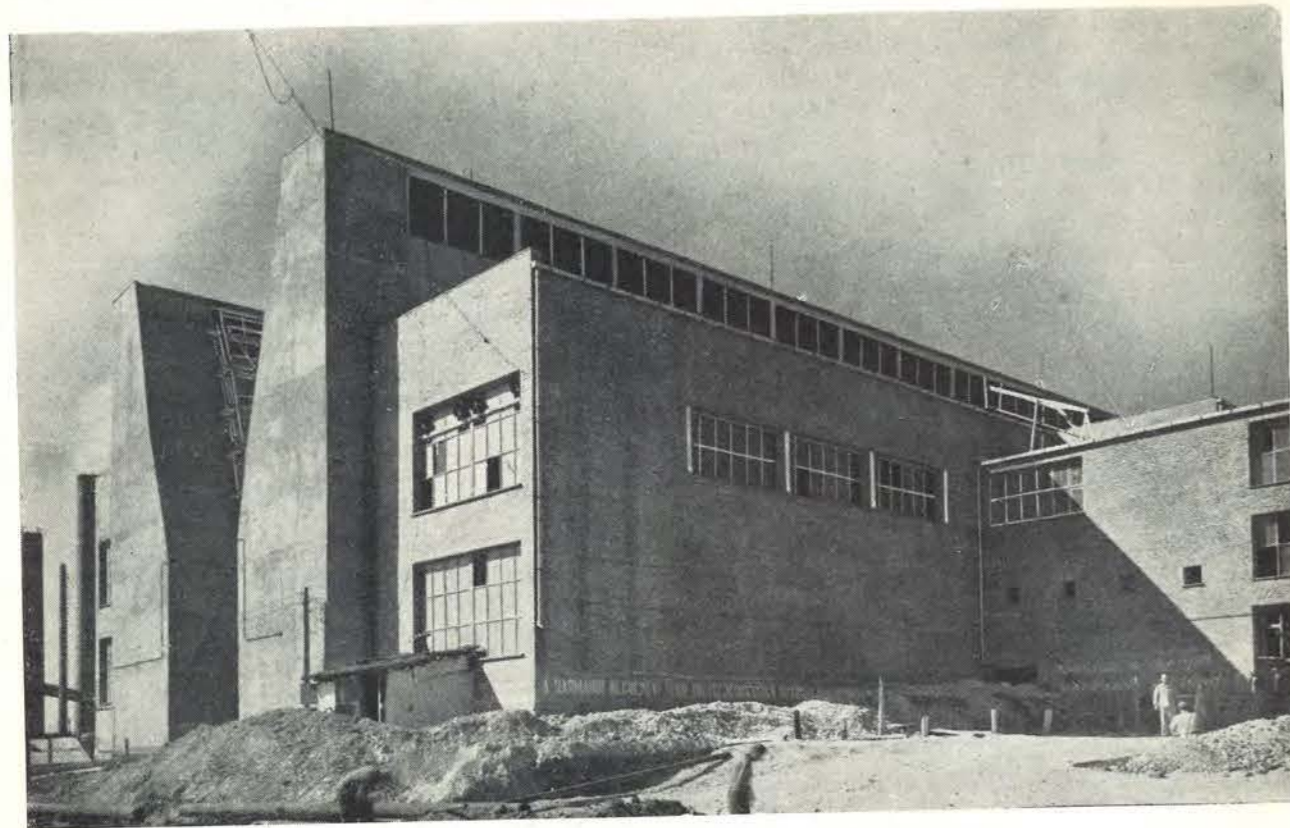
Építészeti tervezés szempontjából a nagyfeszültségű kapcsolótér újat és eltérőt a szokásos

kapcsolóházi szerkezetektől nem igen mutat. Az ott alkalmazott cellarendszer itt is megtalálható szinte azonos kivitelben; csak minőségileg követel jobbat, mert itt a portalan tisztaság még fontosabb. Azonkívül célszerűen a szinteket úgy kell kialakítani, hogy megfelelő folyosók és hidak beiktatásával az egész berendezés könnyen áttekinthető legyen. Ez a megoldás kétségtelenül emeli az építési költségeket, de üzemeltetési előnyei vitathatatlanok. Technológiai szempontból azonban a nagyfeszültségű kapcsolótér, a kábeltérrel elzárta készüljön, nehogy egy (esetleges) kábeltűz a kapcsolótérrel összefűstölje. A vezénlyötérrel kapcsolatosan különleges és a szabványtól eltérő kiváncsalm nincs. Elhelyezése általában az egyenirányítóter súlypontjában célszerű.

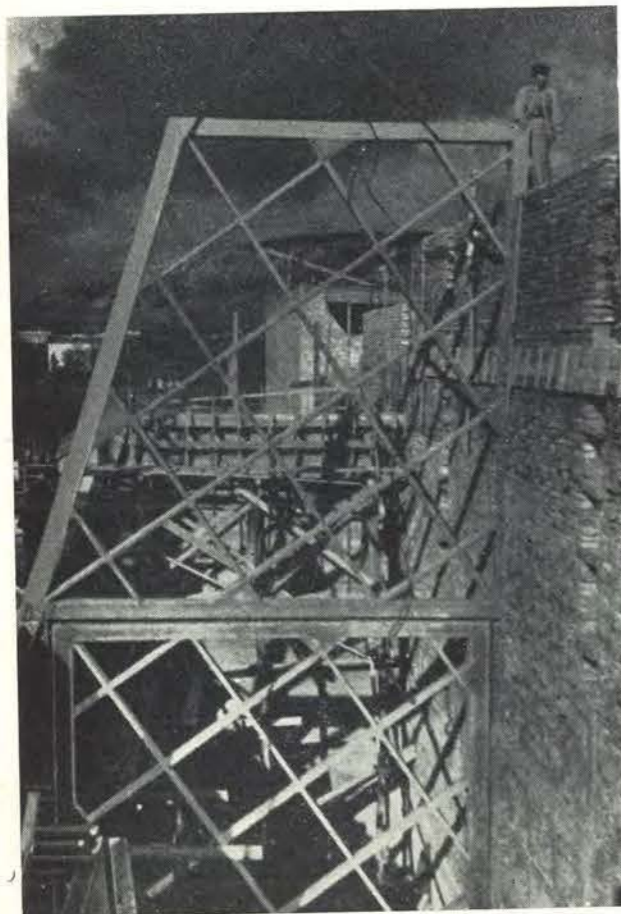
Az egyenirányítóter kiképzése tekintetében az áttekinthetőség, a tisztántartási lehetőség és a jó szellőzés biztosítása a legfontosabb szempontok. A tér általában egy hosszan elnyúló daruzható csarnok, mely azonban a rövid vezeték (kábelek, sínek) biztosítása végett egyik hosszoldalával ráépül a nagyfeszültségű térre, másik oldalával pedig a kohócsarnokra támaszkodik s így a természetes világítás és szellőzés kérdése többnyire körülményesebben oldható meg, mivel a csarnok két rövid vége marad általában szabadon. Az áttekinthetőséget az egyenirányító berendezések és azok tartozékainak jó elhelyezése határozza meg. Ezek egysorban és egymással párhuzamosan (közöttük középfolyosóval) helyezhetők el. Egymástól való távolságukat a technológiai adottságok határozzák meg, de célszerű a laza elhelyezés a jobb áttekinthetőség, kezelhetőség és a jó szellőzés biztosítása végett is. Vegyük tekintetbe, hogy minden egyes egyenirányító, edény (télen-nyáron) állandóan kb. 60 C°-os meleget sugárzó fűtőtestnek felel meg. Ezért az egyenirányító tér belmagasságának meghatározásánál ne csak a daru emelőmagasságára és ürszelvényére legyünk tekintettel, hanem gondoljunk megfelelően bőséges légtér betervezésére, hogy szükséges légcseré biztosításának megoldása könnyű eszközökkel legyen elérhető.

Ugyancsak jó szellőzésre van szüksége az egyenáramú gyűjtősín elhelyezését szolgáló tereknek, így a gyorskapcsolótér és sínincének is, ahol a hatalmas sínnyalábok között könnyen megreked a levegő. Vigyázni kell azonban a sínincéből a kohóműbe vezető síncsatornák betorkolásának jó elszigetelésére, mert a kohóműből könnyen bekerülhet szennyezett (sőt mérgezett) levegő a síncsatornák keresztül a sínincébe és a vele kapcsolatos térségekbe. A gyorskapcsoló és vízűtőberendezés terét az egyenirányítóter alatt célszerű elhelyezni, de az elhelyezés minden körülmények között olyan legyen, hogy üzembiztonság esetén a kezelők közötti együttműködés akadálytalan és a kérdéses üzemrészek közötti gyors közlekedés lehetősége biztosított legyen.

A vízűtőberendezés helyiségeinek kialakításánál ügyelni kell, hogy a hőkicserélő edények tisztítás miatt jól hozzáférhető legyenek, tehát elegendő kezelő hely álljon rendelkezésre. Sőt megfelelő utat kell hagyni, hogy szükség esetén azok egyszerűen legyenek kicserélhetőek.



5. ábra. Kapcsoló-egyenirányító épület.

6. ábra.
A transzformátor szellőző kürtőjének előregyártott válaszfalvázájának elhelyezése, amely kétoldali eternitlap borítást kap.

Az eddigiek során többször hivatkoztunk a tisztaságra. Ennek lehetőségét az egyenirányítóterben különlegesen biztosítani kell a padló és falburkolat jó megválasztásával. Mindkettő olyan anyagból készüljön, melynek tisztántartása — víz nélkül is — könnyen lehetséges.

A transzformátorokat és pedig mind a szabályozó-, egyenirányító-, mind a főtranszformátorokat hazai üzemelnél zárt és szellőző kürtővel ellátott fülkékben szokták elhelyezni. Ez a fülkesor az egyenirányító, illetve a nagyfeszültségű kapcsolótér hosszfala mentén helyezkedik el. Ügyelni kell arra, hogy a transzformátorok beszállítása könnyen legyen végrehajtható, következésképp a telepítés tervezésénél a megfelelő vágánybekötésről gondoskodás történjék.

Külföldi kohóüzemeknél igen gyakran a transzformátorokat ú. n. szabadtéri alakzatban alkalmazzák, amelynél — az épületet megtakarítják és elmarad annak karbantartása is. Mivel azonban a transzformátoroknak kb. 50 fődém átvezetése van és ezek a transzformátorok porlerakódás szempontjából sokkal kényesebbek, mint a normális transzformátorok, ennél fogva a lehető tökéletes porelleni védekezés céljából célszerűbb a transzformátorokat az épületben kialakított zárt transzformátor kamrákban elhelyezni. Az erőművel való kapcsolat legbiztonságosabban sínalagút (fedett síncsatorna) útján történhet, de igen alkalmas lehet a sínek átvitele a magasan szerelt tartók (sínhid) útján is. Ez esetben — a sokszor igen költséges — vízszigetelés megtakarítható, amelyet síncsatorna esetében elhagyni nem szabad.

2. Kohócsarnok

A kohócsarnok, — amely egy vagy többhajtós szerkezettel épülhet — az elektrolizáló kádak elhelyezésére szolgál. Mielőtt építészeti kialakításával foglalkoznánk, nézzük végig a technológiai folyamatot és ismerjük meg az itt elhelyezendő legfontosabb berendezési tárgyat: az elektrolizáló kádat (lásd 7. ábrát).

Mint az ábrából kitűnik, a kemence egy teknőszerűen kiképzett alsó negatív részből, a katódból és az elektrolit fölé függesztett pozitív részből, az anódból áll. A katód azonkívül, hogy az áram negatív sarkául szolgál, befogadja a folyékony elektrolitot és azt az alsó hővesztésektől megfelelő hőszigeteléssel óvja meg. Ennek megfelelően a katódteknőnek az elektrolittal és fémalumíniummal érintkező belső felülete szénelektroda bélással van ellátva, külső rétegei pedig tűzálló, ill. hőszigetelő téglasorokból állanak. A kád a szerkezet állékonyosságának biztosítására vaslemezburkolattal van körülvéve. A szénelektroda bélésbe az áramot nagy keresztmetszetű vassínek vezetik be. Az anód korszerű kemencetípusoknál ú. n. Söderberg féle önsülő anód, (8. ábra), amelybe az áramot vastüskék vezetnek be. Ezeket a tüskéket az anód felső »nyers« tehát lágy részébe be lehet verni és üzem közben bekötni. Az anód jellegzetessége, hogy folytonos üzemű és a timföldből származó oxigén következtében előálló oxidációs fogyása felülről újabb anódmassza adagolásával pótolható. Mivel az anód

üzem közben a napi kb. 15—20 mm-es fogyásnak megfelelően lefelé vándorol, megfelelő emelőszerkezettel kell ellátni. Az áram bevezetésére szolgáló vastüskék e megoldásnál — mint az ábrán is látszik — felülről nyúlnak az anódba. Az anódon áthaladó áram Joule-melege következtében, továbbá az anód alatt elhelyezkedő elektrolitból vezetett hő hatására az anód alsó része kb. 700 C° hőmérsékletű, aminek következtében ez a rész a kiinduló anódmasszából kiegészít, megfelelő szilárdságú és áramvezető képességű monolitot alkot (szaggatott vonal alatti rész). Az anódnak a 400 C°-os izoterma feletti része még cseppfolyós, helyesen kásás állapotú masszából áll. Ennek kifolyását egy köröskörül alkalmazott vaslemez köpeny gátolja. Az áram az anódból az elektroliton át halad a katódba. Ezen áthaladás közben az elektrolitban oldott timföld bomlása következik be és a fémalumínium az elektrolit alatt a katódon több cm. vastag fémréteg alakjában gyűlik össze.

Az anódon keletkező szénmonoxid és széndioxid gázok, az anód alsó részét körülvevő zárt térben gyűlnek össze, innen a kemencénként felszerelt gázégetőbe kerülnek, ahol a szénmonoxid elég és a gázégetőből származó égéstermékeket egy elszívó csőrendszer távolítja el a kohócsarnokból. Az elszívó csővezetékek vezetéseknél ügyelni kell arra, hogy kádakat és üzemeltető daruk mozgását ne gátolja. Célszerűen — ha ez lehetséges — a fal mentén vezethető a hosszirányú gyűjtőcső, melyeket egy közös elszívó alagútba kötnék. Ennek végén — a csarnokon kívül — helyezik el a szívó-nyomó ventilátor berendezést, mely egy megfelelően magas kéménybe löki be a mérgező tartalmú füstgázokat.

A kádak körüli és az üzemeltetéssel kapcsolatos tevékenységgel foglalkoznunk kell, hogy az így nyert ismereteket a tervezésnél értékesíthessük.

Teljesség kedvéért először nézzük meg egy új üzem megindítását, ahol az új kohó üzemét sok káddal kell egyszerre megkezdeni. A kád üzembehelyezésekor az anódot és katódot rövidrezártan az áthaladó áram Joule melegével ki kell égetni. Ez a művelet kb. 12 napot vesz igénybe és olymódon végezzük, hogy a kemence csak fokozatosan kapja meg söntökkel való szabályozás segítségével a teljes áramerősséget. Az anód kiegészítése után következik az alumínium és elektrolit betöltése, vagy külön olvasztókemencéből, vagy a kriolitot ívfénnyel megolvasztva az anód fokozatos emelése mellett és utána az alumíniumot folyékonyan beöntve. További kádak megindítása lényegesen egyszerűbb, mert a teknő elektromos kifűtése után a szomszédos (üzemben lévő) kádakból annyi megolvadt alumíniumot töltenek át az új kádba, hogy az a teknő fenekét belepje, majd folytatólagoosan az üzemben álló kádakból annyi megolvadt kriolitot öntenek át az új kádba, hogy abban a szükséges fűrdőmélység előálljon. Az anódok be- szabályozásával az elektrolízis üzemzerűen folytatódik tovább.

Az üzem folytonossága és zavartalansága az áram által elbontott timföld állandó pótlását teszi szükségessé. Igen sok kísérlet történt ennek a kérdésnek jó megoldására. A kádat terhelő amperszámból megállapítható, hogy az pl. 24 óra

alatt mennyi timföldet dolgoz fel. Ennek egy részét a kád melletti ládában és azt a timföldmennyiséget, amelyet bizonyos megállapított idő alatt kell a fürdőbe juttatni, rendszerint az olvadt elektrolitot takaró sókérgen tárolják, aminek az az előnye, hogy védi az olvadékot a sugárzásból származó hővesztés ellen. Hogy mikor érkezett el a timföld beadásának ideje, arra a kiszolgáló kádkezelőt a kádon felszerelt műszer (voltmérő) figyelmezteti azzal, hogy ilyenkor a kád feszültsége a normális 5—6 Voltól egyszerre felugrik 30 Voltra, sőt esetleg nagyobb értékre. Ezt a jelenséget «anód-effektus»-nak nevezik, melyet a munkás a műszer mutatójának lassú emelkedéséből előre megállapíthat. Gyakorlatilag azonban a feszültségmérőt nem kell állandóan szemmel tartani, mert a kád áramkörébe párhuzamosan bekapcsolt közel 40 Volt feszültségre készült lámpa, mely a rendes feszültségnél csak pislog, egyszerre élénk izzásba jön, figyelmeztetve a kádkezelőt kötelességére. De az «anód-effektus»-ról a gépkezelők is azonnal tudomást szereznek műszereik útján és valamilyen akusztikai jelzéssel (pl. villanydudával) figyelmeztetik a kohócsarnok személyzetét. Ilyen kádnál a munkások a fürdőt borító sókérgét áttörik és a sókérg felett tárolódó jól átmelegedett timföldből a szükséges mennyiséget a léken át a fürdőbe kotorják és vasszerszámokkal vagy nyers fadorongokkal elkeverik. Ez a művelet — a kád méreteihez képest — 3—8 óránként ismétlődik.

Mint említettük a fémalumínium a kád fenekén — a katódon — több cm. vastagságban gyűlik össze. Legtermészetesebb az lenne, ha ezt innét egyszerű csatornán át lecsapolnák. Ezt a módszert azonban ritkán alkalmazzák hátrányai miatt. Tudniillik igen nehezen kerülhető el, hogy a csapoló nyíláson ne folyjon ki a megengedettnél több alumínium. Kriolit pedig egy csepp sem folyhat ki. A mai korszerű üzemekben a fémalumínium eltávolítása u. n. vákuum-üstbe való elszívással történik. Történhet a fémalumínium kiemelése függőleges tengelyre szerelt csigamenetekkel ellátott szerkezettel is, melyet sűrített levegővel működő motor forgat. Igen gyakran használt módszer a merülőtégely alkalmazása. A tégely fenekén egy lyuk van, ezt kriolittal kiöntik, amikor az megdermedve a lyukat eltömi, a tégelyt fenekével lefelé benyomják a katód szintjéig. Majd a lyukat piszkavassal kiszűrik és a tégelybe nyomuló fémalumíniumot abból kimeregetik. Természetesen ha a tégelyben az elektrolit megjelenik, a merítést abba kell hagyni. A kimerítés, illetve csapolás mértékéhez képest — mivel az elektrolit szintje ilyenkor csökken — az anódok távolságát a katódtól újra beállítják.

A kádakat általában páros — egymással párhuzamos — sorokban szokták elhelyezni (9. ábra), hogy az áram oda- s visszavezetése biztosítható legyen. A kádak kapcsolata olyan, hogy az egyik kemence katódjából kijövő vezeték a következő kád anódjához vezet és így tovább, tehát a kemencék sorba vannak kötve és így tovább, tehát a kemencék sorba vannak kötve úgy, hogy az ugyanabba az áramkörbe tartozó kádak két párhuzamos sorból hurkot képezzenek. Egy-egy kemence meghibásodása esetére az áramvezető sínrendszer kiké-

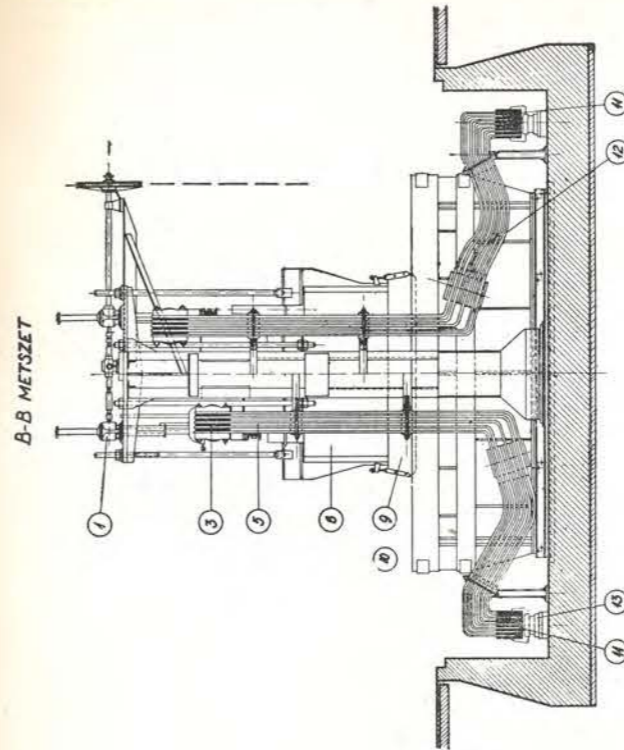
pezésénél gondoskodnak arról, hogy minden egység külön rövidzárési lehetőséggel rendelkezzen, hogy a többi kemence zavarása nélkül azt az áramkörből bármikor gyorsan kikapcsolhassák. Az áramot az egyenáram forrásától (az egyenirányítótól) a legrövidebb úton kell eljuttatni az egyik kádsor első anódjához, a másik sor utolsó katódjától pedig vissza a forráshoz, ezért jó, ha az egyenirányító helyiség a kádcarnokok rövidebb oldalához zárkózik fel.

Általában 2 és 4-soros kohócsarnokot szoktak építeni. A sorszám megválasztásában részben szerepe van a kádnagyságnak is. Ezzel kapcsolatban megjegyezhetjük, hogy a második világháború idején Nyugat-Európában még általában 30 000 A-es egységeket építettek. Ma világszerte az 50—60 000 A-es egységek számítanak korszerűnek, sőt hírek hallatszanak 100 000 A-es kísérletezésekről is. A nagy áramerősség miatt erős mágneses tér van a kádak körül, ezért ha üzemeltetünk, óránkat ne vigyük a kohócsarnokba.

Kisebbszűség, tehát két kádsor esetén könnyebben oldható meg kielégítően a kohócsarnok világítása és szellőzése. A 4 sor mellett szől viszont a jobb áttekinthetőség. A kádsorok közötti távolságok, illetve szabadtér meghatározásánál döntő tényező egyrészt a kemencesorok mellett fekvő fedett áramvezető síncsatornák helyszükségletének, másrészt a technológiával járó műveletek, mint csapolás, kezelés, stb. részére szükséges helynek biztosítása. Emellett nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy a kemencecsarnokban bizonyos anyagok és szerszámok (tüskék, masszallványok, kemencekezelő szerszámok) ideiglenes lerakása elkerülhetetlen, ami mellett a rendszerint villamostargoncákkal való közlekedést is lehetővé kell tenni. A kádak közötti távolság szempontjából döntő, hogy a kezelőszemélyzet az egyes kádak között és körül akadálytalanul tudjon közlekedni. A járművekkel, főleg villamostargoncákkal való keresztirányú közlekedés biztosítására kemencesoroként távközrel elválasztott alcsoportokat szoktak képezni 8—10 kádból.

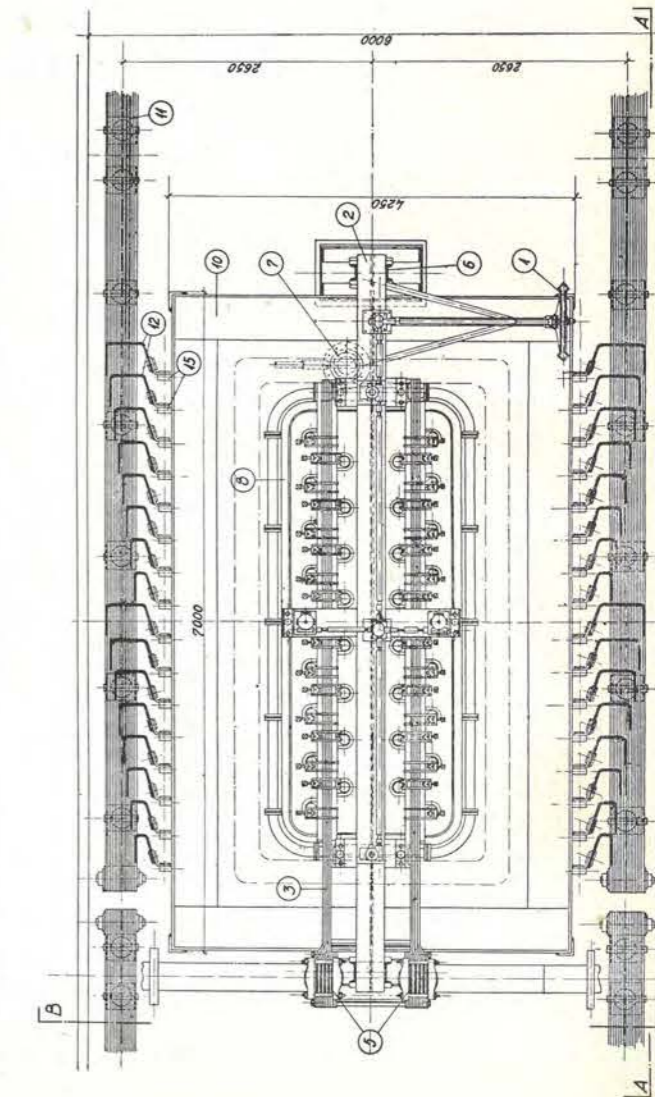
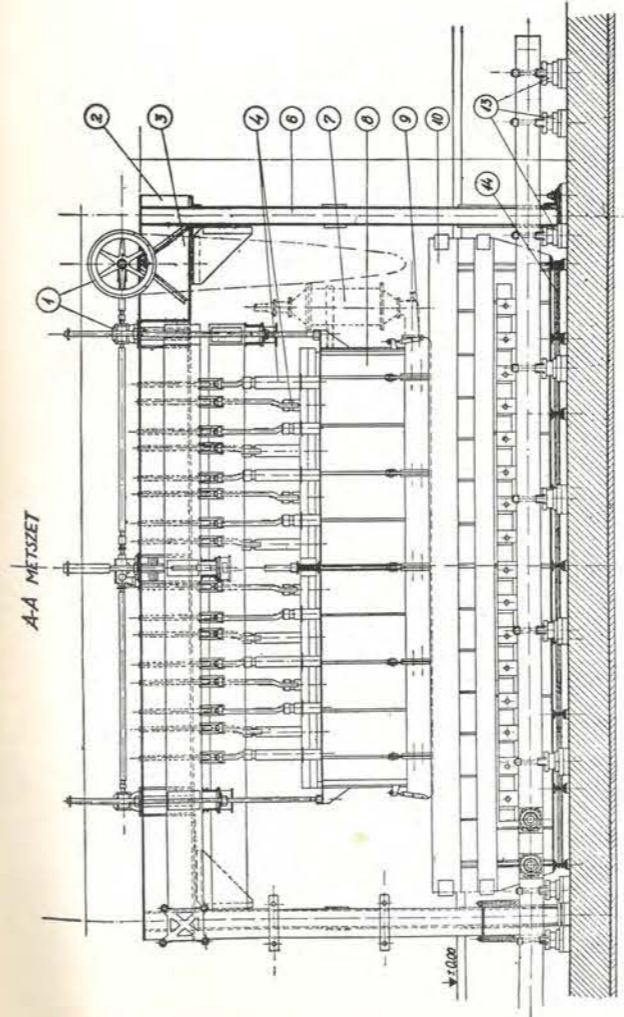
A kádak magassági elrendezése szempontjából eltérő megoldások fordulnak elő. A timföldkéreg beverésénél szükséges aránylag kényelmes testhelyzet elérése szempontjából célszerű a katód-szekrény felső élét valamivel a padlószint fölé emelni (kb. 25 cm-rel). Alkalmazznak azonban teljesen a padlószinttel egy szintre hozott felső felületű, süllyesztett kádakat is, és vannak üzemek teljesen padlószint fölé emelt katód-szekrényekkel is. Ezeknél a kád körül magasított kezelőjárdát kell építeni, megfelelő feljáró hágcsóval vagy lépcsővel. Bármelyik elhelyezési mód alkalmas a célra. A típus kiválasztását üzemeltetési és gazdaságsági szempontok határozzák meg.

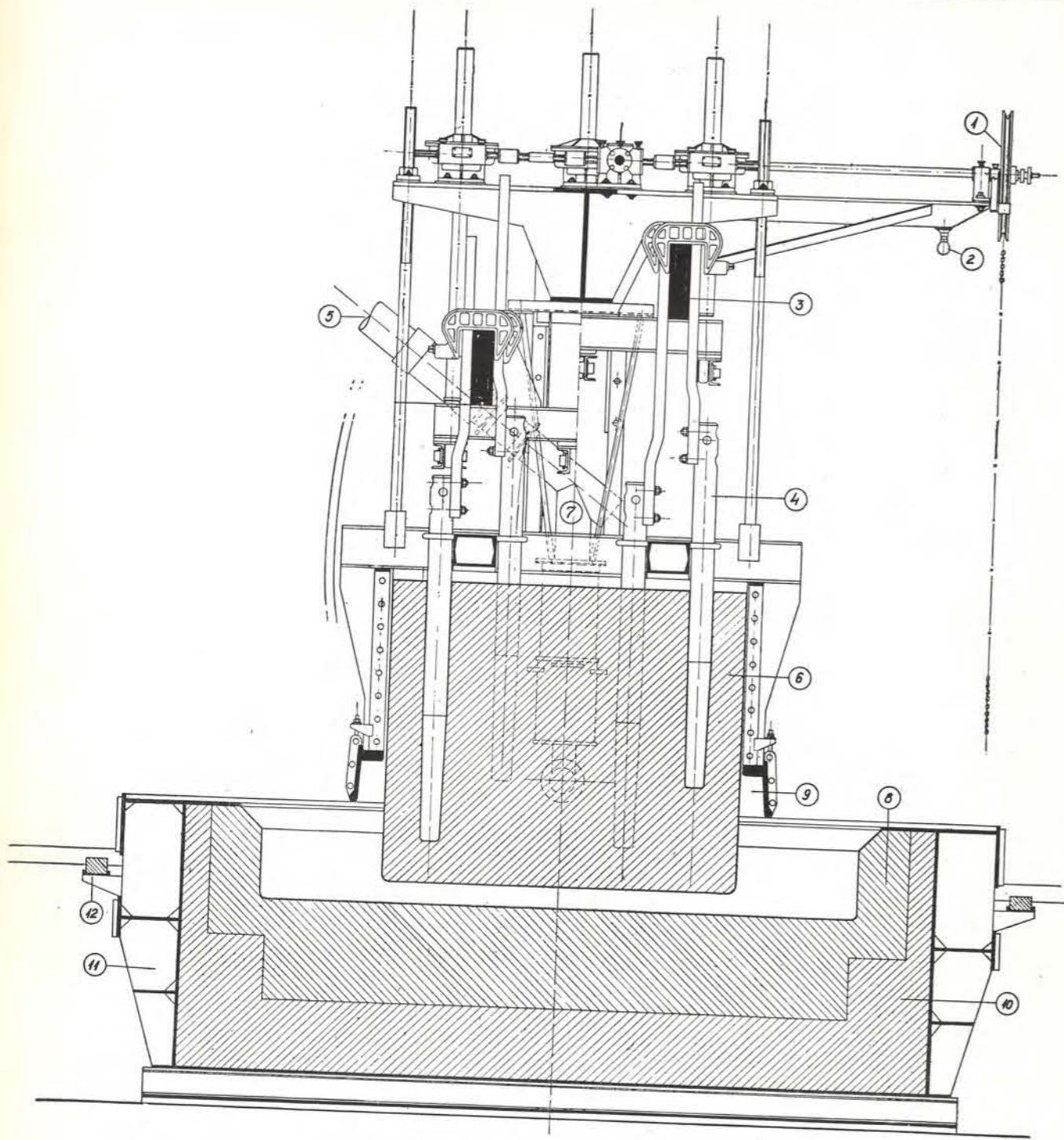
A kohócsarnoknál kívánatos lehetőleg nagy ablakfelületek kiképzése, részben a szellőzés biztosítására, másrészt a szállóporral igen hamar belepert ablakfelületek mellett így még megfelelő természetes világot is kaphatunk. Külföldön ma építenek egész kis ablaknyílásokkal ellátott kohócsarnokokat is, valószínűleg kényszerű szellőzési megoldásokkal. A kohócsarnok kiképzésénél, mint



7. ábra. Elektrolizáló kád alaprajza, hossz és keresztmetszete.

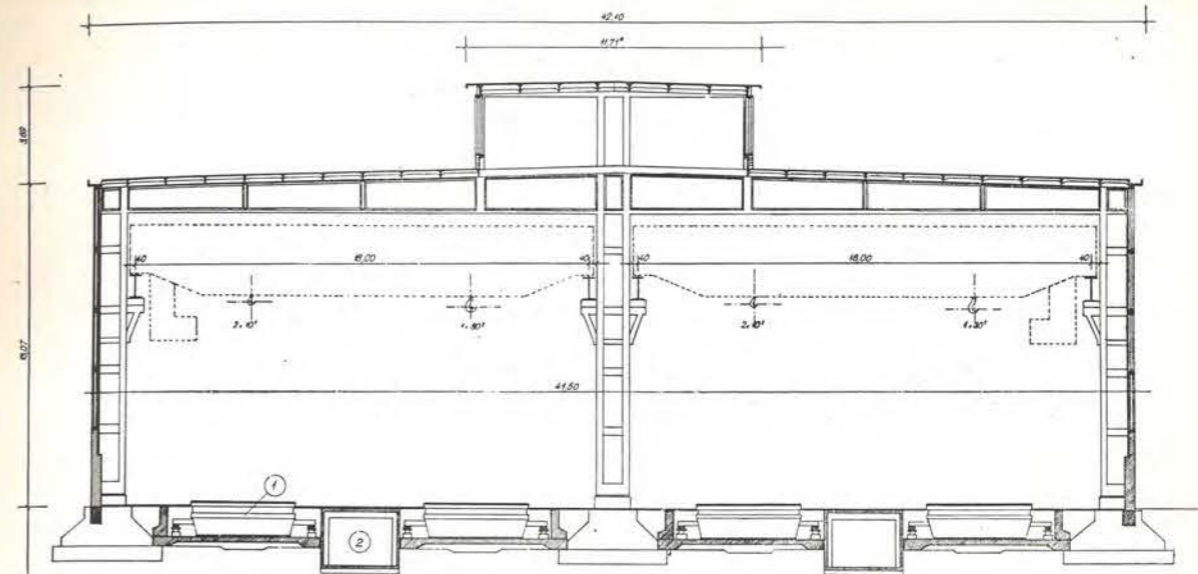
- | | |
|---------------------------|-------------------------------|
| 1. Anódmozgató berendezés | 2. Anódszerkezet főtartó. |
| 3. Vezérsín. | 4. Tüskék. |
| 5. Feszültszó anódsín. | 6. Anódszerkezet tartóoszlop. |
| 7. Gázfogó. | 8. Permanens anódköpeny. |
| 9. Gázharang. | 10. Elektrolizáló kád. |
| 11. Elosztó sín. | 12. Flexibilis csatlakozás |
| 13. Támszigetelők. | 14. Kádrács. |
| 15. Acél katód. | |





8. ábra. Söderberg féle önsülő anód.

- | | |
|----------------------------|-------------------------------|
| 1. Anódmozgató berendezés. | 2. Jelzőlámpa. |
| 3. Elektromos vezérsín. | 4. Kiemelhető bevezető tüske. |
| 5. Gázelszívó. | 6. Anódmassza. |
| 7. Gázégő. | 8. Katód szénbélés. |
| 9. Gázgyűjtőharang. | 10. Tűzállófalazat. |
| 11. Katód szekrény. | 12. Járdakonzol. |

9. ábra. Kohócsarnok metszete.
1. Elektrolizáló kád. 2. Egyenáramú síncsatorna

említettük döntő szempont a jó szellőzés kérdése. A kádakból széndioxidot, szénmonoxidot, ezenkívül fluorgázokat és kőszénkátrány gőzöket tartalmazó meglehetősen egészségtelen hatású gázkeverék távozik. Óhatatlan, hogy a sor egy-egy kemencéjénél átmenetileg a helyi elszívás működésében zavar ne álljon elő. Bekövetkezik ez elsősorban a timföld-adagolás műveletek, amikor a sófürdő dermedt kérgét kénytelenek betörni, miáltal az anódot körülvevő, ú. n. gázharang tömítése megszűnik és a gázok a kohócsarnok levegőjébe vegyülnek. E gázokon kívül a kohócsarnokban főleg timföld és fluorsók porából álló jelentős szállópor képződés is van. A gáz és szállópor hatás ellensúlyozására az ablakok, illetve a felülvilágítók megfelelő kiképzésével, valamint elhelyezésével megfelelő légcserét kell biztosítani. Igen alapos tanulmányozás után szerkesztjük meg a szellőzők nagyságát, elhelyezését, nyitó-csukó szerkezetét, mert rossz megoldással az üzem elrontható. Ezenkívül egyes kohóknál alsó mesterseges légbefúvással történik gondoskodás a légcseré fokozásáról. Már a telepítésnél gondoljunk a kohócsarnok jó szellőztetésének biztosítására, figyelembe véve az uralkodó szélirányt, mely igen nagy segítség lehet a természetes szellőzés megoldásánál.

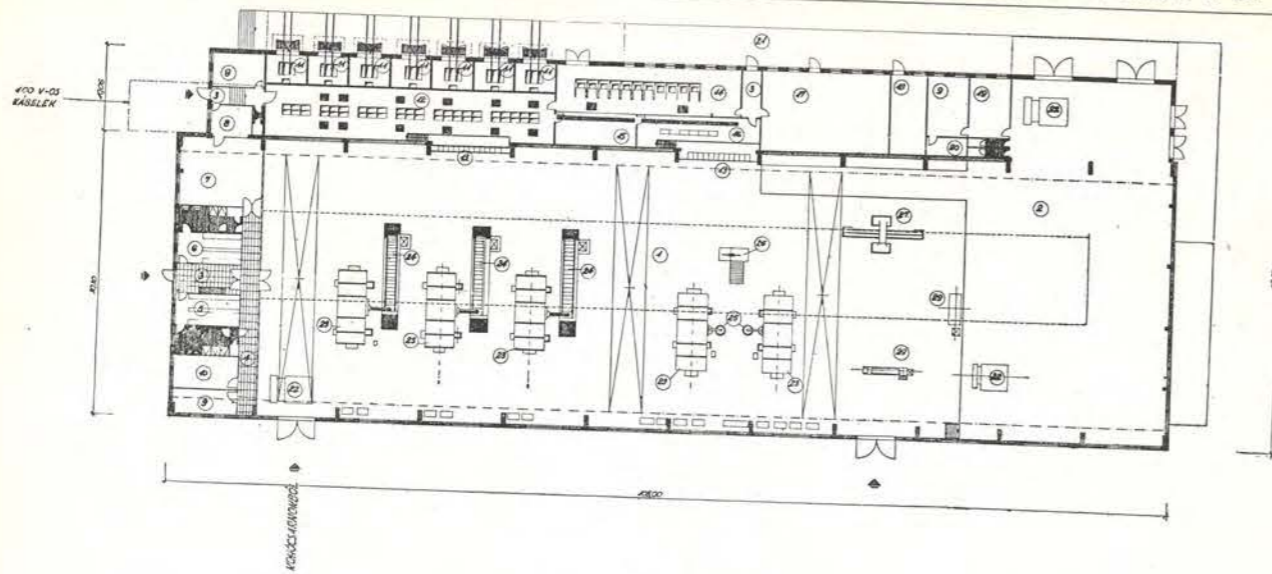
A kohócsarnok épületének szerkezeti kialakításánál szerepet játszik a darupálya, vagy darupályák elhelyezése. Mert mint a 7. ábrán bemutatott kemencekonstrukciónál látjuk, a szerelődaru kívül külön tüskehúzó daruról, illetőleg a szerelődaru egy tüskehúzó macskáról is kell gondoskodni, amely a függőleges áramvezető anódtüskék időszakos cseréjénél ezen tüskéket forgatással kombinált húzással kiemeli az anódból. Tehát külön tüskehúzó-daru nem kell. Ugyancsak gondoskodni kell a kádakat ellátó erőátviteli, sűrített levegő, valamint vákuumcsőhálózatról és a helyi elszívás csőhálózatáról, illetve ennek felfüggesztési lehetőségéről, amelyről korábban már szólottunk.

A kohócsarnok létesítésénél külön gondot kell fordítani a villamos szigetelések kérdésére. Ugyanis lehetőleg kerülni kell minden földzárlati vagy egyéb zárlati lehetőséget, amelyen keresztül áramvesztések keletkezhetnek és baleseti lehetőségek merülhetnek fel. Így a kemence alapozások vasbeton vasalását úgy kell kiképezni, hogy azok kemencéként egymástól teljesen független vasalási rendszerrel készüljenek. A padlófelületeken semmiféle szabad vasalásnak kiállnia nem szabad. Ilyen szempontból az egyébként célszerű élvédő szögvasak is károsak lehetnek. Hasonló módon szigetelten készítenődik a darupályák is. A kohócsarnokban elhelyezett csőhálózatok szakaszonként egymástól elektromosan elszigetelendők. A kádak és a süllyesztve elhelyezett sínrendszer alá megfelelő villamos szigetelések készülnek.

A padló kiképzése, illetve a padlóanyag megválasztása szempontjából figyelembe veendő az aránylag nagy forgalom, a nehéz tárgyak lejtésével kapcsolatos igénybevétel, továbbá az, hogy gyakran magas hőmérsékletű anyagok kerülnek a padlóra (frissen használt szerszám, meleg üst, a kádakból kifirócsenő vagy valamilyen műveletkor a padlóra leeső vagy folyó elektrolit, vagy fém). Legjobbnak bizonyult hazai viszonylatban eddig a nagy kopószilárdságú bazaltbeton, melyet ajánlatos 2,0 x 2,0 m-es táblákban készíteni. Az áramvezető sínrendszert magukba foglaló síncsatornákat beton fedlapokkal fedjük. Ezek súlya és kiképzése olyan legyen, hogy a technológiailag gyakran szükségessé váló kiemelés és visszahelyezés aránylag könnyen és gyorsan, a lapok különösebb sérülése nélkül legyen végrehajtható.

3. Öntöde

Az alumíniumkohók minden kádja, más-más minőségű fémalumíniumot termel, viszont a feldolgozó ipar előírja az általa felhasználható alumínium összetételét, ezért a különféle kádból



10. ábra. Öntőde alaprajza.

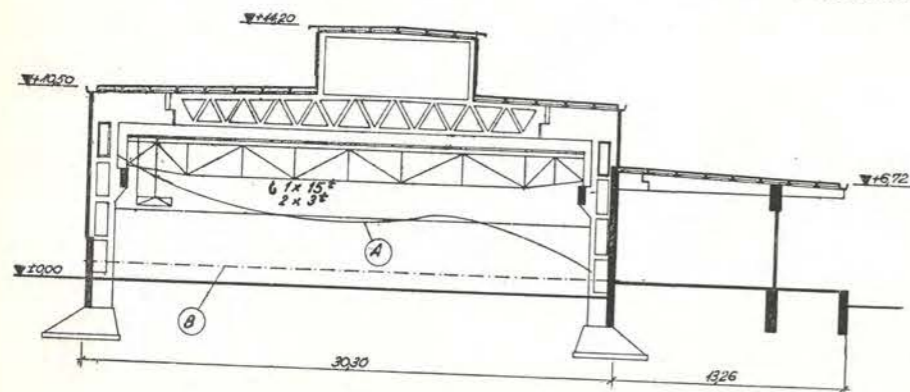
- | | | |
|---------------------------|-------------------------------|---|
| 1. Öntőde. | 9. Iroda. | 23. Egalizáló olvasztó kemence. |
| 2. Készáru-raktár. | 10. Művezetés. | 24. Folytonos tömböntőlánc. |
| 3. Előtér. | 11. Transzformátor. | 25. Félig folytonos tuskóöntő berendezés. |
| 4. Polvosó. | 12. 0,4 KV-os elosztók. | 26. Fűrés. |
| 5. Férfi öltöző és mosdó. | 13. Kapcsolótáblák. | 27. Gyalu, eszterga, csiszoló. |
| 6. Női öltöző és mosdó. | 14. 6 KV-os elosztók. | 28.—29. Különböző kikészítő gépek. |
| 7. Étkező. | 15. Sűrítettlevegő tartályok. | |
| 8. Tálaló. | | |
| | 17. Akkumulátor tér. | |
| | 18. Kénsavraktár. | |
| | 19. Mérlegszoba. | |
| | 20. Raktár. | |
| | 21. Rámpa. | |
| | 22. Mérleg. | |

kikerült fémalumíniumot egységesíteni kell öntése előtt.

Az alumínium elektrolízisek mellett működő öntőde feladata az egyes kemencékből csapolt fém egalizálása, gázmentesítése, esetleg átolvasztása vagy ötvözése, továbbá tömbökké és tuskókká való öntése. Ennek megfelelően az öntődei berendezés főbb elemei: egalizáló- és olvasztó kemencék, öntőberendezések és a tuskók felületi megmunkálásához, illetőleg vágásához szükséges szerszámgépek (körfűrész, marógépek stb.). Az olvasztó- és egalizálókemencék korszerű öntőknél villamos ellenállás fűtésű teknős kemencék. Egy ilyen kemence és félig folytonos tuskóöntő berendezés metszetét az 5. ábrán láthatjuk. Természetesen a kemence fűtése elképzelhető koksszal, olajjal, gázzal is, de a villamos fűtésnél legkevesebb lehetőség adódik arra, hogy a megolvadt fém felülete sok oxigénnel és egyéb gázzal érintkezzen, ezért a legalkalmasabb az egységesítéshez a villamos ellenállás fűtésű teknős kemence, mely rendszeren buktatható kivitellel készül.

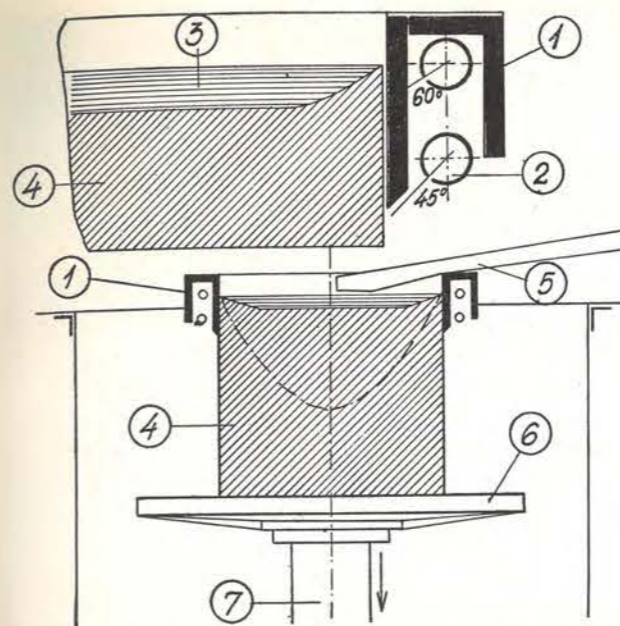
A kohócsarnokból érkező fém, melyet üstökben szállítanak, folyékony állapotban kerül az egalizáló kemencékbe, ott történő keverés és pihentetés után kerül a gépesített öntőláncre (13. ábra), melyen futószalagszerűen vaskokillák mozognak. Az öntőláncrel lehulló tömbök 15 kg-osak. A termelés nagy része ilyen alakban távozik a kohóból. A fém egy részét gondosabb pihentetésnek vetik alá. Esetleg előzőleg még az üstben klórgázzal kezelik, hogy gáztartalma minimálisra csökkenjen. Ez a nagyobb mértékben gáztalanított fém már alkalmas hengerlési, valamint prés-tuskók öntésére. Ezek a tuskók közvetlenül a félgyártmányok (lemez, szalag, huzal, profilok) gyártásának kiinduló anyagát képezik. A fokozott gázmentességre azért van szükség, mert a félgyártmányok utólagos hőkezelésekor a gázzárványok hólyagosodást okoznának.

A fent leírt technológiai eljárás világosan mutatja, hogy az öntőde elhelyezése akkor jó, ha kapcsolata a kohócsarnokkal minél szorosabb és fekvése a kohócsarnokhoz képest centrális. Tele-



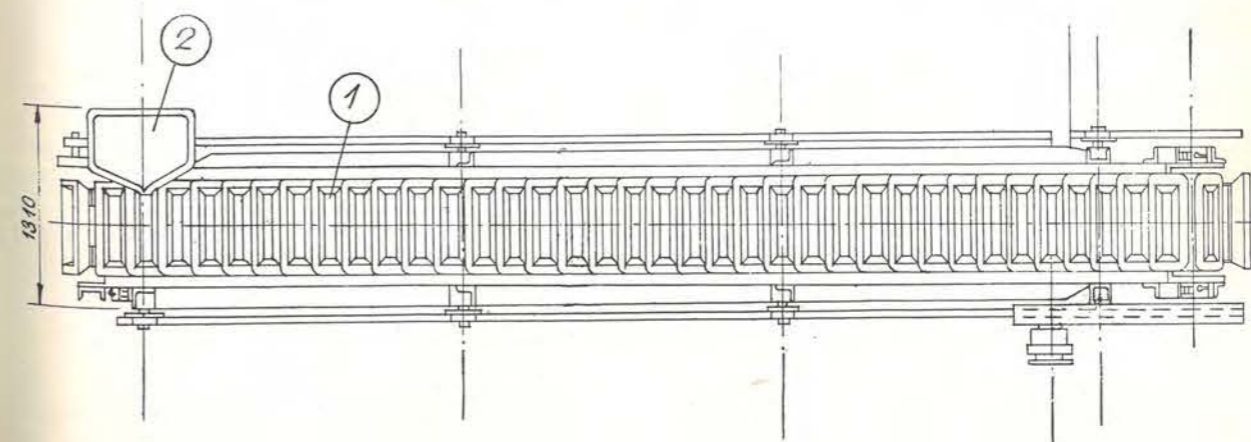
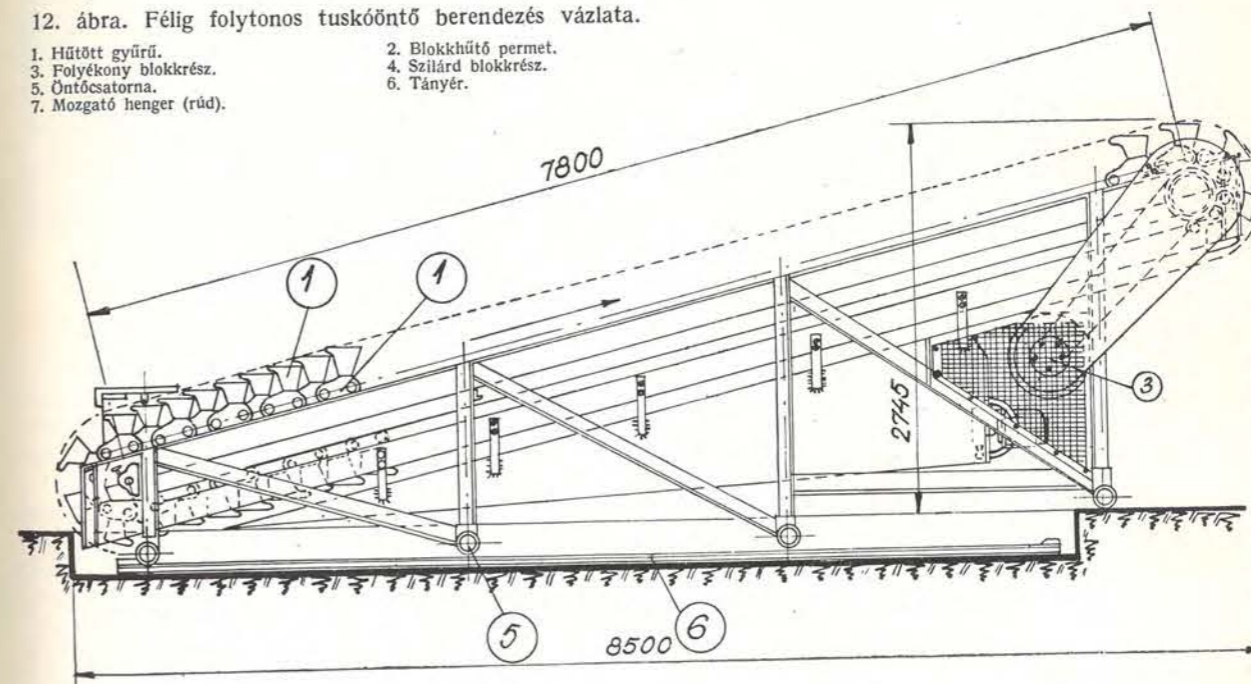
11. ábra. Öntőde metszete

A Megvilágítási görbe
B Munkasík



12. ábra. Félig folytonos tuskóöntő berendezés vázlatja.

- | | |
|--------------------------|------------------------|
| 1. Hűtött gyűrű. | 2. Blokkhűtő permet. |
| 3. Folyékony blokk rész. | 4. Szilárd blokk rész. |
| 5. Öntőcsatorna. | 6. Tányér. |
| 7. Mozgató henger (rúd). | |



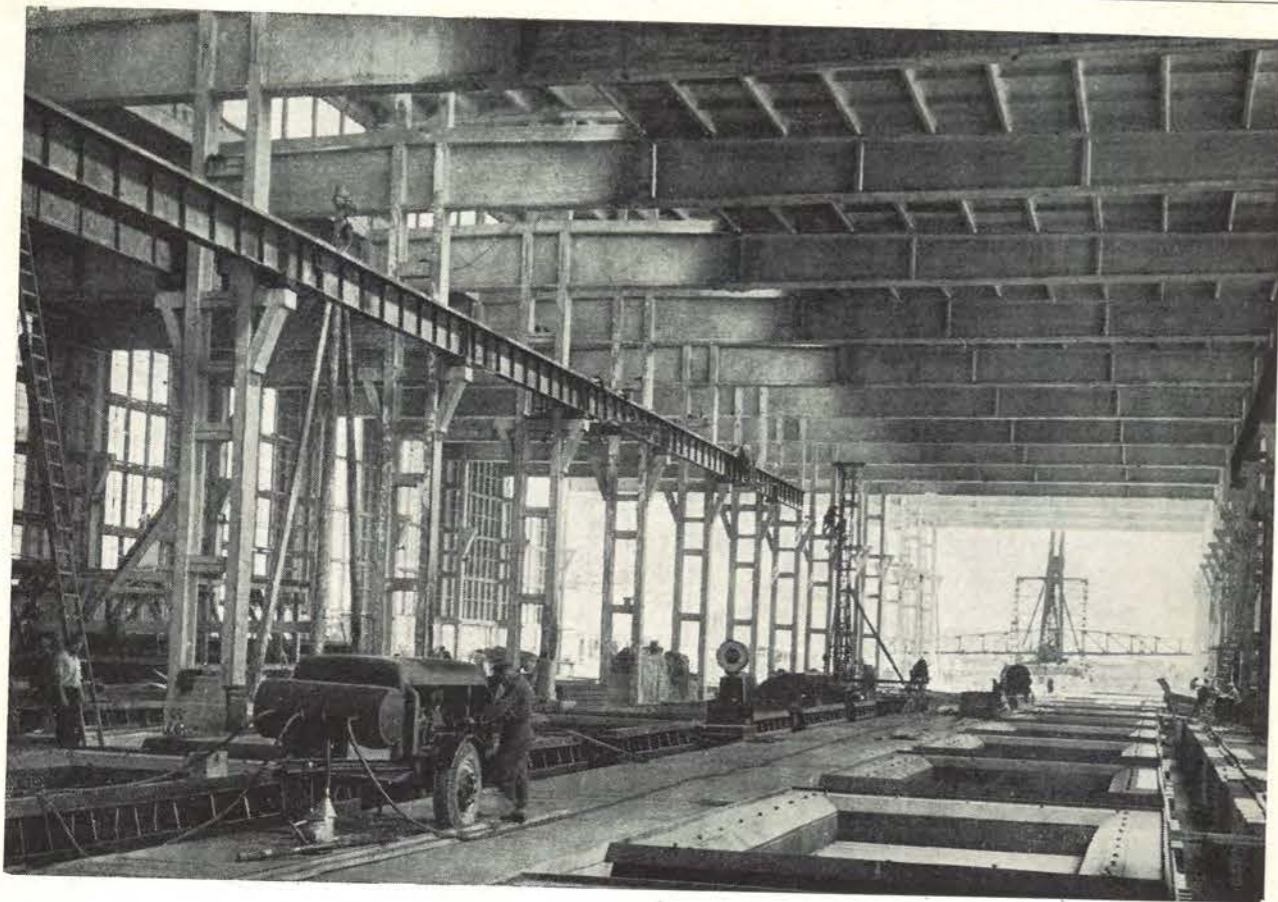
13. ábra. Gépesített öntőlánc, folytonos tömböntőlánc.

- | | | | | |
|-------------------------------|-----------------|-------------|-----------|---------------|
| 1. Futószalag vaskokillákkal. | 2. Öntőtartály. | 3. Hajtómű. | 5. Görgő. | 6. Alátétstn. |
|-------------------------------|-----------------|-------------|-----------|---------------|

pitésnél a fő szélirány figyelembe veendő, hogy a kohócsarnoki poros levegőtől lehetőleg mentesüljön.

A kemencék és a kiöntött meleg fém erős hőleadása miatt jó természetes szellőzéssel való légcserre lehetőségéről gondoskodni kell. Célszerű továbbá, ha a készáru-raktárral is szerves kapcsolata van. A korszerű tuskóöntőde megfelelő számú szerelő- és öntődarúval rendelkezik, melyek azonban nem nagy teljesítményűek.

A padló anyagaként legjobban bevált az öntöttvas lemezpadló, de vastakarékossági szempontból jó kivitelű táblákra osztott bazaltbeton burkolat is megfelelő. Mivel az öntődei villamoskemencék jelentős váltóáramú fogyasztóként jelentkeznek, kábeltakarékosság szempontjából célszerű az öntődével egybeépíteni egy kisebb kapcsoló és transzformátorállomást, lehetőleg olyan kapacitással, hogy az a teljes üzem váltóáramú motorikus energiaszükségletét elláthassa.



14. ábra. Kohócsarnok belső nézete.

4. Raktárak

Mint minden kohászati folyamat, az alumínium-elektrolízis is meglehetősen sokféle anyagot igényel és mivel a felhasznált nyersanyaggal és segédanyagokkal szemben is igen nagyok a tisztasági követelmények, általában nem engedhető meg egyik anyag szabad ég alatti tárolása sem. Tervezés szempontjából (a nagyságrend megállapítása végett) nem lesz érdektelen, ha közöljük, hogy egy tonna alumínium előállításához szükséges: 2 tonna timföld, kb. 0,65 tonna anódmassza, kb. 0,1 tonna kriolit és alumíniumfluorid.

Fentiekén kívül jelentős mennyiségben kell tárolni a katódok beléséhez szükséges szénelektroda darabokat, az úgynevezett katódszeneket és dőngölőmasszákat, valamint kerámiai tűzálló anyagokat. Ezenfelül természetesen egy vegyesanyag raktárról is gondoskodni kell.

A timföld tárolása és szállítása juta vagy papírszakokban történik, vagy tartánykocskiban ömlesztve. Utóbbi esetén a tartánykocskikat pneumatikusan ürítik egy központi timföldsilóba. A silóból, illetve a timföldraktárból az anyagot a kohócsarnok teljes területére, lehetőleg arányosan és egyenletes sűrűséggel kell szétosztani. Erre a célra legcélszerűbb mozgékony villamos-targoncákat alkalmazni. A kohóban a timföldet vasládákban tartják. Ennek elhelyezése általában a falak mentén, de a kádak közelében oldható meg. Korszerű megoldás a kádakon elhelyezett

timföldtartány, melyből a timföld közvetlenül tömlővel engedhető le az elektrolit felszínére. Ezeket a tartányokat darun szállítható containerként szokták kiképezni és töltésük központosan történik.

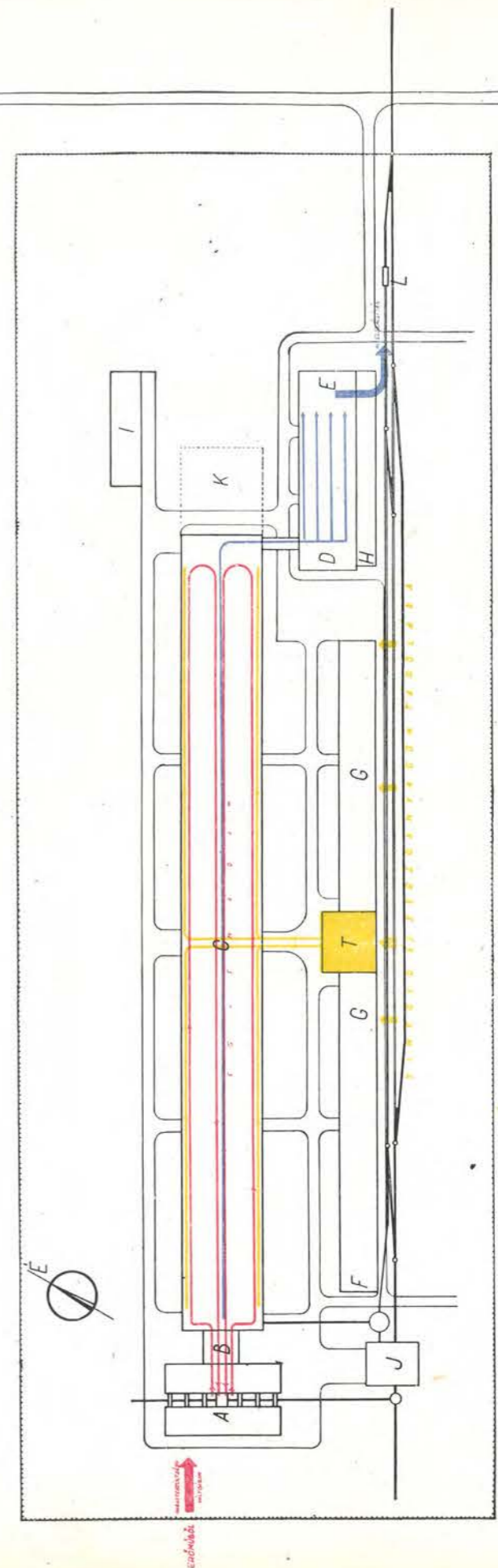
A timföld után fontosságban következő anyag az anódmassza. Ez kb. 25—50 kg. súlyú brikettekbe kerül szállításra. Raktározása általában nem okoz különösebb gondot. Lehetőleg azonban az anódmassza tárolására szolgáló helyiség nyáron is hűvös, szellős atmoszférájú legyen, nehogy az alacsonyabb lágyuláspontú masszák összeolvadjanak. Az anódmassza kb. 3—4 m magasságig nehézség nélkül felrakható, elemes szállítószalag segítségével.

A kriolitot és alumíniumfluoridot 50 kg-os papírszakokban szokták szállítani és tárolni.

A kb. 400 × 500 mm keresztmetszetű és 1 m-nél hosszabb katódszenek mozgatása legcélszerűbben villamos targoncákkal történik, tehát az idevezető közlekedési utakat és csatlakozásokat ezen targoncák kisebb fordulékonyágának megfelelően kell kiképezni.

5. Műhely, laboratórium és segédüzemek

A kohó rendszeres karbantartása céljából általában a következő műhelyekre van szükség: villasműhely; megfelelő emelőberendezéssel és olajtárolási lehetőséggel ellátott transzformátor javítóműhely. Ezenfelül az egyenirányítók javi-



15. ábra. Alumínium kohóüzem elrendezési rajza.

- | | | |
|-----------------------------------|---|---|
| A = Egyenirányító és kapcsolóház. | G = Raktárak. | H = Transzformátor és kapcsoló állomás. |
| B = Vezénylőtér és üzemi irodák. | I = Laboratórium. | J = Transzformátor javító-műhely. |
| C = Kohócsarnok. | K = Kohócsarnok bővítésére szánt terület. | L = Vágánymérleg. |
| D = Öntőde.* | T = Timföldsiló. | |
| E = Készáru raktár. | | |

*Az öntődét célszerűen a kohócsarnok folytatásaképp kellett volna elhelyezni, de az előirányzott (K) bővítés helyét biztosítani kellett.

tására egy tiszta levegőjű külön helyiségről is gondoskodni kell, amelynek teljesen olajmentesnek kell lenni. A lakatos és forgácsoló műhely mellett egy kovács- és hegesztőműhelyt kell létesíteni. Ezekben a kohóberendezések és szerszámok állandó javítását és karbantartását végzik. Szerkezeti kiállításuk a műhelyeknél megszokott kivitelű.

A kohó laboratóriuma a felhasznált timföld és segédanyagok rendszeres minőségi ellenőrzését végzi s ezenfelül a termelt alumíniumot vizsgálja, továbbá üzemi ellenőrző feladatokat is ellát, mint pl. az elektrolit rendszeres kemencékénti vizsgálatát. Feladatának megfelelően célszerű a vizes laboratórium mellett egy külön spektrál- és masszavizsgáló laboratóriumot létesíteni. Szerkezeti és kiállítási szempontból az üzemi és kutató laboratóriumok előírásai irányadók.

A kutató jellegű munkák részére, nemcsak a laboratóriumban, hanem félüzemi mellékkisérletekhez egyéb épületrészben pl. az alagsorban is kell megfelelő szabad teret hagyni, hogy a folyton fejlődő üzemi követelményeknek terjeszkedési akadály ne legyen.

Összefoglalásul célszerűnek látjuk egy alumíniumkohóüzem telepítési tervét bemutatni, melyen jól szemlélhető, az előbbieken felsorolt objektumok egymáshoz való helyzete. Könnyebb áttekintés és hasznosabb kiértékelés végett vázlatosan az anyag mozgását is ábrázoltuk.

Végezetül — úgy véljük — hasznos lesz néhány gazdasági szempontot is felemlíteni és néhány szóval a jövő fejlődés irányára is rámutatni.

Tudjuk, hogy az alumíniumkohászat elsősorban villamosenergia kérdése. A termelési költség kb. 30%-a áramköltség. A termelést az ország belső szükségletén túl, tehát csak akkor fokozhatjuk erősebben, ha nálunk is megoldódik az olcsó energia kérdése. A szállítási költséget sem bíró barnaszeneink felhasználásával termelhető elektromos energia céljából telepített erőműveink minden esetre előbbre lendítik alumíniumtermelésünket.

Az eljárás azonban mindig drága és körülményes marad számunkra és ez arra készíti kutatóinkat, hogy új utakat keressenek az alumíniumkohósítására. El is jutottunk bizonyos eredményekhez, amelyek nem elektrolitikus eljárások, de ezek még a nagyüzemi kivitelre nem alkalmasak. De kutatóink felkészültségét ismerve és technikai fejlődésünk ütemét látva, bizhatunk egy egyszerűbb és olcsóbb eljárás kialakulásában.

IRODALOM

- Dr. Geleji: Alumínium kézikönyv. 1949.
Kurovsky: Alumínium. 1950.
C. Grard: Aluminium and its Alloys.
C. R. Hayward: Outline of Metallurgical Practice.

ALUMÍNIUM FÉLGYÁRTMÁNYOK ELŐÁLLÍTÁSA

KÖVES ELEMÉR és KLAUSZ GYULA

Előbbi tanulmányainkban foglalkoztunk az alumíniumkohászat fejlődésével és eljutottunk az alumíniumnak ipari célokra alkalmas előállításának megismeréséig. Teljesség kedvéért alábbiakban azokat a technológiai eljárásokat írjuk le, melyek az alumínium félgyártmányok készítésénél fordulnak elő. Ennek kapcsán megismerkedünk azokkal a műveletekkel, melyeken az alumínium keresztül megy, míg félgyártmánynak számító kereskedelmi formát nyer.

Előbb azonban bemutatjuk egy félgyártmányok előállításával foglalkozó üzem telepítési elrendezési rajzát. Az 1. ábrán közölt vázlat egy olyan elképzelt üzem ábrázol, ahol az üzemrészelek technológiai szempontból ideális csoportosításban vannak egymás mellett elhelyezve. Ez a különféle adottságok miatt ritkán alakítható így, ennél fogva minden üzem az előírt teljesítményhez és programhoz igazodik, azonkívül, hogy alkalmazkodik a helyszíni körülményekhez. Tanulmányunk az 1. ábrán bemutatott sorrendet követi, hogy az egész üzemről tiszta képet nyerjünk.

Különben az üzem telepítésénél az üzemelési szempontok tehát anyag, ember és árumozgás stb. tekintetében a többi gyárra vonatkozó utasítások irányadók.

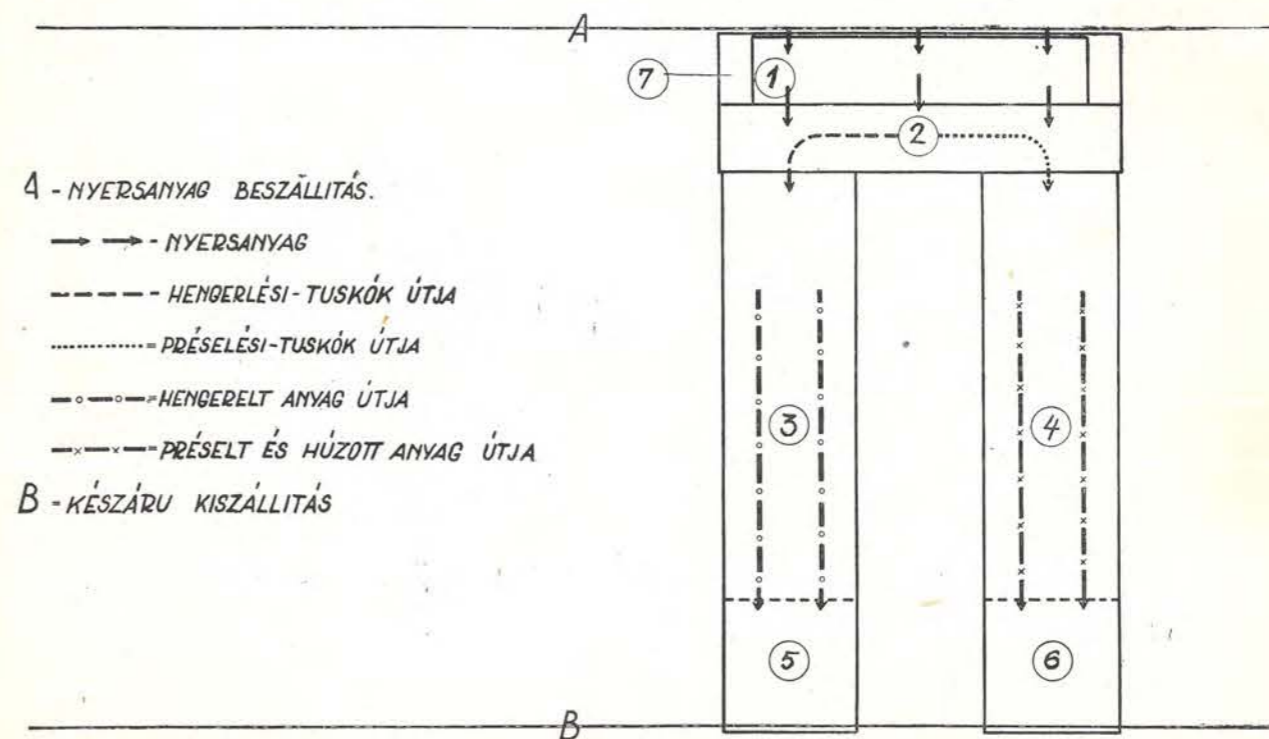
A különféle eljárások közül elsősorban az öntéssel kell foglalkoznunk, mely a további megmunkálásnak alapformáját képezi.

Az alakos öntés, illetve a formázóeljárás leírásával nem foglalkozunk részletesen, mert ezt korábbi számunkban kimerítő alaposan ismertettük, csupán annyit tartunk szükségesnek megjegyezni, hogy az öntés itt is egyaránt történhet homokformába, kokillába és fröccsöntőgépen. A fejlődés a maradandó formával dolgozó eljárások felé irányul.

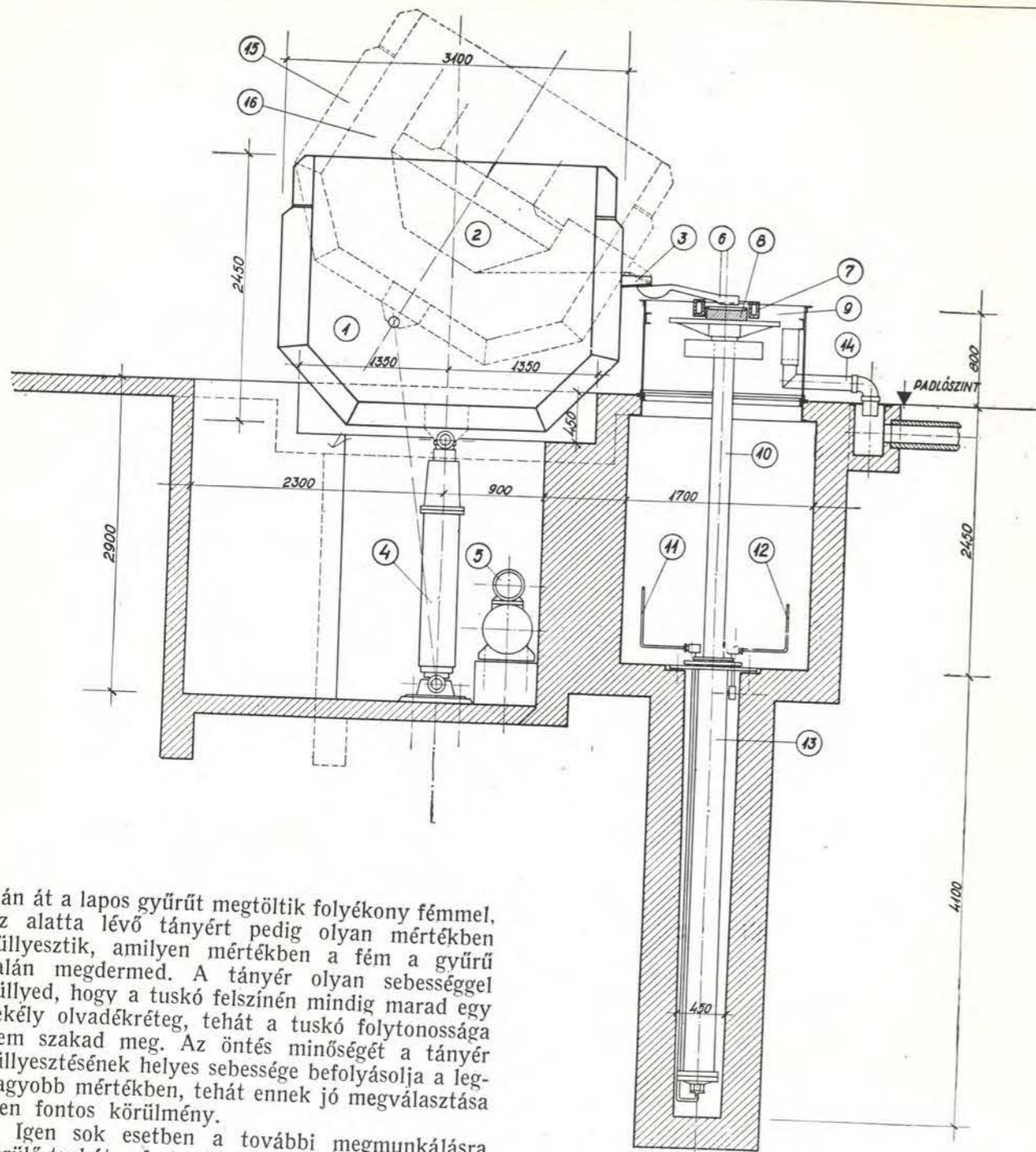
Mint tudjuk homokformába öntéssel készülnek a nagyobb méretű és bonyolult alakú öntvények. Kokillába tömegesen készíthető darabok készülnek és csak tömeggyártásra érdemes kokillát készíteni. A fröccsöntés is kokillában fémformában készül, de a folyékony fémet nyomással sajtolják a formába.

A további feldolgozásra szánt tuskót (blokkot) alumíniumból és ötvözeteiből általában kétféle módon szokták önteni. A buktathatóan szerelt egyszerű, külön nem hűtött öntöttvas kokillába öntött alumíniumötvözetű tuskó nem elég egyenletes és finom szövötű és ezért hengerléskor felszíni repedésre hajlamos és egyenletes minőségű rúdanyag is nehezen sajtolható ilyen tuskóból.

A minőségi tuskót ú. n. folyamatos eljárással öntik. Több ilyen módszer van, de a legjobb eredmény az ú. n. vízhűtéses kokillakeretbe való öntéssel érhető el. Az öntőforma egy vízzel hűtött alumíniumgyűrű (2. ábra), melyet az öntés kezdetén egy sülyeszthető tányér zár el. Az öntőcsator-



1. ábra. Alumínium félgyártmányokat gyártó üzem elrendezési vázlata.



2. ábra. Félig-folytonos tuskóöntő berendezés.

1. Villamos ellenállás fűtésű tekno olvasztókemence. (Egalizáló kemence.)
2. Olvasztó tekno (buktatott helyzetben)
3. Öntőcső
4. Bukató-henger (kemence emelő hidraulika)
5. Bukató-mű. (hajtószerk.)
6. Öntővályú.
7. Vízűtéses kokillagyűrű.
8. Tuskó (megkezdett öntés).
9. Kokillatányér (le- s fel mozgatható)
10. Mozgató rúd (dugattyú rúd)
11. Csővezeték a légpárnás akkuhoz (hidraulikához)
12. Csővezeték a szivattyúhoz.
13. Dugattyú henger.
14. Hűtővíz elvezetőcső.
15. Fegyverzet.
16. Hőszigetelő falazat.

Igen érdekes jelenséget tapasztalunk, ha összehasonlítjuk pl. a sárgaréz olvadáspontját, fajhőjét és olvadási hőjét az alumíniuméval. Azt látjuk ugyanis, hogy az alumínium olvadáspontja a nehézfémekénél lényegesen kisebb és mégis számottevő melegmennyiség szükséges megolvasztásához. Ebből

nán át a lapos gyűrűt megtöltik folyékony fémrel, az alatta lévő tányért pedig olyan mértékben süllyesztik, amilyen mértékben a fém a gyűrű falán megdermed. A tányér olyan sebességgel süllyed, hogy a tuskó felszínén mindig marad egy sekély olvadákréteg, tehát a tuskó folytonossága nem szakad meg. Az öntés minőségét a tányér süllyesztésének helyes sebessége befolyásolja a legnagyobb mértékben, tehát ennek jó megválasztása igen fontos körülmény.

Igen sok esetben a további megmunkálásra kerülő tuskót még további kezelésnek kell alávetni a minőség megjavítása céljából.

A hengerlési és préstuskók alakja és mérete a felhasználáshoz alakul, így lehet körkeresztmetű, négyzet és téglalap szelvényű.

Eleinte a meglévő nehézfémeket feldolgozó öntődékben-, henger-, prés-, és húzóművekben kezdték meg az alumínium és ötvözeteinek feldolgozását és igyekeztek a régi kemencéket e célra felhasználni. Miután azonban az alumínium fizikai és kémiai tulajdonságai mások, mint a nehézfémeké (réz, sárgaréz, bronz stb.), a gyakorlatban kitudt, hogy egész más típusú és rendszerű kemencéket kell a jó minőség biztos elérése végett használni.

Először az öntéshez szükséges kemencékkel, az ú. n. olvasztókemencékkel foglalkozunk.

következik, hogy egész más szerkesztésű kemence, tehát nagy, de nyugodt hőleadóképességű és különleges kiképzésű kemence kell az alumíniumolvasztáshoz.

Ismeretes, hogy az alumíniumnak — különösen 800 °C felett — igen nagy a gázoldóképessége és tudjuk mennyire hajlamos a különböző oxidokat (mint vasoxidot, kovásvat és vizet) redukálni, ezért jól kell megválasztani a kemence tüzelőanyagát, a kemence belését és biztosítani kell a hőmérséklet jó szabályozási lehetőségét.

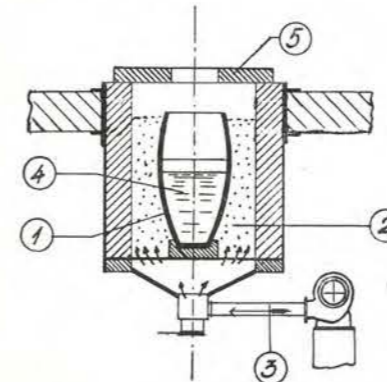
Ez utóbbi szempontok szerint választják ki a megfelelő kemencetípust. Így pl., ha napi max. 1000 kg alumíniumot kell megolvasztani, akkor tégelyes kemencét használnak, ennél nagyobb teljesítményre az ú. n. tekno kemencék alkalmazása gazdaságosabb. Ez utóbbinak az a hátránya, hogy a füstgázok közvetlen érintkezését a megolvasztott alumíniummal nem lehet teljesen megakadályozni. Ebből következik az a törekvés, hogy ilyenkor a füstgázok vízgőz, és hidrogén tartalmát, valamint a hamutartalmát a minimumra igyekeznek leszorítani a helyes tüzeléssel. Mindez a nehézség a villamos fűtésű kemencéknél elmarad, mert a kemence légtere csak oxigént és nitrogént tartalmaz, hőmérséklete pedig igen jól szabályozható, tehát az alumínium olvasztására vitán felül a legalkalmasabb.

Homok-, kokilla- és présöntvényeket készítő öntődékben olvasztásra általában tégelyes kemencéket használnak. Ezek lehetnek koks, olaj, gáz és villamos fűtésűek.

a) Koksztüzelésű tégelyes kemencék

Az 50—100 kg befogadóképességű kemencét — mely régi, de még ma is használt típus — az öntőde szintjére süllyesztetten építették, kiszorította a korszerű billenthető tégelyes kemence, melyet a padló szint fölé helyeznek el és belőle a 2. ábrához hasonló módon a megolvasztott alumíniumot könnyen átönthetik az öntőtégelybe.

Mivel a ventilátor által szállított levegő a megolvasztott fémre port és hamut fújhat, a tégelyt grafitfedővel fedik le. Mivel a hőmérséklet szabályozása ennél a kemence típusnál igen nehéz, az olvasztás művelete nagy figyelmet igényel. Általában



3. ábra. Koksztüzelésű tégelyes olvasztó kemence.

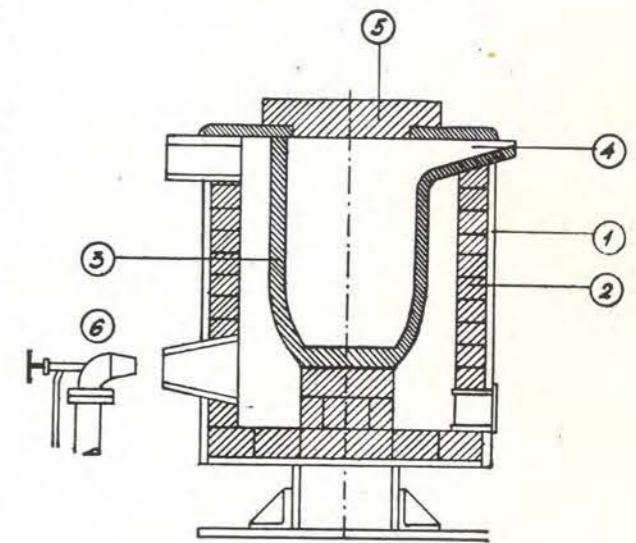
1. Tégely.
2. Koks.
3. Levegő.
4. Fémfűrdő.
5. Grafit fedő.

50 °C-kal hevítik az alumíniumot az öntési hőmérséklet fölé és a kiemelt tégelyt a szabadban addig hagyják állni, míg a fémfűrdő az öntési hőmérsékletet eléri.

Tervezési (koksztárolási) szempontból megemlítjük, hogy gyakorlati tapasztalat szerint 100 kg Al. megolvasztásához 40—50 kg koks szükséges. Olvasztási teljesítménye egy-egy kemencének 80—120 kg/óra.

b) Olajtüzelésű tégelyes kemence

Az 50—170 kg betétű tégelyes olvasztókemencék lehetnek stabil vagy buktható kiképzésűek. Ezeket a kemencéket főleg szakaszos üzennél alkalmazzák, mert kevesebb tüzelőanyaggal gyorsabban lehet felfűteni, mint a koksztüzelésű kemencéket. További előnye ennek a típusnak, hogy üzeme tiszta, a hőmérséklet jobban szabályozható, követ-



4. ábra. Olajtüzelésű tégelyes buktható kemence.

1. Vasköpeny.
2. Samottbélés.
3. Tégely.
4. Öntőcső.
5. Grafitfedő.
6. Égő.

kezőleg a tégelyelhasználódás kisebb. Hátránya viszont az, hogy az olajláng nagy hőmérséklete miatt a fém túlhevítése könnyen bekövetkezhet.

Ilyen üzemi tervezésénél szükséges gyakorlati adat: 100 kg Al. megolvasztásához ez a kemence kb 18 kg pakurát fogyaszt. Olvasztási teljesítménye egy-egy kemencének 100—150 kg/óra.

c) Gáztüzelésű tégelyes kemence

Mint olvasztókemencét ritkán alkalmazzák, mert a világító és generátorgáztüzelésnél a gáz hidrogéntartalma az alumíniumra káros hatású, bár üzeme tiszta és a hőmérséklete elég jól szabályozható.

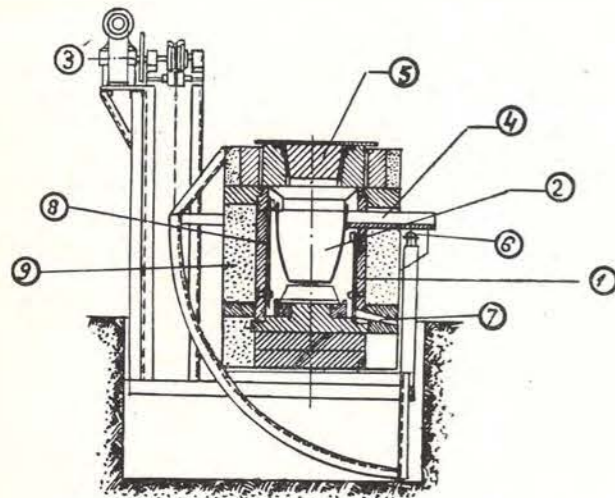
Főleg kokilla öntődékben a megolvasztott alumínium melegentartására használják.

Gázfogyasztása kb. 50 m³/100 kg Al. Teljesítménye 60—80 kg/óra kemencénként.

d) Villamos ellenállású tégelyes kemence

Ez a típus szintén stabil, vagy buktatható kivitelben készül és 25—100 kg alumínium olvasztására szolgál. A fűtő ellenálláshuzalok spirális alakúak a tégelytől megfelelő távolságban samothornyokban vannak elhelyezve és 950—1000 C°-ig lehet velük felfűteni a kemencét, de vannak különleges összetételű huzalok is, melyekkel 1300 C° is elérhető.

Mivel az olvadt alumíniumnak semmi körülmények között sem szabad a fűtőellenállásokkal érintkezésbe jutni, a kemence alján egy lejtős csatorna van kiképezve, hogy esetleges tégelytöréskor kiömlő alumínium a kemencét gyorsan elhagyhassa.



5. ábra. Villamos ellenállásfűtésű tégelyes kemence.

- | | |
|----------------------|---|
| 1. Fűtőellenállás. | 6. Csapágy, a buktatáshoz. |
| 2. Tégely. | 7. Elvezető csatorna a túlfolyt alumíniumhoz. |
| 3. Bukató szerkezet. | 8. Tűzálló bélés. |
| 4. Öntőcsőr. | 9. Kemencefalazat. |
| 5. Grafitfűtő. | |

A kemence hőmérséklete pontosan szabályozható a beépíthető termoelemek segítségével oly módon, hogy az áramot időszakosan — szükség szerint — be- és kikapcsolják.

A fűtőellenállások kisebb hőmérséklete miatt ennek a típusnak teljesítménye kevesebb, mint az előbb felsorolt kemencéké, ezért alkalmazási területe is más. Általában kokillaöntődékben — ahol az olvasztás többnyire nagyobb kemencékben történik — a villamos kemencékben csak a megolvasztott alumínium pontos öntési hőmérsékleten való tartása folyik.

Gyakorlati tervezési adatok: 25—100 kg betétű kemence csatlakozási értéke 15—40 kW; olvasztási teljesítménye 12—50 kg/óra vastégelyben és 8—35 kg/óra grafitfűtőben; áramfogyasztása 65—95 kW/100 kg Al.

Az ismertett kemencék falazata egyszerű samott-téglával készülhet, mert a tüzelőterben nincs különlegesen nagy hőmérséklet. Fontos azonban a kemencék jó hőszigetelése, mert ezzel jelentékeny tüzelőanyag takarítható meg.

Az olvasztótégely vagy vasból, vagy grafitból készül, de a vastégely minőségi vasmentes alumínium-olvasztásra nem használható. Bár a vasszelvétel bizonyos védőmázzal csökkenthető.

Öntőtégelynek legjobban a grafitfűtő felel meg. Nagyobb méretű vasöntőtégelyt megfelelő samottbéléléssel látnak el.

Csak tökéletesen kiszáritott tégely használható.

Mint előbb említettük, nagy teljesítményhez (1000 kg felül/nap) nyílt olvasztóterű tekős kemencét használnak. Ezeket a kemencéket szilárd tüzelőanyaggal (szén, kokszt), olajjal, gázzal vagy villamos árammal szokták fűteni.

a) Szilárd tüzelőanyag jütésű tekős kemence

Az 500—2000 kg befogadóképességű kemence általában a megszokott lángtüzelésű kemencékhez hasonló kiképzésű. A kemence belső falazata és boltozata normál samottból készíthető. A falazott tekőt a folyékony alumínium áttörése ellen védeni kell és ezért a tekő falazat alá vasteknot építenek be. A kemencét kívül megfelelő fegyverzet veszi körül. A kemencéből a folyékony alumíniumot csapolás útján szedik ki, egy a tekő alján elhelyezett csapolónyíláson keresztül, melyet samott, keramit, szteatit stb. dugóval zárnak el.

A folyékony alumíniumot a füstgázok elől a kemencébe épített kettős boltozattal védik. Ez esetben a füstgázok a két boltozat között kerülnek a kéménybe.

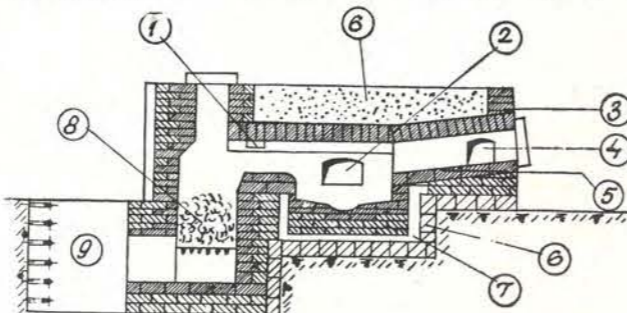
A kemence általában szakaszos üzemű. Tüzelőanyagfogyasztása 20—25 kg kokszt/100 kg Al. — teljesítménye kb. 250 kg/óra.

b) Olaj- és gáztüzelésű tekős kemence

Hasonló befogadóképességű, mint az előbbi típus, de buktatható kivittel is készülhet. Az olajtüzelésű kemencék az olajláng magasabb hőmérséklete miatt lényegesen nagyobb teljesítményűek, de ezeknél a kemencéknél a különféle szennyező gázok távoltartása végett a kettős boltozat készítése elengedhetetlen.

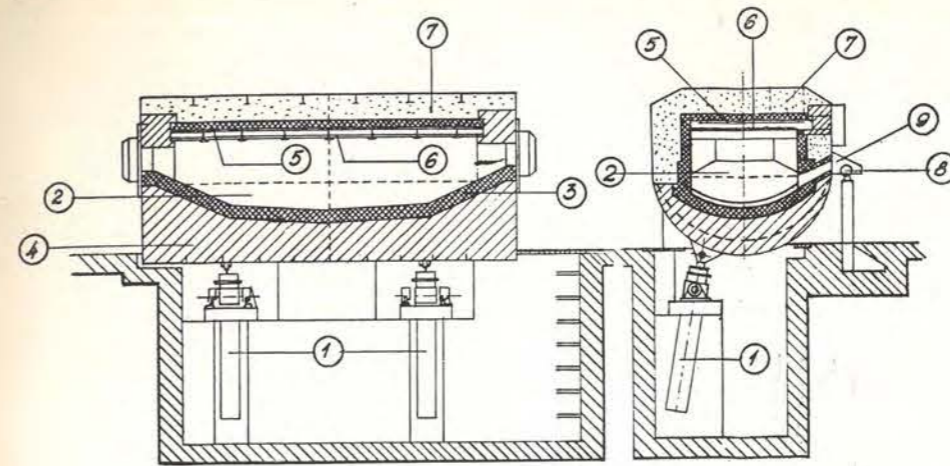
c) Villamos ellenállásfűtésű tekős kemence

Ezek a kemencék 500—10 000 kg befogadóképességűek, önműködő hőmérsékletszabályozóval működnek és — a különlegesen nagy egységek



6. ábra. Koksztüzelésű tekős olvasztó kemence.

- | | |
|--------------------------|-----------------|
| 1. Előmelegített levegő. | 6. Diatomit kő. |
| 2. Csapolónyílás. | 7. Homok. |
| 3. Samott. | 8. Koksztüztér. |
| 4. Kémény. | 9. Tüzelőakna. |
| 5. Öntöttvas bélés. | |



7. ábra. Villamos ellenállásfűtésű tekős kemence.

- | |
|-------------------------|
| 1. Hidraulikus buktató. |
| 2. Fémfűtő. |
| 3. Tűzállóbélés. |
| 4. Kemencefalazat. |
| 5. Fűtőtű. |
| 6. Védőlemez. |
| 7. Samottfalazat. |
| 8. Bukatócsapágy. |
| 9. Öntőcsőr. |

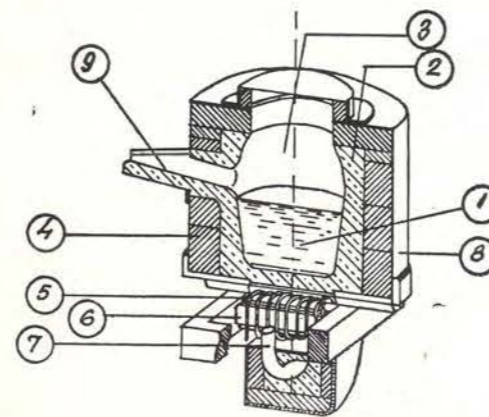
kivételével — buktatható kivittel készülnek. A kemencét a kiöntő csőr körül mechanikus vagy hidraulikus mozgatóművel buktatják.

A kemencében a fűtő felülete (a mélységhez viszonyítva) aránylag nagy, mert a hőközlés a boltozatról sugárzással történik. A boltozat olyan különleges samott-téglából falazott, amit az ellenállás anyaga 1200 C°-on sem támad és jó szigetelést biztosít.

A kemence csatlakozási értéke: 100—600 kV. energiafogyasztása 45—60 kW/100 kg Al., teljesítménye: 150—600 kg/óra.

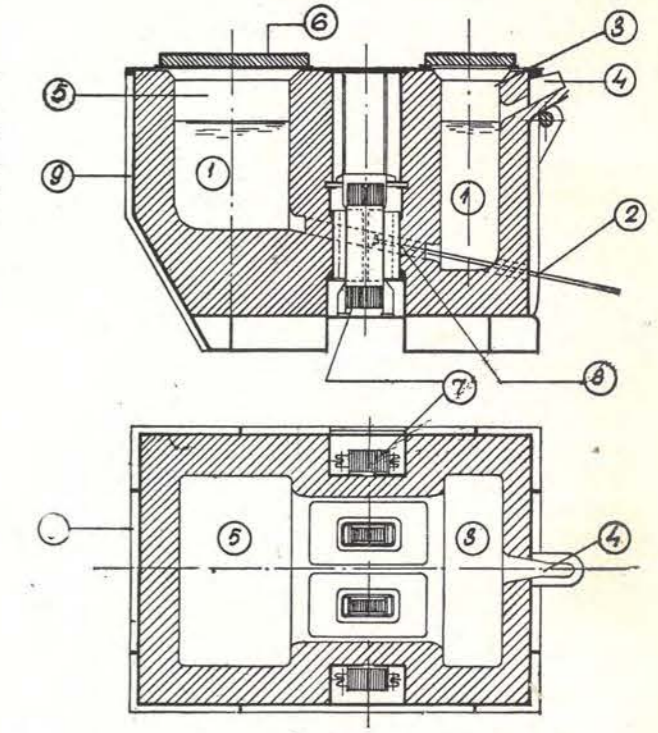
A villamos indukciós fűtésű olvasztókemence az acéolvastókemencék típusából fejlődött. A kemence tulajdonképpen egy léghűtéses transzformátor, amelynek vasmagjain van a primer réz-tekerés, szekunder tekerése pedig a csatornában lévő olvadt alumínium (lásd 8. ábra). Ennek a kemencének hőátadóképessége jobb mint az ellenállásfűtésű, mert a hőközlés közvetlenül történik.

A kemence befogadóképessége 100—5000 kg és kiürítése a kiöntőtölcsér körüli buktatással történik. Csatlakozási értéke 100—500 kW, áramfogyasztása 46—52 kW/100 kg Al; teljesítménye 25—400 kg/óra.



8. ábra. Russ típusú villamos indukciós fűtésű kemence.

- | | |
|--------------------|----------------|
| 1. Fémfűtő. | 6. Vasmag. |
| 2. Tűzálló bélés. | 7. Csatorna. |
| 3. Olvasztótér. | 8. Acélköpeny. |
| 4. Hőszigetelés. | 9. Öntőcsőr. |
| 5. Primer-tekerés. | |



9. ábra. Siemens kétaknás indukciós fűtésű olvasztó kemence.

- | | |
|------------------|-------------------|
| 1. Fémfűtő. | 6. Fedőlap. |
| 2. Tisztítóvas. | 7. Transzformátor |
| 3. Öntőtér. | 8. Csatorna. |
| 4. Öntőcsőr. | 9. Fegyverzet. |
| 5. Olvasztó tér. | |

Az indukciós kemence előnye, hogy aránylag kis áramfogyasztás mellett a teljesítménye nagy, jó hatásfokkal dolgozik, hőmérséklete jól szabályozható. Hátránya, hogy a kemencét csak megolvasztott alumíniummal lehet indítani, következésképp kizárólag folytonos üzemre alkalmas.

A 8. ábrán bemutatott Russ-féle típusnál sokkal jobb a kétaknás Siemens—Halske-féle indukciós kemence, amelyben a két kemencetér között van a könnyen kicserélhető transzformátor elhelyezve. (Lásd 9. ábra.) Ennek teljesítménye 720 kg/óra, áramfogyasztása 48,7 kW/100 kg Al.

Összehasonlítva a leírt kemencetípusokat kitűnik, hogy a villamos indukciós kemence teljesítménye és hatásfoka a legjobb, viszont a bonyolult

villamos felszerelés következtében beszerzése elég drága.

Egybevetve az összes előnyöket és hátrányokat, megállapítható, hogy kisebb alumínium alakos (fazon) öntődékhöz általában olajtűzelésű tégelyes olvasztókemencét célszerű használni. Különleges minőségű alumíniumötvözetek olvasztásához pedig villamos ellenállás-fűtésű tégelyes kemence felel meg legjobban.

Tömböntődékhöz villamos indukciós kemencét legcélszerűbb beépíteni, az olvadt alumíniumot klórgázzal való gáztalanítás után villamos ellenállás-fűtésű teknős kemencébe átönteni és abból pihentetés után önteni a tömböket.

*

Mielőtt áttérnénk a gyártási ágazatok ismertetésére, teljesség kedvéért ismertetni fogjuk a hazai használatos könnyűfémfélgyártmány ötvözeteket.

1. Lemezeket, szalagokat, rudakat, profilokat, csöveket és huzalokat szinalumíniumból vagy alakítható alumíniumötvözetekből gyártják.

2. Nálunk alumíniumon kívül általában a következő három alumínium ötvözetből készítik a félgyártmányokat:

a) Dural. Szakító szilárdsága alakítva és nemesítve kerekben 40 kg/mm²;

b) Antikorrodal. Szakítószilárdsága mint előbb 30 kg/mm²;

c) Hydronalium. Szakító szilárdsága alakított állapotban 26 kg/mm².

Csak az első kettő nemesíthető, azért lehet nemesítéssel szilárdságát fokozni. Építész tervezők számára célszerű lesz megemlítenünk, hogy a szín-alumínium, az antikorrodal és a hydronalium szabadban időálló, a dural azonban — réztartalma miatt — csak belső térben alkalmazható, szabadban csak védőréteggel ellátva használható.

* * *

Mivel majdnem minden technológiai eljárás hőkezeléssel kezdődik, első fokon ezeket a kemencéket tárgyaljuk, melyeknek egyben az építész tervezőt érdeklő vonatkozásai is vannak.

Az ötvözött alumínium félgyártmányokat előállító könnyűféművek (henger-, prés-, és húzó-művek) megfelelő hőkezelő kemencékkel vannak felszerelve. Többféle hőkezelési eljárással dolgoznak ezek az üzemek és ehhez képest különféle kemencét használnak a műveletekhez (a megalakításhoz, lágyításhoz, a nemesítést szolgáló edzéshez, megeresztéshez).

Nem lesz érdektelen, ha az utóbb említett műveletekkel érintőlegesen foglalkozunk. Az ötvözött alumínium tömböket meleg hengerlés és préselés céljára ú. n. tömbelőmelegítő kemencékben megfelelő hőmérsékletre elő kell melegíteni. Ez a megalakítás az ötvözet összetételéhez képest 330—520 C° hőmérsékleti határok között történik. Ez a melegítés csak olyan kemencékben történhet, melyeket +—20 C° hőmérséklet eléréssel lehet szabályozni. Ha az alumínium ötvözetek alakítás (hengerlés, húzás) közben annyira megkeményednek, hogy azoknak további alakítása nem lehetséges, vagy az csak nagy erővel történhetne, akkor azokat

300—500 C°-on lágyítókemencékben ki kell lágyítani. Ugyanezt teszik, ha az alumínium ötvözetű félgyártmányt lágy állapotban kell szállítani. Ez a művelet a még pontosabban (+—10 C°) szabályozható kemencéket kíván.

A nemesíthető alumíniumötvözetű félgyártmányokat (lemez, szalag, idomrúd, csőhuzal) kész méreten nemesítik. A nemesítési hőmérséklet igen kényes művelet lévén, erre a célra csak olyan kemence alkalmas, melynek hőmérséklete +—2—+—5 C° eltérésen belül szabályozható.

Éppen ezért, míg a tömbelőmelegítő- és lágyító kemencékben a hőközlés levegővel történik, addig a nemesítőkemencéknél a hőmérséklet pontos betartása érdekében a hőközlő anyag keringő levegő, só- vagy olajfürdő. Amíg a tömbelőmelegítő kemencék szilárd tüzelőanyaggal, olajjal, gázzal vagy villamosárammal, a lágyítókemencék olajjal, gázzal v. villamosárammal fűthetők; addig a nemesítő kemencék kizárólag villamos fűtésűek lehetnek.

A tömbelőmelegítő kemencék lehetnek szakaszos üzeműek, ez esetben a tömböket adagoló szerkezettel vagy kocsival rakják a kemencébe. De a folyatóságos üzemű tömbelőmelegítő kemence alkalmazása célszerűbb, mert ennél a kemence egyik végén beadagolják a tömböket, amelyek megfelelő szállítóberendezéssel végigvándorolva a kemencén, annak másik végére érve felveszik a megalakítás hőmérsékletét. A kemencébe épített szállítószervezetek különféle kialakítással bírnak és mozgatásuk elektromos energiával történik.

a) Szilárd tüzelőanyaggal, olajjal vagy gázzal fűtött tömbelőmelegítő kemence

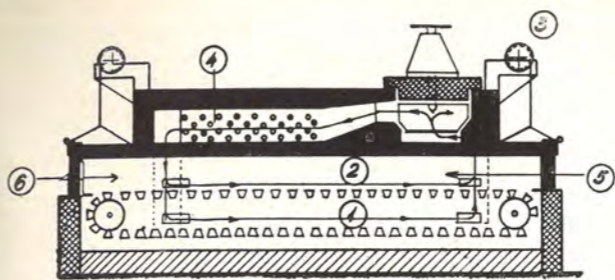
Ezek a kemencék hosszanti elrendezésűek, stabil falazatúak és lángterük samottból készül. Erősen hőszigetelt és kívül vaslemez fegyverzettel bír. Szilárd tüzelőanyag fűtésű kemencéknél a tüzelőanyagot rostélyon égetik el és a füstgázok elszívása a kemence másik végén történik. Olajtűzelésnél az égőket leginkább a kemence hátsó részén, gáztűzelésnél pedig a kemence mindkét oldalán helyezik el. Az égéshez szükséges levegőt ventilátor szolgáltatja.

Egy gáztűzelésű préstömbelőmelegítő kemence óránként 1600 kg alumíniumötvözetű tömböt melegít elő 530 C°-ra; a tömbök a kemencében 6 órát vannak és a kemence gázfogyasztása 76 m³/t Al, illetve 122 m³/óra.

b) Villamos ellenállásfűtésű tömbelőmelegítő kemence

Alumínium félgyártmányokat gyártó üzemeknél megalakítás céljára a tömböket leginkább olyan folytonos működésű kemencékben melegítik elő, ahol a szállítást végtelen lánc, vagy tolószerkezet végzi. A könnyűfém- és tömbkezeléshez és szüllyesztékben való kovácsolásához az előmelegítést villamos ellenállásfűtésű paternoszter vagy tányéros körforgó kemencékben végzik.

A henger és hidraulikus présművekben használatos tömbelőmelegítő kemencéknél az alacsony hőmérséklet miatt nem használnak tűzálló samottfalazást, hanem a kettős vaslemez közötti teret (mely a falat alkotja) hőszigetelő anyaggal töltik



10. ábra.
Villamos ellenállásfűtésű tömbelőmelegítő kemence.
1. Lánc.
2. Levegőáram.
3. Ventilátor.
4. Ellenállások.
5—6. Betétnyílások.

ki. A kemence fűtése villamos ellenállásokkal történik és a tömböket végtelen lánc szállítja.

Ezernél a kemencéknél a melegítés sugárzásal történik. A melegítő ventilátor segítségével áramoltatják jobb hőtáadás biztosítása és a kemence hőmérséklet egyenletesebbé tételére céljából.

*

Mivel 6. számunkban a hengerlésről részletesen szólottunk, itt csak a könnyűfém hengerléssel kapcsolatos eltérő részletekkel foglalkozunk.

Elvileg minden nehézfémlemez-hengersoron lehet könnyűfémlemez hengerelni, ha azokon bizonyos átalakításokat hajtanak végre. A meleghengerlésre legalkalmasabb az olyan duó vagy trió hengerállvány, melynek összes hengerei egyenlő átmérőűek.

Meleghengerlés előtt a tuskó öntési felületét lemaratják, vagy legyalulják kb. 2 mm vastagságban.

Meleghengerlésnél a hengerek között áthengerelt 400—500 C°-ra felmelegített tuskó a hengereket felmelegíti. A hengereket tehát hűteni kell, mert ha azok hőmérséklete 250 C° fölé emelkedik, az alumínium ráragad a hengerekre. A hengerek hűtésére a hengerekre folytatott hűtőfolyadékkal történik, mely minden hengerre állandóan folyik, majd az alsó henger alatti tartályba gyűjtve, szűrik, hűtés után szivattyúval felnyomják egy magasán elhelyezett gyűjtőtartályba és onnét újból a hengerekre vezetik. Ennek vázlatos bemutatását láthatjuk a 11. ábrán.

Korszerű üzemekben a lemezhengerlést ú. n. folyatóságos meleg hengersorral végzik, mely a művelet végén hideghengerlésre alkalmas előhengerelt lemezt szolgáltat (12. ábra).

A melegen előhengerelt alumíniumlemezeket lágyítás nélkül lehet hidegen továbbhengerelni, de az ötvözeteket hideghengerlés előtt ki kell lágyítani. Mint tudjuk, a lágyítás 300—500 C°-on való hőntartásból áll. Lágyítás utáni lassú hűtés után — ha szükséges — a lemezeket le kell csiszolni, illetőleg forgó drótkapákkal lekefélteni. A látható hengerlési hibákat kaparókéssel távolítják el.

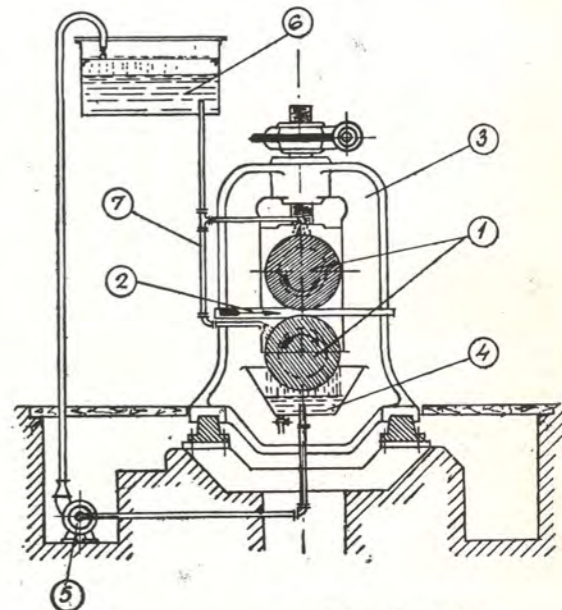
A melegen előhengerelt lemezt hidegen készre hengerlik. Ez a művelet igen kényes eljárás és előtte a lemezt a leg gondosabban át kell vizsgálni, mert a felületén mutatkozó legkisebb hiba selejtet jelent.

Az egymásután következő hengerlések — nyúj-

tások bizonyos fokozata után a végleges vastagsági méret eléréseig a lemezt feldarabolják és úgy kerül további nyújtásra a művelet befejezéséig.

A készre hengerlést a nemesíthető ötvözeteknél nemesítés követi, majd az előgyengetés, a görgős vagy esetleg hidraulikus nyújtógépen. Ezután következik a simítás a duóhengersonon. Ez a művelet a kívánt mechanikai értékek biztos elérése érdekében történik.

Amint látjuk, igen összetett művelet a könnyűfém lemezhengerlés, sokkal több körülményt, többszörös különleges ellenőrzést kíván, mint a nehézfémlemezgyártás. A művelet végrehajtása sokkal több helyszükségletet is követel már kezdet-től fogva is, mert már a feldolgozásra váró tuskók tárolása is kényesebb és azok pl. nem dobálhatók egymásra, mint az acélöntecsek.



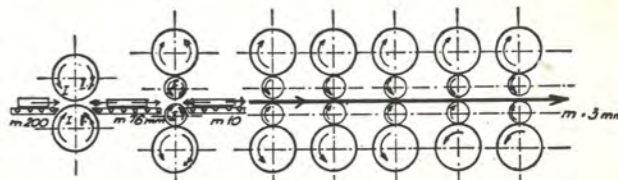
11. ábra. Hengerek hűtésének vázlata.

1. Hengerek
2. Munkadarab
3. Hengerállvány
4. Hűtőfolyadék gyűjtő
5. Szivattyú
6. Felsőgyűjtőtartály
7. Csővezeték

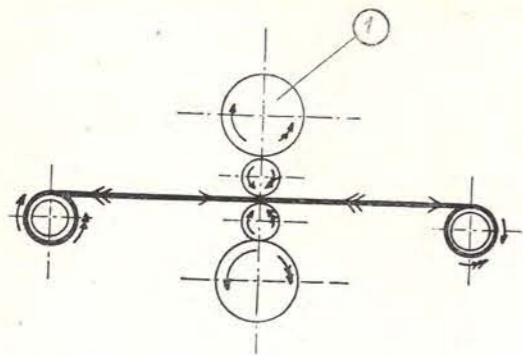
Korszerű üzemekben a hideg készre hengerlést széles reverzálható quartó szalaghenger állványokon végzik (13. ábra), melyeket a meleghengerállványokhoz hasonlóan szintén lehet egymásután (tandenben) is elhelyezni (14. ábra). Ez a gyártási eljárás a közönséges hengerlésnél sokkal racionálisabb eredményez és azért fokozatosan erre a berendezésre térnek át üzemek.

*

Mielőtt a préselési és húzási műveleteket ismertetnénk, foglalkozunk azokkal a berendezésekkel,



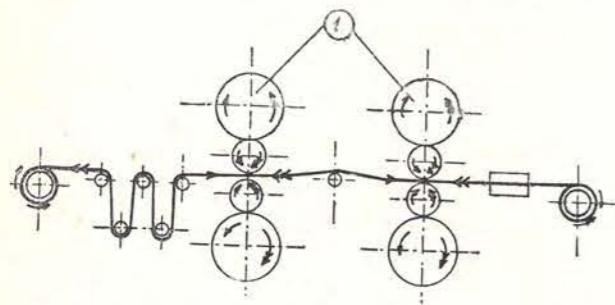
Duo rev Quarto rev 5 Quarto tandem
12. ábra. Lemezhengerlő folyatóságos meleghengersor.



13. ábra. Reverzálható gyártószalagállvány.

melyekkel a lágyítás, nemesítés és utókezelés műveletét végzik.

A lágyítókemencék építése és szerkezete az előmelegítő kemencékhez hasonló, de ezek nem folytatólagos üzeműek, hanem szakaszosak, vagyis



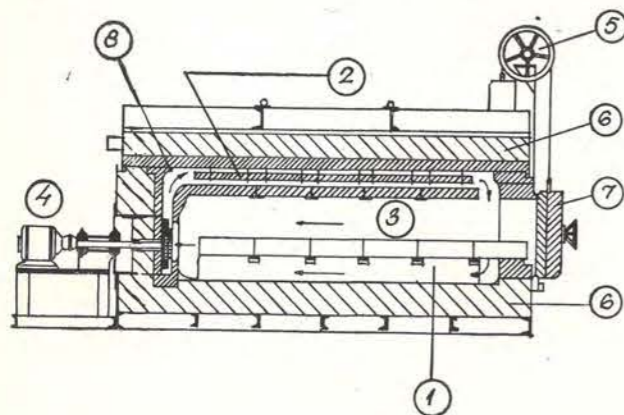
14. ábra. Tandemben elhelyezett szalagállványok.

esetenként egyes adagok kerülnek lágyítás céljából a kemencékbe.

Ezek a kemencék, mint tudjuk, csak olajjal, gázzal, vagy villamos árammal fűthetők.

a) Olaj vagy gáztüzelésű lágyítókemence

A kemencék samott falazásúak és belső falazott tokkal ellátottak, hogy a lágyítandó anyagot füstgázok közvetlenül ne ériék. Miután ezeknek a



15. ábra. Villamos ellenállásfűtésű lágyítókemence.

- | | |
|--------------------------------|----------------------|
| 1. Légáram. | 2. Fűtőellenállások. |
| 3. Berakótér. | 4. Ventilátor. |
| 5. Nyílászáró kezelőszervezet. | 6. Kemencefalazat. |
| 7. Nyílászárólap. | 8. Tűzállóbélelés. |

kemencéknek a hőmérsékletét csak nehezen lehet szabályozni, korszerű üzemben már csak villamos fűtésű lágyítókemencéket alkalmaznak.

b) Villamos ellenállású lágyítókemence

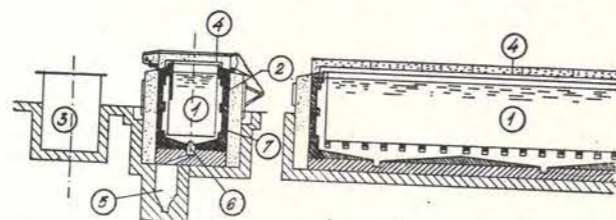
Ez a kemence kettős vaslemez fallal készül és a két vaslemez közötti teret hőszigetelő anyaggal töltik ki. Fűtése villamos ellenállásokkal történik és jobb hőközlés miatt ventilátorral van ellátva. Hosszú és kis keresztmetszetű csőlágyító kemencéknél a ventilátor a kemence hátlapján van beépítve, lemezlágyító kemencéknél pedig a kemence tetejébe építenek be több ventilátort.

Végül ismerkedjünk meg a nemesítési eljárásoknál használatos kemence típusokkal. Jobb hőátadás és a pontosan betartandó nemesítési hőmérséklet érdekében eleinte olyan sósfürdős kemencéket használtak, melyeknek sótartályait kívülről gázzal fűtötték, de ezeket ma már jórészt kiszorította a

a) Villamos ellenállásfűtésű sósfürdős nemesítőkemence.

Ismeretes, hogy a cseppfolyós halmazállapotú anyagok általában jobb hővezetők, mint a gáz-neműek, így hőátadóképességük is jobb, ezért a könnyű fémötvözetek nemesítését eleinte ilyen közegben végezték, sóit még ma is találkozunk ilyen típusú kemencével. 200 °C-ig olaj, ezen felül sókeverék a szükséges fürdő anyaga. Ezek a sókeverékek 270 °C-on olvadnak és 530 °C-ig használhatók.

A kemence villamos ellenállásfűtésű és igen élesen szabályozható (automatikus berendezéssel) ±5 °C pontossággal. A sósfürdő hőálló acéllemez kádban van és a kemence olyan kiképzésű, hogy a kád esetleges meghibásodásakor az olvadt sókeverék



16. ábra. Villamos ellenállásfűtésű sósfürdős hőkezelő kemence.

- | | |
|-----------------------|---------------------|
| 1. Sósfürdő. | 2. Fűtőellenállás. |
| 3. Vízirtató. | 4. Fedő. |
| 5. Leeresztőcsatorna. | 6. Leeresztőnyílás. |
| 7. Tűzállóbélelés. | |

egy csatornán keresztül könnyen eltávozhat a fűtőellenállások érintése nélkül.

Sófogasztás 2—4 kg/100 kg Al. lemez, illetőleg 50—100 g/m² lemezfelület (1 mm-es lemezt alapul véve). Nemesítéskor a darabot a kemence mellé telepített vízmedencébe eresztik. Mivel hűtéskor olyan tartalmú só párolog el és jut a levegőbe, mely az alumíniumot és ötvözeteket korródeálja, a sósfürdős nemesítő kemencéket az üzemtől különválasztott zárt helyiségben kell elhelyezni és onnét a már hőkezelt anyagot azonnal el kell távolítani.

Tartalék kádról, illetve kemencéről célszerű gondoskodni, mert a berendezés általában két,

havonként karbantartási ellenőrzést kíván, mikor a sóoldatot kiszivattyúzzák, a fenékre rakodott iszapot eltávolítják és a kád esetleges hibáit kijavítják. Mivel bizonyos esetben a sófürdős eljárás robbanást is okozhat, célszerűen a helyiséget úgy kell elhelyezni, hogy legalább egy ablakkal ellátott oldala az udvarral érintkező határfalhoz essék és a körülötte lévő üzemi részekről megfelelő szilárd fallal legyen elválasztva.

6. Villamos ellenállásfűtésű, légcirkulációs hőkezelő kemence

Az előbb ismertetett sófürdős kemence jó hőátadóképessége miatti nagy előnyével szemben a költséges sófogasztásból, robbanásveszélyből és a nemesített anyag korrózióveszélyéből oly nagy hátrányok származnak, hogy a nemesítést célszerűbb légfürdőben végezni.

Jó hőszigeteléssel, légcirkulációval, automatikus hőszabályozással felszerelt légfürdős kemencével sikerült kielégítő nemesítést végezni.

Az ábrán bemutatott kemence kettős vaslemez fallal készül, közbül hőszigetelő anyaggal kitöltve. A fűtőellenállások a kemence belső oldalán lévő vas alatt vannak elhelyezve és a levegőt a kemence mennyezetébe beépített szüllyesztőberendezés segítségével a nemesítésre beadagolt anyag a kemence alatt lévő víztartályba kosarastól együtt beereszthető anélkül, hogy a kemence ajtaját közben kinyitnák. Ez előtt a művelet előtt a kocsiszerkezetté kiképzett kemencetalpat kihúzzák a kemencetérből. A nemesített anyag a víztartályba ugyancsak egy (vízalatti) kocsiszerkezetbe kerül, amelynek segítségével a kemence alól kihúzva az anyag kosarastól kiemelhető a vízből. Természetesen az összes moztatás villamos motorokkal történik.

Ennek a kemencének a pontos hőszabályozás melletti előnye az, hogy az anyag a legkisebb hővesztés nélkül kerül a vízmedencébe, tehát a nemesítési folyamat ideálisan történik.

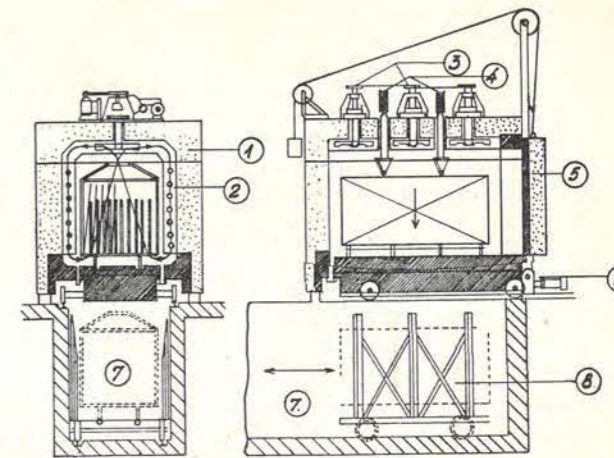
Egy ilyen (1400 × 1800 × 3300 mm belső méretű) kemence csatlakozási értéke 120 kW, egy betét súlya 80—200 kg, nemesítő idő kb. 60 perc, teljesítménye 80—170 kg/óra.

Természetesen a különféle méretű félgymártmányokhoz igazodik a megfelelő kemence alakja, de elvi és szerkezeti felépítésük az ismertetett típussal azonos.

Az elmondottakból kitűnik, hogy a tömböknek megalakításához való előmelegítését kielégítően elvégezhetjük olaj, vagy gáztüzelésű tokos kemencékben is, de — különösen olcsó villamos áram esetében — célszerűbb légcirkulációs ellenállásfűtésű tömbelőmelegítő kemencét alkalmazni. Ugyanez áll a lágyítókemencékre is.

Nemesítésre pedig az alsó víztartállyal ellátott légcirkulációs kemencék a legalkalmasabb berendezések.

Az összes ismertetett kemencéknél a tervező építész feladata a jó elrendezésen kívül azok alapozásának megtervezése. Telepítésüknél az anyag moztatásán kívül gondolni kell a villamos moztató



17. ábra. Villamos ellenállásfűtésű légcirkulációs hőkezelő kemence.

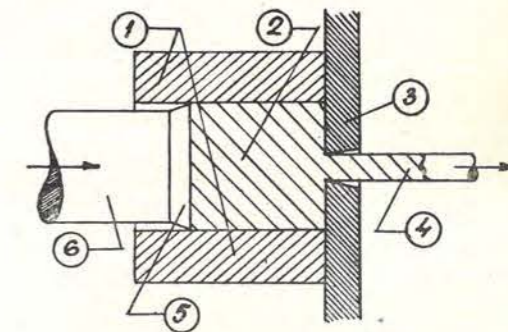
- | | |
|---------------------------|-----------------------|
| 1. Hőszigetelés. | 5. Kemenceajtó. |
| 2. Fűtőellenállás. | 6. Kemencetalpmozgás. |
| 3. Ventilátorok. | 7. Víztartály. |
| 4. Szüllyesztőberendezés. | 8. Kocsi. |

berendezés kábelcsatornáinak és szükség szerint jelentkező csőcsatornák célszerű elhelyezésére, továbbá üzemi balesetet elhárító berendezésekre.

*

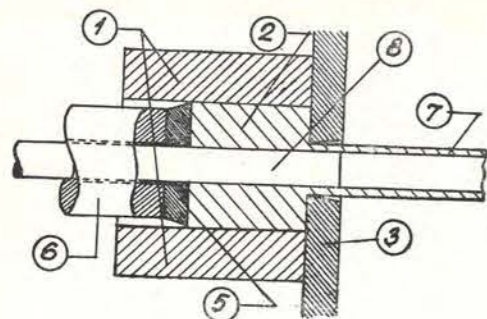
A rudak, alakosrudak, csövek és huzalok előtermékeit 1000—5000 tonnás fekvő hidraulikus préseken melegen sajtolják. Ismeretes az alumíniumnak és ötvözetének a vassal szemben azon előnye, hogy aránylag alacsony hőmérsékleten melegen átalakítható. Ezért a fazonrudakat nem hengerlik, hanem egyszerűen hidraulikus présebe helyezett matricán keresztül egy művelettel melegen kisajtolják. Ez az eljárás jelentékenyen olcsóbb a hengerlésnél, azonfelül így még olyan komplikált zárt profilok gyártása is lehetséges, ami hengerléssel elő sem állítható.

Ezek a sajtók sokoldalú használhatóságuk ellenére, alapvetően mind azonosak. Lényeges részük a felvevő, amelybe az előmelegített préstuskót sajtolás előtt behelyezik. A felvevő az egyik végén a préserszámmal (matricával) van elzárva (18—19. ábra), a másik végét a préstuskó behelyezése után az ú. n. préstárcsával zárják el. A hidraulikus prés működésekor a préstüske a préstárcsát nekinyomja az anyagnak, melyet a szükséges nyomással a préserszámon keresztül sajtol. Az átrésteelt anyag



18. ábra. Rúdprés vázlata.

- | | |
|--------------|----------------|
| 1. Felvevő | 4. Sajtolt rúd |
| 2. Préstuskó | 5. Préstárcsa |
| 3. Matrica | 6. Préstüske |

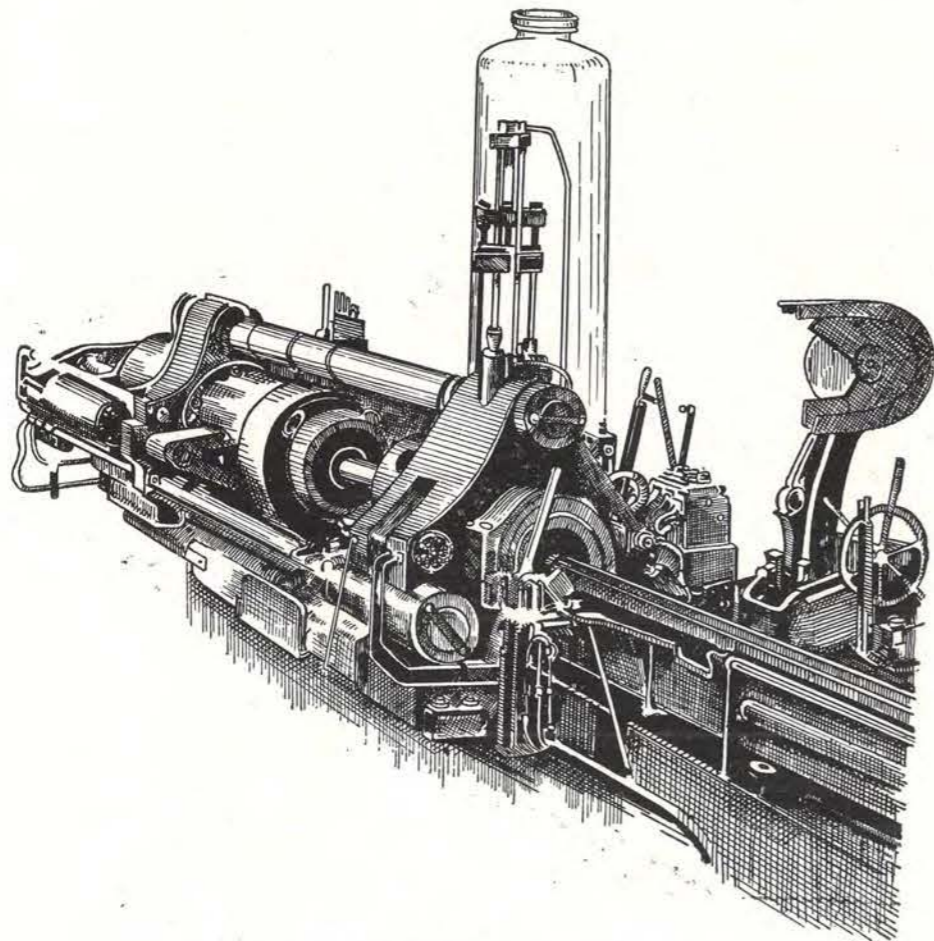


19. ábra. Csőprés vázlata.

- | | |
|-----------------|-------------------|
| 1. Felvevő | 6. Tüske |
| 2. Préstuskó | 7. Nyerscső |
| 3. Présszerszám | 8. Lyukasztótüske |
| 4. Préstárcsa | |

felveszi a présszerszám nyílásának megfelelő profilt. A 18. ábrán a rúdpréslés, a 19. ábrán a csőpréslés elvi vázlatát mutatjuk be, a 20. ábra pedig egy univerzális fekvő hidraulikus prést ábrázol.

A kisajtott rudakat és profilokat hőkezelik, nyújtógéppel egyengetik, majd fűrésszel méretre vágják. A minőség és pontos méretre hozás érde-



20. ábra. Univerzális fekvő hidraulikus prés.

kében a sajtolt rudakat és csöveket egyszeres gal-láncos húzópadokon matricán keresztül hidegen áthúzzák (21. ábra). Mivel a húzás erőteljes kenést kíván, a húzott anyagot megfelelő meleg vegyi fű-

dőben kezelik, zsíradéktalanítják. Az anyag húzás közben keményedik, tehát bizonyos mértékű hidegalakítás után azt ki kell lágyítani, vagy nemesíteni kell. Mindkét műveletről már a kemencéknél szólottunk.

Az alumínium és alumíniumötvözetből készült huzalok gyártása hasonlóan történik, mint azt a vaskohászati tanulmányunkban az előző számban leírtuk, tehát itt szükségtelennek tartjuk ezzel foglalkozni.

*

Amint az előadottakból látjuk, a félgyártmányok előállításával foglalkozó üzemek igen összetett szervezetükkel az ipari tervező építész számára komoly és nagy körültekintést kívánó feladatokat jelentenek ugyan, de maguk az építmények sem szerkezeti, sem kiállítás szempontjából nem jelentősek. A különféle célokot szolgáló kemencék általában a megmunkáló gép mellett, illetve annak közelében helyezkednek el, hogy az előmelegített tuskók lehetőleg hőveszteség nélkül legyenek alakítás alá vehetők. A gépek szerelése szempontjából előnyös, ha az üzem szerelő daruval van ellátva, de erre valóban csak az öntödéknek és a henger- és

munkáló gépek között az előmelegített anyagot felfüggesztett pályán mozgó láncos görgős fogóval, vagy Demag macskával szállítják. Általában az utóbbi szállító és emelőberendezés jól megtervezett nyomvonalon vezetve értékesebb lehet a darunál, mert lényegesen gyorsabb segédeszköze a könnyűfémüzemnek. A különösen kényes lemezanyagot a megmunkáló gépek mellé helyezett olyan deszkával borított vasváz asztalokon tárolják, melyeket a különleges és kis íven is könnyen forduló villamos targonca felemel és asztallal együtt rendeltetési helyére (további megmunkáláshoz, végül raktárba) szállít.

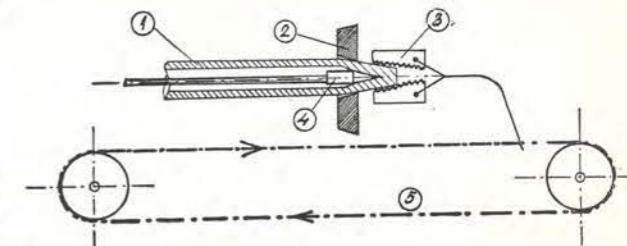
Szerkezeti szempontból az üzem összes épületei vasbeton szerkezettel tervezhetők, mert még az öntödében sincs a vasbetonra káros hatású hőség. Egyedül a vegyi kezelésnél, pácolóknál, nemesítő berendezéseknél keletkeznek olyan gőzök, melyek ártalmasak lehetnek a betonra, következésképpen ezek elleni védekezésre a tervezésnél gondolni kell, mind a burkolatnál, mind a többi szabad felületnél. A pácolókádakat úgy kell kiképezni, hogy azokból a betonszerkezetre káros hatású páclevek meg ne szökhesseken és a környező talajt meg ne fertőzhessék, mert az átitatott talaj a vb. alapok állékonyságát veszélyezteti. A pácoló körül a pillér-alaptesteket nemcsak ajánlatos, de igen gondosan szigetelni kell. A pácolóban célszerűen bitumenbe fektetett hézagolt keramit lapburkolatot készítsünk. A pácoló különlegesen jó szellőzését természetes, vagy mesterséges módon biztosítani kell.

A könnyűfém öntöde padlózatát öntöttvas-lemezekkel legelőnyösebb burkolni, de elképzelhető táblákra osztott bazaltbeton felülettel is. A hengerde húzó és présművek padlóburkolatául megfelel a táblákra osztott cementsimitás is, de a közlekedési utakat, illetve mindazon felületeket, melyeken az anyag mozgatása (villamos targoncákkal) történik, célszerűen acélbetonból (vagy legalább jóminőségű bazaltbetonból) kell készíteni. A belső falfelületeket és vb. felületeket vakolás nélkül egyszerű bedörzsöléssel célszerű készíteni a meszelés alá. Befüstölődéssel csupán az öntödénél kell számolni, mert egyebütt az üzem tisztának mondható.

Az üzem természetes világítása és szellőzése az üzemrészegek egymás melletti fekvésétől függ. A kérdést körülményesebb megoldani, ha közös légterű egymasmelletti csarnokokból áll az üzem, mert ilyen esetben a megoldás csak felülvilágító alkalmazásával lehetséges. Már pedig a függőleges üvegfalú laternából, hogy a szükséges minőségű természetes világítási mértéket elérhessük, lényegesen nagyobb felületeket kell kialakítani, mint a hernyó felülvilágítókból. A világítás minősége a lemezgyártásnál a legfontosabb, mert ott a lemezek felületi ellenőrzése kényes munka, ebben az üzemben igen jó világítás szükséges. A többi gyártási ága-

zatok közepes és a közepesnél valamivel jobb megvilágítást kívánnak.

Szellőzés tekintetében az öntöde és a pácoló kívánnak erőteljesebb szellőzést, de ezekben is elérhető helyes telepítéssel — természetes úton — is jó szellőzés. Ennek fokozására deflektorok beépítése ajánlatos. Mesterséges szellőztetés esetében helyi elszívással érhetünk el jó eredményeket.



21. ábra. Galláncos húzópad.

- | | |
|-------------|-------------|
| 1. Nyerscső | 4. Tüske |
| 2. Matrica | 5. Húzólánc |
| 3. Csőfogó | |

Ügyelni kell azonban — különösen a pácolónál — a ventilátor és a csővezeték anyagára, mert ezeket a páclé savával fertőzött levegő könnyen korrodálhatja. A többi üzemi részlegnél jobb szellőztetésről csak a kemencék környékén kell gondoskodni, egyebütt a szokásos mértékű szellőzésre van szükség.

Fűtés tekintetében az üzemnek azok a részei érdekesek, melyekben melegt sugárzó berendezési tárgy nincsen. Általában nem szorul fűtésre az öntőcsarnok és a kemencék közvetlen környéke, de egyebütt mindenütt fűteni kell. A fűtés mértéke hasonló az ilyen üzemekben szokásos fűtéshez. Ezt célszerűen thermoventilátorokkal lehet megoldani.

*

Jelen tanulmányunkban összefoglalva közöljük mindazon technológiai ismereteket, melyek az alumínium félgyártmányokkal foglalkozó üzem tervezéséhez szükségesek, természetesen adandó esetben még további részletesebb előtanulmány kell egy jó üzem megtervezéséhez s azonkívül minél szorosabb együttműködés a technológus tervezőkkel és üzemi szakemberekkel.

IRODALOM

- Dr. Geleji Sándor: Alumínium kézikönyv. 1949.
 Kurovszky István: Alumínium 1950.
 Dr. Ing. A. v. Zeerleder: Technologie des Aluminiums. 1943.
 Dr. Ing. A. v. Zeerleder: Technologie der Leichtmetalle, 1947.
 Köves Elemér: Alumínium olvasztó és hőkezelő kemencék. 1949.
 Köves Elemér: Könnyűfém lemez- és szalaghengerlés technikai fejlődése (Kohászati Lapok 1949. V.)

IPARI ÉPÜLETEK TERMÉSZETES SZELLŐZÉSE

MARKOVICS SZILÁRD

Az ipari épületek természetes szellőzésének kérdése égető probléma, — melynek tudományos és gyakorlati módszerei hazánkban eddig még nem voltak rendszerbe foglalva. A cél az, hogy egyszerű eszközökkel és kielégítő módon, minél kisebb költséggel tegyük lehetővé az üzemek természetes szellőzésének megfelelő megoldását. A külföldi műszaki szakirodalomban neves tudósok (Dunham, Maximov, Baturin, Butakov stb.) részletesen foglalkoztak ennek a problémának elméleti és gyakorlati részével. — Tanulmányom ezeket részletesen tárgyalja.

I.

Általános rész

Számos esetben előfordul, hogy nyári hőségben az üzemek dolgozói, a nem nyitható ablakok üvegtábláit, — kellő szellőzés hiánya miatt kiverik. — Általában az a tévhit alakult ki, hogy megfelelő intenzitású szellőzést csak mesterséges szellőzéssel lehet elérni és ha egy épület a természetes világítás szempontjából megfelelően van méretezve, úgy az megfelel a természetes szellőzés követelményeinek is. Még ha ez igaz is lenne, akkor is fontos annak a megállapítása, hogy a természetes szellőzés biztosítására az ablakok milyen területe legyen nyitható. — Hiba lenne a természetes szellőzés jelentőségét lebecsülni, mert helyes méretezéssel és elrendezéssel óriási tömegű levegőt lehet vele megmozgatni és legtöbb üzemből a megfelelő hőmérsékletet elérni.

Jellemzőül a nagy levegősükségletre megemlítem, hogy pld. a fémkohászati martin üzemekben minden tonna olvasztott acél előállításánál, 100 tonna friss levegőt használnak el szellőztetésre.

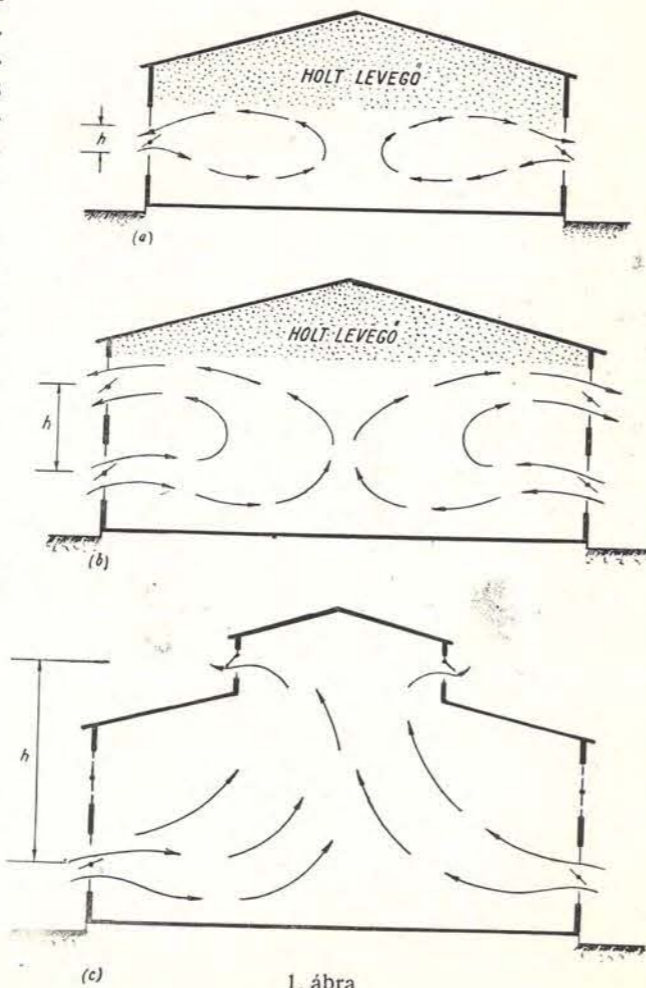
Egyes esetekben, ahol a munkahelyen rendkívül sok ember van, a szellőzés megkívánt mennyisége a dolgozók maximális létszáma alapján határozható meg, s minden főre óránként kb. 50—60 köbméter friss levegősükségletre kiindulási pont. — Általában azonban az ipari üzemeknél, a szükséges légcserét az üzem berendezése és működése és nem a dolgozók száma határozza meg. — A légcsere rendkívül fontos az épületekben levő személyek egészsége és munkateljesítménye szempontjából, mert a levegő oxigéntartalmának a megújítása, — a káros és veszélyes gázok eltávolítása, portalanítás és a fölösleges meleg kiküszöbölése életfontosságú tényezők.

A megszervezett természetes légcsere «aeráció» nevezük. — Aerációval óriási légmennyiségeket lehet a szellőztetendő helyiségeken áthajtani, anélkül, hogy erre mechanikai energiát kellene fordítani.

A természetes szellőzés kiszámításával több szakkönyv foglalkozik. A nevesebbek közül megemlítem W. Dunham könyvét, mely rámutat arra,

hogy a természetes szellőzésnél közreműködő erők a következők:

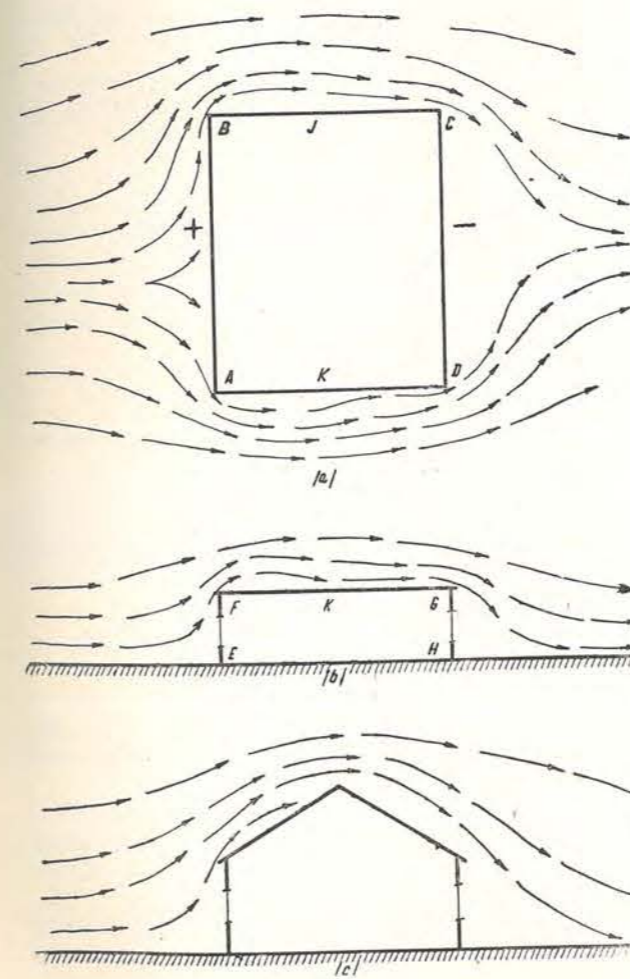
1. Az ú. n. «kéményműködés» okozta légáramlás (1. ábra). Eszerint, ha egy üzemi épületben melegforrás van, úgy a meleg levegő könnyebb fajsúlyánál fogva felszáll, — a tetőzetten levő nyíláson eltávozik és helyéi az épület alsó részén beengedett hideg levegő foglalja el. Ezért, ha az épület a nyári időjárás követelményei szerint épült, a hideg időben bekövetkező túlságos huzat, a nyílások számának a csökkentésével megakadályozható. — Ha a hőforrások az épületben elhatárolt helyen vannak, célszerű a kiáramlás helyét a tetőn a hőforrásokhoz a lehető legközelebb és lehetőleg magasan elhelyezni. Nem tanácsos, hogy a meleg levegő túl hosszú utat tegyen meg a tető alatt, míg a kiáramlás helyéhez jut. — Az 1. sz. ábrán látható, hogy egy sor ablak a szellőzés szempontjából nem hatékony (a), — két sor ablak már hatékonyabb (b), — monitor felülvilágító növeli a szellőzést (c).



1. ábra

2. A «szél hatása» folytán keletkező nyomás és depresszió (2. sz. ábra). — Az előbb tárgyalt ú. n. kéményhatásra, ha az idő csendes, — számíthatunk. Ha azonban a szél fúj, a körülmények lényegesen megváltoznak. — A szél olyan nyomást és szívást okoz, mely az épületben légmozgást idéz elő akkor, ha ehhez megfelelő ki- és bejárat van. Ennélfogva a «kéményhatás» és «szélhatás» együttesen fog működni.

Másrészt a szélirány és szélereőség változó lehet. A különböző irányú szélhatásokat tehát tanulmányoznunk kell és az épületet úgy kell felépíteni, hogy a szélhatás a szellőzést elősegítse. Sima, egyenes szinten álló épületnél tapasztalható szélhatásokat a 2. ábra szemlélteti. — Ha az épület szorosan zárt, a szél fölötte és körülötte halad el, úgy mint azt a nyílak mutatják. A széllel szembenálló oldal (AB) nyomás alatt lesz, — a széllel védett oldal (CD) szívóhatásnak van kitéve, BC és AD, valamint FG tető szintén szívóhatás alatt áll. — Ez a helyzet a légáramlás inerciája következtében áll elő. Ha az épület elég széles, az oldalak és a tető szélvédett részei nyomás alatt állhatnak, mert a légáramlatok visszavágnak. — Conover megállapítja, hogy a szívási mezők kiterjedése olyan pontoknál, mint a 2. ábra BJ és FK pontjai, — az ellenálló felületek függvényei. Másrészt a távolság



2. ábra.

a szélességtől független. — A szélesség csupán a szívás intenzitását határozza meg. — Ez arra mutat, hogy a szél hatékonysága akkor a legnagyobb, ha a szerkezet hosszoldalára merőleges.

Dunham a szellőzést az óránként történő légcsere számával méri, — mely jellemzi, hogy az egy óra alatt beáramló friss levegő hányszorosa az épület légtömegének. — (Ez Dunham szerint 2—30-ig terjedhet.)

Sok tudós foglalkozott a szellőzés természetes úton való megoldásának kérdésével, így V. H. Gripe még 1895-ben lefektette a neutrális övezetből kiinduló rendszerét, — 1934-ben pedig P. N. Kamjenyev tanár előterjesztette a túlnyomásokon alapuló, s a szellőzés kiszámítására vonatkozó eredeti elgondolását, míg 1937-ben V. V. Baturin közzétette a feltételezett nyomásokon alapuló módszerét. — Ezt a számítási módot fogadja el G. A. Maximov «Fűtés — Szellőzés» című könyvében és Sz. E. Butakov professzor az «Ipari Szellőzoberendezések Légerőtan» munkájában.

Ezen összeállításomban a természetes szellőzés kiszámítását Baturin elmélete alapján készítettem el, — megfelelő kiegészítésekkel, — de ismertetem a fentebb közölt munkák gyakorlati tapasztalatait és röviden egyes mesterséges szellőzés típuspéldáját is (részleges mechanikus szellőzés, légfüggöny).

Az aeráció megvalósítására célirányosan elhelyezett és nyitható ablakszárnyakkal bíró nyílásokkal kell rendelkezniünk a külső friss, illetve hideg levegő bebocsátására és az elhasznált meleg levegő elvezetésére. — Egyhajós csarnokokban a levegőt a falakba készített nyílásokon át bocsátjuk be, — az elhasznált levegőt pedig a felülvilágító szárnyakon át engedjük ki a helyiségből. — Az év meleg időszakában az épület alsó szintjein szerelt nyílásokon át vezetjük be a külső levegőt. — Ezzel szemben hideg időszakban, ha a helyiség belsejében képződő melegfeleslegek elegendőek a szükséges mennyiségű külső levegő felmelegítésére, ez utóbbit olyan szintmagasságban kell bevezetni, hogy az a belső levegővel való keveredése következtében a kívánt hőmérsékletre felmelegedjék, még mielőtt elérné a munkaövezetet.

Többhajós csarnokokban, a külső falnyílásoktól távol eső munkahelyek nem kapnak elegendő friss levegőt, amiért is ilyenkor a külső levegő egy részét a felülvilágítókon kell bebocsátani. — Ennek megvalósítása érdekében az üzemi berendezést úgy kell beállítani, hogy a légbeáramlatható felülvilágítók alatti támközökben, ne legyenek jelentékeny hőforrások és ne választódjanak ki szennyeződések sem, amik a beáramló levegőt megronthatnák. — Többhajós csarnokokban helyes, ha melegüzemi hajók, hideg hajókkal váltakoznak.

Daruk nemlétében a meleg és hideg szakaszok egy hajó keretében is válthatják egymást úgy, hogy ezeket a szakaszokat padlóig le nem érő falakkal választjuk el egymástól.

A légcsere szabályozása olyképen történik, hogy a helyiségek nyílásainak egy részét kinyitjuk és ugyanakkor a nyílások másik részét becsukjuk.

aszerint, hogy mily mennyiségű levegő cseréje kívánatos, milyen a szélnek az iránya stb.

Mivel természetes szellőzésnél a külső levegőt minden előkészítés nélkül bocsátjuk be, — fontos a bebocsátási helyeken a külső levegő tisztántartása. Mindennemű szennyeződést (füst, por, kipuffogó gázok stb.) vagy előzetesen fel kell fogni, vagy az atmoszféra magasabb rétegeibe elvezetni, hogy ott kellően felhiguljanak és szétszóródjanak.

A tervezésnél ügyelni kell arra, hogy a csarnokok jó szellőztethetősége a közöttük meghagyandó megfelelő távkozókkal és az uralkodó széliránynak megfelelő tájolással biztosítva legyen. — A különböző felülvilágító szerkezetek kiválasztásánál ügyelni kell arra, hogy a szélirány változása esetén a felülvilágítók más és más oldalán levő ablakai legyenek zárhatók és nyithatók. — Annak érdekében pedig, hogy a műhelycsarnokokba bejutó friss levegő a felülvilágítókon keresztül kibocsátandó elhasznált levegővel ne szennyeződjék, nem csak az épületek, hanem a felülvilágítók között is megfelelő távolságot kell biztosítani.

A természetes légcseréje az előzőekben már említett szélhatás és kéményhatás egyidejű összehatásából jön létre. — A tudósok egyszerűsített formájú modelleken tanulmányozták a légcseréje és szélhatások törvényeit és ezek alapján a számításokhoz szükséges képleteket állapították meg, melyekkel később foglalkozom és melyek a gyakorlatban beváltak.

II.

Az aeráció számítása és ennek előfeltételei

1. Megállapított folyamatot vizsgálunk, vagyis a légcserét előidéző valamennyi tényezőt az időben változatlanul vesszük fel.

2. A csarnokok levegőjének a hőmérsékletét a megvizsgálandó körzet teljes terjedelmében és egész magasságában egyformának tekintjük. — A nyomást a körzet minden vízszintes síkján állandónak vesszük és feltételezzük, hogy a nyomásváltozások az egyik szintről a másik szintre való átmenetnél, a hidrosztatika törvényeinek vannak alávetve.

3. Feltesszük, hogy a kérdéses körzet minden akadálytól (berendezéstől) mentes, mely a levegő mozgásának az útjában állna, nem vesszük figyelembe azokat a helyi áramlatokat sem, amelyek a hő forrásai körül fennállanak. — Feltesszük, hogy a légsugarak lecsillapodnak, mielőtt a mozgásukat elhatároló falakig eljutnának.

4. Úgy vesszük, mintha az épület külső falai légzáró anyagból volnának. — Nem vesszük figyelembe tehát a hézagokon beszűrődő levegőt.

5. A szél befolyásának figyelembevételénél feltételezzük, hogy az aerodinamikai tényezők, — »k« amelyeket nyílás nélküli modelleken kísérletezéssel állapítottunk meg, változatlanok maradnak a nyílásokon keresztül való átáramlásnál is.

Ezek után térjünk át a számítások elméleti levezetésére:

a) Nyugodt légkörben az ipari épületek különböző magasságain észlelhető nyomásváltozásokat úgy vehetjük, hogy ezek a magasságok változásával

az alábbi hidrosztatikai törvény szerint alakulnak: Ha valamely magassági szinten az abszolút nyomás p_0 -al egyenlő, — akkor a levegőnek az első megközelítő számításánál, a magasságra nézve állandónak vett γ fajsúlya esetén az abszolút nyomás a z_1 koordinátán egyenlő lesz $(p_0 + z_1 \gamma)$ -val, illetve a túlnyomás $(0 + z_1 \gamma)$ -val.

A kiválasztott szint felett a z_2 koordinátán az abszolút nyomás egyenlő lesz $(p_0 - z_2 \gamma)$ -val és a túlnyomás $(0 - z_2 \gamma)$ -val.

A külső levegő fajsúlyát az épület 10—20 méteres magasságának a körzetében állandónak vehetjük, a belső levegőt illetően megközelítő pontossággal a közép γ_k vehető fel az egész magasságra nézve.

Ha szél van, akkor a külső levegő hidrosztatikai nyomása hozzáadódik az épület falain mutatkozó szélnyomáshoz.

b) Az »F« felületű nyíláson átömlő levegő súlyszerinti mennyisége és a nyomás közötti viszonyt az alanti képlettel fejezhetjük ki:

$$L = \mu F \sqrt{2 g \gamma \Delta p} \quad \text{kg/mp.}$$

ahol: L = a másodpercenként átömlő súlyszerinti levegőmennyiség kg-ban.

μ = A kiáramlás körülményeitől függő kifolyási tényező (ablakoknál cca 0,6).

g = 9,81 m/mp², — azaz a nehézségi erő felgyorsulása.

γ = a levegő fajsúlya. — Ennek számítása a következőképpen történik:

$$1 \text{ m}^3 \text{ 0 fok C levegő súlya: } 1,293 \text{ kg.} \\ \text{Valamely más hőfokon (t')} \text{ a levegő} \\ \text{fajsúlya } \gamma' = 1,293 \frac{273}{273 + t'}$$

Δp = a dinamikai nyomáskülönbség a kérdéses nyílásban.

c) A műhelycsarnokba az időegység alatt belépő levegő súlya egyenlő a csarnokból távozó levegő súlyával.

$$\Sigma L_{\text{beáramló}} = \Sigma L_{\text{kiszivott.}}$$

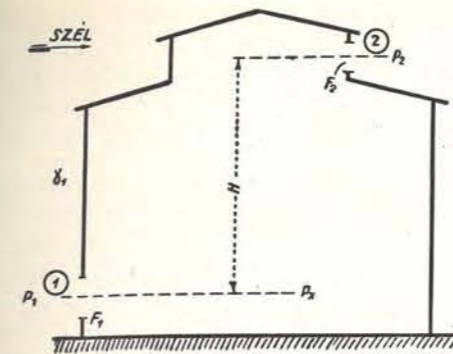
Ezt a kifejezést a »légcseréje egyensúlyképletének« nevezjük.

d) A csarnokból távozó levegő által magával vitt melegmennyiség, egyenlő a külső levegő által bejutó melegmennyiséggel, plusz a csarnokban ugyanazon időegység alatt keletkező melegfelesleggel.

e) Ezek után felállítjuk a következő általános szabályt: Az épület bármely magasságánál a belső túlnyomást, a nyitott nyílásfelületek közötti kölcsönös viszony határozza meg. — Ennek igazolására vizsgáljuk meg a következő legegyszerűbb esetet:

Egy hőforrások nélküli épület széláramlatban van. — Az épületnek két nyílása van: az egyik a szélnek kitett, a másik a szélétől védett oldalon. (3. ábra).

A szélhatás abban mutatkozik, hogy az épületnek a szél elleni oldalán pozitív nyomások (túlnyomások) lesznek, míg oldalt és hátul a nyomás kisebb lesz az atmoszféránál, vagyis itt légritkulás fog mutat-



3. ábra

kozni. — Nyílt terepen, egymagában álló épületnél a szélnyomásértéke függ a szél sebességétől, az épület alakjától és attól a szögétől, mely alatt a szél az épületre fúj. Ha az épület minden oldalán egyéb építményekkel van körülvéve, akkor nincs a szél közvetlen hatása alatt: aerodinamikai árnyékban van az épület. — Ilyen esetben az épület valamennyi térelhatárolója légritkulás alatt áll. — A szélnyomás értékét az épülethez mértanilag hasonló modellnek, aerodinamikai csöveken való átfuvarása útján határozzuk meg.

Ha a szőbanforgó beállítási szög mellett a modell bármely pontján észlelt $+ - p_1$ nyomást elosztjuk a csövön átáramló levegőnek ezen $\frac{\gamma v^2}{2g} = \frac{\rho v^2}{2}$

értékével, akkor: $k_1 = \frac{p_1^2}{\rho v^2}$ értéket kapjuk. —

Ezt a »k« értéket nevezzük aerodinamikai tényezőnek. — (mely megmutatja, hogy a sebességokozta nyomásnak hányadrésze megy át statikus nyomásba). — »v« szélesebbé mellett a sebességi nyomás

$$q = \frac{\rho v^2}{2}$$

A szélnyomás ekkor: $p = k \frac{\rho v^2}{2} = k q$

Mivel ρ (sűrűség) = $\frac{\gamma \text{ (fajsúly)}}{g \text{ (gyorsulás)}}$, — nyári viszonyokat illetően $\gamma \approx 1,2$ mellett, gyakorlatilag elegendő pontossággal felvehetjük, hogy

$$q = \frac{\gamma v^2}{2} = \frac{1,2}{2} v^2 = \frac{1,2 \cdot v^2}{2} \approx \frac{v^2}{16} \\ = \left(\frac{v}{4}\right)^2 \text{ kg/m}^2$$

A további megjelölésekben a szélnyomást és légritkulást »p« betűvel fogjuk jelölni. — (A »p« és »k« betűk indexei a nyílások számozását mutatják). A + vagy — jelet a »k« aerodinamikai tényezők számszerű értéke elé tesszük. — Így például, $v = 4$ m/mp és $q = 1$ kg/m² mellett, ha $k_1 = 0,6$, akkor $p_1 = 0,6 \cdot 1 = 0,6$ kg/m². Ha $k_2 = -0,3$, akkor $p_2 = -0,3 \cdot 1 = -0,3$ kg/m².

Vegyük a kezdeti szintvonalat az 1 nyílás közepén átmenőnek és a külső túlnyomást ezen a szinten nullának. — A teljes külső nyomás ekkor:

$$0 + p_1 \text{ kg/m}^2 \text{ lesz.}$$

A belső túlnyomást ezen a szinten p_x -nek vesszük. — Így tehát az 1 nyílásban a nyomáskülönbség: $0 + p_1 - p_x = p_1 - p_x$ lesz.

A 2 nyílásban: a belső nyomás: $p_x - H \gamma_1$
a külső nyomás: $0 - H \gamma_1 + p_2$
a nyomáskülönbség: $p_x - p_2$

Írjuk le most az $L_1 = L_2$ levegőcsere egyensúlyképletet kifejtett formában:

$$\mu_1 F_1 \sqrt{2g \gamma_1 (p_1 - p_x)} = \mu_2 F_2 \sqrt{2g \gamma_1 (p_x - p_2)}$$

Az egyenlet mindkét részét $\mu_1 \sqrt{2g \gamma_1}$ -el rövidítve, négyzetre emelve és p_x -re megoldva:

$$p_x = \frac{F_1^2 p_1 + F_2^2 p_2}{F_1^2 + F_2^2}$$

Ha az $\frac{F_2}{F_1} = n$ megjelölést alkalmazzuk, akkor

$$p_x = \frac{p_1 + n^2 p_2}{n^2 + 1}$$

Ebből a képletből következik, hogy a belső nyomásfelesleg csak az »n« függvénye, tehát a nyitott nyílásfelületek négyzeteinek az aránya határozza meg azt és az a p_1 -től a p_2 -ig minden értéket felvehet.

f) Vizsgáljuk meg most a nyomáskülönbségeket arra az esetre, mikor az épületben melegforrások vannak ($\gamma_1 > \gamma_2$) és az épület széláramlatban van (4. ábra).

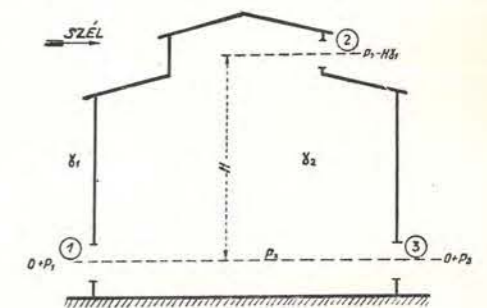
A leolvasásra szolgáló síkfelület gyanánt az alsó nyílások közepének a szintvonalát választjuk (a külső nyomást megjelöltük a rajzon). Vizsgáljuk meg a 2 nyílást.

A belső nyomás: $p_x - H \gamma_2$
A külső nyomás: $p_2 - H \gamma_1$
A nyomáskülönbség: $p_x + H (\gamma_1 - \gamma_2) - p_2$

Ez az egyenlet más alakban is leírható:

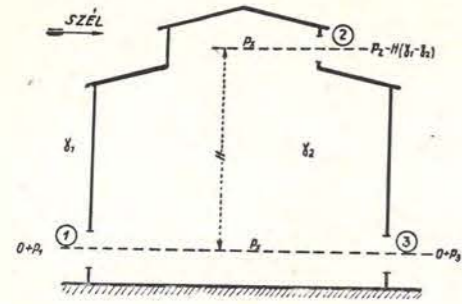
$$p_x - [-H (\gamma_1 - \gamma_2) + p_2]$$

vagy pedig: $p_x - [p_2 - H (\gamma_1 - \gamma_2)]$



4. ábra

Elképzelhetjük, hogy a p_x nyomás a magassági szinteken változatlan, azonban ha tényleges (dinamikai) nyomást akarunk kapni, feltétlenül meg kell engednünk, hogy a 2 nyílás $p_{2f} = p_2 - H(\gamma_1 - \gamma_2)$ vel egyenlő fiktív szélnyomás alatt legyen (p_{2f}), ahogyan ezt az 5. számú ábrán bemutatjuk.



5. ábra

A fiktív nyomás az előjellel együtt leírt szélnyomásból és a beállított hidrosztatikai nyomásból áll.

Ezzel az átalakítással a feladatot olyan formára vezetjük le, amelyet már megoldottunk, vagyis nem vesszük figyelembe, hogy a helyiségben hő termelődik.

A 4-es ábrán bemutatott feladat helyett alapul vehetjük az 5. ábrán felvázolt feladatot is, csak hogy most a belső nyomás a nyitott nyílások arányától függően a p_1 -től a p_{2f} -ig $= p_2 - H(\gamma_1 - \gamma_2)$ -ig terjedő valamennyi értéket felveheti. Ez az átalakítás lehetővé teszi azt, hogy a belső nyomásfelesleget úgy irányozzuk elő, amellyel biztosítva lesz a levegő áramlásának óhajtott iránya és lényegesen könnyebbé válik a nyílásfelületek meghatározása. — A nyílásfelületeket szabályozva p_x olyképpen választható meg, hogy az 1 és 3 nyílás beáramlásra legyen igénybe véve. — Az ilyen légmozgási séma lesz a legjobb, mert a levegő két oldalról fog a csarnokba bejutni. Más szabályozás esetén a 3 nyílás kiszívásra vehető igénybe, ami azonban egyáltalában nem kívánatos, ha az ártalmak forrásai az 1 és 3 nyílások közötti útvonalon vannak. — Végül, ha $p_x = p_3$, akkor a 3 nyílás gyakorlatilag nem lesz igénybe véve.

Ezzel a számítási móddal lehetőség nyílik arra, hogy úgy az egy, mint a többhajós csarnokoknál igen egyszerűen határozzuk meg a nyílásfelületeket. Gyakorlatilag; ha bemegyünk a csarnokba és ott megállapítjuk, hogy a szélmentes oldalon a 3. nyílás kiszívásra dolgozik, s ezáltal huzat keletkezvén, az elhasznált levegő az ott levő munkahelyek felé áramlik, módunkban van a levegő mozgásának az irányát a 3. nyílásban az ellenkezőre változtatni azzal, hogy a 2. nyílást szélesebbre tárjuk ki, vagy ha ez nem elégséges, úgy megnagyítjuk az 1. nyílást.

III.

Egyhajós csarnokok szellőzésének számítása.

1. elméleti rész

Úgy az egy, mint a többhajós üzemek szellőzésével kapcsolatosan két feladat merülhet fel:

a) Az első feladat, mely az ipari épületek tervezésénél fordul elő, hogy az időegység alatt bizonyos ismert mennyiségű hő (vagy más szennyeződés) keletkezik. — Ismernünk kell az épületbe kívülről beáramló és az épületből távozó használt levegő hőmérsékletét, — meghatározandó a szükséges légcserre, valamint ennek a megvalósításához, a falakon és a felülvilágítókon szükséges nyílásfelület.

b) A második feladat a természetes légcserék ellenőrző számításainál és a mechanikus szellőzés tervezésénél merül fel. Itt valamely adott ipari épületre vonatkozólag, megadott külső viszonyok mellett, valamint ismert nyílásfelületeknél határozandó meg a lehetséges légcserre és melegüzemeknél a munkaövezet átlagos hőmérséklete.

Először az első feladatot tárgyaljuk (6. ábra).

Adva vannak:

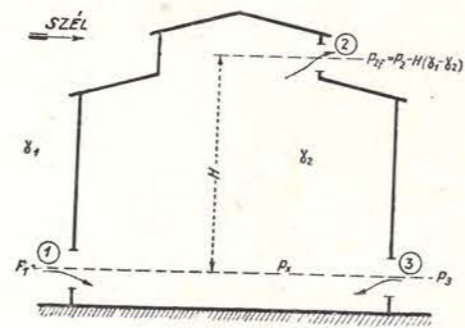
A külső levegő hőmérséklete: t_1 (a meteorológiai útmutató szerint, a legmelegebb nyári hónap naponta 13 órakor mért átlagos középhőmérséklete, — általában $+26^\circ\text{C}$, — a 20,327 sz. magyar tervezési norma szerint)

Az aerodinamikai tényezők: k_1, k_2, k_3

A szélsébség: v m/mp.

Meghatározandó a számítás alapját képező légcserre céljára szolgáló F_1, F_2, F_3 nyílásfelület.

A feladatot mint síkbeli feladatot fogjuk fel, vagyis feltételezzük, hogy a külső és belső viszonyok az üzem egész hosszában azonosak. — Feltecsszük, hogy a falakban a beömlő nyílások a szeles és a szélvédett, a kiömlő nyílások pedig a felülvilágítóknak, a szélvédett oldalon vannak. — A felülvilágítóknak a nyílásoknak a szeles oldalon való elhelyezése többnyire azt eredményezi, hogy a felemelkedő áramlatok levágódnak a munkaövezetbe (1,5–2 m a padlóól) és az elhasznált levegő azt beszennyezi. — A 2. számú nyílás felületének a számítások alapján kapott nagyságával egyenlő nyílást a másik oldalon is kell készíteni, a szél irányának megváltozására való tekintettel.



6. ábra

A hőmérleg egyenletéből meghatározhatjuk a számítási légcserét:

$$L = \frac{Q \text{ többlet}}{c \cdot (t_{\text{táv}} - t_1)} \text{ kg/mp.}$$

ahol Q = a többlethőmennyiség (kg.kal/mp-ben megadott szám.)

»c« = a levegő fajhője. (1 kg levegő állandó nyomáson 1°C -al való felmelegítésére 0,24 kg.kalória kell).

$t_{\text{táv}}$ = az üzemből távozó levegő hőmérséklete.

t_1 = a külső levegő hőmérséklete.

A 6. sz. ábránál a legtökéletesebb szellőzést akkor kapjuk, ha a levegő az üzem mindkét oldala felől az 1. és a 3. nyílásokon áramlik be és a 2. felülvilágító nyíláson távozik. — Az átáramlás a belső nyomástól függ és a nyitott nyílásfelületek változtatása által olyan belső nyomást alakíthatunk ki, amely biztosítja a megválasztott átáramlási irányokat.

Tegyük fel, hogy a légcserét oly módon kívánatos megvalósítani, hogy a levegő egyenlő arányban hatoljon be az 1. és 3. nyílásokon. (Lehet tetszés szerint más arány is.)

$$\text{pl. : } L_1 = L_3$$

A légcserre mérlegének az egyenlete:

$$L_1 + L_3 = L_2$$

A belső többletnyomást a kiválasztott szinten jelöljük p_x -el.

A nyomások kifejezései:

	1 nyílás	2 nyílás	3 nyílás
Külső nyomás:	$0 + p_1$	$0 - H\gamma_1 + p_2$	$0 + p_3$
Belső nyomás:	p_x	$p_x - H\gamma_2$	p_x
Viszonylagos nyomás:	$p_1 - p_x$	$p_x + H(\gamma_1 - \gamma_2) - p_2$	$p_3 - p_x$

A $p_{2f} = p_2 - H(\gamma_1 - \gamma_2)$ fiktív nyomás lehetővé teszi, hogy a belső p_x nyomást magasság tekintetében változatlanok legyenek és ily módon kiküszöböljük a hidrosztatikus nyomáskülönbséget. A p_x értékének a megválasztásánál arra kell ügyelnünk, hogy ez kisebb legyen a p_3 -nál (mert ellenesetben a 3. nyílás is kiáramlásra működne) és nagyobb legyen mint a $p_{2f} = p_2 - H(\gamma_1 - \gamma_2)$.

A p_x megválasztása után kiszámíthatjuk a szükséges nyílásfelületeket, a következő már ismert képletek alapján:

$$F_1 = \frac{L_1}{\mu_1 \sqrt{2g \gamma_1 (p_1 - p_x)}} \text{ m}^2$$

$$F_2 = \frac{L_2}{\mu_2 \sqrt{2g \gamma_2 (p_x - p_{2f})}} \text{ m}^2$$

$$F_3 = \frac{L_3}{\mu_3 \sqrt{2g \gamma_1 (p_3 - p_x)}} \text{ m}^2$$

Az egyhajós üzemek szellőzésének számítási menete tehát a következő:

1. Ismerve az időegység alatt keletkező többlet-hő mennyiségét, valamint a felső nyíláson távozó levegő hőmérsékletét, meghatározzuk a légcserre szükséges mennyiségét:

$$L_2 = \frac{Q \text{ többlet}}{C (t_{\text{táv}} - t_1)} \text{ kg/mp}$$

2. Felvesszük az L_1 és az L_3 közötti arányt. Pl.:

$$\frac{L_1}{L_3} = 1, \quad L_1 = L_3 = \frac{L_2}{2}$$

3. Meghatározzuk a 2. nyílásonál érvényesülő fiktív nyomást a következő képlettel:

$$p_{2f} = p_2 - H(\gamma_1 - \gamma_2)$$

4. Megválasztjuk a belső többletnyomást p_x -et, úgy hogy annak értéke p_{2f} és p_3 között legyen.

5. Ezután meghatározzuk az 1,2 és 3. nyílások területét:

$$F_1 = \frac{L_1}{\mu_1 \sqrt{2g \gamma_1 (p_1 - p_x)}} \text{ m}^2,$$

$$F_2 = \frac{L_2}{\mu_2 \sqrt{2g \gamma_2 [p_x + H(\gamma_1 - \gamma_2) - p_2]}} \text{ m}^2,$$

$$F_3 = \frac{L_3}{\mu_3 \sqrt{2g \gamma_1 (p_3 - p_x)}} \text{ m}^2$$

6. Levezethetünk egy olyan képletet is, mely megadja a p_x összefüggését az áramlási mennyiségek $\frac{L_2}{L_3} = m$ és a nyílásfelületek $\frac{F_2}{F_3} = n$ arányával.

Az áramlási mennyiségek

$$L_2 = \mu_2 F_2 \sqrt{2g \gamma_2 (p_x - p_{2f})}$$

és $L_3 = \mu_3 F_3 \sqrt{2g \gamma_1 (p_3 - p_x)}$ egyenleteit négyzetre emeljük és az egyiket elosztjuk a másikkal. Ha felvesszük, hogy $\sqrt{2g \gamma_2}$ igen kis mértékben különbözik a $\sqrt{2g \gamma_1}$ -től, e két értékkel egyszerűsíthetünk és ezután a következő egyenletet kapjuk:

$$\left(\frac{L_2}{L_3}\right)^2 = \left(\frac{\mu_2}{\mu_3}\right)^2 \left(\frac{F_2}{F_3}\right)^2 \frac{p_x - p_{2f}}{p_3 - p_x} \quad \text{és} \quad \left(\frac{\mu_2}{\mu_3}\right) = \eta$$

behelyettesítést alkalmazva:

$$n^2 = \eta^2 m^2 \frac{p_x - p_{2f}}{p_3 - p_x}$$

Ha ezt az egyenletet p_x -re megoldjuk és

$$\frac{\mu_2}{\mu_3} = \eta \cdot t = 1\text{-nek vesszük fel, úgy}$$

$$p_x = \frac{n^2 p_3 + m^2 p_{2f}}{n^2 + m^2}$$

7. A távozó hőmérséklet ($t_{\text{táv}}$) megválasztásával kapcsolatos feltételek:

A távozó levegő átlagos hőmérsékletét a légcserre határozza meg:

$$t_{\text{táv}} = t_{\text{kül}} + \frac{Q_{\text{többlet}}}{0,24 L}$$

Minél nagyobb a légcserre, annál kisebb a bevezetett és a távozó levegő hőmérséklete közötti különbség. — Minthogy a $t_{\text{táv}} - t_{\text{kül}}$ nagyságát a légcserre határozza meg, — a hőmérsékletnek 1 m magasságra jutó emelkedése a $(t_{\text{táv}} - t_{\text{kül}}):H$ aránnyal fejezhető ki.

A melegüzemekben végzett nagyszámú kísérletek azt mutatják, hogy kielégítő légcserét akkor kapunk, ha az átlagos hőmérsékletemelkedés magasság irányában méterenként nem több 1°C -nál. Tehát ezt ne

haladjuk túl. A munkaövezetben a levegő hőmérsékletének a külső hőmérsékletet nyáron, nem szabad több mint 5 fokkal meghaladni. Úgyszintén nem engedhető meg, hogy a belső térfogat 1 m^3 -re eső fajlagos hőkiválasztás meghaladjon a 200 kgkal/m^3 órát. — A modelleken végzett kísérletek azt mutatják, hogy a levegőcsere alig fokozódik, ha pl. csak az alsó nyílásokat növeljük és a felülvilágító felületét változatlanul hagyjuk. Ennek ellenére lényegesek azok a minőségi változások, melyek a munkaövezetben megfigyelhetők. — Ha a belépő levegő az alsó ablakok két emeletsorán keresztül jut be és az áramlat felső határa a munkaövezetnél magasabban van, úgy a hosszanti faltól jelentékeny távolságban is sikerül a munkaövezetet külső levegővel elárasztani.

2. Egyhajós csarnokok természetes szellőzésének számítási példája

(lásd 7. sz. ábrát)

Adva vannak:

$Q_{\text{többl.}} = 500 \text{ kg-kal/mp.}$

$H = 10 \text{ m.}$ $t_1 = 22^\circ \text{ C}$

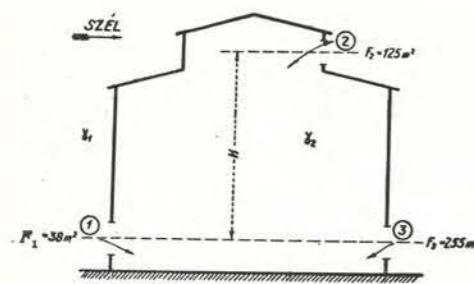
Aerodinamikai tényezők:

$k_1 = 0,6$

$k_2 = -0,45$

$k_3 = -0,3$

Szélesség $v = 4 \text{ m/mp.}$



7. ábra

Meghatározandó az 1., a 2. és a 3. nyílások területe.

1. Határozzuk meg a légcserét:

$$L_2 = \frac{Q_{\text{többl.}}}{c(t_{\text{táv.}} - t_1)} = \frac{500}{0,24(32 - 22)} = 208 \text{ kg/mp.}$$

Mivel 10 méter a beömlő és kiömlő nyílások középvonalának a távolsága, s mivel az előzőek szerint 1 méter szintmagasságonként 1 fok C-al emelkedhet a hőfok, — azért vettük fel $t_{\text{táv.}} = 22 + 10 = 32^\circ \text{ C-nak.}$

2. Osszuk el a légcserét egyenlő arányokban az

1. és a 3. nyílás között, — vagyis $L_1 = L_3 = \frac{L_2}{2} = 104 \text{ kg/mp.}$

3. Határozzuk meg a szélnyomást és az általános nyomásokat a nyílásokban:

$$v = 4 \text{ m/mp. esetén. — (mivel } \varrho = \frac{\gamma}{g} \approx \frac{1,2}{9,81} \text{)}$$

$$q = \frac{\varrho v^2}{2} \approx \left(\frac{v}{4}\right)^2 \approx 1 \text{ kg/m}^2$$

ekkor $p_1 = k_1 q = 0,6 \text{ kg/m}^2$; $p_2 = k_2 q = -0,45 \text{ kg/m}^2$; $p_3 = k_3 q = -0,3 \text{ kg/m}^2$;

a külső lev. fajs. $\gamma_1 = 1,197 \text{ kg/m}^3$, — a belső lev. fajs. (plus öt fokkal magasabb hőmérsékleten = 27 fokon) $\gamma_2 = 1,177 \text{ kg/m}^3$.

$$p_{2f} = p_2 - H(\gamma_1 - \gamma_2) = -0,45 - 10(1,197 - 1,177) = -0,65 \text{ kg/m}^2.$$

4. a belső p_x nyomást annak a feltételnek figyelembevételével választjuk meg, hogy

$$n = \frac{L_2}{L_3} = 2 \text{ és } m = \frac{F_2}{F_3} = 0,5$$

ehhez a következő képletet használjuk:

$$p_x = \frac{n^2 p_3 + m^2 p_{2f}}{n^2 + m^2} = \frac{4(-0,3) + 0,25(-0,65)}{4 + 0,25} = -0,32 \text{ kg/m}^2.$$

5. Állapítsuk meg a nyomáskülönbséget a nyílásokban:

az 1. nyílásban:

$$p_1 - p_x = 0,60 - (-0,32) = 0,92.$$

a 2. nyílásban:

$$p_x - p_{2f} = -0,32 - (-0,65) = 0,33$$

a 3. nyílásban:

$$p_3 - p_x = -0,30 - (-0,32) = 0,02$$

6. Határozzuk meg a nyílások területét. Ezt megelőzőleg a számítások megkönnyítése céljából határozzuk meg a következő kifejezések értékét:

$$\mu \sqrt{2g\gamma_1} \approx \mu \sqrt{2g\gamma_2} \approx 0,6 \sqrt{19,6 \cdot 1,2} \approx 2,9$$

$$\sqrt{p_1 - p_x} = \sqrt{0,92} = 0,959; \sqrt{p_x - p_{2f}} = \sqrt{0,33} = 0,574; \sqrt{p_3 - p_x} = \sqrt{0,02} = 0,141$$

$$F_1 = \frac{L_1}{\mu \sqrt{2g\gamma_1} \sqrt{p_1 - p_x}} = \frac{104}{2,9 \cdot 0,959} = 37,4 \approx 38 \text{ m}^2$$

$$F_2 = \frac{L_2}{\mu \sqrt{2g\gamma_2} \sqrt{p_x - p_{2f}}} = \frac{208}{2,9 \cdot 0,574} \approx 125 \text{ m}^2$$

$$F_3 = \frac{L_3}{\mu \sqrt{2g\gamma_1} \sqrt{p_3 - p_x}} = \frac{104}{2,9 \cdot 0,141} = 254,3 \text{ m}^2 \approx 255 \text{ m}^2$$

az F_2 amint azt felvettük, a kapott eredmény szerint kb. a fele az F_3 -nak.

Tanulmányomban a csarnokok alaprajzi méreteit tulajdonképpen a megadott és szellőzéssel elvonandó többlethőmennyiség ($Q_{\text{többl.}}$ kgkal/mp) érzékelteti.

Amennyiben a tervező építész olyan szélső határesettel kerül szembe, mélynél a kiszámított

nyílásfelületekhez szükséges ablakkeresztmetszeteit, az épület megadott hossza mellett elérni nem tudná, úgy a példa arra mutat, hogy a megadott elvezetendő többlethőmennyiséget ($Q_{\text{többl.}}$), természetes szellőzéssel elszívni nem lehet. Az alkalmazható maximális nyílásfelületek ismeretében visszafelé való számítással kiszámítjuk a természetes szellőzéssel elvezethető többlethőmennyiséget, amelyet a megadott $Q_{\text{többl.}}$ -ből levonva, kiadódik a mechanikus szellőzéssel elvonandó hőmennyiség értéke.

A részleges mechanikus szellőzésre tanulmányom idevágó példát ad.

3. Ugyanezen példa számítása szélcsendben:

Számítsuk ki, hogy milyeneknek kell lenniük a nyílásfelületeknek (F_1 , F_2 és F_3), ugyancsak $n = 2$ és $m = 0,5$ mellett, azonban szélterhelés nélkül, vagyis ha $p_1 = p_2 = p_3 = 0$.

Ha a nyomásokat az alsó nyílások középvonalában elképzelt síkon mérjük, az 1 és 3 nyílásban a külső nyomás 0-val egyenlő. — A 2 nyílásban érvényesülő külső nyomást a p_{2f} -re vonatkozó képletből kapjuk meg, feltéve, hogy $p_2 = 0$, tehát:

$$p_{2f} = -H(\gamma_1 - \gamma_2) = -10 \cdot 0,02 = -0,2 \text{ kg/m}^2$$

Számítsuk ki a belső nyomást az ismert képletből: ($n^2 p_3 = 0$)

$$p_x = \frac{m^2 p_{2f}}{n^2 + m^2} = \frac{0,25(-0,2)}{4,25} = -0,01175 \text{ kg/m}^2$$

Írjuk fel a nyílásokban észlelhető nyomáskülönbségeket:

Az 1. nyílásnál: $0 - (-0,01175) = 0,01175 \text{ kg/m}^2$.
A 2. nyílásnál: $-0,01175 - (-0,2) = 0,188 \text{ kg/m}^2$.
A 3. nyílásnál: $0,01175 - 0 = 0,01175 \text{ kg/m}^2$.

Számítsuk ki a nyomáskülönbségek négyzetgyökét:

$$\sqrt{0,01175} = 0,1085 \quad \sqrt{0,188} = 0,433.$$

A felületek szélcsendben úgy aránylanak a szél melletti felületekhez, mint a nyomáskülönbségek négyzetgyökének fordított aránya.

$$F_2 = F_2 \frac{\sqrt{\Delta p_2}}{\sqrt{\Delta p_2}}$$

ahol F_2' a nyílás területe a felülvilágítóban szélcsendben és Δp_2 a nyomáskülönbség szélcsendben.

$$\frac{F_2}{F_2'} = \frac{0,574}{0,433} = 1,32 \quad \frac{F_3}{F_3'} = \frac{0,141}{0,1085} = 1,31$$

$$\frac{F_1}{F_1'} = \frac{0,959}{0,1085} = 8,83$$

Ugyanezt az eredményt kapjuk, ha a nyílások területét közvetlenül a képletekkel számítjuk ki:

$$F_2' = \frac{L_2}{\mu \sqrt{2g\gamma_2} \sqrt{\Delta p_2}} = \frac{208}{2,9 \cdot 0,433} \approx 166 \text{ m}^2$$

$$F_3' = \frac{L_3}{2,9 \cdot 0,1085} = \frac{104}{0,31465} \approx 335 \text{ m}^2$$

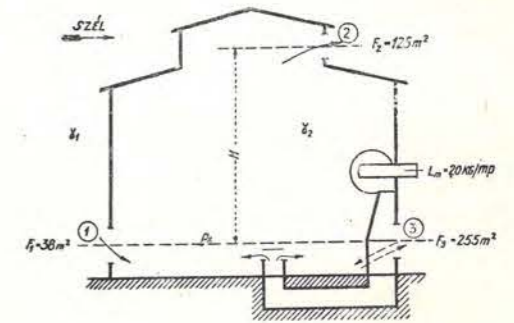
$$\text{és } \frac{F_2}{F_3'} = \frac{166}{335} = 0,496 \approx 0,5 \text{ tehát az } m = 0,5 \text{ fel-}$$

vétele helyes volt.

Gyakorlatban számítva a szélirány változására az F_1 területét az F_3 -al azonos nagyságúra készítik. Ebből a példából látjuk azt is, hogy szélcsendben úgy a felülvilágító, mint az alsó nyílások területét cca. 30%-al kell növelni.

4. Példa a részleges mechanikus szellőzésre:

A 7. ábrára vonatkozó előző példánk adatait felhasználva, vezessük be a mechanikus beáramlást: 20 kg/mp mennyiségben. (III. fejezet 1. b. pontja 8. ábra).



8. ábra

Korábban bebizonyítottuk, hogy ha adva vannak a nyílásfelületek, ekkor ezzel megvan határozva a belső nyomás is.

Ennek a nagyságára azonban a mechanikus szellőzés is befolyást gyakorol. Jelen feladatnál a teljes légcseré mennyisége ismeretlen, s nem ismerjük az elhasznált levegő $t_{\text{táv}}$ hőmérsékletét és a t_2 átlagos hőmérsékletét sem. Ezekre pedig a γ_2 kiszámításához szükségünk van. Nem ismerjük a 3. nyílásban az áramlás irányát sem. Figyelemmel a mechanikai beáramlás aránylag kicsiny értékére, feltételezzük, hogy a 3. nyílás az előzőhöz hasonlóan beáramlásra fog működni. Ezen feltevésünket a számítások az alábbi módon igazolják, vagy tagadják: Ha a 3. nyíláson keresztülhaladó áramlási mennyiség levezetett képletében a gyökjel alatti érték pozitív, akkor feltevésünk helyes volt, ha azonban a gyökjel alatt a nyomáskülönbség negatív érték, vagyis ha a gyök imaginárius szám, akkor ez azt jelenti, hogy feltevésünk helytelen és a 3. nyílás kiáramlásra dolgozik.

A légcseré mérlegének egyenlete: $L_1 + L_3 + L_{\text{mech}} = L_2$.

A belső többletnyomás: p_x most ismeretlen érték.

Írjuk fel a légcseré fenti egyenletét kifejtett alakjában:

$$\mu F_1 \sqrt{2g\gamma_1(p_1 - p_x)} + \mu F_3 \sqrt{2g\gamma_1(p_3 - p_x)} + L_{\text{mech}} = \mu F_2 \sqrt{2g\gamma_2(p_x - p_{2f})} = \mu F_2 \sqrt{2g\gamma_2 \{p_x - [p_2 - H(\gamma_1 - \gamma_2)]\}}$$

Ebben az egyenletben két ismeretlenünk van : p_x és a γ_2 . — Minthogy a γ_2 -nek az L_2 , Q , és $t_{kület}$ értékeiből való meghatározására szolgáló képlete nagyon terjedelmes, viszont

$$\gamma_2 = \frac{353 L_2}{L_2 (273 + t_{kület}) + 2 Q}$$

(az ismeretlen L_2 helyett ennek kifejtett értékét kellett volna behelyettesíteni), — ezért az egyenletet a γ_2 értékének megválasztása mellett utólagos ellenőrzéssel megközelítőleg oldjuk meg.

Tegyük fel, hogy a t_2 értékét változtatlanul megtartjuk, vagyis $t_2 = 27^\circ \text{C}$. A számítási egyenletet leegyszerűsítjük azáltal, hogy felvesszük, hogy

$$\mu \sqrt{2g \gamma_1} \approx \mu \sqrt{2g \gamma_2}$$

Ebben az esetben egyszerűsítés után a következő eredményt kapjuk :

$$F_1 \sqrt{p_1 - p_x} + F_3 \sqrt{p_3 - p_x} + \frac{L_{mech}}{\mu \sqrt{2g \gamma_1}} =$$

$$= F_2 \sqrt{p_x - p_2 - H (\gamma_1 - \gamma_2)}$$

Helyettesítsük be az ismert értékeket :

$$38 \sqrt{0,6 - p_x} + 255 \sqrt{-0,3 - p_x} + 7 =$$

$$F_2 \sqrt{p_x + 0,45} + 10 (1,197 - 1,177) =$$

$$= F_2 \sqrt{p_x + 0,65}.$$

Ezt az egyenletet analitikai úton is megoldhatjuk. Ez azonban hosszadalmas, azért grafoanalitikus úton oldjuk meg. Válasszunk a p_x -nek egy megfelelő értéket. Korábbi értéke $-0,32$ volt. Az új értéknek a mechanikus beáramlás miatt kissé nagyobbnek kell lenni, de nem szabad meghaladni a $-0,3$ -t, mert ebben az esetben a 3. nyílás megszűnne beáramlásra működni. Ebből kiindulva tegyük fel, hogy $p_x = -0,31$.

Behelyettesítés után a következő egyenletet kapjuk :

$$38 \sqrt{0,6 + 0,31} + 255 \sqrt{0,01} + 7 = 125 \sqrt{0,34}$$

$$38 \sqrt{0,91} + 255 \sqrt{0,01} + 7 = 125 \sqrt{0,34};$$

$$38 \cdot 0,954 + 255 \cdot 0,1 + 7 = 125 \cdot 0,583$$

$$36,25 + 25,50 + 7 = 72,88.$$

$$68,75 \neq 72,88.$$

A baloldal értéke 68,75, a jobboldalé 72,88, vagyis a választott $p_x = -0,31$ érték nem elégíti ki az egyenletet. Láthatjuk, hogy az egyenlet baloldalának számszerű értékére legnagyobb befolyást a második tag gyakorol. — A célból, hogy az egyenlet két oldala egymással egyenlővé váljék, szükséges, hogy ennek a második tagnak az értéke 72,88 — $(36,25 + 7) = 29,63$ legyen.

Ebben az esetben $255 \sqrt{\Delta p_3} = 29,63$ és

$$\Delta p_3 = \frac{29,63^2}{255^2}$$

$$\Delta p_3 = \frac{877,94}{65025} = 0,0135$$

$$p_x = p_3 - \Delta p_3 = -0,3 - 0,0135 = -0,3135$$

Ezzel a p_x -el ellenőrizve az eredményt :

$$38 \sqrt{0,9135} + 255 \sqrt{0,0135} + 7 = 125 \sqrt{0,3365};$$

$$38 \cdot 0,956 + 255 \cdot 0,1165 + 7 = 125 \cdot 0,58.$$

$$36,33 + 29,7 + 7 \approx 72,50$$

$$73,03$$

Pontosabb számítás céljára a p_x értékét a grafikus szerkesztésből kaphatjuk meg, mely szerint $p_x = -0,313$. Ebben az esetben :

$$38 \sqrt{0,913} + 255 \sqrt{0,013} + 7 = 125 \sqrt{0,337};$$

$$38 \cdot 0,9555 + 255 \cdot 0,115 + 7 = 125 \cdot 0,5805;$$

$$36,31 + 29,33 + 7 = 72,56$$

$$72,64.$$

Mivel ez már elegendő pontossággal egyenlő, — az egyenlet minden tagjának $\mu \sqrt{2g \gamma_1} = 2,9$ -el való megszorozása után, megkapjuk az áramlási mennyiségeket :

$$105 + 85 + 20 = 210 \text{ kg/mp.}$$

Tekintettel arra, hogy a teljes légcseréje jelentéktelen mértékben változott, a $t_{táv}$ és t_2 változatlanoságára a példa elején tett feltevésünk helytálló.

Ez a példa a következőket mutatja :

A nyílásfelületet 208 kg/mp átáramlási mennyiségre méreteztük. E felületet változtatlanul hagyva, működésbe hoztuk a mechanikus beáramlást 10%, — azaz 20 kg/mp mennyiségben. — Ennek következtében a teljes áramlási mennyiség jelentéktelen mértékben, 208 kg/mp-ről 210 kg/mp-re növekedett. Ezenkívül a széles oldalon levő nyíláson keresztül beáramló mennyiség gyakorlatilag nem változott (104-ről 105-re). A 3. nyíláson keresztül a beáramlás lényegesen megváltozott : 104 kg/mp-ről 85 kg/mp-re, — csökkent. E példa alapján tehát azt az általános megállapítást tehetjük, hogy a természetes beáramlás 10%-ával egyenlő mérvű mechanikus beáramlás alkalmazása semmiképpen lényeges változást nem von maga után, s a szellőzési felületek átszámítását sem igényli (mivel a szél irányváltozására való tekintettel mindkét oldalon a nagyobb beáramlási felületet alkalmazzuk).

A beáramlási mennyiségek további növelése esetén lehetséges, hogy a 3. nyílás megszűnik beáramlásra működni, sőt megtörténhet a rajta való kiáramlás is. A mechanikus beáramlás növeli a p_x -et az ebből folyó következményekkel együtt. Igen nagy mechanikai beáramlás esetén előfordulhat, hogy az összes nyílások kiáramlásra kezdenek működni és ennek következtében a természetes beáramlás 0-val válik egyenlővé. Ahhoz, hogy a széles oldalon lévő nyílás gyakorlatilag megszűnjön beáramlásra dolgozni, elegendő, hogy a $p_x = p_1$ összefüggés álljon fenn. Az előbb vizsgált példában $p_1 = 0,6 \text{ kg/m}^2$. Ilyen belső nyomást véve fel, határozzuk meg a 2. és a 3. nyílásokon keresztül áramló mennyiségeket. Az adott esetben $L_{mech} = L_2 + L_3$, illetőleg kifejtett alakban írva :

$$L_{mech} = \mu F_2 \sqrt{2g \gamma_2 (p_x - p_{2f})} + \mu F_3 \sqrt{2g \gamma_2 (p_x - p_3)}.$$

Első megközelítésként tételezzük fel, hogy t_2 és γ_2 is változatlan. Ebben az esetben :

$$L_{mech} = 2,9 (125 \sqrt{0,6 + 0,65} + 255 \sqrt{0,6 + 0,3}) =$$

$$= 2,9 (125 \cdot 1,117 + 255 \cdot 0,95) =$$

$$= 2,9 (140 + 242) = 1108 \text{ kg/mp.}$$

Határozzuk meg a $t_{táv}$ értékét :

$$t_{táv} = \frac{4,16 Q}{L_{mech}} + t_{kület} = \frac{2080}{1108} + 22 \approx 24^\circ \text{C.}$$

Ebből következik, hogy t_2 nem 27°C lesz, amint azt mi felvettük, hanem kevesebb. Tegyük fel, hogy $t_2 = 23^\circ \text{C}$, ez esetben $\gamma_{23} = 1,193 \text{ kg/m}^3$.

$$p_{2f} = -0,45 - 10 (1,197 - 1,193) =$$

$$= -0,49 \text{ és } \Delta p_2 = 0,6 - (-0,49) = 1,09$$

$$\sqrt{\Delta p_2} = 1,04$$

$$L_{mech} = 2,9 (125 \sqrt{1,09} + 255 \sqrt{0,9}) =$$

$$= 2,9 (125 \cdot 1,04 + 255 \cdot 0,95) = 2,9 (130 + 242) =$$

$$= 1079 \text{ kg/mp.}$$

$$t_{táv} = \frac{2080}{1079} + 22 = 1,9 + 22 = 23,9^\circ \text{C}$$

$$t_2 = \frac{22 + 23,9}{2} \approx 23^\circ \text{C,}$$

ami azt mutatja, hogy a $t_2 = 23^\circ$ -ot jól vettük fel. Példánknál tehát a természetes beáramlásnál cca 5,2-szer nagyobb mechanikai beáramlásra lenne szükség ahhoz, hogy a természetes beáramlást megszüntessük.

IV.

Többhajós csarnokok szellőzésének számítása

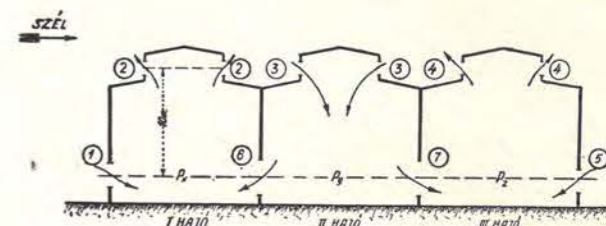
1. Elméleti rész

Többhajós üzemekben a külső falaktól nagy távolságban levő munkahelyeknek külső, friss levegővel való ellátása végett a levegőt a felülvilágító nyílásokon keresztül kell bevezetni. Hogy lehetőleg kevésbé felmelegedett és szennyeződött beáramló levegőt kapjunk, a nagy hőkiválasztású traktusokat, az ú. n. »meleg« traktusokat, olyan traktusokkal felváltva helyezük el, amelyekben nincsenek hőforrások (»hideg« traktusok). A hideg traktusok felülvilágító nyílásain keresztül való állandó beáramlás érdekében, ezeket sokkal kisebb magasságban építik, mint a meleg traktusok felülvilágítóit. Így keletkeznek a többhajós üzemek jelentékeny magasságkülönbséget mutató profiljai. A profilnak ez a megtörtése nagy nehézséget okoz, a szennyezetlen levegőnek a felülvilágítók közötti térségbe való juttatása szempontjából. A felülvilágítók közötti térben a levegő tisztasága a felülvilágító alakjától, kialakításától és széljár-tásától függ. A tetőprofil megválasztásánál ezek a szempontok döntő fontosságúak.

Az építész körében meggyökeresedett az a helytelen felfogás, hogy a hideg traktus felülvilágítóján keresztül csak azért jön létre levegőbeáramlás, mert a felülvilágító nyílások és a meleg traktus nyílásai között szintkülönbség van. A nyílások egyenlő szintmagasságban való elhelyezése mellett, a felülvilágító nyílásokon keresztül akkor is áramlik be levegő, ha hőmérsékletkülönbség van a hideg és meleg traktusok között. A fontos csak az, hogy az egyes traktusok légszlopai között éles határok legyenek. Ezt csak úgy érhetjük el, ha a traktusok között a padlóig le nem érő könnyű válaszfalakat emelünk.

Vegyük a többhajós üzem számításánál aeráció szempontjából a legkorszerűbb alakot (9. ábra), — mikor hideg és meleg traktusok váltják egymást és a traktusok között a padlóig le nem érő válaszfal vannak. Az I. és III. traktus a meleg, a II. traktus pedig a hideg. A pozitív és negatív nyomásokat p_1 , p_2 , p_3 , p_4 és p_5 betűkkel jelöljük és értéküket az aerodinamikai tényezők értékeiből kapjuk ($p = qk$).

t_0 a legmelegebb hónap, naponta 12 órakor mért középhőmérséklete. A többlethőmennyiség az I. támaszközben : Q_1 , a III. támaszközben : Q_3 . A II. ú. n. hideg támaszközben $Q_2 = 0$. Feladatunk a szükséges légcserék és nyílásfelületek meghatározása.



9. ábra

Ha az egyes szakaszokban, valamely szabadon választott kezdőszinten a belső többletnyomást p_x -el, p_y -al és p_z -vel jelöljük és felvesszük a levegő áramlásának a 9-es ábrán nyílakkal jelzett legkivánatosabb sémáját, akkor minden támaszköz között vizsgálhatunk és a kiküszöbölt traktusok hatását a pozitív, vagy negatív nyomással helyettesíthetjük. Vagyis az ú. n. keresztmetszetek módszerét alkalmazhatjuk. Pl. Midőn az I. szakaszt vizsgáljuk, kiküszöböljük a többi traktust és ezeknek az összesített hatása az I. traktusra a p_y nyomással fejezhető ki, mely a 6 nyílásnál érvényesül.

A számítások sorrendje a következő :

1. Ismerve a többlethő (vagy szennyeződés) mennyiségét, meghatározzuk az I. és III. traktusok szellőzéséhez szükséges levegőmennyiséget, azaz az L_2 -t és L_4 -et.

2. Elosztjuk az L_2 -t az I. traktus 1. és 6. nyílása és az L_4 -et a III. traktus 5. és 7. nyílása között (egyenlő, vagy más arányban a viszonyoktól függően) $L_2 = L_1 + L_6$; $L_4 = L_5 + L_7$; $L_3 = L_6 + L_7$.

3. Miután ismerjük az L_6 -ot és L_7 -et, meghatározzuk a 6. nyílás $p_y - p_x$ és a 7. nyílás $p_y - p_z$ nyomáskülönbségét. Ezeknek a nyomáskülönbség-

geknek biztosítani kell a levegő L_6 és L_7 mennyiségű átáramlását a választott irányban. — Pl.:

$$p_y - p_x = \frac{L_6^2}{\mu_0^2 F_6^2 2 g \gamma} \text{ kg/m}^2$$

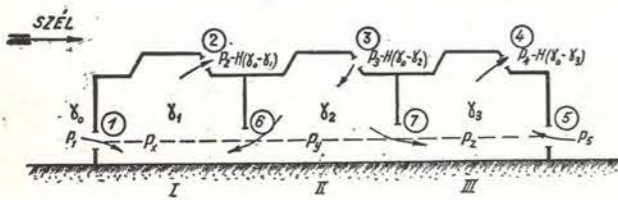
4. Meghatározzuk a 2, 3 és 4. nyílásokban érvényesülő fiktív nyomásokat: (10. ábra)

(Magasság tekintetében a belső nyomást mindig egyik támaszközben változatlanul tekintjük). A 2. nyílásnál a fiktív nyomás:

$$p_{2f} = p_2 - H(\gamma_0 - \gamma_1) \text{ kg/m}^2$$

4. nyílásnál:

$$p_{4f} = p_4 - H(\gamma_0 - \gamma_3) \text{ kg/m}^2$$



10. ábra

A 3. nyílásnál érvényesülő fiktív nyomás kifejezése végett írjuk fel az itt tapasztalható nyomáskülönbségeket:

$$\text{külső nyomás: } 0 - H\gamma_0 + p_3$$

$$\text{belső nyomás: } p_y - H\gamma_2$$

$$\text{nyomás különbség: } [p_3 - H(\gamma_0 - \gamma_2)] - p_y$$

Ebből következően a 3. nyílásnál a fiktív nyomás

$$p_{3f} = p_3 - H(\gamma_0 - \gamma_2) \text{ kg/m}^2$$

5. Ha minden nyílásnál kiírjuk a tényleges és fiktív nyomásokat, (10. ábra) úgy megválaszthatjuk azt a p_y belső nyomást, mely biztosítja a tervezett áramlási irányt. A p_y megválasztása után a p_x és a p_z is a 3. pont alapján ismertté lett. — Az egyes nyílásoknál levő nyomáskülönbségek pedig a következők:

$$\Delta p_1 = p_1 - p_x; \quad \Delta p_2 = p_x - p_{2f};$$

$$\Delta p_3 = p_3 - p_y; \quad \Delta p_4 = p_z - p_{4f};$$

$$\Delta p_5 = p_1 - p_z$$

6. Ezekután az alábbi formájú képletekkel kiszámítjuk az 1—5. nyílások keresett területeit:

$$F_1 = \frac{L_1}{\mu_1 \sqrt{2 g \gamma_0 \Delta p_1}} \text{ m}^2$$

Ha nem 3, hanem még több hajónk van, a számítás menete ugyanaz.

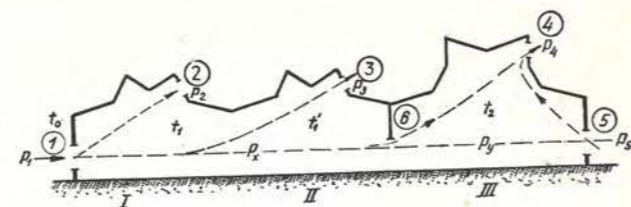
2. A szellőzés szabályozása

Az üzemben a szabályozatlan légcserének számos esete fordulhat elő. Így:

1. Az 1. nyíláson a levegő beáramlik, — az összes többin pedig kiáramlik. — Szabályozás

céljából növelni kell a 2. és 4. nyílás nagyságát. — Ha ez elégtelen, úgy még csökkenteni kell az 1. nyílás méretét is.

2. Az 1. és 3. nyíláson levegő áramlik be, de a 3. nyíláson át érkező összes levegő a 7. nyíláson



11. ábra

keresztül távozik anélkül, hogy az I. traktus ellátására a 6. nyíláshoz is jutna levegő. Szabályozás céljából ismét a 2. nyílást kell nagyobbítani és némileg kisebbiteni az 1. nyílást (10. ábra).

3. Egyes esetekben a tervezőnek a technológiai folyamat körülményei folytán nem sikerül a meleg és hideg traktusok váltakozását biztosítani (lásd a 11. ábrát).

Ennél az ábránál az I. és II. traktusoknak a III. melegtraktussal összehasonlítva, kevés hőkülönbségük van. — Ebben az esetben a szellőzés az ábrán nyilakkal jelzett módon oldható meg. Az I. és II. részben a III. traktus szellőzése céljára a levegőt az 1. nyíláson kell bebocsátani. A levegő mennyiségének oly nagyra kell lenni, hogy az még szellőzésre alkalmas állapotban érkezzon a 6. nyíláshoz. Emiatt a nyílásfelületet jelentékenyen meg kell nagyobbítani.

3. Többhajós üzemek számítási példája szél hatásra, ha a meleg üzembrészt hideg csarnok váltja fel

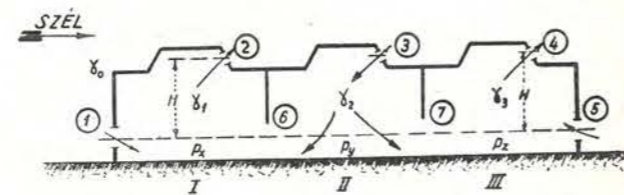
A 12. ábrán feltüntetett háromhajós üzem szellőzését kell kiszámítani. Meghatározandó az 1., 2., 3., 4. és 5. nyílások felülete, ha ismeretesek a következők:

Az I. hajóban a többelhető mennyisége $Q_I = 3\ 600\ 000$ kgkalória/óra.

A II. szakaszban hőforrás nincs, tehát $Q_{II} = 0$

A III. szakaszban $Q_{III} = 2\ 400\ 000$ kgkalória/óra.

A támaszköveket a padlóig le nem érő válaszfalak választják el egymástól.



12. ábra

Az I. és II. hajó közötti nyílás területe:

$$F_6 = 100 \text{ m}^2$$

A II. és III. hajó közötti nyílás területe:

$$F_7 = 250 \text{ m}^2$$

A külső levegő hőmérséklete $t_{köl} = 20^\circ$

A távozó levegő hőmérsékletét vegyük fel: $t_{táv} = 30^\circ \text{ C-nak}$.

A szélesség: $v = 4$ m/mp.

Az aerodinamikai tényezők:

$$k_1 = 0,6; k_2 = -0,4; k_3 = -0,25; k_4 = -0,2; k_5 = -0,2$$

Mivel $p = k \cdot q$ és ha $v = 4$ úgy $q = \left(\frac{4}{4}\right)^2 = 1$,

így $p_1 = 0,6; p_2 = -0,4; p_3 = -0,25; p_4 = -0,2$ és $p_5 = -0,2$

Határozzuk meg az I. és III. hajók légcseréjét:

$$L_I = \frac{3\ 600\ 000}{0,24(30 - 20)} = 1\ 500\ 000 \text{ kg/óra} = 417 \text{ kg/mp.}$$

$$L_{III} = \frac{2\ 400\ 000}{0,24(30 - 20)} = 1\ 000\ 000 \text{ kg/óra} = 278 \text{ kg/mp.}$$

A légcserét a következőképpen osszuk el:

I. hajóban az 1. ablakon át beáramlik $L_1 = 1\ 000\ 000$ kg/óra = 278 kg/mp

I. hajóban a 6. nyíláson át beáramlik $L_6 = 500\ 000$ kg/óra = 139 kg/mp

III. hajóban az 5. ablakon át beáramlik $L_5 = 500\ 000$ kg/óra = 139 kg/mp

III. hajóban a 7. nyíláson át beáramlik $L_7 = 500\ 000$ kg/óra = 139 kg/mp

Határozzuk meg azokat a nyomáskülönbségeket, melyek az ismert nyílásfelületek mellett biztosítják a kitűzött levegő átáramlását:

$$p_y - p_z = \frac{L_7^2}{\mu^2 F_7^2 2 g \gamma} = \frac{139^2}{0,8^2 \cdot 250^2 \cdot 19,6 \cdot 1,2} = \frac{19\ 321}{0,64 \cdot 62\ 500 \cdot 23,52} = 0,0205 \text{ kg/m}^2$$

$$p_y - p_x = \frac{L_6^2}{\mu^2 F_6^2 2 g \gamma} = \frac{19\ 321}{0,8^2 \cdot 100^2 \cdot 19,6 \cdot 1,2} = 0,128 \text{ kg/m}^2$$

Ezen számításnál a kifolyási tényezőt μ -t 0,8-ra vettük fel.

A q szélnyomást már fentebb kiszámítottuk. (= 1 kg/m²).

Tegyük fel, hogy a középső támaszközben a többletnyomás $p_y = -0,38$ kg/m².

Ez esetben:

$$-0,38 - p_x = 0,128 \text{ és } -p_x = 0,508 \text{ azaz } p_x = -0,51 \text{ kg/m}^2 \text{ és } -0,38 - p_z = 0,021$$

$$-p_z = 0,401, \text{ azaz } p_z = -0,40 \text{ kg/m}^2.$$

Határozzuk meg a nyomáskülönbségeket az egyes nyílásokban: Jelen példánkban legyen a H magasság 14 méter. Állapítsuk meg a távozó levegő hőmérsékletét 30° -ban és mivel a külső levegő hőmérsékletét 20° -nak vettük fel az I. és III. csarnokban a t_1 és t_3 középhőmérséklet 25° C lesz. Ennek megfelelően kiszámítjuk a fajsúlyokat:

$$\gamma_0 = 1,293 \frac{273}{273 + 20} = 1,204 \text{ és } \gamma_I = \gamma_3 = 1,293 \frac{273}{273 + 25} = 1,184$$

a 2-es és 4-es nyílásokban a fiktív nyomás:

$$p_{2f} = p_2 - H(\gamma_0 - \gamma_1) = -0,4 - 14(0,02) = -0,4 - 0,28 = -0,68$$

$$p_{4f} = p_4 - H(\gamma_0 - \gamma_3) = -0,2 - 14(0,02) = -0,2 - 0,28 = -0,48$$

és a nyomáskülönbségek az egyes nyílásokban:

$$\Delta p_1 = p_1 - p_x = 0,6 - (-0,51) = 1,11 \text{ kg/m}^2$$

$$\Delta p_2 = p_x - p_{2f} = -0,51 - (-0,68) = 0,17 \text{ kg/m}^2$$

$$\Delta p_3 = p_3 - p_y = -0,25 - (-0,38) = 0,13 \text{ kg/m}^2$$

$$\Delta p_4 = p_z - p_{4f} = -0,40 - (-0,48) = 0,08 \text{ kg/m}^2$$

$$\Delta p_5 = p_5 - p_z = -0,2 - (-0,40) = 0,20 \text{ kg/m}^2$$

Ismerve a nyomáskülönbségeket és γ értékét átlagosan 1,2-vel, $g = 9,8$ és a μ kifolyási tényezőt 0,6-el felvéve, az ablaknyílások területei:

$$F_1 = \frac{L_1}{\mu \sqrt{2 g \gamma} \sqrt{\Delta p_1}} = \frac{278}{0,6 \sqrt{23,6} \sqrt{1,11}} = \frac{278}{0,6 \cdot 4,86 \cdot 1,052} = \frac{278}{3,067} = 90,6 \text{ m}^2$$

$$F_2 = \frac{L_2}{\mu \sqrt{2 g \gamma} \sqrt{\Delta p_2}} = \frac{417}{0,6 \cdot 4,86 \sqrt{0,17}} = \frac{417}{2,916 \cdot 0,412} = \frac{417}{1,20} = 346 \text{ m}^2$$

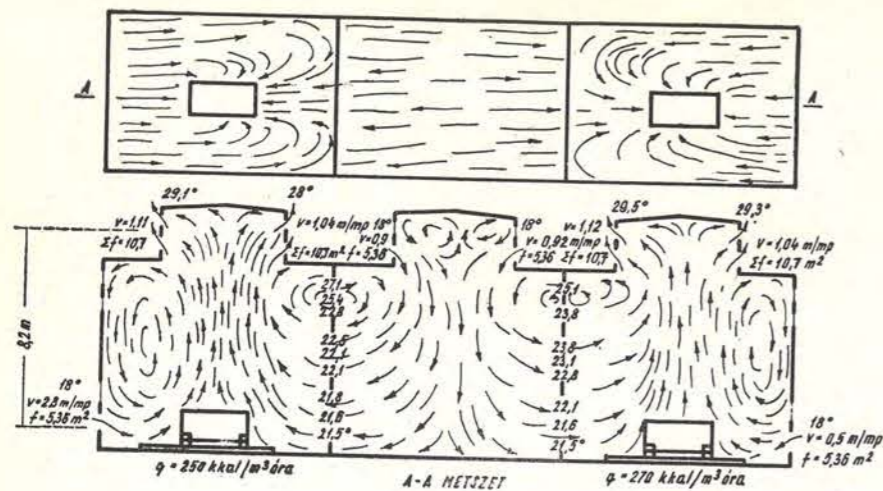
$$F_3 = \frac{L_3}{\mu \sqrt{2 g \gamma} \sqrt{\Delta p_3}} = \frac{278}{0,6 \cdot 4,86 \sqrt{0,13}} = \frac{278}{2,916 \cdot 0,36} = \frac{278}{1,05} = 264 \text{ m}^2$$

$$F_4 = \frac{L_4}{\mu \sqrt{2 g \gamma} \sqrt{\Delta p_4}} = \frac{278}{0,6 \cdot 4,86 \sqrt{0,08}} = \frac{278}{2,916 \cdot 0,283} = \frac{278}{0,83} = 335 \text{ m}^2$$

$$F_5 = \frac{L_5}{\mu \sqrt{2 g \gamma} \sqrt{\Delta p_5}} = \frac{139}{0,6 \cdot 4,86 \sqrt{0,20}} = \frac{139}{2,916 \cdot 0,447} = \frac{139}{1,3} = 107 \text{ m}^2$$

Ha a hajók között nincsenek válaszfalak, akkor megközelítő pontossággal felvehetjük, hogy $p_x = p_y = p_z$ -vel. A háromhajós üzem modelljében, amelynek középső hajójában nincs hőforrás, — szélhatás nélkül, — a felrajzolt áramlási sémát, hajók közötti válaszfalak nélkül a 13. sz. ábra mutatja.

Válaszfalak nélkül, — ha a meleg traktus felülvilágítója meleg levegővel telik meg, — lehetséges, hogy a levegő átáramlik a hideg traktusba, aminek következtében a hideg traktus hol be, hol kiáramlásra fog dolgozni. (Lásd 13. ábrát).



13. ábra.
Válaszfalak nélküli háromhajós
üzem áramlási sémája

Ezért ipari épületek tervezésénél, vagy a padlóig le nem érő válaszfalakat kell létesíteni, vagy nagy magasságkülönbséget kell létrehozni a meleg és hideg üzemek felülvilágítóinak a magassága között.

Ipari épületek tervezésénél, amikor a szél-nyomások még nem ismeretesek és megközelítő értékeket az átfúvott modellek analógiája alapján sem lehet venni, akkor meg kell elégedni a nyíló ablakszárnyak területének egyedül a hidrosztatikai nyomás alapján való számításával. Erre a célra az eddig ismert számítási képleteket alkalmazzuk, csak bennük a $p_1 \dots p_7$ szél-nyomásokat 0-val tesszük egyenlővé.

Ha szükségessé válnék a belső válaszfalakkal ellátott többhajós üzem szellőzésének egyedül a szél-nyomás alapján való számítása, akkor a számítási képletekbe $\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_3 = \gamma_0$ helyettesítendő.

Ipari épületek tervezésénél egyforma hőmérsékletet vehetünk fel a meleg traktusokban és szintén egyenlő, de valamivel alacsonyabbat a közbelső traktusokban.

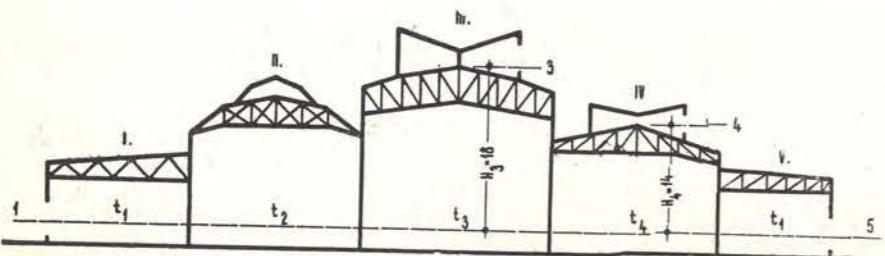
4. Példa a melegüzem szellőzésének a számítására, melyben meleg és hideg traktusok nem váltják egymást (lásd 14. ábrát)

Adva van:

A számítási alapul szolgáló nyári hőmérséklet $t_0 = 22^\circ \text{C}$.

A mértani méreteket az ábra adja meg.

A traktusok között nincsenek válaszfalak.



14. ábra.
Öt meleghajós üzem

A többlethő mennyisége az egyes traktusokban:

$$Q_1 = 1\,000\,000 \text{ kgkal/óra}$$

$$Q_2 = 2\,000\,000 \text{ kgkal/óra}$$

$$Q_3 = 8\,000\,000 \text{ kgkal/óra}$$

$$Q_4 = 10\,000\,000 \text{ kgkal/óra}$$

$$Q_5 = 1\,000\,000 \text{ kgkal/óra}$$

$$\text{Összesen: } 22\,000\,000 \text{ kgkal/óra}$$

Figyelmelen kívül hagyjuk a szél hatását, s meghatározandó a nyíló falnyílások és felülvilágítók területe. Feltételezzük, hogy a végfalakban nincsenek nyílások.

A többlethő teljes mennyiségét ΣQ -val jelöljük. Ennek elnyeléséhez szükséges levegőt ΣL -el. A külső levegő hőmérséklete $t_0 = 22^\circ \text{C}$. Az elhasznált levegő hőmérsékletét, — figyelemmel a hőmérséklet gradiensre, — $t_{\text{táv}} = 35^\circ \text{C}$ -ra vesszük fel.

A külső levegő teljes mennyisége, melyet az üzemben át kell bocsátani, a következő:

$$\Sigma L = \frac{\Sigma Q}{0,24(t_{\text{táv}} - t_0)} = \frac{22\,000\,000}{0,24(35 - 22)} = \text{cca } 7\,000\,000 \text{ kg/óra}$$

A keletkező hő egyenlő mértékben jelentkezik az első három traktusban és a következő IV. és V. traktusban (11—11 000 000 kgkal/óra). — A beáramló levegő mennyiségét is egyenlő arányban kell elosztani, vagyis mindegyik nyílásra 3 500 000 kg/óra jut. A tiszta levegőt az 1. és 5. nyíláson bocsátjuk be, s az elhasznált levegő kibocsátását a 3. és 4. nyílásokon (felülvilágítókon) eszközöljük. Ezután meghatározzuk az egyes traktusok átlagos hőmérsékletét:

Az I. traktusba beáramló levegő hőmérséklete $t_0 = 22^\circ \text{C}$. Az I. traktuson való keresztülhaladás és 1 000 000 kgkal/óra hő elnyelése után a hőmérséklet a következő lesz:

$$22 + \frac{Q}{0,5 \Sigma L \cdot 0,24} = 22 + \frac{1\,000\,000}{0,24 \cdot 3\,500\,000} = 23,2^\circ \text{C}$$

Tehát a II. traktusba a levegő $23,2^\circ \text{C}$ hőmérséklettel áramlik be. Hasonló módon kiszámítjuk mindegyik traktus átlaghőmérsékletét, annak figyelembevételével, hogy az első három traktus elhasznált levegője a 3. nyíláson, a IV. és V. traktusnak elhasznált levegője pedig a 4. nyíláson (felülvilágítón) át távozik el.

A traktusok átlaghőmérséklete (belépő és távozó levegő hőmérsékletének a számtani átlaga) a következő:

$$\text{I. traktusban } (22 + 23,2) \cdot 0,5 = 22,6^\circ \text{C}$$

$$\text{II. } (23,2 + 26,8) \cdot 0,5 = 25^\circ \text{C}$$

$$\text{III. } (26,8 + 35) \cdot 0,5 = 30,9^\circ \text{C}$$

$$\text{IV. } (35 + 23,2) \cdot 0,5 = 29,1^\circ \text{C}$$

$$\text{V. } (23,2 + 22) \cdot 0,5 = 22,6^\circ \text{C}$$

A hőmérsékletek ismeretében meghatározhatjuk minden traktus fajsúlyát és a nyílásfelületek területét is.

Feltételezve, hogy az 1. nyíláson keresztül érkező összes levegő a 3. nyíláson át távozik és az 5. nyíláson át bejövő levegő a 4. nyíláson megy ki, egyenlő nagyságú nyílásfelületeket választhatunk, vagyis $F_1 = F_3$ és $F_5 = F_4$. Tekintettel azonban arra, hogy az 1. és 5. nyíláson keresztül az egyes traktusok többlethőjének megfelelően egyenlő levegőmennyiségeket bocsátunk be, mégpedig mindegyik nyíláson át 3 500 000 kg/óra levegőmennyiséget, ennél fogva nyilvánvaló, hogy $F_1 = F_5$.

Jelöljük a falnyílások közepének szintvonalán a belső többlet-nyomást p_x -el, ebben az esetben a nyomáskülönbség (dinamikus nyomás):

$$\text{az 1. nyílásban: } 0 - p_x = \Delta p$$

$$\text{a 3. nyílásban:}$$

$$(p_x - H_3 \gamma_3) - (0 - H_3 \gamma_0) = p_x + H_3(\gamma_0 - \gamma_3) = H_3(\gamma_0 - \gamma_3) - \Delta p$$

$$\text{a 4. nyílásban:}$$

$$p_x + H_4(\gamma_0 - \gamma_4) = H_4(\gamma_0 - \gamma_4) - \Delta p$$

$$\text{az 5. nyílásban: } 0 - p_x = \Delta p$$

A légcseré mérlegének egyenlete:

$$L_1 + L_5 = L_3 + L_4$$

vagy kifejtett alakjában:

$$\begin{aligned} \mu_1 F_1 \sqrt{2g \Delta p \gamma_0} + \mu_5 F_5 \sqrt{2g \Delta p \gamma_0} = \\ = \mu_3 F_3 \sqrt{2g \gamma_3 [H_3(\gamma_0 - \gamma_3) - \Delta p]} + \\ + \mu_4 F_4 \sqrt{2g \gamma_4 [H_4(\gamma_0 - \gamma_4) - \Delta p]} \end{aligned}$$

Feltételezzük, hogy $\mu_1 = \mu_5 = \mu_3 = \mu_4$ és mint-hogy $F_1 = F_5 = F_3 = F_4$, ennél fogva, ha az egyenlet valamennyi tagját $\mu F \sqrt{2g}$ -vel egyszerűsítjük, a következő egyenletet kapjuk:

$$2\sqrt{\Delta p \gamma_0} = \sqrt{\gamma_3 [H_3(\gamma_0 - \gamma_3) - \Delta p]} + \sqrt{\gamma_4 [H_4(\gamma_0 - \gamma_4) - \Delta p]}$$

A kifejezések behelyettesítése és a legegyszerűbb átalakítások után:

$$2,19\sqrt{\Delta p} = 1,08\sqrt{0,54 - \Delta p} + 1,08\sqrt{0,42 - \Delta p}$$

Oldjuk meg ezt az egyenletet:

Vegyük fel, hogy $\Delta p = 0,3$ ez esetben az eredmény: $1,2 \neq 0,53 + 0,374 = 0,904$

Ez az egyenlőtlenség azt mutatja, hogy a Δp értékét helytelenül vettük fel és tekintettel arra, hogy a baloldal nagyobb a jobboldalnál, a Δp -t csökkenteni kell.

Válasszuk a $\Delta p = 0,2$, ebben az esetben $0,98 \neq 0,63 + 0,506 = 1,136$.

Az értéket grafikus módon kapjuk meg. Az ordináta tengelyen felmérjük a Δp -t, az abszcissa tengelyen pedig a levegő áramlási mennyiségével arányos értéket, mégpedig: $\frac{L}{\mu \sqrt{2g}}$ -t. Ezzel fel-

tételeztük, hogy a $\Delta p = 0,2$ és a $\Delta p = 0,3$ szakaszon a parabola egyenes vonallal helyettesíthető. A beáramlások és a kiáramlások vonalainak metszéspontjában megkapjuk a Δp új értékét = $0,226$.

Ha a kapott értéket az egyenletbe helyettesítjük, azt az eredményt kapjuk, hogy $1,06 \approx 0,6 + 0,47$ és figyelembe véve, hogy $\mu \sqrt{2g} \cdot 3600 = 9600$ ($\mu \approx 0,6$ mellett), — az eredmény:

$$2\sqrt{\Delta p \gamma_0} \cdot 9600 = 10\,200 \text{ kg/óra}$$

A fajlagos levegőáramlás (1 m² területen óránként átáramló levegőmennyiség) pedig:

$$l = \frac{10,200}{2} = 5100 \text{ kg/óra m}^2$$

ebből a beáramlási ablaknyílások területe

$$F_1 = F_5 = \frac{L}{l} = \frac{3\,500\,000}{5100} \approx 685 \text{ m}^2$$

A kiáramlás az F_3 nyílásfelületen keresztül: $L_3 = 0,6 \cdot 9600 \cdot 685 = 3\,900\,000 \text{ kg/óra}$ és az F_4 nyílásfelületen keresztül:

$$L_4 = 0,47 \cdot 9600 \cdot 685 = 3\,100\,000 \text{ kg/óra.}$$

Végeredményben kitűnik, hogy a IV. traktusból a III. traktusba kiegészítőleg kb. 400 000 kg/óra mennyiségű kb. 35°C átlaghőmérsékletű levegő fog áramlani. Ha ezt az átáramlást meg akarjuk akadályozni, akkor újabb számításra kellene végeznünk a 4. ablaknyílás területének a megnagyobbításával.

Ilyen elhelyezés mellett, midőn a meleg traktusok megszakítás nélkül következnek egymás után anélkül, hogy közben hideg traktusok volnának, rendkívül fontos szerepet játszanak a végfalakban levő nyílások, Ezért nagyon fontos, hogy a végfalakat ne építsük be. A végfalakban levő nyílások lehetővé teszik, hogy bár csak részben, a traktusokat külső levegővel lássuk el.

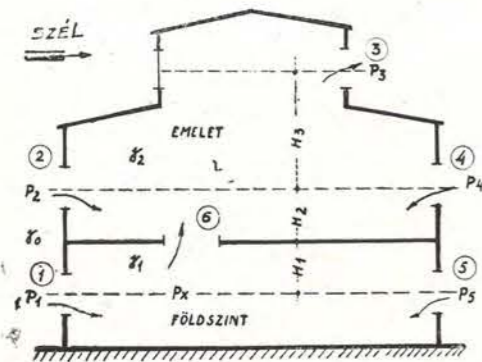
Ebben az esetben fel lehet használni az I., II. és V. traktusok felülvilágítóinak kiáramlási nyílásait is, a levegő egy részének a kibocsátására oly mértékben, amilyen mértékben a levegő ezekbe a traktusokba a végfalakon keresztül beáramlik. Ezáltal lehetővé válik az I. és V. traktusokban az oldal-falakon levő nyílások, valamint a felülvilágítók F_3 és F_4 nyílásainak a csökkentése.

V.

Többszintes üzemek természetes szellőzésének számítása

(15. sz. ábra)

Előfordul, hogy többszintes épület szellőzését kell számítani, amelyben az emeletek egymással, vagy belső nyílások, vagy közös lépcsőház útján közlekednek.



15. ábra

A számítások sorrendje:

1. Meghatározzuk a földszint légcseréjét:

$$L_1 + L_5 = L_6 = \frac{Q_{\text{földsz.}}}{C(t_{\text{táv. földsz.}} - t_0)}$$

2. Kiszámítjuk azt a hőmennyiséget, amelyet kívülről a földszintre beáramló és az emeleten keresztül távozó levegő visz magával $t_{\text{táv. em.}}$ mellett.

$$Q = L_6(t_{\text{táv. em.}} - t_0) c$$

3. Meghatározzuk az emelet légcseréjét, figyelembe véve, hogy a teljes Q hőmennyiség egy része távozik és így az emeletre behatoló levegőrésze $Q_{\text{földsz.}} + Q_{\text{emel.}} - Q$ mennyiségű hő marad. Az emelet légcseréje a következő:

$$L_2 + L_4 = L_3 - L_6 = \frac{Q_{\text{földsz.}} + Q_{\text{emelet}} - Q}{C(t_{\text{táv. emelet}} - t_0)}$$

4. Ha a kezdő szintvonalat az 1-5-nek vesszük, akkor ha azon a belső többletnyomás p_x , úgy a 6. nyílásnál a nyomás a földszint felől: $p_x - H_1 \gamma_1$, a másik oldalon pedig: $p_x - H_1 \gamma_1 - \Delta p_6$

ahol
$$\Delta p_6 = \frac{L_6^2}{F_6^2 \mu_6^2 2g \gamma_1}$$

A 2, 4 és a 3. nyílások szintvonalán a belső nyomások a következők:

2, 4-nél: $p_x - H_1 \gamma_1 - \Delta p_6 - H_2 \gamma_2$

3-nál: $p_x - H_1 \gamma_1 - \Delta p_6 - (H_2 + H_3) \gamma_2$

5. Az egyes nyílásoknál érvényesülő nyomáskülönbségek (dinamikus nyomás) értékei:

az 1. nyílásban: $p_1 - p_x$

A 2. nyílásban: $p_2 - (H_1 + H_2) \gamma_0$

A 3. nyílásban:

$$p_x - H_1 \gamma_1 - \Delta p_6 - (H_2 + H_3) \gamma_2 - [p_3 - (H_1 + H_2 + H_3) \gamma_0]$$

A 4. nyílásban:

$$p_4 - (H_1 + H_2) \gamma_0 - (p_x - H_1 \gamma_1 - \Delta p_6)$$

Az 5. nyílásban: $p_5 - p_x$

6. Megválasztjuk a p_x -et a választott áramlási sémával összhangban és kiszámítjuk az ismert képletekkel a nyílások területét.

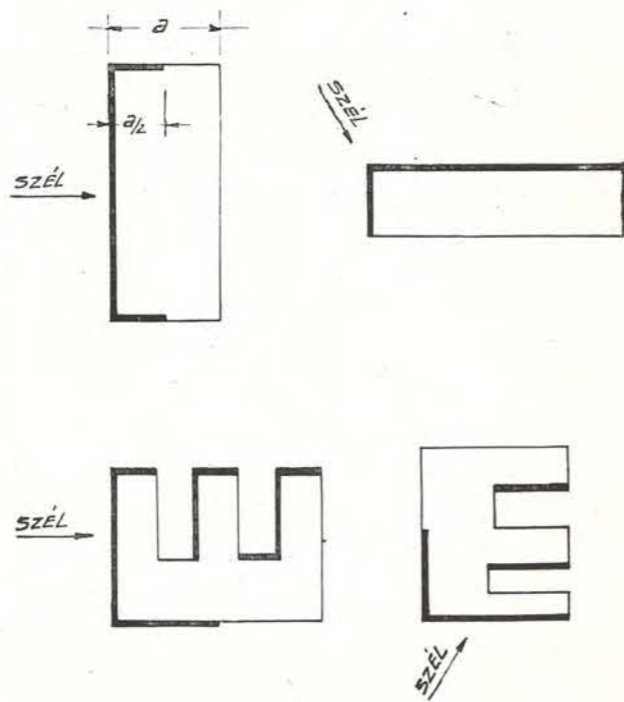
VI.

A beszűrődés folytán adódó légcseré meghatározása

Az egész épület külső elhatárolásait nem lehet abszolút hermetikusan elzártak tekinteni, ezek valamilyen mértékben levegőt át bocsátók. Ezért ha az épületre külső légmozgás hatása érvényesül, ebben bizonyos légcseré fog létrejönni, főként azért, mert az ajtók, ablakok hézagzáró léceinek apró nyílásain és hézagain át, kisebb mértékben pedig a falak pórusain keresztül, levegő tódul be. Ezt a jelenséget infiltrációnak, beszűrődésnek nevezzük.

A beszűrődést szintén olyan szellőzési tényezőnek tekintjük, amellyel számolnunk kell, de amelyet nem lehet szabályozni. A széloldali hézagokon beszűrődő levegő mennyiségét a következő formula szerint határozzuk meg:

$$L_{\text{besz.}} = \Sigma L_{\text{rés}} r \text{ m}^3/\text{óra}$$



16. ábra

Itt:

$r =$ az épület széloldalán levő rések hossza m-ben.
 $L_{\text{rés}} = 1$ m résen át beszűrődő levegő mennyisége $\text{m}^3/\text{órán}$.

Tekintve a légmozgás okozta nyomások egész különböző kombinációit, a beszűrődés meghatározásánál az épület széloldali kerületét, — megközelítőleg az épület alaprajza szerinti kerületének a felét vesszük. (Lásd 16. ábrán a vastag vonallal kihúzottakat). Az $L_{\text{rés}}$ nagysága függ nemcsak a rések alakjától és méreteitől, hanem a légmozgás sebességétől is. Tapasztalati adatokon alapuló nagyságait rendezsen az alábbi táblázat szerint számítják:

A hézagzáró lécek réseinek 1 méterén át beszűrődő levegő mennyisége $\text{m}^3/\text{óránként}$

A légmozgás sebessége: v m/mp	Fakeretes szimpla ablakok	Fakeretes kettős ablakok	Fémkeretes szimpla ablakok	Fémkeretes dupla ablakok	Ajtók és kapuk
	és felülvilágítók				
1	4,0	2,0	2,6	1,3	8,0
2	6,5	3,25	4,2	2,15	13,0
3	8,0	4,0	5,2	2,65	16,0
4	9,0	4,5	5,85	3,0	18,0
5	12,5	6,25	8,15	4,15	25,0

A tervezéseknél a beszűrődéssel nem kell rendszerint számolni, s azt mint biztonsági tényezőt, tartalékoljuk.

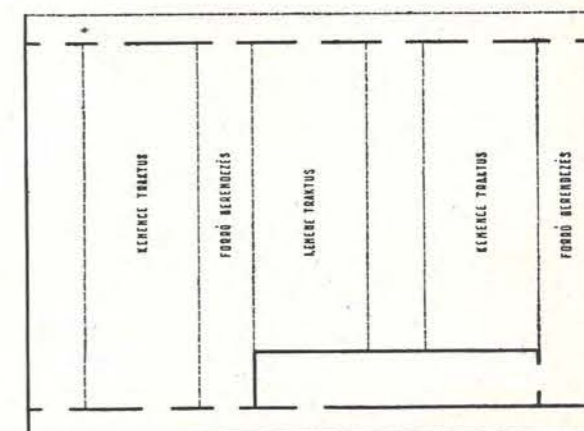
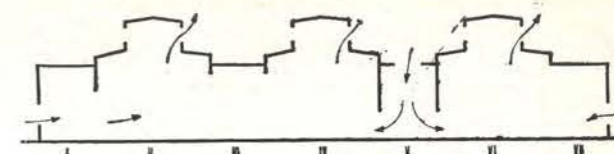
VII.

Többszintes üzemek hideg és meleg traktusait elválasztó válaszfalak

(tetőprofilok kiképzése)

Szellőztetés szempontjából nagy jelentősége van a könnyű típusú olyan válaszfalaknak, amelyek nem érnek le a padlóig, s a meleg traktusokat a hideg traktusoktól elválasztják. Ha nincsenek válaszfalak, akkor is a számításoknál abból a feltevésekből indulunk ki, hogy a nem keveredő levegőoszlopok külön vannak választva, s mint-hogy ezt a feltevést a szerkezeti kialakítás nem támasztja alá, az egész számítás természetesen csak megközelítő jellegűvé válik. Válaszfal hiányában a meleg levegő megtöltve a meleg traktus felülvilágítóját, kezd átáramlani a hideg traktusokba, aminek következtében a hideg traktusok nyílásai megszűnnek állandóan beáramlásra működni. Ha a meleg és hideg traktusokat nem választják el egymástól válaszfalak, állandóan légbeáramlásra működő nyílást nem kaphatunk, a nyílás váltakozva hol beáramlásra, hol kiszívásra működik. Ezért ha nem lehet válaszfal építeni, — a meleg traktus felülvilágítóját a hideg traktusénál magasabbra kell emelni. Ekkor maguk a meleg traktusok oldalfalai fogják a válaszfalak szerepét átvenni.

Az előzők gyakorlati alátámasztását a moszkvai Munkavédelmi Intézetnek az egyik többszintes üzem-



17. ábra

ben végzett kísérletei igazolják. (17. ábra). Az épület egy héthajós csarnokú üzem. A II. IV. és VI. kemencetraktusokat Bualo-típusú felülvilágítók fedik, — az I. III. V. és VII. traktusoknak nincs felülvilágítójuk.

Megvilágítás céljából a sík födémbe, — nem nyíló, — vasalt üveglak (luxfer) van betéve. Az épület három oldal felől beépített. Nyáron valamennyi traktusban rendkívül kedvezőtlen hőmérsékleti viszonyok állottak elő a nagy, mintegy 3,500,000 kgkal/óra hőképződés következtében. A hőképződés a következőképpen oszlott el: az I. és II. hajóban: 1,415,000 kgkal/óra, a III.-ban 250,000, a IV.-ben 615,000, az V-ben 0, a VI. és VII. csarnokban 1.220,000 kgkal/óra. A mechanikus és természetes légcseré a felülvilágító nyílásokon keresztül 500,000 kgkal/óra. A munkahelyek hőmérséklete a külső hőmérsékletet több mint 15°-kal múlta felül. A természetes kiszívás céljára a felülvilágítóknak levő és hozzávetőlegesen 60—70 m^2 területű nyílásokon kívül, a felülvilágító födémében még aknák létesültek, amelyeknek összes területe mindegyik felülvilágítónál 6—7 m^2 volt. A területileg jelentéktelen beáramlási nyílásokat a végfalakon helyezték el. A meteorológiai viszonyok megjavítása érdekében az V. támaszközben a födém üvegét 65 m^2 területen felnyitották. A szomszédos meleg traktusok felülvilágítóinak csekély térfogata és a felülvilágítóknak levő kiszívó nyílások közepe és az üvegezett nyílások közötti csekély magasságkülönbség (1,7 m) kétségessé tették, hogy a létesített nyílások állékonyan beáramlásra fognak-e dolgozni, — válaszfalak építése nélkül. Mégis elhatározták, hogy előbb megnyitják az ablakokat és megfigyeléseket végeznek, s csak azután emelnek válaszfalakat.

Az ablakok megnyitása után ezek működése nagyon elmosódott, s időnként rajtuk nemcsak beáramlás, hanem kiáramlás is megfigyelhető volt.

Teljesen más képet kaptak akkor, amikor az V. hajót a szomszédos hajóktól válaszfalakkal elkülönítették. Ezeket ideiglenesen fatáblákból építették meg és a padló felett 2 m magasságban kezdődtek.

Az eredmény egy erős és állandó beáramlás volt, melynek nagysága elérte a kb. 500,000 kg/órát. Az üzemben a hőmérsékleti viszonyok jelentősen megjavultak és a teljes légcseré 1,000,000 kg/óra emelkedett annak ellenére, hogy a megfigyelések alatt a szél csaknem a felülvilágítók hosszirányában fújt és sebessége csak 0,5—1,5 m/mp volt.

A felülvilágítók közti tér alakjának nem kielégítő átgondoltsága gyakran vezet oda, hogy a gázszennyeződések koncentrációja itt csaknem ugyanakkora, mint az üzemben és ezzel a szennyezett levegővel szellőztetik a helyiségeket. Míg az egyhajós üzemekben a tetőprofiloknak nincs számottevő jelentősége, addig a többtámaszú üzemeknél ez igen nagy. Az utóbbi esetben a főfeladat az, hogy a felülvilágítók közötti térben szennyeztelen levegőt kapjunk.

Nem kétséges, hogy az egyhajós üzemek szellőzése sokkal egyszerűbb, de a többhajós üzemeknek nagy előnyeik vannak építkezési és technológiai szempontokból. Ennek a kérdésnek a megoldásánál a vá aszfalak nagyon komoly szerepet játszanak. Alkalmazásuk lehetővé teszi, hogy mellőzzük a gyakorlatban sokszor alkalmazott jelentős magasságkülönbséget (a meleg és hideg részek között) és sok esetben lehetővé válik azonos magasságú traktusokból álló többhajós csarnok tervezése. Ha a felülvilágítók közti tér elég hosszú, (a felülvilágító magasságának 2—3-szorosa) kielégítő széljárás-ságuk is elérhető.

VIII.

Szellőztetési számítások térbeli feladat megoldása útján

Síkbeli feladat megoldásánál az 1, 2 és 3 nyílások egész hosszában állandó k_1 , k_2 és k_3 aerodinamikai tényezőket vettünk fel. Ezeket rendszerint bizonyos szélirány mellett, — az illető felületre vonatkozó értékek számtani átlagaként veszik fel. Ilyen széliránynak a legmelegebb hónap uralkodó szelének iránya vehető. — Nyilvánvaló azonban, hogy egyetlen széliránnyal nem szabad megelégednünk, mivel a számított légcserének biztosítottnak kell lenni akkor is, ha a szél iránya megváltozik. — Viszont az átlagosítás csak akkor engedhető meg, ha a szél iránya az épület tengelyére merőleges, mert ebben az esetben az aerodinamikai tényezők átlagértékei kevésbé térnek el a tényleges értékektől. Más elhelyezési szögek mellett az átlagértékektől való eltérések annyira nagyok, hogy egyáltalán nem tükrözik vissza a nyomáelosztás tényleges képét. — Így például gerincfelülvilágító esetén, ha a felülvilágító tengelye 30° -ban elfordul, az aerodinamikai tényezők a szél felőli oldalon $+0,1$ -től $+0,5$ -ig és a hátsó oldalon $-0,4$ -től $-0,7$ -ig terjedő értékekkel változhatnak. Természetesen hátraseseteknél a szélcsondra való számítás biztonságát nyújt, — de óvakodni kell a túlzott nyílás felületeket nyújtó számításoktól is.

A térbeli feladatok megoldásánál tehát ismerünk kell az aerodinamikai tényezők értékét az épület mindazon felületein, ahol nyílások létesülnek.

A térbeli feladatok megoldása:

1. Megállapítjuk a számítási alapul szolgáló légcserét.
2. Az épület metszetén és az azonos nyomások vonalait tartalmazó kiterített rajzán, megjelöljük a tervbevett nyílások tengelyvonalait (szintmagasságait.)
3. A számítási alapul szolgáló légcserét elosztjuk az épület oldalai és a kiválasztott tengely (szint) vonalakon megjelölt egyes nyílások között.
4. Megjelöljük a kezdő szintvonalat a számítások céljára és kiszámítjuk a fiktív nyomásokat.
5. Megválasztjuk a kezdő szintvonalon a belső nyomást, a rendelkezésünkre álló nyomások kertein belül és a levegő tervezett áramlási sémájával összhangban.
6. Meghatározzuk a dinamikus nyomásokat (nyomáskülönbségeket) és ezek, valamint a levegőáramlási mennyiségek alapján a nyílások területét.

IX.

Aerodinamikai tényezők

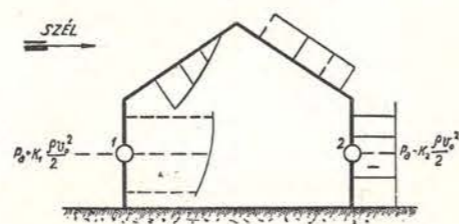
A szellőztetési feladatok megoldásánál aerodinamikai tényezőket alkalmazunk. Ezeket úgy kapjuk, hogy aerodinamikai csövekben a természetbeli épület méreteihez hasonló méretű modelleken végzünk fuvási kísérleteket.

Ha az épületmodell falaiban kisebb nyílásokat készítünk és azokat csővezetékekkel összekötjük a léghuzatmérővel, amelynek nyitott végén a nyomás p_a nagyságú (a zavartalan áramlás nyomása), akkor az épület szeles oldalán elhelyezett cső bizonyos $+k_1 \rho \frac{v_0^2}{2}$ többletnyomást szolgáltat.

A k_1 tényező az, mely megmutatja, hogy a sebesség okozta nyomásnak hányadrésze megy át statikus nyomásba (18. ábra).

Általánosságban szólva, — ennek a falnak különböző részein ezek a tényezők különbözők lesznek: egyes pontokon, ahol az áramlat teljes lefékezése megy végbe $k_1 = 1$, más pontokon az áramlat megkerülő mozgásának a következtében $k_1 < 1$. — A modelleken végzett mérések azt mutatják, hogy az áramlásra merőlegesen álló minden homlokfalán a szóban levő aerodinamikai tényező középértéke (k_1 átl.) kb. egyenlő $+0,6$ -al.

Ha a csövet a szélvédett oldalra helyezzük, azt tapasztaljuk, hogy a nyomás $-k_2 \rho \frac{v_0^2}{2}$ -vel egyenlő;



18. ábra

a k_2 aerodinamikai tényező átlagértéke a szélvédett falnál a megadott felállítási szög mellett kb. — 0,3.

A legnagyobb a légritkulás az áramlattal szembeforduló hegyes élek közelében. Itt a k_2 tényező értéke még a -1 -nél is kisebb lehet, míg ezzel szemben a homlokfalon a $+k_1$ tényező sohasem lehet nagyobb $+1$ -nél.

Kimondhatjuk, hogy az egyedülálló, épületeknél a homlokfelületen pozitív nyomások (a légköri nyomásnál nagyobb nyomások) lépnek fel (a valószínűségben az épület széloldalain csak akkor jön létre pozitív nyomás, ha az oldalak és a szélirány által bezárt szög nagyobb, mint 30°), — az oldalsó és hátsó felületek pedig a légritkulás övezetébe tartoznak. — Ugyanide esik az egész tető, vagy annak egy része, a tető hajlásszögétől függően. — Ha az ilyen épületben a különböző nyomások övezeteiben nyílásokat létesítünk, ezáltal arra kényszerítjük a levegőt, hogy átáramoljon a nagyobb nyomású helyekről a kisebb nyomású helyekre.

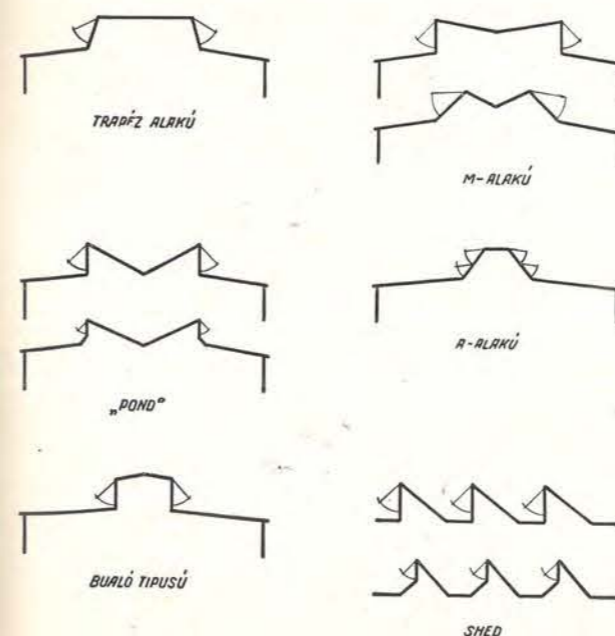
X.

Különböző felülvilágító típusok

Az ipari építészetben leginkább a következő felülvilágító típusok terjedtek el: Trapéz alakú — M alakú, — Pond, — A alakú, — Bualo típusú és Shed felülvilágítók (19. ábra)

A felülvilágítók különböző magasságúak lehetnek és azokat vagy egymással párhuzamosan helyezik el, vagy egyrészüket a többire merőleges irányban. — A felülvilágítók azonos magassága esetén, csak az első felülvilágító szél felé fordított oldala áll pozitív nyomás alatt. — Az összes többi felülvilágítón légritkulás érvényesül, ami gyorsan csökken a szegélytől az áramlás irányában.

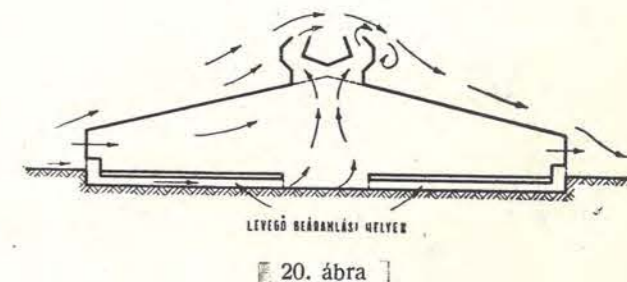
Ha a felülvilágító tengelyvonalára merőlegesen fúj a szél, a felülvilágítónak a szél irányába eső



19. ábra

ablakait rendszerint zárva kell tartani, annak elkerülése végett, hogy az áramlatok a felső övezetből az alsó övezetbe jussanak. Az ilyen áramlatok megrontják a munkahely levegőjének az összetételét. — A felemelkedő hőáramlatok gázt és apró port szállítanak a helyiség felső övezetébe, ahol ezek koncentrációja többnyire nagyobb mint alul. Tervezésnél gondoskodni kell arról, hogy a felülvilágító mindkét oldalán meg legyen a nyíló ablak-szárnyak számított területe, vagyis kétszeresen számított nyílásfelületű felülvilágítókat kell tervezni, — a szélirány esetleges megfordulása miatt.

Nagyterjedelmű épületnél a középső részt a csak hőmérsékletkülönbséteu alapuló légáramlás nem tudja elegendő szellőzéssel ellátni. Ezen a bajon segíthet, ha a középső részt magasabbra építik, de segít a 20. ábrán látható megoldás is.



Ez nem más mint a friss levegő bevezetésére szolgáló, padlóalatti légcatornákkal ellátott áramvonalas deflektor, amely az épület középső részét látja el friss levegővel.

Ha összehasonlítjuk a shed, monitor és laterna tetőszerkezeteket, úgy megállapíthatjuk a következőket:

1. A shed tető komoly szellőzést csak akkor nyújt, ha a felülvilágító ablakok elhelyezése a széllal nem szemben, hanem a szélmentes ú. n. szívó oldalon van. — A monitor tetőszerkezet jobb megoldás, mert mindkét oldalon vannak ablakai és a szükséges és a széliránynak megfelelő ablaksorozat nyitásával és zárásával a legjobb hatást érhetjük el.

2. A felülvilágító a szellőzés szempontjából nem hatékony, ha a szél hosszirányában fúj. — Kívánatos lenne, hogy mind a négy irányban megfelelő ablakok legyenek, bár ez elég nehezen keresztülvihető, ha csak a monitorokat nem építik közbeékelte dobozok formájában a tetőre (laterna megoldás). — Működésben ez a legrugalmasabb.

Az eddigiekből láthatjuk: célszerű, különösen a nyáron uralkodó szélirányt tekintetbe venni, mielőtt az épület tengelyirányáról és tetőszerkezetéről döntenénk.

Az ablakok előtt lévő ellenállást a lehető legkisebbre kell csökkenteni, mert szorosan a nyílások előtt levő, vagy azok előtt keresztben fekvő darupályatartók, vagy rácstartók akadályozzák a légáramlást.

Az épülethez közel levő magas épületek, vagy hegyek erősen csökkentik a szél jótékony hatását.

XI.

A szellőzés célját szolgáló berendezések konstruktív kiképzése

A szellőzést szolgáló nyitható felülvilágító ablakok három csoportra oszthatók:

1. a középtengelyen, 2. a felső és 3. az alsó tengelyen forduló típusaira.

A fenti 3 típusozat tartozó és 90° szög alatt nyitható ablakok μ_φ ú. n. kifolyási tényezője: 0,62, 0,7 és szintén 0,7.

Ha a nyitás szöge kisebb, akkor megváltozik ez a tényező is, de megváltozik a levegő áthaladását biztosító nyílás szabad felülete: F_0 is. Ha ismeretes a felülvilágítóablak nyitásszöge és 90° -os nyitás mellett a nyílás F_{90} felülete, akkor $F_0 = \sin \varphi F_{90}$.

Itt: φ = a nyitott és zárt felülvilágítóablak síkja közötti szög fokokban.

Amennyiben minden számításhoz, felületnek a nyílás levegőtárbocsátó szelvényét vesszük, úgy eléggé megfelelőnek látszik a kifolyási tényezőt is a számításban mindjárt, mint a két alábbi nagyság szorzatát bevezetni:

$$\mu_\varphi F_0 = \mu_\varphi \sin \varphi F_{90} = \beta F_{90}$$

A moszkvai Munkavédelmi Intézet (M. F. Bromlej mérnök kísérleti adatai) szerint a gyakorlati pontossághoz elégséges, — bármely típusú felülvilágító ablaknál, az alábbi β értéket venni:

$$\beta = 0,62 \sin \varphi$$

Konstruktív szempontból a legkedvezőbbnek látszik a középtengelyes felülvilágító ablak, amennyiben a kinyitáshoz mindkét ablakfél majdnem teljesen kiegyensúlyozza az üvegre ható légmozgás nyomását. — Ezért minimális lesz az az erő kifejtés, mely az ablakok kinyitására szükséges. Ezenkívül ennél a típusnál a felülvilágítóablak nyitásszögét 90° -ra is lehet teljesen szabadon választani.

Alsó vagy felsőtengelyes felülvilágítóablakokat rendszeresen nem lehet 90° -ra kinyitni. — A nyitás szögének a határa, leggyakrabban maximum 45° – 60° . — Ezenkívül a nyitás mechanizmusánál az erőfeszítés fele az üvegre ható légmozgás legyőzésére, a másik fele pedig a tengely forgatására fordítatik. A felsőtengelyes felülvilágítóablakok rendszerint kívülről, az alsótengelyesek pedig a helyiségben belülről nyithatók. Ilyen szerkezet mellett, e típusú felülvilágító ablakok kevésbé engedik be az esőt, mint a középtengelyesek.

Háromféleképpen lehet a felülvilágító ablakokat kinyitni:

1. egyenként kézi erővel.
2. csoportos kézi hajtással.
3. csoportos mechanikus hajtással (villanymotorral).

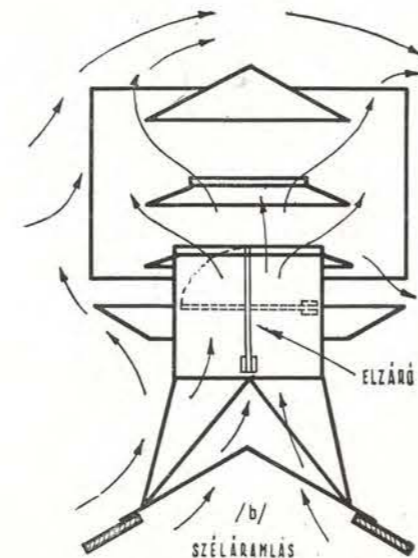
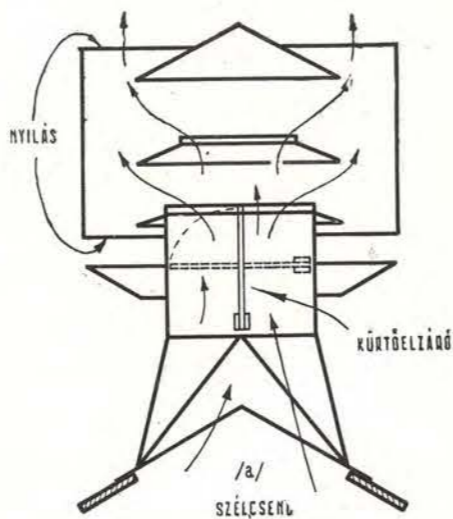
Csak olyan nyílásoknál tanácsos a kézi erővel való egyenkénti nyitás alkalmazása, amelyek a munkaövezetben (1,5–2 m. magasságban a padlótól) vannak. Ami a munkaövezetnél magasabban fekvő nyílásokat illeti, ezeknél csoportos mechanikus meghajtást kell alkalmazni.

XII.

Szellőztető szerkezetek (deflektorok)

A levegő mozgását a mechanikus energia, vagy a gravitációs felhajtóerő hozhatja létre. Természetesen a ventilált levegő helyzetváltoztatásánál még felvetődhetik a légmozgás energiakihasználásának kérdése is. Azokat a berendezéseket, melyek a szél kinetikai energiájának a rovására lehetővé teszik a ventilált levegő mozgását — »deflektorok« nevezjük.

Ezeknek különböző formájú henger, vagy tölcser alakjuk van és odahelyezik őket, ahol a ventilációs csatornákból, vagy közvetlenül a helyiségből, a levegő az atmoszféra felé kivetődik. — A külső levegő hozzácsapódik és körüláramolja a deflektort, a szellőztető kerületének a legnagyobb része mellett légüres teret idéz elő és a vácuum a kihuzandó levegő mozgását biztosítja. A leg egyszerűbb deflektorok; közönséges hengerek, azaz a légáram hatásának kitett kerek kiszívó csatornázat végső részei. A szél azonban csak az esetben



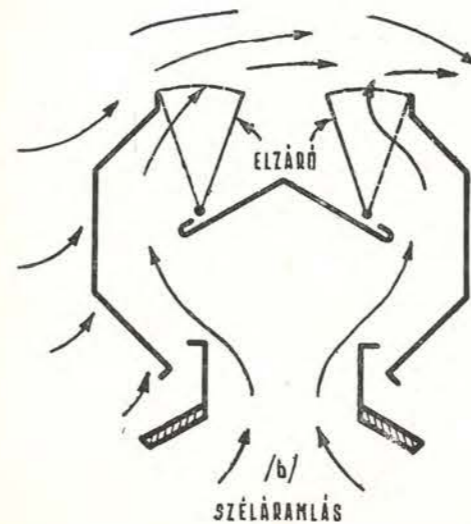
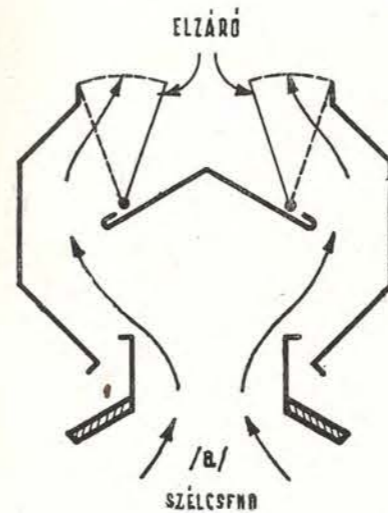
21. ábra

22. ábra

idéz elő vácuumot a csatornában, ha az iránya vízszintes, vagy pedig bizonyos szög alatt felfelé halad.

Ha a szél lefelé irányul, akkor a külső levegő kezd a csatornába befújni. A szellőztetőnek fejformát adva kikapcsoljuk ennek a veszélyét és biztosítjuk a csatornán keresztüli állandó kiszívást, bármely irányú is legyen a külső levegő árama. — A 21. ábra henger alakú, fémburkolatú, ventilátortípust mutat, mely úgy van szerkesztve, hogy bármely irányból jövő szél esetén is hatékony. Ehhez szabályozót lehet felszerelni, mely a működését hideg időben, vagy nagy szél esetén szűkség szerint lefojtja.

Csendes időben ugyanolyan szellőzési feltételeket ad, mint bármely más tetőnyílás, melynek hasonló nyílásfelülete és magassága van. Felszerelhető erre a berendezésre motor által működésbe hozott ventilátorszárny is. Ventilátorszárnyak felszerelése esetén a szellőzőberendezés sokkal rugalmasabb lesz és még a legmelegebb időben is biztosítani tudja percenként egy bizonyos megadott levegőmennyiségnek a mozgását.



22. ábra

A 22. ábra áramvonalas deflektort ábrázol. — Az előzőtől ez abban különbözik, hogy a nyílásfelülete nagyobb, ezzel szemben nincs meg az az előnye, hogy minden szélirány mellett egyformán hatékony, valamint a ventilátorszárnyak felszerelésére sem alkalmas.

Ha a fenti tetőszellőzőket monitor ablakokkal együtt használják, ezek csendes napokon közösen működnek, bár a deflektorok hatása csak csekély mértékben nyilvánul meg, viszonylag kis nyílás-területük következtében. Ha a szél fúj, úgy egyszerre működnek, feltéve, hogy a széllel szemben levő ablakszárnyak zárva vannak. Ha a ventilátorszárnyak működésben vannak és ugyanakkor a monitorablak nyitva van, az utóbbi könnyen lehetővé teszi a levegő rövid úton való eltávozását a ventilátorszárnyakon keresztül. — Ha egy épület elhatárolt helyén nagy melegmennyiséget előidéző melegforrások vannak, ajánlatos ezen helyek fölé különleges óvintézkedésként ventilátort felszerelni. Ha a ventilátorok járnak, a szomszédos monitorablakokat be lehet zárni, így friss levegő az épület más részéből szívódik be, míg a meleg levegőt a ventilátor húzza ki.

Gépi erővel működő szellőző készülékek különösen olyan ipari üzemeknél igen hasznosak, ahol az ablakokat nem szabad kinyitni. A ventilátorok méretét, típusát és elhelyezését az épület megtervezése előtt kell meghatározni, — így a vázszerkezetet ennek megfelelően lehet elkészíteni. A ventilátor önsúlya és a nagy henger alakú deflektorra ható szél által okozott forgatónyomaték miatt, a ventilátor alá, különleges áthidaló gerendák szükségesek (esetleg könnyű merevítőbordákkal lehet az áthidalógerendákat vízszintesen megerősíteni).

Minden deflektornál a következő követelmények állnak fenn:

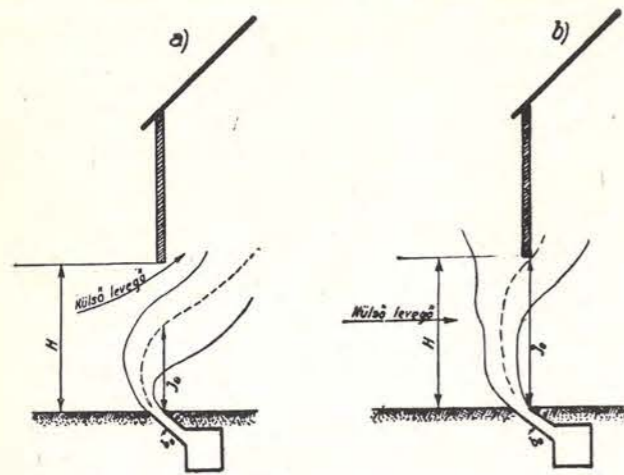
1. A deflektorfejnek minimális méretei mellett a csatornában a lehető legnagyobb depressióképződést és légszállítást kell biztosítani.
2. A deflektor úgy határolja el a nyílást, hogy ebbe a szél belefújhat, de az eső és a hó nem eshet be.
3. A deflektor szerkezete egyszerű és különböző építési anyagokból összeállítható legyen.

XIII.

Szabad nyílásoknak a betóduló hideg levegő elleni megóvása (légfüggönyök)

Egyes épületekben — például kultúrházakban, ipari üzemekben és raktárakban is — az ajtók, vagy a kapuk hosszú ideig maradnak nyitva. A betóduló téli hideg levegő ellen leghatásosabb a szélfogó kamrák és a különböző fajtájú légfüggönyök létesítése.

Ipari üzemeknél a szélfogó kamráknak elég mélyeknek kell lenni, hogy mikor csillék, vagy másfajta szállítmányok kilépnek, egyszerre csak egy, vagy a külső, vagy a belső ajtó maradjon nyitva. Ezért a szélfogó kamrákat akként kell méretezni, hogy az előbb említett szállítmányok egészen elférjenek bennük, ami nem mindig lesz lehetséges. — Ilyen esetekben a betóduló hideg levegővel szemben légfüggönyöket alkalmazunk — (lásd 23. ábrát).



23. ábra

Elgondolásuk igen egyszerű:

A nyílás alsó részén, egész hossza mentén egy speciális ré en kere ztül, bizonyos szög alatt jelentős mennyiségű levegőt nyomnak be (8–15 m/mp sebességgel), mely légfüggőnyt képez. A külső levegő árama a helyiség felé hatolva találkozik a légfüggőnyvel és igyekezni fog ezt horizontális irányban elhajlítani. — Ha az γ_0 koordináta által meghatározott, a légfüggőny tengelytrajektor metszése által képezett pont lejjebb fekszik, mint a nyílás felső szélé ($\gamma_0 < H$), — akkor a nyílás felső részén át hideg levegő fog benyomulni a helyiségbe. Ha azonban ez a pont feljebb fekszik, mint a nyílás felső szélé ($\gamma_0 > H$), akkor a külső levegő nem tud a helyiségbe tódulni. Ahhoz, hogy a légfüggőny eleget tegyen rendeltetésének, olyan sebességet és szélességet kell a résen beadagolandó levegőnek adni, hogy fenti feltételeknek megfeleljen.

Sepelyev és Baturin a légfüggőnyök számítására vonatkozólag a következő képletet ajánlják:

$$\gamma_0 = \frac{0,27 \sin^2 \alpha \cos \alpha c_0^2 b_0}{a v^2}$$

ahol: α = a légáram hajlási szöge a külső kapu felülete felé (rendszerint 45°).

b_0 = a rés szélessége a levegő beengedésére m-ben.

c_0 = a légáram kezdő középsebessége m/mp-ben.

v = a külső betóduló levegő áramlásának sebessége a nyílásban, a szél erejének hatása alatt. (m/mp-ben)

a = a résen beadagolt légáram örvénylési koefficiense (rendszen 0,2-vel egyenlő).

Ezen képlettel kiszámítható az γ_0 , illetve a nyílás H magassága.

Ha adva van a nyílás magassága H , aminek feltétlenül kisebbnek kell lenni az γ_0 értékénél, úgy fenti képlet alapján ugyanúgy kiszámítható a befúvó levegő kezdő sebessége, vagy a befúvó csatorna szélessége.

Végül, ha a légfüggőny által elfedett nyílás az épületnek egyedüli szabad nyílása, — akkor szélcsendben, — elméletileg a nyílás alsó részében beáramlás, felső részében pedig kiáramlás állna elő. Valóságban azonban ipari épületeknél, — szélcsendben is az ilyen nyílások végig beömlésre működnek, mivel az épületen jelentős számú és területű hézag létezik, különösen a felülvilágítók és ablakok kereteinél.

Fentiek miatt a helyiségbe betóduló külső hideg levegő ellen folytatott küzdelemnél, a légfüggőnyök létesítését a leghatásosabb módnak kell tekintenünk.

IRODALOM

- Dunham: Szellőzés.
G. A. Maximov: Fűtés-szellőzés.
V. V. Baturin: Ipari Szellőztetés.
Sz. E. Butakov: Ipari Szellőzőberendezések Légerőtan.
I. A. Sepelyev: Légfüggőnyök.

HŰTŐTORNYOK TECHNOLÓGIÁJA

ZATHURECZKY ÁRPÁD

A modern ipari üzemek úgyszólván kivétel nélkül nagymennyiségű alacsony hőfokú vizet igényelnek hűtés céljaira. Mivel a hűtővizigény nem mindig elégíthető ki a természetben fellelhető vízzel, szükség van a hűtővíz többszöri felhasználására, a felmelegedett víz visszahűtésére.

Egy napi 600 tonna teljesítőképességű vaskohó óránként 600 m³ hűtővizet igényel. Egy vákuumkondenzációs erőmű hűtővízszükséglete a termelt gőzmennyiség súlyának 60-szorosa. A frakcionált lepárlással dolgozó nyersolajfinomítás, a szénlepárlás, a vegyipar, a sörgyártás egyaránt nagyigényű hűtővíz-fogyasztók. Összehasonlításképpen a nagy vízmennyiségekre szolgáljon az a tény, hogy a November 7 Erőmű hűtővízfogyasztása több, mint Nagybudapest vízszükségletének kétszerese.

A vízűtés praktikus módon a circulációban résztvevő hűtővízmennyiség egy kis részének elpárologtatásával oldható meg. Az elpárologtatott hűtés alkalmazásának különböző változatai a hűtőtő hűtőtornyok, és a permetező- és szóróhűtők. Ezek közül a berendezések közül a legkisebb helyszükséglete a hűtőtornynak van. Ez a berendezés mentesíti leginkább a környezetet a képződő pára kellemetlen hatásától, télen a jégképződéstől és óvja meg a circulációban résztvevő vízmennyiséget a szennyeződéstől a szél által okozott veszteségtől.

A legkisebb hűtőtornyok 40–50 m³/óra víz visszahűtésére szolgálnak. Az eddig épített legnagyobb hűtőtornyok 35 000 m³/óra víz visszahűtését végzi.

A hűtőtornyok alapjában véve egy nagy hőcserélő, amelyben a hűtővíz a melegtartalmát az atmoszféra levegőjének adja át.

Ha a circuláltatott V_w [m³/ó] vízmennyiségből Q [kgkal/ó] melegtartalmát akarunk elvonni, akkor a melegvíz hőfokát t_{w1} C°-al, a hűtött víz hőfokát t_{w2} C°-al jelölve:

$$Q = V_w (t_{w1} - t_{w2}) 1000 \text{ [kgkal/ó]} \quad (1)$$

a víz fajhőjét kerekén 1 kgkal/C° fajsúlyát 1000 kg/m³-el számítva.

A melegvíz és hűtött víz hőfokkülönbségét, ($t_{w1} - t_{w2}$) értékét nevezzük *hűtési zónának*.

A Q melegtartalmát az atmoszféra levegőmennyiségének egy részével V_L kg/ó levegővel vezetjük el. Ha a melegtartalom felvétele előtt a levegő melegtartalma i_1 [kgkal/kg] volt és utána i_2 [kgkal/kg] melegtartalommal távozik a hűtőtornyból, akkor az elvezetett melegtartalom:

$$Q = V_L (i_2 - i_1) \text{ kgkal/ó} \quad (2)$$

A levegő melegtartalma a hőfoktól és nedvességtartalomtól függ. Mollier szerint

$$i = 0,24 t + x (595 + 0,46 t) \quad (3)$$

Ahol x [kg/kg] az 1 kg száraz levegőre számított nedvességtartalmat t [C°] a hőfokot jelenti.

Mivel a hőfok egyedül nem határozza meg a levegő melegtartalmát, a hűtőtornyokkal kapcsolatban a levegő jellemzésére a *nedves hőmérséklet* t_f [C°] más néven a harmatpontot használjuk, mely egyben az elpárologtatott hűtés fizikai hűtési határát is jelenti.

Nézzük meg egy hűtőtornyok működését, melyet »A«-val jelölünk.

Legyen a hűtővíz mennyisége $V_w = 10.000$ m³/ó, melyet a hűtőtorny $t_{w1} = 37$ C°-ról $t_{w2} = 27$ C°-ra hűt vissza 15 C° hőmérsékletű 70%-os telítésű, azaz $t_f = 12$ C° nedves hőmérsékletű levegővel.

Az elvezetett melegtartalom (1) szerint $Q = 10.000 \cdot (37 - 27) \cdot 1000 = 10^6 \text{ kgkal/ó}$.

Egy másik hűtőtorny, melyet »B«-vel jelölünk, ugyanezt a 10.000 m³/ó vízmennyiséget, ugyancsak 12 C° nedves hőmérsékletű levegővel 32 C°-ról 22 C°-ra hűti le. A kalórikus teljesítménye lesz:

$$Q = 10.000 \cdot (32 - 22) \cdot 1000 = 10 \times 10^6 \text{ kgkal/ó}$$

A hűtőtornyok összehasonlítására a *jósági számot* használjuk, melynek számlálójában a hűtési zóna, nevezőjében a melegvíz és a levegő nedves hőmérsékletének különbsége szerepel.

$$E = \frac{t_{w1} - t_{w2}}{t_{w1} - t_f} \quad (4)$$

A fenti két esetben:

$$E_A = \frac{37 - 27}{37 - 12} = 0,4$$

$$E_B = \frac{32 - 22}{32 - 12} = 0,5$$

»A« hűtőtornyok 40%-os, »B« hűtőtornyok 50%-os jósági fokkal működik.

A hűtővízzel szemben mindenütt az a követelmény, hogy mennél alacsonyabb hőfokon álljon rendelkezésre, ami az atmoszféra levegőjének éves napszakonkénti természetes változását is figyelembevéve annyit jelent, hogy a hűtőtornyok legmagasabb jósági fokon való működése kívánatos.

Mielőtt a jobb hatásfok elérésére alkalmazott módszereket vizsgálnánk, nézzük meg a hűtőtornyok szerkezetét.

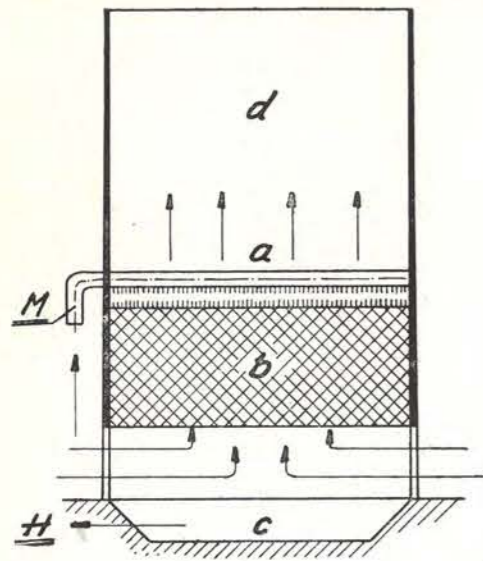
Építési módozataik szerint a hűtőtornyokat a DIN 1947. sz. norma a következő típusokra osztja (1. ábra) (MNOSZ készülében van).

Természetes szellőzésűek:

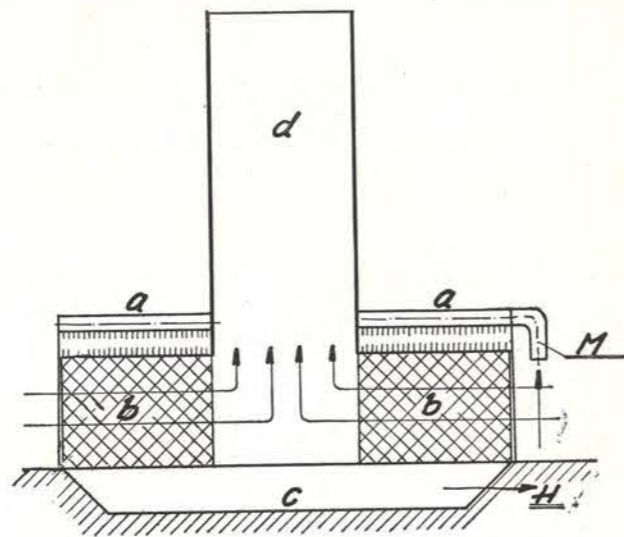
- A) ellenáramú hűtőtorny,
- B) keresztáramú hűtőtorny,
- C) kombinált kereszt és ellenáramlású hűtőtorny.

Mesterséges szellőzésűek:

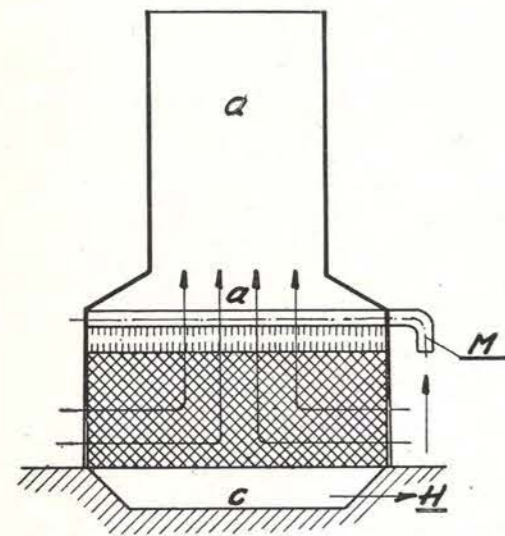
- D) szívóventilátoros hűtőtorny,
- E) nyomóventilátoros hűtőtorny.



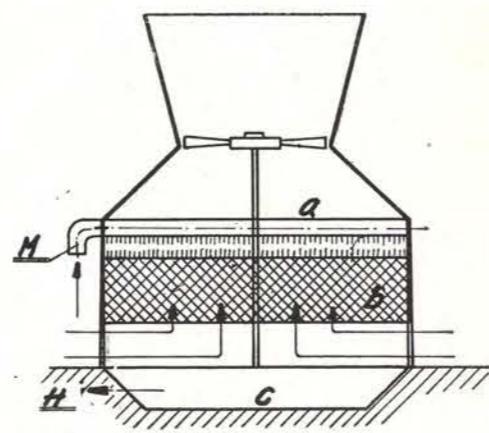
A. Ellenáramú hűtőtorny.



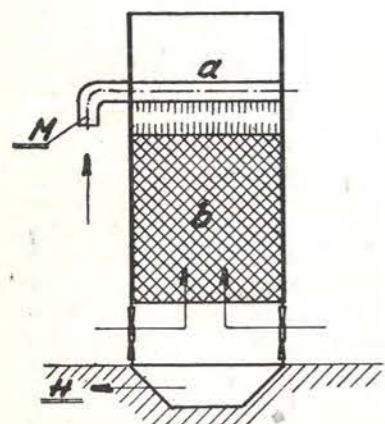
B. Keresztáramú hűtőtorny.



C. Kombinált kereszt és ellenáramú hűtőtorny.



D. Szívóventilátoros hűtőtorny.



E. Nyomóventilátoros hűtőtorny.

1. A, B, C, D, E ábrák.
Hűtőtorny típusok

- a) Vízelosztás.
b) Hűtőszerkezet.
c) Vízugyjtő medence.
d) Kémény.
M) Melegvíz bevezetés.
H) Hűtővíz elvezetés.

Az elpárologtatás biztosítására a hűtendő vizet szétszórva nagy felületen kell a levegővel érintkeztetni és biztosítani kell a képződő pára felvételéhez a kellő mennyiségű levegő hozzá- és elvezetését. Ennek megfelelően a hűtőtornyok alkatrészei:

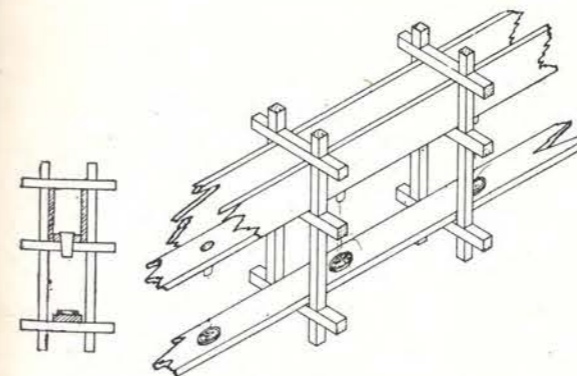
- a) vízelosztó- és szóróberendezések;
b) hűtőfelületek (hűtőrácsozatok);
c) vízgyűjtőmedence;
d) kémény, vagy ventilátor a légcserre biztosításához.

Természetes szellőzésű hűtőtornyok

a) Vízelosztó és szóróberendezés.

A vízelosztás céljaira legjobban bevált módszer a fából készült, felül nyitott csatornahálózat. A facsatornákból a csatornák aljába erősített porcelán csöveken át sugárban ömlik a víz a csövek alá beépített, ugyancsak porcelánból készült szórótányérokra, melyek a vízugarat apró cseppekre porlasztják szét (2. ábra). A csövecskék $\frac{1}{2}$ "–1" átmérővel készülnek, nem korrodálnak, a vízkőtől, lerakódástól könnyen tisztíthatók. Előnye még ennek a rendszernek, hogy szemben a fúvókákkal, vagy a Segner-kerékkel történő porlasztással a vízelosztás szivattyú munkát nem igényel. A berendezés ellenőrzése és tisztogatása könnyen elvégezhető. A csatornába beépített faanyag nem nagymennyiségű, 100 m³/ó vízmennyiséghez kb. 0,6–0,8 m³ faanyag szükséges és a vízelosztó csatornába beépített faanyag aránylag kevésbé rothad és pusztul.

A vízelosztáshoz és szóráshoz továbbra is ezt az egész világon elterjedt rendszert alkalmazzuk, mely az elsorolt előnyökön kívül üzembiztossága és olcsósága miatt is az e célra legjobban bevált szerkezet (2. ábra).



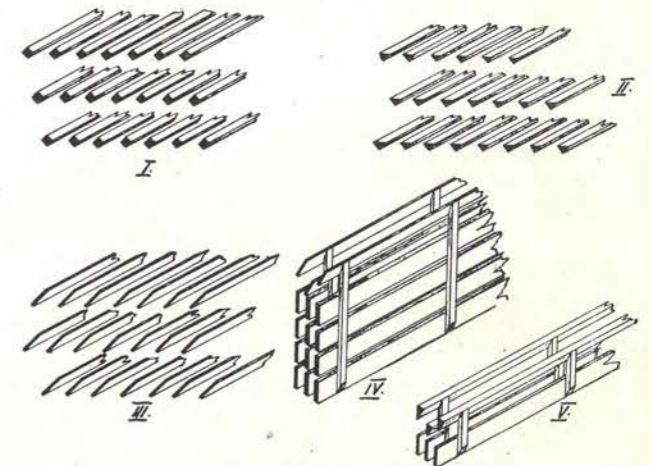
2. ábra. Fa vízelosztó csatorna.

b) Hűtőfelületek

A szóróberendezésről a melegvíz cseppekre bontva a hűtőfelületekre hull. A hűtőtornyok legkritikusabb része a hűtőfelületek beépítési módja. A jó elpárologtatáshoz biztosítani kell a víz és a levegő intenzív érintkezését, s a nagy felületeket a torony méreteinek csökkentése érdekében kis helyen kell

beépíteni. Egy átlagos hatásfokú hűtőtornyban 1 m³/ó vízhez legalább 8–10 m² hűtőfelület beépítése szükséges. A hűtőtorny hatásfoka elsősorban a beépített rácsozat helyes kialakításán múlik.

Eddig horganyzott vaslemezről, de főleg fából készítették a hűtőtornyok belső szerkezetét, a jelenleg épített hűtőtornyok is farácsozattal készülnek. A fa-hűtőszerkezet évtizedes gyakorlat és kísérletezés folytán számtalan variáción keresztül fejlődött. A lécekből és deszkákból összeállított szerkezeteknél mindenütt a legkevesebb anyagból összeállított legnagyobb felületű szerkezetet kívánták elérni. A sok megoldás közül néhány elrendeztetést a 3. ábra mutat.



3. ábra. Hűtőrácsozatok elemei.

A hűtőrácsozat faanyagából az átfolyó melegvíz a lignint kioldja, az anyag impregnálására, vagy telítésére részben a beépítendő nagy mennyiség, részben a hűtővíz tisztaságának megóvása érdekében kevés lehetőség nyílik. Télen a ráfagyott jégtömbök, egyes esetben a ráakódott vízkő súlyát is figyelembe kell venni kialakításukkor.

Egy 10.000 m³/ó teljesítményű hűtőtornyba legalább 550–600 m³ fát kell beépíteni hűtőfelületek részére és ha figyelembe vesszük, hogy ezt a hatalmas mennyiséget 5–6 évenként cserélni kell, nyilvánvaló, hogy a hőfelületek céljaira más anyagot kell alkalmaznunk a könnyen pusztuló faalkatrészek kiküszöbölésére.

Az Iparterv által tervezett nagy hűtőtornyok belső hűtőrácsozatának alátámasztását faoszlopok és gerendák helyett vasbetonoszlopokkal és gerendákkal oldottuk meg.

A hűtőtornyok javítása így kb. 30%-kal kevesebb faanyagot igényel és a karbantartó munkálatok könnyebben, gyorsabban, esetleg a hűtőtorny egy részének kikapcsolásával üzemközben is elvégezhetők.

A faanyaggal való takarékoság és a tartósság egyaránt a faszervezet teljes kiküszöbölését tűzi ki feladatul a jövőben tervezett hűtőtornyok beépítésénél. Külföldi vállalatok alumínium-lemezek beépítésével kísérleteznek. A mi viszonyainkban ennél gazdaságosabb megoldást ajánl Nagy Zoltán mérnök

áramban található az alsó részen a kéményhatás által beszívott levegővel. Mennél jobb a hatások [(4) képlet] annál kisebb a külső levegő és a kéményben távozó telített levegő fajsúlya közt a különbség. A hatások emeléséhez tehát nagyobb huzatot, ehhez magasabb kéményt kell alkalmazni. Növelni kell a hűtéshez felhasználható levegőmennyiséget, mivel az $(i_2 - i_1)$ melegtartalom növekedés az alacsonyabb kéményhőmérséklet miatt szintén csökken [(2) képlet].

A vízelosztásnál mérsékelni kell a rácsozaton áthulló vízcspek sűrűségét és az így előálló nagyobb alapterület, valamint a nagyobb levegőmennyiség miatt kellő átszellőzés biztosítására magasabban kell bevezetni a hűtőtornyba a melegvizet.

A jobb hatások ezek szerint a természetes szellőzésű hűtőtornyoknál csak a méretek tetemes növelésével érhető el. A szükséges változtatás arányát egy 10.000 m³/ó teljesítményű hűtőtornyra az (5. ábra) mutatja, ahol be van jelölve a hűtött víz hőmérséklet, a hatások és a torony kéménymagassága közti összefüggés. (Vizsgálatunknál a torony átmérő-magasság viszonyt állandónak tekintettük a 60 m-es magassághoz 46 m alsó átmérő tartozik.)

A ventilátoros hűtőtornyoknál a jobb hatások elérésének módja a hűtőegységek, cellák számának növelése, melynek mértékét a hatások, illetve a kívánt hűtővízhőfok függvényében az összehasonlítás céljából ugyancsak az 5. ábrában tüntettük fel.

A szellőzőgépek energiafogyasztásának számításánál legalább 60%-ra vettük fel a csavarventilátorok hatásfokát. A 60%-os hatásfokot ilyen esetben nem ítéltjük túlzottnak. A 10.000 m³/ó teljesítményű hűtőtornyhoz szükséges többszáz kW-os energiaszükséglet pontosan illusztrálja a ventilátorok jó hatásfokának fontosságát. A természetes szellőzésű hűtéshez szükséges energiamennyiség nagyságát némileg enyhíti, de ki nem egyenlíti az a körülmény, hogy a melegviznek a hűtőtornyra való feladásához a vízelosztás magassága miatt kevesebb szivattyúmunka kell, mint a természetes szellőzésnél.

A természetes és mesterséges szellőzésű hűtőtornyok összehasonlítása

Hibás lenne a jósági fok szerint való megítélést a hűtőtornyok és a hűtés gazdaságosságának összehasonlításánál kizárólagos szempontnak felvenni.

A megfelelő típus kiválasztásánál elsősorban a hűtendő berendezés által az üzembiztonság szempontjából megkívánt maximális hűtöttvízhőmérsékletet, ezenkívül a hűtendő vízmennyiséget, a környező légkörben előforduló maximális levegőhőmérsékletet, a rendelkezésre álló frissvíz mennyiségét, hőfokát, a hűtőtorny elhelyezésére rendelkezésre álló területet, a szélirányt, szélesebbséget, a téli és nyári hűtővízszükséglet változását, a hűtővíz fizikai és kémiai szennyeződését, stb. mind figyelembe kell venni. Befolyásolja a döntést az elkészítésre szánt idő is.

A leggazdaságosabb megoldást az adott viszonyok és a különböző típusok üzemi tulajdonságainak ismeretében végzett számítások alapján lehet csak kiválasztani és ilyenformán a kiválasztásra egyértelmű szabály nem állítható fel.

Megállapíthatjuk azonban, hogy nálunk általánosságban nagy hűtővízmennyiségek visszahűtésére természetes szellőzésű hűtőtornyok építése gazdaságos. Kivételt képeznek a kondenzációs erőművek, melyekhez az *Erőterv* által elvégzett számítások kimutatták, hogy $E = 75-80\%$ jósági fokú mesterséges szellőzésű hűtőtornyok gazdaságosabbak. Kondenzációs erőműveknél ugyanis a szellőztetésre fordított nagy energiamennyiség bőven megtérül az alacsony hőfokú hűtővízzel a kondenzátorban előállított nagyobb vákuummal elért jobb hatásokkal és az ezzel járó szénmegtakarítással.

A hűtővízellátás problémájának megoldásához egyaránt szükség van természetes és mesterséges szellőztetésű hűtőtornyokra. Feladatunk az, hogy mindkét típus megoldásainál a legjobb és a legolcsóbb berendezések megtervezésével biztosítsuk jó hűtővízellátással az üzemek leggazdaságosabb működését.

HÉJSZERKEZETŰ VASBETON HŰTŐTORNYOK

HOMONNAI TAMÁS

I. A torony alakjának megválasztása

A hűtőtorny kéményként működő felépítménye forgás felületű vasbeton héjszerkezet. A levegő a héj alátámasztásául szolgáló rácsos oszloprendszer tág közein áramlik a toronyba. (1. ábra.) A medence, valamint a vízelosztó berendezést alátámasztó gerendák és oszlopok különösen jóminőségű, tömör, fagy és vegyi hatásoknak ellenálló betonból kell készüljenek. A vegyi hatásokkal szembeni ellenálló képességre azért van szükség, mert az alig cserélődő víz idővel a környező ipartelep levegőjéből a betonra agresszív anyagokat vesz fel. Egy súlyos rongálódást szenvedett torony hűtővizének vegyelemzése 1638 mg/l SO₃ agresszivitást mutatott ki.

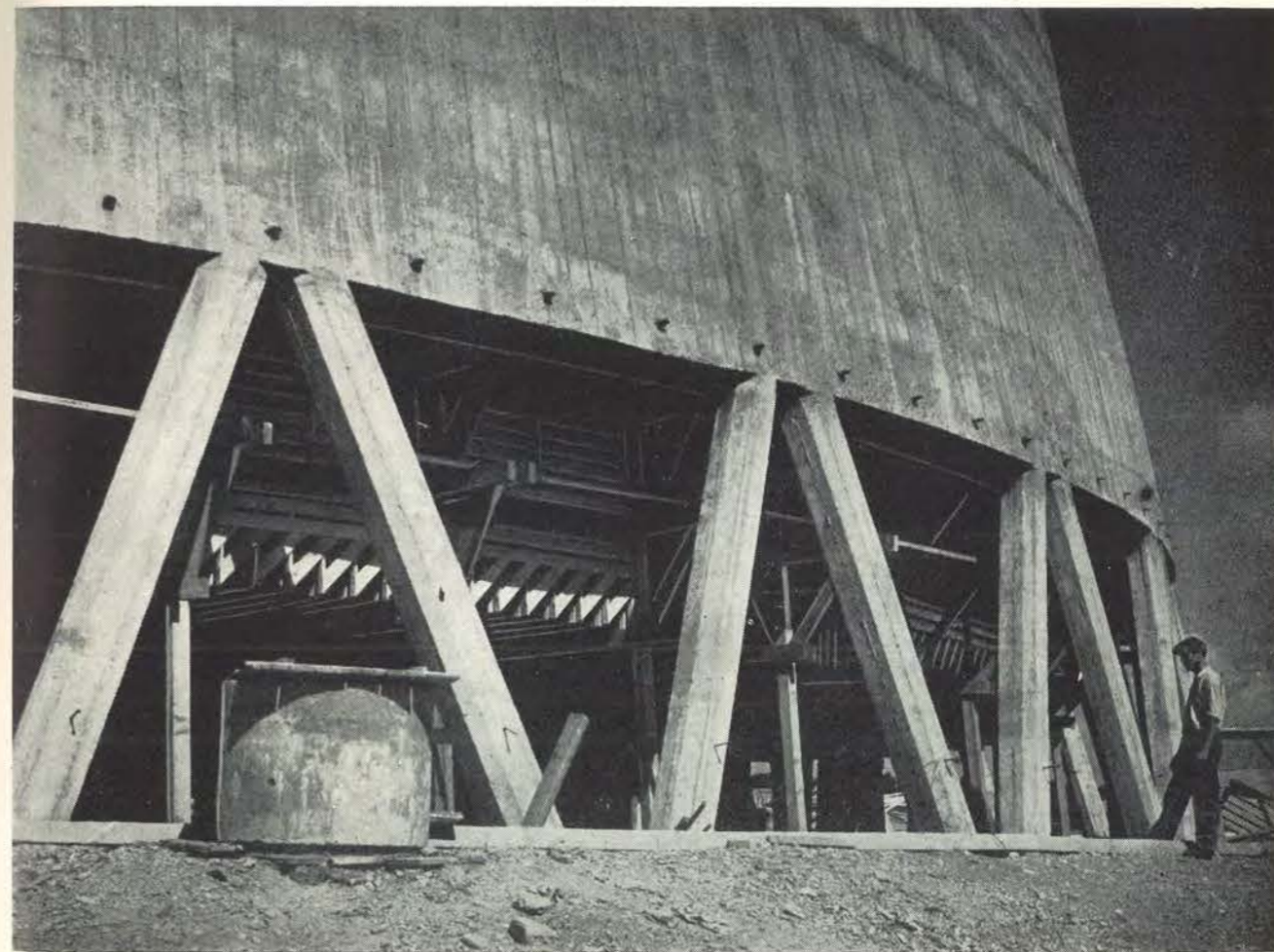
Az I. táblázat néhány megépült hűtőtorny anyagfelhasználását tünteti fel. A táblázat első sorában a toronyok »H« terepszint feletti magassága szerepel.

E helyütt nem érdektelen megjegyezni, hogy a torony összes többi jellemző mérete, a vízmedence átmérője, a belső oszlopok magassága, a köpeny legkisebb belvilága, stb., mint a H méret lineáris függvénye adható meg.

I. TÁBLÁZAT

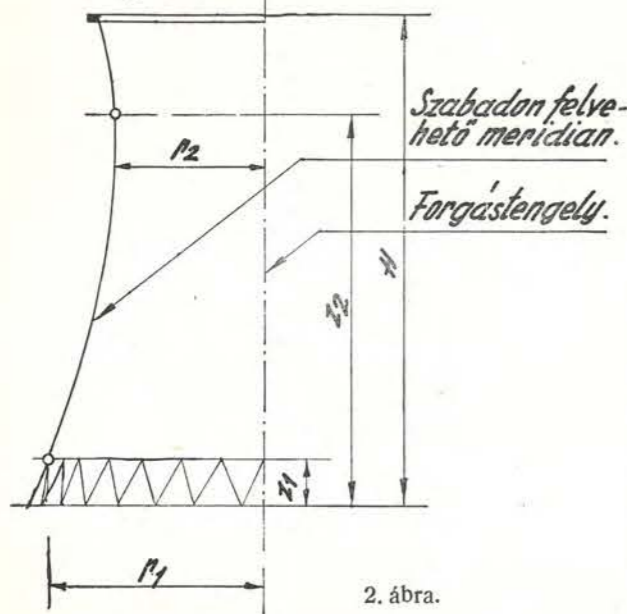
1. H méter	40	60	80	100
2. Beton m ³	970	2300	4500	7800
3. Acél q	730	1730	3380	6000
4. Zsalu és állványfa m ³ ..	50	100	200	280
5. Vízelosztó ber. fa m ³ ..	210	420	800	1150

Az olyan nagy beruházásoknál, mint amilyeneket az I. táblázat adatai szerint a hűtőtornyok építése jelent, a torony alakjának megválasztása nagy gazdasági jelentőséggel bír. A torony energetikai funkcióját tervező kalorikus gépész a torony méreteit a $(z_1; r_1)$, $(z_2; r_2)$ értékpárokkal és a H mérettel adja meg. (2. ábra.)



1. ábra. Rácsos oszloprendszer

A kalórikus tervező által megszabott méretek.



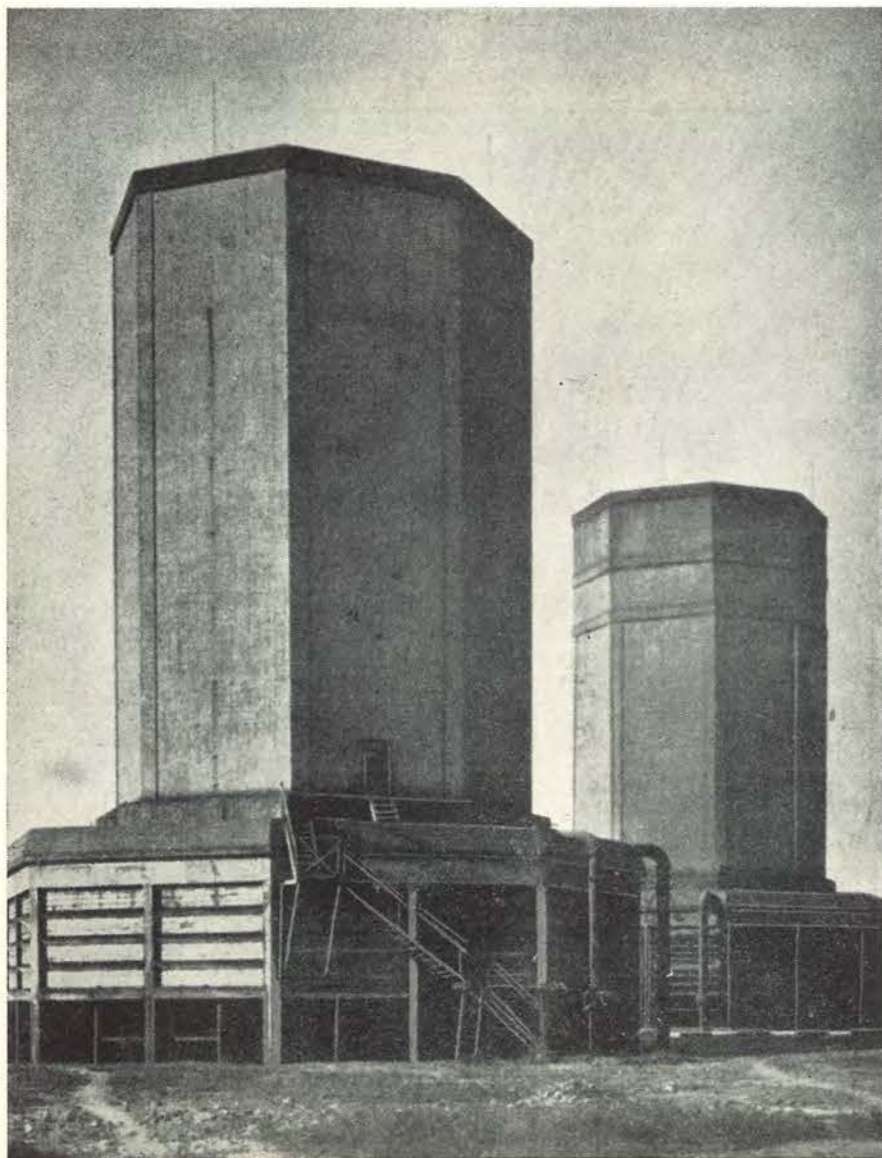
2. ábra.

A vasbeton tervezőre hárul tehát az a feladat, hogy a 2. ábrán feltüntetett méretek betartása mellett statikai, kivitelezési és esztétikai szempontokra is tekintettel, megválassza a forgásfelületű köpeny leggazdaságosabb és legcélszerűbb meridiánvonalát. A meridiánvonal kalórikus szempontból kötetlen voltát különben mi sem tanúsítja ékebben, mint az a változatosság, melyet a régebben épült hűtőtornyok különféle alakjain figyelhetünk meg.

Vessünk ebből a szempontból egy rövid visszapillantást az utolsó 30 év fejlődésére, mely idő alatt a hűtőtornyok külső megjelenése nagy átalakuláson ment keresztül.

Az első vasbeton hűtőtornyok a fából készült tornyok utánzatai, sokszögalaprajz fölé emelt hasáb vagy gúla alakkal épültek. (3. ábra.)

Az 1910-es években Forchheimer, Milankovic, Intze és mások elméleti vizsgálatai alapján nagy fejlődésnek indult a különböző alakú vasbeton víztartályok, medencék és víztornyok építése. E fejlődés az abban az időben épült hűtőtornyok



3. ábra.
Fát utánzó vasbeton hűtőtornyok
kémény

kialakulására is hatással volt. Egy iker kivitelű, kupolára állított hengert a 4. ábra mutat be.

A forgási hiperboloidot Itterson javaslatára alkalmazták első ízben hűtőtornyok céljára. Hazánkban Folly Róbert munkássága nyomán csaknem kizárólag ez az alak terjedt el.

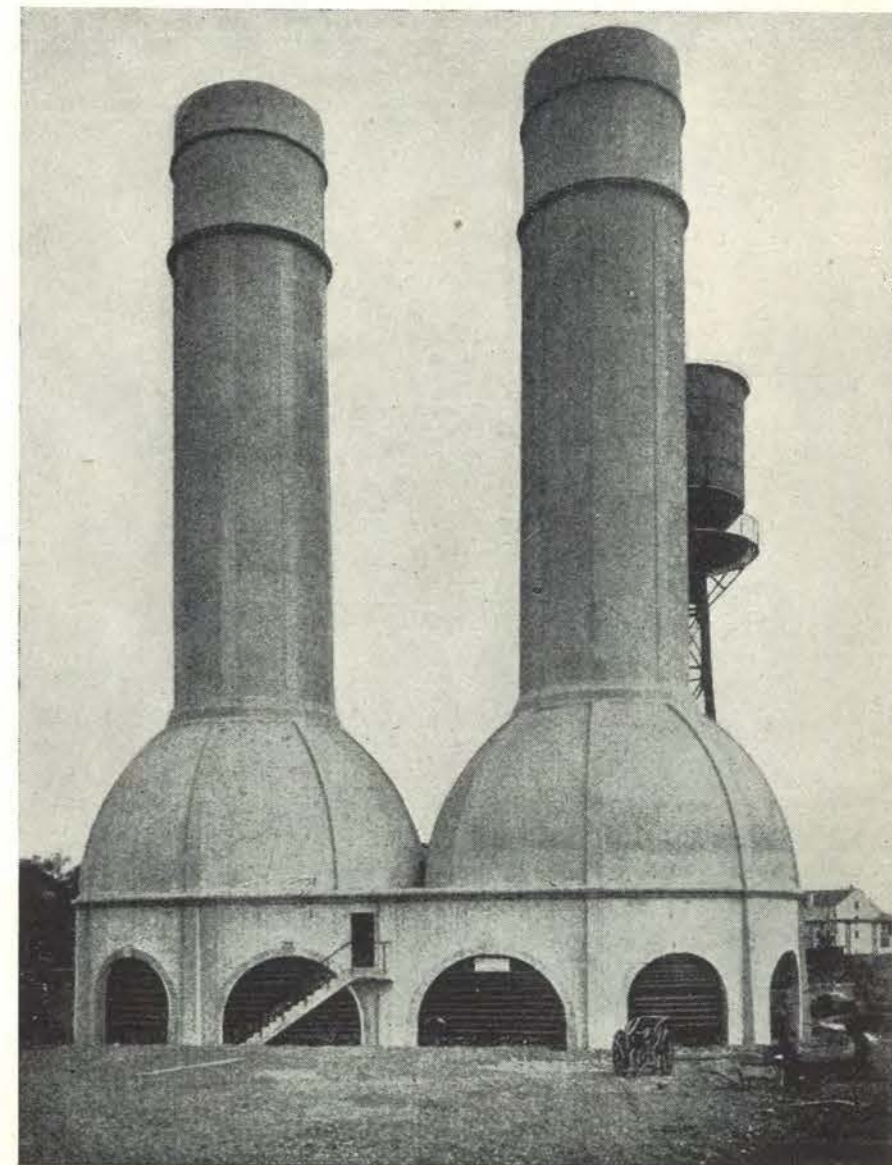
A forgási hiperboloid egyik előnye a csarnokfedésre alkalmazott héjakkal szemben, hogy a 6. ábra szerinti »s« ívhossz növekedésével a felületi normális és a forgástengely által bezárt λ -szög csökken.

E geometriai adottságnak kedvező erőtani következményeiről Fr. Dischinger »Schalen und Rippenkuppeln« című munkájának 218. oldalán a következőket írja:

»Míg hengernél és kúpnál egy vizsgált vízszintes metszet semleges tengelyére ható hajlító nyomaték csupán a külső erő (szélerő) függvénye, addig a kettős görbületű héjaknál egy (a semleges tengelyek által kijelölt) szektor szegélyein ható nyíróerők M_b nyomatéka a külső erők M_K nyomatékát a felület alakja szerint jelentősen növeli

avagy csökkenti. A meridián erők az $M = M_K \pm M_b$ nyomatéktól függenek és kihatnak a vizsgált metszet alatti nyíróerőkre és gyűrűerőkre. Azoknál a héjaknál, melyeknél a $\lambda = f(s)$ -növekvő »s«-el nő, az M_b -növeli az M_K nyomatékot, amelyeknél viszont a λ csökken, azoknál, a nyíróerők nyomatéka csökkenti a szerkezet igénybevételeit. A szélnyomás ellen különösen azok a forgásfelületek kedvezőek, melyeket Itterson hűtőtornyok palástjának céljára alkalmazott. Ezek a hűtőtornyok forgáshiperboloid alakúak és így reájuk nézve a λ -növekvő s-el csökkenő, tehát a nyíróerők csökkentik a külső erők (a szélerők) a nyomatékát.

A forgási hiperboloidnak másik kiváló sajátága, hogy egyenes alkotói vannak és ez lehetővé teszi a héjszerkezet egyenes határolású rombusz, vagy háromszög alakú elemekből való összerakását. Ezen elv szerint 1949-ben Mátrai Gyula tervezett egy hűtőtornyot. A 48 m magas 40 m alapkörátmérőjű torony 66 különböző méretű, soronként 72 egyforma, összesen 4572 darab előregyártott rombikus elemből lett összeállítva.

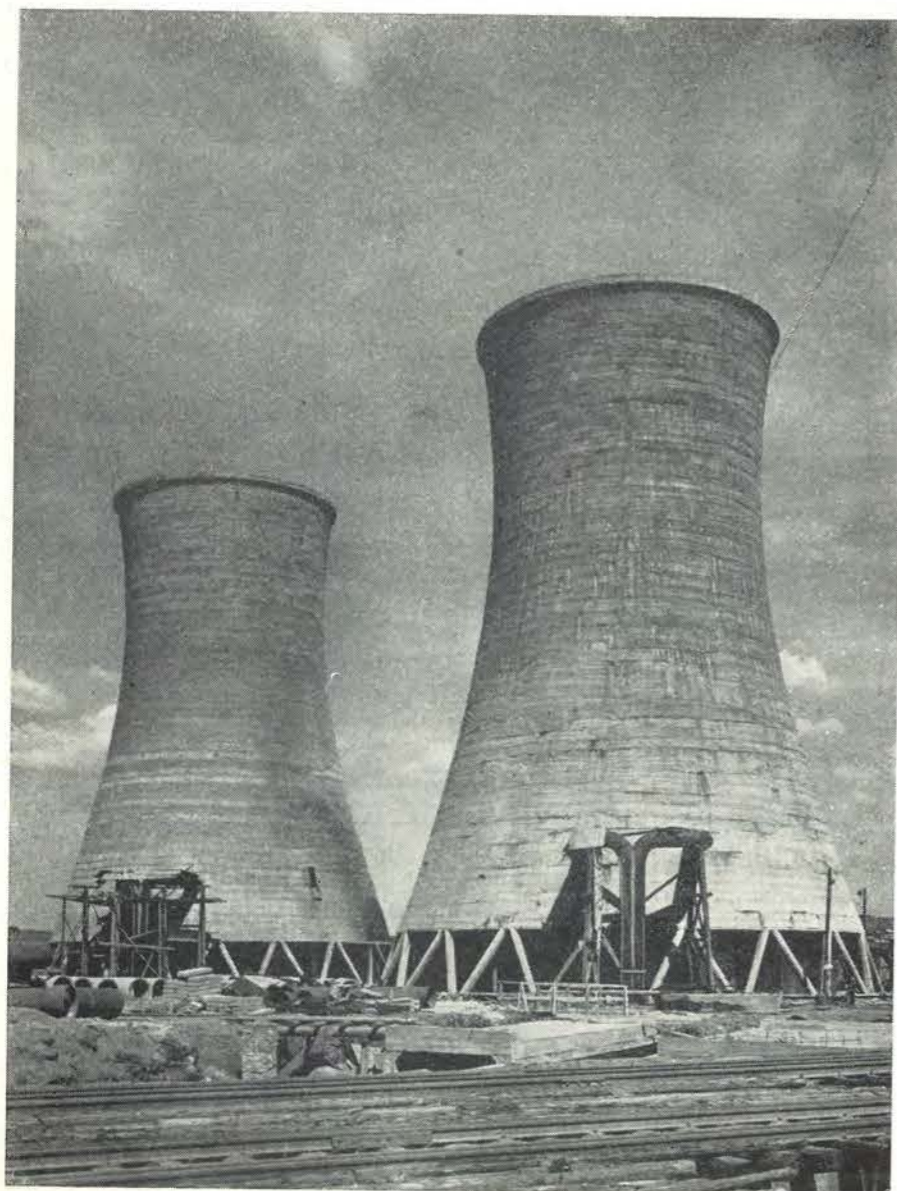


4. ábra.
A »Jóreménység Kohó«
hűtőtornyai

Hűtőtorny palást céljára létezik azonban a hiperboloidnál előnyösebb kettős görbületű felület is. Kövessünk egy egyszerű geometriai megfontolást. Legyenek a térben adottak a 2. ábra szerinti r_1 , r_2 sugarú körök és keressük annak a két adott kört összekötő forgásfelületnek a meridiánját, melynek felszíne minimális. A matematika a felvetett kérdést a szemléletet megcáfoló módon oldja meg, u. i. a keresett minimális felszínű felület nem a csonkakúp, hanem egy olyan forgástest, melynek meridiánvonal az

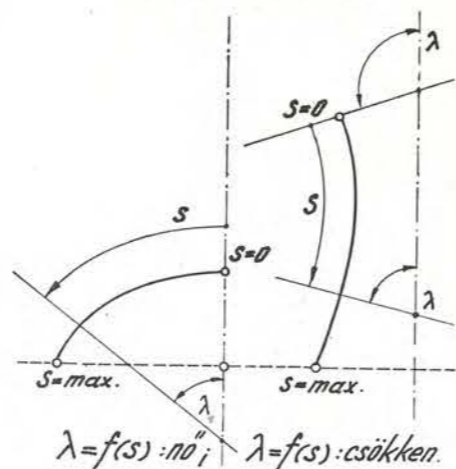
$$r = C_1 ch \frac{z + C_2}{C_1}$$

egyenletű láncgörbe. Ez az eredmény Guldin tételével verifikálható, ha igazoljuk azt, hogy az összes feltételnek eleget tevő görbék közül a láncgörbe súlypontja van legközelebb a forgástengelyhez. A láncgörbe meridiánnal rendelkező forgástest különben szélteherrel szemben éppoly előnyösen viselkedik, mint a hiperboloid. Az ébredő nyíróerők nyomatóka csökkenti a szélterő nyomatókát. A minimális



5. ábra. Forgási hiperboloid alakú hűtőtorny

" λ " változása
"s" függvényében.



6. ábra.

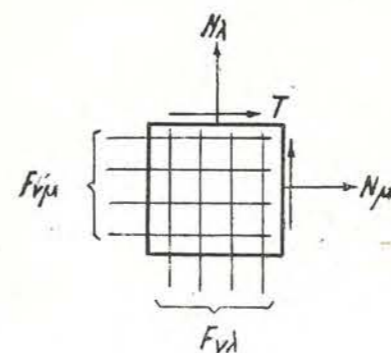
felszín követelményeinek betartása pedig a hiperboloidhoz viszonyított vasbeton és zsaluzóanyag megtakarítást jelent. Az optimális toronyalak meghatározásának kérdése a francia technikusokat is behatóan foglalkoztatta. Jacques Nasser párisi matematikusnak sikerült is ama felületnek a megállapítása, melyben az a szimmetrikus terhelést jelentő szélterő nem okoz nyíróigénybevételt. A Nasser-féle feltételnek eleget tevő felület előnyét a következő gondolatmenet világítja meg: egy héjszerkezetet kétféleképpen lehet vasalni: vagy trajektóriák irányába, vagy ettől eltérő irányú derékszögű hálózat szerint. Leitz szerint (lásd részletesen: »Die Bewehrung von Eisenbetonschalen« Abhandlungen des I. Internationalen Kongresses für Eisenbeton, 1928. Lüttich) utóbbi esetben alkalmazandó acélkeresztmetszetek az alábbi összefüggésekből számíthatók ki (7. ábra.):

$$F_{v\lambda} = \frac{N\lambda + T}{\sigma_v} \quad (N_\lambda \text{ húzóerő})$$

$$F_{v\lambda} = \frac{T}{\sigma_v} \quad (N_\lambda \text{ nyomóerő})$$

$$F_{v\lambda} = \frac{N\mu + T}{\sigma_v} \quad (N_\mu \text{ húzóerő})$$

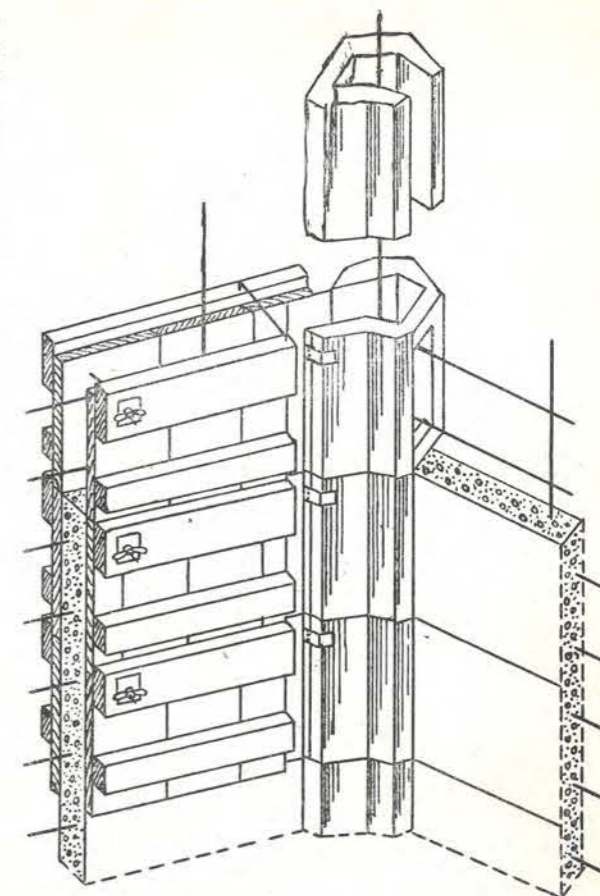
$$F_{v\lambda} = \frac{T}{\sigma_v} \quad (N_\mu \text{ nyomóerő})$$



7. ábra.

Ha tehát egy héjszerkezetben — mint aminő a hűtőtornyok palástja is — nem keletkezik húzó és nyíróerő, akkor elvileg felesleges az acélbetétek alkalmazása! Ismeretes, hogy egy forgás felületben önsúlyból nem származik nyíróerő. Az is kimutatható továbbá, hogy a hűtőtornyok szempontjából szóbajöhető felületek legtöbb pontjában az önsúly okozta nyomás felülmúlja a szél okozta húzóerőt. A Nasser-féle feltételnek eleget tevő felületnek tehát az a praktikus haszna, hogy vasalására elegendő a szabályzat által előírt (I. MNOSZ 15022—51. Á 672.). minimum alkalmazása, azaz a felület egy négyzetméterére jutó acélbetét kg súlya 0,5 v lehet, ahol v a héj cm-ben mért vastagságát jelenti.

A láncgörbe meridiánu, valamint a Nasser nevéhez fűződő felület tulajdonságait azért ismer-



8. ábra.
A Faye-féle zsaluzási rendszer

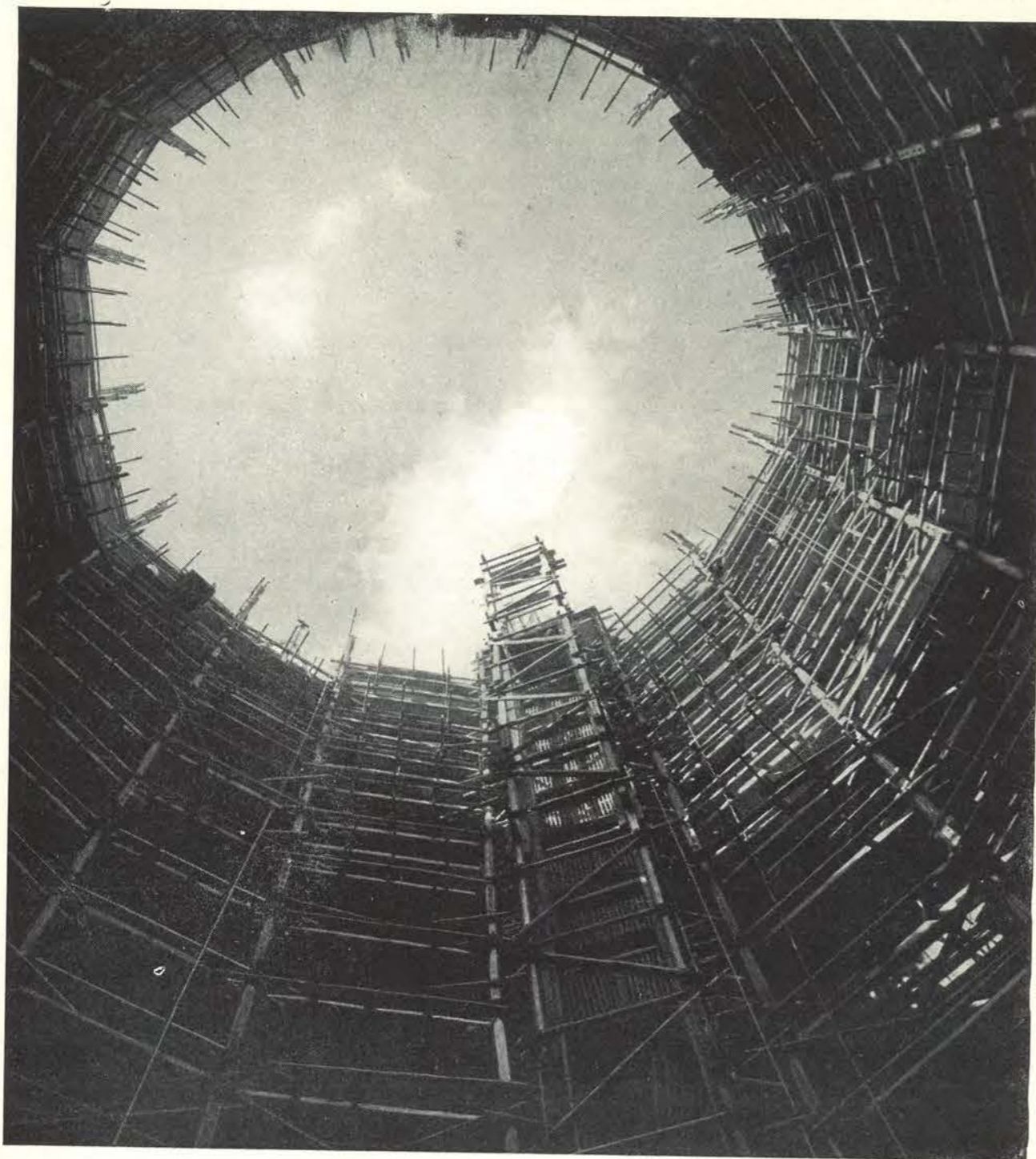
tetem, hogy eloszlassam azt a sajnálatosan elterjedt téves hiedelmet, miszerint a forgási hiperboloid a hűtőtornyok héjak egyedüli célszerű alakja. A gyakorlat igényeit u. i. még ezek a hiperboloidnál kedvezőbb felületek sem elégítették ki.

A tornyok gazdaságos megépítésében nem annyira a különböző matematikai és statikai megfontolásoknak, mint inkább az állványozás és zsaluzás kérdésének van nagy jelentősége.

A különböző alakú tornyok összehasonlítása arra az eredményre vezet, hogy az önsúly és a szélteher csupán a vasbeton határigénybevételének csekély hányadát tevő feszültségeket idéz elő és így nincs értelme a legkedvezőbb felületet ebből a szempontból keresni, hiszen a minimális vasalásra vonatkozó, már hivatkozott szabályzati előírás betartása esetén bármelyik megfelel.

Ezzel szemben a torony összköltségének százalékában a beton 20, az acél 30, a zsaluzás pedig 50 százalékot tesz ki. Munkabér szempontjából még nagyobb a zsaluzás szerepe: az összmunkabér százalékában a betonra a költségek 15, az acélra 20, a zsaluzásra és az állványozásra pedig 65% jut. Egy torony teljes belső állványozása 40 m magasság esetén 350 m³, 60 m magasság esetén pedig körülbelül legalább 700 m³ gömbfa és palló állványanyagot igényel. (8. ábra.)

Az építőfában nagy a hiány, A 9. ábra élesen rávilágít, hogy a hűtőtornyok építésének melyik az a



9. ábra. Hűtőtornyó építési állványa.

költségeleme, melyet csökkenteni elsősorban érdemes és szükséges.

A zsaluzás és állványozás magas költségeinek csökkentésére irányuló törekvés vezette a legújabb hűtőtornyok tervezőit és építőit a kettősgörcbületű felületek kiküszöbölésére és egyszerűsgörcbületű felületek építésére.

Az egyszerűbb szóba jöhető felületek a henger, a kettős csónkakúp és a kettős kombinációja. Az Iparterv 2. irodája által tervezett 38 m magas

hűtőtornyó rendkívül rövid idő alatt való felépítése az egyenes alkotókkal bíró kúpfelületek alkalmazásának eredménye. A torony palástjának magassági növekedése az egyes munkanapokon elérte az 1,40 métert. A felület egyszerűsgörcbületű lehetősége tette a hiperboloidnál alkalmazott $0,70 \times 0,70$ m méretű táblák helyett a 4 m hosszú zsalutáblák használatát, ezek gyors áthelyezését, a forgásfelület könnyű kitűzését és szabatos megépítését. A francia herserangei erőmű 60 m magas és 53 m átmérőjű hűtőtornyai is hasonló alakúak

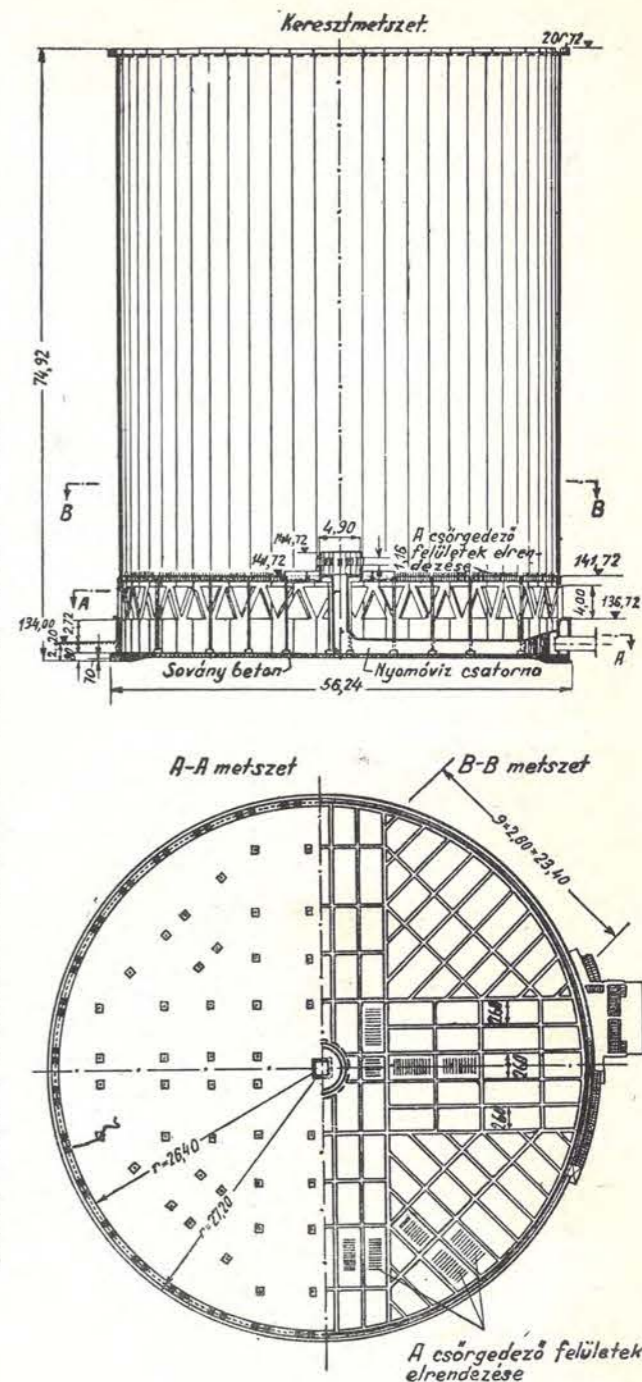
épültek. Köpenyük két olyan csónkakúpból van felépítve, melyet 7 méter magas henger köt össze. Az állványfa megtakarítására acél csőállványt alkalmaztak. A zsaluzási munka a Faye-féle rendszerrel történt. Ennek a zsaluzási rendszernek az a lényege, hogy előregyártott és előrefalazott beton idomtesteken gyári asztalosmunkájú zsalutáblák csúsztathatók. A zsalutáblák hetvenszer kerültek felhasználásra. Az idomtestek utólagos kibetonozása biztosította a szerkezet monolit működését. Az eljárás silók, tartályok és más lemezes szerkezetek építésére is felhasználható. (8. ábra.)

Az állványanyag teljes megtakarításáról számolt be Fr. Vaessen mérnök a »Beton und Stahlbetonbau« hasábjain. Az 1952 tavaszán Köln közelében épült Goldenberg erőmű 75 m magas és 56 m átmérőjű hűtőtornyát azért választották hengeralakúra, hogy csúszó zsaluzást alkalmazhassanak. (10. ábra.) A három műszakban végzett betonozási munka 26 nap alatt fejeződött be. A torony építéséhez csupán anyagfelvonó állványt használtak. A betonozás és a vasszerelés a csúszó zsaluzáshoz erősített körgyűrűjárdáról történt. A csúszó zsaluzást a frissen betonozott köpenyre támaszkodó, a területen egyenletesen kiosztott 88 darab csavaremelővel mozgatták felfelé.

A hengeres torony építése nagyobb vasbeton kubatura beépítésével jár, mint bármelyik ismeretett alakú torony. A »Goldenberg hűtőtornyó«-hoz 400 m^3 -rel több vasbetont használtak fel, mint amennyit a beleírt csónkakúpból összetett torony igényelt volna. Ezen áldozat fejében azonban az állványozás költségében 92%, a torony vasbeton munkájának százalékában pedig 40 százalék volt a megtakarítás az állvány felhasználással járó építésmóddhoz viszonyítva. A felsorolt toronyalakok közül csupán dialektikusan lehet a megfelelőt kiválasztani. A megfelelő alak a toronyt építő ország építőiparának fejlettségétől, szervezettségétől és a rendelkezésre álló építőanyagok értékviszonyaitól függ. Hazánk szocialista építőiparának fejlettsége és az építőfában mutatkozó hiány sürgetően követelik, hogy új hűtőtornyainkat csúszó zsaluzás alkalmazásával építsük!

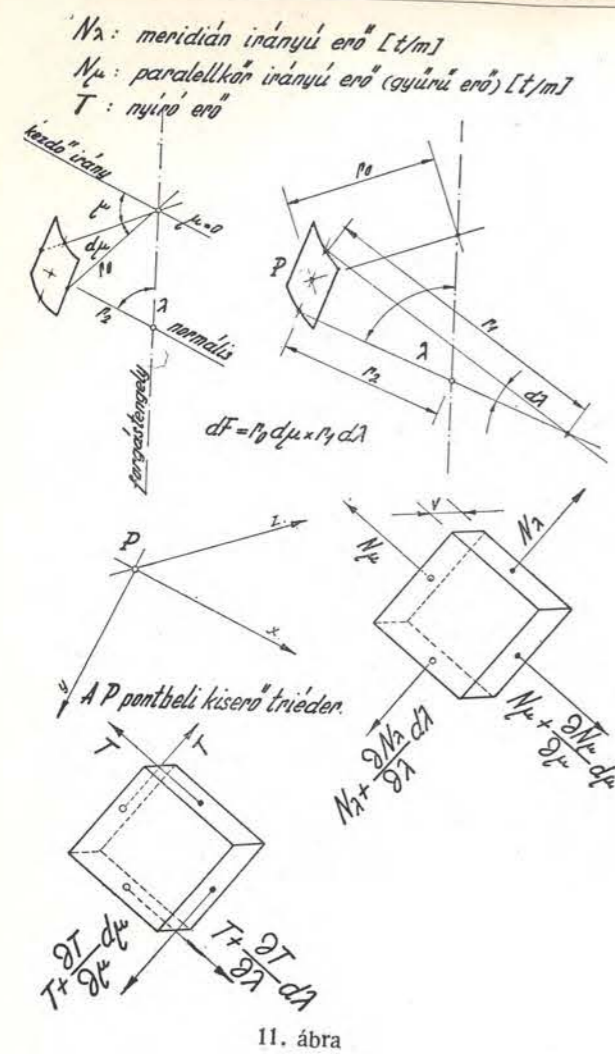
II. Hűtőtornyok statikai számítása

Ha egy hűtőtornyó palástját szélterherre, mint az alaplemezbe befogott körgyűrű keresztmetszetű konzolt az elemi szilárdságtan feltevései szerint méreteznénk, akkor alaposan elszámítanánk magunkat. A lineáris feszültségmegoszlás feltevésével adódó igénybevételek számottevően alatta maradnak a tényleges feszültségeknek. Egy hűtőtornyó palástja vékonyfalú szerkezet; méretezésére a héjelmélethez kell folyamodnunk. A külső erők az önsúly és a szélterher. Járulékos hatások a hőmérsékletváltozás, zsugorodás és a beton lassú alakváltozása. Az a körülmény pedig, hogy a számítások vékony falméretet eredményeznek, a héj horpadással szembeni biztonságának kérdésévé válik. A méretezési képletek ismertetésénél alkalmazott jelöléseket a 11. ábra tünteti fel.

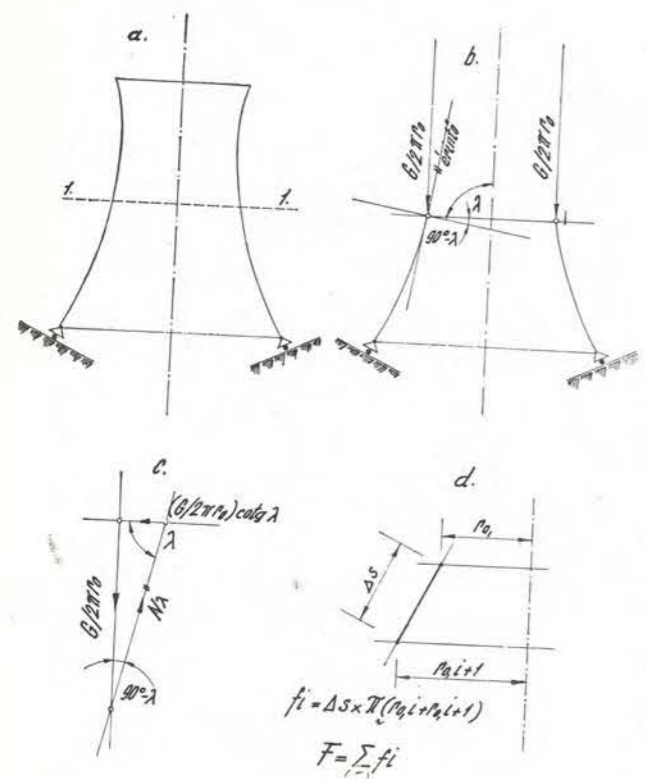


10. ábra. Hengeres hűtőtornyó.

- r_0 a paralelkör sugara (m)
- r_1 a meridián görcbületi sugara (m)
- r_2 a felületi pont távolsága a forgástengelytől a normálison mérve (m)
- λ a forgástengely és a normális által bezárt szög
- $d\lambda$ a λ szög növekménye
- μ a paralelkörön $\mu = 0$ kezdőiránytól mért szög
- $d\mu$ a μ szög növekménye
- v a héj falvastagsága (m)
- x, y, z a kísérő triéder irányjai
- X, Y, Z a terhelés x, y és z irányú összetevői (t/m^2)



11. ábra



12. ábra

N_λ meridiánirányú erő (t/m)
 N_μ paralelkör irányú erő (gyűrű erő) (t/m)
 T nyíró erő (t/m)

Méretezés önsúlya

Legyen a vizsgált héjszerkezet önsúlya az 1 metszet felett G (t) (12. ábra), melynek a kerület 1-folyóméterére jutó értéke $G : 2\pi r_0$ (t/m). $G = gF$, g — a héj négyzetméter súlya (t/m²), F pedig a gyakorlat céljainak megfelelő pontossággal Guldin tétele alapján a 12 d-ábra szerint határozható meg. Az erők függőleges vetületének egyensúlya alapján N_λ a 12. c. ábra szerint egyszerűen kifejezhető. N_λ negatív előjele nyomóigénybevételt jelent.

$$N_\lambda \cos(90^\circ - \lambda) + \frac{G}{2\pi r_0} = 0$$

$$N_\lambda = -\frac{G_i}{2\pi r_0 \sin \lambda} \quad (1)$$

Az egyensúly további feltétele, hogy a héjszerkezet tetszőlegesen kiragadott differenciális elemére ható erők vízszintes egyenesre vonatkozó vetületösszege zérus legyen. (13. ábra.) Grafikus és numerikus műveletek céljaira a differenciális mennyiségekről véges különbségekre kell áttérnünk; $d\lambda \rightarrow \Delta \lambda$, $r_1 d\lambda \rightarrow r_1 \Delta \lambda = \Delta s$ jelölésekkel:

$$N_\mu \Delta s = -\frac{\partial}{\partial \lambda} (N_\lambda r_0 \cos \lambda) \Delta \lambda =$$

$$= -\frac{1}{2\pi} \frac{\partial}{\partial \lambda} (G \cotg \lambda) \Delta \lambda$$

$$N_\mu = -\frac{1}{2\pi} \frac{1}{\Delta s} \left[\frac{\partial (G \cotg \lambda)}{\partial \lambda} \Delta \lambda \right] = -\frac{1}{2\pi} \frac{\Delta H}{\Delta s} \quad (2)$$

Az (1) és (2) jelű összefüggések alapján az N_λ és N_μ belső erők szerkesztéssel vagy táblázatosan felírt differencia számítással kellő pontossággal meghatározhatók. Számpéldát a 14. ábra és a II. táblázat mutat be. A közölt eljárás teljesen általános érvényű; egyszerű, gyors és tetszőleges, folytonos meridiánnal rendelkező, változó falvastagságú forgástestre is alkalmazható.

Szerkesztési leírás a 14. ábrához:

1. A meridiánt Δs_i közel egyenlő szakaszokra osztjuk.
2. A ΔG_i súlyokat erőléptékben függőleges egyenesre rakjuk fel.
3. A meridián 1, 2, 3-i pontbeli érintőivel párhuzamosakat húzunk az »0« ponton keresztül. Az 0-1', ... 0-i' távolságok az $N_{\lambda i}$ meridián-erők mérőhosszai.

$$N_{\lambda i} = -\frac{\Sigma G_i}{2\pi r_0 \sin \lambda_i}$$

II. TÁBLÁZAT

Méretezés önsúlya

Elemi jele	Átlag sugár	Kerület [m]	Δs [m]	Felület [m ²]	Átlagv. [m]	Súly [t]	Σ súly [t]
0-1	9,13	57,34	6,04	346,33	0,10	83,12	83,12
1-2	9,13	57,34	6,04	346,33	0,10	83,12	166,24
2-3	9,73	61,10	6,06	370,27	0,13	115,52	281,76
3-4	10,86	68,20	6,10	416,02	0,19	189,70	471,46
4-5	12,34	77,50	6,20	480,50	0,25	288,30	759,76
5-6	14,08	88,42	6,27	554,39	0,31	412,47	1172,23

Sugár r_0, i [m]	$2\pi r_0, i$ [m]	$\sin \lambda_i$	$2\pi r_0, i \times \sin \lambda_i$	N_λ [t/m]	$\cotg \lambda_i$	ΔH [t]	N_μ [t/m]
9,00	56,52	1,00	56,52	-1,47	0,00	0,00	-
9,26	58,15	0,99	57,90	-2,88	0,09	14,96	-0,39
10,20	64,06	0,98	62,96	-4,46	0,19	10,40	-0,27
11,52	72,35	0,97	70,24	-6,72	0,25	92,51	-2,42
13,15	82,58	0,96	79,26	-9,56	0,29	102,46	-2,63
15,00	94,20	0,95	89,69	-13,10	0,32	154,78	-3,92

N_λ és N_μ negatív előjele nyomóerőt jelent! Önsúlyból a héjban nyíróerő nem keletkezik.

4. Az 1', 2', ... i' pontok r -irányú vetületeinek különbségei erőléptékben adják meg a $\frac{\Delta H_1}{2\pi}, \dots, \frac{\Delta H_i}{2\pi}$ erőket.

$$N_{\mu i} = -\frac{\Delta H_i}{2\pi \Delta s_i}$$

A belső erők megállapítása

Egy membránállapotban levő forgásfelületű héjszerkezet differenciálegyenletei a következők:

$$\frac{\partial}{\partial \lambda} (r_0 T) + r_1 \frac{\partial N_\mu}{\partial \mu} + r_1 T \cos \lambda + r_0 r_1 X = 0 \quad (3)$$

$$\frac{\partial}{\partial \lambda} (r_0 N_\lambda) + r_1 \frac{\partial T}{\partial \mu} - r_1 N_\mu \cos \lambda + r_0 r_1 Y = 0 \quad (4)$$

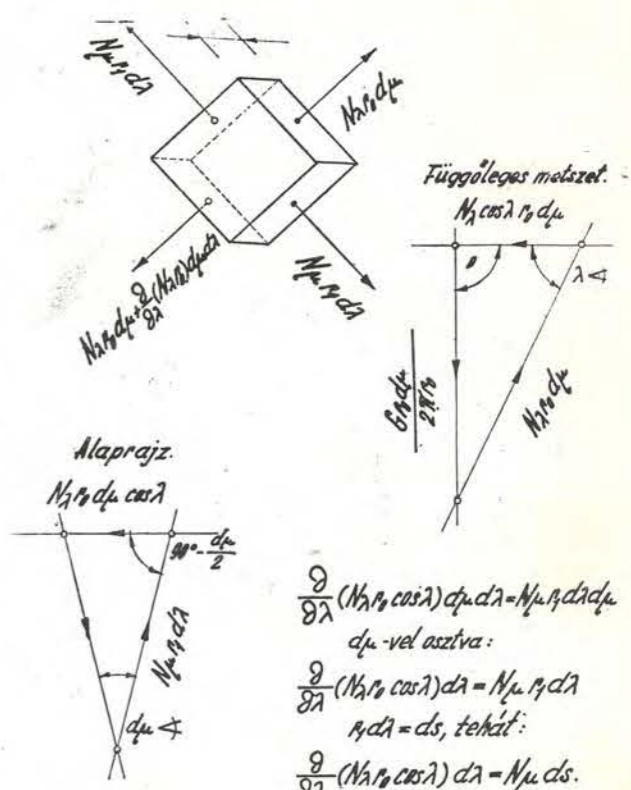
$$r_2 N_\lambda + r_1 N_\mu + r_1 r_2 Z = 0 \quad (5)$$

(Jelölések a 11. ábra szerint.) A (3), (4), (5) jelű parciális differenciális egyenletrendszer a P pontbeli kisértő triéder x, y, z irányaira felírt vetületi egyenletrendszer, mely egy tetszőlegesen választott differenciális méretű héjelem egyensúlyát fejezi ki. Ha a külső erők az

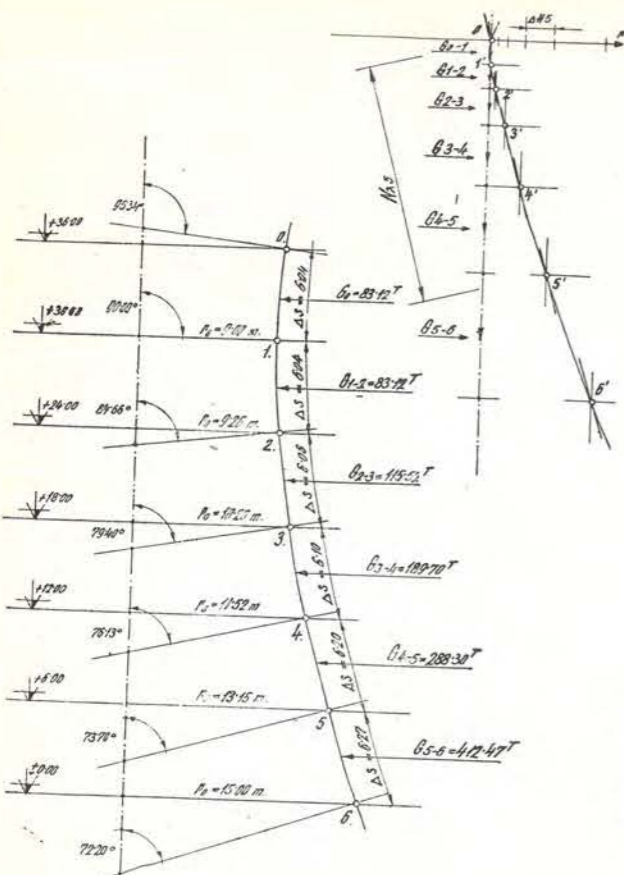
$$X = \Sigma X_n \cos n\mu; \quad Y = \Sigma Y_n \sin n\mu$$

$$Z = \Sigma Z_n \cos n\mu, \quad n = 0, 1, \dots, \infty$$

trigonometriai függvények formájában adottak, akkor a parciális differenciálegyenletek közönséges differenciálegyenletekbe mennek át. Tetszőleges, empirikusan észlelt széltörvény a statikai számítás



13. ábra



14. ábra. Önsúlyokozta belső erők meghatározása szerkesztéssel!

Szélteher esetén a terhelés: $X = 0, Y = 0, Z = \sum Z_n \cos n\mu, n = 0, 1, \dots, \infty$ és a (3), (4), (5) jelű egyenletek egyszerűbb alakja a következő:

$$\frac{d}{d\lambda} r_0 T_n - r_1 n N_{\mu n} + r_1 T_n \cos \lambda = 0 \quad (6)$$

$$\frac{d}{d\lambda} r_0 N_{\lambda n} + r_1 n T_n - r_1 N_{\mu n} \cos \lambda = 0 \quad (7)$$

$$r_2 N_{\lambda n} + r_1 N_{\mu n} + r_1 r_2 Z_n = 0 \quad (8)$$

A (6), (7), (8) jelű egyenletrendszer a belső erők $N_{\lambda n} \cos n\mu, T_n \sin n\mu, N_{\mu n} \cos n\mu$

alakú kifejezéseivel tagonként elégíthető ki, hengerre és kúpra nézve integrálható és $N_{\lambda}; N_{\mu}$ és T -re való megoldása viszonylag egyszerű.

Vizsgáljuk példaképpen a Golpa-Zschornewitz-i erőmű hűtőtornyát. A hengeres héj sugara $r_0 = 16,70$ m, z magassága = 32,00 m. Tekintsünk el a szél-nyomásnak a z-magasságtól függő változásától, azaz Z_n legyen állandó és pedig 200 kg/m^2 . A szélerő vízszintes megoszlását a göttingai kísérletek alapján trigonometriai függvénnyel közelíthetjük meg. Ekkor a $Z = \sum Z_n \cos n\mu = -0,131 + 0,056 \cos \mu + 0,223 \cos 2\mu + 0,080 \cos 3\mu \dots$

A differenciálegyenletek hengerre érvényes alakja: az $r_0 d\lambda = dz$ összefüggés felhasználásával:

$$\frac{dT}{dz} + n Z_n = 0; \frac{dN_{zn}}{dz} + \frac{n}{r_0} T = 0$$

$$\text{és } N_{\mu} + r_0 Z_n = 0$$

Megoldásuk:

$$Z_n = \text{const.}$$

$$T_n = -n Z_n (Z + C_1)$$

$$N_{zn} = \frac{n^2 Z_n}{r_0} \left(\frac{z^2}{2} + C_1 Z + C_2 \right)$$

$$N_{\mu n} = -r_0 Z_n$$

Ha $z = 0$, akkor $N_{zn} = T = 0$ és így $C_1 = C_2 = 0$

tehát:

$$N_z = \frac{Z^2}{2r_0} \sum n^2 Z_n \cos n\mu$$

$$N_{\mu} = -r_0 \sum Z_n \cos n\mu$$

$$T_n = -z \sum n Z_n \sin n\mu$$

A belső erőket a 15. ábra tünteti fel. Hengertől és kúptól eltérő forgásfelületek esetén a megoldás matematikai nehézségekbe ütközik és így az N_{λ}, N_{μ} és T meghatározására olyan számítószerkesztő eljárást célszerű alkalmazni, melynek lényege tetszőleges meridiánvonalú felület szakaszonként csonkakúppal való helyettesítéséből áll.

Méretezés hőmérsékletváltozás hatására

Egy membránállapotban levő héjban a hőmérsékletváltozás csupán alakváltozásokkal jár, feszültségeket nem idéz elő. A hűtőtornyóhéjak peremfeltételei azonban szigorúan véve nem tesznek eleget a membránelmélet követelményeinek, a héj szegélyszakaszain a hőmérsékletváltozás hatására feszültségek lépnek fel és ezek a hajlított héjak elmélete alapján határozhatók meg. Bizonyos egyszerűsítő feltevésekkel a valóságos értékek nagyságrendje viszonylag egyszerű összefüggésekkel becsülhető.

A vizsgált felület legyen egy olyan henger, mely az alsó éle mentén teljesen be van fogva. A henger tengelyének irányában a hőmérséklet közel állandó, a falvastagságon belül pedig lineárisan változó. A fal külső és belső oldala között hozzávetőleg 40°C a hőmérséklet maximális különbsége.

A feladat statikailag kétszeresen határozatlan. Az ismeretlen kényszererők X_1 (a befogás síkjában, a héjra merőlegesen működő nyíróerő) és X_2 (a héj síkjára merőlegesen ható befogási nyomaték) a következő alakváltozási egyenleteknek kell eleget tegyenek:

$$X_1 a_{11} + X_2 a_{12} + a_{10} = 0$$

$$X_1 a_{21} + X_2 a_{22} + a_{20} = 0$$

Az egyenletrendszer X_1 és X_2 -re megoldható:

$$X_1 = \frac{L E v}{2 r_0^2} (2 a_{10} + L a_{20})$$

$$X_2 = -\frac{L^2 E v}{2 r_0^2} (a_{10} + L a_{20})$$

X_1 és X_2 kifejezésében az a_{10} és a_{20} a szabad membránnak képelt törzsszerkezet hőmérséklet hatására bekövetkező sugárnövekménye, illetve eredetileg függőleges alkotójának szögelfordulása, v - a héj vastagsága, E -a beton rugalmassági modulusa, L - pedig a szerkezet rugalmas karakterisztikája. Ha vasbeton esetén a Poisson-féle állandót $1/6$ értékkel vesszük fel, akkor

$$L = \frac{r_0}{\sqrt{\frac{r_0}{v} \sqrt{3(1-m^2)}}} = \frac{r_0}{1,31 \sqrt{\frac{r_0}{v}}}$$

EI nem mozgó csuklós támaszkodás esetén nem keletkezik befogási nyomaték. Ekkor csak egy alakváltozási egyenletünk van:

$$X_1 a_{11} + a_{10} = 0$$

$$X_1 = -\frac{a_{10}}{a_{11}} = \frac{L E v}{2 r_0^2} a_{10}$$

A tárgyalt peremfeltételek közrefogják a valóságban fellépő részleges befogás feltételét.

A minimális falvastagság megállapítása

A hűtőtornyó palást felvehető minimális vastagságát, a kettős görbületű felületekre vonatkozólag, tudományosan sem teljesen tisztázott horpadás kérdése befolyásolja.

A herserangei erőmű »Hammon« hűtőtornyának 60 m magas, 12 cm falvastagságú köpenyét horpadás ellen 9 db erőteljesen kiképzett merevítő gyűrűvel biztosították. Az egyes gyűrűkben fellépő nyomóerőket a

$$D = \frac{P_0}{2\pi} \text{tg}(90^\circ - \lambda) \text{ képletből számították,}$$

amelyben P_0 a gyűrűket közrefogó mezők fél önsúlyát jelenti. A torony tervezője a szélerőket durva közelítéssel a P_0 értékének megkétszerezésével vette figyelembe. A gyűrűkkel merevített héj horpadással szembeni biztonságának a

$$P_{krit} = \frac{3EJ}{r_0^2} \text{ hányadost tekintette. } P_{krit} = \frac{3EJ}{r_0^2}$$

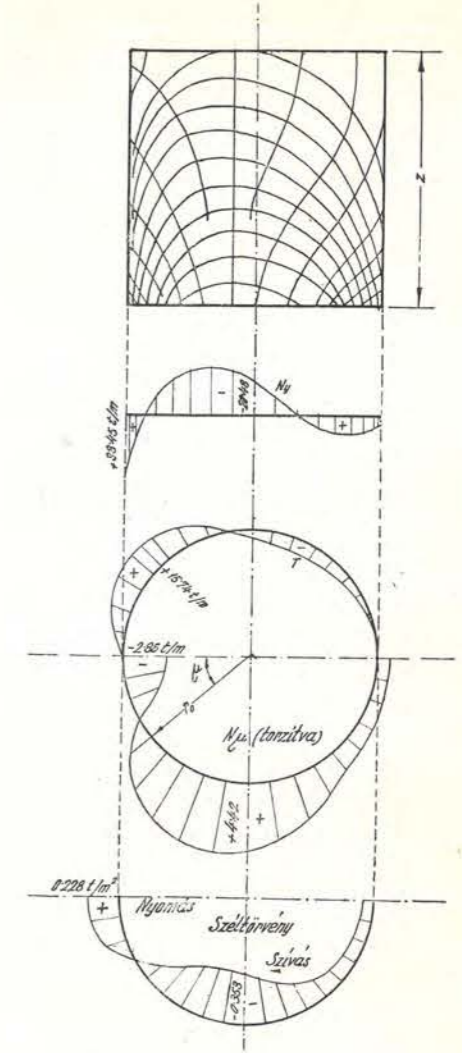
egy gyűrű Euler-féle kritikus kihajlító ereje.

A horpadás veszélyének kutatásával különben világszerte a repülőgépszervező egyetemi tan-székek és egyéb intézmények foglalkoznak széles kísérleti alapon. Henger és kis nyílásszögű csonkakúp esetén a kritikus horpadási feszültség a

$$\sigma_{krit} = 0,5 \frac{E v}{r_0}$$

empirikusan igazolt értékekkel fogadható el.

σ_{krit} magas értéke nagyságrenddel múlja felül az előállható igénybevételeket és kis falvastagságú tornyok építésének lehetőségére hívja fel a tervezők figyelmét. A minimális falvastagság megállapításánál tekintettel kell lenni azonban arra is, hogy a kitérés és építés elkerülhetetlen hibái az elméletileg tervezett felülettől kisebb-nagyobb eltérésekre vezetnek. A felület elméleti alakjának az eltorzítása a vékonyabb héjknál sokkal számottevőbben



15. ábra. Belső erők megoszlása

érvényesül, mint a nagyobb vastagsággal rendelkezőknél és a számított igénybevételeket tetemesen felülmúló többleteket idézhet elő. Ez azt jelenti, hogy a minimális falméretet a kivitelezési munka várható minősége és gondossága determinálja.

Az alátámasztó szerkezet méretezése

A héjszerkezet alsó szegélye, a 15022/51. A. MNOSZ 323. pontja által megadott módon, többtámaszú faltartónak méretezhető. A faltartó a vízszintes metszetben köríves alakja miatt kisebb-nagyobb mérvű csavarásra is igénybe van véve. A szabadnak képelt membrán a külső erők, valamint az egyenletes és szélső esetben 40°C egyenlőtlen hőmérsékletváltozás miatt megváltoztatja alakját. A merevítőgyűrűk gátolják a torony köpenyének szabad alakváltozását és (a héj felületére merőleges) hajlítónyomatékokat idéznek elő. A meridiánvonal törése merevítőgerenda hatásával azonos zavarónyomatékokat idéz elő. Ezek a nyomatékok azonban csillapított rezgés módjára a meridián mentén mért rövid szakaszon gyakorlatilag elhanyagolható mérvűre csökkennek. Ezzel

kapcsolatban mindenesetre célszerű a héj és a szegélygyűrű csatlakozását szolidan dimenzionált átmeneti szakasszal kialakítani. A torony köpenyét alátámasztó, rácsos oszloprendszer méretezése a meridián irányú és a nyíróerők ismeretében végezhető el. A felső oszlopfejek részben az építés tartama alatt, az önsúly szakaszosan növekvő értéke miatt, másrészt pedig hőmérsékletváltozás és szélerő hatására a héj felületi normálisának irányában mozdulnak el. Ez a terhelő mozgás az oszlopokat hajlításra veszi igénybe.

Összefoglaló megjegyzések

A nagyméretű hűtőtornyok merész mérnöki alkotások 5 éves tervünk és a szocializmus építésének szolgálatában. A hűtőtornyok építése a membrán elmélet előtt olyan alkalmazási területet tárt fel, mely azt új gondolatokkal gazdagította. Számos kérdés vár még azonban ezen a téren tisztázásra. Ilyen elsősorban a horpadás, valamint a befogási helyeken fellépő zavarónyomatékok kérdése. Modelleken, valamint a kész építményen

megejtett mérések módot nyújtanának a számítás feltevéseinek ellenőrzésére.

IRODALOM

1. Die Technik: Der grösste Kühlturm der Welt. (1950. XI. 9.)
2. Справочник строителя. (Szovjet Nehézipari Vállalatok Minisztériumának kiadása. Moszkva, 1947.)
3. И. Ф. Отливной: Из опыта сооружения железобетонной гиперболической градирни (1952.)
4. Mörsch E.: Der Eisenbetonbau. II. Bd. I. H. (1926.)
5. Dischinger Fr.: Schalen und Rippenkuppeln. (1928.)
6. Nasser J.: Procéde de construction rationnel des tours en beton armé a parois de revolution. (1950.)
7. Valle P.: Vasbeton héjszerkezetek zsaluzása. (Ouvres et Maitres d'oeuvre. 1950. Nr. 16.)
8. Grosskühltürme für Kraftwerke. Schweizerische Bauzeit. (1950. Nr. 41.)
9. Vaessen Fr.: Der Kaminkühler für 16 000 m³ Stundenleistung auf dem Goldenberg—Werk. (Beton und Stahlbetonbau. (1952. Heft 8.)
10. Flachsbar O.: Winddruckmessungen an einem Gasbehälter. Ergebnisse der Aerodynamischen Versuchsanstalt zu Göttingen. (1932.)
11. Beyer K.: Statik im Stahlbetonbau.
12. Tsién—Hsue-Shen: A theory of the buckling of thin shells. 1942.

IPARTELEPI ÚTHÁLÓZATOK MÉRETEZÉSE

Példa ipartelep úthálózatának tervezésére

Összeállította a Köz műtervező Iroda műszaki osztálya

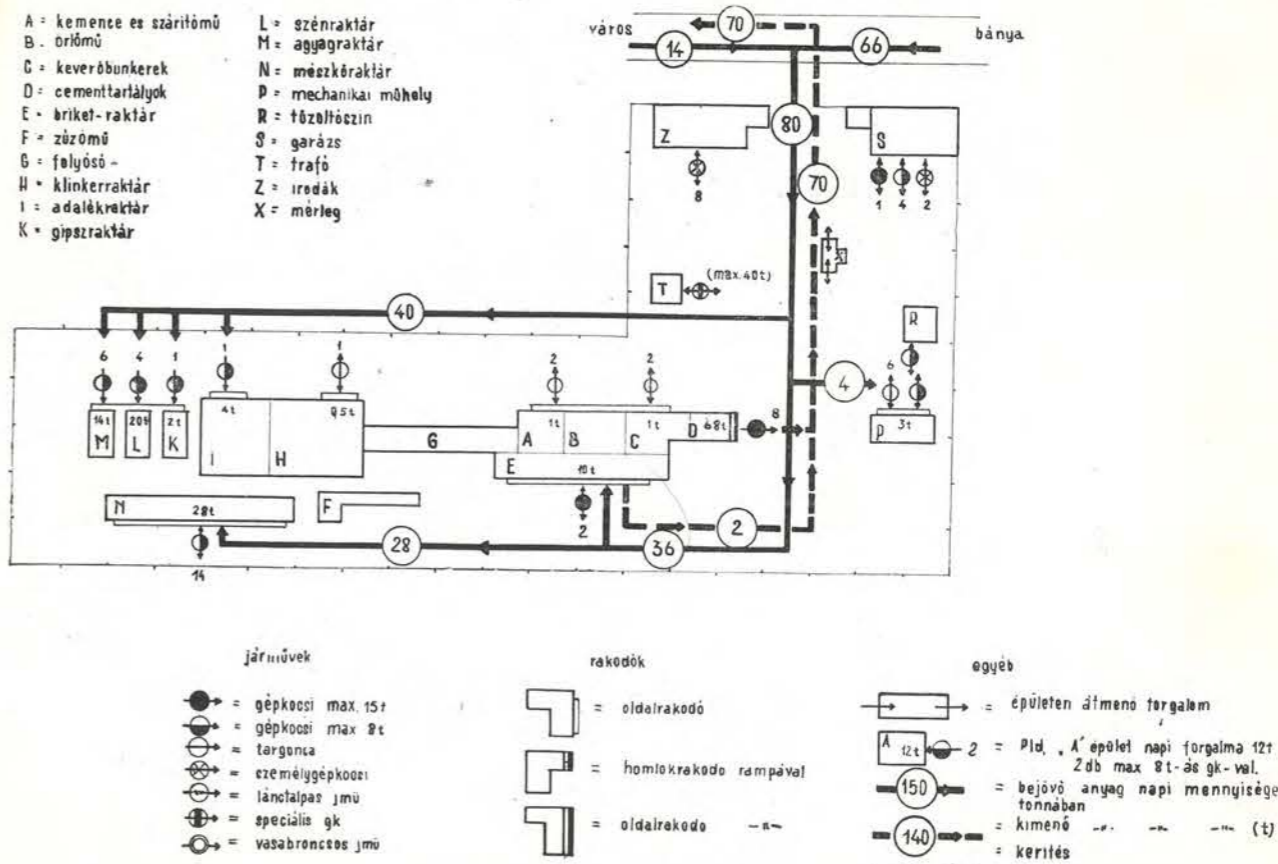
Az ipartelepek belső útjainak a tervezése általában a megbízó beruházó vállalat kívánalmai alapján történik. — Nem egy esetben előfordult már, hogy a megrendelő egy túlméretezett, vagy feleslegesen drága útburkolatot igényelt. Ennek a hibának a kiküszöbölésére jöttek létre az ú. n. ellentervek. — Az ellenterv elkészítéséhez a tervezőnek be kell szerezni az üzem gyártási technológiáját, az egyes kiszolgáló épületek forgalmi tényezőit és a forgalmat lebonyolító járművek adatait. — Ennek alapján kell megtervezni az ipartelep forgalmát kiszolgáló utakat. Vannak különleges esetek, (zajmentes, pormentes, rugalmas burkolat, stb.) amikor ezek figyelembevételével is számolni kell.

A példának kidolgozott terv egy 20 000 to/év teljesítményű cementgyár belső úthálózatának tervezéséhez szükséges diszpozíciós adatokat tartalmazza.

A gyártípus a Szovjetunióban alkalmazott kisebb teljesítményű cementgyárak csoportjába tartozik, amely nincs a vasuti hálózathoz kötve. Az anyag mozgatása gépjárművekkel történik. A diszpozíciós terv általában az adatszolgáltatási

ív alapján készül, kivéve az olyan speciális eseteket, amikor ezek az adatok kibővítésre szorulnak. Jelen példánkban az alábbi adatok álltak a rendelkezésünkre:

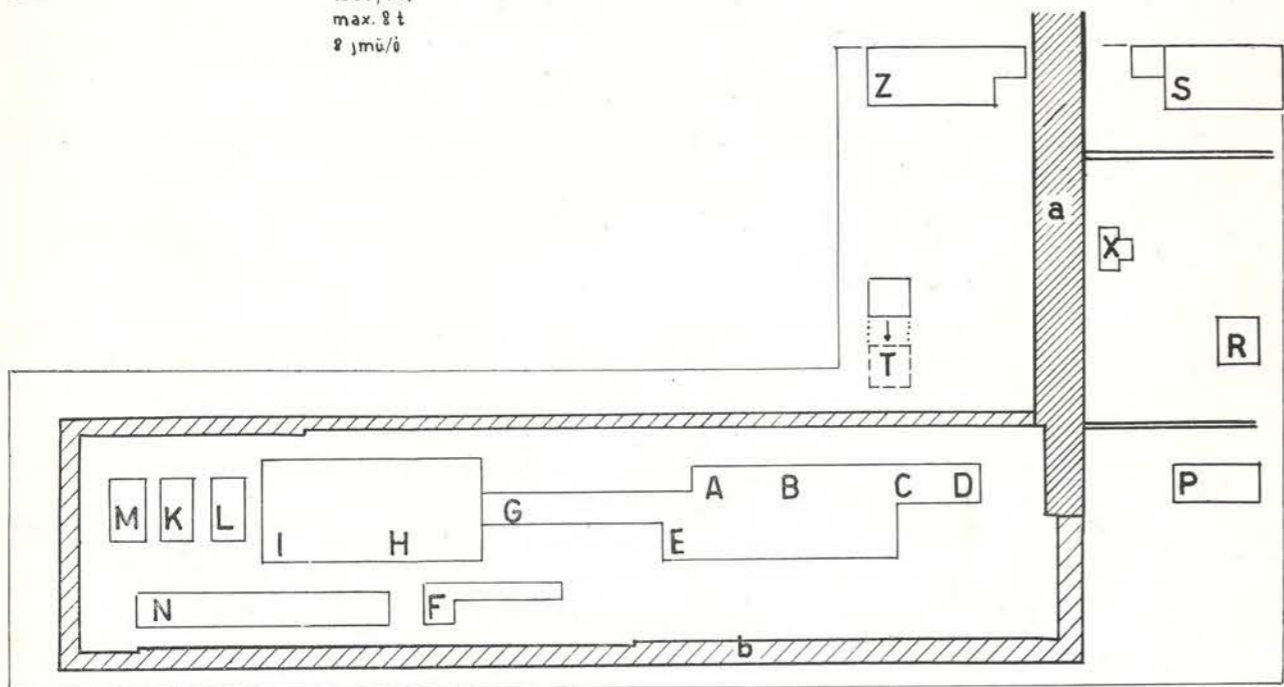
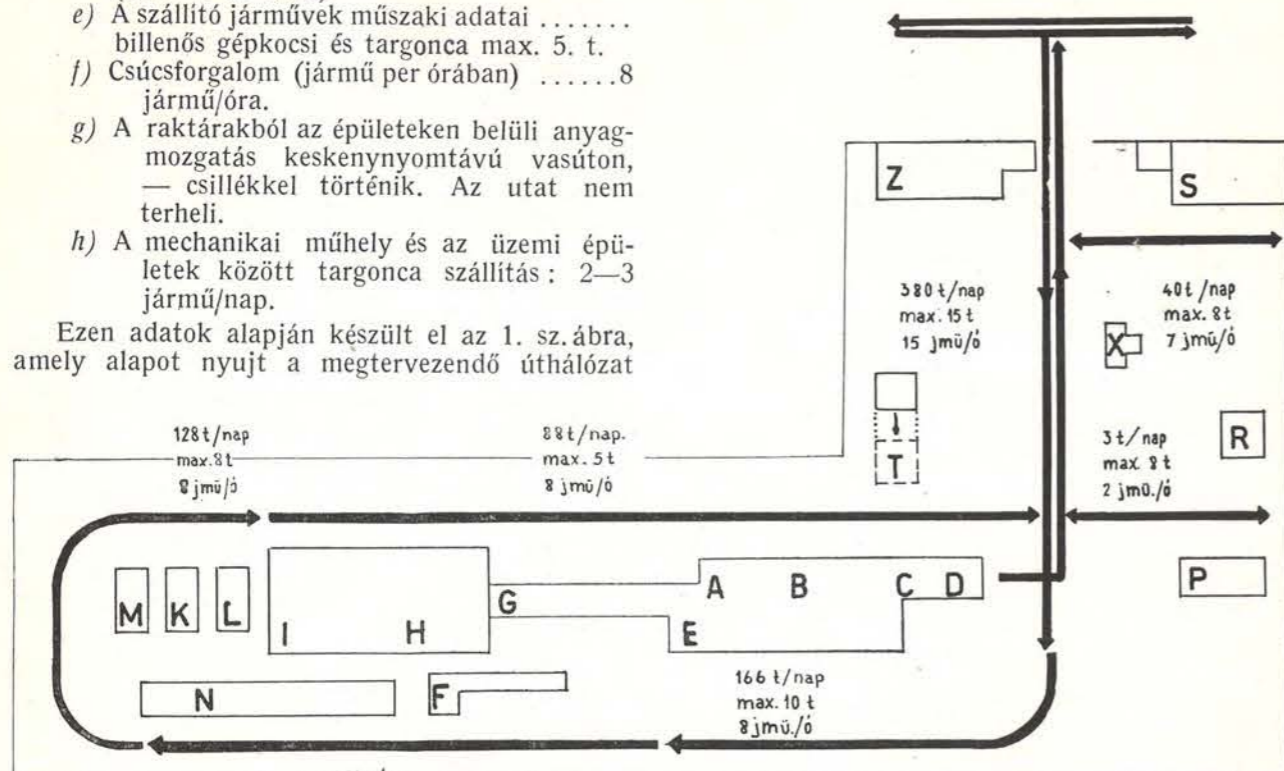
1. Az üzem helyszínrajza az épületek elhelyezésével (l. 1. sz. ábrát).
2. Az épületek rendeltetése (l. 1. sz. ábrát).
3. A külső teherforgalom adatai (a gyárba érkező terhek és a kész termékek elszállítása):
 - a) napi, vagy évi mennyiség tonnában 84 t/nap.
 - b) csúcsforgalom (jármű per órában) 7 jármű/óra.
 - c) a járművek adatai (könnyű és nehéz gépkocsik) max. 15 t.
4. Az üzem technológiája alapján felállított belső anyagmozgatás (ide tartozik a bányából történő szállítás is (l. 1. sz. ábrát):
 - a) Az anyag fő technológiai útja (l. 1. sz. ábra).
 - b) Napi, vagy évi mennyiség tonnában 68 t/nap.
 - c) Épületek és épületrészek napi forgalma t-ban (l. 1. sz. ábra).



1. ábra. Úthálózat sémája

- d) Az épületek bejáratai, vagy rakodóhelyei (lásd. 1. sz. ábra).
- e) A szállító járművek műszaki adatai billenős gépkocsi és targonca max. 5. t.
- f) Csúcsforgalom (jármű per órában) 8 jármű/óra.
- g) A raktárakból az épületeken belüli anyagmozgatás keskeny nyomtávú vasúton, — csillékkal történik. Az utat nem terheli.
- h) A mechanikai műhely és az üzemi épületek között targonca szállítás: 2—3 jármű/nap.

Ezen adatok alapján készült el az 1. sz. ábra, amely alapot nyújt a megtervezendő úthálózat



- 2 mm vonalköz = 50 t/nap terhelés
- 3 mm sra[forás = 1-5 db. jmu/o (csúcsforg)
- 2 mm - - - - - 5-10 - - - - -
- 1 mm - - - - - 10-20 - - - - -
- [Cross-hatch] = 20-30 db jmu/o
- [Diagonal lines] = 30-40 - - -
- [Dotted] = 40-50 - - -

2. ábra. Úthálózat terhelése

jó műszaki és gazdasági követelményeinek a ki-elégítésére.

A 2. sz. ábrán fel van tüntetve az 1. sz. ábra alapján felállított szükséges úthálózat vázlatja, az egyes útszakaszok napi terhelése (tonna), a maximális járműterhelés (to.), a csúcsforgalom (jármű/óra) és a forgalom iránya. Ezen adatok alapján kell kiválasztani a megfelelő útalapot és útburkolatot (lásd a külön táblázatos kimutatást).

A 3. sz. ábra grafikusán ábrázolja az egyes útszakaszok napi terhelését és csúcsforgalmát. A csúcsforgalom alapján megválasztható az útburkolat szélessége, illetve a koronaszélesség.

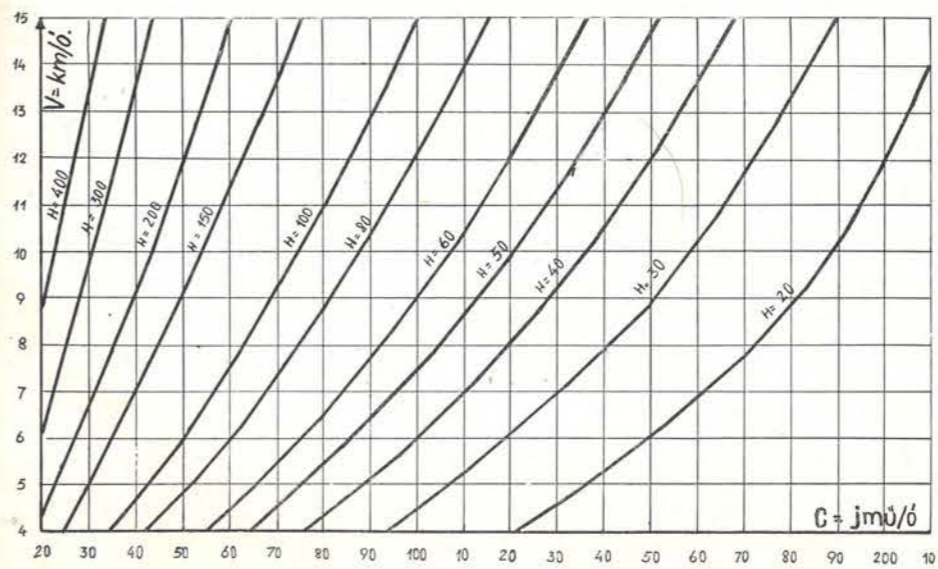
Jelen esetben, ha a bejárati útszakasz csúcsforgalmát nézzük, nem lenne indokolt a kétnyomú út megépítése. Azonban a közbeeső épületek miatt (igazgatósági épület, porta, gépkocsiméreg és D épület) kitérőket, ill. nyomszélesítést kellene alkalmazni, melyek az út rövidege miatt egymást érintenék, — tehát célszerűbb ezen a szakaszon a kétnyomú út megépítése.

A transzformátor épületének helyzete az építész által megadott diszpozíciós terven (lásd: 1. sz. ábra) az utak vonalvezetését meghosszabbította volna. Abban az esetben, ha a transzformátorházat, — figyelembevéve a szekunder áramelosztás

Különböző burkolatnemek kiválasztásánál irányadó forgalmi terhelések egy nyomra

A burkolat		Legnagyobb napi összforgalom t/nap	Jegyzet	
neme	minősége		Gépjármű t/nap	Állati erővel vont jmu t/nap
Vízzel kötött makadám	könnyű burkolat	400	100	300
Felületi kezeléssel vagy szőnyeg bevonattal ellátott makadám	könnyű burkolat	700	625	75
Átitatott makadám	közép burkolat	1500	1400	100
Keverő eljárással készült makadám	közép burkolat	3000	2850	150
Hengerelt aszfalt, aszfaltbeton, topeka	nehéz burkolat	3500	3250	250
Öntöttaszfalt	nehéz burkolat	4000	3700	300
Beton	nehéz burkolat	6000	5400—5500	500—600
Kőburkolatok	nehéz burkolat	még több	még több	600 felett

Kétnyomú út egyik nyomnak teljesítőképességét ipartelepen 300 jmu/o-ra vehetjük. Azonos körülmények között az egynyomú út teljesítőképességének értékei azonos feltételek mellett:
 V = sebesség (km/ó)
 H = az egynyomú útszakasz hossza (m)
 C = teljesítőképesség jmu/o (db)
 Pl. Ha az egynyomú út hossza: 50 m és a járművek belső átlagos közlekedési sebessége 10 km/ó, akkor ezen az úton óránként max. 120 jármű közlekedhet.



3. ábra. Napi terhelés és csúcsforgalom grafikus ábrázolása

lehetőségét, — áthelyezzük a körforgalmi út mellé, megtakarítható 50—60 m hosszú bekötő út. Ha figyelembe vesszük, hogy az épületbe csak igen ritkán szállítanak esetenként igen nehéz tárgyat, — akkor a szóbanforgó utat erre az esetre kellene méretezni, viszont a főút amúgy is szükséges méretei ezt a követelményt is kielégítik.

A fentiek figyelembevételével a tárgyalat ipartelep úthálózata az alábbiak szerint nyerhet célzerű és gazdaságos megoldást:

a) Az ipartelep nem érzékeny porképződés szempontjából úgy, hogy általánosságban *makadám* útpálya építésével az ipartelep igényei kielégíthetők.

b) Ami az útburkolatok szélességét és a terhelésnek megfelelő teherátadó és elosztó rétegek megállapítását illeti, az a kielemezett adatok alapján a következőképpen javasolható:

Pályaszélesség megállapítása: Az »a« szakasz a be- és kimenő forgalmat szolgálja ki, s mint már indokoltuk a kétnyomú út tervezése a helyes.

A »b« körforgalmi szakasz az »a« útszakasz végétől

kezdődően mint egynyomú út elegendő, mert a rakodónál az előzés lehetséges.

Az »a« útszakaszból kiágazó mellékutak, kétirányú forgalommal egynyomú útnak tervezhetők meg, mert teljes hosszuknak majdnem $\frac{1}{2}$ ill. $\frac{1}{3}$ hosszában az épületek előtt burkolt rakodó, illetve kocsimosó és forduló kiépítése szükséges, melyek az útburkolathoz csatlakoznak.

A burkolat erősségének a megállapítása:

Figyelembe veendő adatok:

Emelkedési viszonyok. A max. emelkedés nem éri el a 3%-ot.

Talajviszonyok: Jó, középköttőtt altalaj.

Ezek figyelembevételével a napi 380 t/nap terhelést kielégíti a 15 cm vastagságú, megfelelő szilárdságú és fagyálló kőalap, 10 cm vastagságú Z 40—65 teherelosztó zúzott köréteg.

Megjegyezzük, hogy a különböző természetű rakodóknál, azok kiképzése az útburkolathoz csatlakozóan kell, hogy készüljön, — a szükségletnek megfelelően.

ÚJ SZERKEZETEK AZ ELŐREGYÁRTÁSBAN

MOLNÁR MIKLÓS

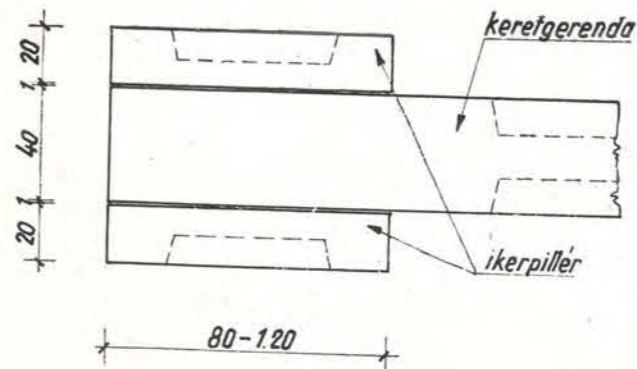
Az előregyártás fokozott kiterjesztésénél nem elvetendő szempont, hogy az előregyártás ne korlátozódjon csak azokra a munkahelyekre, ahol megfelelő gépek és kellően képzett szakmunkások állnak rendelkezésre, hanem ez más munkahelyen is elvégezhető legyen. Vonatkozik ez nemcsak olyan munkahelyekre, ahol egyes csarnokok épülnek, esetleg távolabb az emelőgépek eddigi felhasználási helyétől, ahová ezek szállítása a munka kisebb terjedelmére vagy kisebb fontosságára való tekintettel nem látszana racionálisnak, hanem azokra a nagyterjedésű munkahelyekre is, ahol előregyártásra alkalmas objektumok nagyobb számban épülhetnének, de a rendelkezésre álló emelőgépek és szakképzett munkaerő ütemezése az előregyártásnak határt szab.

Ezek a törekvések vezettek Miskolczi László kartársammal közösen egy olyan előregyártási rendszer kidolgozásához, mely akkor is alkalmazható, ha nagyteljesítményű emelőgépek és különösen képzett munkaerő nem állnak rendelkezésre, vagy csak korlátozottan, mely nem kíván sem hegesztéses, sem utólagosan betonozott kötést, hanem csak egyszerű cementhabarcs kitöltést (vagy általánosan használt kifejezéssel: aláöntést), mely 24 órán belül hordképes szerkezetet eredményez, és lényege abban áll, hogy az egyes szerkezeti részeket olyan elemekre kell bontani, amelyek könnyen emelhetők és nem kell különleges vasalás vagy feszítő szerkezet az emelés közben keletkező esetleges külön nyomaték felvételére.

Ennél az előregyártási rendszernél a keretpillérek ikerpilléres kiképzést nyertek, mint ez az első ábrán feltüntetett elvi alaprajzi elrendezésben látható. Az ikerpillérek között helyezkedik el a keretgerenda. (1. sz. ábra.)

Az ikerpilléres megoldásnak számos előnye vannak:

a) az oszlopok súlya a felére csökken, és így emelésük egyszerűbben történhet,



1. ábra. Ikerpilléres rendszer alaprajza.

b) a sarokmerev csomóponti kiképzés igen egyszerűen valósítható meg,

c) a felállításuk után további manipulációkra felhasználhatók (pl. keretgerenda emelésére),

d) nagyobb inercianyomatékuknál fogva a csarnokoknak hosszirányban is nagyobb merevséget adnak, ami a csarnok tengelyében működő vízszintes erőknél, mint a daru fékező erőinek és a szélerő felvételének szempontjából lényeges, rövidebb szakaszok esetén is,

e) igen könnyen szerelhetők az ikeroszlopok közé előtetők, kezelőjárdák konzoljai, oldalhajó főtartói, miáltal a többhajós csarnokok egyszerűen oldhatók meg,

f) a többszintes csarnok — műhely vagy raktár — kialakítása igen egyszerű, többszintű átmenő, a különböző szinteken csaplyukakkal ellátott ikeroszlopok alkalmazásával,

g) az előregyártott darugerenda könnyűszerrel helyezhető el, alakítható ki többtámaszúvá és köthető be az oszlopokba a daru lökések felvétele céljából,

h) többletvasalás sem az oszlopok sem pedig a gerenda emelésénél nem szükséges.

Ezekkel szemben a következő hátrányok mutatkoznak melyek azonban mögötte maradnak az előbb ismertetett előnyök által elérhető megtakarításoknak:

a) a keretsarkokban a keretgerenda is, a keretoszlopok is átmennek, így tehát itt a vasbetonkeresztmetszet kettős, ami pl. a később ismertetendő 27,00 méteres keretnél a csarnokterület négyzetméterére számítva kb. $0.008 \text{ m}^3/\text{m}^2$ többletet eredményez. Ez a lefedéssel együtt a vasbetonszükségletnek csak kb. 3,5%-a,

b) azáltal, hogy a keretgerenda önsúlya mint kéttámaszú gerenda működik és csak a tetőszerkezet önsúlyára, hó és szél, valamint daruterhelésre működik mint keret, a monolit kerettel szemben itt a keretgerendában a nyomaték megnő és a keretoszlopokban csökken. Ez azonban csak lényegtelen vastöbbletet okoz, mert a törésen alapuló méretezés szerint (»n« mentes számítási mód) a hajlított tartó méretezése vasbetonmegtakarítással jár, az excentrikusan terhelt oszlopok méretezése azonban meglehetősen előnytelen,

c) hogy az ikerpillérekbe és keretgerendákba a csapok behelyezhetők legyenek, a csaplyukak pontosan hagyandók ki és a legnagyobb gondal betonozandók be. Ezáltal ennél a szerkezetnél még szigorúbban meg kell követelni az előregyártásban egyébként szokásos pontosságot.

Az ikeroszlopok előregyártása a helyszínen történik az alapok mindkét oldalán, a keskeny oldalra állítva, így az emelés közben keletkező nyomaték felvételére — mint már említettem — bőségesen áll vasalás rendelkezésre, ellentétben

a teljes keretek előregyártásának módszerével, ahol a nyomaték felvétele a lapjára fektetett oszlopknál és keretgerendáknál komoly gondot okoz.

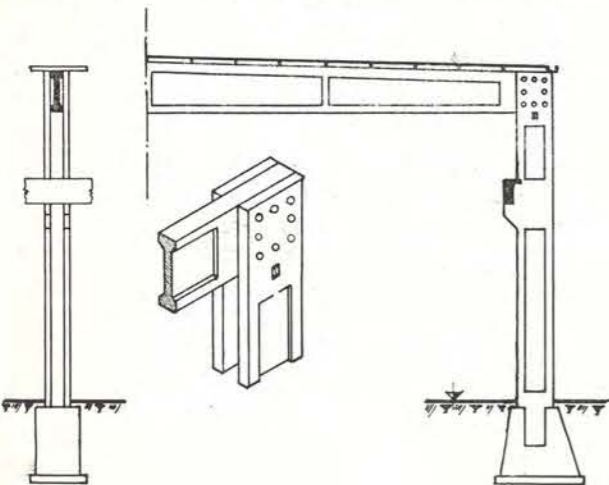
Először az ikerpillérek kerülnek felállításra egyenként, vagy párosával. Ez is két különböző módon történhet, melyet később konkrét példák nyomán fogok ismertetni. Egy ikerpillérpár felállítása és kiékelése után az oszlopok már hordképesek és a további manipulációkra, például keretgerenda emelésére alátámasztásul felhasználhatók.

A keretgerendák az ikerpillérek között, az emelés helyén szintén a keskeny oldalra állítva lesznek előregyártva, s így emelés közben többlet nyomaték nem keletkezik benne. A keretgerenda az oszlopok felállítása után lesz az ikeroszlopok között felemelve. Ez az elrendezés egyes esetekben meg is változhat úgy, hogy az ikeroszlopok lesznek az alapok felett előregyártva és párosával beemelve. A keretgerenda előregyártása ekkor az ikeroszlopok mellett történik és az oszlopok felett átelve felülre lesz az oszlopok közé beeresztve, mint ezt egy konkrét példa nyomán látni fogjuk.

Ugy a keretgerendákon, mint az ikeroszlopokon tükrök alkalmazhatók súlykönnyítések elérésére anélkül, hogy a tükrök zsaluzása hosszú időre elvesztett faanyagot vagy betonból készült sablon szükségességét jelentené.

A keretgerenda felemelése után az oszlopok véglegesen függőbe lesznek állítva és kimerevítve. Maga a keretgerenda pedig ideiglenesen alá lesz támasztva az oszlopokban kihagyott nyílásokon keresztül dugott I tartókra való ékeléssel (lásd 2. ábrát).

Az emelőszerkezet itt már befejezte funkcióját és a következő keret felállításához foghat hozzá. Ekkor kezdődik a keretsarkoknak tulajdonképpeni kiképzése. Ez csapos kötéstől történik, a statikai számításoknak megfelelő számú, átmérőjű és vasalású csapoknak az oszlopokban és gerendákban kihagyott kerek nyílásokba — csaplyukakba — való kiöntésével. A csapok vasszerelése merev vasbetét, mely egymaga képes a fellépő erők okozta nyíró és hajlító igénybevételeket felvenni,

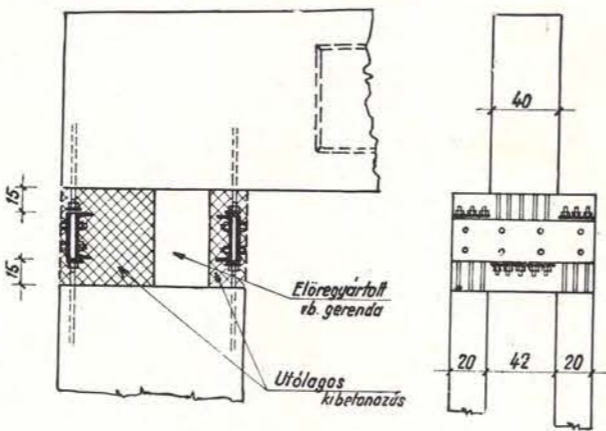


2. ábra. Ikerpilléres rendszer sarokponti megoldása.

a kiöntés pedig csak az erők közvetítésének szerepét tölti be.

A csapban fellépő erő palástnyomás útján adódik át a vasbeton oszlopra, vagy gerendára. Minthogy a csap és csaplyuk között az erők közvetítését a cementhabarcs tölti be, ennek tehát oly szilárdságúnak kell lennie, hogy az átadandó nyomás következtében keresztirányban ne tudjon kitérni. Mert ha pl. a csap és csaplyuk közötti néhány cm teret homokkal töltjük ki és gondoskodnánk, hogy a homok a nyomás elől ne tudjon kitérni, ugyanúgy megfelelne a célnak, az erők közvetítésének, mint a cementhabarcs kitöltés. Hogy a cementhabarcs másnapra ezt a követelményt ki is tudja elégíteni, bizonyítja az ÉTI laboratóriumában lefolytatott kísérletsorozat, mely szerint a 14 napos és 7 napos csapok teherbírásában nincsen különbség. Így tehát a csapok a kiöntést követő második napon már teljesen hordképesek, ezenfelül zsaluzóanyag sem kell hozzájuk és ezért nem számítanak nedves kötésnek, csak úgy nem, mint pl. vasszerkezeti oszlop aláöntése sem.

Egy másik módja a keret sarokmerev kiképzésének egy kiöntés nélküli mód, amelynek a sarokmerevséget vasszerkezeti csavaros kötéssel érjük el. Ennél az elrendezésnél Nagy József szakértő nyújtott támogatást. Az elrendezés a 3. ábrán látható.



3. ábra. Csavaros sarokponti kötés.

Eszerint a keretgerenda ideiglenesen az ikeroszlopok közepén átfektetett vasbetongerendán nyugszik. A belső szélén átfektetett 2 db vasgerenda veszi fel a hajlító nyomatékból keletkező nyomóerőt.

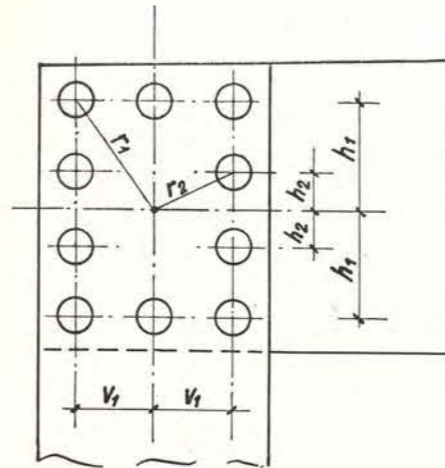
Az oszlopok külső szélén keletkező húzóerőt a gerendából és oszlopból sablon szerint kihagyott, a végükön csavarmenettel ellátott gömbvasak 2 db U-vas közvetítésével veszik fel. A csavaranyák meghúzása után a sarokmerev kötés teljesen kész. Az U-vasak utólag be lesznek betonozva, azért, hogy a rozsdásodás ellen védve legyenek, hogy a csavaranyák meg ne lazuljanak és végül, hogy a felfekvés egyenletessége biztosítva legyen. Ez az utólagos betonozás nem vesz részt a húzóerők átadásában, ez a sarokponti megoldás tehát erőátadás szempontjából teljesen sarokmerev, hegesztés és betonozás nélkül.

Ez a kötési mód azért jó, mert nem kíván túlzottan pontos munkát, a kiálló betonvasak hossza elég ahhoz, hogy egy-két cm pontatlanság kiigazítható legyen.

A sarokponti kötés természetesen ellenkező előjelű nyomaték felvételére is kiképezhető.

Az előregyártási rendszer ismertetése után vizsgáljuk meg statikai vonatkozásaiban a csapos-kötésű csomópontot és annak méretezését.

A nyomaték és eredő erő a csapok súlypontjában hat. Ez a követelmény a merev keretsarkoknál rendszerint fennáll. Ez esetben a csapok súlypontja a keretgerenda és keretpillér középvonalának metszésébe esik. Amennyiben ezek nem oda esnének, úgy természetesen átszámítandók a súlypontra (lásd 4. ábrát).



4. ábra. Csapos sarokponti kötés.

A csapok igénybevétele annál nagyobb, minél távolabb vannak a súlyponttól. A csaperők ugyanis egy hajlításra igénybevett keresztmetszet feszültség-megoszlását követik, tehát a bennük fellépő erők arányosak a súlyponttól mért távolságokkal.

Ha az egyes csapokban fellépő erőket felrajzoljuk, akkor ezek egy háromszög alakú erőmegoszlást tüntetnek fel, amelynek 0 pontja a súlypontban van.

Az egyes csapokra ható erők megállapításánál tehát azok inercianyomatékát kell meghatározni a súlyponton áthaladó vízszintes x — x és függőleges y — y tengelyre vonatkoztatva, illetve a poláris inercianyomatékot. Ezért a csapoknak a súlyponttól mért vízszintes (v) és függőleges (h) távolságát, illetve a csapoknak a súlyponttól mért (r) távolságát kell először megállapítani.

Az x — x tengelyre vonatkoztatott inercianyomaték:

$$I_x = \Sigma mh^2$$

Az y — y tengelyre vonatkoztatott inercianyomaték:

$$I_y = \Sigma mv^2$$

A poláris inercianyomaték

$$I_p = \Sigma mr^2 = \Sigma m(h^2 + v^2) = \Sigma mh^2 + \Sigma mv^2$$

azonos csapméretek mellett:

ha m-et 1-el vesszük egyenlőnek

$$I_p = \Sigma h^2 + \Sigma v^2$$

Ha továbbá:

n = a csapok száma

H_i = az »i« csapra ható vízszintes erő,

V_i = az »i« csapra ható függőleges erő,

R_i = az »i« csapra ható eredő (csaperő),

M_s = a súlypontban ható saroknyomaték,

Q = a súlypontban ható eredő erő,

akkor

$$H_i = \frac{M_s \cdot h_i}{I_p}$$

$$V_i = \frac{M_s \cdot V_i}{I_p} \pm \frac{Q}{n}$$

$$R_i = \sqrt{H_i^2 + V_i^2}$$

ha a csomópontra ható eredő erő Q = 0, akkor

$$H_i = \frac{M_s \cdot h_i}{I_p}; \quad V_i = \frac{M_s \cdot V_i}{I_p}; \quad \frac{V_i}{H_i} = \frac{v_i}{h_i}$$

Ebből következik, hogy az R_i (csaperő) iránya az r_i egyenesre merőleges; továbbá az is, hogy a csaperők annál nagyobbak, minél nagyobb a csap távolsága az S súlyponttól. Így a csaperők arányosak a csapoknak az S súlyponttól mért r távolságával. A csaperő több csap esetén legnagyobb értékét ezek szerint a szélső csapokban éri el.

Ha 4 csapot alkalmazunk szimmetrikus elrendezésben mind a 4 csapra ható erő — tisztán nyomatékból — azonos nagyságú, csupán irányuk más.

A szokásos negatív sarokponti nyomaték esetében a sarokpont keret felé eső oldalán a függőleges komponenshez a Q/n erő hozzáadódik, míg

a külső oldalon a Q/n erő levonódik. A mértékadó igénybevétel tehát a szélső (azaz keret felé eső) oldalon lévő csapokon lép fel.

Következik a fentiekből az, hogy a méretezést a legnagyobb csaperőre kell elvégezni, azonos csapméretek mellett.

Meg kell határozni a csaperők irányát is azért, hogy a keretgerenda és keretpillérek vasalását ezeknek megfelelően lehessen kialakítani. (lásd 5. ábra).

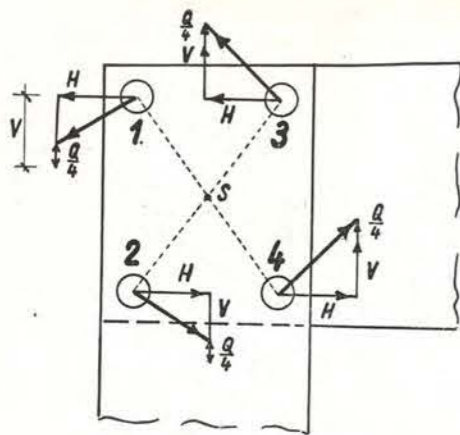
Tekintetbe kell venni továbbá azt, hogy a pillérekben, ill. gerendában a szélső csapok között tekintélyes nyíróerők lépnek fel, melyekre ezek természetesen méretezendők. A pillérekben a H komponensek, a gerendában a V komponensek idézik elő a nyíró igénybevételt, melyeket célszerű teljesen felvenni vassal.

A pillérekben szükséges ferde vasalás:

$$Fv = \frac{H}{\sigma_v \sqrt{2}}$$

A gerendában szükséges ferde vasalás:

$$Fv = \frac{V}{\sigma_v \sqrt{2}}$$



5. ábra. Csaperők iránya.

A csapok méretezése három szempontból történik:

1. Palástnyomásra 2. nyírásra és 3. hajlításra.

1. Palástnyomás.

A palástnyomás következtében a betonban radiális (sugárirányú) feszültségek ébrednek, melyek a pillérben vagy gerendában kihagyott csaplyuk körül elhelyezett spirális vasalással veendő fel. Célszerű a pillér és gerenda húzott hosszvasbetéteit lehetőleg kisebb átmérőjű vasakkal készíteni, hogy az átadandó erőt lehetőleg megoszthassuk. Nem célszerű ezeket a vasakat kizárólag a keresztmetszet szélén elhelyezni, mert ezáltal a csaplyuk széle lerepedhet.

A palástnyomás deformációt okoz, és pedig a végzett kísérletek szerint ez 40 kg/cm² értéknél maximálisan 0,5 mm-t tehet ki. Ennél nagyobb értéket a palástnyomásra nem ajánlatos megengedni, éppen a deformációk nagyságára való tekintettel.

A deformációra különben a továbbiakban még vissza fogok térni.

2. Nyírás.

Nyírásra a csapban elhelyezett merev vasbetét vagy előregyártott vasbetoncsap dolgozik. A megengedett nyíró feszültség = 1080 kg/cm² (2400 kg/cm² folyási határral rendelkező vas esetében), vagy maximum 1570 kg/cm² (3500 kg/cm² folyási határ esetén).

A csap betonja, mint már kifejtettem, csak az erő közvetítésének a szerepét tölti be, így — ha tehát kitérni nem tud — szilárdsága a csap teherbírására különös befolyással nem bír.

Ebből is látszik az, hogy a cementhabarccsal való kiöntés után 24 órával a csap már teljesen alkalmas az erők átvételére. Ugyanis 24 óra múltán a beton szilárdsága 90—100 kg/cm² értéket ér el. Tehát téli munkáknál csak legfeljebb 2 napig kell a csomópontot melegen tartani.

3. Hajlítás.

Mivel a csapok hossza az átmérőhöz képest nagy, továbbá, mert a keretpillérek és keretgerenda — a beton felületének egyenetlensége

miatt — nem simulnak pontosan egymáshoz és így köztük feltételezhetően cca 1 cm hézag lép fel, a csapok hajlításra is igénybe vannak véve.

A csapok alakváltozása miatt a feszültségmegoszlás a pillér és gerenda lyukaiban nem lesz lineáris, hanem valószínűleg parabola szerint megoszló (lásd a 6. ábrát).

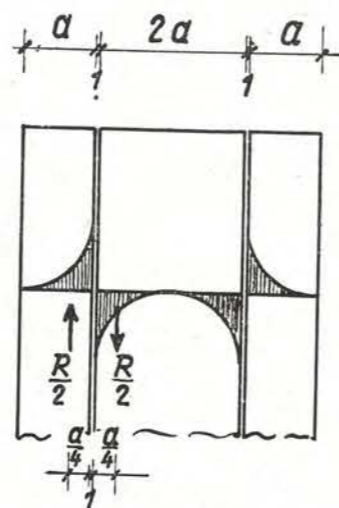
Ebből következik az, hogy a nyomóerők eredőjének egymástól való távolsága, ha a pillér szélessége = a és a gerendáé = $2a$, akkor

$$c = 2 \frac{a}{4} + 1 \text{ cm} = \frac{a}{2} + 1 \text{ cm}.$$

A fellépő nyomaték pedig

$$M = \frac{R}{2} \left(\frac{a}{2} + 1 \text{ cm} \right),$$

és ezért a csapokat erre méretezni kell.



6. ábra. Palástnyomás megoszlása.

A nyomó feszültségek parabola-alakú megoszlása miatt azok csúcserőteke a pillér vagy gerenda szélén az átlagos érték kb. 2,5-szeresét éri el (azaz, ha 40 kg/cm² átlagértéket engedünk meg, úgy a csúcserőteke kb. 100 kg/cm² lesz).

A kísérletek azt mutatták, hogy a törés ennek kb. 2,3—2,5-szeresénél következett be.

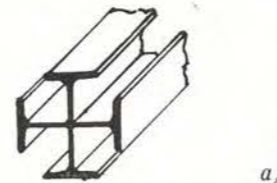
A keretsarok kiképzésénél rendszerint legalább 4 csapot veszünk számításba — biztonsági okokból esetleg még 2 csapot helyezünk el. Szükséghez mérten azonban 8-at is vehetünk.

A csapok vasalása legcélszerűbben merev vasbetéttel történik, vagy vasbeton előregyártott csapokat használunk, melyek egymaguk képesek a nyíró igénybevételnek és a hajlításnak ellenállni.

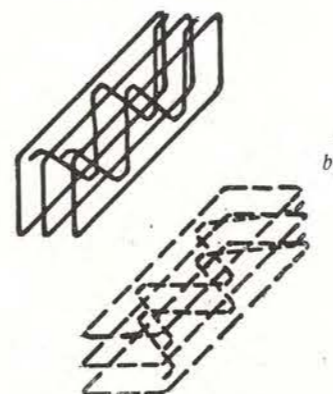
A merev vasbetétek jelenleg I profilvasakból készülnek olyképpen, hogy egy I szelvény mindkét oldalához hozzáhegesztenek egy-egy hosszában elfelezett másik I profilvasat. Ezáltal keresztalakú szelvény keletkezik, melynek minden ágánál kétoldali szárny szerepel. Ezt a fajta szelvényt a gyakorlatban aránylag könnyen lehet kiönteni

és minden irányból jövő erő esetén aránylag elég egyforma ellenállással viselkedik. (lásd 7. ábra, a).

Vasbeton előregyártott csapok esetében az összes nyomó, húzó és nyíróerőket a vasbetétek veszik fel, úgyhogy ezek vasszerelése egy térbeli rácsos hegesztett rendszert képez, mely két egymásra merőleges síkban van kiképezve, így bármely irányú eredő esetén is aránylag egyenlő az inercia nyomatéka. (lásd 7. ábra, b).



a)



b)

7. ábra. Csapos kötés vasbetétei.
a) profilvas betét; b) gömbvas szerelése

Igen fontos, hogy a csaplyuk teljesen ki legyen töltve habarccsal, mert hiszen az erők palástnyomás útján adódnak át az egyik szerkezeti elemről a másikra.

A csap, mint tudjuk, a terhelés alatt deformálódik. A deformáció, mint már említettem, célszerű, ha az elméleti 0,5 mm méretet nem haladja meg. Ez az érték azonban végeredményben lecsökken, ha figyelembe vesszük a csapok deformációja közben előálló kb. 20%-os nyomatékcsökkenést és így a deformáció értéke kb. $0,8 \times 0,5 = 0,4$ mm-t tesz ki.

Ezt közelítő eljárással úgy foghatjuk meg, hogy a kiszámított sarokponti nyomatékból levonjuk a deformációból származó nyomatékvesztést. Tehát először kiszámítjuk a gerenda véglapjának elfordulását (lásd 8. ábra), ebből a gerenda lehajlását a közepén és ebből visszazárjuk a sarokponti nyomaték különbséget, a ΔM_B -t.

Pontos eljárás esetében a keretgerenda véglap elfordulását bevisszük a keret sarokponti nyomatékának (illetve vízszintes erőinek) képletébe és máris a redukált sarokponti nyomatékokat kapjuk.

Közelítő eljárással egyenletesen megoszló terhelés esetén:

$$x = \frac{\Delta l}{h_0} \cdot \frac{1}{2}; \quad f = x/2$$

A lehajlás képletét felhasználva

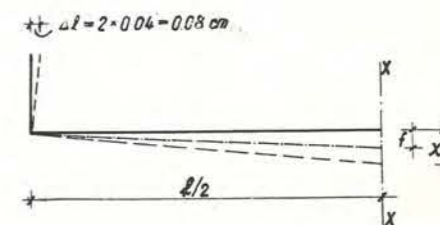
$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{P l^3}{E I}; \quad P = \frac{384}{5} \cdot \frac{E I}{l^3} \cdot f.$$

A hajlításból viszont:

$$M = \frac{P l}{8}; \quad P = \frac{8}{l} \cdot M$$

Ebből következik, hogy a deformációból származó nyomatékokat a kétfajta képlet egyenlőségéből nyerjük, tehát

$$\Delta M = \frac{384}{40} \cdot \frac{E I}{l^2} \cdot f.$$



8. ábra. Keretgerenda deformációja.

Fent előadottaknak a csomóponti csapos kötések teherbírásának igazolására kísérlet lett végrehajtva, kétféle elrendezésben.

1. Az ÉTI laboratóriumában végzett nyomó kísérletek a 9. ábrán feltüntetett idomtesteken (lásd 9. ábra).

2. A Stadion építkezésének színhelyén végzett keretsarokponti kísérletek a 10. ábrán feltüntetett idomtesteken. Mindkét fajta kísérleti idomtest a Stadion építkezés előgyártó telepén készült (lásd a 10. ábrát).

Az első csoportba tartozó laboratóriumi kísérletek azonos betontesteken hajtottak végre, de a csapok három különböző vasalásával három-három példányban:

a) az idomtestek csapjainak vasalása 6 \varnothing 10 gömbvas szerelés volt, spirál kengyelezéssel, ($F_v = 4,71 \text{ cm}^2$),

b) az idomtestek csapjainak vasalása 6 \varnothing 16 gömbvas szerelés volt, spirál kengyelezéssel ($F_v = 12,06 \text{ cm}^2$),

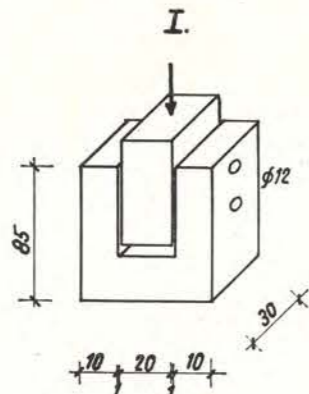
c) az idomtestek csapjainak vasalása hegesztett I merev vasbetét volt ($F_v = 10,08 \text{ cm}^2$).

A csapok habarcs anyaga rostált dunakavics volt a következő összeállítással:

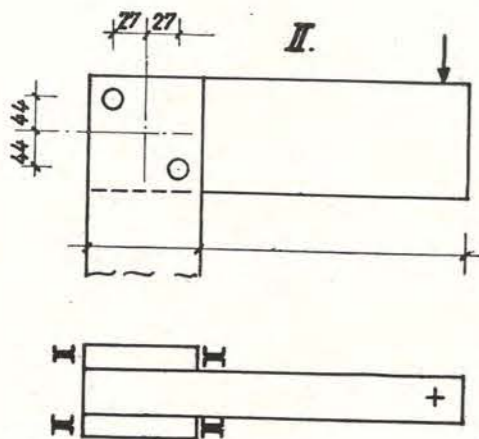
0 — 5 mm \varnothing1 rész
5 — 10 mm \varnothing1 rész
10 — 15 mm \varnothing1 rész

cement tartalma: 1 m³ rostált dunakavicsra számítva 300 kg 500-as p. c. azaz kb. 350 kg/m³ kész habarcs. Víz tartalma olyan, hogy a habarcs földnedves vagy gyengén plasztikus volt az összes csapoknál, kivéve a 9-es sorszámú próbadarabot, mely plasztikus habarccsal készült. A csapok 14 napos kockszilárdsága 189 kg/cm² volt, kivéve a 9-es számú próbatestét, mert ennek kétnapos

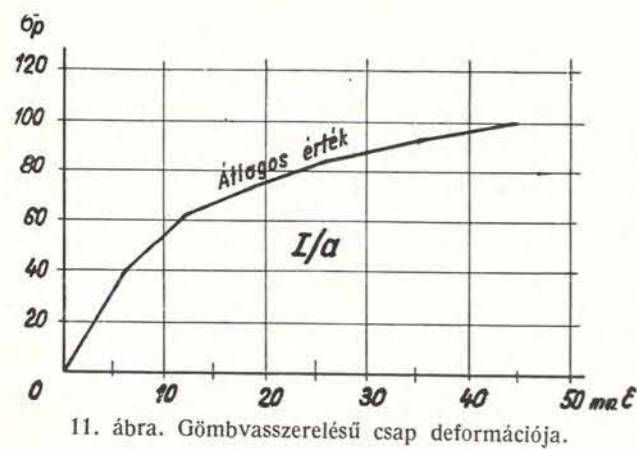
kockaszilárdsága 110 kg/cm^2 volt. A csapok vízszintes irányban lettek döngölve, tehát úgy, ahogy a kivitelezésnél fognak készülni, kivéve a 9. sorozamút, mely az ÉTI laboratóriumában készült és függőlegesen lett tömörítve.



9. ábra. Laboratóriumban végzett kísérlet idomtestre.



10. ábra. Természetben végzett kísérlet idomtestre.



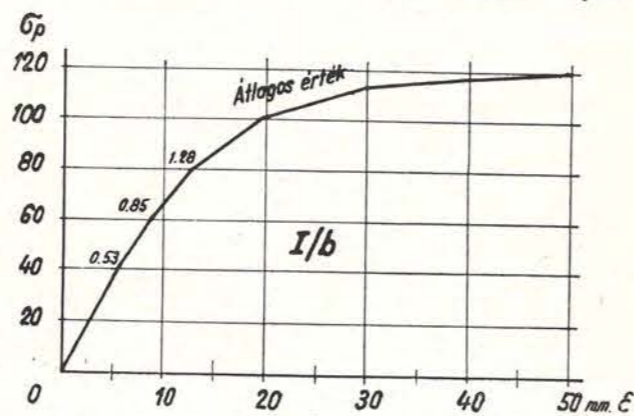
11. ábra. Gömbvaszerelésű csap deformációja.

A kísérleti idomtest sorozat (lásd 9. ábrát) 2 csapos csomóponti kötéssel készült. Az elrendezés kétnyírású szegecs kapcsolatnak felelt meg. Spirál vasalással volt ellátva az illesztendő testek lyuk körüli palástfelülete is. Az elemek nyomó kísérletnek lettek alávetve.

Az idevonatkozó nyomókísérletek eredményeit az I/a és I/b grafikonok ábrázolják. A grafikonokon a kísérletek átlagértéke van feltüntetve, melyhez meg kell jegyezni, hogy az egyes kísérleti értékek — csoportonként — nem mutatnak nagy szórást. A palástnyomás értékétől függően ezek ábrázolják a csapok összenyomódási értékét mm-ben. Az I/a (11. ábra) vonatkozik gömbvasból készült, míg a I/b (12. ábra) merev vasbetétes csap megoldásokra.

A II. csoportba tartozó természetbeni kísérletek elvégzésére két próbatetest készült (lásd 10. ábrát).

Egy sajnálatos hiba folytán a pillérek kengyelek nélkül maradtak és így nem tudták a nyíró erőket felvenni. Ezért az első számú próbatestet már idő előtt tönkrement, a pillérekben fellépő $10,2 \text{ kg/cm}^2$ nyírási feszültség miatt és csapokban fellépő $48,5$ illetve $60,3 \text{ kg/cm}^2$ palástnyomás mellett. A törés a pillérekben következett be. A második számú próbatestet pillérei az előbbi tapasztalat alapján kívülről vastartókkal erősítették meg és így alkalmassá váltak a nyíróerők felvételére. A pillér ezáltal $17,3 \text{ kg/cm}^2$ nyíró



12. ábra. Merev vasbetétű csap deformációja.

feszültséget tudott átvenni, a palástnyomás pedig $82,3 \text{ kg/cm}^2$, illetve $101,1 \text{ kg/cm}^2$ értéket ért el.

A természetbeni kísérletek eredményét a II. számú grafikon (13. ábra) tünteti fel.

Figyelemre méltó az, hogy a próbatestek úgy voltak méretezve, hogy a gerendában és pillérekben keletkező feszültségek a csapok tönkremenetele idején a megengedett határ közelében legyenek, tehát olyan erőviszonyok uralkodjanak, hogy a törés a csapoknál következzen be. Ezt sikerült is elérni, mert a II. számú próbatestet törésekor a gerendában lévő vas húzófeszültsége 2174 kg/cm^2 volt, míg a betonban $73,0 \text{ kg/cm}^2$ nyomófeszültség lépett fel. A palástnyomás pedig $101,1 \text{ kg/cm}^2$ volt.

A törés a csapnál hirtelen következett be. (Ugyanis a felső csap merev betétje elmozdította a pillér betonját és így a gerendavég betonja kiszakadt.)

A próbatesteken repedések keletkeztek, mielőtt azok tönkrementek volna, éppen ezért ezekből a repedésekből igen jó következtetést

lehetett levonni a belső erők játékára és a vasvezetés elrendezésére vonatkozóan is.

A próbatestek repedéseiből, valamint a grafikonok összevetéséből az alábbi következtetéseket vonhatjuk le:

1. Az I/a és I/b grafikonok összehasonlításából az következik, hogy a merev vasbetétes csapok teherbírása 25%-kal nagyobb, mint a gömbvasalással készülté, tehát *merev vasbetétes csapok alkalmazandók*.

2. Az I. és II. jelű grafikonok összehasonlításából az következik, hogy a természetbeni kísérlet igazolta a laboratóriumi kísérleteket, mert 40 kg/cm^2 palástnyomásnál a deformáció $0,4 \text{ mm}$ volt a term. kísérletnél és $0,53 \text{ mm}$ a laboratóriumi kísérletnél, 60 kg/cm^2 palástnyomásnál ezen értékek $0,85 \text{ mm}$, illetve $1,05 \text{ mm}$ voltak. Következik továbbá az is, hogy a természetbeni kísérlet *merev vasbetétes csapokkal szintén kisebb deformációt* adott, mint a gömbvasbetétes csapokkal készült laboratóriumi kísérletek.

3. Az I. és II. jelű grafikonokból következik, hogy a *megengedett palástnyomás 40 kg/cm^2 -ben* állapítható meg, mert

a) ezen érték még a grafikon egyenes szakaszán foglal helyet,

b) emellett a törés elleni biztonság kb. 2,5.

4. A II/b jelű grafikonból az a következtetés vonható le, hogy a csap betonanyagának szilárdsága nem befolyásolja a csap teherbírását.

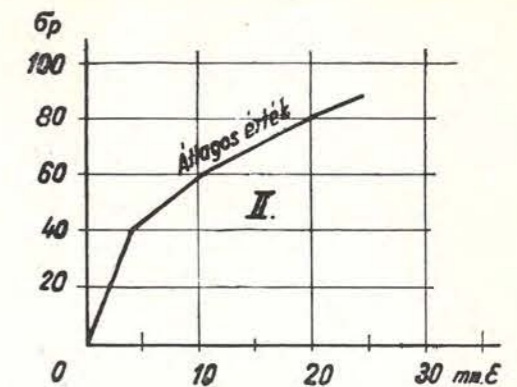
A 14 napos csapok anyagának kockaszilárdsága 189 kg/cm^2 volt, míg a 2 naposé csak 110 kg/cm^2 . A csapok szilárdsága pedig közel azonos. Végeredményben ebből következik, hogy a csap betonja csak az erők közvetítésének szerepét tölti be és így *a csapok kiöntés után egy nappal már megterhelhetők*, tehát téli betonozás idején csak ennyi ideig kell őket melegen tartani.

5. A próbatestek repedéseiből és a megengedett palástnyomásokból következik, hogy a *csomóponti kötés legalább 4, esetleg 6 vagy 8 csappal kell hogy történjen*.

Kiegészítésül meg kell említenem, hogy utólag hajlító kísérlet végeztetett előregyártott vasbeton csapokkal, hegesztett gömbvas szereléssel, melyből az a következtetés vonható le, hogy ezek egyenértékűek a merev vasbetéttel készült csapokkal.

Ki kell még röviden térnem az organizációra is. Előregyártott szerkezeteknél általában az organizációra nagyobb súlyt kell helyezni, mint a monolitikus szerkezeteknél.

A keretek felállítása történhet emelő tornyokkal, melyek lehetnek vasszerkezetűek és toldhatók, vagy pedig az építkezés színhelyén fából készült tornyok. Emelőtornyok esetében a keretgerenda a maga helyén lesz legyártva, úgyhogy emelőkör vízszintesen semilyen irányban nem kell már mozgatni. Az ikeroszlopok pedig tőle jobbra-balra $60-70 \text{ cm}$ -es távolságban betonozandók úgy, hogy az oszlopfej emelése függőlegesen történjen és az oszlop lába emelés közben az alapok felé csússzon, rendszerint görgős kocsin. A tornyokkal először egy-egy fél pillér lesz felállítva, azután a



13. ábra. Természetbeni kísérlet csapjainak deformációja.

másik fél pillér, végül köztük a keretgerenda lesz a helyére felemelve, ideiglenesen alátámasztva és ékelve a pillér megfelelő nyílásain keresztül dugott vastartóról és végül a csapok lesznek kiöntve.

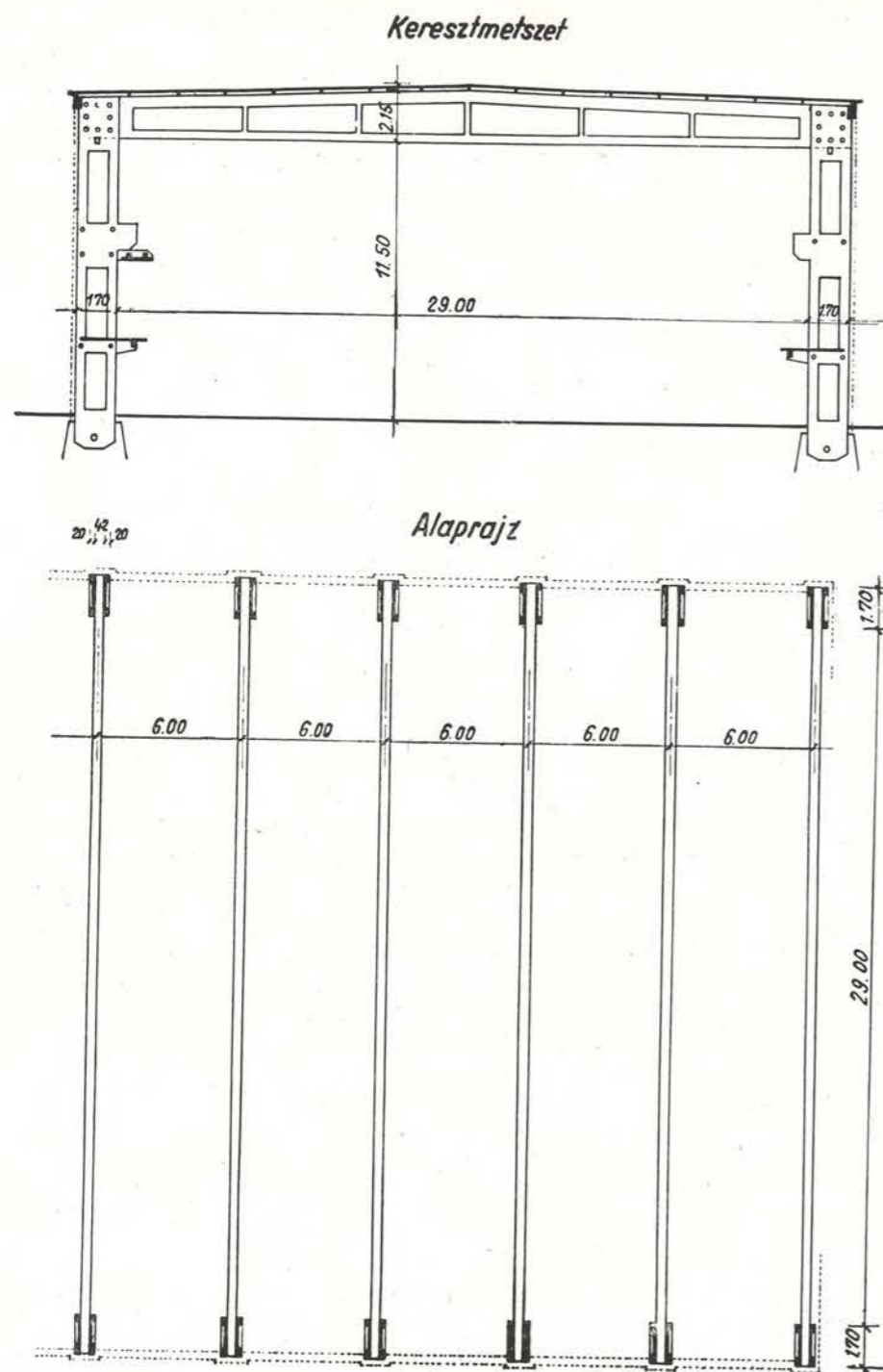
Emelőbikákkal ugyanez lehet az emelés módja, de ebben az esetben a két fél pillér egyszerre is emelhető, közös megfogó kengyellel és a pillérek egymástól való távolságának biztosításával. Ez utóbbi esetben a pillérek lesznek az alapok felett betonozva s a keretgerenda az ikerpillérek mellett. Először történik a négy fél-pillér felállítása, és pedig egyidejűleg, utána a keretgerenda felemelése, mely a pillérekben túlemelve lesz az ikerpillérek közé beeresztve az ikerpillérek megfelelő nyílásain át dugott vastartóra, melyen ideiglenesen támaszkodik. Ezután kerül sor a csapok kiöntésére.

Mindkét emelési mód mellett egy keret felállítása és csomóponti kiöntésének kialakítása kellő gyakorlat után 8-10 órát vesz igénybe.

Kisebbszámú műhelyek, raktárak emelése igen célszerűen történik portáldaruyal úgy földszintes, mint többszintes épületek esetén.

Végül három kivitelezett példát szeretnék bemutatni.

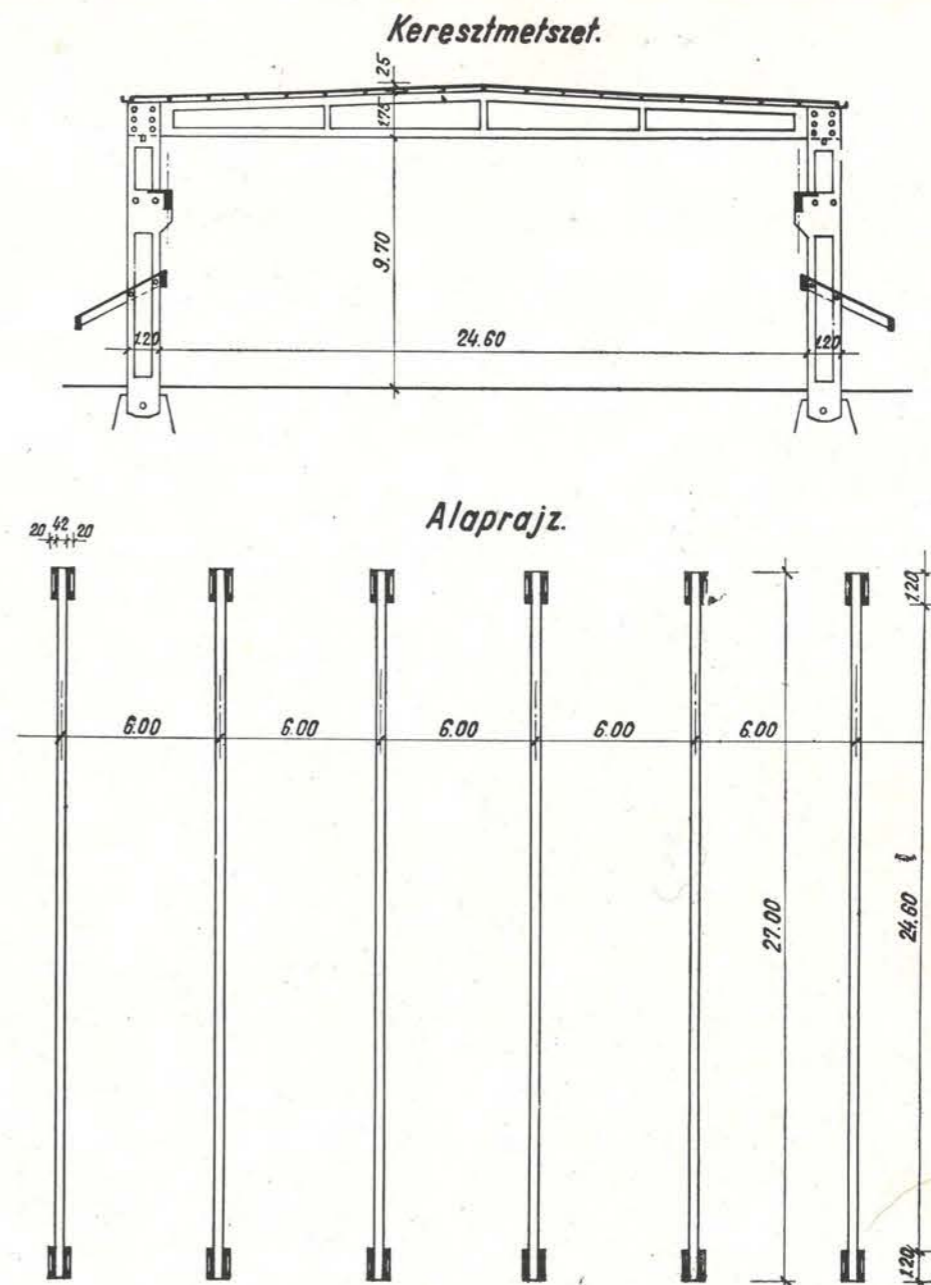
Az első a Sztálin Vasmű kokillacsarnokának szerkezete (14. ábra). Ez 28 m darufesztávolságú csarnok, a keretgerenda hossza (keretoszlop külső szélétől keretoszlop külső széléig) $32,40 \text{ m}$ és így a legnagyobb fesztávolságú vasbeton lapostetős csarnok. Egy-egy félpillér súlya $9,5 \text{ t}$, a keretgerenda súlya $46,0 \text{ t}$. Előregyártása az előbb előadottak szerint készült. A keretgerenda a maga helyén, a félpillérek pedig tőle jobbra-balra. Felállítása faszervezetű emelőtornyokkal történt, előbb a pillérek lettek felállítva, az emelőtornyokhoz kitémasztva, majd utána a keretgerenda. Ezután a félpillérek kalodákkal össze lettek húzva s függőlegesen állítva. Az ideiglenes alátámasztás és a keretgerenda aláékelése után a keret ideiglenesen ki lett kötve. Ekkor kezdődött meg mind a keretsarkok csapjainak elhelyezése (itt vasbeton előregyártott csapok kerültek alkalmazásra és kiöntése, mind pedig az oszlopoknak az alapokba csapokkal és kiöntéssel való rögzítése. Ezután az emelőtornyok átállítása következett. Ennek munka-



14. ábra. Üzemi csarnok általános elrendezése.

közben egy igen egyszerű módja alakult ki. Ebben a kivitelező vállalat főépítészvezetője és főgépész is értékes segítséget nyújtott. A torony 6 amerikai emelővel meg lett emelve, hidbetoló kocsiakra állítva és csörlővel továbbmozgatva. Egy ilyen átállítás összesen $1\frac{1}{2}$ órát vett csak igénybe, úgyhogy egy keret teljes felállítása, sarokpontok kiképzése és a torony átállítása 10 óra alatt megtörtént. Tehát kedvező körülmények mellett minden nap egy keretet lehetett felállítani. Ez az idő természetesen csak később alakult ki, az első keret felállítása 4 napot vett igénybe. Ebből is követ-

kezik, hogy ez az előgyártási mód annyira egyszerű, hogy a nem szakképzett munkások, a nem összetanult brigádok is két hét alatt úgy megtanulták az emelés és szerelés technikáját, hogy ez az eredmény volt elérhető. Maga a Tröszt főmérnöknője, akinek talán a legnagyobb gyakorlata van az előregyártás terén, szintén csak legfeljebb két keret felállítását remélte egy héten. De a szerkezet egyszerűsége, valamint úgy a tervezők, mint az emelőbrigádok és építészvezetőség összeműködése — bizonyos gyakorlat után — harmadára csökkentette ezt az előirányzatot.



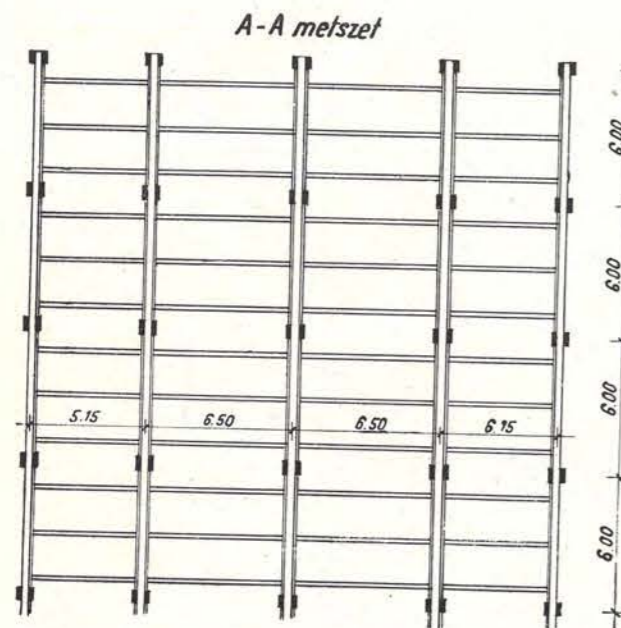
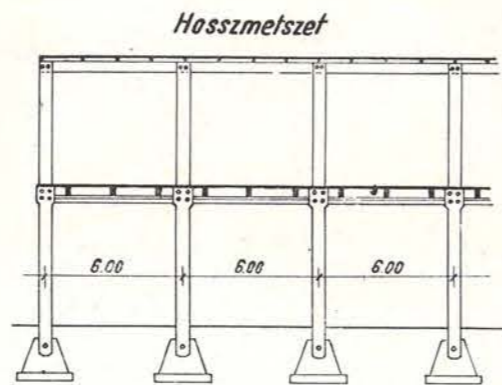
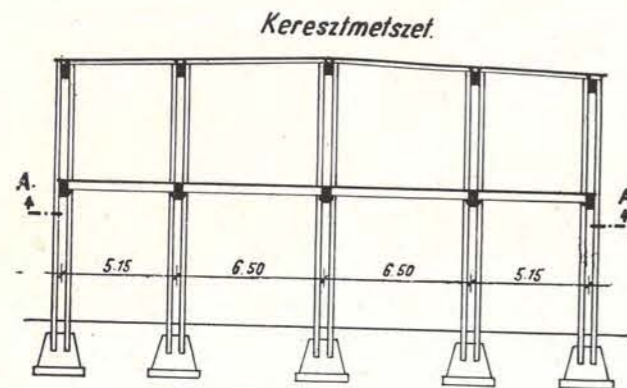
15. ábra. Tűzálló téglagyár. Fedett szín általános elrendezése.

A darupálya vasszerkezetű tartókon nyugszik, így a keretek hosszirányú merevítését külön, előregyártott merevítő tartók szolgálják, melyek a darutartókhoz hasonlóan rögzítettek. Forgódaruk és kezelőjárdák részére konzolok lesznek a keretek közé utólag beerősítve, szintén csapos kötéssel.

Az emeléshez, csapok betonozásához és a torony mozgatásához szükséges munkaerő a következő volt: 8 ács, 8 állványozó, 2 gépész és 13 segédmunkás, akik ezeket a munkákat 10 óra alatt végezték el a szükséges betanítás után.

A másik a Sztálin Vasmű Tűzálló Téglagyárának fedett színe. (15. ábra.) Ez 24 m darufesztávolságú csarnok, a keretgerenda teljes hossza 27,00 m. Egy-egy pillérpár súlya 13,0 t, a keretgerenda súlya 27,00 t. Előregyártása a kokillacsarnokétól

eltérőleg történt, minthogy ennek emelésére 2 db 20 t bika állt rendelkezésre. Itt az alapok felett lettek legyártva az ikerpillérek, melyek 4 helyen diafragmákkal össze lettek fogva, hogy az egyszerű emelésnél helyzetük rögzítve legyen. Az oszlopok mellett lettek előregyártva a keretgerendák. A bikák először a két ikerpillérpárt állították fel, éspedig egyidejűleg, utána lett a keretgerenda felemelve éspedig a pilléren túl emelve és felülről az ikerpillérek közé beeresztve és ideiglenesen alátámasztva, majd kiékelve és kikötve. Ezután történt a csapok vastartóinak elhelyezése és kiöntése. Ecélből a keretgerendavégekre gömbvasból készült kengyelek lettek elhelyezve, melyek bepallózva a munkapódiumot képezték. A bikák átállítása a szokásos módon történt. Egy keret felállításához és csomóponti



16. ábra.

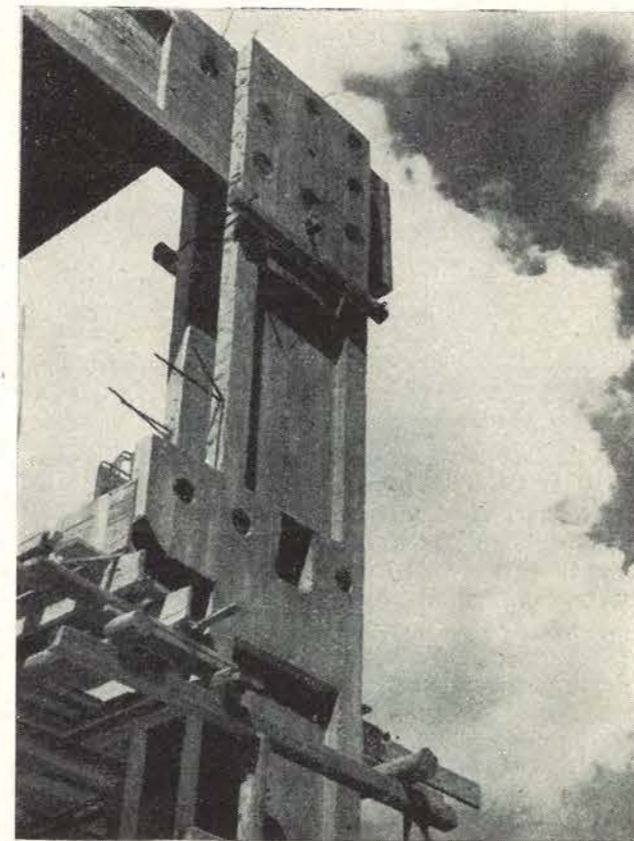
Tűzálló téglagyár. Alagútkemence általános elrendezése.

merevítéséhez ennél az emelési módnál is körülbelül ugyanannyi idő kellett, mint az előbb leírt, tornyokkal való emeléshez, mert ugyan a bika átállítása valamivel kevesebb időt vett igénybe, de míg a torony egy állásból tudta úgy az oszlopokat, mint a gerendát beemelni, addig a bikákat közben át kellett állítani. A kivitelező vállalat által előirányzott időt itt is lényegesen lehetett csökkenteni, mert a kivitelező vállalat kezdetben 2 keret emelését irányozta elő hetenként, majd a kezdeti nehézségek leküzdése után ezt heti 3 keret emelésére módosította. Pedig naponként egy keretet lehetett felállítani.

A darupálya gerendája vasbetonból készült a járólemezsel együtt előregyártva és az előzőekben ismertetett módon lett emelve, az oszlopokhoz erősítve és a csarnok hosszirányú merevítését képezi.

Az emeléshez, csapok betonozásához és a bikák mozgatásához szükséges munkaerő a következő volt: 8 szakmunkás, 2 gépész és 20 segédmunkás, akik ezt a munkát 10 óra alatt végezték el.

Végül ismertetem a Sztálin Vasmű Tűzálló Téglagyárának alagút kemence épületét. (16. ábra.) Ez az első emeletes előregyártott vasbeton műhely-

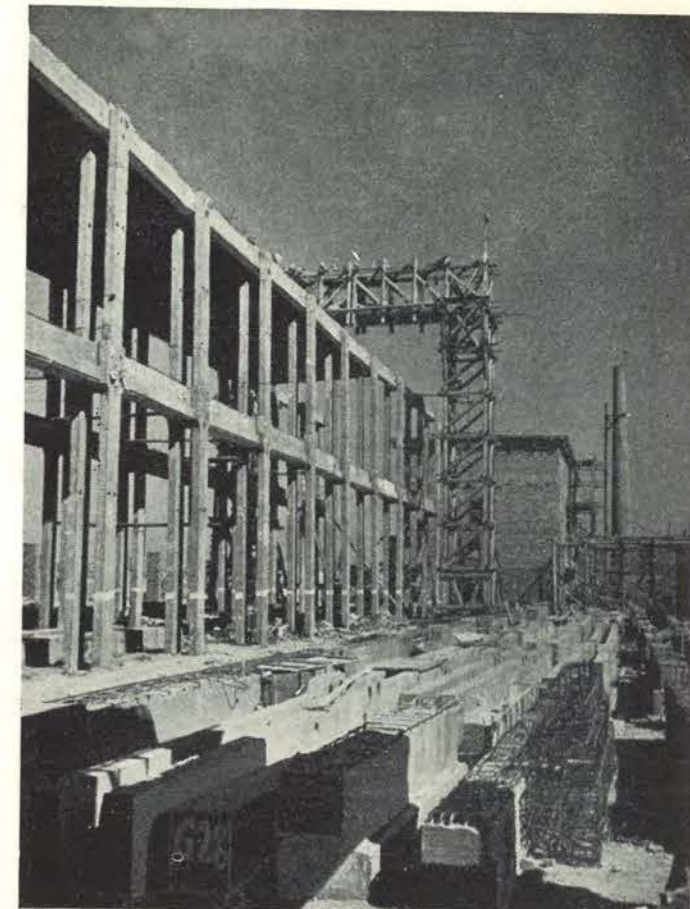


17. ábra.

Csoportos kötés csomóponti kiképzése.

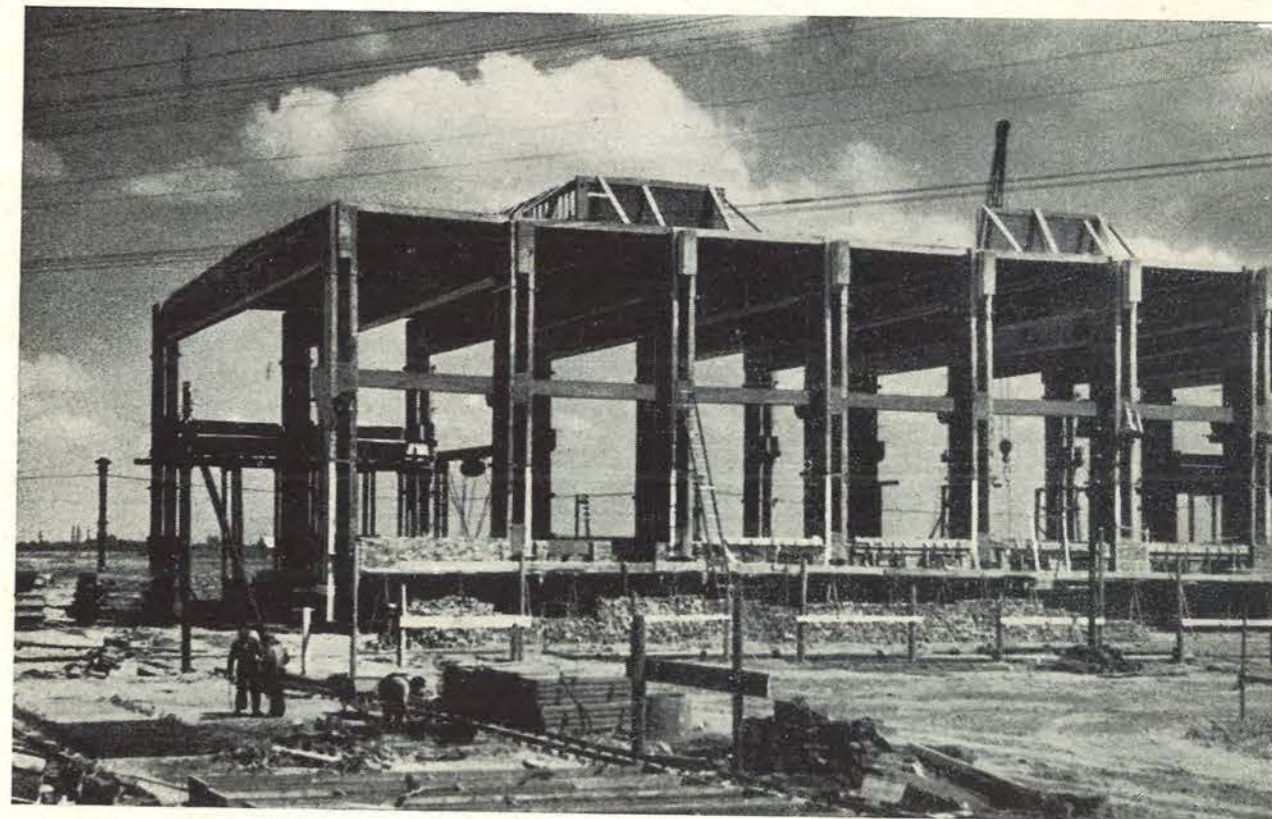
elhelyezése után beemelve, és pedig túl-emeléssel a pillérek közé beeresztve és ideiglenesen alátámasztva. A keretgerendák konzolos túlnyúlással készültek úgy, hogy egy-egy 4 oszlopból álló rész egy teljes egységet alkotott és ezek közé lettek a beakasztott gerendák helyezve. A felállításhoz egy fából készült portáldaru szolgált.

Igyekeztünk olyan előregyártási eljárást kidolgozni, amely hegesztés és helyszíni összebetonozás nélkül teszi lehetővé nagyobb csarnokok vagy emeletes műhelyek készítését és azt hiszem a célt sikerült megközelíteni.



18. ábra.

Alagútkemence emeletes kereteinek szerelése



19. ábra. Sztálin Vasmű Kókilacsarnok.

IPARI ÉPÜLETTERVEZÉSI KÉZIKÖNYV

Az ipari épülettervezés eddigi gyakorlata azt mutatja, hogy az egyes feladatcsoportok technológiai és építészeti komplex megoldásának alapelvei nincsenek rögzítve. Gyakran előfordul, hogy egy feladatnál a technológus és építész egymással szemben mereven képviseli saját szempontjait, egy következő feladatnál más tervezők ismét más szempontokat vetnek fel és visznek keresztül. Megfelelő segédlet hiányában nincs mód a mindkét szempontból legjobb megoldás megtalálására. Az Iparterv vezetősége felismerve annak szükségességét, hogy a tervezők kezébe egy, — a technológus és építész tervező irodák által közösen elfogadott — vezérfonal kerüljön, felvetette egy ipari tervezési kézikönyv szerkesztésének gondolatát. Az Építésügyi Minisztérium ezt helyesnek, fontosnak és időszerűnek találta és a munka megkezdésének feltételeit haladéktalanul biztosította. Megvizsgálva a feladatok fontossági és gyakorisági sorrendjét, az ipari gépgyártás szektora lett a feldolgozás első üteméül kijelölve, a Gépipari Tervező Iroda szakértőinek közreműködésével.

Hasonló célú összefoglaló munka világviszonylatban sem ismeretes. A Szovjetunióban a legnagyobb alaposággal foglalkoznak a kérdés megoldásával, egy hasonló tárgyú régebbi kiadású munka (Fiszenko) ismeretes is, ez azonban inkább enciklopédia jellegű. Viszont rendelkezésre áll számtalan igen részletesen kidolgozott technológiai tervezési kézikönyv (Szpravocsnyik Projektanta Masinosztroitelnyih Zavodov stb.), amelyeknek gazdag anyagából sokat meríthetünk, de eltérő ipari fejlettségi fokunk, adottságaink és profilunk miatt átvenni nem mindig tudunk. Így a kézikönyv alapjául a szovjet irodalom és a hazai gyakorlat szolgál.

Tekintve, hogy a munkának, — a tárgykör széles volta és a kezelés egyszerűsége szempontjából aránylag kis terjedelem és tömör összeállítás felel meg, — az Iparterv a szerkesztésnél az alábbi szempontokat tartja szem előtt:

1. A Tervezési kézikönyv elsősorban építész tervezők számára készül és a technológia területéről csak annyit ölel fel, amit az építészek feltétlenül kívánatos tudni, vagyis hogy az épülettervező konkrét feladat esetén, a könyv megfelelő fejezetének áttanulmányozása révén tájékozást kapjon:

- a technológiai folyamatról,
- az anyagforgalom, tárolás és szállítás lehetőségeiről,
- a gépi berendezés, méret, terhelés és energiaszükségletéről,
- az üzemszervek kapcsolódásáról,
- az előforduló nagyságrendiségekről és gyártási rendszerekről,
- az alaprajzi prototípusokról,
- a vonatkozó munkavédelmi és tűzbiztonsági előírásokról,

a helyes pillérhálórendszerekről, ill. a különböző osztástávolságok technológiai kihatásáról,

a szükséges belmagasság meghatározásának módjáról,

a dolgozók létszámáról és megoszlásáról,

a szükséges hasznos és dinamikus terhelésekről, a természetes és mesterséges, általános és helyi világítászükségletéről,

a fűtés, szellőzés igényeiről,

az energia-, préslevegő-, gáz-, vízszükségletéről.

2. Az optimális gazdaságossági tényezők felkutatása a technológia és a magasépítési beruházás viszonyában.

3. A technológus tervezők számára, a technológiai terv készítéséhez a helyes építészeti szempontokat feltüntető segédlet nyújtása.

4. Az ipari épülettervezési normák előkészítése.

A könyv végleges formájában fel fogja ölelni az ipari tervezés minden ágát. A most kidolgozásra kerülő tárgykör címszavait az alábbiakban közöljük:

GÉPGYÁRTÁS

Általános rész

Gépi berendezések ismertetése.
Szerszámgépek fajtái, főbb méretek.
Szerszámgépek alapozása.

Szállítóberendezések.

Vasút.	Vedres felvonó.
Közúti járművek.	Daru.
Gönggőssor.	Függőpálya.
Szállítószalag.	Függőkonveyor.
Fekvőkonveyor.	Kötélpálya.
Csúzda, surrantó.	Csavarorsós továbbító.
Felvonó.	Rédler.
Elevátor.	Pneumatikus továbbító.

Üzemek, műhelyek.

Daraboló.	Szerelő.
Lemezelőkészítő.	Hőkezelő.
Forgácsoló.	Galvanizáló.
Sajtoló.	Festő.
Lakatos.	Kovács.
Tekerceselő.	Öntőde.
Műszerész.	

Segédüzemek.

Raktár.	Laboratórium.
Szerszámműhely.	Finommérőszoba.
Szerszámélező.	Asztalos.
Karbantartó.	Egyéb.

Gyárak.

Finommechanikai üzemek.
Mechanikai üzemek.
Könnyűgépipari üzemek.

Középnéhez gépipari üzemek.

Nehéz gépipari üzemek.

Különlegesen nehéz gépipari üzemek.

A gépgyártás tárgykörének kidolgozása után következnek a kohóipar, bányáipar, vegyipar stb., mindig úgy, hogy a közös, már tárgyalt részek (pl. vasút, szállítóberendezések stb.) csak kiegészítésre kerülnek és végül a mindegyikre vonatkozóan érvényes anyag, a könyv elején egy általános részben lesz összeállítva.

A szerkesztési munkának egyik legnehezebb része, a feldolgozás részletességének helyes megállapítása. Arra törekszünk, hogyha az építészek természetesen nem is feladata a technológiai tervezés, — ismerje az elvi és döntő fontosságú technológiai tervezési szempontokat és az abból következő épületszerkezeti kötöttségeket és szabadságokat. Ezeknek az elvi szempontoknak a kiszűrése hosszadalmas munka és a feldolgozás első üteme lényegesen nagyobb volument ölel fel. Annak elkészülte után a gyűjtött anyagot ismét felül kell vizsgálni, hogy végül is csak a legszükségesebb mennyiséget kapjuk, megfelelően választott grafikus ábrázolással és a szöveg tömörítésével. Alapelvnek tekinthető, hogy a könyv szerkezeti megoldásokat ne tartalmazzon, csak utalás formájában.

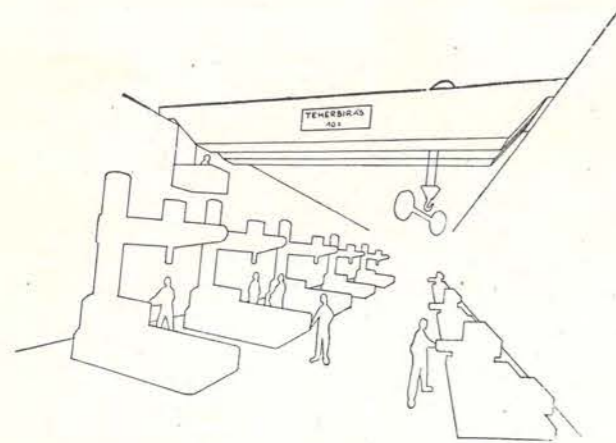
A könyv eddigi szerkesztésénél is már bizonyos eredményeket állapítottunk meg. De a továbbiakban ettől a munkától várjuk a technológus és építész tervező közötti jobb együttműködés kialakítását, gazdaságosabb üzemű, kisebb beruházási

költségű gyárakat, tervezési kapacitás felszabadítását, rövidebb tervezési időt. A tipizálандó szerkezetek és ipari épülméreték fontossági és sürgősségi sorrendjének tervszerű összeállítását (pl. darupályamenti vezeték tartó beerősítések, feljáró hágcsók, sinkötések, dilatációk, — mint szerkezeti csomópontok, pillértengelytávok rögzítése a tipizált darufesztávokhoz, — mint tipizálандó méret). Lehetőség nyílik a technológiai tervező irodák és a szabványosítás figyelmének felhívása olyan elfogadott technológiai megoldások megváltoztatására, melyek az építészeti beruházás szempontjából feltűnően költségesek (pl. daruk: a tipizált, sőt szabványosított futódaruk járdamagassága jelenleg a csarnokok belmagasságát átlag 60 cm-rel növeli).

Az alábbiakban közlésre kerülő fejezet: daruk, — végleges formábaöntés előtti stádiumban van. Épületvonalozása aránylag kevés, de ilyen összefoglaló ismertetése az építész tervező számára mégis igen fontos.

A jövőben is fogunk egyes fejezeteket lapunkban ismertetni, — így legközelebb a tulajdonképpeni tervezési rész első ismertető fejezetét, a forgácsoló üzemeket, — abból a célból, hogy a magasépítési és technológus tervezők észrevételeiket és hozzászólásaikat megtegyék. Azt a széleskörű bírálatot, melyet a fent vázolt programhoz, feldolgozási elvekhez és feldolgozott fejezetekhez várunk, — további munkánkban szeretnénk felhasználni.

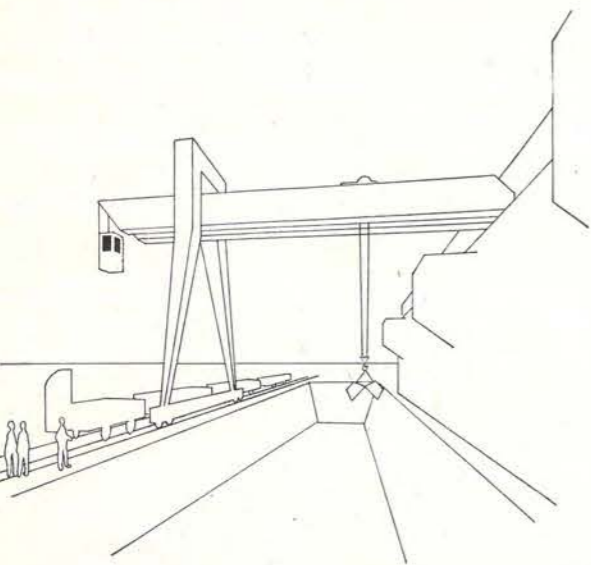
Sz. J.



[1] Futódaru egy csarnok kiszolgálására, csak csarnokon belüli szállításra



[2] Többhajtású üzem futódarukkal. Szállítás [hosszirányú csarnokok között a konzolos darupálya és a keresztirányú csarnok futódaruja útján



[3] Félbakdaru egyirányú konzolos túlnyúlással; vagonkirakásra, tárolóterület anyagmozgatására és az anyagnak csúszdák útján az épületbe való juttatására

DARUK*

SZÁLLÍTÁSI JELLEMZŐK
ALKALMAZÁSI TERÜLET

A daru olyan emelő-szállítóberendezés, amely a különböző terheket felfogókészülékek segítségével a daru hatásterén belül (daruzott tér) a tér bármely pontjáról egy tetszés szerinti más pontra szállítja.

A daruzott tér, pályához kötött daruknál általában hasáb, henger, vagy hengergyűrű. Pályához nem kötött daruknál a daruzott tér alaprajza tetszőleges, csak a magasság kötött, a daruszerkezettől függően.

Szállítási jellemzők

A daruval történő szállítás egyéb emelő, elhelyező berendezést nem igényel, ellentétben számos egyéb szállítóberendezéssel, amelyre a tárgyat rá kell helyezni, illetve le kell emelni: teherkocsi, vagon, futószalag, görgősor ísb. Változó nagyságú, formájú és súlyú tárgyak, munkahelyek között szükséges sokirányú szállításának ellátására gazdaságos.

Szalaggyártáshoz, vonal mentén, gyors ütemben, egyirányban haladó anyagmozgatásra nem gazdaságos.

A szállítás a berendezés, illetve a rakodóterület fölött történik, alapterületet nem, vagy igen kis mértékben igényel. A kiszolgáló tér forgalmát és elrendezését a daru nem zavarja és nem növeli.

Az anyagmozgatás szakaszos: egy szállítási ütemfelfogás, emelés, szállítás, kioldás és üres járatból áll.

A szállítás általában pályához kötött. Üzemi épületen belül a pálya pillérekhez kötött, ezért egy daru általában csak egy csarnok belső szállítását tudja ellátni, [1] azon kívül csak költségesebb kiegészítőberendezésekkel: — forgógém, teleszkóp, átmenő macska —; vagy költséges építészeti megoldásokkal: — konzolos darupálya, [2], darukapu — tud szállítani.

Minden szilárd halmazállapotú anyag, ömlesztett és darabárú szállítására alkalmas, megfelelő felfogóberendezéssel. Kivételesen folyékony halmazállapotú anyaghoz is (öntödében folyékony vas szállítására).

Beruházási és üzemeltetési költsége viszonylag magas. Belső téri daruknál a szükséges darupálya, konzol, megerősített keretszerkezet, alapozás, a megnövelt belmagasság, fűtési és szellőztetési többlet az építészeti költséget is jelentősen növeli.

Karbantartási költsége kicsi, élettartama nagy.

Szükséges létszám:

Állandóan: 1 fő (darukezelő)

Időszakosan: 1—2 fő a szállítandó tárgyak felerősítéséhez ill. leoldásához. A szállítandó anyagtól ill. az alkalmazott felfogóberendezéstől függően.

Alkalmazási terület

1. Rakodásra

Hajók, vasuti és közforgalmi járművek be és kirakásához: bakdaru, félbakdaru, portáldaru, rakodóhid, forgódaru.

2. Szabadtéri tároló területek anyagmozgatására Széntárolók, homoktárolók, üzemi szabadtéri szerelő és raktárterületek szállításának ellátására: bakdaru, félbakdaru [3], rakodóhid, szabadtéri futódaru.

3. Gyárüzemi belső szállításokhoz Gépcsarnokok, szerelőcsarnokok, zárt raktárak anyagmozgatásához szakaszos, munkafolyamat esetén és ha az anyag útja nem meghatározott vonal mentén halad. A legáltalánosabban használatos üzemi szállítóeszköz: futódaruk, konzoldaru, forgódaru, bakdaru.

4. Építkezések szerelési és szállítási munkáihoz Épületelemgyártótelep anyagmozgatásához: toronydaru, hernyótalpas daru, bakdaru, kábelaru, emelőbika, stb.

5. Speciális célokra

Úszódaru, vagonra szerelt daru, teherautóra szerelt daru, stb.

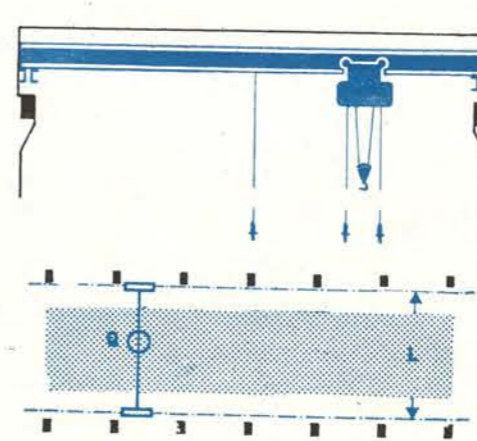
* Összeállítva: 1952. nov. 1.

DARUK
KÉZIHAJTÁSÚ GERENDADARUK

Gyárüzemi szállításnál használatos darufajták

Az ismertetett darufajták: (kézi-hajtású gerendadaru, könnyű futódaru, tipizált futódaru, kétmacskás futódaru, függőmacskás futódaru, teleszkópdaru, forgógémes daru, bakdaru, konzoldaru, forgódaru) csak a gyárüzemi, ill. az ipari épületekkel kapcsolatos darufajtákat tartalmazzák, így az összeállítás teljességre nem tart igényt. Ábra: a daru vázlatos nézete, alatta: az épületterven feltüntetendő szabványos alaprajzi jele.

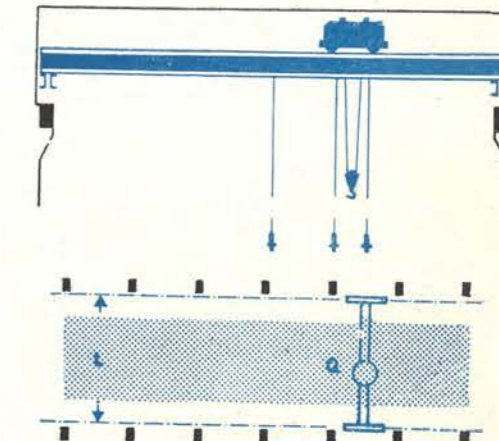
Az összeállításban a daru által kiszolgált terület (daruzott terület) az alaprajzon pontszerűen van jelölve. Szövegben: jellemző adatok és alkalmazási terület. A megadott méretadatok: fesztáv, teherbírás stb. tájékoztató átlagadatok. Épületterven az alaprajzon mindenkor bejelölendő: Q = teherbírás (tonna), L = fesztáv (méter); szükség szerint: K = karkinyulás (méter), R = forgórész sugara (méter).



ÁBRACSERE! Kézi-hajtású gerendadaruk ábrája a 112 oldalon!

EGYGERENDÁS KÉZIHAJTÁSÚ DARU

Legkönnyebb szerkezetű futódaru. Daruhíd 1 db. hengerelt I szelvény. A macska az alsó vagy felső övlemezen függ.



KÉTGERENDÁS KÉZIHAJTÁSÚ DARU

Könnyűdaru az előzőnél nehezebb kivitelben. Daruhíd 2 db I vagy U szelvény. Macska fölülfutó. Horogmagasság \approx sírkoronamagasság. Azonos teherbírás, fesztáv- és horogmagasság esetén, szükséges belmagassága kisebb, beruházási költsége nagyobb, mint az egygerendás darué.

Leírás:

Kezelőjárda nincs. Hidmozgatás a pálya mentén függő kézilánc húzásával, macskamozgatás a teher továbbhúzásával vagy kézilánc útján. Teheremelés láncsal. A daruhídról két végén egy-egy, a macskáról egy vagy két lánc lóg. Egyéb előírás hiányában, a húzólánc hossza és az emelési magasság 3 m. Gazdaságossági szempontból minden esetben megvizsgálandó a darupályatartó megoldása (vas vagy vasbeton). Vasszerkezet általában gazdaságosabb, kis terhelés, fesztáv, a vb. tartó és sinszerkezet bonyolult szerelése miatt.

Alkalmazás:

Épületben, vagy szabadtéri magas pályán. Időszakos, nem üzemszerű használat esetén. Raktárakban: kis %-ban daruval szállítandó nehezebb tárgyakhoz. Erőművek, szivattyúházak gépházáiban: géprezsek emeléséhez, szerelési munkákhoz stb.

Mindenben egyezik az előzővel, de nagyobb terhek szállításának szükségessége esetén használatos. Mindkettőnél előforduló 3 és 5 t közötti teherbírás esetén a beruházási költség ill. a csarnok belső építészeti kialakítása (darupálya-magasság!) a döntő.

Daruzott terület:

A darufesztávon belül, a szélső horogállások között.

Fesztáv:

12 m-ig, méretkötöttség nélkül.

Teherbírás:

0,5, 1, 1,8, 3,5 t.

3, 5, 8,5, 10, 12,5, 15, 20 t.

Kormányzás:

Mozgatás a padlószintről, láncsal.

Megjegyzés:

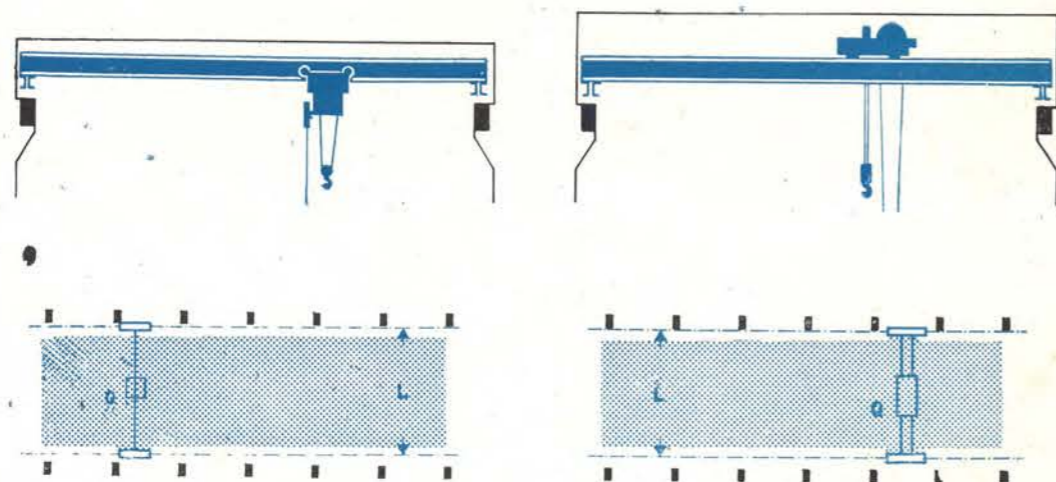
Szabványosítva: Egygerendás kézi-hajtású futódaru MNOSZ 6710—52.
kétmacskás futódaru MNOSZ 6708—52.

Szabvány kidolgozás alatt.

Kézi- és villamoshajtású daru vegyesen is alkalmazható. Ilyenkor megnevezendő a kézi-, illetve elektromos erővel végzendő munka. Pl. egymotoros gerendadaru villamoshajtású emelőszerkezettel, kézimotoros gerendadaru kézi macskamozgató szerkezettel. Mindig a nagyobb energiát igénylő jelölt mozgások gépesítendőek: hosszú csarnok esetén a hidmozgatás, rövid csarnok, de nagy teher esetén a teheremelés stb.

DARUK

VILLAMOS KÖNNYŰDARUK



ÁBRACSERE! Villamos könnyűdaruk ábrája a 111. oldalon!

EGYGERENDÁS VILLAMOS FUTÓDARU

Daruhid 1 db hengerelt I-szelvény. Kezelőjárda nincs. Macska az alsó övlemezen függ.

KÉTGERENDÁS VILLAMOS FUTÓDARU

Daruhid 2 db hengerelt I vagy U-szelvény. Macska a hid felső síkján fut. Kezelőjárda készíthető, de lehetőleg kerülendő, mert az ürmagasságot 0,80—1,00 m-el megnöveli

Leírás:

A rászertelt villamos (Demag, Romag) futómacska önsúlya és terjedelme kicsi (250—760 kg). Hidmozgatás sebessége: 30—35 m/p. Emelési sebesség 5,5—8,5 m/p, macskamozgási sebesség 30 m/p. Rövidre zárt motorjai lökészerűen indítanak. Finom beállítás szükség esetén kis sebességre — a normális $\frac{1}{10}$ -e — átkapcsolható segédmotoros emelőművel készíthető. Készül egy- és kétmotoros kivitelben, előbbiről a macskamozgatás kézi erővel: 1,5 t terhelésig egyszerűen a teher továbbhúzásával, —afelőtt, vagy ha pontos beállítás szükséges, húzólánc útján.

Alkalmazás:

Szerelhető konzolos darupályára, kisebb csarnokok teljes szélességében, vagy nagyfeszítávolságú csarnokok egy részének daruzási igénye esetén függő darupályára (függődaru). Megfelelő fix átmeneti sinszelvények közbeiktatásával a futómacska határos csarnokok daruhidjára, vagy függőpályájára átvezethető.

Használatos épületben vagy szabadtéri magas pályán. Normál kivitelben minden olyan raktárban és üzembn, ahol pontos beállítás nem szükséges. Finom emelőművel kényesebb üzemszervekben: öntődei formázótérben, szerelőkben.

Daruzott terület:

A darufesztávon belül, szélső horogállások között.

Fesztáv:

6, 8, 10, 12, 14 m. Nagyobb fesztáv esetén függőmacskás futódaru, lásd 116. oldal.

Teherbírás:

Normál kivitelben: 1, 2, 3, 5 tonna
Finom emelőművel: 1, 2, 3

Kormányzás:

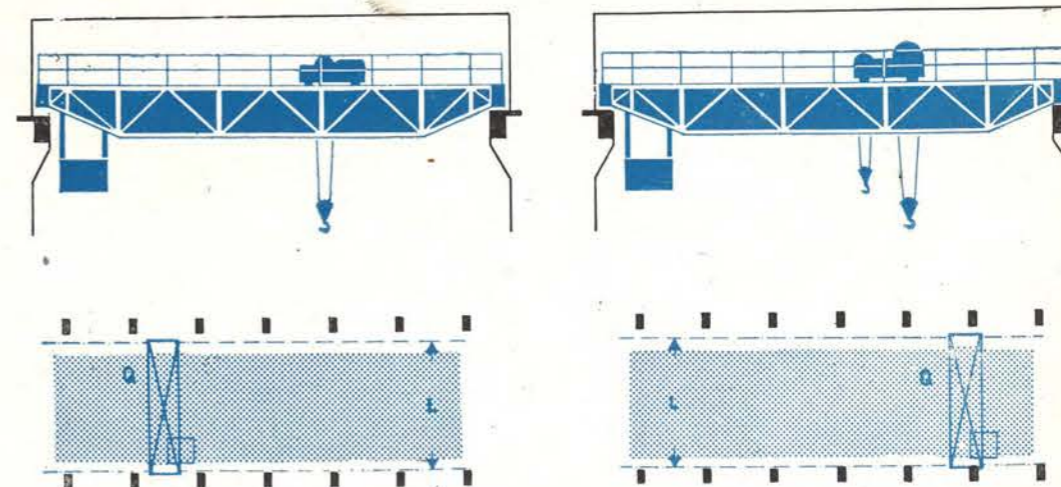
Padlószintről, 3 db nyomógombos körtekapcsolóval. Külön előírás hiányában a teheremelés és a macskamozgatás kapcsolója a futómacskáról, a hidmozgatásé a daruhidról lóg. Egyszerűbb kezelése miatt célszerű előírni, hogy a három kapcsoló vagy a daruhidra, vagy a futómacskára legyen szerelve. Előbbi esetben pontos helye megadandó, ez alaprajzi elrendezés függvényeképpen, a hosszirányú közlekedési vonal mentén. Szerelhető álló vagy ülő kezelőkossárral, amely akár a darura, akár a macskára függeszthető. Ez esetben a kezelőkossár magassági mérete: 1,80, ill. 1,50 m, figyelembe veendő. Kóssár alkalmazása esetén az alsó kormányzás által megszabott 30—35 m/p. mozgási sebességek növelhetők.

Megjegyzés:

Szabvány nincs; kidolgozás alatt.

DARUK

TÍPIZÁLT FUTÓDARUK



NORMÁLIS (FELSŐMACSKÁS) FUTÓDARU

Hidszerkezete kétfőtartós. Helysüksége és terhelési adatai 114—115. oldalon. A horog felső állása a darupályaszint alatt 0,8—1,4 m. Ürmagasság 2,3—3 m. Kezelőjárda létesítése kötelező.

Háromféle típusban készül:

	teheremelés m/p	macska mozgatás m/p	hidmozgatás m/p
A) Könnyű kivitelű, kis sebességekkel	1,5—4	15—22	30—50
B) Középhez kivitelű, közepes sebességekkel..	3,5—11	35	70—100
C) Nehéz kivitelű, nagy sebességekkel	8—25	40	100—120

Leírás:

A macska egy horoggal és egy teheremelő szerkezettel van ellátva.

Csúszógyűrűs motorjaival fokozatos, lökésmentes indítás biztosítható. Különlegesen pontos beállítás igénye esetén súlyszétőfékes teherlebecsítő szerkezettel készül.

A macska két egymástól független emelőszerkezettel és horoggal van ellátva:

1. Főteheremelő a maximális terhelésre,
2. Segédteheremelő a kisebb terhek gyorsabb emelésére (általában a max. teher $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$ része)

A teherbírás (Q) törtszámmal adandó meg: számlálóban a főteheremelő, nevezőben a segédteheremelő teherbírása szerepel: 15/3, 20/5 stb.

Alkalmazás:

Legáltalánosabban használt darutípus. Beruházási költsége kisebb, — javítási, kezelési lehetősége jobb, mint az alsópályás darunak, de azonos horogmagasság esetén szükséges ürmagassága annál 1—2 m-el nagyobb, tehát az építészeti beruházás költsége viszonylag magas.

Használatos: a szabadtéri raktárak, tárolóhelyek, gépgyárak és egyéb nehéz terhek szakaszos szállítását igénylő gyárak, üzemek csarnokaiban.

- A) típus használatos: időszakos üzemeltetés és kisebb igénybevétel esetén.
- B) típus használatos: állandó üzemeltetés és normális igénybevétel esetén.
- C) típus használatos: állandó üzemeltetés, fokozott igénybevétel és nagyobb biztonsági igények esetén.

Daruzott terület:

Fesztávon belül, szélső horogállások között. A két szélső horogállás összege 1,80—4,40 m között. Nagyságuk a teherbírással nő, nagy teherbírás és kis fesztáv esetén a daruzott szélesség a fesztávnak alig 55—70%-a. Pl. Q = 50 t, L = 10 m, e + f = 4,40; daruzott szélesség = 5,60 m.

Darufesztávon belül. A két teheremelő daruzott területe nem fedi egymást, és a macska elhelyezésétől függően az egyik, illetve a másik oldalra toódik. Szélső horogállások távolsága a fesztávól levonva adja a tényleges daruzott szélességet.

Fesztáv:

Tipizálva 10, 12, 14, 16, 18, 20, 24, 28, 32 m-re. Szélső határokon kívül szabadon választható, azon belüli eltéréshez KGM. engedély szükséges.

Teherbírás:

Tipizálva 5, 10, 15, 20, 30, 50, 75, 100 tonnára.

Csak 12 t max. terhelés fölött. Tipizálva 15/3, 20/5, 30/5 50/10 t terhelésre. A technológia igénye szerint más összeállítás is választható.

Kormányzás:

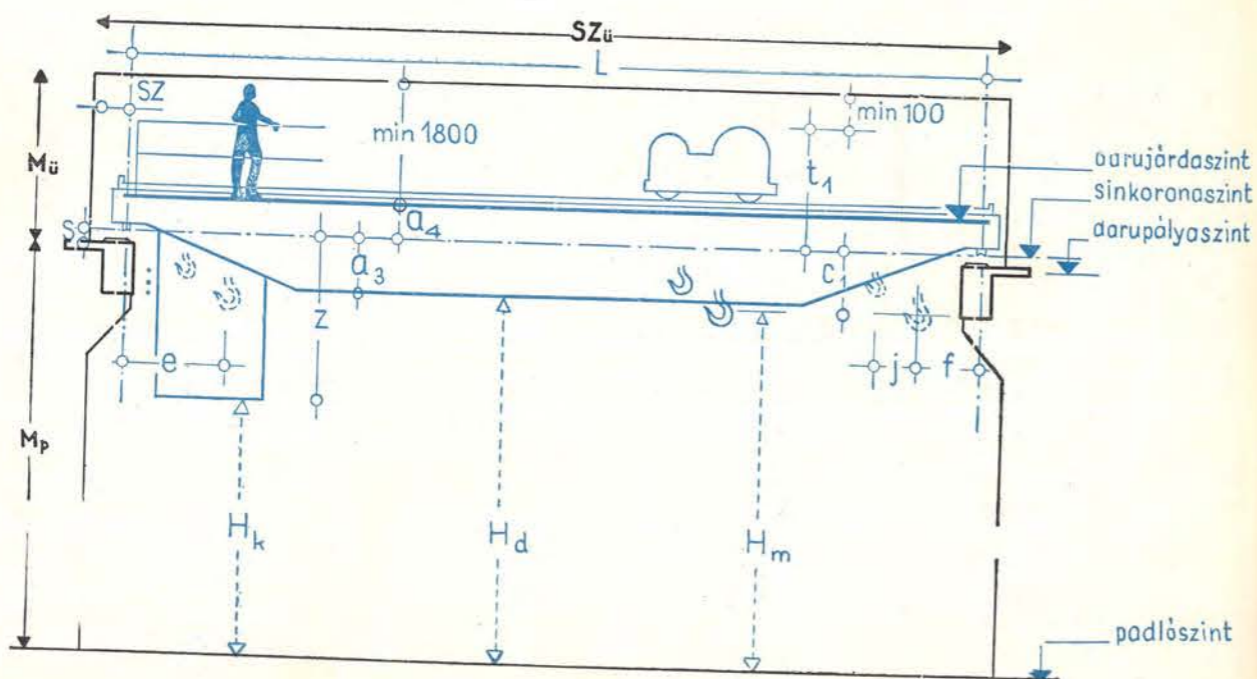
Általában kossárból, kivételesen padlószintről. Figyelembe veendő, hogy az alsó vezérléshez 6 fogantyú szükséges, ezért kezelése nehezebb, mint a könnyűdarué.

Megjegyzés:

Szabvány megjelenés előtt: MNOSZ 6709—52.

B" TÍPUSU FUTÓDARU SEGÉDTEHEREMELŐ NÉLKÜL														MNOSZ 6709-52		(6)			
KÖTELEZŐ ÉRTÉKEK														(1)		TÁJÉKOZTATÓ MÉRTEK		(1)	
(tonna)	(méter)	max.kerék nyomás (tonna)	C ₁	a ₃	z	a ₂ =a ₄	SZ	h	k	t ₁	s	e	f	j					
5	10	6,0	800	650	2550	500	260	2100	3800	1500	118	1050*	800						
	12	6,3		850	2750														
	14	6,5		1050	2950														
	16	6,8		1250	3150														
	18	7,1		1450	3350			2300											
	20	7,5		1550	3450			2600											
	24	8,2		1950	3850			2900											
	28	8,8		2350	4250			3200											
10	10	9,0	1050	550	2450	620	290	2500	4400	1870	118								
	12	9,4		750	2650														
	14	9,7		950	2850														
	16	10,1		1150	3050														
	18	10,4		1350	3250			2600											
	20	10,9		1550	3450			2900											
	24	11,8		1900	3800			3200											
	28	12,8		2300	4200			3800											
15	10	12,2	1150	500	2400	660	310	2700	4600	1960	130								
	12	12,7		700	2600														
	14	13,1		900	2800														
	16	13,6		1100	3000														
	18	14,0		1300	3200			2900											
	20	14,6		1500	3400			3200											
	24	15,7		1850	3750			3800											
	28	16,8		2250	4150			4300											
32	18,0	2650	4550	4300															

Megjegyzések →



Ürméretek megállapítása →

B" TÍPUSU FUTÓDARU SEGÉDTEHEREMELŐVEL														MNOSZ 6709-52		(6)			
KÖTELEZŐ ÉRTÉKEK														(1)		TÁJÉKOZTATÓ MÉRTEK		(1)	
(tonna)	(méter)	max.kerék nyomás (tonna)	C ₁	a ₃	z	a ₂ =a ₄	SZ	h	k	t ₁	s	e	f	j					
15/3	10	12,5	1200	500	2400	660	310	2700	4600	2210	130		1800	1800	780				
	12	13,0		700	2600														
	14	13,4		900	2800														
	16	14,0		1100	3000														
	18	14,3		1300	3200														
	20	14,9		1500	3400														
	24	16,0		1850	3750														
	28	17,1		2250	4150														
	32	18,3		2650	4550														
	20/5	10		15,7	1350											450	2350	750	340
12		16,1	650	2550															
14		16,4	850	2750															
16		17,0	1050	2950															
18		17,6	1250	3150															
20		18,3	1450	3350															
24		19,5	1850	3750															
28		20,7	2200	4100															
32		21,9	2600	4300															
30/5		10	21,0	1350		400	2300	800	360	3900	5700	2550		228	2100	1900	1100		
	12	21,7	600		2500														
	14	22,4	800		2700														
	16	23,1	1000		2900														
	18	23,8	1150		3050														
	20	24,5	1350		3250														
	24	25,9	1750		3650														
	28	27,3	2100		4000														
	32	28,7	2500		4400														
	50/10	10	32,3		1400	200	2100											410	440
12		33,3	400	2300															
14		34,2	600	2500															
16		35,2	750	2650															
18		36,2	950	2850															
20		37,1	1150	3050															
24		39,0	1500	3400															
28		40,9	1900	3800															
32		42,7	2300	4200															

Ürméretek megállapítása

Adott teherbírás = Q
 Adott fesztáv = L
 Szükséges horogmagasság = H_m
 Daruhíd alsó sík szükséges magassága = H_d
 Darukosár alsó sík szükséges magassága = H_k
 az alábbi eljárással állapíthatók meg:

esetén az ürszelvény főméretei:
 darupálya-magasság = M_p
 ürmagasság = M_ü
 ürszélesség = Ü_{sz}

Darupályamagasság:

H_m + c₁ - s =
 H_k + z - s = legnagyobb érték 500 mm többszörösére
 H_d + a₃ - s = felkerékítve = M_p

Ürmagasság:

s + a₄ + 1800 = legnagyobb érték 200 mm többszörösére felkerékítve = M_ü

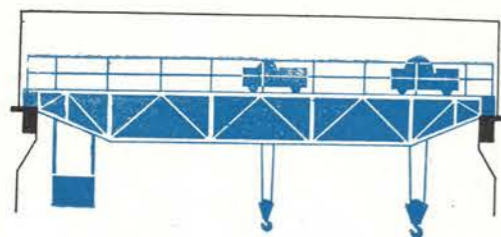
Ürszélesség:

L + 2 sz. = Ü_{sz}

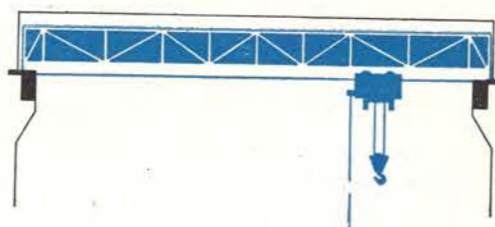
Megjegyzések:

- Kötelező értékek közül c₁, a₃, z, a₄, sz, k max. értékek, h minimális érték.
- Az s érték DATI háziszabvány, előreláthatólag változik, esetenként tisztázandó!
- A tört számlálója a főteheremelő, nevezője a segédtetheremelő teherbírását jelenti.
- z érték eltérően a szabványtól, használatos tipizált DATI adat. (A darukosár tipizált magassága 1900 mm).
- a₂ = daruhíd felső síkjának magassága, a₄ = kezelőjárda síkjának magassága. Tipizált futódaruknál a₂ = a₄.
- A táblázatban szereplő méretadatok vázlattev készítésére szolgálnak, kivételi tervhez minden esetben daruterv szükséges.
- Egy pályán futó több daru esetén, az egyik pálya mentén teljes hosszában végigfutó pályamenti járda készíthető.
- A daru fel- és leszerelése, karbantartása, esetleg javítása céljából a daruk számától függően egy, vagy több a daru ürszelvényén kívül eső, a pálya erre alkalmas helyén létesített, a biztonságos szereléshez szükséges, megfelelő nagyságú szabad helyről kell gondoskodni.

DARUK
TÖBBMACSKÁS FUTÓDARU
FÜGGŐMACSKÁS FUTÓDARU



TÖBBMACSKÁS FUTÓDARU



FÜGGŐMACSKÁS FUTÓDARU

Leírás:

Hídszerkezet és típusok mint a normál futódarunál, azonban a hídon azonos macskapályán két vagy több macska közlekedik. Így egyidőben két vagy több emelést is lehet végezni, illetve több kisebb, vagy egy nagyobb terhet lehet egyidőben szállítani. Teherbírását az egyes macskák teherbírásának összegével jelölik: 30 + 5; 10 + 10 + 5. Tipizálva nincs, méretek szempontjából tájékoztató szolgálhat a normális futódaru-táblázatból a terhek összegének megfelelő teherbíró daru.

Alkalmazás:

Épületben, vagy épületen kívül magas pályán, ha egy hidmozgatási útemre több tárgy szállítása állítható be és az egyidőben történő szállítások keresztelésének szükségessége nem áll fent, vagy nagyobb méretű tárgy többpontos megfogása szükséges: mozdonyjavító-, vagon-szerelő.

Daruzott terület: Darufesztávon belül. Az egyes macskák által befogható szélesség, a többi macska hosszától függően kisebb, egymáshoz viszonyított elhelyezésüktől függően eltolt helyzetű.

Fesztáv: A macskák helyszükséglete miatt csak nagyobb fesztáv esetén használatos: 18, 24, 28, 32 m.

Teherbírás: 10—100 tonna, a normális futódaru tipizált macskáinak megfelelően.

Kormányzás: Fix- vagy mozgókosárból.

Megjegyzés: Daruméretek egyedi tervezés szerint, macskák tipizálva.

Daruhid általában ∇ keresztmetszetű összetett rácsos tartó. Úr magassága a normális futódaruhoz viszonyítva kisebb, a darukosár és a daruhid alatt rendelkezésre álló szabad belmagasság, azonos horogmagasság feltételjezve nagyobb. Magyarországon csak könnyű futómacskával szerelve használatos, 5 t teherbírásig, — a Szovjetunióban nagyobb teherbírára is. Rendszerint kezelőjárda nélkül

Általában az alulmacskás gerendadaru alkalmazás-területe, de nagyobb fesztávolságokra. Az alulfutó macska alkalmazása megfelelő átvezető betétsin közbeépítésével lehetővé teszi, hogy a macska az egyik csarnokban futó daruhidról a határos csarnokok azonos kiképzésű daruhidjaira átvezethető legyen, vagy pedig közvetlenül függőpályára fusson át. Így egy macskával felemelt terhet egy üzem több csarnokán átrakodási idővesztés nélkül szállítható: Öntödék formázó-öntő üzemrészében stb.

Fesztávon belül, előzőekben részletezett bővítési lehetőségekkel.

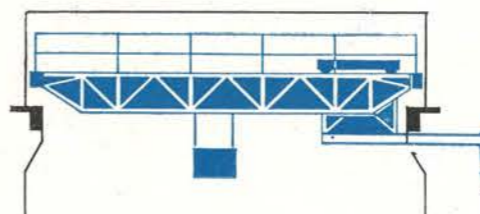
14 m fölött (14 m-ig gerendadaru).

1, 2, 3, 5 t.

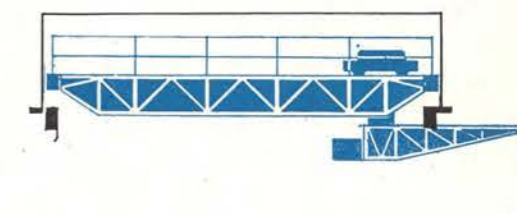
Padlószintről, fix-, vagy mozgókosárból, — átmenő macska esetén csak padlószintről.

Tipizálva nincs, egyedi tervezési feladat, de tipizált könnyű futómacskával.

DARUK
TELESZKÓPDARU
FORGÓGÉMES FUTÓDARU



TELESZKÓP VAGY ADAGOLÓ DARU



FORGÓGÉMES FUTÓDARU

Leírás:

Az alsópályás futómacskára, a macska mozgási irányában konzol (teleszkóp) van szerelve. Attól függően, hogy a horog a teleszkóp végéről függ, vagy a teleszkópon alul, vagy belül futómacska mozog, *fix* vagy *futómacskás* teleszkópdaru. Utóbbi esetben a konzol általában kétágú. Kombinálható a daruhidon felül futó macskával is. Tervezésnél, ill. alaprajzban megadandó a teleszkópnak a szintengelytől mért kinyúlása. Kezelőjárda kötelező.

Alkalmazás:

Az adagolódaru (fix horgos teleszkópdaru) ott használatos, ahol a szállított tárgyat a darupályára merőleges irányban egy nyílásba kell beemelni: öntödei kupolóknál stb. A futómacskás teleszkópdaru kétágú teleszkóppal ott használatos, ahol az egyik csarnokból a mellébe levőbe vagy az egyik csarnokból a közbelső kihagyásával egy harmadikba kell szállítani.

Daruzott terület: Túlnyúlik a darupályák által határolt területen. Adagoló daruknál mindig számításba veendő, hogy a darufesztávon belül nem daruzható holttér a konzollal ellentétes oldalon igen jelentékeny. Gyakorlatilag = a teleszkóp + a teleszkópbefogás hossza. A tényleges daruzott terület a konzol irányában el van tolvadva. A futómacskás teleszkópdaruknál a darufesztávon belül holttér nincs. A teleszkóp átnyújtásával a daruzott terület a jobb- és baloldali csarnokok felé $\frac{1}{3}$ + $\frac{1}{3}$ csarnokszélességgel megnövelhető. Teleszkópdaruval pillérek mögötti terület nem szolgálható ki.

Fesztáv: 10—32 m. Kinyúlás 10 m-ig.

Teherbírás: 3—10 t.

Kormányzás: Kosárból. A kosárnak a hídon történő elhelyezése mindig megvizsgálendő.

Megjegyzés: Tipizálva nincs, egyedi tervezési feladat.

A futómacskára forgógémet szerelnek. Belsőteri daruknál alsó, szabadtéri daruknál felső forgógémet. Előző esetben a gémmozgatással a pillérek ki kell kerülni, de a terhet nem kell a pályán átmenetni, utóbbinál a terhet át kell emelni, de a gémmozgatással a pályán átmenetni. Az alaprajzban bejelölendő a forgógém sugara. A szerkezet aránylag nehéz és költséges.

Épületben vagy szabadtéri magas pályán:

1. Ha a szállítandó tárgyat egy közel függőleges, a darupályával nem párhuzamos síkban levő nyíláson kell beemelni;
2. Ha a daruzott területen belül sűrűn adódnak elő olyan munkaszakaszok, amelyek a daruhid mozgatása nélkül, a gép elfordításával és mozgatásával elvégezhetők.
3. Ha a szállított tárgyat egyik, vagy másik, vagy mindkét szomszédos csarnokba át kell adni, vagy egy a csarnokon belül v. kívül levő berendezésbe kell adagolni: pl. törömmű.
4. Ha a pillérek mögötti terület is kiszolgálendő.

A darufesztávnál kétirányban hozzávetőleg a gémmozgatás-sa. nagyobb. A pillérek mög is tud szállítani.

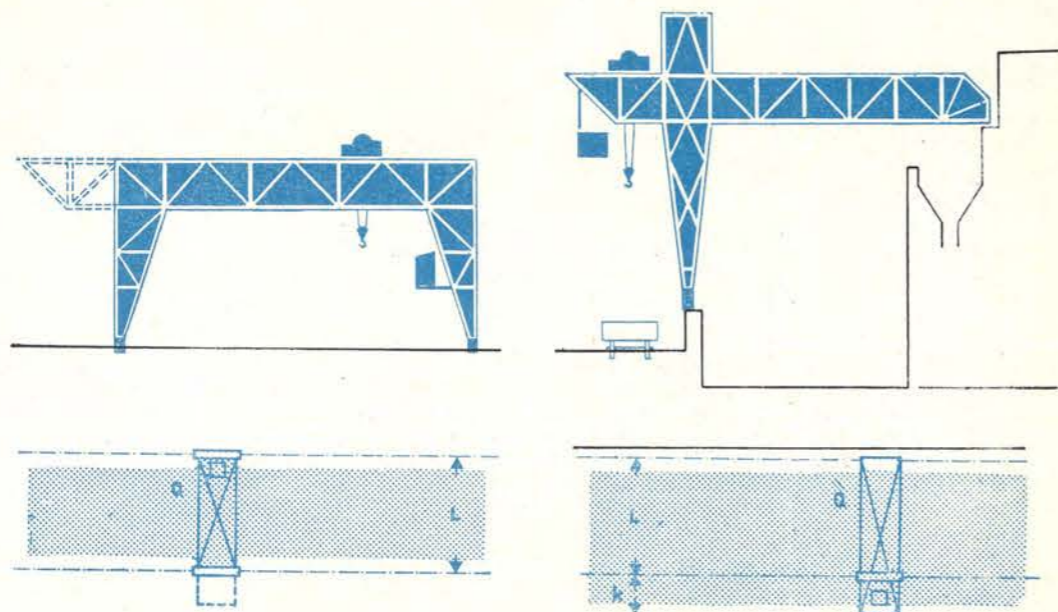
10—32 m. Gémmozgatás 5—10 m.

3—10 t.

Kosárból. A kosár a gémen van elhelyezve, úgy, hogy a daruvezető a gémmel együtt fordul és ezáltal megfelelő áttekintése van.

Tipizálva nincs. Egyedi tervezési feladat. Alsó forgógém esetén a darupályatartó magassága úgy választandó meg, hogy alatta a forgógém legmagasabb síkjára elfordulhasson

DARUK BAKDARU FÉLBAKDARU



BAKDARU

FÉLBAKDARU

Leírás: A darupálya a talajszinten. Hídszerkezet kétféleképpen, csak a pálya között, vagy egy-kétoldali konzolos túlnyúlással: *Rakodóhid* 20 m fesztáv fölött, több macskával, vagy forgógémmel szerelve. *Portáldaru*: ha a fesztáv és hidmagasság ürszelvényeket hidal át és a szállítási jellege átrakodás.

Egyik pálya talajszinten, másik pálya magas. Így tulajdonképpen a bakdaru és futódaru kombinációja a *félbakdaru*. Ennek megfelelően a hid csak egyoldali konzollal látható el a bak felőli oldalán. Van félportáldaru is, rakodóhid viszont ilyen elrendezésben nem készül. Ugyanúgy, mint a bakdaru használatos macskákkal vagy forgógémmel.

Alkalmazás: *Bakdaru*: szabadtéri rakodóknál és tárolóknál kisebb fesztáv esetén, épületen belül csak egészen kivételesen, keresztirányú forgalom lebonyolítására. A pálya építési költsége kisebb, mint a magas pályáé, a daruszerkezet súlya, építési- és üzemeltetési költsége nagyobb, mint a futódarué; ha a választást a gazdaságosság dönti el: rövid tér esetén magas pályás futódaru, hosszú térnél bakdaru. Kis felszerelési költsége miatt ideiglenes üzemi telepek: épületelőgyártóüzem, szabadtéri szerelőüzem anyagmozgatásának ellátására használatosak. Szabadtéri, jelentős keresztirányú forgalomnál inkább bakdarut.
Rakodóhid: nagyobb szélességű tárolóterületek, főleg ömlesztett anyagok: szén, koks stb. anyagmozgatására, az érkező vagonokból való kirakásra, esetleg átrakásra.
Portáldaru: nagymennyiségű ki- és átrakási munkákra vízi és vasúti szállítóeszközök esetén, pályaudvarokon, kikötőkben.

Félbakdaru: épületek melletti szabadtéri tároló belső anyagmozgatásának, az érkező anyag kirakásának ellátására, vagy ha a tárolóterületnek egyoldali járműforgalma van.
Félportáldaru: főleg kikötői raktárépületekkel kapcsolatosan, ahol raktár és vasúti, közforgalmi, vízi járművek közötti szállítás szükséges.

Daruzott terület: A hid kialakításától, — illetve rakodóhid- és portáldaruknál forgógém alkalmazásától — függően a darufesztávon belül, vagy egy-kétoldali túlnyúlással. (Túlnyúlás általában a kirakásra kerülő járművek fölött). A fesztávon belüli terület bakdaru és rakodóhidnál raktározási terület, portáldarunál más szállítóeszköz közlekedési területe.

Az épület felől a szélső horogállás méretéig, a másik irányban a konzoltól függően fesztávon belül, vagy a pályán túlnyúlóan a rakodtatás biztosítására.

Fesztáv: Bakdaru: 20 m-ig.
Rakodóhid: 20—80 m.
Portáldaru: szükséges ürszelvénynek megfelelően.

Félbakdaru: 20 m-ig.
Félportáldaru: az átfogott ürszelvénynek megfelelően.

Teherbírás: Bakdarunál: 20 t-ig.
Rakodóhidnál: 50 t-ig.
Portáldarunál: 50 t-ig.

Félbakdaru: 20 t-ig.
Félportáldaru: 50 t-ig.

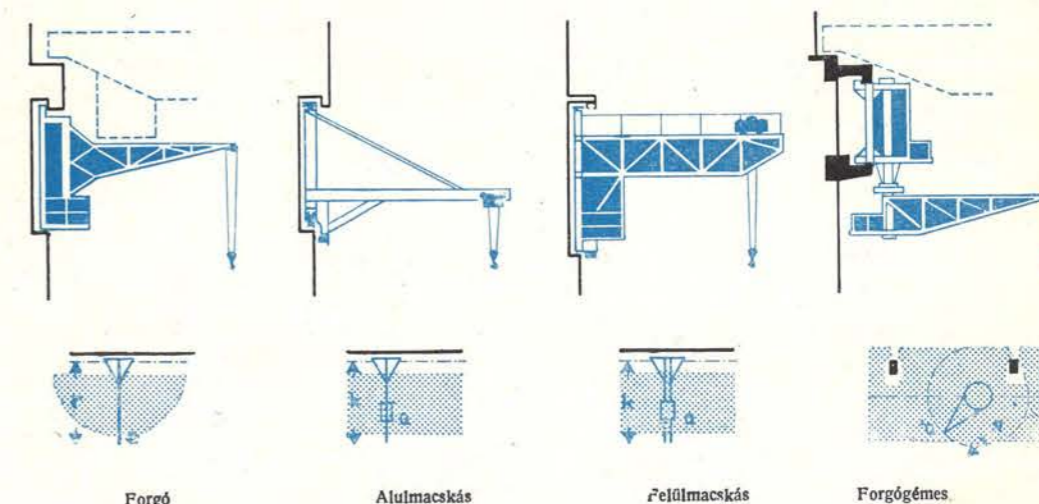
Kormányzás: Általában kosárból, kis bakdaruknál talajszintről.

Kosárból, kis félbakdaruknál talajszintről.

Megjegyzés: A pályák közötti rakodóterület ömlesztett anyagok tárolása esetén a hídszerkezet magasságának csökkentése érdekében medenceszerűen süllyeszthető. Tipizálva nincs, egyedi tervezési feladat.

Tipizálva nincs, egyedi tervezési feladat.

DARUK KONZOLDARU V. FALI FUTÓDARU



KONZOLDARU VAGY FALI FUTÓDARU

Leírás:

A daruhíd konzolos szerkezetű, két falmenti egymás fölött levő pályára támaszkodik. A vertikális terheket egy vízszintes tengelyű kerékpár adja át az alsó pályára, a horizontális terheket pedig a felső pályára belülről, illetve az alsó pályára kívülről támaszkodó függőleges tengelyű kerékpárok. A pályák és az épület pillérei, a függőleges terhelésen kívül jelentős hajlító nyomatékokat is fel kell, hogy vegyenek. Ezért általában kis terhek nagyobb sebességű szállítására használatos, ahol a műhely áthidalására nincs szükség és a szállítás a csarnok egyik, vagy mindkét

szélére szorítkozik. A konzol karján futómacska mozog, a hid és a macska mozgása révén a falmentén meghatározott sáv daruzható. A konzol mozgása lehet kézi hajtású, egyszerű áttolással, vagy hajtókar, fogaskerék áttétellel és villamos hajtású. A macska mozgása hasonló a hidéhoz. A horogemelés lehet kézi hajtású csigasor, vagy elektromos emelő szerkezet. Hidmozgatási sebesség, nagyobb mint a futódaruknál: 100—200 m/perc.

Alkalmazás:

Mindig belső, esetleg az épület külső síkján. Ott használatos, ahol a daruzott tér csak a csarnok hosszfa menti sávban szükséges, vagy ahol a csarnokot általában kiszolgáló futódaru mellett falmenti gépcsoportok ellátása, nagyobb mennyiségű szállítás igényel. A csarnokkeresztmetszet legjobb kihasználásának megfelelően alsó, vagy

felsőmacskás kivételben. *Forgókonzollal*: ha gyakori a konzol sugarával elérhető anyagáthelyezés, vagy ha szükséges, hogy a konzol elfordításával a fölötté működő futódaruval szállított tárgy kikerülhető legyen; *forgógémmel*: ha az anyagot a szomszédos csarnokba is át kell adni.

Daruzott terület: Általában a csarnokszélesség $\frac{1}{3}$ -a. Alul, felülmacskás és forgókonzolos fall futódaruknál hozzávetőleg a konzol hossza (a szélső horogállások levonásával).

sával), a pályától a csarnok felé eső oldalon. Forgógémes konzoldarunál a gémkinyúlás kétszeresének megfelelő szélesség.

Fesztáv:

Kinyúlás: 10 m-ig.

Teherbírás:

10 tonnáig.

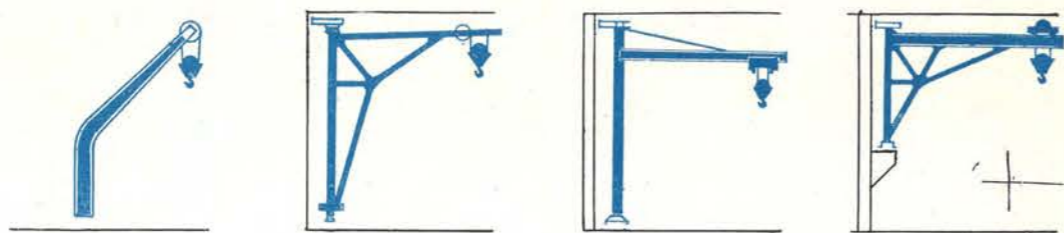
Vezérlés:

Kézi hajtású könnyű konzoldaruknál talajról, elektromos működtetés esetén a konzol tövében elhelyezett kosárból.

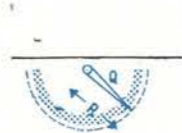
Megjegyzés:

Tipizálva nincs, egyedi tervezési feladat.

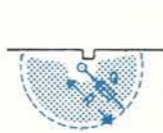
**DARUK
FORGÓDARUK**



Szabadonálló fixhorgos



Falhoz szerelt fixhorgos



Pillérre szerelt alulmacskás



Szabadonálló pillérre szerelt fölülmacskás

FORGÓDARU

Leírás:

Az egyenes vonalú mozgató rendszerű futódarukkal szemben a daru karjának elfordításával a szállítás körív mentén, vagy körterületen belül történik. Lehet *fixtengelyes* - a konzoldaruknak megfelelően fali futópályára szerelve: *mozgó-forgódaru*, vagy a futómacskára szerelve: *forgógémes daru*. A *fixtengelyes* lehet szabadonálló, amikor a daruzható terület teljes kör, vagy *beépített falhoz*, vagy *pillérhez szerelt*.

Lehet *billenő*- vagy *merevkaros* attól függően, hogy a kinyúlókar a függőleges tengellyel mereven kötött, vagy csukló körül elmozdítható. *Fixhorgos* (macska nélkül), a kar végére rögzített horogemelő csigával; *felül*-, vagy *alulmacskás* a macskának a karhoz viszonyított elhelyezése szerint.

Alkalmazás:

Önállóan alkalmazva a daruzható terület nagysága korlátozottabb, mint a konzoldaruknál. Főleg anyagátvitelre: kocsiból, vagonból való ki- ill. berakásra, üzemi viszonylatban gyakran ismétlődő, a kar elfordításával ellátható le-fel-, és átrakásokhoz. Nagyobb jelentőségű a forgódaruknak egyéb darufajtákkal való kombinálása: futó-, bak- és portáldaruk hatásterülete

a rászert forgó- és billenőgémekekkel megnövelhető, a daruk üzemeltetése is csökkenthető, ha a szállítás jelentős része a nehéz híd mozdtása nélkül a forgógém elfordításával, billentésével és a hídhoz való mozgásával lebonyolítható. Viszont forgógém alkalmazása a daruk összszúlyát, beruházási és karbantartási költségét növeli.

Daruzott terület:

Fixtengelyes, fixhorgos, daruknál, körvonal, *Szabadonálló fixtengelyes, macskával ellátott daruknál* ... teljes körgyűrű. *Falra szerelt fixtengelyes macskával ellátott daruknál* ... max. 180° körgyűrű.

Pillérre szerelt fixtengelyes, macskával ellátott daruknál ... max. 270° körgyűrű. *Mozgó forgódaruknál* a karkinyúlásnak megfelelő sáv. *Más darufajta szerelt forgógém* a daru hatásterületét hozzávetőleg a gém sugarával növeli.

Fesztáv:

szabadonálló daruknál 10 m-ig
belsőtéri daruknál 6 m-ig

Karkinyúlás:

forgógémes futódaruknál 5-10 m-ig
rakódaruknál, portáldaruknál 20 m-ig

Teherbírás:

Szabadonálló daruknál 30 t-ig
Belsőtéri daruknál 5 t-ig

forgógémes futódaruknál 3-10 t-ig
rakódaruknál, portáldaruknál 20 t-ig

Kormányzás:

Talajról, vagy kosárból.

Megjegyzés:

Szabványosítva nincs, egyedi tervezési feladat.

**DARUK
DARUZOTT TEREK KAPCSOLÁSA**

Daruzott terek kapcsolása

A közönséges gerenda és futódaruk kizárólag a darufesztávon belül eső mezőben szállítanak. Abban az esetben, ha egy üzemben egymás mellett több daruzott csarnok van, úgy a csarnokok közötti anyagmozgatást az alábbi példák alapján lehet megoldani:

I. Külön szerkezettel.

A normális futódaruktól független szállítószervezetek. Anyagtovábbítás háromszori felfogással.



[1] Targonca, pályakocsi, [2] bakdaru, [3] konzoldaru

Targonca, pályakocsi. [1]

A darupályára merőlegesen mozgó kocsik, targoncák segítségével az egyik csarnokban a daru a szállítandó anyagot a kocsihoz emeli, azt áttolják a másik csarnokba ahol az ott futó daru a terhet leemeli.

Előnye:

Egyszerű szerkezet.
Kis beruházási költség,
Korlátlan számú csarnok kapcsolása.
Minden terhelésre.

Hátránya:

A daruzott területből az út, vagy vágány és a kocsi-rakterület helyet vesz el. Külön szállítóeszköz kell. Szállításnál az anyagot háromszor kell felfogni. Lassabb szállítás.

Bakdaru. [2]

Mint előző, csak a keresztirányú szállítást bakdaru végzi. Ritkábban használatos.

Előnye előzőhöz képest:

A keresztirányú szállítás időben független a hosszirányú daruktól, mert a futódaruk az anyagot bármikor lerakhatják a bakdaru terébe és az a szállítást előzőtől függetlenül bármikor elvégezheti.

A bakdaru által befogott teljes terület anyagátvitelére felhasználható.

Hátránya előzőhöz képest:

Költségesebb szerkezet. A darabok magassága korlátozott. Ügyelni kell a futó- és bakdaru mozgásánál az ütközések elkerülésére.

Konzoldaru. [3].

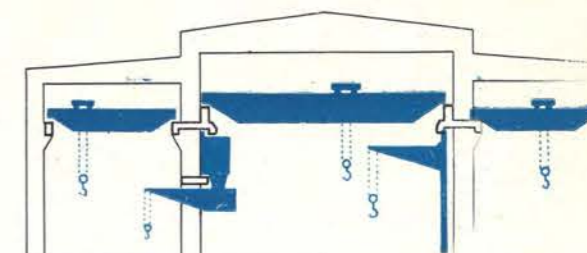
A csarnokra merőleges végfal mentén mozgó konzoldaru (fix, vagy forgó) a csarnokokra merőleges irányban szállíthat.

Előnye előzőhöz képest:

Olcsóbb szerkezet. A daruzott tér végében kisebb helyet foglal el. Gyorsabb keresztirányú szállítás.

Hátránya előzőhöz képest:

A szállítás csak a csarnokok végében történhet. Csak 10 tonna max. teherig. Kisebb horogmagasság. Ügyelni kell a futó- és konzoldaru szállításánál az ütközések elkerülésére. (Sokkal kisebb mértékben mint a 2.-nél.)



Forgógémes konzoldaru.

Két határos csarnok közötti anyagmozgatásra alkalmas. Pályája párhuzamos a futódaruvéval.

Előnye:

Anyagmozgatás gyors. A keresztirányú anyagmozgatás a csarnok hosszában bárhol történhet.

Hátránya:

Bonyolult, nehéz szerkezet. Költséges épületszerkezet. Korlátozott emelési magasság.

Nagy szerkezeti magassága miatt az alatta elhelyezhető műhelyberendezés magassága is korlátozott.

A szomszédos csarnokoknak csak $\sim 1/3-1/3$ részét szolgálja ki.

Csak 10 tonna max. teherig.

Kerékpárdaru.

Használhatósága azonos a forgógémes konzoldaruvéval. Előnye előzőhöz képest:

Könnyebb, olcsóbb szerkezet.

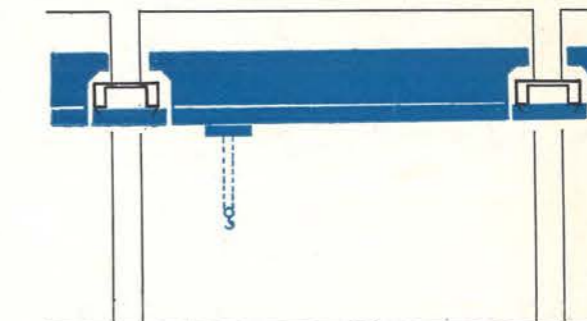
Hátránya előzőhöz képest:

A padozaton levő vágány helyet foglal.

Csak vágány mentén szállít.

II. Különleges futódarukkal.

Keresztirányú szállításnál az anyagot egy, két, vagy háromszor kell felfogni. A szállításhoz külön berendezés nem szükséges.



Átmenő macskás futódaru.

Alsó pályán mozgó függőmacskával. A macska egyik daruhidról a másikra átmegegy, a daruhidak között a pillérek vonalában meghatározott helyeken átvezető függőpálya szakaszok alkalmazásával. Nagyméretű keresztirányú forgalom lebonyolítására használatos.

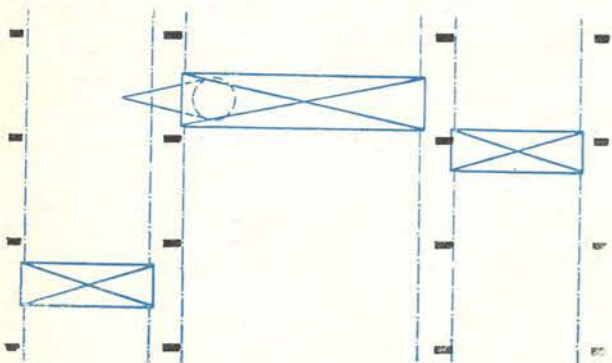
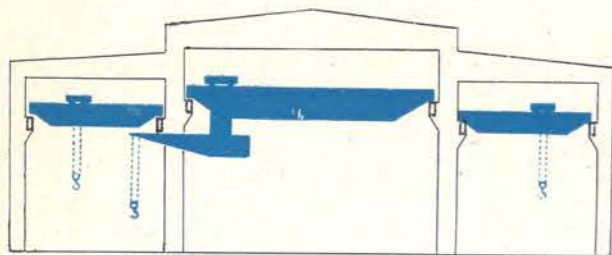
Előnye:

Egyszerű felfogással a csarnokok teljes területét kiszolgálja. Korlátlan csarnokszámra való átvezetés lehetősége. Korlátlan teherbírás. A daruzott tér padozatán külön helyet nem foglal.

Hátránya:

Csak azonos magasságú csarnokoknál, csak azonos szerkezetű daruknál. Daruhíd pontos beállításának szükségessége. Költséges biztonsági szerkezetek. Kizárólag alsó vezérlés.

DARUK DARUZOTT TEREK KAPCSOLÁSA



Alsó forgógémes daru.

Ugyanaz mint az előző, alsó forgógémes macskával.

Előnye előzőhöz képest:

A pillérek mögé is tud szállítani.

Könnyebb kezelhetőség.

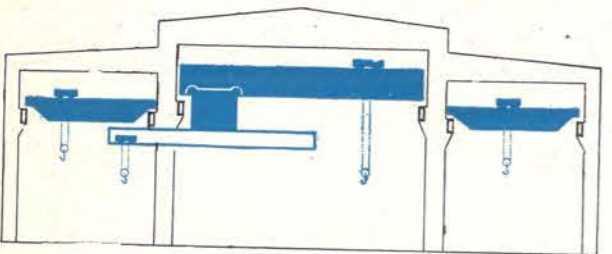
Hátránya előzőhöz képest:

Költségesebb szerkezet.

Ügyelni kell az ütközések kikerülésére.

Második futómacska alkalmazása nem lehetséges.

Teherbírása korlátozott, (10 t.). Nagyobb teher esetén külön daru szükséges.



Teleszkópdaru.

Két, legfeljebb három csarnok közötti anyagmozgatásra, középső csarnokban elhelyezve.

Előnye:

A pillérek között, a csarnok teljes hosszában keresztirányú anyagmozgatás bárhol lehetséges.

Épületszerkezet a normális futódaruével azonos.

Az anyagot csak egyszer kell felfogni.

Hátránya:

Bonyolult, költséges daruszerkezet.

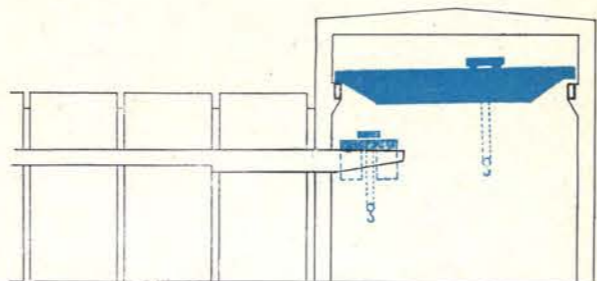
Darukezelés nehézkes.

A teleszkópon futó macska teherbírása korlátozott.

A pillérek mögé nem tud szállítani.

A szomszédos csarnokok max. 1/3-át szolgálja csak ki. Ügyelni kell az esetleges összeütközésekre.

III. Két futódaruval



Egymásra merőleges csarnokok esetében egyik darupálya a másik alá nyúlhat.

Előnye:

Teherbírás korlátlan.

Külön szerkezet nem szükséges.

A szállítás gyorsabb és jobb hatásfokú.

Sok csarnokú épületeknél, nem szomszédos csarnokokba történő szállításnál, a közbeeső csarnokok daruzott terét, a keresztirányú szállítást nem zavarja (csak a végeken).

Hátránya:

A konzolosan kinyúló rész az épület szerkezetét bonyolulttá teszi.

A darukonzolok a keresztirányú csarnok daruzott terét csökkentik.

Az átfutó darupályák szélességében a keresztcsarnok darupályatartója és fődém-szerkezete kiválandó.

Költséges.

A keresztcsarnok lényegesen magasabb.

Szállítás két-háromszori felfogással.

A konzolkinyúlás hosszának és a két darupályaszint közötti magasság különbségének a megállapítása [1] szerint. Konzol hossza: Az alsó futódaru a felső daru szélső állása alá áll, tehát a konzol kiugrása a felső darusíntengelytől = felső daru szélső horogállása + alsó daruhíd fél szélessége + 30 cm biztonsági kifizetés + 30 cm végütköző. A konzol túlzott terhelések esetén és ha az alaprajz megengedi, végpontjain oszloppal is alátámasztható.

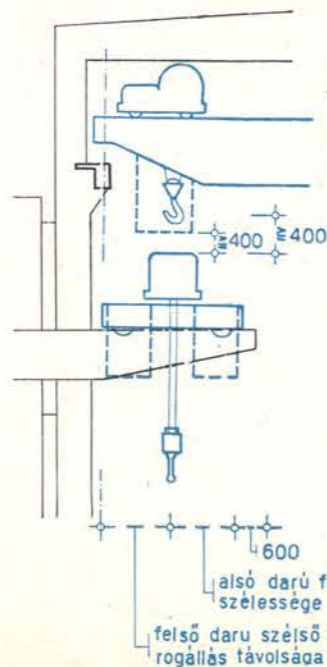
Darusín magasságkülönbsége:

Abban az esetben, ha a felső daru kosara nem fut el az alsó daru fölött:

felső daru horogmélysége + 40 cm + alsó daru szerkezeti magassága.

Ha a kosár az alsó daru fölött fut:

Felső darukosár mélysége + 40 cm + alsó daru szerkezeti magassága.



[1] Konzolos darupálya méret meghatározása

EGY CSARNOKBAN TÖBB DARU

Fokozott mértékű anyagmozgatás és erősen eltérő súlyú terhek emelésének igénye esetén egy csarnokban, egy időben több daru alkalmazása lehet szükséges.

Elrendezési lehetőségek:

1. Egy darupályán több daru.

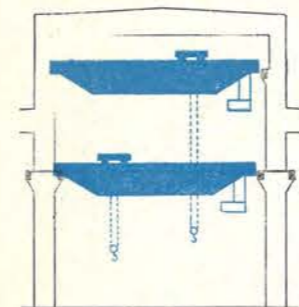
Előnye:

Épületszerkezet lényegében változatlan, alig költségesebb.

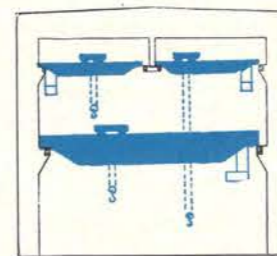
Hátránya:

Egyes daruk működési tere korlátozott.

2. Több daru egymás fölött.



[1] Azonos fesztávú daruk egymás fölött



[2] Különböző fesztávú daruk egymás fölött

Elrendezés lehet:

a) futódaruk:

Egymás fölött két vagy három azonos fesztávú daruhíddal, [1], vagy különböző fesztávú darukkal, [2], utóbbi esetben a teljes fesztáv, a felső szinten több részre osztott.

Előnye:

A daruk egymástól függetlenül működnek.

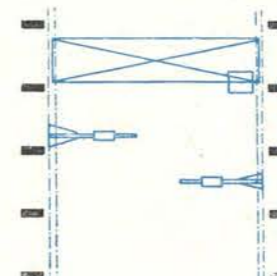
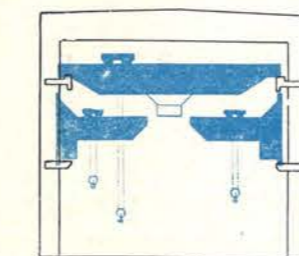
Korlátlan teherbírás.

Hátránya:

Lényegesen magasabb épület.

Nagyobb költség, drágább üzemeltetés.

b) Futó- és konzoldaru.



Futódaru és alatta függetlenül működő konzoldaru, vagy konzoldaruk.

Előnye előzőhöz képest:

Alacsonyabb épület.

A futódaru az anyagot át-emelés nélkül továbbíthatja.

Hátránya előzőhöz képest:

Bonyolultabb épületszerkezet.

A konzoldaru csak meghatározott szélességű sávot szolgálhat ki.

A konzoldaruk teherbírása korlátozott. (10. t.)

DARUK EGY CSARNOKBAN TÖBB DARU DARUHÍD

Daru és daruzott csarnok szerkezetei.

DARUHÍD

A csarnok hossz tengelye irányában a darusíneken közlekedik.

Megnevezése:

Főtartók száma szerint:

Egy főtartós: egy alulfutó macskapályával.

Két főtartós: egy felülfutó macskapályával.

Több főtartós: több egymás mellett futó macskapályával, (csak a szabadtéri nagydarunál, rakodóhidaknál).

Tartókiképzés szerint:

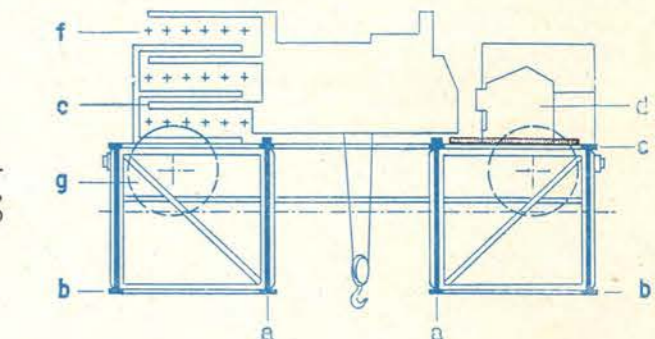
Gerendadaru: ha a tartó változatlan keresztmetszetű hengerektől I vagy U szelvényből készül (általában 5 t. teherbírásig és 14 m fesztáv).

Rácsos vasszerkezet: 5 t. teherbírás és 10 m fesztáv fölött. Általánosan használatos. Tartómagasság a fesztáv 1/8-1/12 része.

Hajtás módja szerint:

Kézi hajtású.

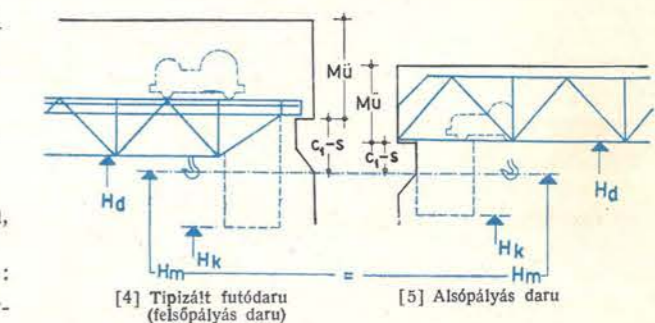
Villamos hajtású.



[3] Két főtartós tipizált futódaru metszete.

A hídszerkezet két főtartóból (a), a két mellékfőtartóból (b), az összekötő szélrácsból, és a két homlokfőtartóból áll. A futószerkezet utóbbira van szerelve. A két főtartón fut a macska, (e) melyről a két főtartó között a horog függ. A híd egyik oldalán a kezelőjárda (c) és a hajtómű (d), a másik oldalán az elektromos vezeték, ill. a macskára szerelt áramszedő van.

Hídkialakítás befolyása a csarnok belmagasságára. (Alsó- vagy felsőpályás daru)



[4] Tipizált futódaru (felsőpályás daru)

[5] Alsópályás daru

A tipizált futódaru kezelése és gyártása egyszerű, úrmagasság szükséglete azonban aránylag nagy. Különleges esetekben, ha adott belmagasság mellett max. horogmagasság, vagy adott horogmagasság mellett min. belmagasság

DARUK
FUTÓMACSKA
FELFOGÓ BERENDEZÉSEK

szükséges, alsó pályán mozgó macskával szerelt daru függőleges helyszükséglete kisebb. Ennek hátránya, hogy beruházási költsége magasabb, kezelése, javítása nehezebb. Tipizálva nincs és csak kivételesen indokolt esetben használható. Azonos horogmagasság esetén a csarnok szükséges belmagassága tipizált felülmacskás futódaruhoz viszonyítva 90—180 cm-rel kevesebb, továbbá a daruhíd és kosár alsó síkja is magasabbra kerül, így magasabb berendezések helyezhetők el a csarnokban. 123. old. [4], [5].

FUTÓMACSKA

Kettős feladatot lát el:

- a) Teheremelés.
- b) A daruhídon a csarnok keresztirányában való szállítás.

Megnevezése:

A futómű hajtásmódja szerint: kézi, vagy villamos hajtású macskamozgatás.

Az emelőberendezés mozgatásmódja szerint: kézi vagy villamos hajtású emelőszerkezet.

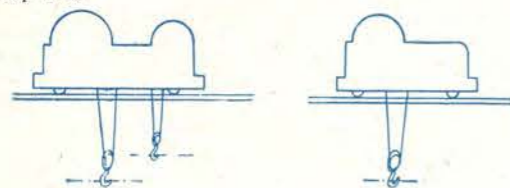
Emelési sebesség szerint: normál, vagy finom beállítású emelőmű.

Horgok száma szerint: Egyhorgos (csak főteheremelő) és kéthorgos (fő és segédtermelő)

A hídhöz viszonyított elhelyezése szerint: fölülfutó, alulfutó, vagy függő.

Teherbírás szerint: könnyű futómacska (5 t teherbírásig) és tipizált hidmacska (10—100 tonna teherbírás között.)

A macskára szerelt berendezés szerint: forgógémes, teleszkóp stb.



[1] Kéthorgos futómacska [2] Egyhorgos futómacska

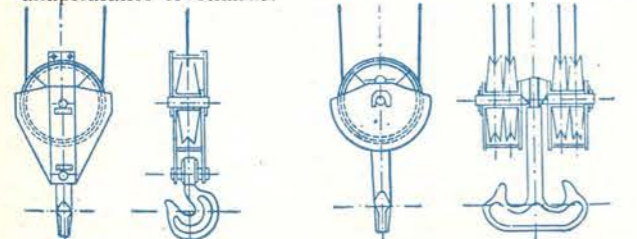
FELFOGÓ BERENDEZÉSEK

A terhek emelése a macskára szerelt emelőberendezéssel, drótkötél felfüggesztéssel történik.

A daru a szállítandó anyagok szempontjából majdnem univerzális szállítóeszköz, azonban a különféle anyagok szállításához megfelelő felfogó berendezés szükséges.

Felfogó berendezés kiválasztásának általános szempontjai:

1. Min. segédzsemet: lehetőség szerint automatizált megfogás és kioldás.
2. Max. megfogási és kioldási gyorsaság: a daru teljesítményét az alkalmazott felfogó berendezés jelentősen növelheti.
3. Min. önsúly: a felfogó berendezés súlya holt súlynak számít, a daru teherbírásából a hasznos teherbírás megállapításakor levonandó.

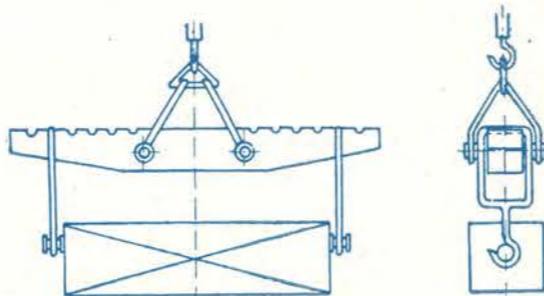


[3] Egyszeres horog [4] Kettős horog

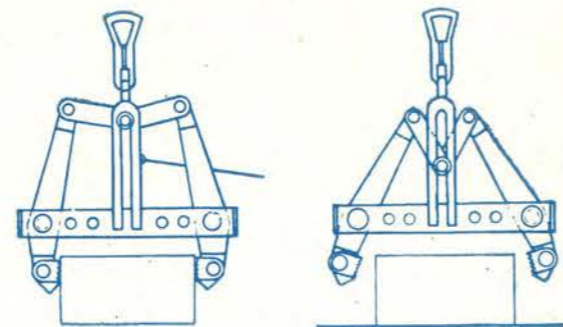
Csoportok:

Horog. Általános jellegű felfogóberendezés. Csiga-áttétellel, drótkötéllal közvetlenül a macska emelőszerkezetére függesztik. Formája szerint egyszeres (30 t-ig) [3], vagy kettős (5 t-től 250 t-ig) [4]. Felfüggesztése kis tehernél, 500 kg-ig 2 kötélággal [3] azon felül a teherbírás növekedésének megfelelően 4—6—8, vagy több kötélággal. [4]. Alkalmazási területe: önállóan különféle nagy-méretű és súlyú darabok emelésére lánccal, vagy kötélfel-erősítéssel, közvetve különféle felfogó berendezések felfüggesztésére.

Kengyelek, fogók, ollók és villák. Meghatározott formájú darabárú: fémek, tömbök, hordók, rönkök, stb. szállítására.

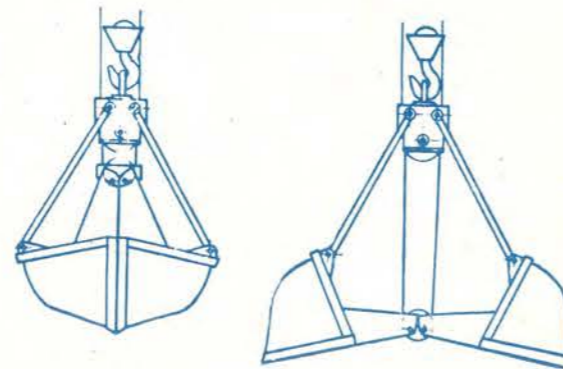


Emelőgerenda. Hosszabb, két végén megfogható, vagy felakasztható darabok (pl. formaszekrény) szállítására.



Állítható tömbfogó. Vastömbök, ingot, kővek, ládák szállítására.

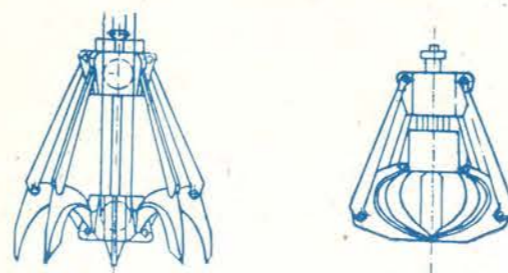
Markolók. Ömlesztett anyagok segéderő nélkül való felvételére, szállítására és ürítésére. Általában tárolók (szén, kő, homok, föld, érc, vashulladék stb.) anyagmozgatásához, vagon ki- és berakáshoz. 0,5—6,0 m³ közötti befogadóképességgel.



Kötéles markoló. Horog nélkül, közvetlenül a drótkötélre függesztve, a macskába épített nyitást-zárást működtető motorral. Olyan helyen használatos, ahol más felfogó berendezés nem szükséges.

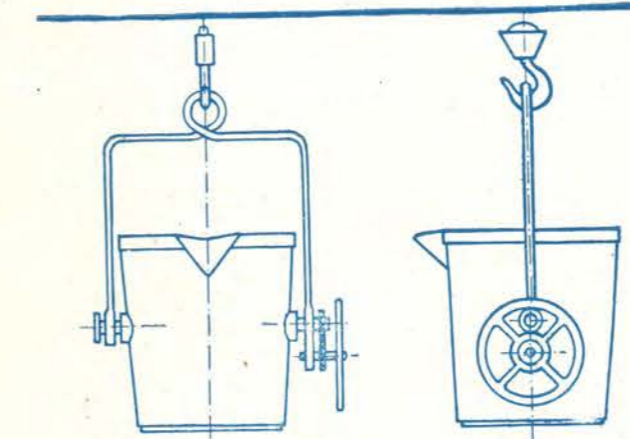
DARUK
KEZELŐJÁRDA. KORMÁNYZÁS.
VEZETŐKOSÁR. FELJÁRÓHÁGCSÓ

Motoros markoló. Működése mint előző, de horogra függeszthető, tehát meglévő darukra is alkalmazható, más felfogó berendezésekkel felváltva használható. A nyitást, zárást működtető villamosmotor a markolóba van építve.

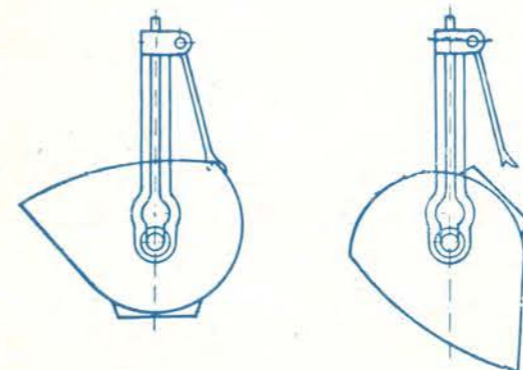


Narancshéj markoló. Használata mint előzők, de az anyagot kevésbé töri és csak részeket emel. A por a karok között áthullik. Kocsz, vastörmelék szállítására alkalmas.

Szállítóedények. Pontosabban meghatározható mennyiségű ömlesztett anyag, vagy folyadék szállítására. Ürítésük általában a daruról történik, töltésük kézi erővel, vagy segédberendezéssel (bunker, surrantó).

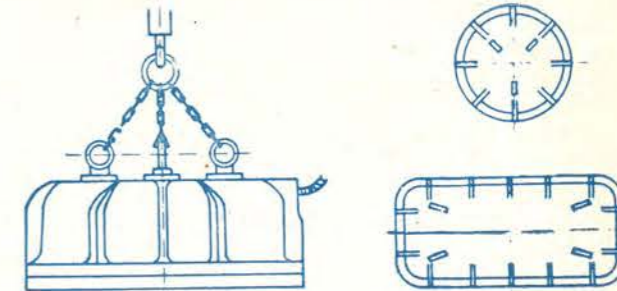


Öntőüst. Vasöntődékben folyékony vas szállítására. Az olvasztóberendezés csapolócsőre alá állítják, megfelelő helyen a billenőkerék elfordításával ürítik. Készül fenékürítős kivitelben is.



Billenő teknő salak, homok kavics és beton szállítására. Ürítése a támasztókar kiakasztásával.

Emelőmágnes. [1] Különféle formájú vasanyagok (vashulladék, nyersvas, vaslemez, dúsabb vasérc, hengerelt áruk) szállítására. Működése gyors és egyszerű. A szállítandó anyagtól függően kialakított felülettel: vashulladék számára általában kör, hengerelt, hosszúárú számára téglalap stb. alakú.



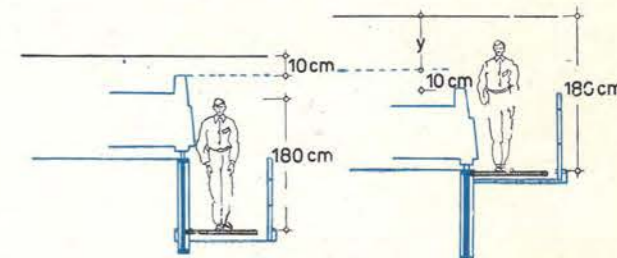
[1] Emelőmágnes

KEZELŐJÁRDA (DARUHÍDJÁRDA)

Anyaga recés vaslemez, vagy deszka. Tipizált futódarunál a híd felső síkjára szerelve. A daruszerkezet karbantartási munkáinak elvégzéséhez és a vezetőkosár megközelítésének biztosítására. Korlát létesítése kötelező. A csarnok ürmagasság megállapításának egyik tényezője: Födém legmélyebb pontja a kezelőjárdaszint fölött 1,80 m. (MNOSZ 6,727 T.-3,2) (Egyébként: Födém legmélyebb pontja daruszerkezet legmagasabb pontja felett 0,10 m. (MNOSZ 6,727 T.-3,1))

A kezelőjárda elhelyezése a csarnokmagasság gazdaságos kialakítása szempontjából akkor helyes, ha szintje a daruszerkezet legmagasabb pontja alatt $\geq 1,70$ m. mélyen van. Ellenkező esetben a csarnok belmagasságát (y mérettel) és az építési költséget indokolatlanul növeli. [2], [3].

(A futódaruk érvényes szabványa a kezelőjárda kötelező elhelyezése miatt $\sim 0,60$ m. csarnok többletmagasságot okoz.)



[2] Süllyesztett kezelőjárda a csarnok belmagasságát nem növeli

[3] Híd felső síkján elhelyezett kezelőjárda a csarnok belmagasságát növelheti

KORMÁNYZÁS

A darumotorok működtetése lehet:

Alsókormányzás: A motorkapcsolók a darura függesztve, a talajszint fölé $\sim 1,40$ m-re érnek. A vezető a darut kíséri. A kapcsolók lehetnek a hídra szerelve, amikor a vezető a csarnok hosszában egy vonalon közlekedik és macskára szerelve, mely esetben a vezető a szállított tárgy útját kíséri. Előnye: nem kell vezetőkosár, a daru alacsony csarnokban is használható. Nem állandó üzem esetén nem kell külön darukezelő. Hátránya: kis sebességek és szabadon tartandó közlekedési terület a vezető számára. Általában csak könnyű daruknál, függőmacskás daruknál és »A« típusú futódaruknál használatos.

Felső kormányzás.

Darukosárból. Előnye: a darukezelő a csarnok alapterületéből helyet nem foglal, áttekinthetősége jó, nagyobb sebességek, kezelés kényelmes. Daruknál általánosan használatos.

VEZETŐKOSÁR

A darukezelő helye, — felső kormányzás esetén. Elhelyezésnél fontos, hogy a darukezelő a munkaterületet tökéletesen átláthassa. Általában a daruhíd egyik végén rögzített; indokolt esetben a híd másik pontján (pl. aknából történő emelés esetén az akna vonalán), vagy macskára szerelve: mozgókocsaras elrendezésnél. (pl. forgógémes

**DARUK
FELJÁRÓHÁGCSÓ,
KEZELŐPÁRKÁNY**

darunál a gémmre szerelve úgy, hogy a gép elfordításakor a vezető vele fordul és mindig a horog felé néz). Rögzített kosár helyének megválasztásánál ügyelni kell arra, hogy lehetőleg ne kerüljön magas tárgyak fölé, miáltal az egész daruszerkezet magasabbra helyezését okozza.

FELJÁRÓ HÁGCSÓ

Előírások:

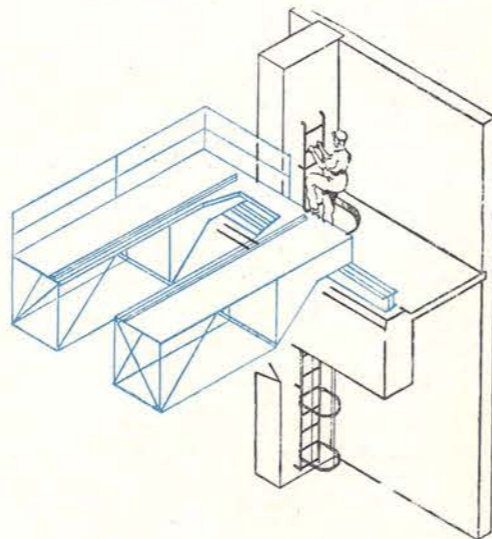
»A darupálya egyik végén általában a pályamenti vezetékkel ellentétes oldalon 2.- m. magasságtól kezdve védőkengyelekkel ellátott feljáró létrát kell alkalmazni, melyről a darukezelő a daruhíd járdaszintjére jut. A járdán végighaladva éri el a darukosarat, hogy közben a hidmozgató mű és a futómacska gépi részeit szemügyre vehesse. (MNOSZ 6,727 T.-4,04). Ha kivételes esetben az épület vagy műhelyberendezés miatt a létrafeljáró létesítése a vezetékkel ellentétes oldalon nem lehetséges, akkor az pályamenti vezeték oldalára szerelhető a darupálya külső oldala mentén, de csak abban az esetben, ha a villamosvezeték a darupályasín alatt a darupályatartó függőleges oldala mellett helyezhető el. (MNOSZ 6,727 T.-4,04)

»Ha egy darupályán két vagy több futódaru dolgozik, akkor a feljárólétrát a darupálya felső síkjában olyan korláttal ellátott vízszintes járdával kell kiegészíteni, amelyről az egymás mellett álló legtávolabbi daru is biztonságban elérhető. Ha a darupályán csak két daru dolgozik, melyeknek járóoldalai az épület különböző végei felé esnek, akkor a feljáró a pálya két végén alkalmazott létrával oldható meg.

Több daru és nagyon fokozott üzemmenet esetén szükséges a darupálya mindkét végén feljárólétrát alkalmazni, vagy pedig a pálya egész hosszában végigmenő járdáról kell gondoskodni. (MNOSZ 6,727 T.-4,05).

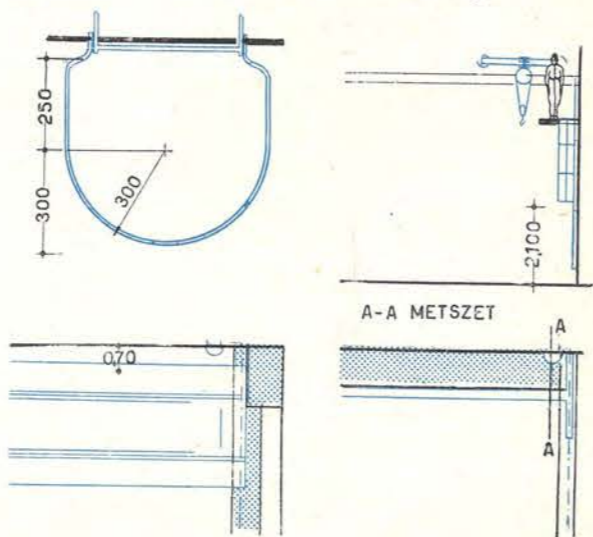
Elhelyezési lehetőségek.

Darupálya mögött: [1], [2] Darupályatartó és fal között, — vagy két darupálya között, ha a rendelkezésre álló szélesség ≥ 60 cm. Előnye, hogy a daruzott térből helyet nem vesz el, továbbá, hogy felérkezésnél két pillér, a darupálya és fal (illetve két pillér és két darupálya), között pályamenti járdaszakasz készíthető (a pillérállás távolságától függően átlag 6—9 m hosszban), melyről egyoldali daruzott tér esetén 2, kétoldali daruzott tér esetén 4 daru közelíthető meg.



[2] Feljáróhágcsó a daru mögött

Műhelyvégfalon: [3] Ha a darupálya mögötti ill. két darupálya közötti szélesség < 60 cm. Csak kis daruknál. Hátránya: a feljáró a daruzható térből ~ 75 cm-t elvesz, egy hágcsóról csak egy daru közelíthető meg.



[3] Feljáróhágcsó műhelyvégfalon

[4] Kezelőpárkány feljáróhágcsóval műhelyvégfalon

Szállítása

A fennálló gyakorlat szerint a feljáró hágcsót a Darutervező tervezi és a Darugyár szállítja. Építésztervező feladata a vb. szerkezetben elhelyezendő beerősítő karmokról való gondoskodás.

KEZELŐPÁRKÁNY

Kezelőjárdával el nem látott daruk karbantartásához. A csarnok egyik végén $\sim 1,00$ m széles, a daruhíd hosszával megegyező. Magasságát úgy kell megállapítani, hogy a daru karbantartási helyei jól elérhetők legyenek. Általában vasbeton szerkezet. Korláttal és feljáró hágcsóval el kell látni. 128. old. [3], [4].

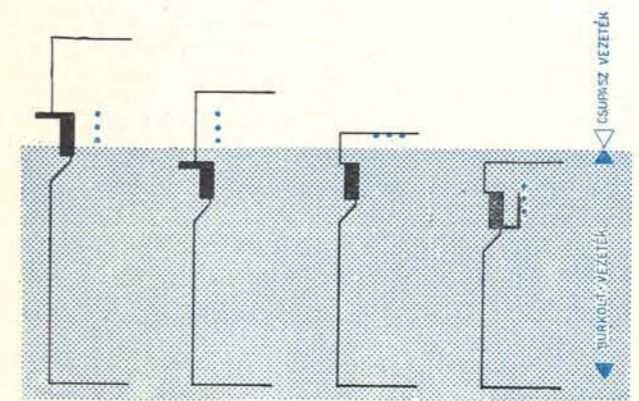
PÁLYAMENTI VEZETÉK

Az elektromos áramot a daru és a daruhídon elhelyezett áramszedők útján, a darupályával párhuzamosan szerelt pályamenti vezetékről kapja.

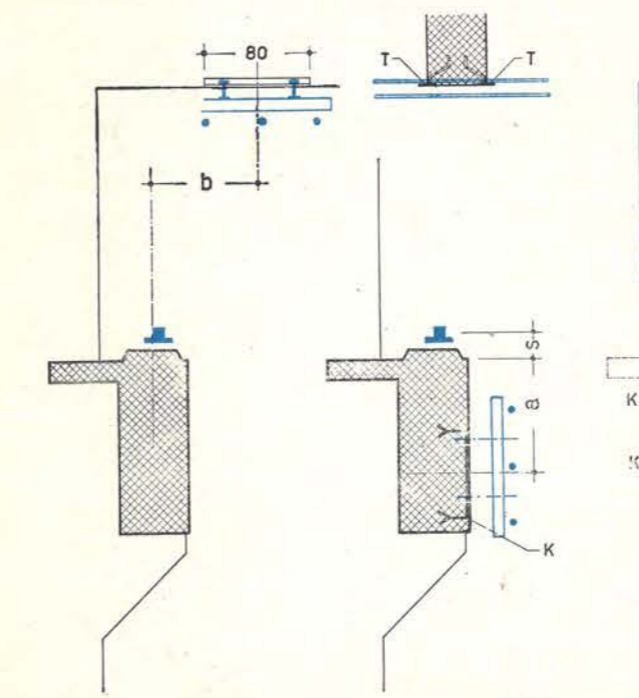
Építészeti vonatkozása: a vezeték tartók beerősítő karmainak szállítása és elhelyezése a vb. szerkezetekben. Az építészeti és statikai részlettervek kidolgozásánál tehát rendelkezésre kell állni a következő adatoknak:

1. Pályamenti vezeték helyzete a sínkorona vonalhoz viszonyítva.

Érintésveszély miatt a pályamenti vezeték csupaszon csak a padlószint, vagy legmagasabb járószinttől mért 6,00 m felett szerelhető. Azon alul burkolni kell. A burkolás költség és szerelési okokból lehetőleg kerülendő. Négyféle elrendezés használatos:



[1] Pályamenti vezeték elhelyezési lehetőségei



[2] Pályamenti vezeték elhelyezés építészeti szempontú tengelyméretei

**DARUK
KEZELŐPÁRKÁNY
PÁLYAMENTI VEZETÉK**

a) **A darupálya oldalára szerelve,** ha a darupálya felső síkja alatt függőleges síkban szerelt vezeték legmélyebb pontja a 6,00 m-es szint fölött van. [1a]. A vezeték tartó számára a darupályasín alatt, attól a Darutervező által megadandó (a) mélységben és méretben laposvas karom betonozandó be [2b]

b) **A darupályaszint felett függőleges síkban.** Használatos, ha a darupálya alsó éle 6,00 m-es szint alatt van, de fölött a vezeték függőleges síkban még elhelyezhető. [1b.] Előzőnél hátrányosabb, mert a vezeték oldalról a daru nem közelíthető meg. Kőrök helyezendők el a darupálya hátsó síkjában, a darupályaszint alatt a tartó idomvas fölhegesztése céljából. [2c].

c) **Mennyezetén vízszintes síkban.** Ha a 6,00 m-es szint fölött függőleges síkban már nem helyezhető el, de vízszintesen még elfér. [1c]. Csak kisebb gerendadaruknál. Megadandó a darusín tengelytől mért vízszintes tengelytávolság (b). A kerettartók alsó élén bebetonozott szögvasak helyezendők el, — amelyekre a daruszerelő a hossztartókat felerősíti. A tényleges vezeték tartók megfelelő távolságban a hossztartókra kerülnek. [2a].

d) **Darupálya oldalán burkoltan.** Ha a csarnok belmagassága $< 6,00$ m. [1d] Beerősítő karmok elhelyezése és száma általában egyezik az oldalra szerelt szabadvezeték-nél használatosakkal, mert a burkolatot a vezeték tartókra erősítik.

2. Pályamenti vezeték elhelyezése. Általában a feljáró hágcsóval, ill. a pályamenti járdával ellentétes oldalon.

3. Beerősítő karmok mérete és egymástól való távolsága.

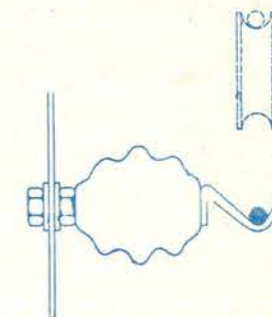
Méret: a vezetékek számától függ. A vezetékek száma általában három. Egyenáram esetén (emelőmágneshez) ha külső áramforrásból érkezik: öt, távkormányzású daruknál igen kivételes esetben tizennyolc-húsz is lehet.

Egymástól való távolság: az alkalmazott vezetékfajtától függ. Háromféle vezetékfajta használatos:

Laza vezeték: kis teljesítmény, kis sebesség, egy pályán csak egy daru esetén. Gerendadaruknál, vagy »A« típusú futódaruknál használatos. [3].

A vezetékek egymástól való távolsága: 170—210 mm.

Az alátámasztások egymástól való távolsága: 8-m. (Ha a darupálya hossza max. 12-m., úgy közbülső alátámasztás nincs.)



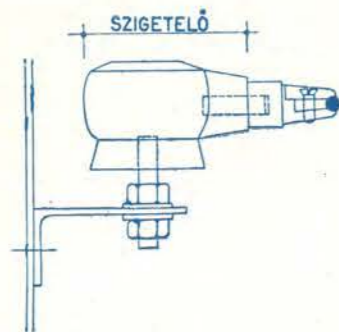
[3] Laza vezeték

Megfogott vezeték: normális használatú, közepes terhelésű, »B« típusú daruk esetén. 128. old. [1].

A vezetékek egymástól való távolsága: 250—300 mm.

A beerősítések egymástól való távolsága: 4.-m.

DARUK
PÁLYAMENTI VEZETÉK,
DARUPÁLYATARTÓ

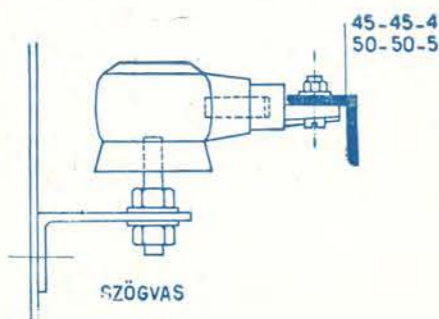


[1] Megfogott vezeték

Daru teherbírás	Daruhíd fesztáv	KERETTÁVOLSÁG							
		6 m	9 m	6 m	9 m	6 m	9 m	6 m	9 m
5	10-18	60	70	30	30	70	70	10	10
	20-32	65	70	30	30	80	80	12	12
10	10-18	70	80	35	35	75	75	13	13
	20-32	80	85	35	35	80	80	13	15
15/3	10-18	80	90	40	40	85	85	13	13
	20-32	85	100	40	45	85	85	13	15
20/5	10-18	90	100	40	45	85	85	13	13
	20-32	100	110	45	45	85	85	15	15
30/5	10-18	110	110	45	45	85	95	15	15
	20-32	115	120	50	50	85	95	15	15

Munkasínes vezeték: nagy teljesítmény, gyakori igénybevétel esetén »C« típusú daruknál, melegüzemekben. [2].

A vezetékek egymástól való távolsága: 250—330 mm.
A beerősítések egymástól való távolsága: 1,50—3,00 m.



[2] Munkasínes vezeték

DARUPÁLYA

Két részből áll: 1. darupályatartó, 2. darusín.

DARUPÁLYATARTÓ

Elhelyezés szempontjából: fekvő, vagy függő. Szokványos megoldása a fekvő, konzolra, falra, ill. pillérre felfektetve. (Ha a pálya függőleges tartószerkezettel alátámasztható.) Függő pálya, nem teljes csarnokszélesség daruzási igénye esetén, vagy ha a függőleges tartószerkezet a daru működését zavarja pl. adagoló daru kúpoló felőli oldalon. Általában keretszerkezetre függesztve.

Mérettűrés: Gerendák tengelytávolságánál ± 20 mm.

A szembenlévő gerendák felső síkjai között ± 20 mm
Szerkezete: Vas. Használatos függőpályáknál, kifestőtávú kis teherbírású daruknál, ahol a bonyolult sínleerősítő szerkezet a kis keresztmetszetű vb. tartó költségét erősen növeli, vasvázcsarnokokban és ha technológiai ok, pl. nagy hőingadozás, a vb. alkalmazást kizárja. Előnye: könnyű, gyors szerelés, pontos sínbeállítás. Hátránya: nagy vasmenyiség. 129. old. [2].

Vasbeton tartó. Általában használatos vb. szerkezetű csarnokoknál. Készítése négy ütemben: 129. old. [1].

a) alsó vasak és kengyelek beszerelése és a felső szint alatti 27 cm mélységig való bebetonozása.

b) Sín tartó körök, felső vasak és pótkengyelek beszerelése, bebetonozása a felső horony kihagyásával.

c) Sín elhelyezése, beállítása, a körökhöz való hegesztése. (A daruszerelő vállalat végzi.)

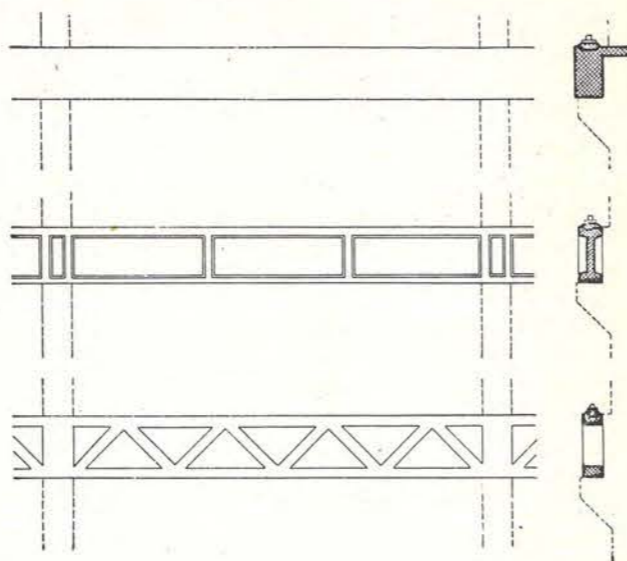
d) Beállítási magasság és horony kibetonozása.

A beerősítő körök szállítása és elhelyezése a Darutervező által megadott osztástávolsággal, — átlag 40 cm. (a magasépítési munkáknál veendő fel.)

[3] Darupályatartó tájékoztató méretei

Helyszínen betonozott tartó. Keresztmetszete téglalap, vagy fordított L, [4] melynek lemezrész részben pályamenti járdaként, részben a horizontális erők felvételére szolgál. Előnye: konzol nélkül szerelhető, kis vasmenyiség. Hátránya: készítésnél mérthelyesség szempontjából gyakorlatilag nem ellenőrizhető, az előírt mérettűrések nem tarthatók, hiba esetén nehezen, vagy egyáltalán nem javíthatók. Tájékoztató méretadatai különböző fesztávú és teherbírású tipizált futódarukra [3] táblázatban.

Előregyártott tartók. Formai ill. szerkezeti kialakítás szempontjából tömör könnyített, vagy rácsos tartók [4]. Előzővel szemben: magasságuk általában nagyobb, felfektetésükhöz mindig konzol szükséges, sablonban történő gyártásuk révén pontosabb kivitel. Elhelyezésnél: mérhető és ellenőrizhető beállítás lehetséges.



[4] Tömör, könnyített és rácsos szerkezetű darupálya tartók

Darupályatartó szintjei. Felső szintje: »darupályaszint« az a sík, amely a sín elhelyezése előtt, a gerenda betonozásakor a legmagasabb betonszint. A (h) beállítási magasság, melynek felső síkja végeredményben a tartó betonrészének legmagasabb pontja lesz, — a sinszerelés magasságához számítandó. 129. old. [1], [3].

Alsó szintje: a darupályatartó magassága általában statikai megfontolások alapján szabadon választható, keresztirányú átnyúló szerkezet: forgógém, forgódaru, teleszkópdaru, átmenőmacskás daru, vagy egyéb technológiai berendezés a legmélyebb síkot meghatározza.

DARUK
DARUSÍN,
DARUPÁLYAKONZOL

DARUSÍN

Darutervező tervezi és daruszerelő kivitelez.

Tipizálása folyamatban, addig is esetenként darutervezővel tisztázandó. Két lényeges méretet határoz meg: A darupályaszintet és a darupályatartó min. szélességét.

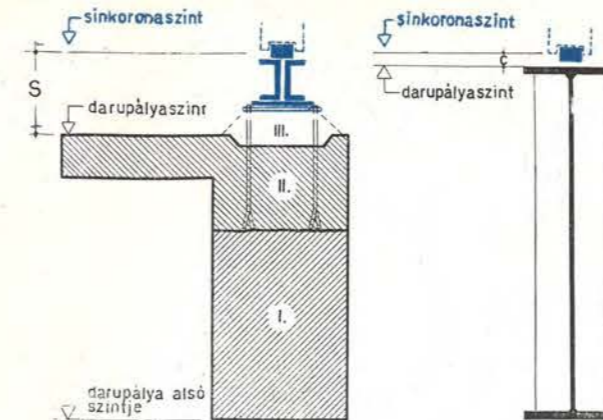
Darupályaszint. Minden darumagassági méret a sínkoronaszinttől adott. Sínkorona szint — sinszerelési magasság = darupályaszint. A sinszerelési magasság vas és vasbeton szerkezet esetén különböző: [1], [2]. Vasszerkezetnél a sinszelvény közvetlen a tartóra hegesztendő, magassága, c), vasbetonnál a sinszelvény (c), a teherelosztó vasszerkezettel és beállítási magassággal (h) nő. A teherelosztó 15 tonna max. keréknyomásig alátételemez, azon felül 2 db U szelvény. [1]. A minimális darupályatartó szélesség (csak vasbetontartó esetén), ugyancsak az alkalmazott sinszerkezettől, illetve annak talpszélességétől függ. A sinszerelési magasság és a min. darupályatartó szélesség tájékoztató adatai csak »B« típusú darukra vonatkozóan [3] táblázatban.

Mérettűrés. A sínpályára vonatkozóan a szabvány igen szigorú előírásokat tartalmaz. Megengedett mérettűrés szintengelyek távolságánál (nyomtáv) ± 5. mm. szemben levő sínek koronamagasságánál ... ± 5. mm. sínpálya lejtése 1,00 m. fölötti hosszban max. 0,5 mm, sínpálya hullámossága 1,5 mm.

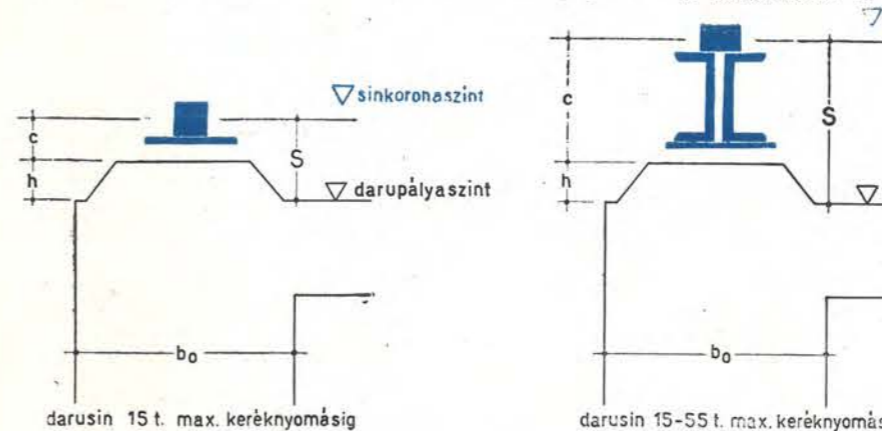
Darusín leerősítése.

Vasszerkezetű pályához: hegesztéssel.

Vb. szerkezetű pályához: normális esetben a tartóból kiálló karmokhoz hegesztéssel és utólagos alabetonozással. Mindig megvizsgálandó a talaj egyenetlen süllyedésre, mert ez esetben speciális és költséges utánállítható sínleerősítő szerkezet készítenő.



[1] Vasbeton darupályatartó [2] Vasszerkezetű darupályatartó

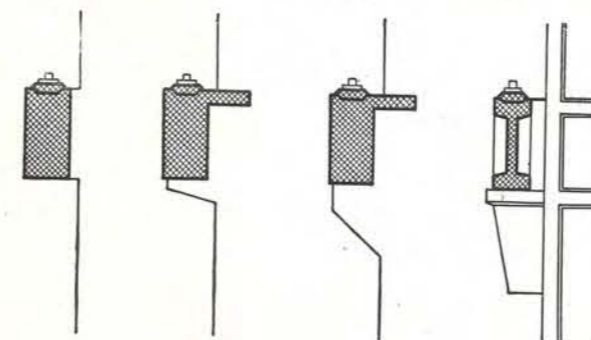


darusín 15 t. max. keréknyomásig

darusín 15-55 t. max. keréknyomásra

Legnagyobb kerék nyomás t	DARUPÁLYATARTÓ M.M.				
	Vasszerkezet	VASBETON			
	Sinmagasság	Sinmagasság	Beállítási magasság	Sinszerelési magasság	Gerenda szélesség \approx
	c	c	n	s	b ₀
5	40	48	60	108	300
5-7	50	58	60	118	300
7-10	50	58	60	118	325
10-13	60	70	60	130	350
13-15	60	72	60	132	350
15-20	40	168	60	228	375
20-30	(40) 50	(168) 178	60	(228) 238	375
30-40	50	202	60	262	400
40-55	50	202	60	262	400

[3] Darupályasín méretei »B« típusú futódarukhoz



[4] Darupálya-konzol kialakítása

DARUPÁLYAKONZOL

A darupályatartó felfekhet a pillérre: szabadtéri futódarunál közvetlenül, belsőterei daruknál ugyancsak, de a pillér keresztmetszetének a darupályaszint feletti csökkentése révén. A pillérnek keretszerkezetként való kiképzése esetén a pálya közvetlenül a pillér mellé, vagy attól néhány cm távolságra kerül. Helyszíni betonozású pillér és tartó esetén kisebb terheléseknél konzol nem szükséges. Előregyártott szerkezet és változatlan keretszerkezet esetén a konzol a függőleges terhek felvételére a legegyszerűbb megoldás. [4].

**DARUK
PÁLYAMENTI JÁRDA
PILLÉR**

PÁLYAMENTI JÁRDA

Kiképzésére nincs biztonsági előírás. Legjobb megoldása firendel-oszlop, vagy ikeroszlop két pillére között. [1] Ez a két daru közötti daruzatlan sávot növeli. Amennyiben ez technológiai szempontból hátrányos, megengedett két szomszédos daru lemezzel összekötött pályája, ahol a két daru szélső pontja között ≥ 60 cm szabad hely van és a pillérekre kapaszkodóvasak vannak szerelve.

PILLÉR

Téglasszerkezet csak kézi hajtású futódaruknál, max. 2 t. teherbírási ajánlatos.

Általában vasbeton. Ritkábban vasszerkezet, főleg nagy dinamikus terheléseknek és hűngadozásoknak kitett üzemekben.

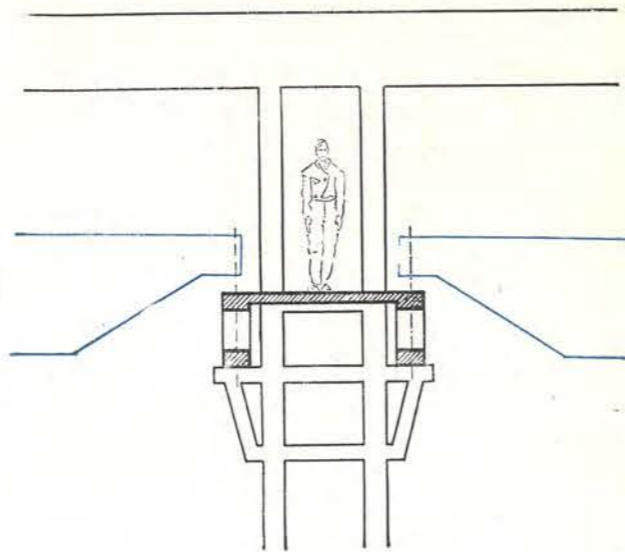
A pillér, illetve keresztmetszet statikai kialakítását gazdaságossági szemponton kívül moduláris, technológiai és darukezelési tényezők befolyásolják.

Moduláris szempontból. Kívánatos kerek méretű csarnoktengelytáv (pillértengelytáv) és ugyancsak kerek méretű tetőelem-osztástáv megállapítása.

Megvizsgálható a csarnokfeszítáv (T) = darufesztáv (L) + két szomszédos csarnok darupályáinak tengelytávolsága (D). A D méret különböző statikai kialakításoknál eltérő 1.— és 3.— m között mozog, — a következő tájékoztató megoszlással:

Felfekvő tartóval [5]	1,00—2,00 m.
Változatlan pillérkeresztmetszettel [2]	1,50—2,50 m.
Firendel-oszloppal [4]	2,00—3,00 m.

Tekintve, hogy az L méret szabványosítva van 10.— 20.— m között 2,00 m; 20.— és 32.— m között 4,00 m-es méretugrással, a D méret úgy választandó meg, hogy a pillértengelytáv: (L+D=T) kötelezően: 10 cm többszöröse, gyakorlatilag lehetőleg 50 cm többszöröse legyen. Különböző darufesztávú csatlakozó csarnokok esetén ügyelni kell arra, hogy egyféle tetőelem kerüljön felhasználásra, ami a D méret alkalmas megválasztása, ill. változtatása útján érhető el.



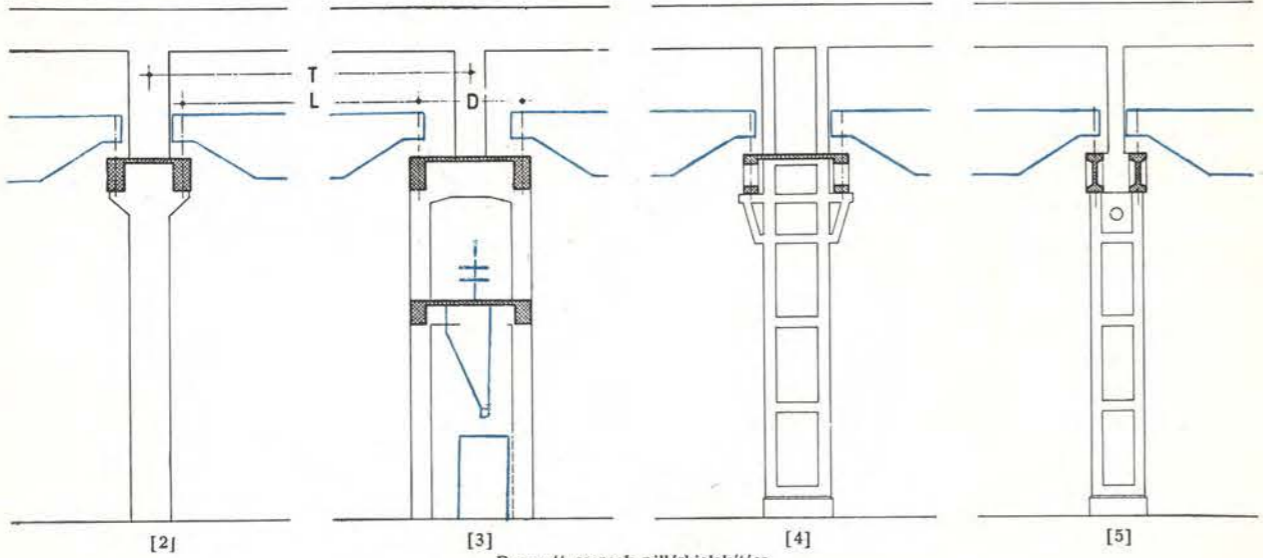
[1] Pályamenti járda ikeroszlop között

Technológiai szempontból.

Két szomszédos daru szélső horogállásai közötti távolság, normális futómacska alkalmazása esetén daruzatlan. A távolság három részből áll: egyik daru szélső horogtávolsága a szintengelytől (e), másik daru szélső horogtávolsága a szintengelytől (f) és a szintengelyek távolsága (D). Az (e) és (f) méret a daru szerkezeti méretei, ezért a daruzatlan tér szélességét csupán a (D) méret változtatja.

A daruzatlan sáv befolyása a technológiára:

- A D méret minimumnak veendő:** ha a technológiai folyamat daruzatlan sávot nem, vagy csak igen kis méretben tud hasznosítani.
 - A D méret szabadon választható:** épületszerkezet gazdaságossági szempontból, ha a technológia nem teszi szükségessé, hogy az egész csarnok daruzott legyen.
- Darukezelési szempontból.** 1. pályamenti járda.



Daruzott csarnok pillérkialakítása

Daruzott csarnok méreteinek megállapítása

3 ütemben történik:

1. DARUSZERKEZET MÉRETEINEK MEGÁLLAPÍTÁSA. 131. old. [1]

Darutervező feladata. A daruszerkezet méretei a darutípustól, feszítávától és teherbírástól függően változnak. A normál futódaruk és a kézi hajtású egygerendás futódaruk méretei szabványosítva vannak. (MNOSZ 6709—52, 6710—52).

A kétgerendás kézi hajtású, az egy- és kétgerendás villamos hajtású daruk szabványosítása folyamatban van. A többi darufajta tervezése egyedi feladat. Szabványosított daruk szerkezeti méretei (minimum-maximum-méret) táblázatosan össze vannak állítva és vázlatterv készítéséhez elegendők. Kiviteli és részlettervek készítéséhez minden esetben daruterv szükséges.

**DARUK
DARU KIINDULÁSI
MÉRETEINEK MEGÁLLAPÍTÁSA**

Vízszintes méretek: darusín tengelytől.

L = **darufesztáv**, a darusínek és darupályatartók tengelytávolsága.

e, f = **Főteheremelő szélső horogállások távolságai a szintengelytől.** Főteheremelő által daruzható tér szélességének meghatározására.

f+j = **Segédteheremelő szélső horogállások távolságai a szintengelytől.** Segédteheremelő által daruzható tér szélességének meghatározására.

k = **Daruhid szélesség.** A hosszirányban szélső horogállás távolságok megállapítására és egy pályán mozgó több daru esetén a darupályatartó méretezéséhez.

h = **Keréktáv.** A darupályatartó méretezéséhez.

Függőleges méretek: sinkorona szinttől. Magasság: sinkoronaszinttől felfelé, mélység: sinkoronaszinttől lefelé.

t₁ = **Szerkezeti magasság**, a daru legmagasabb pontjának magassága. Az ürmagasság megállapításához.

a₄ = **Kezelőjárda magasság.** Az ürmagasság megállapításához.

a₂ = **Daruhíd felső síkjának magassága.** Az ürmagasság megállapításához. (Ha a₂ ≠ a₄. Egyébként nem szükséges.)

a₃ = **Daruhíd mélysége.** Sinkoronaszint magasságának megállapításához.

z = **Darukosár mélysége.** Sinkoronaszint magasságának megállapításához.

c₁ = **Horogmélység.** Sinkoronaszint magasságának megállapításához.

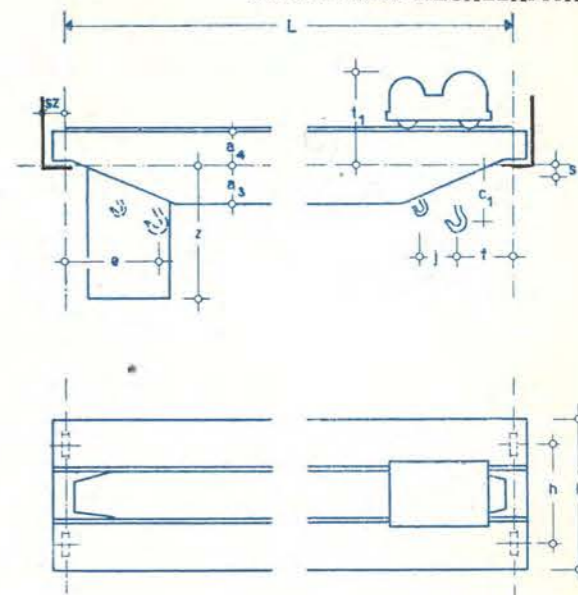
s = **Sínyszerelési magasság.** A darupályaszint megállapításához. A darupályatartó felső síkjától a sinkoronaszintig. Fontos épületmeghatározó méret, nincs szabványosítva, esetenként Darutervező adja meg. Tájékoztatóan 128, 129. old.: darupálya, darusín.

2. DARU KIINDULÁSI MÉRETEINEK MEGÁLLAPÍTÁSA.

Technológus tervező feladata. Kiindulási adatok: teherbírási, darufesztáv, pályahossz és magassági elhelyezés.

Adott technológiai elrendezés meghatározott daruzandó teret eredményez. A gyakorlatban természetesen egy csarnok szélességi és magassági méretei az üzem egészével való egyeztetés és a daruszerkezet ismert méreteinek figyelembevétele mellett, gondos mérlegelés eredménye. A daru méreteinek megállapítása céljából (a daruzandó teret és a daru teherbírását meghatározottan feltételezve) a daru kiindulási méretei a következők szerint állapítandók meg: [2].

Darufesztáv (L): A szükséges daruzandó szélesség + teherbírásnak megfelelő kétoldali szélső horogállás távolságok = szükséges darufesztáv. Tipizált méretre felkerekítve = tényleges darufesztáv.



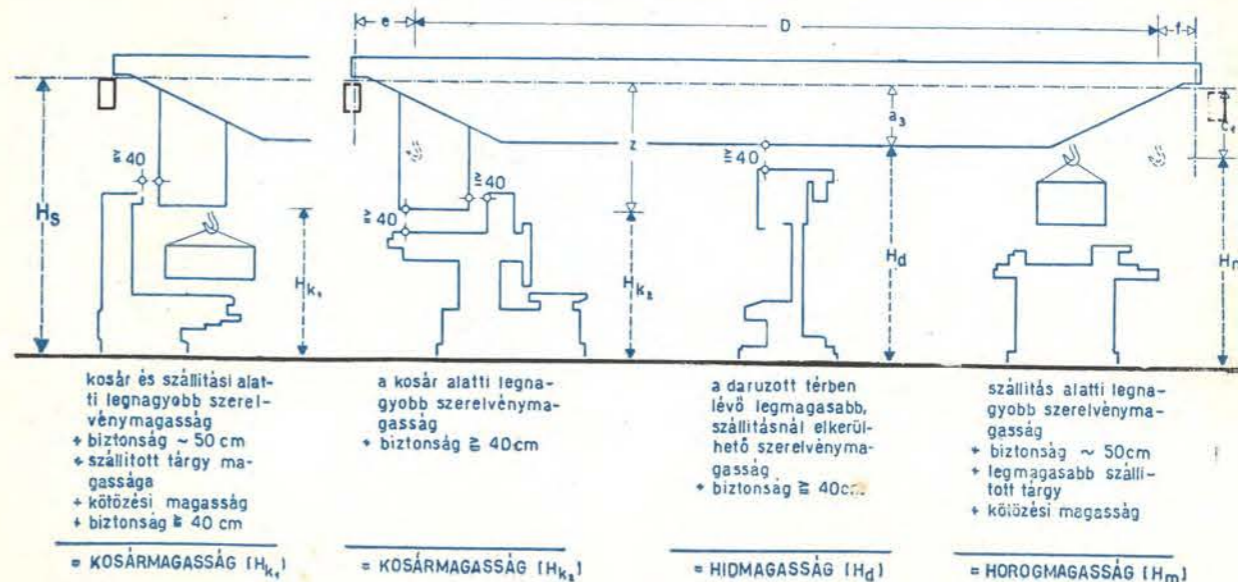
[1] Daru főméretei

Darupályahossz: Szükséges daruzandó hossz + daru szélessége + végütközők hossza + daruk javításához szükséges terület. (A pályán futó daruk összszélessége + 2 m) = darupályahossz.

Sinkoronaszint (H_s): a technológiai követelmények alapján három szempontból kell megvizsgálni, 1. horogmagasság (H_m), kosár alsó síkjának magassága (H_k) és a daruhíd alsó síkjának magassága (H_d) szempontjából, azaz:

$$H = \left. \begin{matrix} H_m + c_1 \\ H_k + z \\ H_d + a_2 \end{matrix} \right\} \text{értékek közül a legnagyobb}$$

Figyelembe veendő, hogy H_m, H_k, H_d értékei minden esetben $\geq 2,00$ m.



- kosár és szállítási alatti legnagyobb szerelvénymagasság + biztonság ~ 50 cm + szállított tárgy magassága + kötözési magasság + biztonság ≥ 40 cm = KOSÁRMAGASSÁG (H_k)
- a kosár alatti legnagyobb szerelvénymagasság + biztonság ≥ 40 cm = KOSÁRMAGASSÁG (H_k)
- a daruzott térben lévő legmagasabb, szállításkor elkerülhető szerelvénymagasság + biztonság ≥ 40 cm = HIDMAGASSÁG (H_d)
- szállítás alatti legnagyobb szerelvénymagasság + biztonság ~ 50 cm + legmagasabb szállított tárgy + kötözési magasság = HOROGMAGASSÁG (H_m)

[2] Sinkorona-magasság megállapítása

DARUK
DARUZOTT CSARNOK ÉPÜLETMÉRETEI.
IRODALOM

3. DARUZOTT CSARNOK ÉPÜLETMÉRETEI [1]

Épülettervező feladata. Helyszükségleti követelmények:

»A zárt, vagy fedett helyiségben dolgozó emelőgép legmagasabban fekvő része és a helyiség mennyezete, vagy a tetőszerkezet legalacsonyabb pontja között legalább 100 mm távolság legyen. Járdával ellátott futódaru esetében a járda szintje és a mennyezet, vagy tetőszerkezet legalacsonyabb pontja között 1800 mm magasságú szabad hely maradjon.

A futódaru homlokoldalának legkiállóbb pontja és a helyiség fala, oszlopa, vagy egyéb legjobban előálló része között legalább 60 mm távolság legyen.

A futódaru legalsó pontja a helyiség padlója fölött legalább 2,00 m magasan legyen. Kivétel csak abban az esetben engedhető meg, ha a daru rendeltetése ezt megkívánja. Az egy helyben dolgozó forgódaru legkiállóbb alkatrésze és a helyiség fala, oszlopa, vagy egyéb része között legalább 200 mm távolság legyen.

A futódaru legkiállóbb alkatrésze villamosvezetéktől, forgó- vagy mozgó gépalkatrésztől és egyéb más, helyhez kötött géptől legalább 400 mm távolságra legyen.» (MNOSZ, 6727—52).

Adott Q érték és az előzők szerint megállapított L, és H_s értékek alapján a csarnok magassági méretei:

darupálya magasság: $M_p = H_s - s$. (500 mm többszöröse felkeresítve)

ürmagasság: $M_u = s + t_1 + 100$ értékek közül a nagyobb, (200 mm többszöröse felkeresítve)
 $s + a_1 + 1800$

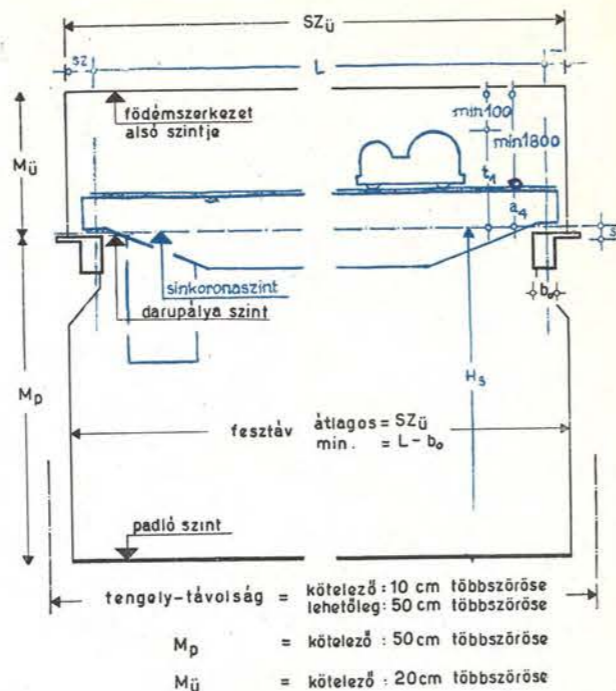
Szélességi méretek: $Sz_u = L + 2sz$ (100 mm többszöröse felkeresítve)
ürszélesség:

IRODALOM

Vonatkozó szabványok:

- Emelőberendezések, teherfelvevő szerkezetek, emelőeszközök MNOSZ 6701—T
- Villamos futódaru teherbírása, emelőmagassága, fesztávolsága MNOSZ 6702—51
- Villamos futódaru. Helyszükséglet és legnagyobb keréknyomás MNOSZ 6709*
- Villamos emelődob és egygerendás futómacska MNOSZ 6705—52
- Egygerendás kivitelű kézihajtású futómacska emelőszerkezet nélkül. MNOSZ 6707—52
- Egygerendás kivitelű kézihajtású futómacska beépített emelőszerkezettel MNOSZ 6708—52

* Előkészítés alatt.



[1] Daruzott csarnok ürméreteinek megállapítása

pillérfesztáv a daru alatt:

átlag = Sz_u
min. = $L - b_0$

pillértengelytáv: csarnokmagasság, kerettávolság, terhelés és a választott pillérszerkezettől függően változó (130. old. pillér).

Kötelezően: 100 mm többszöröse,
Lehetőleg: 500 « «

Egygerendás kézihajtású futódaru .. MNOSZ 6710—52
Emelőgépek biztonsági előírásai MNOSZ 6727*
Emelőgépek szállítási és átvételi feltételei MNOSZ 6726—T

Pattantyú: Emelőgépek üzemtana és szerkezetana.
A. A. Бромбет и Руденко: Подбемно—транспортные машины.

Вансон: Строительные машины.
Шагинов: Строительные машины.
Болован: Легкие строительные краны и подъемники.
Ernst: Hebezeuge.
Hütte zsebkönyv: III. kötet.
Heidebroek: Fördertechnik für Massengüter.
Michenfelder: Handbuch der Fördertechnik.
Aumund—Knaust: Hebe und Förderanlagen.

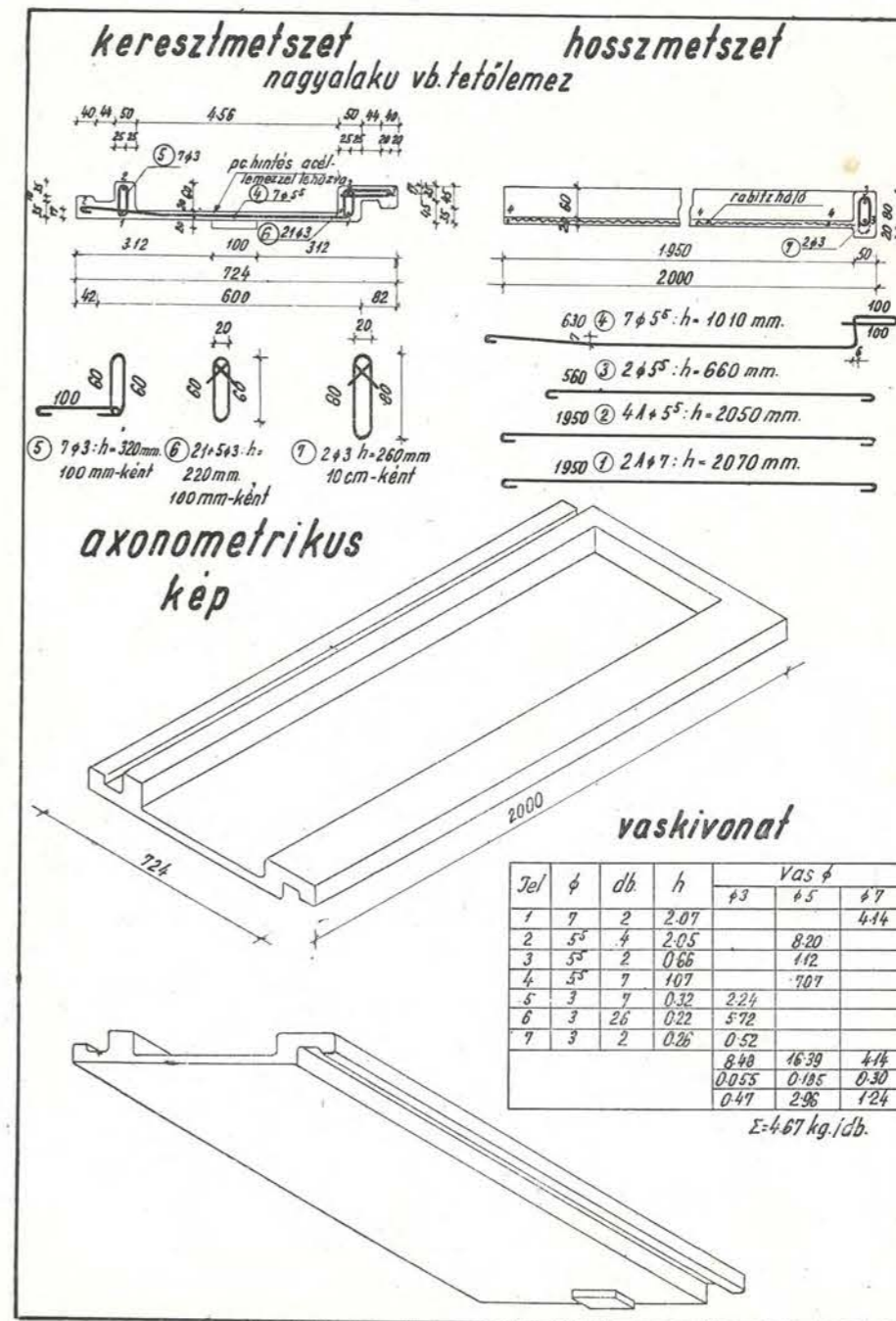
NAGY JÓZSEF ÚJÍTÁSA

NAGYALAKÚ VB. TETŐFEDŐ LEMEZ

A nagyméretű vb. tetőelem megfelelő tetőhajlásszögű épület lefedésére alkalmas oly módon, hogy a vb. lemezeket ipari épületeknél 2,00—3,00 m távolságra elhelyezett szelemenekre fektetjük. Lakóépületeknél a cserép hosszmerete úgy határozandó meg, hogy 1—1 vb. lemez hossza a tetősisak hosszának feleljen meg, így 1—1 lemezt a tetősisakoknak megfelelően összetámasztva az eresznél megfelelő felfekvés biztosításával a gerinc összefogásával merev, külön alátámasztó szerke-

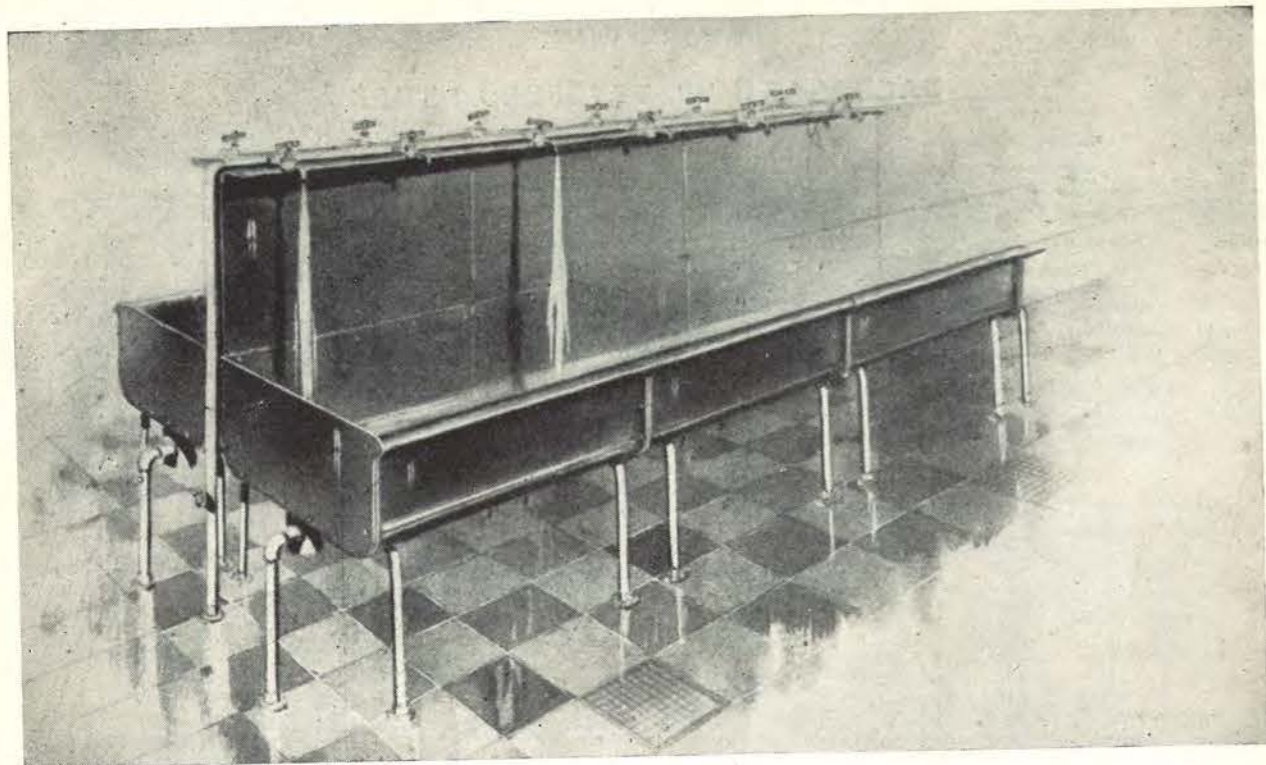
zetet nem igénylő üres nyereg fedélszéleket alakíthatunk ki.

A vb. lemez megfelelő szerkezetű B 300 betonból a bordákban a lemez hosszának megfelelő vasalással, a bordák közötti lemez rabitzháló kifeszítésével vibrálópadon készül. Hogy a vb. lemez a vizet át ne bocsássa, a felfelé kerülő felületét a beton vibrálása után pc. hintéssel és vb. lemez profiljának megfelelően kialakított vassablonnal kell lesimítani, mi által a lemez felülete p. c. zománcreteget kap.



Jel	φ	db	h	Vas φ		
				φ3	φ5	φ7
1	7	2	2.07			4.14
2	5 ⁵	4	2.05		8.20	
3	5 ⁵	2	0.66		1.12	
4	5 ⁵	7	1.07		7.07	
5	3	7	0.32	2.24		
6	3	26	0.22	5.72		
7	3	2	0.26	0.52		
				8.48	16.39	4.14
				0.055	0.185	0.30
				0.47	2.96	1.24

Σ=4.67 kg/db.



GÁBORJENŐ ÚJÍTÁSA

ELŐREGYÁRTOTT ETERNIT MOSDÓVÁLYÚ

Az eternit hazai nyersanyagból előállítható és előállításához megfelel az aszbesztet helyettesítő üvegyapot. Könnyű súlya a földet nem terheli. Viaszos felületi kezeléssel elérhető, hogy a zsiradékok a felületre nem tapadnak. Részekből való összeállítása lehetővé teszi, hogy előregyártva készülhessen bármekkora méretre összeállítható legyen, leszereléskor részei újból felhasználhatók. Bármelyik darab törése vagy rongálódása esetén a törött rész kicserélhető és az egész újból használható.

Az előregyártott eternit mosdóvályú 1, - m, vagy 1,40 m hosszú elemekből készülne. Egyes részek összeszerelése a peremes részekenél tömítőgyűrű (betétesgumi, klingerit) és anyáscsavar segítségével történik. Az oldallap az elemekhez hasonlóan szerelendő. Esetleg külön végdarab is gyártható. A lefolyószlep helyét bemarással képezzük ki. Az előregyártott elemekből bármely hosszúság, egyoldalú vagy kétoldalú kivitelben összeállítható.

A mosdóvályú három részből tevődik össze:

1. Préselt vályurész,
2. Oldallap,
3. Hátlap a szappantartóval.

A vályú viaszos felületi kezeléssel látandó el. A tisztántarthatóság szempontjából ajánlatos szögvasalással merevített csőlábakra, vagy konzolokra szerelni, de falazott téglalábakra is elhelyezhető.

A vályú falvastagsága, hogy az igénybevételnek ellenálljon, kb. 4—5 mm legyen.

Ára előzetes számítások alapján tartószerkezet és szerelvények nélkül kb. 120—150 Ft/fm hátfallal együtt.

Az eternit mosdóvályú tömegcikként hozható forgalomba. Az épületen való felszerelése igen rövid időt igényel. Többféle színben igen tetszetős kivitelben gyártható.

ОБЗОР ПРОМЫШЛЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ

СОДЕРЖАНИЕ СТАТЕЙ ЖУРНАЛА „ПРОМСТРОЙПРОЕКТА“

АРХИТЕКТУРА КУЙБЫШЕВСКОГО ГИДРОУЗЛА

Строящийся на Волге Куйбышевский гидроузел с гигантской гидроэлектростанцией даст возможность получать 10 миллиардов киловатт-часов электроэнергии в год, орошать большие земельные массивы Заволжья, электрифицировать сельско-хозяйственные работы и улучшить судоходство на Волге. Плотина гидроэлектростанции, протяжением несколько километров поднимает воду на 25 метров, в результате чего образуется водохранилище длиной 500 километров и шириной до 40 километров. Строительство этого гиганта будет осуществлено в течение 5 лет.

На строительстве Куйбышевской гидроэлектростанции будет уложено 150 миллионов м³-ов земли, 6 миллионов м³-ов бетона.

Архитектура Куйбышевского гидроузла призвана отобразить в своих художественных формах пафос построения коммунизма в СССР. Это идея выявлена в величавой красоте, монументальности основных сооружений, в тематике скульптурных изображений, барельефов и надписей.

ВАЖНЕЙШИЕ ВОПРОСЫ АРХИТЕКТУРЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

Е. Попов

действительный член Академии архитектуры СССР.

Народы Советского Союза осуществляют величественные сталинские планы преобразования природы, сооружают гигантские гидроэлектростанции и каналы, заводы и фабрики, города и колхозные поселки, создают материально-техническую базу коммунизма. В огромных масштабах развернулось в СССР промышленное строительство, которое характеризуется все более высокими темпами, неуклонным ростом архитектурного качества.

Советское промышленное строительство является по своей природе комплексным, ансамблевым, так как предполагает возведение по единому проекту производственных, энергетических, транспортных, общественных и других сооружений, образующих предприятие. Проектирование промышленных предприятий как целостных архитектурных ансамблей — это борьба за высоко организованное индустриальное строительство, за снижение его стоимости и улучшение архитектурного качества.

Борьба за снижение стоимости строительства — является не временное, связанное не только с вопросами экономическими. Необходимость экономии государственных средств служит одной из предпосылок более активных поисков новых, совершенных архитектурных решений, и в конечном счете, способствует общему прогрессу советского промышленного зодчества.

ГЛИНОЗЕМНЫЕ ЗАВОДЫ

Куташ Андор и Вираг Пал

Сопровождая свои пояснения рисунками, статья знакомит с технологией обработки глинозема (боксита) для получения алюминия. Перечисляется последовательность методов обработки, изготовления сырого материала. В настоящее время наиболее целесообразным признан щелочный способ добычи алюминия. Статья подробно описывает метод Байера, который является самым экономичным, знакомит с историей обработки глинозема.

МЕТАЛЛУРГИЯ АЛЮМИНИЯ

(Технология алюминиевых печей и связанные с ними архитектурные сооружения.)

Сакал Пал и Клаус Дьюла

Статья знакомит с историей добычи алюминия и с материалами необходимыми при производстве алюминия. В этой статье авторы рассматривают влияние на архитектурное проектирование технологии производства, приводят примеры различных производственных сооружений и цехов и подробно описывают следующие цехи:

1. Здание распределительного устройства и выпрямительное устройство.
2. Металлургический цех (Электролиз).
3. Литейный цех.
4. Склады.
5. Мастерские, лаборатории и подсобные цехи.

В конце статьи знакомит с экономическими точками зрения и путями к развитию металлургии алюминия

ИЗГОТОВЛЕНИЕ АЛЮМИНИЕВЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Кёвеш Элемер и Клаус Дьюла

Статья знакомит с технологией изготовления алюминиевых полуфабрикатов, с теми производственными процессами, которые проходят сырье до тех пор, пока не получит названия полуфабриката. Посредством чертежей и рисунков статья поясняет процесс термообработки, обжига, дисперсионного твердения, изготовления алюминиевых плит и листов, полос, труб и проволоки.

ЕСТЕСТВЕННАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Маркович Силард

В этой научной статье подробно, по данным советской и иностранной научной литературы, описывается устройство естественной вентиляции в промышленных зданиях. Статья рассматривает расчеты аэрации и дает предпосылки к расчету аэрации одно пролетного и многопролетного цехов. Приводятся несколько примеров для решений вентиляции промышленных зданий, типов световых фонарей и т. п.

ТЕХНОЛОГИЯ ГРАДИРЕН

Затурецки Арпад

Промышленные предприятия потребляют для производственных целей большое количество воды низкой температуры. Эта потребность в воде для охлаждения агрегатов не всегда может быть удовлетворена количеством имеющейся природной воды и приходится использовать нагретую воду подвергать искусственному охлаждению для повторного ее использования. Специальные сооружения — градирни служат для охлаждения нагретой воды.

Градирни меньших размеров охлаждают 40—50 м³ воды в час. Самые большие из до сих пор построенных водоохлаждающих башен обеспечивают охлаждение 35.000 м³ воды в час. По норме ДИН № 1947 водоохлаждающие башни, по конструктивному устройству, разделяются на сооружения с естественной и с искусственной вентиляцией.

Статья рассматривает преимущества и недостатки обеих конструкций градирен.

ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ГРАДИРНИ С ОБОЛОЧКОЙ

Гомоннай Тамаш

Статья знакомит с различными конструкциями градирен и их статическими расчетами. Конструкции градирен круглых размеров представляют смелые инженерные решения, которые послужат для выполнения нашего пятилетнего плана и для целей строительства социализма на нашей родине.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ДЛЯ ДОРОЖНОЙ СЕТИ ПРОМПЛОЩАДОК

(Пример для проектирования дорожной сети промплощадок.)

Проект составлен Техническим Отделом Кезмютерва и, в виде образца, содержит данные внутренней дорожной сети, потребной для проектирования одного промышленного завода с производительностью 20.000 тонн в год.

НОВЫЕ СБОРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Мольнар Миклош

В целях расширения префабрикации должно способствовать применению сборных элементов и на тех стройках, где не имеется подъемных машин и квалифицированных рабочих кадров.

Автор статьи знакомит со своим способом, который дает возможность выполнения вышеуказанного.

СПРАВОЧНИК ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Руководство Промстройпроекта, с помощью Министерства строительства, которое в данном случае обеспечивает все возможности, дало распоряжение составить справочник по проектированию промышленных зданий. В этом справочнике будут приведены данные, не обходимые для рационального и экономичного проектирования различного назначения промышленных зданий. Мы публикуем выдержки из одного из готовых уже разделов этого справочника, а именно — о подъемных кранах.