

MAGYAR ÉPÍTŐIPAR

1955. IV. ÉVFOLYAM 9. SZÁM

A Berentei Erőmű

MÁTRAI GYULA Kossuth-díjas, FEKETE BÉLA

A felszabadulás óta üzembe helyezett három magyarországi nagy erőmű között a Berentei Erőmű a legújabb, a legnagyobb és minden vonatkozásban a legfejlettebb. De mindezekon túlmenőleg ma már azt is megállapíthatjuk, hogy a Berentei Erőmű erőmű-építészeti fejlődéstörténetében jelentős fordulópontot képvisel, mivel egyrészt egyenes folytatása egy iránynak, amely benne érte el fejlődésének csúcspontját, másrészt mert az itt levont konzekvenciák új irányokat jelöltek ki a további fejlődés számára. Éppen ezért úgy hisszük, hogy helyesen járunk el, ha a Berentei Erőművet abban a történeti perspektívában mutatjuk be, amely létrejöttének körülményeit és előfeltételeit tartalmazza és amely a további fejlődésre utal.

Ismert dolog, hogy egy erőmű dús technológiájú épület, és hogy ebben a tekintetben túltesz minden más ipari objektumon. Ez a megállapítás nemcsak azt akarja kifejezni, hogy a beépített üzemi berendezés nagyság, bonyolultság és sokszínűség tekintetében meghaladja más ipari létesítmények üzemi berendezését, hanem azt is, — sőt talán inkább azt, — hogy egy erőmű üzemi berendezése minden vonatkozásában és minden részletében szoros összefüggésben áll magával az épülettel. Sem az építészeti, sem pedig a technológiai tervezés nem tehet egy lépést sem előre anélkül, hogy a másik fél problémáit figyelembe ne vegye, semmilyen módosítást, változtatást nem lehet végrehajtani anélkül, hogy ne kellene számolni a kölcsönös kihatások hosszú és szövevényes láncolatával. Éppen ezért ma már bizonyítottnak tekinthető az a tétel, hogy egy erőmű esetében a technológiai és az építészeti tervezést egymástól időben és térben elválasztani nem lehet, és hogy az építészeti és technológiai tervezés munkája csak állandó kapcsolatban, egymással összehangolva, lépésről-lépésre haladhat előre.

A Berentén szerzett tapasztalatok közé tartozik az a fontos felismerés, hogy a kölcsönös

együttműködés és a koordináció szkematikájának lefektetése, ill. újból való megfogalmazása elkerülhetetlenné vált és hogy ennek értelmében az erőmű tervezés és kivitelezés jövőbeli alakulása csak akkor fog tudni megfelelni a tervgazdálkodás alapelveinek, ha a tervezési munka lefolytatása maga is tervszerű keretek által van szabályozva, ill. ha a munkatársak ezeknek az előírásoknak meg is felelnek. A Berentei Erőművet követő Tiszapalkonyai Erőmű tervezési munkáinak lefolytatása a konkrét bizonyítéka annak, hogy az a szkematika, amit a szerzett tapasztalatok alapján lefektettünk, egyrészt megfelel a célnak, másrészt sikeresen alkalmazható. Ennek a megoldásnak az az alapvető mozzanata, hogy felszámolja azt a szélsőséges beállítást, amely szerint az építésztervezés köteles önmagát egyoldalúan alávetni a technológusok igényeinek — vagy fordítva. Berente óta az erőmű tervezés a fokozatos felfejlesztés alapján áll és többszörös „tervváltás” útján halad előre. Ezek a tervek, amelyeket egyrészt az építésztervező juttat el a technológushoz, másrészt a technológus az építészhöz, fokozódó fejlődési állapotokat rögzítenek és mindig csak annyi megkötést tartalmaznak a másik fél számára, amely az adott fejlődési állapotban feltétlenül szükséges, és amelyeken túlmenőleg a másik félnek szabad keze van.

Annyi azonban kétségtelen, hogy a tervezés menetének rendbentartása még ebben a korszerűsített állapotában is eléggé súlyos feladat, amelyet kímélni kell a további bonyodalmaktól, — pl. attól, amit a menetközben való kivitelezéssel járó tehertertelek jelentenek. A berentei tapasztalatokból leszűrt konzekvenciák közé kell sorolnunk azt is, hogy ezzel az erőművel előreláthatólag lezáródott azon erőművek sorozata, amelyek nem teljes tervdokumentáció mellett épültek.

Az erőműtervezésnek Magyarországon nincs hosszú múltja. Ami ezen a vonalon a felszabadulás óta történt, ahhoz az alapot jórészt a felszabadulás

óta kellett kiépíteni. Természetes, hogy ez a feladat különösen a technológiai tervezés vonalán nem volt könnyű, amit az a tény is súlyosbított, hogy a rohamosan növekvő igényekre való tekintettel az üzemi berendezések szállításánál nem mondhattunk le külföldi szállítóknak a munkába való bevonásáról. Ennek a látható következménye az, hogy az említett három erőmű mindegyike különböző államokból származó üzemi berendezéssel és technológiával működik. További következménye pedig az, hogy az erőmű tervezés és nemkülönben a kivitelezés koordinációs vonatkozásban rendkívül bonyolulttá és nehézkessé vált, és végül, de nem utolsósorban az, hogy fiatal, tapasztalatokban nem bővelkedő technológiai tervezésünk, állandóan különböző irányú konkrét feladatokba volt kénytelen bekapcsolódni és emiatt egyirányú, letisztázott, önálló felfejlődésére nem sok lehetőség adódott.

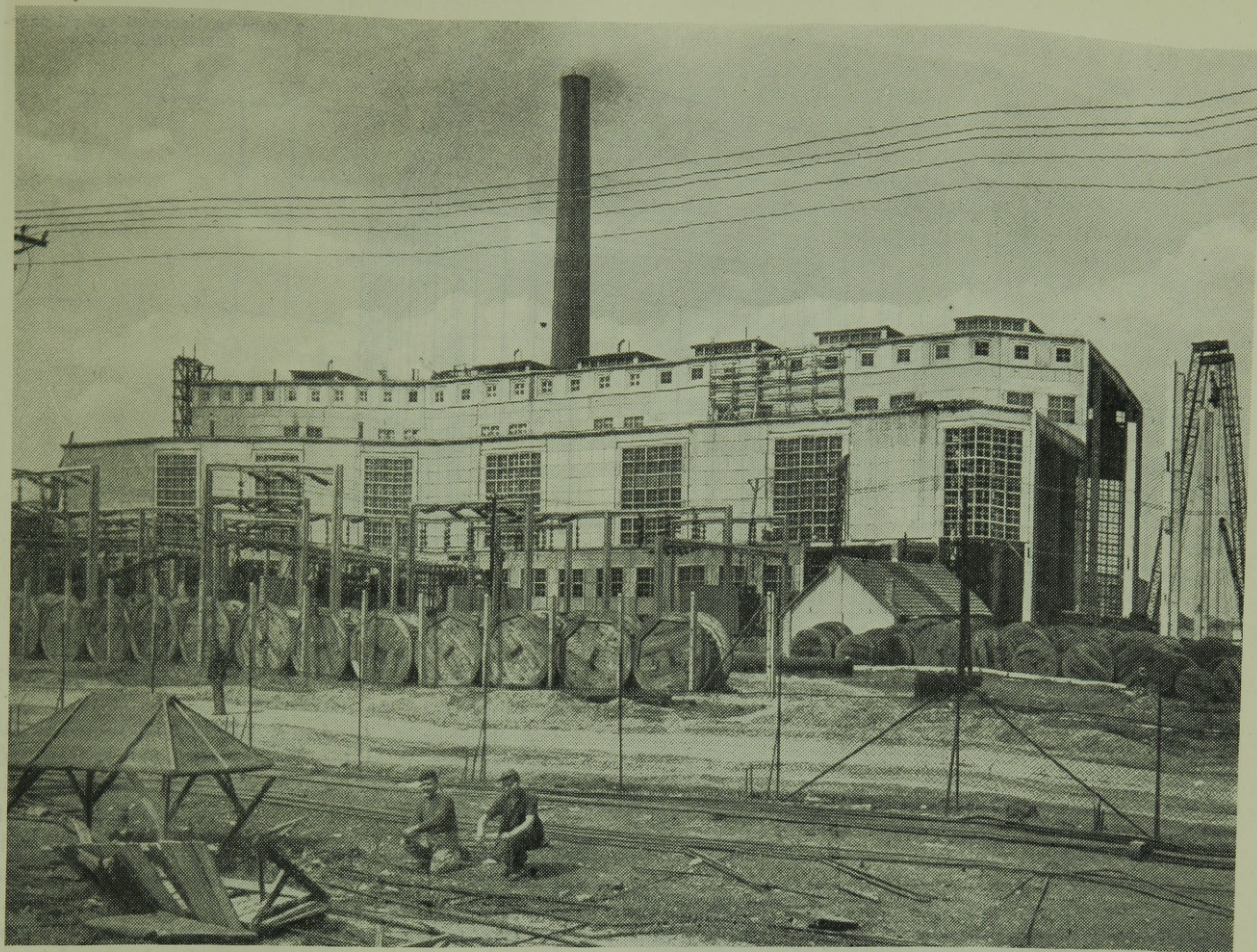
Az építésztervezés helyzete ezzel szemben, — bizonyos kedvező körülmények következtében sokkal kedvezőbbben alakult. A magyar építőipar a felszabadulás óta, — éppen a tervezés vonalán elért eredmények révén, — olyan fejlődésen ment keresztül, amely őt az ipari építkezések vonalán kétségkívül világviszonylatban az elsők közé helyezte. Jellemző erre a tényre, hogy 1949-ben a csarnoképületek előregyártásának hazánkban kialakult módszerei már eléggé érettek voltak ahhoz, hogy első nagy erőművünk, az inotai erőmű vázszerkezetének tervezését előregyártásos alapon lehetett megindítani és lefolytatni. Az eredmény egyértelmű volt és ennek nyomán a többiek is előregyártva készültek, úgyhogy ma, a berentei erőmű üzembeállításának évében minden túlzás nélkül megállapíthatjuk, hogy előregyártott erőművek vonatkozásában minden irányban példamutató eredményeket mondhatunk magunkénak.

Ezekre a körülményekre itt azért kell hivatkoznunk, mert az építésztervezés helyzeti fölénye és jól megalapozott biztonsága a konkrét feladatok megoldásán keresztül döntően tudta befolyásolni erőmű építészetünk alakulását és jellegzetes marandó vonásokat kölcsönzött annak, — technológiai vonatkozásban is. A fejlődésben ma ott tartunk, hogy a technológiai tervezés az ésszerűség határain belül nem tud olyan igényeket támasztani az építésztervezéssel szemben, amelyet az teljesíteni ne tudna. Nem jelenti ez azonban azt, hogy az építésztervezőnek minden esetben kötelessége is volna utat engedni ezeknek az igényeknek. Sőt, — az építésztervezőnek hivatásbeli kötelezettsége éppen az, hogy meglévő fölényét a fejlődés szolgálatába állítsa és hogy ilyen értelemben visszahatást gyakoroljon a technológiai tervezésre minden olyan esetben, amikor ezt egyrészt a várható műszaki és gazdasági előnyök indokolják, másrészt, amikor ennek végrehajtása általános értelemben vett nemzetgazdasági érdeket, — pl. döntő határidőket, — nem veszélyeztet.

Azt a tényt, hogy az építésztervezés az elmúlt évek gyakorlata során egyre fokozottabb lendülettel volt képes megfelelni ennek a kötelezettségnek, az elért eredmények egész sorozata dokumentálja.

Ezekből itt csak a leglényegesebbeket fogjuk bemutatni, végül pedig utalni fogunk azokra a számszerű adatokra, amelyekben ezek az eredmények kézzelfoghatóan realizálódtak.

Szerkezeti vonatkozásban mind a három erőmű vázszerkezetű épület, — bizonyos megszorítással. A tiszta vázszerkezeti jelleg ugyanis inkább csak a keretekig és legfeljebb a darutartókig terjeszthető ki, mert a keretekre merőleges irányban a darutartóktól eltekintve síkbeli szerkezetek működnek (tetőszerkezet, ill. födémszerkezet, ill. előregyártott falszerkezet). A keretek formai és szerkezeti kialakításánál a technológiai tervezés különböző igényei máris hangsúlyozott formában jelentkeznek. Tudvalevő, hogy az erőmű üzemi épülete általában az alábbi egységekre bomlik fel: gépház, kazánház, tápház, bunkertér és kapcsolóház. Sajátságos módon a technológiai tervezés ezeknél a részegységeknél a legtöbbször különböző belmagasságokat ír elő anélkül, hogy — mint ahogy ez a gyakorlat folyamán igazolódott, — ezt az igényt komoly műszaki vagy gazdasági indokok alátámasztanák. Ilyen igények következtében alakultak ki a régebbi erőműveknél a többlépcsős, gyakran 4—5 lépcsős tömegelrendezések, ami egyáltalában nem jelentett előnyt sem szerkezeti, sem építészeti szempontból. Az inotai erőműnél a néglépcsős megoldás többrendbeli szerkezeti bonyodalomra vezetett, — így pl. arra kényszerítette az építészeket, hogy a szalagtér túlemelkedő tömegét monolitikus kivitelezéssel építse rá az előregyártott vázszerkezetre. A sztalínvárosi erőmű tervezésénél a szerkezeti és építészeti szempontok már fokozottabb mértékben érvényesültek, — és bár a gépházi keretgerenda „hattyúnyakas” megoldása nem számítható a kézenfekvő és könnyű megoldások közé, — az épület sem szerkezeti sem architektónikus vonatkozásban nem tartalmaz kényszermegoldásokat, sőt éppen az építésztervezés fellépése következtében lényeges ésszerűsítések keletkeztek, felesleges légköbméterek maradtak el, — és emellett a technológia is előnyösen változott. A berentei erőműnél viszont már alapjáibanvéve letisztult szerkezettel és egységes építészeti megjelenéssel találjuk magunkat szemben. A kapcsolóházi folyosót figyelmen kívül hagyva, az épület egysége két különböző magasságú, jól arányított tömegből tevődik össze, a keretszerkezet megoldása tiszta és egyértelmű. Azáltal, hogy a tápház, a kazánház és a bunkertér tetősíkját sikerült azonos magasságra hozni, ez a három egység egyetlen 40 m hosszú, 23 m fesztávolságú kéttámaszú, szerkezetiileg szimmetrikus gerendával volt lezárható, ami építészetiileg, statikailag, valamint az előregyártási organizáció és kivitelezés tekintetében is rendkívüli előnyöket jelentett. Mindezek a részleteredmények csak úgy jöhettek létre, ha azok mögött egy egységes, egyértelmű elgondolás jelenlétét tételezzük fel és kétségkívül erre mutat a Berentei Erőmű üzemi épületének mindenki számára nyilvánvaló egységes megjelenése is. Ha azonban túl tekintünk azon a tényen, hogy itt egy konkrét feladat sikerült megoldásával állunk szemben, és figyelmünket a történeti távlatok felé fordítjuk,



1. ábra. A berentei erőmű üzemben.

érzékelhetővé válik a fejlődés vonala, hogy kialakulóban van az erőmű-építészet sajátos stílusa, egyértelmű szerkezeti rendszere és fejlett gazdaságos kivitelezési technikája. Maga a Berentei Erőmű azonban nemcsak a fejlődés látható és igazolható jeleit mutatja, hanem olyan vonásokat is tartalmaz, amelyeket egyrészt végleges megoldásoknak tekinthetünk, másrészt, amelyek a jövő felé utalnak. A Tiszapalkonyai Erőmű építészeti és szerkezeti megoldása, — amely a következő lépés a fejlődés vonalán — teljes mértékben igazolja ezeket a megállapításokat.

Szerkezeti vonatkozásban még szembetűnőbb a fejlődés a tengelyirányú struktúra kialakítása tekintetében. Már az Inotai Erőmű tervezése során, — ahol a keretszerkezeten kívül csak a tetőszerkezet készült előregyártással, — felvetődött a két döntő kérdés:

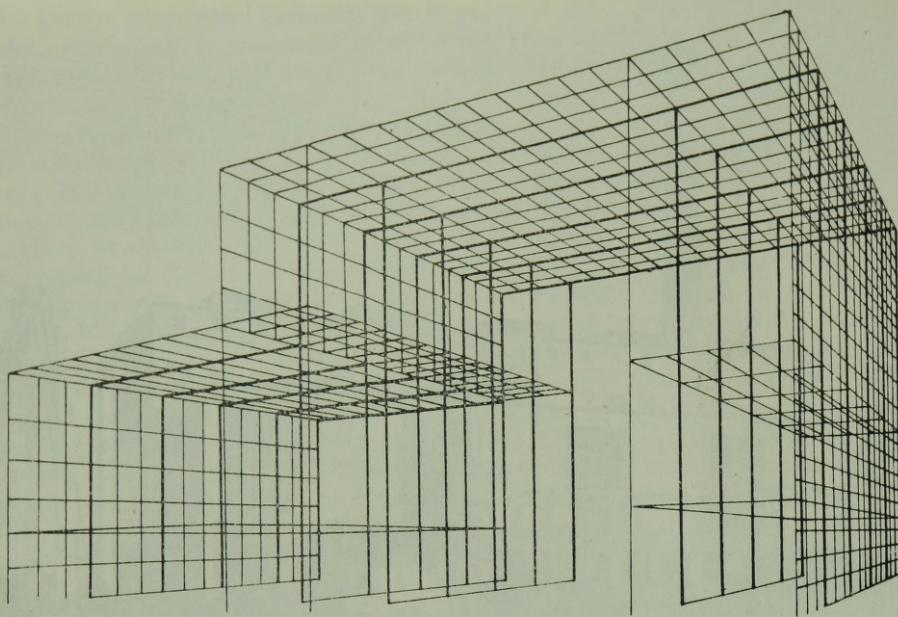
- a) a függőleges térelhatároló szerkezetek,
- b) a közbenső födémelek előregyártással való kivitelezésének kérdése.

Az előregyártott falszerkezetek vonatkozásában az építésztervezők állásfoglalása egyértelmű volt: egyrészt sem építészeti, szerkezeti, sem pedig technológiai szempontból nincs semmi akadálya annak, hogy az erőműépület összes függőleges térelhatároló szerkezetei előregyártva készüljenek, — másrészt, ami legalább ilyen lényegbevágó, — hasonló nagyméretű csarnokok falszerke-

zeteinek műszakilag, esztétikailag és gazdaságilag kifogástalan megoldása az építéstudomány mai állásában csakis előregyártással képzelhető el.

A Sztálinvárosi Erőműnél, — amely első panelfalas erőművünk, — a sors iróniája folytán különlegesen nehéz helyzettel találtuk magunkat szemben a 13,50 m-es keretállások miatt, — amihez természetesen még hozzájárult az a körülmény, hogy az előregyártott panelekkel való építkezés, mint probléma merőben új volt, a gyakorlati megoldásnak sem a rejtett nehézségei, sem pedig lehetőségei nem voltak nyilvánvalóak. Sajátos módon azonban a legnehezebb probléma mégis a technológiai tervezés merev állásfoglalása következtében állott elő, a véghomlokzatok megoldásával kapcsolatban, amelynek folyamánképpen a panelek változatainak száma egészségtelenül megnövekedett. A Berentei Erőmű panelszerkezete egyrészt kedvezőbb légkörben, előnyösebb feltételek mellett, másrészt körültekintőbb megfontolások alapján alakult ki, úgyhogy Sztálinvároshoz képest az egyes elemek súly és szerkezet tekintetében jelentős mértékben javultak, a változatok száma csökkent és mindezekben túlmenően a panelekkel való építkezés módszerét az építésztervezés döntő jelentőséggel állította a stíluskérdések megoldásának szolgálatába.

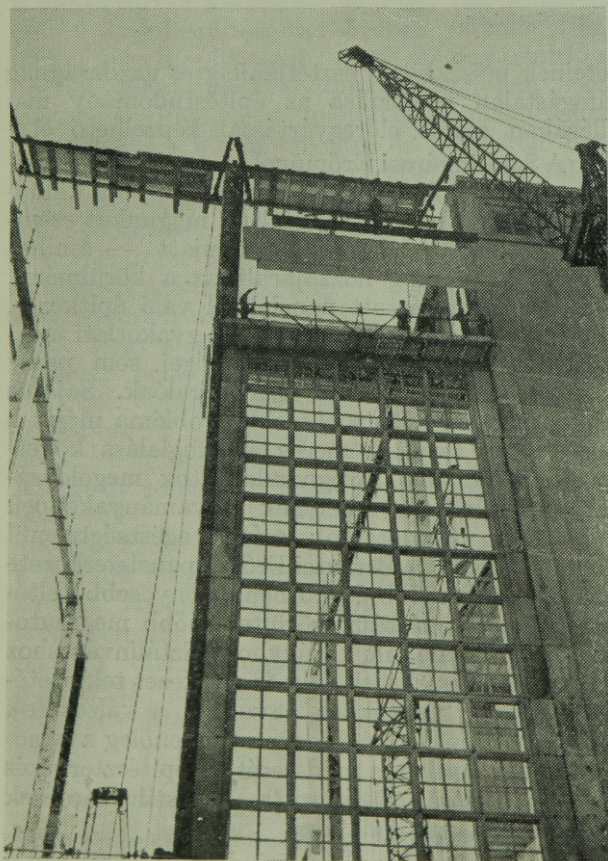
Mind a Sztálinvárosi, mind pedig a Berentei Erőműveknél kéttámaszú tartóként működő ön-



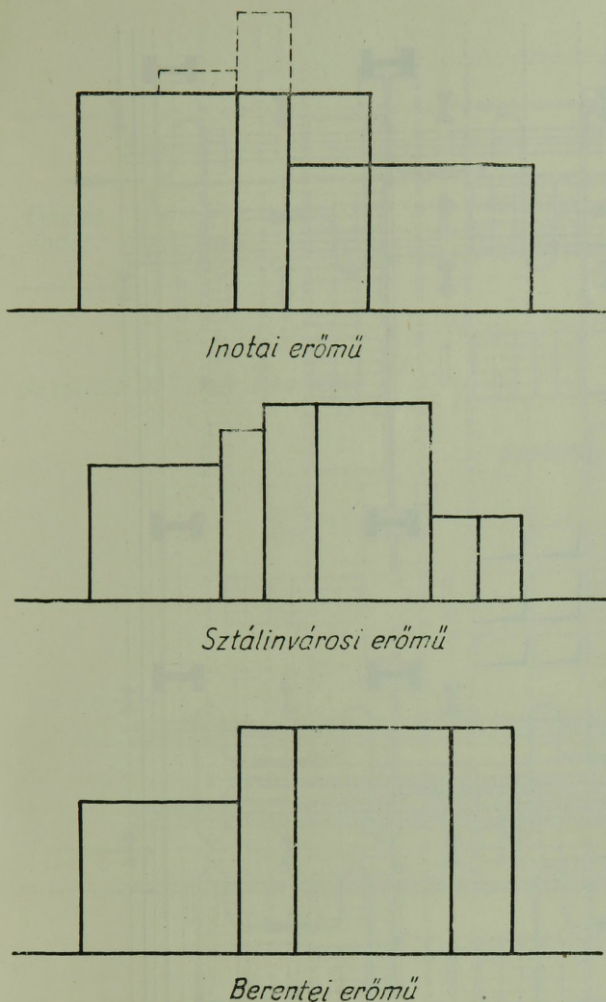
hordó falelemek nyertek alkalmazást. A berentei épület azon túlmenőleg, hogy jelentékeny fejlődést képvisel ebben a vonatkozásban is a Sztálinvárosi Erőművel szemben, egyben megmutatta a horizontális szerkezetű önhordó panelrendszer alkalmazási lehetőségeinek határait. Az itt szerzett tapasztalatok indították az építésztervezést új irányok felé, s elindították ezt a folyamatot, amelynek ered-

ménye a „T” erőműnél bevezetésre kerülő vertikális szerkezetű panelrendszer.

A közbelső födémek előregyárthatóságával kapcsolatban a technológiai tervezés különböző szempontjai fokozottabb mértékben jönnek előtérbe, és éppen ezért az elfoglalandó álláspontot nagyobb körültekintéssel kell mérlegelni. Fentebb rögzítettük, hogy előregyártásos tervezésünk az erőmű technológia minden észszerű kívánságát teljesíteni tudja. Az észszerűség előfeltételébe beletartozik az is, hogy a kívánságoknak, — akár az adatszolgáltatásnak, akár a módosítási igényeknek, — megfelelő időben kell érkezniük, tehát olyankor, amikor azokat az elemek részlettervezésénél még figyelembe lehet venni. Ugyanide tartozik az a feltétel is, hogy a födémekkel érintkező üzemi berendezések kialakításában bizonyos rendszerességnek kell érvényesülnie. Ilyen előfeltételek mellett tehát kimondhatjuk azt is, hogy az előregyártás alkalmazásának e belső födémek vonalán sincs semmi akadály. Megjegyezzük továbbá, hogy a technológiai tervek kialakulatlansága a menetközbeni technológiai módosítások és egyéb hasonló természetű gyakorlati nehézségek magát az előregyártást nem érintik túlságosan súlyosan, hanem inkább a tervezési és kivitelezési koordinációt és a kivitelezési organizációt. Az itt bemutatott berentei födémemelési organizációs terv mindenkit meggyőzhet arról, hogy egy ilyen bonyolult folyamat megzavarása súlyos komplikációkra vezet, és az is nyilvánvaló ebből a tervből, hogy annak keresztülvitele az építkezésnek csakis egy olyan fázisában hajtható végre, amikor az emelőgép szabad mozgatása nincs akadályozva. Éppen ezért a legsúlyosabb nehézségeket a rossz időben érkezett módosításokon kívül azok a körülmények okozhatják, amelyek az organizáció ütemét zavarják, és ezen az alapon elképzelhető, hogy pl. az üzemserelés organizációjának különleges ütemezési igényei eleve lehetetlenné teszik a födémek előregyártásos kivitelezését. A sztálinvárosi és a berentei erőművek esetében ilyen elvi gátló körül-



3. ábra. A berentei erőmű paneljainak szerelése.



4. ábra. Az inotai, széchenyi és berentei erőművek keretszerkezeteinek összehasonlítása.

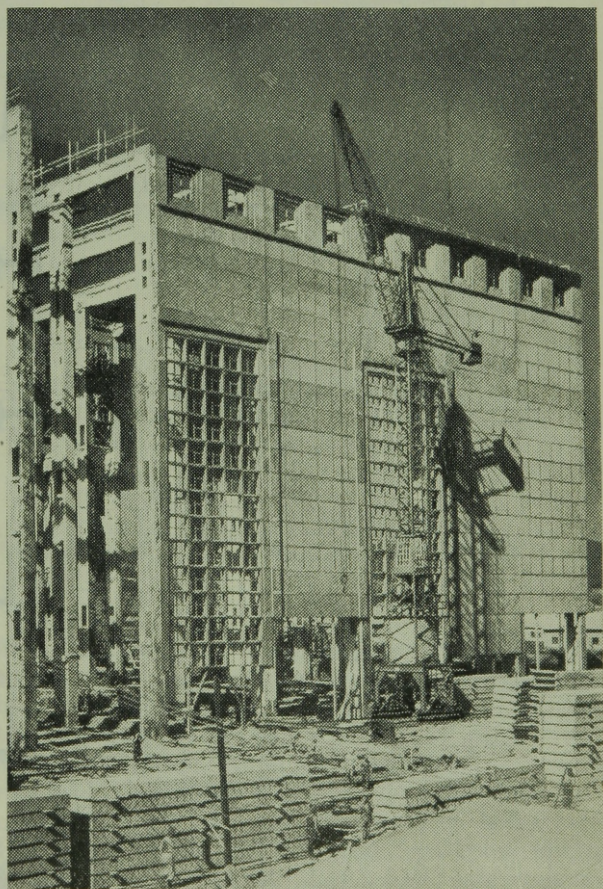
mények nem forogtak fenn, de utólag elmondhatjuk, hogy az elv sikeres érvényrejuttatása sok fáradságba, küzdelembe került és csak céltudatos elhatározással, harcra és engedékenységre egyaránt készen állva volt keresztülvihető.

Bizonyos mértékig ebbe a tárgykörbe tartozik az előregyártásos építkezésnek egy további sajátos jellemvonása, amely szintén lényeges kihatással van a technológiai vonatkozású kérdésekre. Az előregyártás gazdaságossága, és alkalmazásának észszerűsége tudvalevőleg szoros összefüggésben van az azonos elemek ismétlődésének számával. Ez a feltétel automatikusan a magasabb fokú rendezettség és szervezettség irányában befolyásolja az építéstervezést, — de ennek a befolyásnak végül is természetszerűleg át kell terjednie az üzemi berendezések tervezésére is. Ilyenformán tehát, ha ez a tendencia minden zavaró körülménytől mentesen érvényesülhet, az minden esetben előnyére válik a technológiai terveknek — egyrészt azért, hogy ott is növeli az ismétlődő megoldások számát, javítja az áttekinthetőséget, a kezelhetőséget és végül, de nem utolsó sorban tetszetős, arányos, rendezett formai megoldások kialakulását segíti elő az üzemi berendezések vonalán is. Elvileg egy ilyen tendencia érvényesülésének

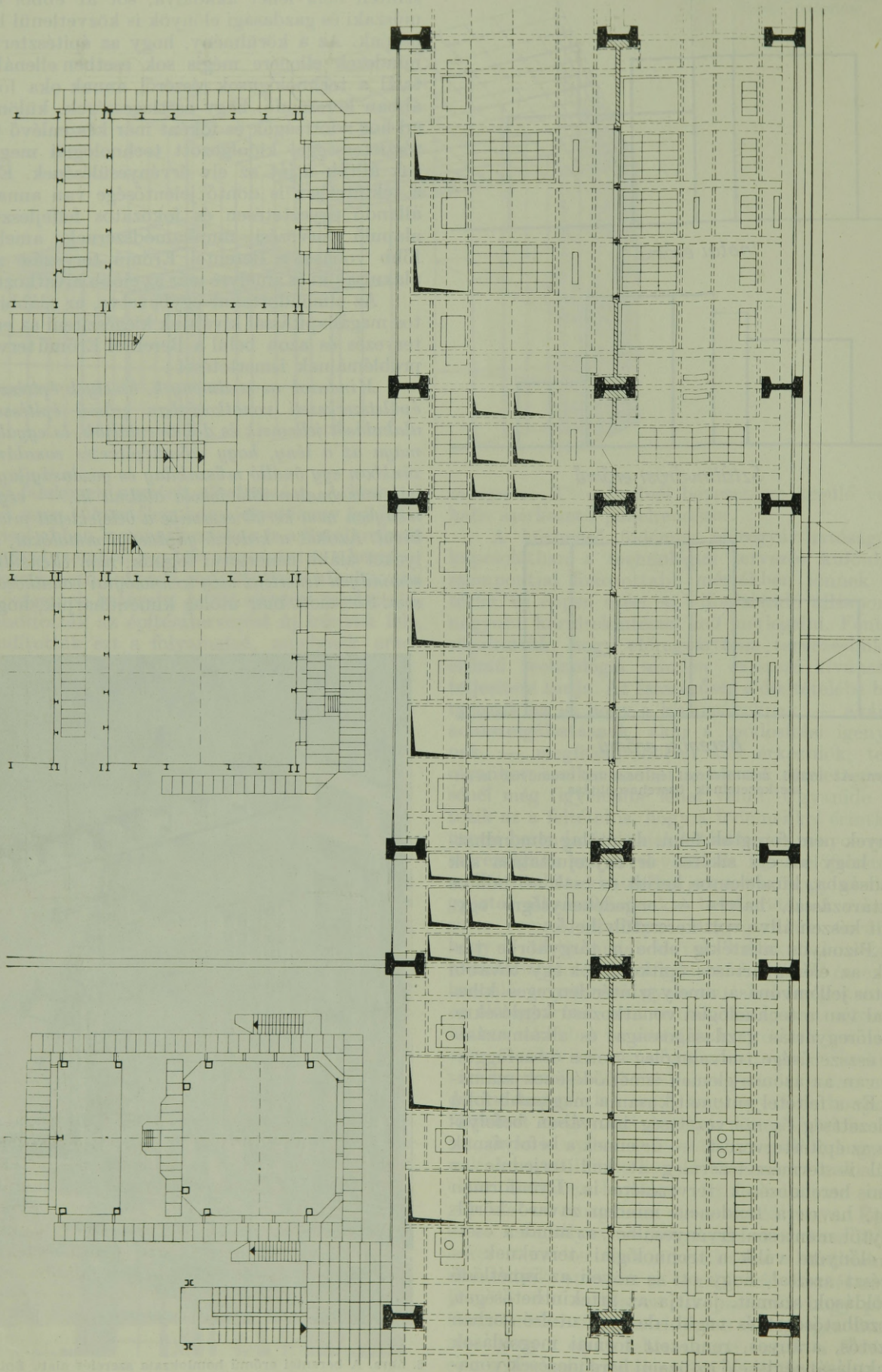
szintén nem lehet akadálya, sőt az ebből eredő műszaki és gazdasági előnyök is közvetlenül beláthatóak. Az a körülmény, hogy az építéstervezés mindezek ellenére mégis sok esetben ellenállásra talál a technológusok részéről, annak oka főképp abban keresendő, hogy esetlegességek, különböző ad-hoc adottságok és főként már készenlévő teljes részletességgel kidolgozott technológiai megoldások állták útját az elv érvényesülésének. Ebben a tekintetben is döntő jelentősége van annak az állandó egyeztetésen és fokozatos felfejlesztésen alapuló tervezési munkamódszernek, amelynek főbb vonásai a Berentei Erőmű tervezése során alakultak ki és amelyre már az előbb hivatkoztunk.

Az elmondottakat egybevetve, az alábbi fontos megállapítással kívánjuk kiegészíteni az erőmű tervezés és azon belül a Berentei Erőmű tervezési problémáinak ismertetését:

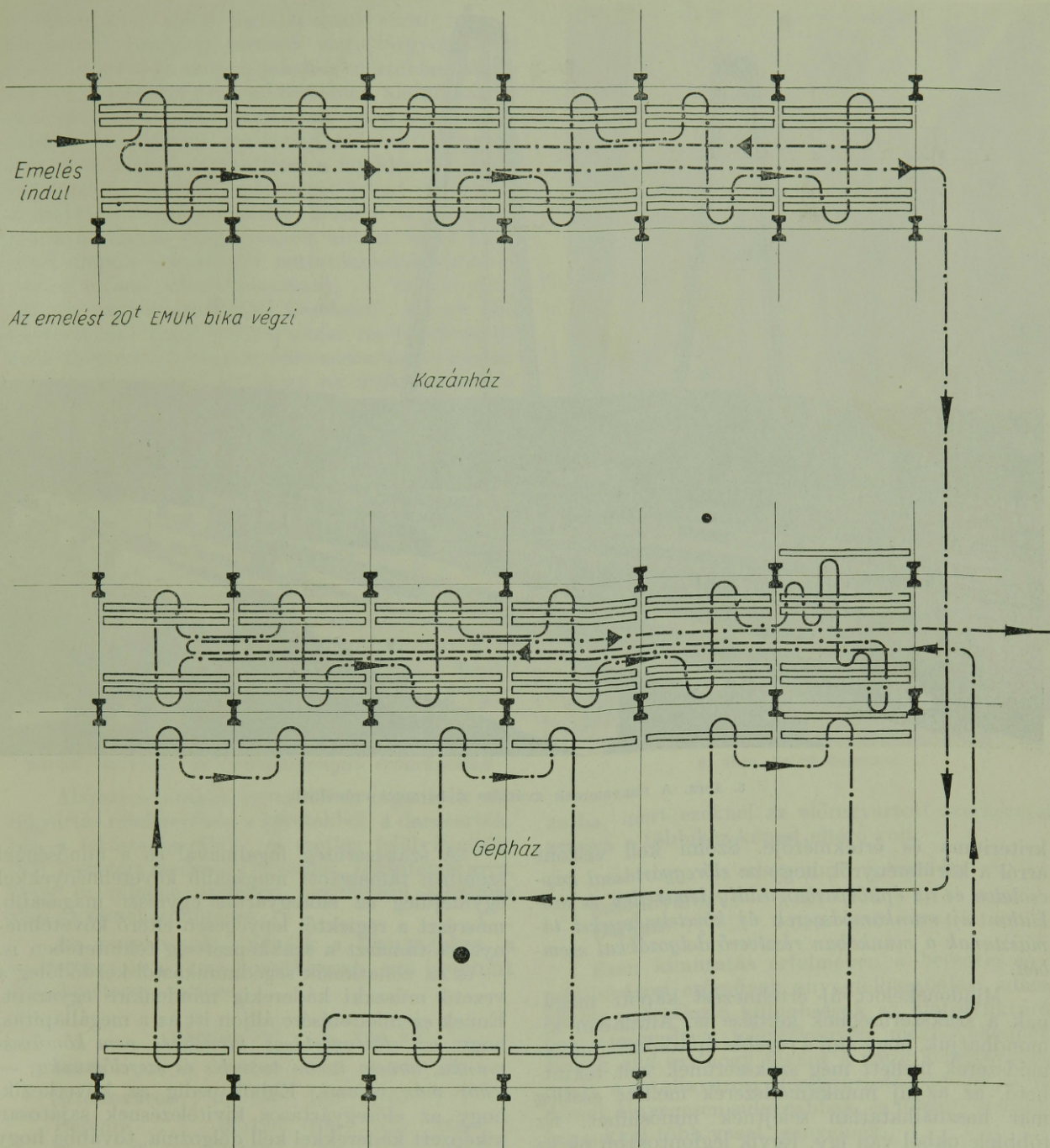
Mindezek az eredmények, amelyek építészeti és épületszerkezeti vonatkozásban erőmű építézetünk alakulását jellemzik és dokumentálják, és egyáltalán maga az a tény, hogy erőműépítkezés vonalán hazánkban egy önálló műszakilag és gazdaságilag magas színvonalon álló iskola alakult ki, — végeredményben nem került semmibe a befektetett munkán kívül. Azokat a kedvező gazdasági mutatókat, amelyeket alább ismertetni fogunk, nem ellensúlyozza semmilyen teherterhelés még technológiai vonatkozásban sem. Sőt most már utólag kimondhatjuk, hogy az



5. ábra. A berentei erőmű homlokzata szerelés alatt. Építészeti törekvések érvényesülése horizontális szerkezetű panelek kiépítésénél.



6. ábra. Egy üzemi földem részlete.

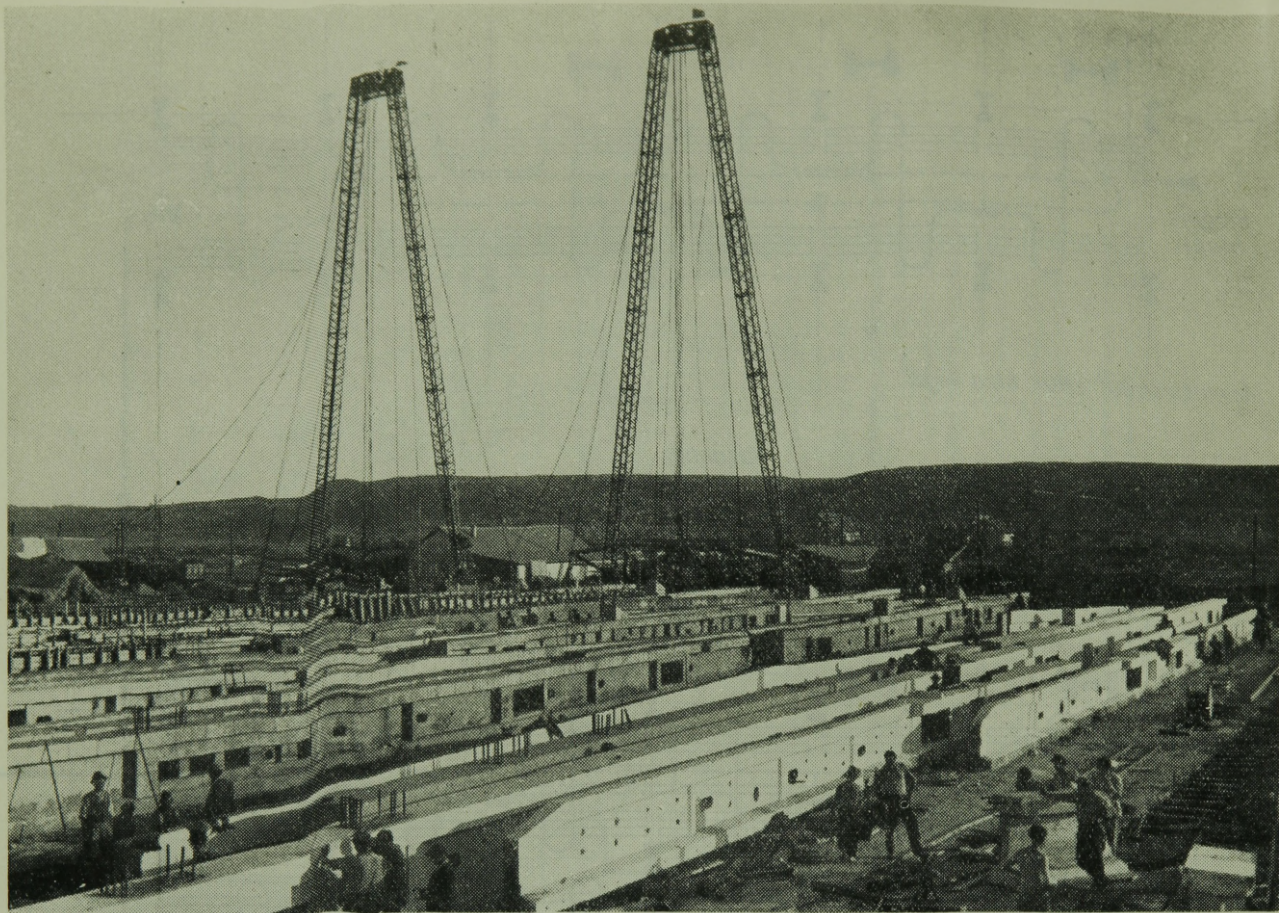


7. ábra. Egy üzemi fődém részlete.

építészet-tervezés említett fő lénye kedvezően érvényesült a technológia síkján, — éspedig itt is anélkül, hogy a befektetett munkán kívül anyagi áldozatokat is követelt volna.

Szólnunk kell végül az előregyártott erőművek kivitelezésével kapcsolatos kérdésekről, — különös tekintettel a Berentei Erőműnél szerzett tapasztalatokra. Abból a megállapításból indulunk ki, hogy a nagyüzemi munkamódszer bevezetésének alkalmazása olyan szükségszerű további következményekkel jár, amiket figyelmen kívül hagyni nem lehet és amelyeknek megkerülése, bagatellizálása sikertelenségekre és károsodásra vezet. Itt most

nem a gépesítés, az ütemszerűség fontosságát és az egyéb jól ismert elvi és anyagi vonatkozásokat hangsúlyozzuk, mert ezeknek helyes értékelése tekintetében helyzetünk kielégítőnek mondható. Ma már senkisé nem vonja kétségbe, hogy egyrészt a megfelelő gépesítés elengedhetetlenül szükséges, másrészt, hogy az nem kárbavesztett befektetés. Ugyanígy az összes szakkörök legalábbis elvileg tisztában vannak azzal, hogy a kellő szervezettség és annak pontos működtetése egyrészt elengedhetetlen előfeltétele az eredményes kivitelezésnek, másrészt, hogy az ehhez való pontos alkalmazkodás nem nyűg, nem teher, hanem a fejlettség



8. ábra. A nagyelemek gyártása a berentei erőműnél.

kritériuma és értékmérője. Szólni kell viszont arról a körülményről, hogy az *előregyártással kapcsolatos és az építőiparban eddig ismeretlen és szokatlan új munkamódszerek új követelményeket támasztanak a munkában résztvevő dolgozókkal szemben.*

Mindenekelőtt új értelmezést kapott magának a szakszerűségnek kérdése is. Általában kimondhatjuk, hogy ami a régebbi építőipari munkamódszerek mellett még szakszerűnek volt tekinthető, az az új munkamódszerek mellett esetleg már használhatatlan selejtnek minősülhet. Ez többféle okból van így. Egyik legfontosabb ok az összeépíthetőség feltételével kapcsolatos: a méretbeli selejt, a helytelen méretekkel legyártott elem nem beépíthető; a másik ok, hogy az előregyártott szerkezetek méretezése fejlettebb statikai eljárások alapján történik, ahol a többletbiztonság kérdése az eddigieknél sokkal szabatosabban van kezelve és ennek folytán „rejtett tartalékokra”, mint szerencsés véletlenre számítani nem lehet. Az előregyártás munkamódszere arra kötelezi a dolgozót, hogy a terveken megadott méreteket és előírásokat sokkal komolyabban vegye, mint ahogy azt annakelőtte szokták. Az *előregyártásos kivitelezésnél éppen ezért a teljesítményt elsősorban a munka minősége méri. Nem lehet eléggé hangsúlyozni, hogy az építőiparnak milyen nagy szüksége volna a minőségi normák minden vonalon való bevezetésére.*

A szakszerűség fogalmával és a minőséggel szemben támasztott magasabb követelményekkel egyidejűleg az előregyártás egyrészt magasabb, másrészt a régiektől lényegesen eltérő követelményeket támaszt a szakképzettség tekintetében is, — és ez vonatkozik segédmunkástól kezdődőleg a vezető műszaki káderekig mindenkire egyaránt. Ennek szemléltetésére álljon itt az a megállapítás, hogy az *előregyártásos kivitelezés nem kőművesmunka, hanem üzemi termelés és szerelőmunka, — tehát más valami.* Ebből pedig az következik, hogy az előregyártásos kivitelezésnek sajátosan kiképzett káderekkel kell dolgoznia, továbbá hogy az előregyártásos építkezés sokkal inkább rá van utalva a szakkaderekre és azoknak hiányát sokkal inkább megsínyli, mint minden régebbi építési munkamódszer. Nagy jelentősége van végül ebben a tekintetben annak is, hogy a beállított szak-kaderek milyen környezetben és milyen körülmények között végzik munkájukat, mert az előregyártás összetanult, céltudatosan együttműködni tudó kisebb egységek, brigádok közreműködését követeli meg, amelyek számára a zavartalan munkakörülmények biztosítva vannak.

Végezetül rátérünk a műszaki és gazdasági mutatók ismertetésére. Előrebocsátjuk, hogy különböző technológiai rendszerek alapján épült, különböző méretű és különböző körülmények között tervezett erőművek összehasonlító adatainak kiértékelése már önmagában is nehéz feladat. Az

eddigiek során sokat foglalkoztunk azzal, hogy a különböző, tárgyhoz tartozó, vagy tárgyon kívül eső körülmények milyen jelentős mértékben képesek befolyásolni egy erőmű terveinek alakulását és ezek után nem volna csodálatos, ha a legszabatossabban összeállított gazdasági műszaki mutatók sem tudnák hűen érzékelteni a fejlődés tényleges folyamatát. További nehézséget jelent magának a mutatók szabatosságának kérdése is. A szakörök általában megegyeznek abban, hogy a Ft érték alapon összeállított mutatószámok valóságértéke erősen kétségbevonható, — de mindenképpen nagy óvatossággal kezelendő. Ennek oka egyrészt az, hogy költségvetési rendszerünk az évek folyamán többszöri változáson ment keresztül, másrészt pedig az, hogy az utókalkuláció a legtöbb esetben nincs biztonságos alapokra fektetve.

Ilyen megfontolások alapján leghelyesebbnek látjuk a behasznált anyagmennyiségekre való hivatkozást, — mégpedig a végleges költségvetés tételei alapján, — tekintettel arra, hogy az utókalkulációs adatok ebben a vonatkozásban is bizonytalanok. Egyébként is fennáll az a tény, hogy a fejlődés szemléltetésére a tervekben szereplő adatok a legalkalmasabbak, mivel a tervektől való eltérés rendszertelenül bekövetkező esetleges tünetnek minősül, tehát nem jellemző magára a folyamatra.

Az alapstruktúra összehasonlítása az inotai, sztálinvárosi, berentei és tiszapalkonyai erőműveknél

Alapstrukturának nevezzük az organizált előregyártás rendszerében a keretből, a darutartókból, a tetőszerkezetből (és esetleg felülvilágítókból) összetett szerkezeti egységet. Tekintettel arra, hogy ez minden épületen megvalósul, alkalmas alap az összehasonlításra.

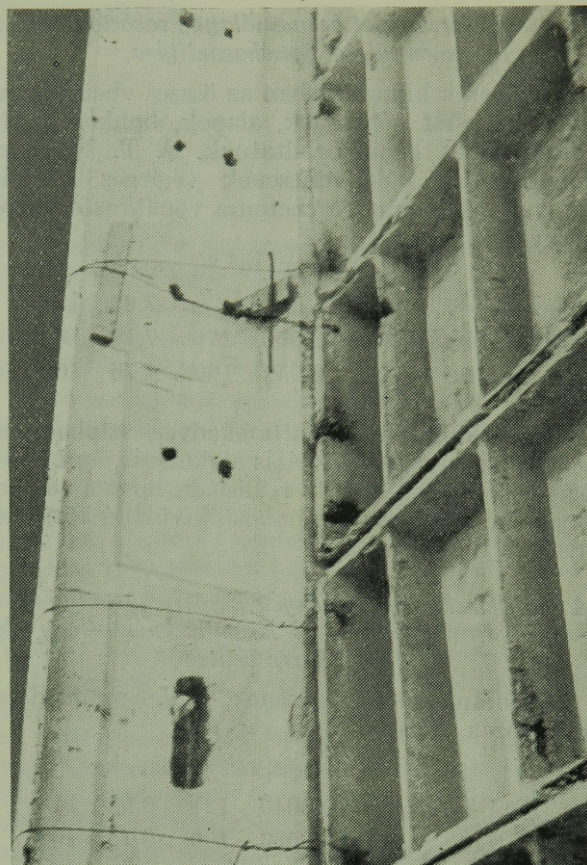
Az összehasonlító adatok a főanyagokra, a vasbetonra és a vasra vonatkoznak, egy beépített légköbméterre vetítve.

	vbeton, m ³	%	vas, kg	%
Inota	0,0140	111	1,98	131
Sztálinváros ..	0,0130	103	1,67	111
Berente	0,0126	100	1,51	100
Tiszapalkonya	0,0082	65	1,40	92

A kimutatás értelmében Inotához képest az alapstrukturánál Berentén 11% vasbeton és 31% vasmegtakarítás mutatkozik. A Tiszapalkonyánál mutatkozó feltűnően alacsony betonmennyiség egyrészt az ott alkalmazott rendkívül könnyű rácsos és Vierendel-szerkezetek következménye, másrészt azt a tényt tükrözi, hogy a tiszapalkonyai panel szerkezetet nem a keretoszlopok hordják.

Az előregyártott szerkezetek összehasonlítása a sztálinvárosi és berentei erőműveknél

Ez az összehasonlítás az összes előregyártott szerkezetek egy légköbméterre vetített vasbeton és vas mennyiségére vonatkozik. Inota és Tiszapalkonya ebben a tekintetben nem állítható be a soro-

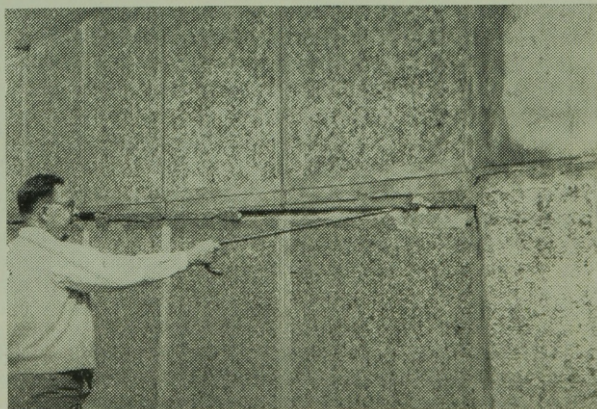


9. ábra. Selejt Berentén.

zatba, mert ezeknél az előregyártott szerkezetek aránya a többihez képest eltérő volt.

	vbeton, m ³	%	vas, kg	%
Sztálinváros ..	0,021	110	3,15	129
Berente	0,019	100	2,44	100

Ezen kimutatás értelmében a berentei és a sztálinvárosi erőművek anyagfelhasználási adatai között mutatkozó különbségek az alapstruktúrához viszonyítva jelentékenyen megnövekednek. Ennek oka az, hogy főként a nagy kerettávolság miatt a sztálinvárosi előregyártott panelek és fődérek lényegesen súlyosabbak, és főként viszonylag sokkal több vasat igényelnek.



10. ábra. Selejt Berentén.

Az összes tervszerint behasználandó vasbeton és vas-mennyiség összehasonlítása

Ebben a kimutatásban az összes vbeton szerkezetek, tehát gépalapok, alapok, bunkerek stb. adatai mind bennefoglaltatnak. A T. Erőműre vonatkozólag még nincsenek végleges adatok. Az Inotai Erőműnél a vbetonra vonatkozó adatok hiányosak.

	vbeton, m ³	%	vas, kg	%
Inota	—	—	7,93	171
Sztálinváros ..	0,090	176	7,10	150
Berente	0,051	100	4,76	100

Ez a kimutatás túlzottan kedvező színben tünteti fel az anyagfelhasználás alakulását, ami azonban már alig tekinthető reálisnak, mert az épület és gépalapok adatai különböző kívülálló körülményektől függenek.

A falelemek anyagigényének összehasonlítása a Sztálinvárosi és Berentei Erőműveknél — egy légköbméterre vetítve

Inotán panelek nincsenek, — T. Erőmű adatai kidolgozás alatt.

	vbeton, m ³	%	vas, kg	%
Sztálinváros ..	0,0040	121	0,53	118
Berente	0,0033	100	0,45	100

A fenti kimutatás meggyőzően szemlélteti azt a tényt, amelyet a szöveg idevonatkozó részében fejtettünk ki a berentei panelek előnyösebb alakulásával kapcsolatban.

Még kedvezőbben alakulnak a közbenső födémelek anyagfelhasználási viszonyai a Berentei Erőmű javára. Tekintettel azonban arra, hogy ebben a vonatkozásban is döntő jelentőségük van bizonyos kívül eső adottságoknak, az összehasonlítás nem lehet reális és ezért nem is közöljük.

Nem kétséges, hogy a közölt anyagfelhasználási adatok a valóságos fejlődési folyamatnak csak egyik oldalát tükrözik, és hogy szükséges volna ezeket a munkaerő igényre vonatkozó adatokkal kiegészíteni. Ezeknek előkalkulatív úton való kimutatása azonban az adott esetben igen nagy nehézségbe ütköznék, mivel mind a három első

erőmű nem teljes dokumentáció mellett épült, az organizációs tervek és a költségvetések menetközben, ill. utólag készültek és gyakori változtatásokat szenvedtek. Az utókalkulációs alapon való kimutatások szavahihetőségére vonatkozólag pedig már fentebb közöltük álláspontunkat.

A különböző más épületeken tett közvetlen megállapítások alapján az az eredmény adódik, hogy az organizált előregyártással készült épületek létszámigénye a monolitikusan kivitelezett épületekhez képest általában 50% alatt marad. Körülbelül ugyanilyen tapasztalataink vannak a kérdéses erőművekkel kapcsolatban, — de annyit mégis meg kell állapítanunk, hogy a munkaszervezés színvonala sok tekintetben nem mutat kielégítő fejlődést és emiatt az organizációs tervekben megadott létszámadatokhoz képest indokolatlan többletek mutatkoznak.

Az eddig elmondottakból még egy általános jellegű konzekvenciát kívánunk levonni, — és pedig abban a reményben, hogy az az illetékes körökben megértésre és helyeslésre talál:

Az a tény, hogy hazánkban az előregyártásnak és azon belül az előregyártott erőművek építésének újszerű önálló gyakorlata és magasan fejlett iskolája alakult ki, ma már senki előtt sem lehet vitás. Tanulmányunkban bemutatott tények és az azzal kapcsolatban közölt számadatok azt bizonyítják, hogy ez a magasan fejlett állapot nemcsak ténylegesen adva van, hanem azt is, hogy a fejlődés folyamata még nem ért véget, és a jövő lehetőségei még az eddigieknél is kedvezőbb képet mutatnak. Meg kell azonban állapítani, hogy a fejlődés irányát és jellegét elsősorban az építész-tervezés adta meg, annak továbbvitelében szintén az építész-tervezés jár elől, — míg ezzel szemben a többi tényezőknél bizonyos lemaradást kell konstatálnunk. A Berentei Erőmű, amely tanulmányunk és összehasonlításaink középpontjában áll, szinte megtestesült jelképe ennek az aránytalanságnak és ebben a minőségében úgy hisszük alkalmas arra, hogy a felelős tényezők figyelmét a mutatkozó hiányosságokra és azokon belül nem utolsósorban a kivitelezési munka szervezési kérdéseire fordítsa.

Ha ez a tanulmány hozzájárult ezen tények felismeréséhez, akkor úgy hisszük teljesítette feladatát.

(Foto: Balassa Ferenc és Hollenzer Béla)

MOKK LÁSZLÓ:

Helyszíni előregyártás (ipari épületek, csarnokok)

Nyolc évvel ezelőtt hazánkban még ismeretlen fogalom volt a vasbeton szerkezetének előregyártása. Sztálinvárosi, inotai, kazincbarcikai, berentei, komlói, diósgyőri és más építkezéseink azóta meggyőzően igazolták, hogy a helyszíni előregyártásnak nagyon fontos szerepe van hazai építőiparunk szocialista átalakulásában. A könyv Kossuth-díjas szerzője rövid áttekintést ad az előregyártott vasbeton szerkezetek kialakulásáról, ismerteti az előregyártás fajtáit és célszerű alkalmazási területeit, majd összehasonlítja az előregyártást a monolitikus építési móddal. Részletesen tárgyalja a helyszínen előre-

gyártott elemek szerkezetét és kapcsolási módját, az előregyártás organizációját, az elemek gyártását. Közli az emelőgépek legfontosabb adatait, ismerteti az emelési technológiát, a segédfelszereléseket és az előregyártott szerkezetek szerelésével kapcsolatos munkavédelmi követelményeket. Külön fejezetben ismerteti a jelentősebb hazai és külföldi előregyártott szerkezeteket, végül pedig a helyszíni előregyártás gazdaságossági vizsgálatával foglalkozik.

328 oldal

386 ábra

Ára kötve 51,— Ft

Középsori henger csarnok

NAGY JÓZSEF

Tervezők: Építész: RESATKÓ ENDRE; Statikus: NAGY JÓZSEF

Kivitelező: É. M. 34/1. Vállalat

A mű a kohászati létesítményekre jellemző — technológiája folytán megkövetelt — körülményeket igénylő, összetett feladatot rótt a tervezőkre. A technológia szabta meg a 30, illetve 34 m fesz-távolságú csarnok 335 m hosszát. Ehhez csatlakoznak a segédüzemek. Ilyen: a kéménnyel ellátott rekuperátor-csarnok, melynek rendeltetése, hogy a tolókemencék füstgázának melegét hasznosítás céljából visszanyerje; a gépház, melyben a blokk sorokat hajtó motorok vannak; a présvízház, mely a hidraulikával működő berendezések ellátására szolgáló vizet adja; az olajprésmű, mely központilag irányítva látja el az összes fontos gépberendezést kenőanyaggal. A hengeresztergahelyben a hibásodott hengerek regenerálását végzik. A lakatosműhely a géphibákat javítja ki azonnal. Csatlakozó részek még a hengertároló raktár, a gépraktár, külső és belső földalatti elektromos alállomások, az irodaépület és az öltözőmosdó-étkező épület. Az utóbbi fűtött földalatti folyosóval csatlakozik a munkahelyekhez. A csarnokok melletti külső rakodó-tereken szabadtéri darupályák segítségével történik a tárolás, rakodás.

A technológiai berendezéssel összehangoltan hosszirányú közlekedő galériák és keresztirányú átjáróhidak biztosítják a közlekedést.

A gyártás gépesítése maximális; az elektromos meghajtások kezelése kormánypadokról történik, melyek a hengerekre merőlegesen állnak és üvegfallal keresztül jó rálátást biztosítanak a gépek irányítói számára. A gépház a csarnoktól üvegfallal van elválasztva. A világítást és szellő-

zést a homlokzati falakban elhelyezett vb. ablakon kívül felülvilágító (szellőző) biztosítja.

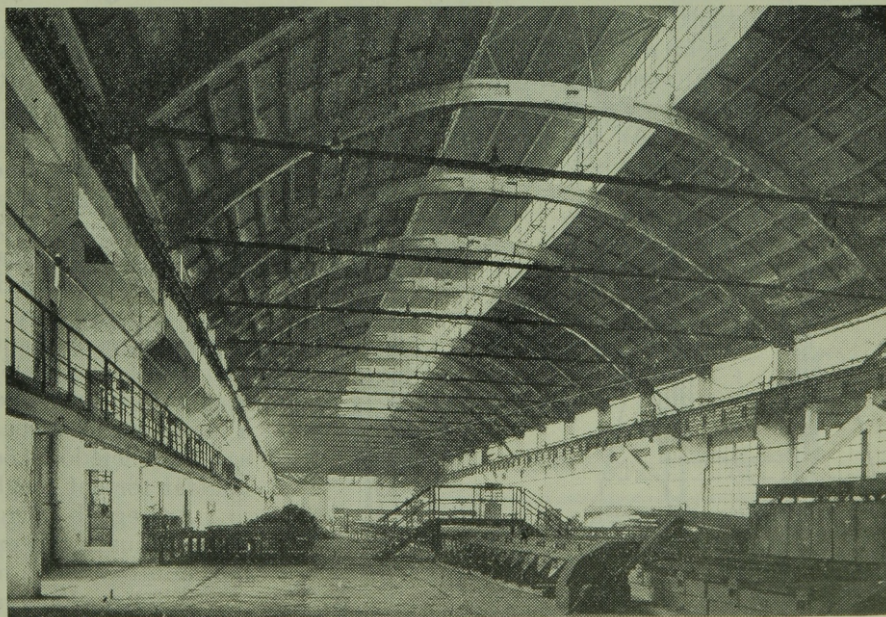
Az épületbe iparvágányok futnak be. Anyagmozgatást biztosítanak még az épületből kijövő nagyméretű tolópadok is.

Az íves csarnoktető csapadékvíz elleni szigetelése magaslágyuláspontú bitumennel ragasztott „bőrlemez” fedés.

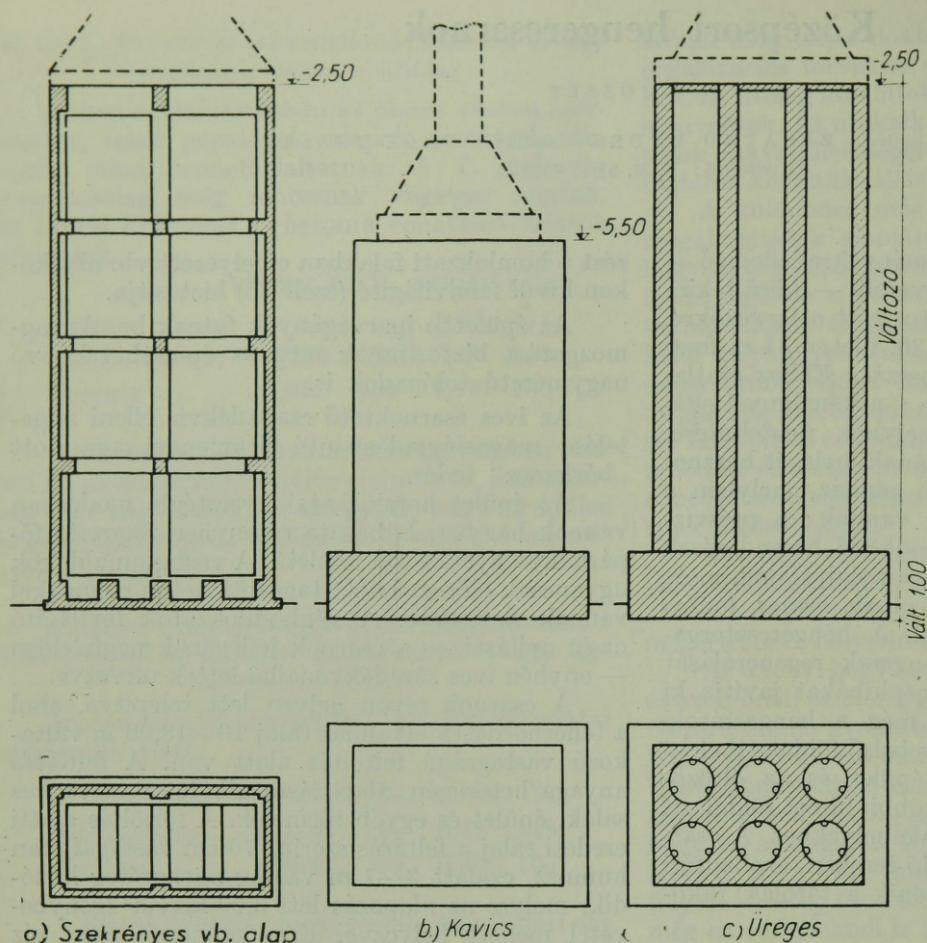
Az épület homlokzatai nyerstégla modorban vannak hagyva. Lábazata és enyhén tagozott főpárkánya nyersbeton felületű. A vasbeton ablakok ugyancsak előregyártott tagozott beton elemekkel vannak keretelve. A véghomlokzatok levilágító nagy nyílásai — a csarnok jellegének megfelelően — enyhén íves záradékvonallal lettek tervezve.

A csarnok olyan helyen lett telepítve, ahol a teherhordásra alkalmas talaj 10—18,00 m változó vastagságú feltöltés alatt van. A feltöltés anyaga heterogén, alapozásra alkalmatlan vegyes salak, épület és egyéb törmelék. A feltöltés alatti eredeti talaj a feltárás szerint 70 cm vastagságban humusz, ezalatt 3—7 m vastag agyagréteg húzódik, melyre az alapozás lett 3,00 kg/cm² igénybevétel mellett helyezve. Ezen agyagrétegben víz nincs. Bár az agyagréteg alatt alapozásra kiválóan alkalmas agyagban ágyazott kavicsréteg húzódik, alapozás szempontjából még sem jöhetett számításba, részben mert nagymélységben fekszik, részben pedig ezen rétegben nyomás alatti víz van.

A salak feltöltés alatt az eredeti térszínen 40—50 cm magas csapadékvíz áramlik a feltöltésből kimosott 300—400 mlg. szulfát tartalommal.



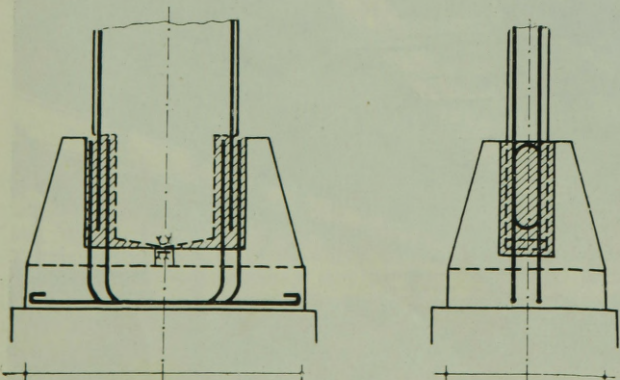
1. ábra. Kikészítő csarnok belső képe



A csarnokban elhelyezett gépek alapjai közvetlenül a salakra vannak állítva, 1 kg/cm^2 alatti igénybevétellel.

A gépalapok a $-5,00 \text{ m}$ szintig terjednek, kivéve a revecsatornákat és aknákat, ezek mélysége a $-24,00 \text{ m}$ -t is eléri.

A fentiek figyelembevétele mellett a csarnok oszlopainak alapozása eredetileg a feltöltés teljes vastagságán átmenő bordás falú üreges vasbeton szekrényekkel lett megtervezve, de munkaigényessége miatt kivételre nem került. (2/a ábra). Kísérletezés történt talajcserével olyképpen, hogy az alapgyödrökből kiemelt törmelék helyére, teherhordó kavics lett beépítve. Az így elkészített alapok egy része próbaképpen meg lett terhelve $3,00 \text{ kg/m}^2$ -rel. (2/b ábra).



3. ábra. A pillér csatlakozása az alaptestekhez horgos kötéssel

A terhelés azt mutatta, hogy a heterogén feltöltés a kavicsoszlop oldalirányú kitérését kellőképpen nem gátolja ezért, ennek következményeképpen néhány kivétellel, az alapok 40%-ban kiüregelt csömöszölt B 100 betonlapra lettek áttervezve, olyképpen, hogy alul a teherhordó agyagra állítva a feltöltésbe $1,00 \text{ m}$ benyúló betontömb lett készítve, ennek folytatásaként épült a térszín alatt kb $-3,00$ -ig az üreges csömöszölt beton (2/c ábra).

A felszerkezet kialakítása a gazdaságosság, süllyedéskülönbségekre nem érzékeny daruzási lehetőség, előregyártás, összeszerelés, valamint a nagyfeszítávolság és technológia szemelőtt tartásával történt.

Fenti követelmények lehetségszerű kielégítésére befogott oszlopokra — egymástól $9,00 \text{ m}$ -re — helyezett vonóvasas háromcsuklós ívszerkezet látszott a legalkalmasabbnak.

A tervezés kezdetén 1950-ben a teljes előregyártás elvégzésére még nem volt elegendő gépi felszerelés és a munkával megbízott vállalatnak sem állott megfelelő létszámban e célra alkalmas szakmunkás rendelkezésre. Így előregyártásra csak a nagy magasságban lévő ívszerkezet, valamint az íveket lefedő tetőelemek lettek a kivitelező vállalatnál történt megbeszélés alapján megtervezve.

Az egyéb függőleges és vízszintes tartók monolitikusan terveztettek meg és így lett a csarnok mintegy $90,00 \text{ m}$ hosszú szakasza kivitelezve.

A teljes előregyártás csak 1953. év elején lett

elhatározva és a csarnok további része már teljes előregyártással készült.

A csarnok lefedéséhez szükséges mintegy 1500 db $1,40 \times 9,00$ m méretű tetőelem, az eddigi gyakorlattól eltérőleg nem betonból, vagy más anyagból készült magon, hanem fordított helyzetben a hátlapjukon sík aljzatbetonon készültek, vasbeton bordákkal és 8 cm vastag vasalt kőszivacs lemezzel.

Ennél a készítési eljárásnál előnyösnek mutatkozott az, hogy a lemezvastagság tervszerinti méretét biztosítani lehetett, a kiegyenlítő beton minimális, sablont csak a körítő főbordákhoz kellett készíteni (merevítő bordák előregyártva készültek), a sablont 2—3 óra eltelte után el lehetett távolítani és újból felhasználni, valamint az, hogy a sablonokat olajjal vagy más hasonló anyaggal kezelni a betonnak a sablonhoz való kötése miatt nem kellett.

Anyagtakarékosság és a súlycsökkentés miatt a vasbeton főbordák a nyomatéki ábrát követő ún. „halhas” alakra lettek kialakítva.

A fővasbetétek a bordákból az ívekkel való összebetonozás és merevítés miatt túl lettek nyújtva.

A vasbeton főbordák közepén 6×45 cm, míg a felfekvésnél 6×25 cm méretűek és az ívekre 6 cm-t fekszenek fel. A merevítő bordák 5×20 cm keresztmetszettel készültek.

A beton megkötése után az elemek portáldaru segítségével fel lettek emelve és átfordító karikák segítségével megfelelő helyzetbe lettek hozva és tároló helyre szállítva.

Az ívek háromcsuklós vonóvasas ívek, támaszvonatra szerkesztve, nyomatékok csak parciális terhelésekből keletkeznek.

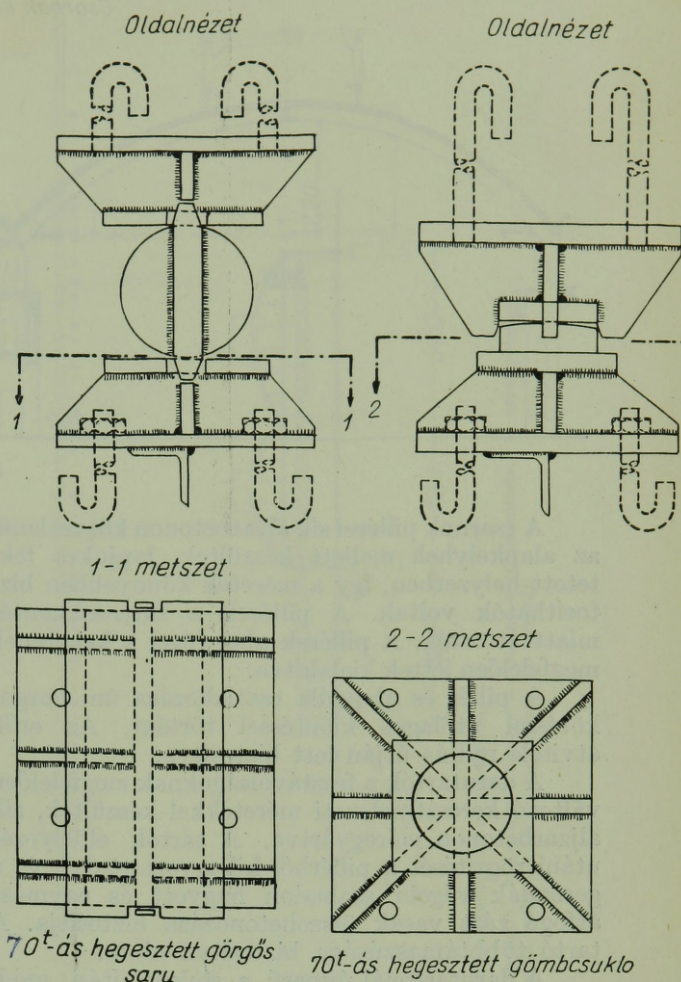
Az ívek felfekvései egyik oldalon fix gömbcsukló, a másik oldalon görgős alátámasztású, a záradék ugyancsak gömbcsuklós megtámasztású.

A vízszintes erő felvételét U vasból kialakított vonóvas biztosítja. Az ív keresztmetszete I alakú, az alteráló nyomatékok miatt szimmetrikusan vasalva.

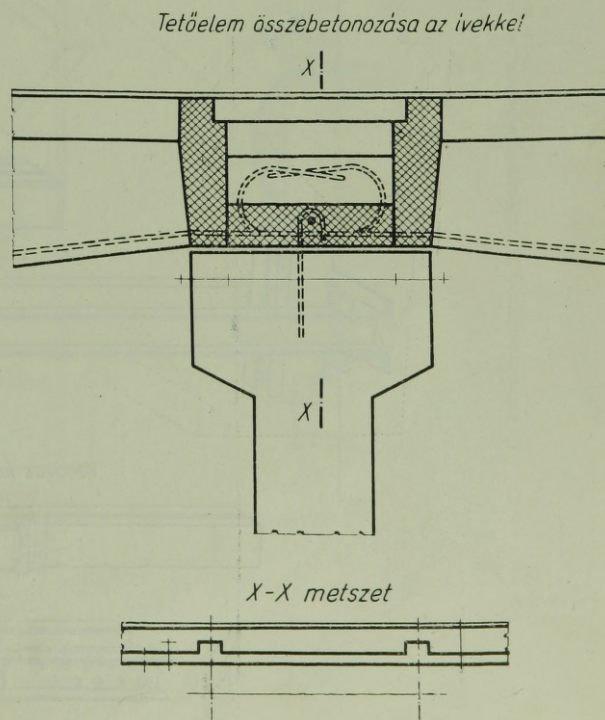
A csuklók lemezből, bordás kialakítással hegesztve készültek, melyek az ívek betonozásakor lettek elhelyezve és bebetonozva, kivéve a felfekvéséknél lévő csukló alsó részeket, melyeket pontos beállítás után utólag helyeztek el és betonoztak be (4. ábra).

A vonóvasak négy darabból, U vasból készültek, ütközéses ékelt kapcsolással, szegecskötéssel. A vonóvas csomók az ívekkel egyidejűleg lettek bebetonozva (7. ábra).

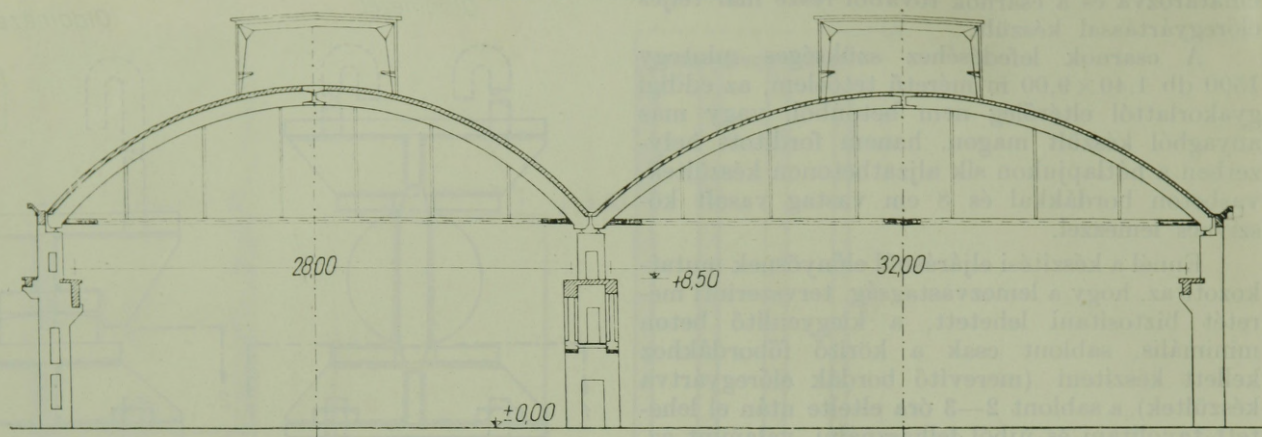
Az ívek e célra épült az ív hajlásának megfelelő dombon készültek. Az előregyártóhely földbe lett süllyesztve, hogy a télen végzett betonozás könnyebben védhető legyen az által, hogy az előregyártóhely fölé sínen guruló hőszigeteléssel ellátott fedél lett gördítve. A két előregyártó dombon váltakozva 5—5 db félív készült, melyek a beton megkötése után portáldaru segítségével lettek kiemelve és tárolóhelyre szállítva. Az ívek merevítése a tetőelem és ívekből kiálló vasak összebetonozásával nyert megoldást.



4. ábra. Hegesztett görgős saruk és gömbcsuklók



5. ábra.



6. ábra

A csarnok pillérei sík alzatbetonon közvetlenül az alapkelyhek mellett készültek, lapjukra fektetett helyzetben, így a méretek könnyebben biztosíthatók voltak. A pillérek a súlycsökkentés miatt áttörtek. A pillérek alsó végei a kehelynek megfelelően lettek kialakítva.

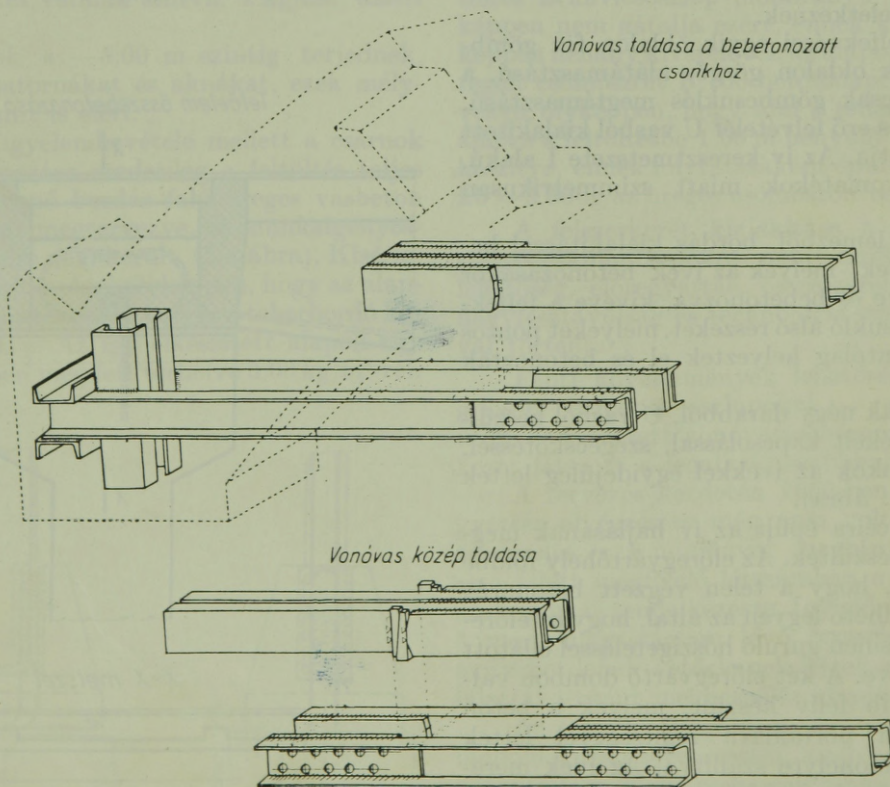
A pillér és alapgúla csatlakozása ún. horgos kötéssel utólagos kiöntéssel történt. Az erők átvitele nyírás útján lett biztosítva.

A darutartók a fesztávolságoknak megfelelően változó keresztmetszeti méretekkel készültek, sík aljzatbetonon előregyártva. A tartók elhelyezés utáni rögzítését a pillérből kihagyott tüskék és a gerendák végein szabadon hagyott és egymást átfogó zárt vasak összebetonozása biztosítja. A tartó többtámaszúsága biztosítva nincs.

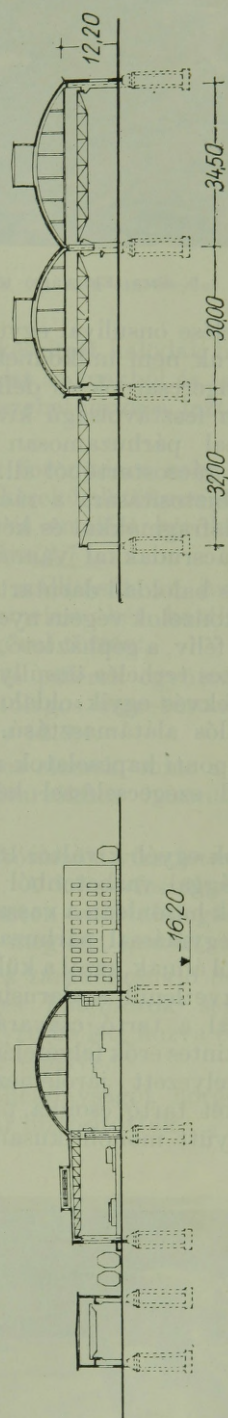
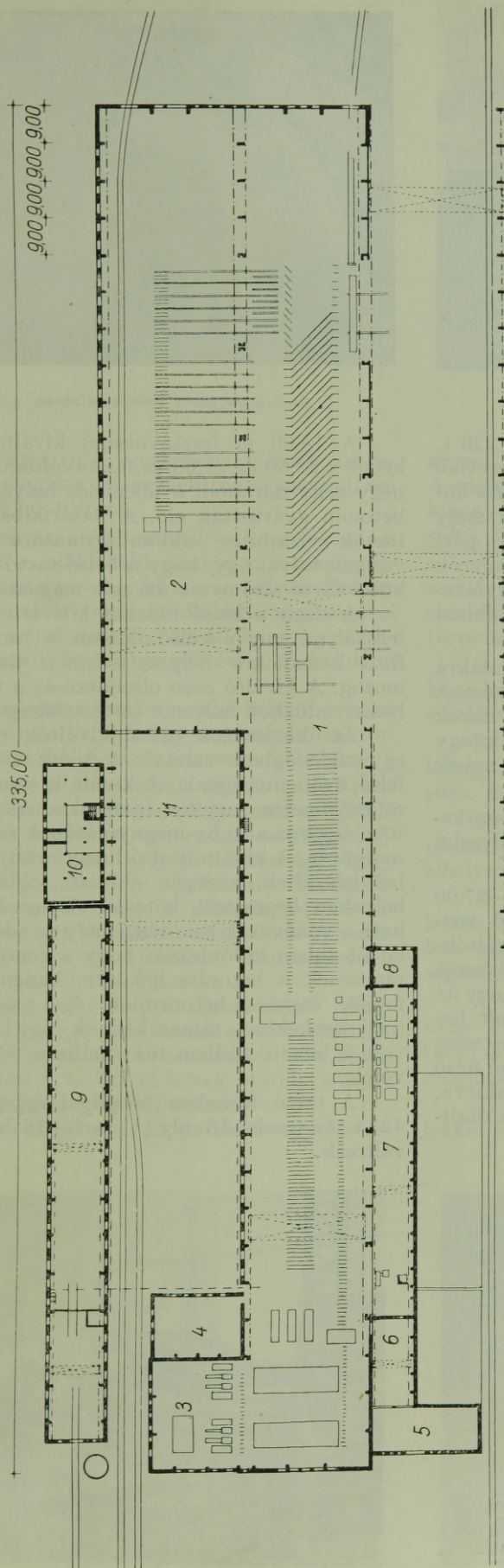
A darutartónál újszerű a sínleerősítési mód,

mely az eddigi megoldásoktól eltérően a darusín rögzítését nem bebetonozott és a sántalphoz hegesztett karmok és aláöntés útján biztosítja, hanem a darutartókra anyáscsavarokkal felerősített talpfák alkalmasak — a vasúti sín rögzítéséhez hasonlóan — szorító-csavaros sínrögzítésre, ezen megoldás lehetővé teszi a darusín utánállítását és rugalmas alátámasztást is biztosít.

A csarnokok közötti és csarnokokból kimenő anyagmozgatások szükségessé tették különböző fesztávolságú kiváltótartók beépítését. Tekintettel a nagy terhelésekre és fesztávolságokra, a tartók részben vasszerkezetűek, részben idomvassal kombinált vasbeton tartók. A henger és rekuperátor csarnok közötti 27,00 m fesztávolságú kiváltó — tekintettel az alacsony szerkezeti magasságra és magas hőmérsékletre — vasszerkezetből készült.

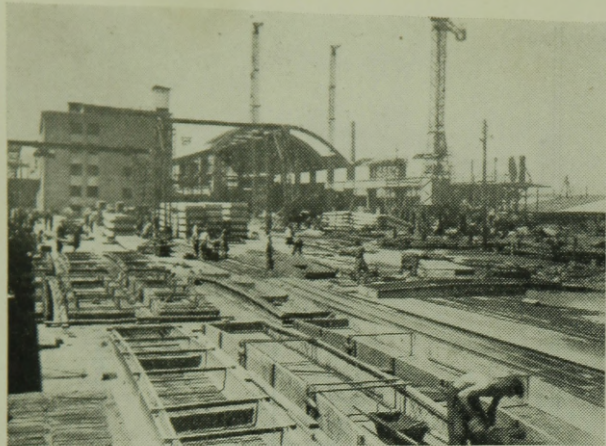


7. ábra. Vánóvas lehorgonyozása és csatlakozása



8. ábra. A csarnok alaprajzai és metszetei

1. Hengercsarnok. 2. Kikészítő csarnok. 3. Rekuperátor csarnok. 4. Lakatosműhely. 5. Iroda. 6. Gépműhely. 7. Motorgépház. 8. Prévizház. 9. Hengerszterga műhely. 10. Jóléti épület. 11. Alagút.



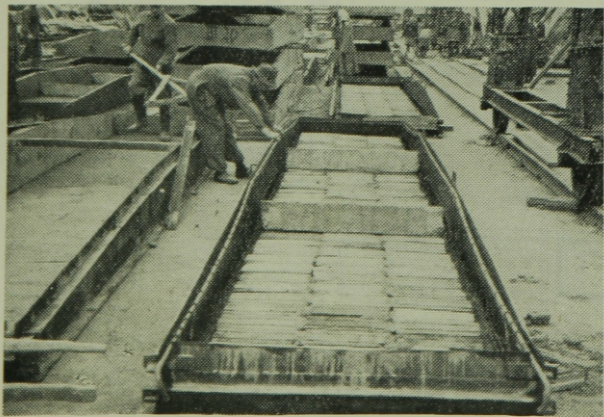
9. ábra. Előgyártó telep

A tartó terhelése önsúllyal együtt mintegy 220 t. A tartón daruk nem működnek. Vasszerkezetből készült a hengercsarnok és déli motorgépház közötti 38,50 m fesztávolságú kiváltótartó is, mely két egymással párhuzamosan elhelyezett, párhuzamos övű rácsostartóból áll. A vízszintes erők felvételének biztosítására a rácsostartók egymáshoz képest diafragmákkal és két vízszintes síkban elhelyezett rácsrudakkal vannak merevítve.

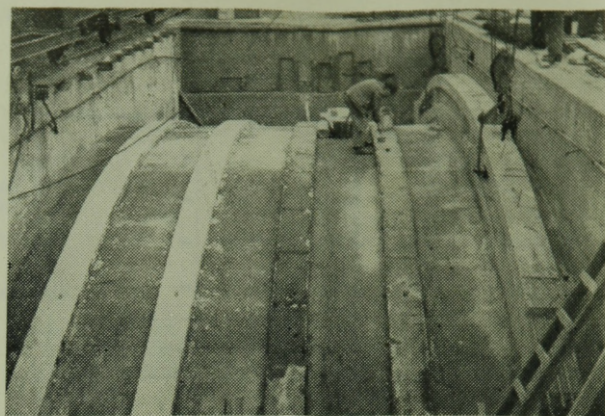
A jobb és baloldali darutartók a diafragmákra szerkesztett konzolok végein nyertek elhelyezést. A tartót három félv, a gépháztető, valamint a daruk terhelik. Összes terhelés önsúllyal együtt mintegy 500 t. A felfekvés egyik oldalon görgős, a másik oldal fixcsuklós alátámasztású.

A csomóponti kapcsolatok mindkét vasszerkezetű tartónál szegecseléssel készültek, helyszíni szereléssel.

A csarnok egyéb kiváltói 18,00—22,50—27,00 m fesztávolsággal vasbetonból készültek. A vasbeton kiváltók hasonlóan a vasszerkezetű kiváltókhoz két-két egymással párhuzamosan elhelyezett rácsos tartóból állnak, azzal a különbséggel, hogy itt a tartók közvetlenül a darusín alá vannak helyezve, ezáltal a tartó csavarásra igénybe véve nincs. A vízszintes erők felvételére a darutartó felső síkjában elhelyezett járólemez lett kialakítva, mely az íveket tartó csonka pillérekkel és darupályákkal együtt monolitikusan készült.



10. ábra. A tetőelemek előgyártása



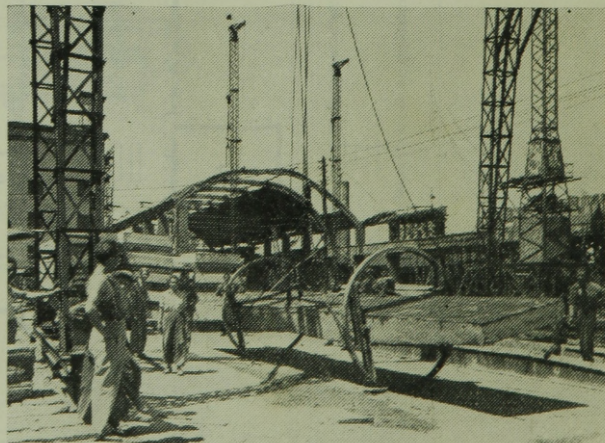
11. ábra. Ivek előállítása

A 18,00 m fesztávolságú kiváltókat kettőkettő, a 22,50 és 27,00 m fesztávolságú kiváltókat négy-négy darabból a felemelés helyén sík alzatbetonon gyártották elő. A határfalban helyezett tartók vízszintes síkban egymáshoz képest el vannak tolva, úgy, hogy a belső tartó felső öve, a külső tartó alsó öve a darusín magasságában van.

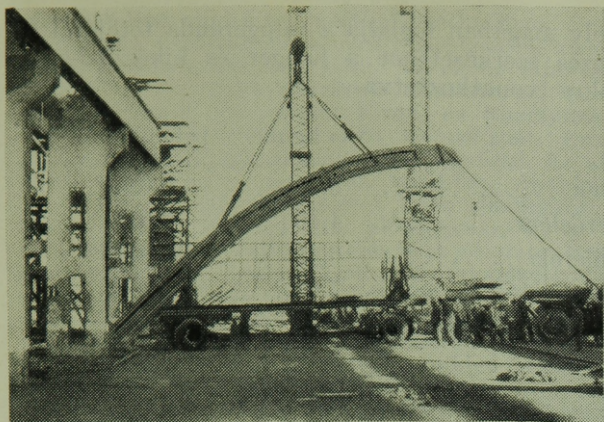
A daru a belső oldalon közvetlenül a tartó felső övének, míg a külső oldalon a tartó alsóövének futó konzolokra helyezett külön darugerendán mozog. A kiváltó ezen elrendezését a falban elhelyezett ablakok helyzete tette szükségessé.

Az ikercsarnok alatti kiváltók rácsos-tartói egymagasságban vannak, a daruk közvetlenül a felső övön mozognak. A kiváltók mindkét végén csúszólemezes sarukra támaszkodnak, ami lehetővé teszi az alsó öv megnyúlásának szimmetrikus mozgását. A kiváltók alsó húzott rúdjai idomvasból készültek, középen oldható toldással, egyéb helyeken hegesztett kötéssel. Ujszerűnek mondható a vonóvasak bekötése, mely az eddigi gyakorlattól abban különbözik, hogy a vonóvasak végei nincsenek a betonba bekötve, hanem azt körül fogják, vagyis a betonrudak végei vasból kialakított fészkekben támaszkodnak, így biztosítható volt a húzott rúdban maximálisan 365 t erő felvétele.

A tartó terhelése önsúllyal együtt mintegy 420 t. Az emelendő súly ($\frac{1}{4}$ tartó) 18 és 26 t között változik.



12. ábra. A tetőelem átfordítása



13. ábra. Az ív leemelése a szállítóocsiról

Az előregyártott szerkezetű elemek össze-szerelése toronydaruval és elektromos meghajtású emelőárbocokkal történt.

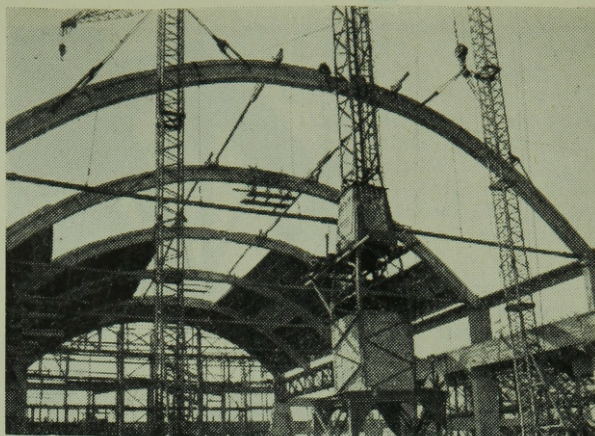
A pillérek az alzatbetonról — tapadás minél kisebb legyen — előbb több ponton való megfogással emelők segítségével el lettek mozdítva. Elmozdítás után emelőárboccal kötélhimba segítségével a kelyhekbe lettek emelve. Az állékonyság biztosítása a kiöntő beton megkötéséig fadúcokkal történt.

Az ívelemeket az előregyártó helytől e célra szerkesztett nyolc kerekű forgózsámolyos traktorvontatású kocsin szállította a felemelendő helyre.

A két ívelem kötélzárak és két emelőárboc segítségével, kb. a végleges állapotnak megfelelő helyzetbe lett hozva, a vonórudak és függesztőpálcák beszerelése után helyére emelve úgy, hogy az ív egyik vége már előre elhelyezett fix gömbcsuklóra, az ív másik vége a pillérek tetején elhelyezett keményfa ékekre támaszkodott. A vonóvas összeakasztása és kiékelése után a záradék gömbcsuklóit össze lettek illesztve.

A mozgó saruk pontos illeszkedését ideiglenesen vaspálcákkal való összehegesztés biztosította. A saruk talpainak bebetonozása és a beton megkötése után a faékek el lettek távolítva és az ideiglenes hegesztés meg lett szüntetve.

Az ívek ideiglenes merevítését egymáshoz



15. ábra. Az ívek elhelyezése

képest farudakból készített kalodák biztosították. A végleges merevítést az ívekből és tetőelemekből kihagyott vasak összebetonozása biztosítja. Az ív súlya 25 t.

A tetőelemeket toronydaru helyezte el, a felemelés helyére négykerekű platókocsi szállította. Az elemek megfogása és emelése két kötélhurokkal történt. Az elem súlya 2,7 t.

A darutartók szállítását az íveket szállító kocsin végezte, felemelése két kötélhurokkal és emelőárboc segítségével történt.

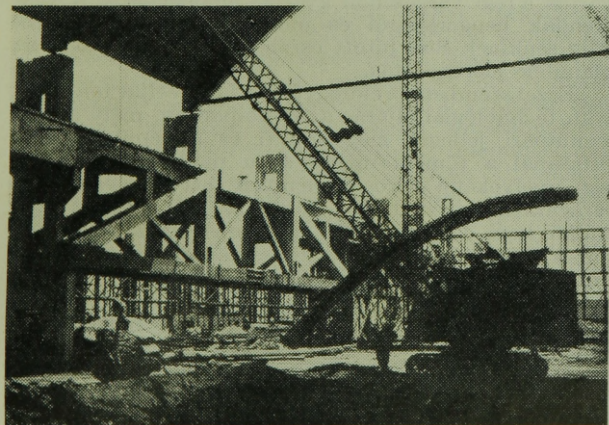
A darutartók és pillérek együttműködését a kihagyott vasak utólagos összebetonozása biztosítja. Emelendő súly 12,5 t.

Egyéb vízszintes elemek, mint a faltartók és párkányok, a darutartókhoz hasonlóan nyertek elhelyezést.

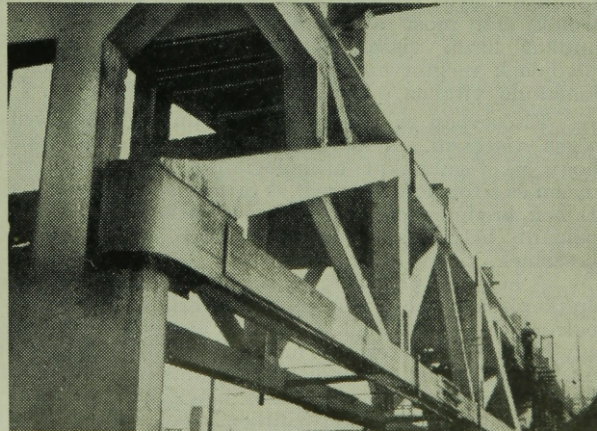
A rácsos kiváltótartók vízszintes helyzetben lettek előregyártva. A káros feszültségek elkerülése miatt több ponton való aláfogással, emelők segítségével a tartó meg lett mozdítva.

A vonóvasak és záradécsukló összeillesztése után emelőárboc és kötélhurok segítségével a tartó függőleges helyzetbe lett hozva és ugyanazon megfogással helyére emelve.

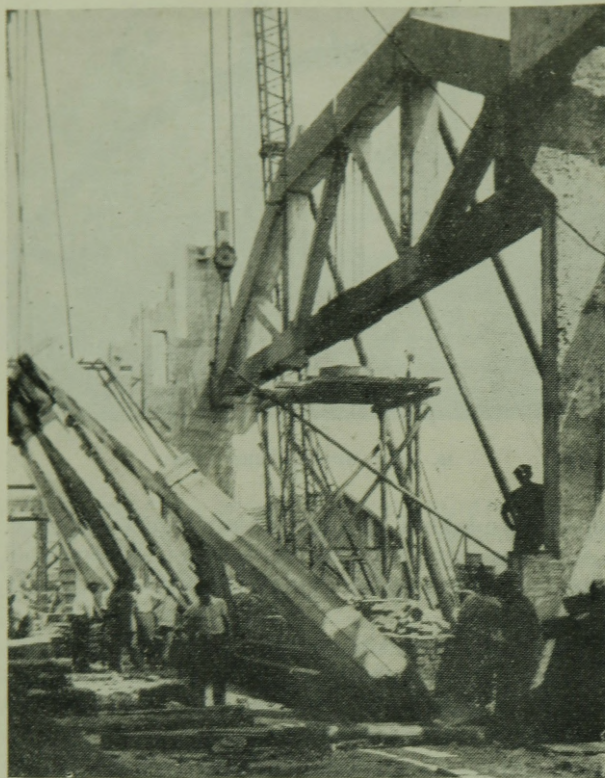
Az ideiglenes állékonyságot horgonyzó kötelekkel és fadúcokkal biztosították.



14. ábra. 27,00 m fesztávolságú vb. kiváltó



16. ábra. A 27,00 m fesztávolságú vb. kiváltó részlete



17. ábra. A 27,00 m fesztávolságú vb. kiváltó felállítása és emelése

mely magában foglalja a talpgerenda tetejétől az összes szerkezeteket a henger és kikészítő-csarnokra vonatkoztatva.

	vas kg/m ²	beton m ³ /m ²
Ívek.....	8,42	0,028
Tetőelem.....	4,40	0,039
Pillérek	6,42	0,062
Darutartók	7,05	0,026
Párkány, koszorú, végfal	3,78	0,021
	30,07 kg/m ²	0,1760 m ³ /m ²
Vasbeton kiváltások	6,64	0,0130
Vasszerkezetű kiváltások	9,90	
Laterna vasszerkezetből	1,20	
Összesen	47,71 kg/m ²	0,1890 m ³ /m ²

Fenti anyagokon kívül igen sok, más anyag is felhasználásra került, mint pl. kőszivacs, falazótégla, különböző vízszigetelések stb., de ezek felsorolása nem látszott szükségesnek, mivel nem szerkezeti elemek.

Reflexiók ipari és mezőgazdasági épületek üzemi előregyártásának kérdéséhez

DR. MENYHÁRD ISTVÁN

Az utóbbi időben az üzemi előregyártás megszervezésének kérdése aktuálissá vált. Felmerült a gyár-
ipar és a mezőgazdaság üzemi épületei előregyártásának kérdése is. Ebben a cikkben a szerző ez utóbbi témával foglalkozik, azonban nem a részlet-, hanem az elvi kérdésekkel. Meggyőződése szerint ui. elvi kérdések alapvetők az üzemi előregyártás fejlesztése szempontjából, mert annak gazdaságosságát végső fokon a helyes megszervezés biztosítja. Erősen aktuálisnak érzi most alapvető szempontok leszögezését, amikor hazai viszonylatban az üzemi előregyártás jövőjének megtervezéséről van szó és célja az, hogy a kialakuló vitához e néhány sorral hozzájáruljon.

Elsősorban az előregyártás fogalmi kérdését szükséges tisztázni. Némelyek abba a hibába esnek, hogy új fogalmakat etimológiailag próbálnak értelmezni és a fogalom lényegét és tartalmát elhanyagolják. Ennek eredménye pedig téves következtetés. Nálunk például helyszíni és üzemi (gyári) előregyártásról beszélnek.

A helyszíni előregyártás alatt — ipari, illetve üzemi építkezések vonalán — a vasbetonszerkezetek készítésének olyan technológiáját értik, amely, eltérően az egy-két évtizeddel ezelőtt még általánosan alkalmazott ún. monolitikus technológiai eljárástól, abból áll, hogy a szerkezeteket az építés helyszínén, de nem a szerkezet helyén, a terepszinthez közel, általában vízszintes helyzetű zsaluzatban készítik el és a zsaluzatot a beton megszilárdulásának kezdetén eltávolítják,

majd újból azonos alakú szerkezet készítésére használják fel. Ha az így elkészített szerkezeti elemek kellőképpen megszilárdultak, azokat gépek segítségével végleges helyükig mozgatják, felemelik, majd össze-
szerelik.

Az üzemi előregyártás nálunk kizárólag épület-szerkezeti elemek, például födémgerendák készítésére terjed ki. Ez azonban legfeljebb vasbeton gerenda gyártás, a régi vasgerenda gyártás analógiájára. A vasgerendák hengerléséről és méretre való lesabásáról pedig senkinek sem jutott eszébe azt állítani, hogy az valamiféle előregyártás.

Ezzel szemben az előregyártás, igazi célját tekintve, olyan technológiai eljárás az építőiparban, mely annak kézműipari jellegét megszünteti és az épületek előállításánál a tömegtermelés azon módszereit teremti meg, amelyeket a szoros értelemben vett gyár-
ipar egyéb iparágakban használ. Így tehát az előregyártás egyáltalán nem korlátozódik vasbetonszerkezetekre, hanem kiterjed az összes épületszerkezetekre. Végcélja nem is épületalkatrészek előállítása, hanem épületalkatrészekből teljes épület gyártása, illetve összeszerelése, az elérhető legmagasabbfokú gyáripari technológiával.

Ilyen technológia nálunk nincs, tökéletes megvalósítása még távoli cél, de következetes kifejlesztésével elérhető, hogy az épületek előállítása anyagban, emberi munkában, energiában és időben, vagy ha úgy tetszik, összefoglalva: pénzben lényegesen gazda-

ságosabb lesz, mint a régi vagy mai technológia, s ezen az úton az építőipar magasfokú tömegigények kielégítésére is alkalmassá fog válni. Az előregyártás igazi értelmében az épületalkatrészek előállításánál telepített gyárüzemi technológiát kíván, az összeépítésnél pedig fejlett helyszíni szerelési technológiát. Ennek megteremtéséhez sok akadályt kell legyőzni. Az alap azonban hazánkban meg van teremve. Az elmúlt 10 év alatt az ipari építkezések terén alkalmazott és előbb említett ún. helyszíni előregyártás, habár az épületalkatrészek előállítása terén nem jelentett többet, mint állvány- és zsálfalúval való takarékoskodást, a szereléstechológia terén rendkívül sokat produkált. A helyszíni előregyártás magával hozta az építő- és emelőgépek kifejlesztését és a tartószerkezetek szerelés-technikájának bevezetését építőiparunkba. Tervezőink megszábadultak a régi, monolitikus sablonoktól, megtanultak a szerkezetekkel könnyebben és rugalmasabban bánni. A helyszíni előregyártás sok új gondolat kifejlesztésére adott alkalmat és ezen keresztül szerkezetek egész tömege született meg, majd halt el. A helyszíni előregyártás szempontjából az ipari épületek típusai ma már nagyrészt leiggadt típusoknak tekinthetők. A felsoroltak bázist adnak az ipari és mezőgazdasági épületek üzemi előállításának megteremtéséhez, bár az üzemi előregyártás szempontjából a helyszíni előregyártás hátránya volt, hogy a tipizálás kifejlesztése irányába nem kényszerítette a tervezőket. Meg is figyelhetjük, hogy ipari épületeinknél számtalan, egymástól csak apró részletekben különböző kis, közép és nagy tetőelemet használtak tervezőink. Hosszú idő volt szükséges arra, hogy ebben az egyszerű kérdésben ugyanazon tervezőintézetben belül félig-meddig egységes álláspont alakuljon ki.

Próbáljuk most már leszögezni azokat a legfőbb szempontokat, amelyek az ipari és mezőgazdasági épületek üzemi előregyártásának megszervezésénél szem előtt tartandók. Alapvető szempont, hogy ugyanabban a gyárban az épületeknek nem csupán tartószerkezeteit állítjuk elő, hanem lehetőleg minden szorosan vett épületalkatrészt. A gépészeti felszereléseket persze más gyár gyárthatja, de a tartószerkezetek, falak, a lefedés elemei, esetleg a padlóburkolat is ugyanabban az üzemben készülhet, amely az épület összeszerelését végzi. Így ez az üzem többféle építőanyagot dolgoz fel. A tartószerkezetek vasbetonból, feszített betonból, sőt esetleg fémből is készülhetnek, ugyanakkor kitöltő elemek könnyű betonból, porszenhamuból vagy hasonlókból. A födőelemeknek nemcsak hő, hanem nedvesség elleni szigetelése is célszerűen előre készül a gyárüzemben. A bádógosmunka esetleg abban a gyárban készülhet, ahol a gépészeti felszereléseket gyártják, az összeszerelést azonban az alapüzem végzi.

Mint hogy az üzemben „gyártás”-ról van szó, a szerkezeti elemeket jellemzi, hogy gépi tömegtermelésre alkalmasak és viszonylag kevés számúak. Ez a körülmény nagyon szoros értelemben vett tipizálás szükségességét kívánja. Az előregyártott üzemi épület tehát nagymértékben típusépület. Ezek tervezését külön tervezőintézetre kellene bízni, mely más tervezéssel nem foglalkozik. Az első feladat megállapítani üzemi épületek leggyakrabban előforduló azonos típusait, amelyekre a gyárat tervezzük. Néhány ilyen típus könnyen található. Így például a shed-rendszerű, daruzatlan csarnokok, amilyeneket a gyáripar sűrűn alkalmaz ott, ahol kisebb méretű szerszámgépekkel dolgoznak (például a textiliparban, finommechanikai műhelyekben stb.), aránylag könnyen tipizálhatók. Példa erre a csehországi nagyüzemi előregyártás, ahol éppen ezzel a csarnoktípussal kezdték az előregyártás kifejlesztését. Ugyanígy gyakran alkalmazott típus az egyszerű földszintes raktárépületek típusa, melyeknél az alaprajz rendszeren nem nagymértékben kötött. Ez az épülettípus nagyon sok iparágban és ezen felül a mezőgazdaságban is alkalmazható közös típus. A mezőgazdaság egyébként bőven szolgál egyszerű üzemi épületek azonos típusaival, melyek üzemi előregyártásra alkalmasak. Többemeletes raktárépületek szintén tipizálhatók. Ilyenek az élelmiszeriparban és ismét

a mezőgazdaságban fordulnak elő, mint az üzemi előregyártás tárgyai. Meg kell azonban jegyezni, hogy a mezőgazdasági épületek a szerelési munkák helyi energiaszükséglete, megközelíthetőség és a szállítás kérdései következtében talán kevésbé alkalmasak üzemi előregyártásra, mint a gyáripar épületei. Alapos vizsgálat, adatgyűjtés és kellő kritika után még sok tipizálható ipari és mezőgazdasági épületet találunk, amelyek alkatrészei üzemi előregyártással állíthatók elő és amelyek szerelése szintén nagyipari módszerekkel történhet.

A típusok kiválasztása után az épület szerkezeti elemeit kell megtervezni. Szerkezeti elemek alatt itt persze nemcsak a tartószerkezeteket értjük. A tervezésnél főként a következő szempontok figyelemre-méltóak:

1. A gyártástechológia egyszerű legyen. Az épület kevés számú elemfajtából álljon, az elemek előállítási módja is egyszerű legyen.

2. Az elemek könnyen szállíthatók legyenek, vagyis az elemek méretei, súlya és szállírdasága feleljen meg a szállíthatóság követelményeinek.

3. A szerelést gazdaságosan és gyorsan lehessen végrehajtani.

A felsorolt követelmények teljesítése megelőzi az anyagfelhasználás gazdaságos voltát és a statikai kialakítás kérdését. Rendkívül szellemes és anyagban gazdaságos szerkezetek ismereteseek hazai vonatkozásban is, amelyek nem alkalmasak az üzemi előregyártás céljaira. Helyettük nagyobb anyagigényű, viszont egyszerű és gyorsan előállítható szerkezetek gazdaságosak, ha üzemi előállításról van szó.

A szállíthatóság szempontjából az üzemi előregyártásban kisebb elemeket használunk, mint a helyszíni előregyártásnál. A legnagyobb méretű elem, amelyet még vasúti kocsin és közúti járművön is szállítani tudunk, kb. 2,50 m széles és kb. 12 m hosszú lehet. Ezek már szélsőséges méretek, amelyek legfeljebb nagy tetőelemeknél jöhetnek számításba. Egyelőre korántsem gondolhatunk ilyen méretű elemek gyártására.

A szállíthatósággal nemcsak az elem kiterjedése, hanem súlya is összefüggésben van. A súly és a kiterjedés az elemek mozgatása szempontjából nagy jelentőségű. Végeredményben a szerelés lényeges része szintén szállítás és így ez a két szempont összefügg.

Az elemekből összeállítható előregyártott épületek összeszerelését a gyártó üzem megfelelő részlegei végzik. Csak ez a módszer biztosíthatja, hogy az épület összeszerelése gazdaságosan és gyorsan lesz lebonyolítható, mert akkor ugyanazok a dolgozók állandóan ugyanazt a munkát végzik. Ez a részleg hamar megszerezzi a szerelési gyakorlatot, tapasztalatai a konstrukciókra visszahatnak és végeredményben így a gyártmányok állandó tökéletesítését biztosítja. Ilyen módon elérhető lesz, hogy idővel a tipizált és üzemben előregyártott épületek előállítása lényegesen gyorsabb és olcsóbb lesz, mint a mai építési technológiával készített épületek előállítása.

Üzemben előregyártott épületek tervezése más feladat, mint a szokványos épületeké. Az üzemi előregyártás szempontjai néha összeütközésbe jutnak a tervező azon természetes törekvéseivel, amelyek a megszokott, nem előregyártott épületek alaprajzának és szerkezetének kötetlenségéből származnak. A tipizált és katalógusba foglalt előregyártott épületek alkalmazása a tervező szempontjából sokszor megalkuvás lesz, mert ilyen épületek a felhasználás céljaira kritikai szempontból nem minden esetben lesznek kifogástalanok. Típusépületekkel alaprajzi vagy magassági igényeket csak lépcsősen lehet kielégíteni, lehet hogy az épületek sokszor valamivel nagyobbak lesznek, mintha azokat kötöttségtől mentesen terveznénk. Ez a jelenleg azonban minden tömeggyártmánynál fennáll, s a gyáripar megszokott termékeinél, mint hiányosságot, alig vesszük már észre, mert természetes velejárója a tömegtermelésnek. A tömegtermelés előnyei nélkül pedig a mai élet már el sem képzelhető.

Cement besajtolási kísérletek a diósgyőri salakban

ÓCSVÁR REZSŐ

A Lenin Kohászati Művek diósgyőri újjáépítése során az egyik legnagyobb jelentőségű építkezés az óriás kohó építése után a középsori hengeresarnok építése volt. A csarnok közel három évig épült és 1955. januárjában kezdte meg termelését (1. ábra). Az újjáépítés módosított general tervének megfelelően a csarnok eredeti helye keleti irányban kb. 40 m-rel eltolódott. Így egyes már elkészített beton alapok fölöslegessé váltak (2. ábra). Ugyanakkor vitássá vált a csarnok eddigi alapozási rendszere (3. ábra). A tengely eltolódás következtében mód nyílt arra is, hogy egyes alapokat teljesen fel kellett tární. Másokat a várható terhelésnek megfelelően bugákkal lehetett leterhelni. Egyeseknél a kész beton alapok alatti kavics párnák cement besajtolását lehetett kikísérletezni.

Ezekkel az utóbbi kísérletekkel kívánunk jelen tanulmányunkban foglalkozni, annál is inkább, mert ilyen nagymértékű — később teljesen feltárt — besajtolási kísérletről hazai viszonylatban nincs tudomásunk.

Előzmények

1952—1953. év folyamán több tárgyalás volt a csarnok alapozási rendszerével kapcsolatban. Ennek a vitának előzményeivel és következményeivel most nem kívánunk foglalkozni. A diósgyőri újjáépítést közvetlenül irányító kormánybizottság utasította az „LKM.” beruházási főosztályát, hogy a „Kiti”-nél — mint general tervezőnél — rendelje meg a cement besajtolási próba kísérleteket. E célból kijelölt egy most már szükségtelen alapot, a D/4 jelűt. A részletes tervezési javaslatokat az

ÉM „Mélyépterv” tervező intézet készítette el az ÉM 1. és 7. számú igazgatóságainak irányítása mellett. A cement besajtolási kísérletet az ÉM 34. számú AE Tröszt generalvállalkozásában a KPM főfelügyelete alá tartozó Közlekedési Építő Vállalat végezte 1954. év első felében, az ÉM „Mélyépterv” helyszíni művezetése mellett.

Jelen tanulmányunk fenti szervek adatgyűjtése alapján készült. Ezzel a kísérlettel sok cement besajtolással foglalkozó szakember értékes tapasztalatokat szerzett, különösen a különféle salakokban végzendő cement besajtolásokra vonatkozólag. Ezeket a műszaki tapasztalatokat kívánjuk jelen tanulmányunkban átadni.

Javaslat a kísérletre

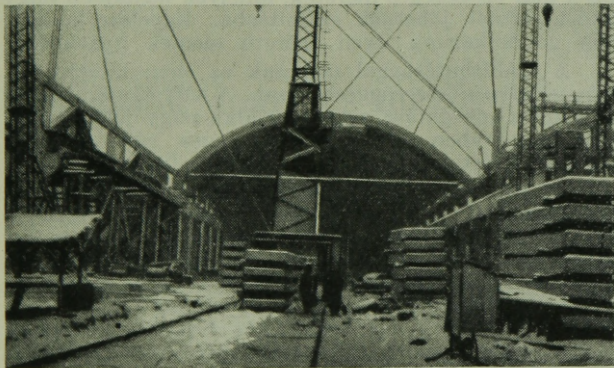
A 2—3. ábrákon látható beton alap az eredeti terv szerint kavics oszlopon nyugszik. Mivel a talajesérés kavics-oszlop tömörödése ismeretlen és ebből kifolyólag a pillérek relatív süllyedését nem ismertük, ezért kettős feladattal lett megbízva a tervező: vagy a kavics-oszlopot kell cementhabarccsal telíteni ferde, esetleges függőleges csöveken át terhelés alatt vagy anélkül, vagy köröskörül köpenyt kell kiképezni a salak és kavics határán. Esetleg a két lehetőséget kombinálni is lehet. A sajtolás miatti esetleges térszíni változásokat mérni kell. A besajtolandó anyagot lehetőleg színezni célszerű a feltárás megkönnyítése érdekében. A portland cement, mész, esetleg bentonit anyagú besajtolási kísérletet úgy kell megtervezni, hogy annak eredményességéről utólagos kiásással meg lehessen győződni. A cementhabarcs besajtolási kísérlethez a meglévő csőverő és alacsony nyomású sajtoló berendezéseket és a közvetlen közelben épülő csarnok építési körülményeit messzeemenően figyelembe kell venni. A további terveket a próba sajtolás eredményeire támaszkodva kell elkészíteni. Minden műszaki és gazdasági adatot fel kell gondosan jegyezni a későbbi felhasználás céljából.

A próbasajtolás tervezete

Az ÉM „Mélyépterv” 1954. III. havában elkészítette a műszaki tanulmányt, melynek fontosabb megállapításai a következők voltak:

A diósgyőri középhengersonori csarnok felépítménye a statikailag határozatlan falszerkezet alkalmazása, valamint a felszerelendő nagyfeszítávolságú daruk miatt érzékeny az alaptetek relatív süllyedésére.

Az alaptetek süllyedését a feltevések szerint két-féle ok idézheti elő: egyrészt a kavics oldalirányú ki-



1. ábra.



2. ábra.



3. ábra.

térése a lazán döntött salak hézagaiba, másrészt — de kisebb mértékben — a kavicsoszlop tömörödése a beépítéskori elégtelen iszapolás, későbbi vízbeszivárgás vagy várható dinamikus hatások folytán. A javításnak természetesen ezen hibaforrások megszüntetésére kell törekednie, amit egyrészt úgy érhet el, hogy a kavics oldalirányú kitérését igyekszik megakadályozni, másrészt esetleg az oszlop alatti kavicsréteg roskadását törekszik cement besajtolással meggátolni.

I. Alternatíva a megoldásra

Először az oldalirányú kitérés megakadályozásával foglalkozott a tervezet. Ezt oly módon kívánták elérni, hogy a kavics köppeney köré cement besajtolással egy, a salak hézagait kitöltő *köppeneyt* képeztek volna. A munkát a következőképpen javasolták végrehajtani:

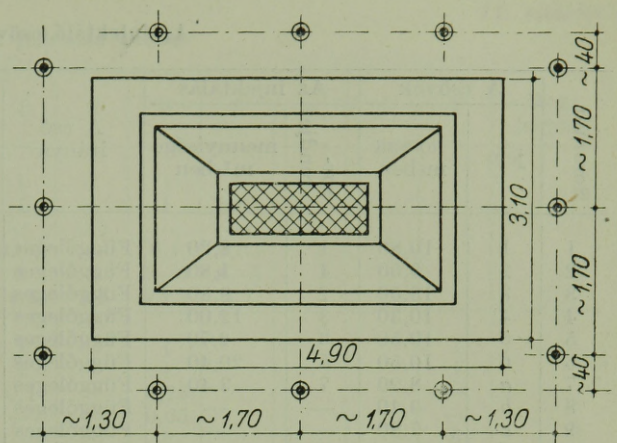
A 4—5. ábrák szerint a pillér körül, a kavicsoszlop-tól mintegy 50—60 cm távolságban 6 db, egymástól mintegy 3,5—4,0 m-re lévő lyukat kell fúrni a salakban az agyagréteg eléréséig. A fúrások 45 mm-es átmérővel végzendők, béléscsővezés mellett. A béléscsövekhez csatlakozzzék az injektáló berendezés tömlője. A berendezés feltétlenül el legyen látva feszmérővel és olyan szerkezetű legyen, hogy meggátolja a levegőzsákok keletkezését. A cső 80 cm-rel való visszahúzása után először tiszta vizet kell engedni a talajba. Ezután következnek a mész-cement lé besajtolása. A besajtolandó anyag (massza) javasolt adagolása: egy térfogatrészt oltott mész, egy térfogatrészt C 300. cement, két rész víz. A munkát a továbbiakban is 80 cm-es lépcsőben kell végezni — minden lépcső előtt a cső ennyivel feljebb húzandó — a kavicsoszlop felső síkjáig, maximum 6. atm. túlnyomással. Amennyiben a talaj túl sok anyagot venne be, az anyaghoz homok adagolandó. Miután a hat lyuk besajtolása így elkészült, ezek közé — mintegy a felezőbe — sajtoló fúrásokhoz hasonlóan ellenőrző fúrásokat kell telepíteni. Amennyiben ezek azt mutatnák, hogy az eredetileg telepített fúrásokon át végzett besajtolás nem kielégítő, azaz a massa nem alkot az oszlop körül köpenyt, az ellenőrző csöveken is sajtolni kell. Ha ennek eredményessége felől is kétség merülne fel, a továbbiakban a tervező vállalat a szükség szerint további ellenőrző fúrásokat fog kitűzni és ezeken keresztül esetleg további besajtolást fog elrendelni.

II. Alternatíva a megoldásra

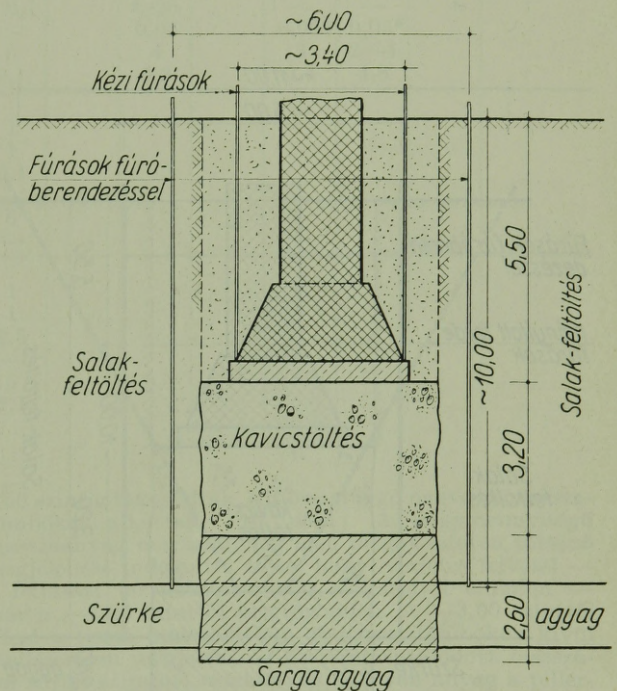
Miután a pillért körülvevő köpeny így elkészül, a további munkák két részre oszthatók. Amennyiben feltehető az, hogy a kavics tömörödését beépítéskor nem végezték kellő gondossággal, akkor a kavics további tömörödése terhelés átvételekor lehetséges és süllyedés következhet be. Ennek meggátolására a cement besajtolást magában a *kavicsoszlopban* is végre kell hajtani.

A további sajtolás a 6-7-8 ábrákon feltüntetett 2 db ferde fúráson keresztül történhet. Az előzőleg elkészített köpeny megakadályozza, hogy a benyomott folyadék kimossa a finomabb szemcséket. A besajtolás egyébként a fent leírt módon hajtható végre, de 3—4 atmoszféra maximális nyomás alkalmazása mellett, de mész hozzáadása nélkül. Azonban még így is aggályosnak látszik a kavicsoszlopnak besajtolással való megbolygatása, célszerű, hogy egy másik oszlop-alap körül is elkészüljön összehasonlításképpen a fent leírt injektált köpeny, de itt maga a pillér ne legyen sajtolva. Ez utóbbi módszer alkalmazása esetén viszont meg kell akadályozni, hogy a felülről leszivárgó nedvesség a köpeny alkotta részbe jusson, s ott káros vízsákokot képezzen. Ezt úgy lehet elérni, hogy 6 db (Ø 30—40 mm-es) fúrást kell behajtani kézi erővel a felmenő pillér mellett a kiszélesedő vasbeton alaptestig és ezen csöveken át végzett besajtolással felülről is le kell zárni — kis nyomás: 2—3 atm. mellett — a kavicsoszlopot. A besajtolás a fent leírt módon hajtható végre azzal a különbséggel, hogy a megengedett maximális túlnyomás ezeknél a fúrásoknál legfeljebb három atm. lehet.

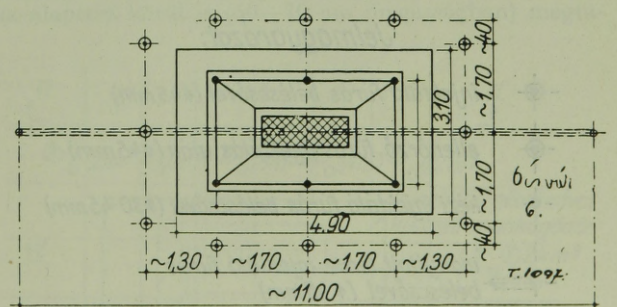
A fent leírt kísérleti tanulmányhoz pontos költségvetés készült. A kiviteli szerződés fentiek birtokában lett megkötve.



4. ábra.



5. ábra.

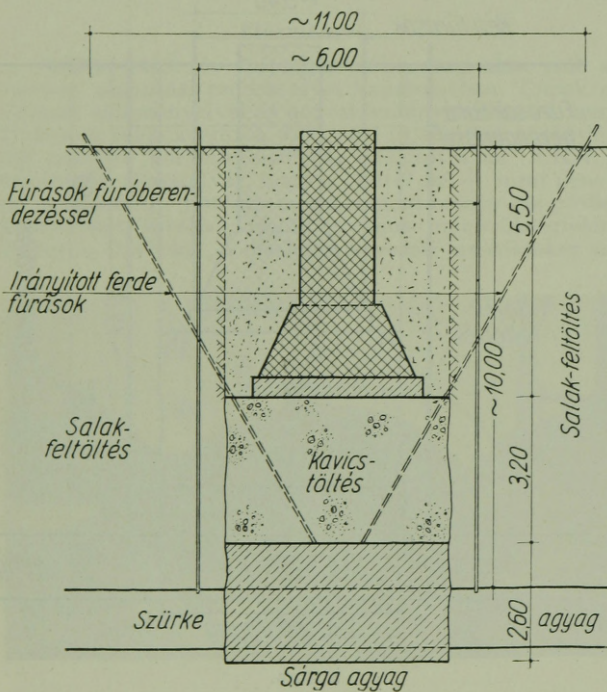


6. ábra.

A próba sajtolási munka végrehajtása

A kivitelező Közlekedési Építő Vállalat technológiai osztálya részletes utasítást dolgozott ki a munka végrehajtására. Ez az utasítás előírta a besajtolandó

Sorszám	A csövek		Az injektálás		A cső iránya	Megjegyzések
	jele	hossza m-ben	sor-rendje	mennyisége m ² -ben		
1	1	10,80	1	8,20	Függőleges	1000 l víz 2 atm.-val való besajtolásával kezdődött
2	2	9,50	4	1,80	Függőleges	1000 l víz besajtolása, az első lépcsőben a massa feltört
3	3	10,50	2	9,80	Függőleges	1200 l víz besajtolása, az ötödik lépcsőben a massa feltört
4	4	10,30	3	12,00	Függőleges	1000 l víz besajtolása, az ötödik lépcsőben a massa feltört
5	5	10,50	6	2,70	Függőleges	A massa az első lépcsőben feltört
6	6	10,50	5	20,40	Függőleges	Vízbesajtolás nem volt
7	a	8,20	7	3,40	Függőleges	200 l víz besajtolás, a harmadik lépcsőben a massa feltört
8	b	9,40	—	—	Függőleges	—
9	c	7,80	—	—	Függőleges	—
10	d	9,20	8	4,80	Függőleges	Vízbesajtolás nem volt
11	F	9,25	9	2,40	Ferde	Vízbesajtolás nem volt
Σ		105,95		65,50		



7. ábra.

Jelmagyarázat:

- injektáló fúrás beléscsővel (φ45mm)
- ellenőrző fúrás injektálás után (φ45mm)
- kézi injektáló fúrás beléscsővel (φ30-45mm)
- irányított ferde injektáló fúrás beléscsővel (φ45mm)

8. ábra.

massza keverési arányát, a munka ütemezését, a sajtoló edények használatának módját (nyomásérték, folyamatoság stb.), kötégysitók és pasztifikáló anyagok használatát stb. Az utasítás lehetőséget adott arra, hogy az abban foglalt előírások a tényleges munkavég-

zés során a helyi adottságoknak és tapasztalatoknak megfelelően módosuljanak. A munka végrehajtása alkalmával az utasítás egyes pontjait nem lehetett betartani. Az előírásokon módosításokat kellett eszközölni.

A próba sajtolási munka a sajtoló csövek leverésével kezdődött. Erre a célra 6/4"-os csöveket használtak, végükön acélsaruval. Magának a sajtoló csőnek leverése előtt ugyancsak csúcsos acélsaruval ellátott acélrudat vertek be, amelyet a sajtoló cső elhelyezése előtt kihúztak. Ezáltal az előre kibővített lyukba a sajtoló cső a törés és elhajlás veszélye nélkül volt leverhető. A sajtoló csövek számozását és kiosztását jelen tanulmány 4-5-6-7. ábrái mutatják. Összesen 11 db sajtoló csövet vertek le, sajtolás azonban csak kilenc csőben történt. Az 1, 2, 3, 4, 5, 6 jelű csövek fúrását és sajtolását követte az a, b, c, és F jelű csövek fúrása. Az F jelű cső kivételével valamennyi cső függőleges irányú volt. A sajtolás sorrendjét az I. táblázat tünteti fel.

A b. és c. jelű csöveket ugyan leverték, azonban ezek a csövek masszát nem vettek be. A b. jelű csövet kihúzni nem lehetett. Ugyancsak rendkívül nehezen sikerült az F jelű cső kihúzása is. Az egyes csövek mélyiségi adatait és az általuk bevett anyag mennyiségét a II. táblázat tünteti fel.

A massa összetétele és keverési aránya az egyes sajtoló csöveknél különböző volt, annak összetételét a II. táblázatban ismertetjük. A 65,5 m³ masszával bepréslést cement mennyisége 554 q., minősége C 400-as heterogén cement volt.

A fentiekben ismertetjük az egyes csövek beépítésének és telítésének műszaki adatait. Ki kell hangsúlyoznunk azt a megállapítást, hogy a massa számos csőnél a felszínre tört és emiatt kellett a sajtolást abbahagyni. Mint tanulmányunk további fejezeteiben látni fogjuk, ezt a jelenséget a feltárás eredménye is teljes mértékben igazolta, mivel a felső szinteken a feltárás alkalmával igen tekintélyes masszamennyiségek voltak fellelhetők. Feltehetőleg a sajtolási massa az alsóbb rétegekből főként a sajtoló cső mellett jutott a felsőbb szintekre, majd ott a laza salakrétegeken keresztül a könnyebb ellenállás útján a felszínre került.

A feltárási munka végrehajtása

A próbasajtolás feltárási munkáira az ÉM „Mélyépterv” külön tervdokumentációt készített. A feltáráshoz vonatkozó műszaki leírás a terepszint (± 0,00 szint) és a —4,50 szint közötti földkiemelési munkát 1 : 1 részű oldalak kiképzésével írta elő. Ez a réteg nem esett a sajtolás tartományba. A —4,50 és a —10,50-ig közötti anyag kiemelése függőleges földpartok kialakításával volt elképezve, a pillér alatti összecsementálódott feltételezett kavicsmaghoz dűcölt körbefutó 2,5 m széles anyagárokakkal. A feltáráshoz vonatkozó műszaki leírás az utóbbi feltárási szakaszon írta elő a rész-

Az injektált anyagok jellemző adatai

A cső száma, jele		1	3	4	2	6	5	a	c	F	Megjegyzés
Az injektálási lépések száma	1.	Cementarány	1	1	1	1	1				
		Vizarány	1	1	1	1	0,85				
		Homokarány	—	0,1—0,5	—	0,5	—				
		Mészarány	—	0,1	0,05*	—	0,05				
		Nyomás atm.-ban	2—5	2—5	2	2	3—5	2—5			
		Mennyiség m ³ -ben	2,5	3,4	4,5	1,8	13,2	2,7			
	2.	Cement arány	1	1	1	1				1	
		Vizarány	5	1	1	1				1	
		Homokarány	—	—	0,1	0,25				—	
		Mészarány	—	0,1	—	0,05				—	
		Nyomás atm.-ban	6	5	2—5	5				6	
		Mennyiség m ³ -ben	—	2,6	5,3	0,9				2,4	
	3.	Cementarány	1	1	1	1		1	1		
		Vizarány	1	1	1	1		0,6	1		
		Homokarány	0,1	—	0,1	0,25		—	—		
		Mészarány	—	0,1	—	0,05		0,05*	0,05*		
		Nyomás atm.-ban	6	5	6	4		3	2—4		
		Mennyiség m ³ -ben	2,2	1,4	0,1	6,3		3,4	4,8		
	4.	Cementarány	1	1	1						
		Vizarány	1	1	1						
		Homokarány	0,1	—	0,1						
		Mészarány	—	0,1	—						
		Nyomás atm.-ban	5	5	6						
		Mennyiség m ³ -ben	2,3	—	—						
	5.	Cementarány	1	1	1						
		Vizarány	1	1	1						
		Homokarány	0,1	0,1—0,5	0,5						
		Mészarány	—	0,1	—						
		Nyomás atm.-ban	3	4	5						
		Mennyiség m ³ -ben	1,2	2,4	2,1						

* Bentonit mészt helyett

letes adatfelvételt a sajtolás eredményeinek rögzítése céljából.

A feltérési munka a meglévő kisebb alapgödör ki- szélesítésével kezdődött. Az előírt 1 : 1 hajlású részü ki- alakítása nem látszott szükségesnek, mert a feltöltés salakanyaga igen állékonynak bizonyult. Az állékony- ságot természetesen a besajtott cementmassza is nagy- mértékben fokozta.

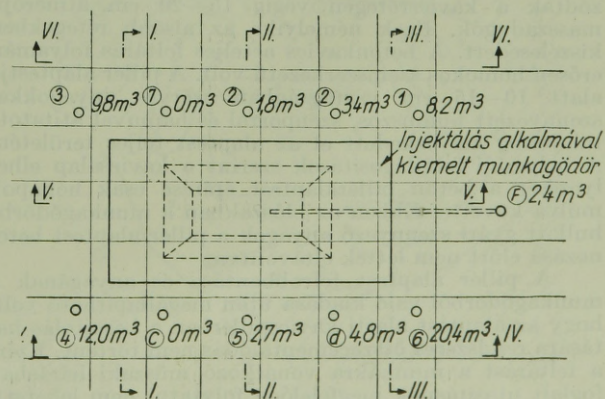
Az adatok rögzítése a kiemelt munkagödörnek megfelelő 5 × 6 m-es területű, 1 m-es száltávolságú há- lózat felvételével történt. A földkiemelést vízszintes kb. 50 cm-es rétegekben hajtották végre. A fejtéshez lég- kalapácsot és csákányt használtak. Az össze nem kötött betonkavics kiemelése egyszerűen lapátolással történt. Robbantásra az anyag fejtéséhez nem volt szükség. Csúpn a pillér beton alaptestének bontása történt rob- bantással. A kiemelt anyag elektromos fódémdarura szerelt 200 literes edénnyel került a felszínre. Az anya- got — tárolóhely hiányában — azonnal el kellett szállí- tani a munkagödör környezetéből.

A feltérési adatai és eredményei e tanulmány 9. ábráján vannak rögzítve. A felvett vízszintes rétegfel- vételeken kívül feltüntettük a jellemző keresztmetsze- teket is. Az ábrának az 5 × 6 m-es (a mélyebben fekvő metszeteknek a munkaárok elkeskenyedése miatt 4,5 × 5,5 m-es) hálózaton kívül eső része csupán felté- telezéssel készült. Részben feltételezés alapján készült az ábrának a —3,00 szint feletti része is.

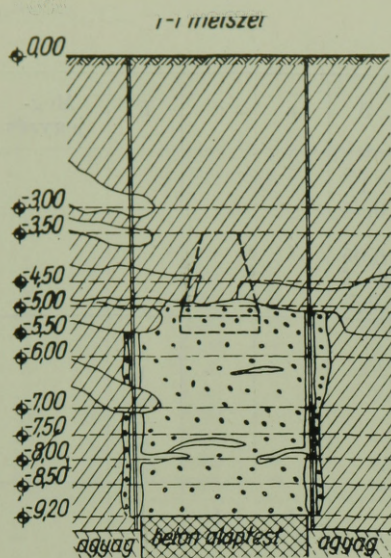
A következőkben a feltérési sorrendjében ismertet- jük a munka során tapasztalt jelenségeket, míg az ered- mények és tapasztalatok általános összefoglalását a tanulmány befejező fejezetében adjuk.

A besajtott anyag már a legfelső —2,0 körüli szin- ten megjelent a feltöltött rétegek között húzódó tiszta masszaerek alakjában. A tiszta masszaerek a —3,00—

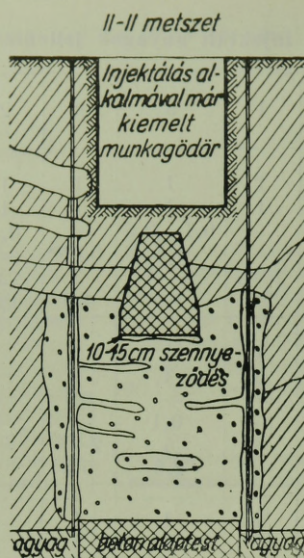
3,50 szintig fokozódtak, sőt összefüggő nagyobb massa- tömböket alkottak (10. ábra). A nagymennyiségű massaanyag már aránylag igen magas szinten történő megjelenése indokoltta tette, hogy részletes felvétel — a feltérési tervdokumentáció előírásaitól eltérően — már a —3,00 szinttől megtörténjen. A —3,00 szinttől lefelé a tiszta masszaereken és masszatömbökon kívül rendszeresen megjelent az összecementálódott massa- val sűrűn átitatott salakanyag is. Ilyen anyag a pillér- alapot a —4,50 szint környezetében nagy mennyiség- ben 60—100 cm vastagságban majdnem teljesen zárt gyűrű formájában körülfogta. Ez az összefüggő massa- gyűrű a betonkavics rétegre feküdt fel. A betonkavics feltöltés ui. nemcsak a pillér alaptest alatt, hanem már az alaptest körül is (50—70 cm magasságban) megta-



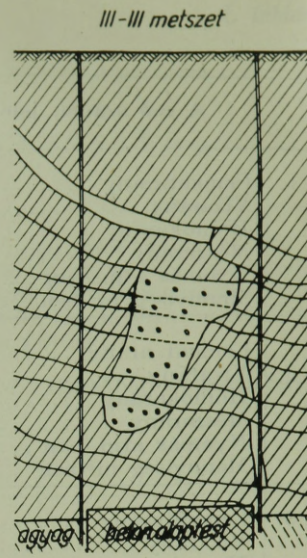
9. ábra.



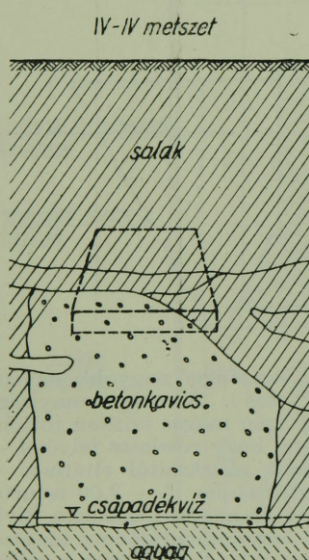
9/1. ábra.



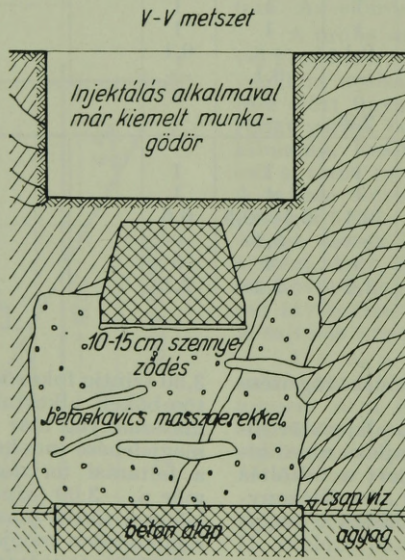
9/2. ábra.



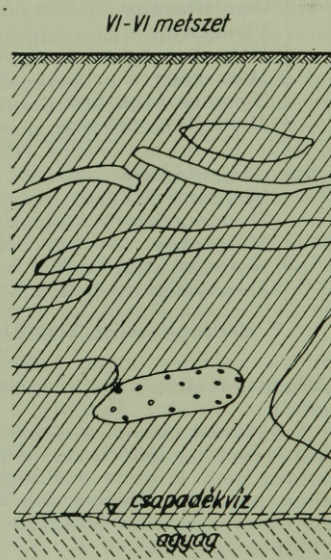
9/3. ábra.



9/4. ábra.



9/5. ábra.



9/6. ábra.

lálható volt. A kavicsrétegnek ebben a felső szakaszában besajtolott masszaanyag egyáltalán nem volt található, csupán közvetlenül a sajtoló csővek helyén húzódtak a kavicsrétegen végig 15–20 cm átmérőjű masszadugók. Ezek némelyike az alsóbb rétegekben kiszélesedett. A betonkavics a teljes feltárás folyamán erősen homokos szemszerkezetű volt. A pillér alaptestje alatt 10–15 cm vastagságban szerves anyagokkal szennyezett humusz, szénporral és hamuval átítatott talajréteg helyezkedett el az alaptest teljes területén. A helyszíni felvilágosítások szerint a kavicsalap elhelyezését a beton pilléralaptest építése csak hónapok múlva követte. Ebben az időszakban a munkagödörbe hullott gyári szennyező anyagok a pillér alaptest betonozása előtt nem lettek eltávolítva.

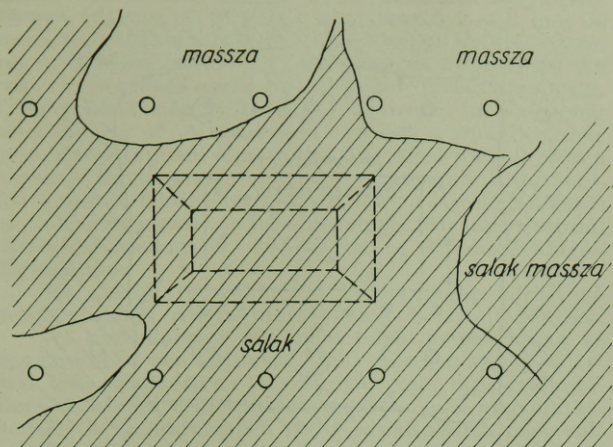
A pillér alaptest felrobbantása és anyagának a munkagödörből való kiadása után megállapítható volt, hogy az alaptest alatti kavicspillérben a besajtolás hatására rendszeres összecementálódás nem történt. Ezért a feltárást a munkákra vonatkozó műszaki leírásban foglalt utasításnak megfelelően folytatni nem lehetett, mert a laza szerkezetű kavicsmaghoz történő dűcolás

igen körülményes és veszélyes lett volna. Ez a körülmény a feltárás további menetét oly módon befolyásolta, hogy a körülfutó munkaárok létesítése helyett a feltárás a teljes munkagödör szelvényébe történt a továbbiakban is. Ez az eljárás egyben lehetővé tette, hogy magának a kavicsmagnak az F csövön történt besajtolás hatására történt viselkedését is megfigyelhették.

A pillértest eltávolítása után megállapítható volt az is, hogy a kavicspillér lényegesen nagyobb alapterületű, mint az a rendelkezésre álló tervek alapján a feltérési munka előtt feltételezhető lett volna. Ennek következtében a sajtoló csőnek egy része nem a kavics és salakfelület határán hatolt be, hanem a kavicsréteg a csövet teljesen körülfogta.

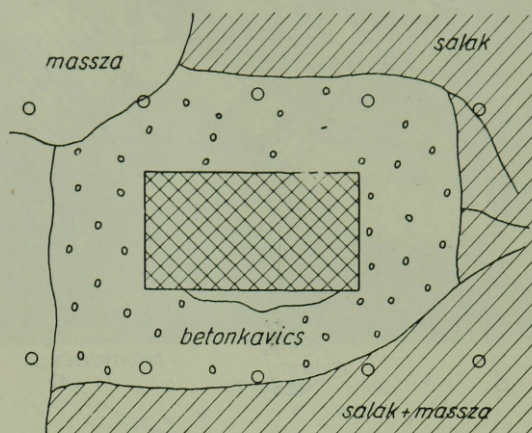
A pilléralaptest elbontását követő feltérési munka során a folyami kavics-anyagban a sajtoló csővek környezetéből kiinduló vízszintes fekvésű masszaerek mutatkoztak. Jellemző volt, hogy a masszaanyag a kavics-anyaggal egyáltalán nem keveredett, kavics-cementálódás nem történt, hanem a massza a kavics-anyaggal történő vegyülés nélküli tiszta massza formá-

-3,00 szint



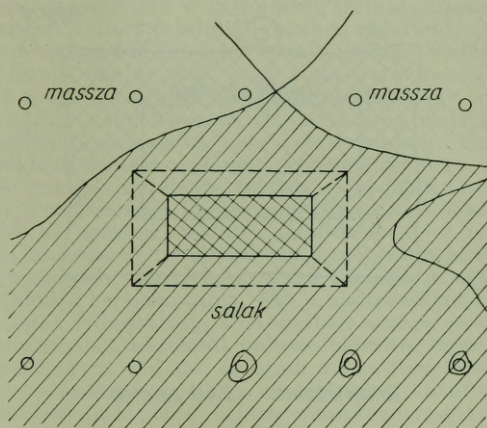
9/7. ábra.

-5,00 szint



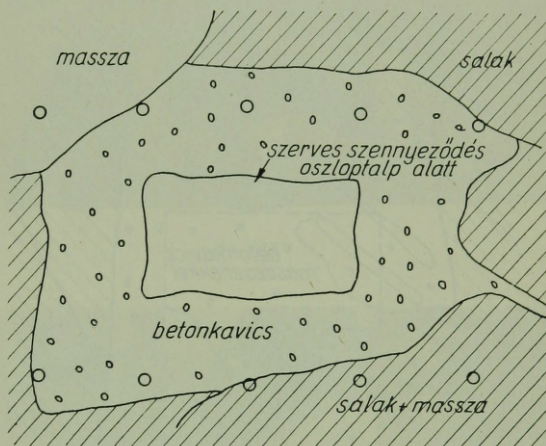
9/10. ábra.

-3,50 szint



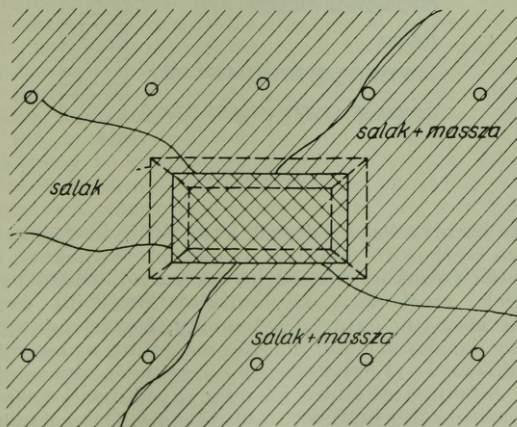
9/8. ábra.

-5,50 szint



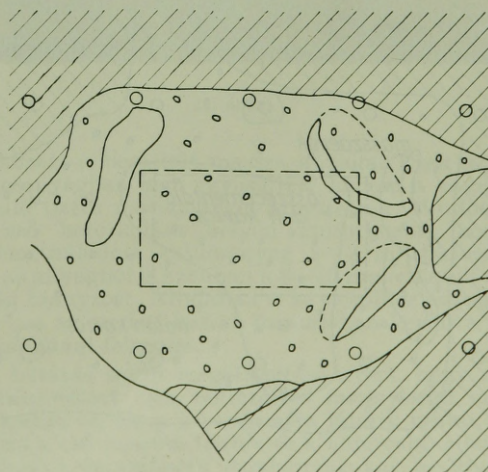
9/11. ábra.

-4,50 szint

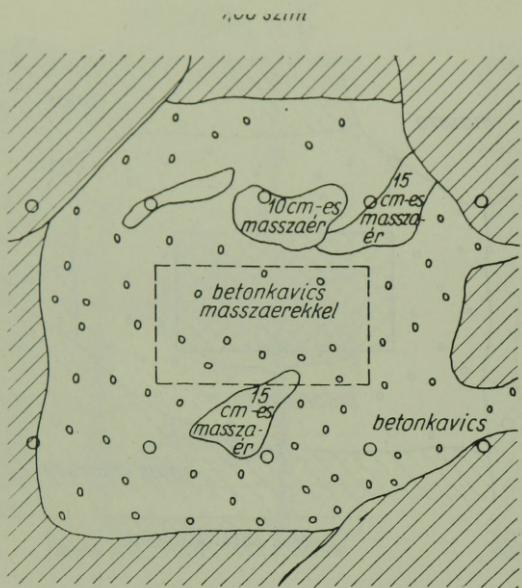


9/9. ábra.

-6,00 szint

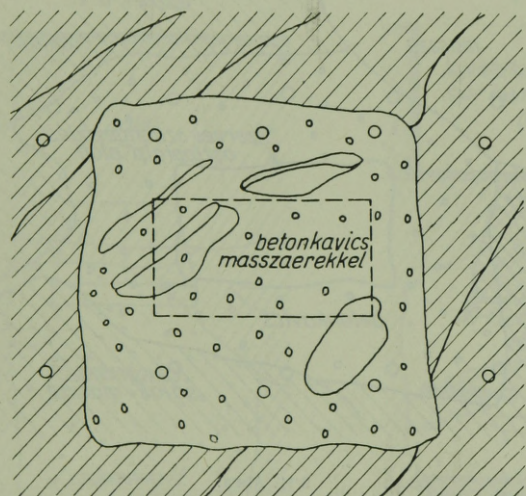


9/12. ábra.



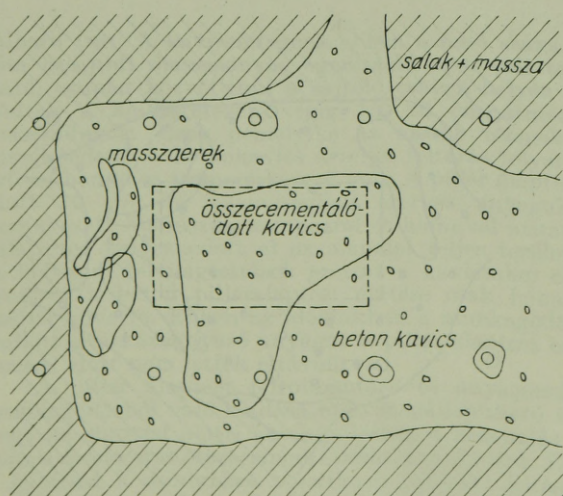
9/13. ábra.

-7,50 szint



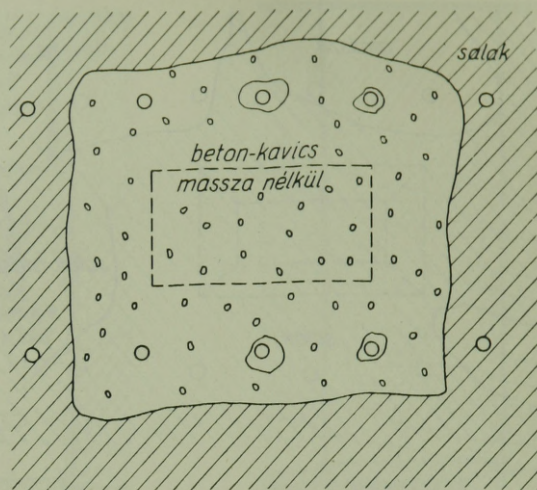
9/14. ábra.

-8,00 szint



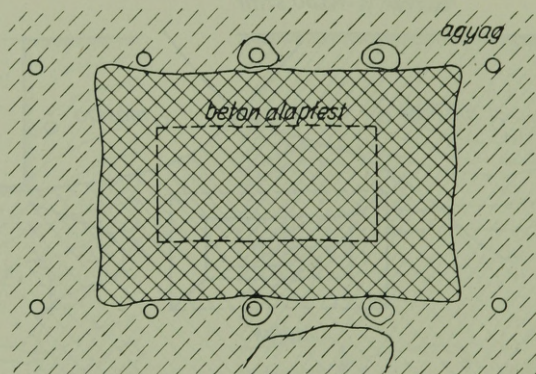
9/15. ábra.

-8,50 szint



9/16. ábra.

-9,20 szint



Talajvízszint. - 9,40 szinten

9/17. ábra.

Tiszta massza	
Salak	
Betonkavics	
Salak + massza	
Betonkavics massza	
Beton	
Szerves anyag (szén, piszok stb.)	
Sárga és szürke vegyes agyag	

9/18. ábra.

jában hatolt a kavicsrétegek közé. A kavicsmagon kívül a laza szerkezetű salakban az olcsóbb rétegekben is fellelhetők voltak az összefüggő masszával átítatott salakrétegek, amelyek a kavicsmagot karéjként övezték. A kavicsanyag határán a kemény, összecementálódott anyag éles határvonal mentén megszűnt, a masszaréteg mindössze 1—2 cm vastag kavicsréteget olvasztott be.

A fentiekől eltérő jelenség egyedül a —8,00 feltárási szint környezetében mutatkozott. Összecementálódott, mintegy betonná szilárdított kavics-anyag itt volt egyedül található egyetlen 4—5 m² alapterületű, 60—80

cm vastagságú tömbben. Ennek a jellegzetes rétegnek kialakítását a ferde sajtoló csövön keresztül benyomott massa végezte. A tömbben a massa a 8—10 mm és annál nagyobb átmérőjű kavicszemeket kötötte össze, míg az apróbb szemszerkezetű anyagot a megelőző víz vagy esetleg maga a massa a besajtoló térből kinyomta. E réteg alatt még több mint 1 m magas kavics-anyag helyezkedett el. A massaerek ebben a rétegben már úgyszólván teljesen elmaradtak. A teljesen laza, erősen homokos kavicsanyag lapáttal is könnyen volt fejthető. Itt is, mint a felsőbb rétegekben, csak a sajtoló cső körül mutatkozott massa, a felsőbb rétegekben tapasztaltnál valamivel vastagabb, 30—40 cm-es átméretű dugók formájában.

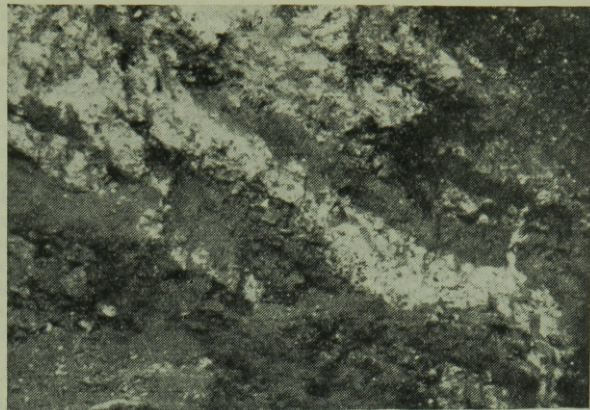
Az alsóbb rétegekben a kavicsmagot körülvevő salakanyagban ritkán mutatkoztak besajtoló rétegek.

Az alsó alaptest majdnem teljes magasságban az agyagrétegbe van ágyazva. Az agyagréteg szintje felett már erős csapadékvíz hozzáfolyás volt tapasztalható. Ezen a szinten cementhabarcsmassza már alig mutatkozott. A kavicsrétegben pedig egyáltalában nem volt található cementhabarcsmassza, a laza szerkezetű salakrétegben csak szórányosan. További mélyítés az alsó beton alaptest mellett történt. A mélyítés folytatása azonban igen erős vízhozáfolyást eredményezett. Az erős vízhozáfolyás miatt a feltérési munka folytatásától el kellett tekinteni, a víz szivattyúzására és elvezetésére berendezkedni nem volt érdemes, mert a még hátralévő alig 1 m mélységű további feltérás az addigi tapasztalatokat amúgy sem gazdagította volna.

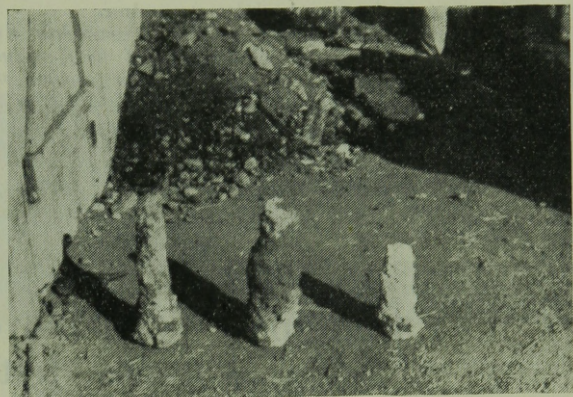
A feltérési munka során a massa elhelyezkedését, az egyes anyagoknak a sajtolással szemben tanúsított viselkedését kellett tanulmányozni és rögzíteni, de magának a masszának az útját csak nehezen lehetett követni. Ennek oka az volt, hogy a massa színezése nem történt meg. Így annak megállapítására, hogy melyik masszátömb, vagy átcementelt salakréteg melyik sajtoló csőből táplálkozott, nem volt lehetőség. További nehézségként mutatkozott az a körülmény, hogy — bár a fejtés gondos munkával történt — a földkitermelési munka természeténél fogva igen ritkán volt lehetőség azoknak az egészen vékony, mindössze 1—2 cm átmérőjű massaerek felkutatására, amelyek keresztül egy-egy nagyobb összefüggő réteg anyaga a csőből a cementálódás helyére jutott. Ezt a hiányosságot a mellékelt ábrák is mutatják, amennyiben azokon az összekötő csatornák ábrázolását pontos felderítés hiányában el kellett hagyni. Fel kell hívunk még a figyelmet arra a bizonytalanságra, amely a masszának a kutatógödör határoló síkjain kívüleső útjára vonatkozott. A kutatógödör oldalfalsíkjai — különösen a felsőbb rétegekben — igen nagy mértékben mutatkoznak tiszta massaerek, amelyek a cementhabarcs anyagoknak távolabbi rétegekbe történő behatolására engednek következtetni. A sajtolás hatástávolságára, — ami rendkívül nagy, esetleg 50—60 fm is lehet — az adott körülmények között következtetni nehezen lehetett. Így a massa útjára vonatkozóan csak egészen általános következtetést vonhatunk le. Ha összevetjük a besajtoló mennyiséget a sajtoló lyukak környezetében talált masszamennyiséggel, megállapíthatjuk, hogy azoknál a lyukaknál, ahol a sajtolás alkalmával feltörés mutatkozott, az alsóbb rétegekben egyáltalán nem vagy csak egész kis mértékben mutatkozott elcementálódás. Viszont pl. a 6. számú csőnél, ahol feltörés nem volt és a besajtoló masszamennyiség maximális értéket ért el (20,4 m³, a teljes bepréslt mennyiség közel $\frac{1}{3}$ -a), a salakköpeny a legszebben kialakult. Maga a feltérás általánosságban azt mutatja, hogy a masszarétegek elhelyezése és a massa útja a helyi adottságok, a rétegek elhelyezkedésének és főként azok szemszerkezetének függvénye.

Az injektálási és feltérési munka eredményeinek és tapasztalatainak összefoglalása

Az elmondottakban a feltérás sorrendjében ismertettük azokat a tapasztalatokat és jelenségeket, amelyek az egyes talajrétegek feltérása során észleltünk. Mindenek előtt megállapítható, hogy a sajtolás a kavicspillér anyagának összecementálódását nem eredményezte. Homok, kavics anyagban általában csak nagyjából vízszintes elhelyezkedésű vékonyerek alakjában



10. ábra.



11. ábra.



12. ábra.

mutatkozott a besajtoló massa anyaga. Ezek az erek a kavicsanyagban nem egyesültek, hanem a kavicsban különálló tiszta massaereket létesítettek. Mindössze a ferde cső betorkolása helyén mutatkozott betonná összecementálódott kavicsanyag 2—3 m³ térfogattal. Ebből az anyagból is azonban a 8—10 mm-en aluli szemnagyság hiányzott. Általában a kavicspillér anyagának kb. 95%-a az eredeti lazább formájában került a feltérás alkalmával felszínre.

A feltérás során megállapítást nyert, hogy a legfelső szint fölött igen tekintélyes mennyiségű massa helyezkedett el. Ez a jelenség arra látszik utalni, hogy a massa a cső mentén feltört és a könnyebb ellenállás irányában a lazaszövetű salakanyagokat és üregeket igyekezett kitölteni. A cső mentén történő feltérést bizonyítja az is, hogy a tiszta kavicsanyagban vezetett

csövek h 0—30 cm Ø-ű masszadugók voltak találhatóak, amint azt a 11. és 12. ábrák is mutatják.

A feltárás eredménye szerint a massa tehát a kavicsanyagba nem hatolt be, hanem a salakfeltöltés üregeit töltötte ki, vagy a lazaserkezetű salakanyaggal alkotott összecementálódott salakos betont. A szilárd betonrétegek a kavicsmag körül karéjok formájában alakultak ki, összefüggő hengerfelületet azonban nem alkottak. Kimutatható volt, hogy a különböző salakrétegek között a massa nagyobb részt a szürkés színű martinsalak és kazánsalakba hatolt be, míg a vöröszínű, apró szemszerkezetű generator-salakot elkerülte.

Az alkalmazott eljárás tehát a kavicspillér anyagát nem szilárdította, a környező salakfeltöltés egyes rétegeit azonban a helyi adottságoknak megfelelően kitöltötte.

A cementhabarcs besajtolást még több lépcsőben kellett volna végrehajtani. Így elkerülhető lett volna az, hogy a massa a cső mentén vagy egyéb úton a felszínhez közeledő rétegekbe törjön. Több lépcsőben történő sajtolásnál ugyanis az alsóbb szint fölött egy összefüggő lezáró köpeny a masszának a felsőbb rétegekbe történő behatolását megakadályozta volna.

Általában megállapítható, hogy az aránylag ilyen nagy Ft összegű kísérletek előkészítésénél még nagyobb körültekintés szükséges, mint ami a jelen esetben meg volt. Ilyenkor az idővel, a tanulmányok alaposabb előkészítésével, a közbenső kísérletek és a végrehajtás lebonyolításánál nem szabad túlságosan takarékoskodni.

Ebben az esetben a kapott eredmények még értékesebbek lettek volna.

IRODALOM

1. W. Bernatzik: Die Zementeinpressung und ihre Überprüfung durch Zementbohrkerne. Bautechnik 1942. 13—15 szám.
2. H. Jähde: Injektionen zur Verbesserung von Baugrund und Bauwerk. Berlin. VEB Verlag. Technik 1953. 147 oldal.
3. Karafiáth László: Talajszilárdítás. Mérnöki Továbbképző Intézet kiadása 51. szám. 1945. 26 oldal.
4. Karafiáth László: Talajszilárdítási eljárások. „Válogatott fejezetek a földalatti vasútépítés, bányászati mélyépítés köréből”. II. kötet. 230—279 oldal. Közlekedési Kiadó 1953.
5. Lampl Hugo: A cement besajtolási eljárás. Mérnöki Továbbképző Intézet kiadása 65. szám. 1947. 28 oldal.
6. Dr. Palotás László: Alagút falazatok szigetelési és injektálási munkálatai. „Válogatott fejezetek a földalatti vasútépítés, bányászati mélyépítés köréből”. II. kötet. 639—651 oldal. Közlekedési Kiadó. 1953.
7. Sajó Elemér—Lampl Hugó: A beton. „Patria” kiadása. 1914.
8. Dr. Széchy Károly: Alapozások II. kötet. Alapozások tervezése és építése. 448—453 oldal. Közlekedési Kiadó. 1953.

Az Építőipari Tudományos Egyesület „Városi területek korszerű feltöltése” c. ankétja

Szijártó Lajos építésügyi miniszter az elmúlt év decemberében az „Építőipari feladatai” szempontjait mérlegelő sajtóban megjelent cikkében megállapította, hogy „Az építőipari szerveket közelebb kell vinni az építkezés színhelyéhez”. Ezen az alapon a Földmérő és Talajvizsgáló Iroda az építkezések és települések színhelyén jelentkezhető problémákat átfogó vizsgálat tárgyává tette.

Az adatgyűjtések és helyszíni felvételek azt mutatják, hogy városainkban a különféle szeméttel, építési törmelékkel, salakkal, bányameddőkkel, ipari hulladékokkal, káros vegyi hatású és fertőzött anyagokkal feltöltött területeken nagyszámban jelentkeztek komoly épület-, közmű- és útkárok.

Megfelelő szabályozások nélkül, felelőtlenül, rendszertelenül és szakszerűtlenül végzett feltöltések első sorban a városrendezőnek és az előtervezőnek, de a városgazdaságnak is nehezen megoldható feladatokat okoztak. Ez a helyzet tette szükségessé, hogy az Építőipari Tudományos Egyesület a városi területek korszerű feltöltése módjainak kérdését ankét keretében történő tárgyalásra felvegye.

Indokolttá tette az ankétot az Építőipari Műszaki Egyetem építésére kijelölt dunaparti, lágymányosi mélyterületnek városi szeméttel, salakkal, ipari hulladékokkal történő korszerű, ellenőrzött feltöltése. A Fővárosi Köztisztasági Vállalat által végzett, szakszerűen irányított feltöltés eljárásait a Földmérő és Talajvizsgáló Iroda dolgozta ki. Az eddigi kedvező eredmények azt mutatják, hogy ez a feltöltési mód általában megfelel a közegészségügyi, köztisztasági, városrendezési, városgazdasági és műszaki követelményeknek is.

Az ankétot az Építőipari Tudományos Egyesület Mélyépítési Szakosztálya az érdekelt tárcák bevonásával május hó 27—28-án rendezte. Az igen nagy érdeklődéssel kísért ankétot Biczók Imre FTI igazgató, a Mélyépítési Szakosztály vezetője nyitotta meg. A megnyitó-jában hangsúlyozta, hogy a jövő építkezései altalajának

rendszertelen kibányászásokkal, partizán és más engedély nélküli szeméttlerakásokkal, túltöltésekkel szemünk előtt történő kialakítását nem nézheti tétlenül sem az előtervező, sem a hatóság.

Biczók Imre szerint ma követelő szükségesség a városi területek feltöltésének szakszerű és tervszerű irányítása, a feltöltések kérdésének olyan szabályozása, hogy alapozás szempontjából is, a legmegfelelőbb feltöltést érjük el. Ezen a területen azonban még kitaposott útjai nincsenek az előtervezésnek, ezért nagy feladatokat kell vállálnia. Még a feltöltési célokra kijelölt városi szemét, ipari salak és hulladék tulajdonságait sem ismerjük. Ezért vizsgálni kell azokat a fizikai, kémiai és biológiai változásokat, amelyeknek az idő viszonyosságainak, dinamikus hatásoknak kitett különböző feltöltés ki van téve. Nincsenek kidolgozva még azok a vizsgálati eljárások és jellemzők sem, amelyek alapján földmunka használat szempontjából a feltöltések mértékadó, meghatározhatóak, vagy kiértékelhetők.

A feltöltés kérdése egyre szorosabban összekapcsolódik a városgazdálkodás számos ágával, ezért az ankétot az Építésügyi, Város- és Közsgazdálkodási, Egészségügyi Minisztérium, a Budapesti Városi Tanács, a Műszaki Egyetem, az Állami Közegészségügyi Felügyelőség, az Országos Közegészségügyi Intézet, valamint számos más illetékes szerv szakértői ismertették a hatáskörükbe tartozó, feltöltésekkel kapcsolatos feladatokat.

Az ankét az Egyesület Bp. Reáltanoda utca 13—15. sz. MTESZ. helyiségében zajlott le a következő program szerint:

V. 27-én. Ankét megnyitó beszéd.

Tartotta: Biczók Imre.

A városi területek feltöltésének kérdései. Előadó: Lantos Zoltán.

A fővárosi szemét feltöltés céljára való hasznosítása.

Előadó: *Nárai Dezső.*

Felkért hozzászólók: *Gabos György, Matyó Ferenc.*

Szemétfeltöltés kísérleti eredményei.

Előadó: *Dr. Tóth Jenő.*

A korszerű városi feltöltések közegészségügyi kérdései.

Előadó: *Dr. Berényi Alajos.*

Felkért hozzászólók: *Fehér Gyula, Dr. Garalovics László.*

Délben közös ebéd, utána autóbuszokon:

Cséri szeméttelep, lágymányosi korszerű feltöltés, újlaki téglagyári gödör feltöltésének helyszíni megtekintése szakértők vezetésével.

V. 28-án. A feltöltési anyagok vizsgálata talajfizikai, alapozási, földmű építési szempontból.

Előadó: *Kézdi Árpád.*

Felkért hozzászólók: *Galli László, Cziglina Vilmos.*

A korszerű feltöltés városrendezési kérdései.

Előadó: *Szimély Károly.*

Felkért hozzászólók: *Andor Gyula, Juhász Miklós.*

Feltöltések zöldterületi rendezése.

Előadó: *Gulácsy Béla.*

Felkért hozzászóló: *Hergár Viktor.*

Feltöltések országos szabályozásának kérdései. — Előadó: *Láng Elemér.*

Felkért hozzászóló: *Kovács Pál.*

Az ankét eredményeinek összefoglalása és az előterjesztett javaslatok ügyében határozathozat. — Tartotta: *Biczók Imre.*

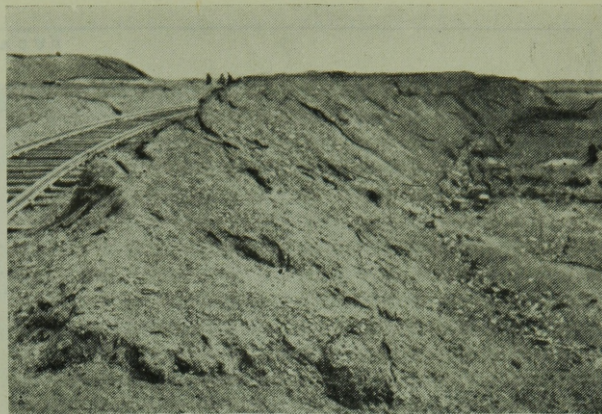
A városi mélyterületeknek feltöltésére állandóan és ingyen nagymennyiségű szemét, ipari salak, építési törmelék és hulladékanyag áll rendelkezésre. Ezeknek szakszerű lerakási módja túlnőtt a természetes talajokkal történő minőségi földmunka építés megszokott keretén, mert nemcsak előtervezési és alapozási probléma, de köztisztasági, egészségügyi, területfelhasználási, terepfelmérési, város-, és zöldterület rendezési, sőt korroziónak is.

Az ankét célja éppen ezért az volt, hogy ezeket a más és más tárcákhoz tartozó feladatokat átfogóan vizsgálja, megállapítsa a hibákat és a tennivalókat, azután pedig olyan javaslatokat hozzon, amelyek megalapozottan az illetékes szervek a városi területek korszerű feltöltésének kérdésénél országos viszonylatban szabályozni tudják.

Az ankétnek gyakorlati jelentőséget adott az a tény is, hogy a Budapesti Városi Tanács az 1955. évi községpolitikai tervébe felvette az új szeméttárolóhelyek kijelölését, hosszúléjárati feltöltési terv kidolgozását, a városi szemétnél feltöltési célokra való hasznosítását. Ezzel együtt jár, a század eleje óta szeméttárolásra kijelölt lőrinci Cséri szeméttelpnek, amely a fővárostól 18 km-re fekszik, beszüntetése. A 950 m hosszú, átlag 24 m magas, 90 kat. hold kiterjedésű Cséri-telep (1. ábra) felszámolásával az ott felhalmozott mintegy 15 millió köbméter érett, humusz-szerű szemétnél mezőgazdasági, töltésepítési és más célokra való hasznosítása is megoldódik.

A Cséri szeméttelp megszüntetésével nemcsak a messzire történő szemét kiszállítás igen nagy költségei maradnak el, de évente mintegy 800 000 köbméter városi szemét fog tudni a Fővárosi Köztisztasági Vállalat Budapest mélyterületei feltöltésére biztosítani. Ezzel nagy lehetőségek nyílnak meg a hatékony városrendezés előtt, hogy a beépítésre kijelölt mélyfekvő telkeket kellő időben, költségmentesen, a városrendezési tervben előírt magassági szintekre, korszerű módon feltölthesse.

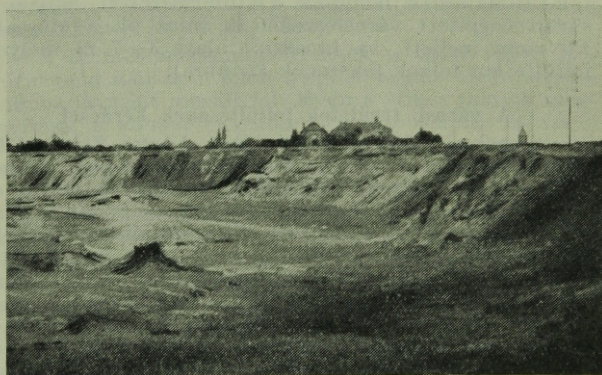
Az iparosodással együtt jelent meg a kultúrfeltöltések legismertebb anyaga a gyári salak, az ipari hulladék és a bányameddő. A feltöltési anyagok osztályozásával, szétválogatásával, összetételük vizsgálatával és feltöltési célokra való lerakásával, az azokat összegyűjtő köztisztasági vállalatok foglalkoztak. A külön



1. ábra. Cséri-telep.



2. ábra. Műszaki Egyetem melletti mély-terület.

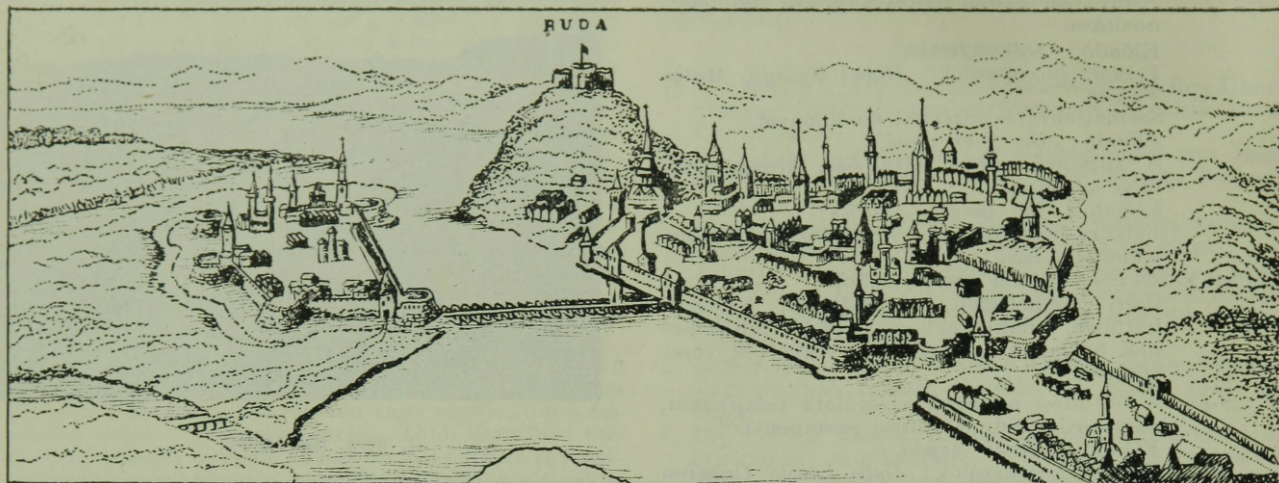


3. ábra. Téglagyári gödör. Sashalom.

kezelt gyári salakok, bányameddők, valamint más ipari hulladékok azonban nem képezték a köztisztasági, egészségügyi, előtervezői és a vegyszeti ellenőrzés tárgyát, ezért azok szállítása, lerakása felelőtlenül folytatható.

A túltöltésekkel, szakszerűtlen lerakásokkal, káros vegyi hatásokkal milliós építési, szállítási és más károkat okozó szerte-szert partizán lerakatok jelentős részét ezek képezték és képezik ma is. Budapesten mintegy évi 400 000 köbméter gyári salak és hulladék, valamint hozzávetőlegesen 100 000 köbméter építési törmelék lerakása történik így, minden ellenőrzés nélkül. Szerves fertőzősségű, valamint a lúgos, savas anyagok lerakásának köszönhető az is, hogy szerves és vegyi anyagokkal, savakkal, lúgokkal fertőzött talajok területe egyre nő. Népgazdasági érdekek követelik a feltöltési anyagok egységes irányítását, ellenőrzését és lerakását. Ezen feladat megtárgyalása szintén súlyponti kérdése lett az ankétnek.

A közegészségügy, az építési talajaink védelme és



4. ábra. Buda, XVII. század.

számos más közérdek követeli meg a feltöltések terén mutatkozó túrhetetlen állapotok megszüntetését, a hibák nyílt felvetését, kitárgyalását, a feltöltési problémák átfogó országos rendezését. Ehhez szükséges volt a feltöltések különböző kérdéseinek, anyagainak, a szemétkerakási eljárásoknak, a feltöltésre váró mélyterületek nagyságának megvizsgálása.

A századfordulóra a folyók mentén fekvő városainkban a súlyos árvízkarok, vízzel elöntött pincék-, lakások-, közterületek miatt, hatalmas méretű feltöltési munkák indultak meg. A feltöltési és tereprendezési munkák még a külterkeken is megelőzték az építést. Az első világháború óta azonban a feltöltések leálltak, városaink csak a közterületeket, az utcák, utak, körutak céljára kijelölt területeket töltötték fel, a mélyenfekvő telektömbök pedig feltöltetlenül maradtak. Budapesten nemcsak a külterületeken, hanem a sűrűn beépített városrészekben is, mint pl. a Műszaki Egyetem mellett, az utcaszint alatt 3–7 m mélyen feltöltetlen telkek fekszenek (2. ábra).

A városi területek feltöltésének kérdései

A városi feltöltések kérdéseit Lantos Zoltán FTI osztályvezető ismertette. Megállapította, hogy a feltöltések nagymérvű leállításával a városépítésünk a mélybe kényszerítette az építkezést. Csak így történhetett meg az, hogy sokezer vizes, tüdővést termelő mélybe épített földszintes- és pincelakás keletkezett, amelyek megdöbbentő képet adnak régi építkezéseink antiszociális állapotáról. A fel nem töltött, mélyen fekvő városrészeink területe igen nagy. Ezért ezeknek a feltöltésére hosszúlejtű tervet kell kidolgozni és az ingyen rendelkezésre álló városi szemétkerakási, korszerű lakásával a feltöltési munkát mindenütt megkezdni.

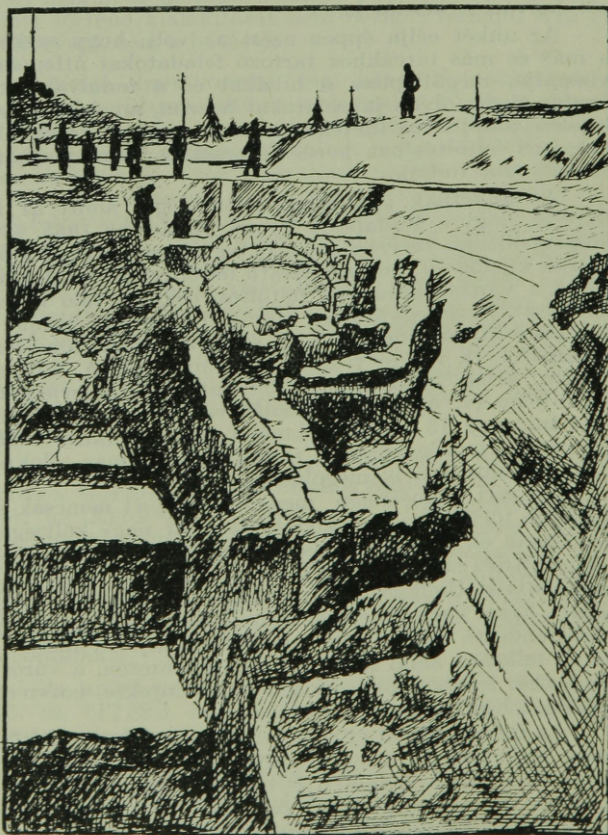
A városi mélyterületek jelentős részét az agyagbányászás, a kőfejtés és a homok kitermelés helyei képezik. Az így keletkezett kisebb-nagyobb, néha 10–30 m mély, több millió köbméter űrtartalmú téglagyári gödreink (3. ábra), ezek az óriási üregek meredek és szakadó partfalaikkal, földesuszamlásaikkal nemcsak életveszélyt jelentenek, de az utolsó száz évben több százmillió épületkárt is okoztak. Az előtervezőnek pedig sok esetben, mint a III. kerületi Újlaki téglagyár bányagödre felett megindult hegyoldal mutatja, alig megoldható feladatokat jelentenek. A tapasztalatok alapján szükséges az agyagbányászás, kőfejtés és homok kitermelések kérdését alapozási, városgazdasági és a más szempontokból rendezni.

Nem szabad a feltöltési anyagokkal történő gazdálkodásnál figyelmen kívül hagyni, hogy a kisebb nagyobb téglagyári gödreink száma mintegy 300 és több ezer hektár területet vesznek el a beépítéstől. Teljes feltöltésükhöz legkevesebb 100 millió köbméter feltöltési anyagra volna szükség. Ezzel szemben a feltöltési célokra rendelkezésre állható szemétkerak, építési törmelék összes mennyiségét évi 2 millió köb-

méterre lehet becsülni. A feltöltésükhöz az összes feltöltési anyag odairányításával is 50 évre volna szükség, ezért a nagy kiterjedésű és nagymélységű gödreink feltöltésénél, annak szükséges mértékét, a városképbe való beillesztését és a felhasználásának lehetőségeit szakmai alaposággal tanulmányozni kell.

Előtervezésnél a kutatógödrök és a talajfúrások tárják fel a feltöltéssel eltemetett régebbi rétegeket, utcaszinteket, az egykori talajt. A fővárosunk is legnagyobb részben vastag feltöltéssel épült fel. Budapest kialakulása folyamatos feltöltéssel járt. A századfordulóra minden gödör, árok, patak, vagy Duna áradmányos terület, szemétkerakodóhelyül is szolgált. A feltöltésben szerepet játszott a szél, a vándorló futóhomok, a por is. Nagyrészt így töltődtek fel Buda és Pest egykori várakai és a Nagyárok, amelyeknek helyét a csatolt XVII. századbéli régi metszet mutatja (4. ábra).

Az építkezések alapozásánál gyakran váratlanul



5. ábra. Római castrum romjai az V. ker. Március 15. téren.

talajban hagyott régi épületrészek, temetők, szükségessé jelentkező betemetett régi árkok, vízjáratok, gödrök, teszik a feltöltött területekre vonatkozó adatok gyűjtését, új feltöltéseknél pedig a feltöltésre kijelölt terület pontos terepfelvételét, és megőrzését a talajtechnikai nyilvántartás számára. A főváros egykori terepszintjén évszázadok alatt kialakult feltöltés tömegét becslés szerint 300 millió köbméternek lehet venni. A legnagyobb mérvű feltöltést a dunamenti városrészekben és a kiemelkedő pleisztocén parton túli külterületeken végezték. A feltöltés vastagsága rendkívül változó. Az V. ker. Március 15 tér parkja alatti egykori római castrum feltárása azt mutatta, hogy a kétezer év előtti terepszint az épülettörmelések, szemétfeltöltéses rétegek alatt 8 méternél mélyebben fekszik (5. ábra).

A múlt évszázad közepéig szerves és szervetlen szeméttel folyt a feltöltés. A későbbi feltöltéseket nagyban elősegítették a mai Nagykörúton, az egykori Nagyrákos túli területek homokbuckái, amelyeket Pest város megindult külterjes fejlődésével el kellett hordani. Csak így lehetett a pályaudvarok kiépítéséhez, a vasútvonalak kivezetéséhez, az új gyártelepek telepítéséhez a sík területeket biztosítani. Az építkezésekhez, az akkori Andrásy út és környéke szabályozásához, a tervszerű feltöltésekhez kiváló feltöltési anyagot és szinte kimeríthetetlen lehetőséget adott a mintegy 100 millió köbméter kitermelt homok és sóder.

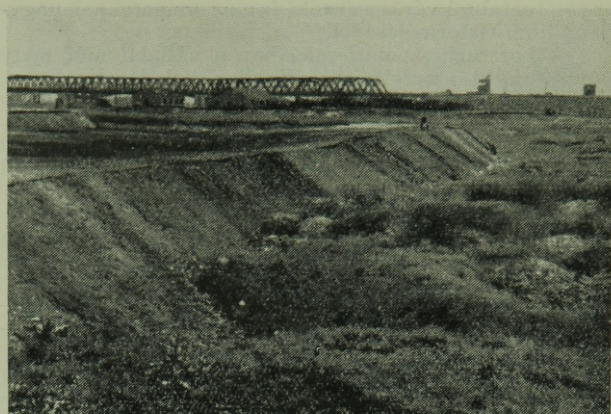
Csak ilyen kedvező helyzetben történhetett meg, hogy a városok ősi feltöltési anyagát, a városi szemetet az előítéletek, közegészségügyi indokolások valamint a partizán lerakatok bűzei és bántó városképei miatt kitiltották városainkból. A homokbuckák kitermelése után, így nem maradt nagyobb tömegű, olesó anyag Budapesten sem a feltöltések számára.

A városaink intézményesen létesített szeméttel-lepei mind messze, a városi területeken kívül fekszenek, ahol primitív eljárással rakják ma is halomba az értékes szemetet és ezzel közegészségellenes állapotokat teremtenek. A higiénie fejlődése, a mikrobiológiai ismeretek elterjedése, a szeméttel lerakatokban és trágyadombokban a hőtermelő, termofil baktériumok működésének tanulmányozása lehetővé tette a városi területeken bevezethető új, korszerű szeméttelrakási módok kidolgozását. Ezeket az új technikákat tette tanulmányozás tárgyává más és más szempontból a Fővárosi Köztisztasági Vállalat és a Földmérő és Talajvizsgáló iroda is.

A nem természetes talajokból épített feltöltések vizsgálatával eddig a talajmechanikai tudomány nem sokat törődött. Idevonatkozóan a hazai előtervezés sem tudta még a sajátos vizsgálati módszereit kialakítani és így a városi területek feltöltésénél az irányítást átvenni. A városi szemétnak, a szeméttel feltöltött területeknek építőipari szempontból való vizsgálata egyre fontosabb, mert az építkezéseink jelentős részét feltöltéseken kell megtervezni. A városi szemét és az ipari salak összetételét, kémiai és fizikai tulajdonságait több évtized óta a köztisztasági vállalatok vizsgálták. Számos közérdekből ez év eleje óta, újra megindult a városi szemétnak feltöltés céljára való alkalmazása, ezért fontos a korszerű lerakás módjának a megismerése.

A megelőző kísérletek kedvező eredményei és az FTI szakvéleménye alapján a városi területek korszerű feltöltése, a különböző helyekről gyűjtött szemétnak tervszerű összeválogatásával, vékony rétegekben, ellenőrzés mellett történő lerakásával, majd gondos földtakarásával történik. Ezzel az irányított feltöltéssel a mélyterületet az előírt magassági szintre feltöltve, tereprendezett és beépítésre alkalmas állapotban veheti át a városrendezés.

A nagy szervesanyag tartalmú, szilárd rothadó szemétnak szakszerű lerakásával, a szigetelő talajréteggel való betakarásával, a feltöltésben biotermikus folyamatok kezdődnek el. A feltöltés hőmérséklete felemelkedik és több hónapon át 60–70 °C-on marad, amely hőfoknál a mikrobák és féregpeték elpusztulnak, a szemétfeltöltésből humusz-szerű, nitrogén és szénvegyületeket tartalmazó televény keletkezik. A szemétfeltöltés szervesanyag tartalmának ártalmas részei el-



6. ábra. Korszerű feltöltés Lágymányoson.

pusztításával, átalakulásával így keletkezett televény már teljesen ártalmatlan, azonkívül nem vonzza a legyeket és a rágeszálókat sem, mert szagtalan.

A 6–10 hónapig tartó biotermikus folyamatok végét a hőmérséklet csökkenése és a feltöltés tömörödése, nagyfokú megüledése jelzi, amelyben még lassú mineralizációs folyamatok játszódnak le.

A fővárosi szemétfeltöltés céljára való hasznosítása

A Fővárosi Köztisztasági Vállalat igazgatója, *Nárai Dezső* előadásában a városi feltöltések céljára alkalmas szemétnak szakszerű összegyűjtését, irányítását, a feltöltésre kijelölt területre szállítását és a korszerű lerakását ismertette. Már eddig számos szovjet, lengyel és cseh szakértő bizottság tanulmányozta a Lágymányoson, az Építőipari Műszaki Egyetem építésére kijelölt területen, a városi szeméttel történő ellenőrzött feltöltést és a legnagyobb elismerésüket fejezték ki. Az eddig feltöltött területet a csatolt képen látjuk (6. ábra).

A szemétfeltöltés megsemmisítésének a Cséri telepi primitív mód már nem felelt meg. A szemétfeltöltésére számos javaslat merült fel. Ilyen a szikes talajok megjavítása, a szemétfeltöltés, a komposztálás és végül a feltöltési célokra való felhasználás. Ismerve a fővárosi szemétfeltöltést, amelyben nagy százalék, 40–45% a rostaalj, vagyis az olyan rész, amely az 1–5 mm-es rostán is átesik és szervetlen, éghetetlen anyag; a szemétfeltöltés nem jöhet számba. Körültekintő vizsgálatok alapján megállapítást nyert, hogy legészszerűbb és egyedüli helyes út jelenleg, a városi szemétnak mélyterületek, a felhagyott agyag- és kavicsbányák feltöltésére való alkalmazása.

Egyelőre nagymérvű komposztálásról sem lehet beszélni, mert ehhez beruházások és gépi berendezések kellenek. Azonban foglalkozik a vállalat komposztálási kísérletekkel és a nagyon nagy szerves-



7. ábra. A szemétfeltöltés prizmás lerakása.

anyag tartalmú vásárcsarnoki és más szemeteknek nagybani humuszttermelésével.

A korszerű szemétkerakásban a vállalat már nagy tapasztalatot szerzett. A legjobban bevált eljárás az, hogy a telepviszonyokhoz alkalmazkodva a kiszállított szemétből trapéz keresztmetszetű, gátszerű töltéseket létesítenek. Ezeket az ún. prizmákat egymástól legalább 1 prizma szélesség távolságra helyezik el (7. ábra). A lerakott töltéseket földtakarással szigetelik, amivel biztosítható, hogy a trapéz 3 oldalról szigetelve van és így biotermikus folyamatok gyorsan megindulhatnak. Ilyen rendszerű lerakásnál a prizmaiban télen 45–50 °C, nyáron pedig 70–80 °C hőmérséklet várható. E hőfokon a káros mikroorganizmusok elpusztulnak, a földtakaró pedig a rothadásnál keletkező kellemetlen bűzöket lefogja.

A szemétnak a város belsejében történő ilyen módon való elhelyezése a vállalatnak jelentős megtakarítást biztosít, a városgazdaság pedig ezzel sok hektár feltöltött értékes területet jut.

Gabos György FTI irodavezető az előadáshoz hozzátartozóan a feltöltési anyagot és eljárásait a mérnök szemével vizsgálta. Ismertetette a feltöltéseknél jelentkező konkrét károkat és a még mindig észlelhető tervszerűtlenségeket. A feltöltéseknél meg kell követelni nemcsak a technológiai, az építészeti szempontokat, hanem az esztétikai megoldásokat is. A salakfeltöltések és a meddő hánnyok az utolsó években, nemtörődomségből milliós épületkárokat okoztak. Szükséges ezért ezek lerakásának feltételeit országosan rendezni. A feltöltések megkezdése előtt rétegvonalas térképet kell készíteni, a feltöltési anyag, kémiai, duzzadákonysági, tömöríthetőségi, hidraulikus tulajdonságai stb. vizsgálatát el kell végezni és kiértékelni.

Matyó Ferenc, mint köztisztasági szakértő a megoldandó feladatokat vállalati szempontból mérlegelte. Ismerte a lehetőségeket, szükségesnek tartja a nagyfokú gépesítést, a technológia részletes kidolgozását, a szemétfeltöltések folyamatos mechanikai, kémiai és biológiai vizsgálatát. Ehhez kapcsolódva Payer Gyula kihangsúlyozta, hogy a korszerű szemétkerakás bevezetésével most már nem az a probléma, hogy mi legyen a szemét sorsa, hanem a legegyszerűbb és a legrovidebb úton történő szemét szállítást kell a lerakóhelyre biztosítani.

Szemét feltöltés kísérleti eredményei

Dr. Tóth Jenő a Műszaki Egyetem Mezőgazdasági Kémiai Technológia Tanszékének adjunktusa azokról a laboratóriumi és üzemi méretű kísérleteiről számolt be, amelyek szakmai és tudományos alátámasztást adtak a Lágymányoson bevezetett korszerű szemétkerakás megtervezéséhez és bevezetéséhez. A kísérleteit az angol, a brenfordi vagy tökéletesített szemétkerakás, a biotermikus úton történő szemét megsemmisítés módszerei alapján végezte. Ez az eljárás egyszerűbb és korszerűbb a költséges szemétkerakásnál, amelyet hazánkban bevezetni, a városi szemét szegényes összeállítása miatt nem lehet.

A különféle feltöltési anyag kémiai és mechanikai összetételét, az utcai és a házi szemét más és más tulajdonságait, a szemét összetétel és az évszakok közötti összefüggést, táblázatokban, grafikonokban mutatta be. Télen a fűtési időnyben a szemétnak nagy a salak- és a hamutartalma, viszont a szerves anyag tartalma alacsony. Nyáron a zöldfeleségek, a gyümölcsök hulladéka magasra emelik a szerves anyag tartalmát. Az összetétel változás miatt, a szemét térfogatsúlya a májusi átlag 540 kg/m³-ról hamarosan leesik 320 kg/m³-re, majd szeptemberben újra emelkedik és november végén már 600 kg/m³-nál nagyobb. Ezek és a közölt más adatok alapokat adnak az előtervezőnek, hogy a szemétfeltöltések minőségét alapozás szempontjából is vizsgálat tárgyává tegye.

A szovjet köztisztasági mérnökök és más szakértők, Vinogradov, Babajano, Krundüsev, Szaltikov, Nikitin és Marzejen kutatásai a biológiai ártalmatlanság módszereit tudományra fejlesztették és a szeméttel való feltöltést a lakott városrészekben is lehetővé tették. Az erősen ülepedő, dolgozó, tömörödő szemétnél a rothadás mértékének és a konszolidáció idejének

kiértékelésére eddig csak hozzávetőleges módszereket tudtak adni. Az előtervezőnek kell kapcsolódnia a különböző tudományágak szakértőivel, hogy a kísérletek eredményeit közösen tanulmányozzák és a megindult feltöltéseken a süllyedésmérési vizsgálatokat, a próbaterheléseket, valamint az alapozásokkal kapcsolatos más kísérleteket megszervezzék.

A kísérleteket közegészségügyi szempontból az Orvostudományi Egyetem Közegészségügyi Intézete és a Járványügyi Intézet szakértői együttesen vizsgálták. Hivatalosan megállapították, hogy a korszerű szemétkerakás a levegőt sem fertőzi, s a feltöltésektől 25 méter távolságra a levegő átlagos sejtszáma azonosnak, sőt sokszor alacsonyabbnak találták az utcák normális 10 000/m³-es sejtszámánál.

A korszerű városi feltöltések közegészségügyi kérdései

Dr. Berényi Alajos orvos, állami közegészségügyi felügyelő előadásában az orvostudomány mai állása alapján fejtette ki a korszerűen lerakott, földtakarással ártalmatlanná tett szemétkerakás előnyeit, a feltöltésre szánt mélyterületek betemetésére alkalmasságát.

Az évtizedes külföldi és a legújabb hazai kedvező tapasztalatok, a kialakult technológiák alapján a korszerű higiénikus szemétfeltöltés szabályozása a Budapesti Városi Tanács intézkedésére megtörtént. Remény van arra is, hogy országos viszonylatban történő szabályozással az összes városunkban is megindulhat a szemétnak ilyen korszerű lerakása. Az egészségügyi kormányzat azért hívta meg erre az ankétára városaink szakértőit, hogy megismerjék az idevonatkozó fővárosi szabályzatot, azt megvitathassák és egyben alkalmuk legyen a Cséri-telep primitív szemétkerakását, valamint a Lágymányoson folyó irányított szemétkerakást és az Újlaki téglagyár veszélyesen megindult oldalfalú gödrei feltöltésének előkészületeit megtekinteni.

A korszerű szemétkerakással, emberi településre alkalmas területté lehet a mélyterületeket hatósági funkcióként, külön költségek nélkül kialakítani. Ez a városrendezés részére rendkívül nagy jelentőségű. Azonban az építés részére is megfelelő talajállapotokat kell teremteni. Ezért szükséges a szemétfeltöltések tömörségét mechanikai beavatkozásokkal, a lerakott rétegek kézi, vagy gépi tömörítésével szabályozni. Mivel az erős tömörítés csökkenti a hőmérséklet emelkedést, a biológiai ellenőrzést is be kell vezetni. Dr. Tóth Jenő, dr. Vitéz István, Fehér Gyula, valamint dr. Jurányi és dr. Csaba kísérletei közegészségügyi vonalon, a Parkgondozó Vállalat a Budapest Városi Tanács szakértőivel együtt részben próbafásítással, részben próbafűvesítéssel zöldterület vonalán vitték előre a szemétfeltöltés kérdését.

Fehér Gyula mérnök, OKI osztályvezető, a szemétfeltöltéssel kapcsolatos közegészségügyi műszaki vonatkozású vizsgálatait ismertette. Kutatásai alapján a korszerű, higiénikus feltöltés bevezetését nemcsak helyesnek, de szükségesnek is tartja.

Dr. Gargalovics László orvos, mint epidemiológus járványügyi szempontból helyesli az irányított, ellenőrzött, biotermikus úton történő szemétkerakás megsemmisítés módszerét. Ezzel szemben a partizán lerakatok veszélyeit állította szembe. Szerinte az orvostudomány a városi területek korszerű szemétkerakása kérdését megoldotta, most az építésügynek, az előtervezőnek kell a maga szempontjait érvényesíteni.

A feltöltési anyagok vizsgálata talajfizikai, alapozási, földmű építési szempontból

Kézői Árpád a Műszaki Egyetem Talajmechanikai Tanszékének tanára a városi szemétkerakás, ipari salakokból, bányameddőkből, építési törmelékekből és más hulladékanyagokból készült feltöltések kérdését tárgyalta. Ezt a legkevésbé ismert területet átfogóan megvilágította és alapozás szempontjából történő kiértékelése módjait megadta.

Megállapította, hogy „Éppen ott, ahol leggyorsabb a műszaki fejlődés — nagyvárosok, bányák, iparvidékek környéke — egyes helyeken hatalmas tömegű hulladék, törmelék, salak gyűlik össze, viszont a város, az ipartelep gyorsan túlnő a régi kereteken, ami azt

jelenti, hogy ilyen feltöltött területeken mesterséges lerakások helyén kell új építményeket létesíteni." Ez a megállapítás szükségszerű követelménnyé tette az előtervező számára, hogy azt a régi mérnöki álláspontot, hogy feltöltéseken építkezni nem szabad, a talajmechanika eszközeivel megdöntse. Lényegbeli különbség a feltöltések és a természetes talajok között, a kedvezőtlen állapot és a nagyfokú heterogénitás.

Kézdi Árpád az eddig hiányzott, gyakorlati értékű vizsgálati módszereket megadja, amelyek alapján a városi heterogén feltöltések minősége, halmazállapota, összenyomhatósága, nyírószilárdsága lealább megközelíthető mértékben kiértékelhető. A feltöltési talajokat alapozási és földmű építési szempontból külön-külön tárgyalja. Megállapította, hogy a régi városi szemétklerakódóhelyek anyaga alapozás szempontjából teljesen alkalmatlan.

Vizsgálati eredményei szerint, 30 éves szemét még mindig nagyon összenyomható és a heterogénitás miatt a ráhelyezett építményekben jelentős süllyedéskülönbségek óriásiak lennének. A szerves bomlás folyamán rendkívül laza szerkezet marad vissza, mely viszont nagyon jól tömöríthető, ezért az ilyen szemét anyag — bár közvetlen alapozásra nem alkalmas — földmunkák építésére nagyon jól felhasználható.

A szeméttel kapcsolatos ezen megállapítások lehetőségét nyújtanak arra, hogy Dr. Tóth Jenő és Fehér Gyula kísérleteihez kapcsolódva a minőségi szemétklerakás módjai kidolgozhatók legyenek.

Galli László, a MÉLYÉPÍTÉSTERV irodavezetője, hozzászólásában Kézdi Árpád által megadott módszereknek bevezetését, a feltöltésekben történő tudatos és tervszerű kísérletezések megszervezését javasolta. Részletesen ismertette az előtervező feladatait és különösen kihangsúlyozta a hidrológiai szempontokat, azt, hogy vízbe szemetet rakni nem szabad.

Cziglina Vilmos FTI osztályvezető Kézdi Árpád előadását azzal kívánta kiegészíteni, hogy szükséges a különböző feltöltésekre az újfajta alapozási módokat kidolgozni. Külföldön a városi szeméttel történt feltöltéseken kiszélesített fejű cölöp, robbanófejű cölöp, kompresszor cölöp alapozási kísérletek folytak. Ezek alapján mint az építőipar fontos feladatát, az újfajta cölöpözési kísérleteket nálunk is be kell vezetni és feltöltéseken kikísérletezni.

A korszerű feltöltés városrendezési kérdései

Szimély Károly építész, a Budapesti Városi Tanács Városrendezési és Építési osztálya főépítész helyettese ismertette a városrendezés és a városfejlesztés perspektivikus tervébe beillesztve, a városi mélyterületek feltöltésének kérdését. Az előre nem látó városrendezés hibájából felelőtlen agyag- és homokbányászás, kőkitermelés folyt olyan területeken, ahol alig felbecsülhető károkat okoztak. Talajcsúszások, épületsüllyedések, utátépítések, közmű pusztítások milliós kárai és az elrontott városkép jelzik legszebb budai vidékeinken a megfelelő ellenőrzés elmulasztását.

A feltöltés terén igen nagy feladatokat kell megoldani. A Tanács ezért karolta fel a városi szemétnek feltöltés céljára való korszerű alkalmazását és kérte fel az FTI, valamint a többi illetékes szerv szakértőjét, hogy a városgazdaság szempontjából legmegfelelőbb feltöltési mód kialakulhasson. A városfejlesztésünknek elsőrendű érdeke ez.

Javasolja, hogy a VKGM az érdekelt nagyobb városok Tanácsaival együtt tegye vizsgálat tárgyává a szemét és a salak, valamint a törmelékanyagoknak tervszerű felhasználása kérdését.

Juhász Miklós, az ÉM Tervezési Igazgatóság Városrendezési osztályának szakértője a hozzászólásában felhívta a figyelmet arra, hogy a mélyterületeink terület felhasználásáról, mielőtt a feltöltéseket megindítjuk, dönteni kell. Ennek megfelelően kell elhatározni, hogy a feltöltésekhez a rendelkezésünkre álló anyagok közül melyiket választjuk. Ezért szükséges a főváros területén a feltöltésre rendelkezésre álló anyagok mennyiségét összeírni, tulajdonságait megvizsgálni, nyilvántartásba venni és a feltöltésekhez tervszerűen irányítani. Ennek érdekében 5 pontból álló javaslatot terjesztett az ankét elé.



8/a. ábra. Ellenőrzés nélküli szemétklerakás.



8/b. ábra. Ellenőrzés nélküli szemétklerakás.

Feltöltések zöldterületi rendezése

Gulácsy Béla a BUVÁTI zöldterület rendezője a feltöltött területek feltöltése alatti és utáni rendezéséről, kertészeti feladatairól szolt. A feltöltéseken jelentkező egyenlőtlen roszakadások, erjedési és korhadási folyamatok azok területét sokáig csak zöldterületek céljára teszik alkalmassá. A felelőtlen, partizán feltöltések, amelyekkel tele van Budapest külterülete, nemcsak az előtervezőnek, de a zöldterület rendezőnek is komoly gondokat okoznak. Elpusztítják a bu-



9. ábra. Épületromokkal feltöltött Vérmező.

muszt, nagy területeket mezogazdasági célra alkalmazhatnánk. Ilyen város-kültelki lerakatot mutat 8/a és 8/b ábra.

A partizán lerakatokon, de még a zöldterület rendező nélkül kialakított korszerű feltöltéseken is, rendszerint a kertek, parkok, erdők kialakítása csak költségkímélő kertészeti utómunkákkal oldható meg. Talaj nélkül nem lehet zöldterület rendezés sem. A Vérmező téglatörmelékes feltöltésénél a humusszal való takarókoskodás a fásításokat, a kertészeti munkákat majdnem lehetetlenné tette. Itt is utólagos humusz ráhordással, talajcserével lehetett a fásítást biztosítani. Azonban még így is nehezen fejlődik a vegetáció. Ezt mutatja a Vérmező látképe (9. ábra).

A talaj biológiai hatásra keletkezik. Ennek feltételeit, a szemét és más feltöltésekben a növényi életfeltételek kialakításának tudományos és gyakorlati alapjait, részletesen ismertette az előadó. Szükségesnek tartja, a zöldterület rendezők hatékony bevonását a városi területek feltöltésébe, azok irányításába. Vizsgálva a Lágymányoson folyó szemét lerakást és Dr. Tóth Jenő kísérleti szemét prizmáit, kidolgozta ezen a téren megindítandó kutatások tervét és azt a 9 pontból álló összefoglaló javaslatot, amit az Anként kellene az illetékes szervek felé továbbítani.

Hergár Viktor, MÉLYÉPTERV irodavezető az előadáshoz hozzászólva kifejtette, hogy Gulácsy Béla előadását hazai viszonylatban úttörő lépésnek tartja. Az előadáshoz több konkrét javaslatot kívánt hozzájárulni, ilyen az a kérése, hogy a feltöltési kísérletekbe az OKI-t szorosabban vonják be és az esetleges bűz keletkezésének megakadályozására a csilisalétróm (NaNO_3) oldatát használják.

A mélyterületek országos szabályozása kérdései

Láng Elemér köztisztasági szakértő, a Város- és Közsgazdálkodási Minisztériumot képviselő csoportvezető főmérnök, előadásában rámutatott arra, hogy a múlt mulasztásait kell az Ankéntnak jóvátenni, amikor az ÉM és a VKGM felé határozatokat hoz a feltöltések rendezésére. Az Anként megtartását a VKGM nagyon időszerűnek tartotta, mert településeinknek utolsó évtizedben bekövetkezett nagy fejlődésében a túrheterogén partizán lerakatoknak, a keletkezett károknak, amit a rendszertelen szeméttörlekások, feltöltések és a mélyterületek okoztak, a vizsgálata előtérbe került.

Ma, amikor a várostudomány sok ága egymáshoz szorosan kapcsolódik, csak az ÉTE által így rendezett, az illetékes szakértőket összefogó Anként lehetett hatékony. Ez biztosította azt a hatalmas szakmai anyagot, amit az elmondott szakelőadások és hozzászólások jelentenek. Régi feladatokat vetett fel az Anként. Budapest-városrendezése már 1932-ben követelte az óbudai agyagbányák beszüntetését, a városfejlesztés érdekeinek betartását, a régi bányagödörök nyilvántartását és feltöltése módjainak kidolgozását. Az illetékes tárcák akkor elzáródtak minden rendezés elől.

Ma a népgazdaságunk érdekeinek védelmében átfogó szabályozásokat kell bevezetni. Azonban a rendelkezések elkészítése előtt a VKGM-nek további széleskörű adatgyűjtést kell megindítani, hogy át lehessen látni a feladatokat és a lehetőségeket. Először is meg kell állapítani a feltöltésre szoruló városterületek, bányagödörök és más mélyterületek pontos nagyságát. A régi és az újabb feltöltéses területek, hánynak, nagyobb salaklerakások, szeméttörlek felvétele is szükséges. Ezután a feltöltési terv kidolgozása következhet. Nyilvántartásba kell venni a várható évi szemét-, salak-, építési törmelék-, bányameddő-, stb. mennyiségét is. Kötelezővé kell tenni a feltöltésre kerülő anyagok laboratóriumi megvizsgálását.

A VKGM a városi területek korszerű feltöltése országos rendezését folyamatba tette, ehhez adott szakmai és tudományos alátámasztást az Anként, valamint értékes gyakorlati tapasztalatokat a Lágymányoson fél év óta folyó szakszerűen irányított feltöltés. Várjuk a munkabizottság javaslatait, hogy azután a szabályozás tervezett az illetékes tárcák és szakértők bevonásával építésügyi, közegészségügyi, városgazdasági szempontból megvitathassuk. A feladatok-

nak egy része annyira speciális, hogy azok kizárólag az ÉM, EÜM hatáskörébe tartoznak. Ilyen pl. a régi feltöltéseken történő építkezéseknél a műszaki irányelvek kidolgozása.

Szabályozni kell az illetékességek kérdését is. Meg kell adni, hogy az előtervezési, ellenőrzési, irányítási feladatokat kinek kell végrehajtani. Szabályozni kell a feltöltési célokra kijelölhető anyagok kötelező vizsgálatát, a fertőzőtt anyagok, savas, lúgos vegyi anyagok, állati hulladékok lerakásának módját is. Be kell venni azokat a büntető rendelkezéseket is, amelyekkel a feltöltések, köztisztasági intézkedések terén vétőket sújtani fogják.

Kovács Pál osztályvezető h. a Budapesti Városi Tanács illetékes osztálya képviselőjében városgazdasági és üzemi szempontokból mérlegelte az Anként megtartását, Nárai Dezső és Láng Elemér előadását. Megállapítása szerint, az Anként jelentősége igen nagy, mert a legkiválóbb hazai szakértők állapították meg azt, hogy a városi területek korszerű feltöltése irányítás és ellenőrzés mellett, városi szeméttel, salakkal, építési törmelékkel megnyugtatóan megoldható. Ezt a lehetőséget városainknak ki kell használni és a köztisztasági vállalatokat a feladatokhoz felfejleszteni. Ennek biztosítására 5 pontból álló javaslatot terjesztett az Anként elé.

Gellért Dénes mérnök az évente deponiákba kerülő kb. 100 000 m³ építési törmelék gazdaságos értékesítésére, beton adalékanyaggá történő felhasználására tett javaslatot. Vizsgálatai szerint a rendelkezésre álló építési törmelék 80%-át hasznosítani lehet.

Sűrű János okl. vegyészmérnök, tudományos kutató értékes szakmai szempontokról, a szeméttörlek és hasznosítás számos új szempontjaira hívta fel a figyelmet. Még számos hozzászólás és írásban beadott javaslat átadás történt, amelyek feldolgozását a munkabizottság vállalta.

Az anként eredményeinek összefoglalása és az előterjesztett javaslatok ügyében határozathozatal.

Biczók Imre elnök záróbeszédében hangsúlyozta, hogy az elhangzott nyolc előadás, a 18 hozzászólás és a mintegy 40 pontban megadott konkrét javaslat olyan gazdag tudományos és szakmai anyagot hozott össze, amelynek feldolgozása fontos népgazdasági érdek. Ezek nemcsak a hibák okait, a tényeket tárták fel, de a kiküszöbölésük módszereit is részletesen megadták. A nagy anyag feldolgozása a szakértők további munkáját követeli meg.

Az anként megmutatta, hogy az építésügyünk gyors fejlődésében, a tudományos építés mai korszakában egymás után kerülhetnek sorba a gazdaságos alapozással, a városrendezéssel, a zöldterület rendezéssel és más tárcák feladataival kapcsolatos olyan kérdések is, amelyekkel eddig nem törődtek. Az anként kérte, hogy az ÉTE a „Magyar Építőipar” hasábjain ismertesse az anként anyagát és továbbra is támogassa a feltöltések kérdését.

Az anként során megállapított hiányosságok részletes vizsgálata, a hibák kijavítása, a szükséges országos szabályozások érdekében a határozati javaslat úgy döntött, hogy az Építőipari Tudományos Egyesület az érdekelt tárcák, társegyesületek és más illetékes szervek szakértőiből szervezzen komplex munkabizottságot, amely a feltöltések kérdéséről tudományos és szakmai alappalossággal továbbviszi, a szükséges javaslatokat közegészségügyi, köztisztasági előtervezési, városrendezési, városgazdasági és zöldterület rendezés vonalán kidolgozza.

A munkabizottság feladata lenne a felvetett konkrét javaslatok tanulmányozása, kiértékelése és bevezetése. Az anként még számos határozatot hozott, amelyeket az ÉTE a Város- és Közsgazdálkodási, az Építésügyi, az Egészségügyi Minisztériumhoz, a Budapesti Városi Tanácshoz terjesztett fel.

Az ankéntot a nagyszámú hallgatóság figyelemmel kísérte, a Csérei szeméttörlek, a Lágymányosi korszerű feltöltés, az újlaki téglagyári gödör feltöltésének helyszíni megtekintésén is 80-an vettek részt.

Lantos László

A tiszapolgári gabonátárház tervezésénél és építésénél alkalmazott új módszerek

CZIGLINA VILMOS

A gabonátárház alapozási munkáiról a Magyar Építőipar 1955. 2. számában Jókúti elvtárs írt érdekes tájékoztatót. Most a munka végeztével érdemes értékelni az alkalmazott módszert.

A mélyalapozási kiviteli módok természetük-nél fogva az építkezést meglássítják és megdrágítják. A jelenleg használatos mélyalapozási módok közül, ha a kútalapozást és a fúrt cölöpalapozást vizsgáljuk, megállapíthatjuk, hogy mindkét kiviteli mód kevésbé van gépesítve és így munkaigényessége nagy. Ha gazdaságosan, gyorsan akarunk dolgozni, akkor feltétlenül gépesítenünk kell, mert ez ad lehetőséget arra, hogy jó-

minőségű munkát gyorsan és olcsón tudjunk elvégezni. A múlt évben, illetve ez év elején láttunk figyelemreméltó kezdeményezéseket úgy a kútalapozásnál, mint a fúrt cölöpkészítésnél.

A polgári siló építkezésénél az F. T. I. javaslatára alkalmazták a visszanyerhető vasköpenyekkel készült kútalapokat. Ennek a kiviteli módnak lényege, hogy a fúrt cölöp kiviteléhez hasonló módon köpenyecső védelme alatt vízalatti kotrással lemennek az alsó teherbíró talajig és utána víz-

X. — +36,70

— +34,95

IX. — +33,20

VIII. — +29,70

VII. — +26,20

— +23,65

VI. — +22,70

V. — +19,20

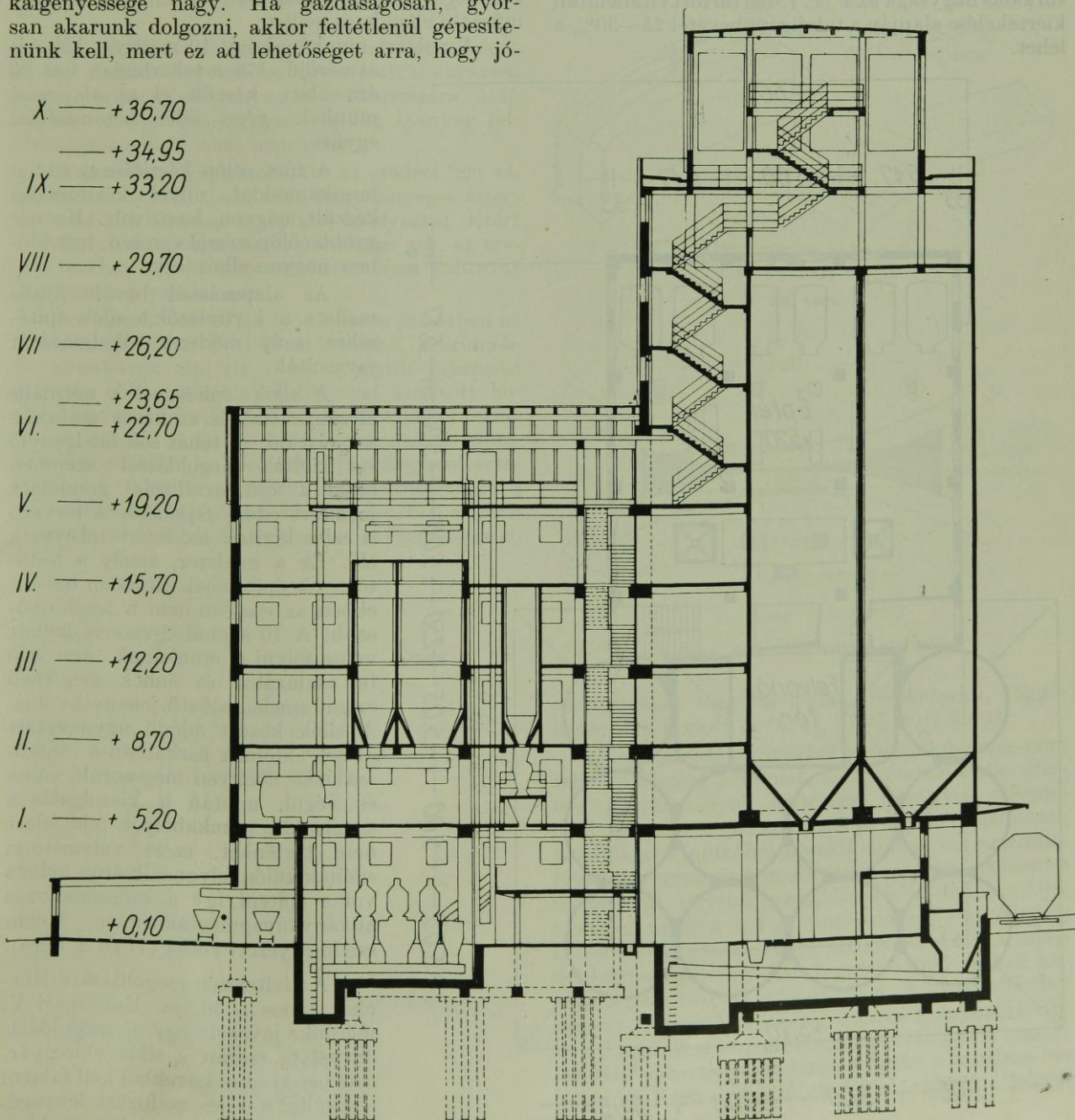
IV. — +15,70

III. — +12,20

II. — + 8,70

I. — + 5,20

+0,10



1. ábra. Gabonátárház keresztmetszete.

alatti betonozással — „Contraktor” eljárással — kitöltik a kutat, miközben a kút-köpenyeket visszahúzzák.

Ezen új kút-alapozási mód készítésének előfeltétele, hogy legyen egy felső 2—3 m-es kötött réteg és a talajvíz szintje ne legyen 2 m-nél magasabb. Az alsó teherbíró réteg 15 m-nél ne legyen mélyebben. Vizsgáljuk most részleteiben, melyek azok a műszaki és gazdasági előnyök, melyet az új alapozási mód nyújt.

1. A kút-alapozás, mivel víz alatti markolással készül, akár épület mellett vagy épületben is kivitelezhető. Nincs roskadási tölcser, nincs szivattyúzás, nincs talajlazítás.

2. A kiviteli módjából következően a fúrt cölöphöz hasonlóan a köpenysúrlódás a biztonsági határon belül számításba vehető. A köpenysúrlódás nagysága az F. T. I.-nél tartott vitadélután kiértékelése alapján a talajigénybevétel 25—30%-a lehet.

3. Folyamatosan végezhető úgy a süllyesztés, mint a betonozás, sőt folyamatosan kell végezni, tehát időben, gyorsan készíthető.

4. Elmarad a kútköpeny készítése, ami zsaluzóanyag, gömbvas megtakarítását teszi lehetővé.

5. Az első munkánál nyert tapasztalatok alapján ezen kút-alapozás gépesíthető legjobban, itt lehet jól működő gépláncot alkalmazni.

Hátránya:

1. hogy jelenleg csak két átmérőben (120—160 cm) állnak köpenyek rendelkezésre, tehát nem lehet minden esetben gazdaságosan kihasználni a teherbírást;

2. a felső kötött réteg és a talajvíz max. 2 méter, magassága csökkenti alkalmazási területét;

3. csak begyakorolt és összeszokott emberekkel végezhető eredményesen és állandó komoly műszaki ellenőrzés mellett.

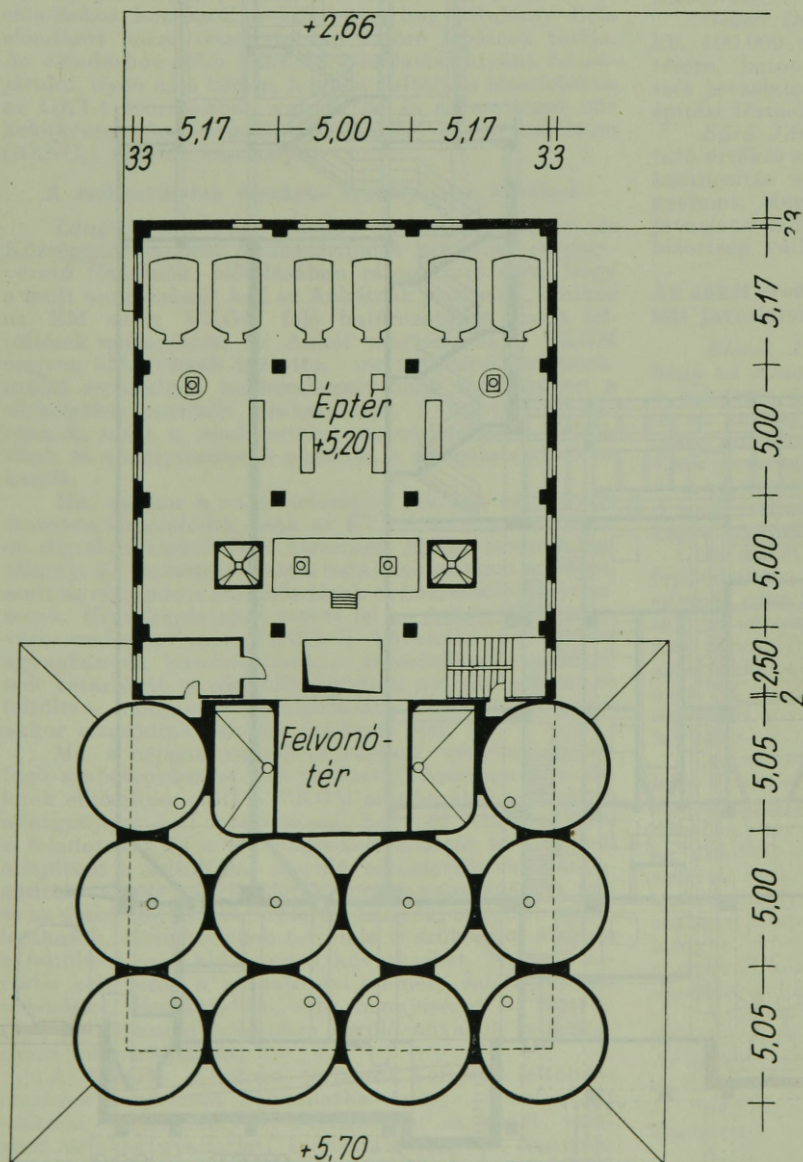
A polgári munkánál egy 10 méteres, 120 cm átmérőjű, 170 t teherbírási kút 30 óra alatt készült el az alapozási munkák vége felé, betonozással együtt.

A fúrt cölöp készítése az eddigi munkamóddal, mivel kézfúrással készült, nagyon lassú volt. Ha nagyobb cölöpozésről van szó, úgy időben nagyon elhúzódik.

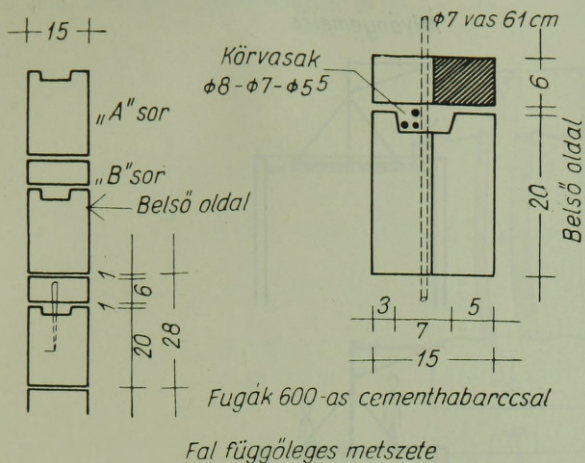
Az alapozásnál bevált újítás mellett a kivitelezők a silók építéséhez is új módszer alkalmazását javasolták.

A silók építésénél a normális állványzattal és szokásos zsaluzással készülő — tehát sok fát igénylő — kiviteli megoldással szemben csak a csúszózsáluzás gondolata jelentett eddig fejlődést. A tervező is ezt a kiviteli módszert irányozta elő. Ez a módszer, amely a hűtőtornyok építésénél kitűnően bevált, ebben az esetben nem a legelőnyösebb. A 10 silónál egyszerre kellett volna folyni a munkának, ami 300 fm zsaluzatot és ennek megfelelő számú emelőorsót stb. jelentett volna. A silók között adódó úgynevezett „káró” idomok sarkaiban a csúszózsáluzás könnyen megszorult volna és végül, miután a kiszolgálás a szomszédos munkahelyek feje felett nem történhet, ezért valamennyi silónak külön felvonóállványt kellett volna építeni, így a csúszózsáluzás állványanyagmegtakarítást nem eredményezett volna (1. és 2. ábra).

A kivitelezés megoldására Hörcher János a 30. sz. Építőipari V. mérnöke javasolt egy új megoldást. Javaslatára szerint a silót előregyártott beton idomkövekből kell falazni — ezáltal a teljes zsaluzást lényegében megtakarítjuk — és ugyanakkor



2. ábra. Alaprajz.

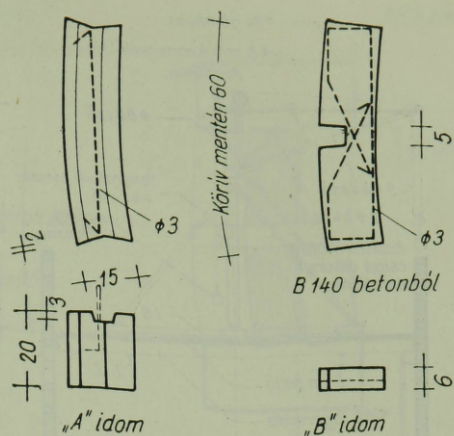


3/a. ábra.

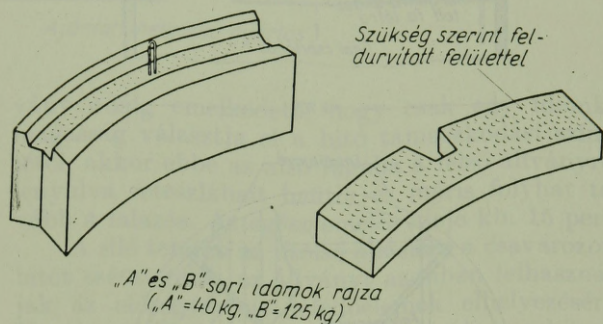
a beton idomkövekből készült falazat lehetőséget ad egy önmelő, egyszintes állvány alkalmazására és így a teljes állványanyag megtakarítására. A 15 rekeszes silóépítményt gyakorlatilag faanyag felhasználása nélkül lehet megépíteni.

A javaslat figyelembevette az eredeti terv elrendezését és célkitűzése volt, hogy lényeges átervezés nélkül lehessen az építést lefolytatni. Ezért a silók falvastagságai, anyagminősége stb. az eredeti tervhez képest nem változott. Nem változott lényegesen a vasalás sem.

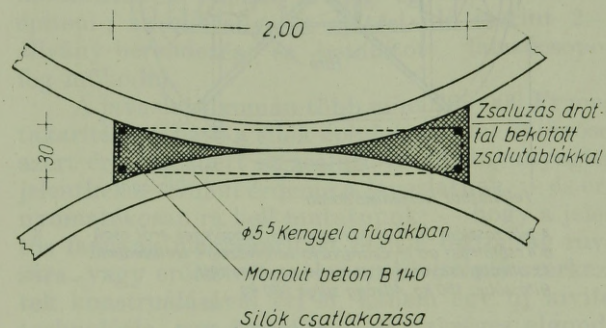
Az idomkövek $15 \times 24 \times 65$ cm-es méretben az ívnek megfelelően B. 140-es betonból készülnek. Az idomkövek alul sík, felül hornyolt kiképzést kapnak, ebben a cementhabarccsal kitöltött hornyban futnak a siló kis átmérőjű vasakból tervezett körvasai. A kötés nélkül elrendezett idomkövek közti hézagba kerülnek a függőleges elosztóvasak. A falazott szerkezet együttműködését a cementhabarcs tapadásán kívül elsősorban a leterhelésből eredő súrlódás, valamint a függőleges el-



3/c. ábra.



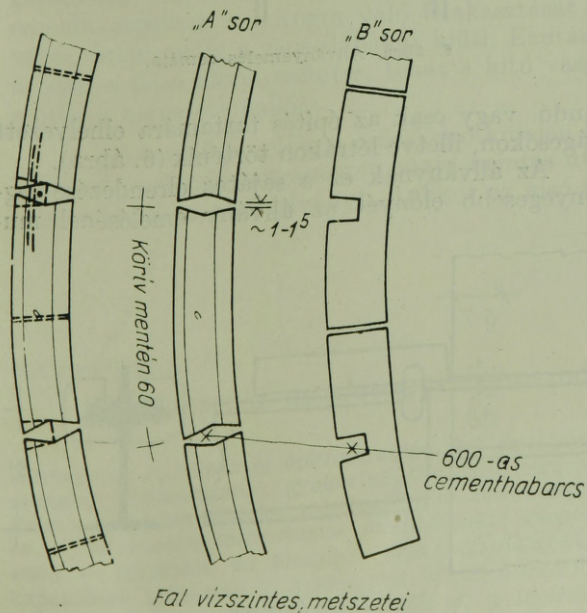
3/d. ábra.



4. ábra. Érintkező helyek zsaluzása.

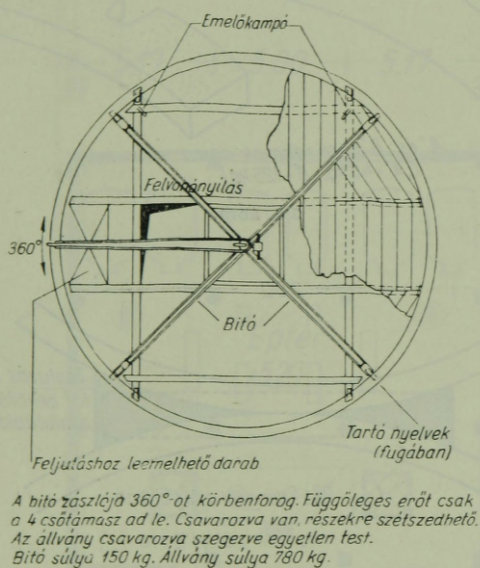
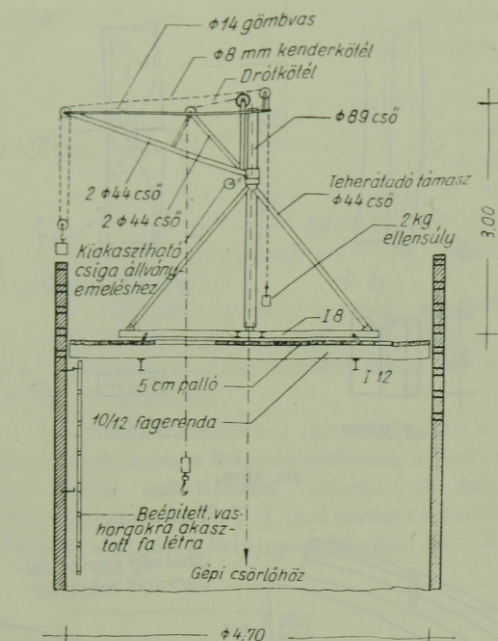
osztóvasakat magába foglaló fecskefarkú, függőleges fuga biztosítja (3. a), b), c) és d) ábra).

Silóknak idomkövekből történő készítése nem teljesen újszerű gondolat, mert részben silók, részben gyárkémények építésénél bizonyos előzményei vannak. A javaslatnak az a része azonban, amelyik az idomkövekből készült silónak ezt az adottságát egyszersmind az állványozás igen szellemes módszerrel történő megoldására is felhasználja, merőben újszerű és figyelmet érdemlő. Az állvány két önálló, egymástól független részből áll. A tulajdonképpeni állvány két I gerendából, rajtuk keresztbetett 4 db fagerendából és a vele szilárdan összeépített pallóterítésből áll. Az I gerendák végein retesz-szerűen működő nyúlványok vannak, melyek laposvas végződésük folytán a fugákba betolhatóak. Ezen a négy lábon áll fel tehát az állvány. (5. ábra).



Fal vízszintes metszetei

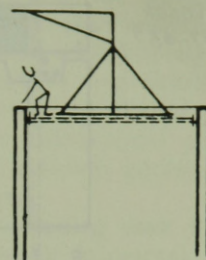
3/b. ábra.



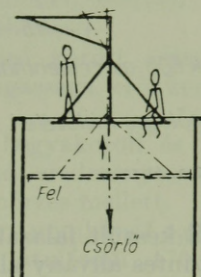
5. ábra. Építőállvány.

Az állvány másik nem kevésbé fontos tartozéka a „bitó”. A bitó X alakban elrendezett és merevített kisszelvényű I gerendából és közepén körbenforgó zászlóval ellátott árbocból áll. Az I gerendák végein itt is reteszszerű nyúlványok biztosítják a bitónak a fugákban történő támaszkodását. Ez a bitó szolgál a középpont közelében az alsó állványon kihagyott, fedővel ellátható és lábdeszkával körülvett nyíláson át az anyag felhúzására, melyet a gyárkéményekhez hasonlóan gépcsörlióval végezhetünk. A zászló végén egy másik csigát találunk, amelyikhez ellensúly kapcsolódik. Ezen csigáról lefüggő horogra lesznek az idomkövek egyenként ráakasztva és miután az ellensúly az idomkövek saját súlyát kiegyenlíti és a zászló 360 fokban körben forgatható, így a falazás a 80 kg-os elemsúlyok ellenére súlytalan testekkel, könnyen és pontosan történik. Személyeknek az állványra való feljutása a siló belsejében a falra erősített ál-

Állványemelés

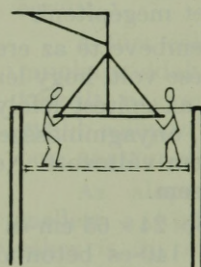


4



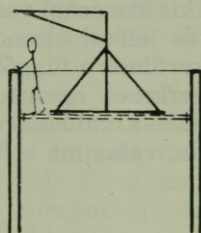
3

Az állványt a csörlió felhúzza; rögzítik



2

A darut kézzel fel-emelik és rögzítik

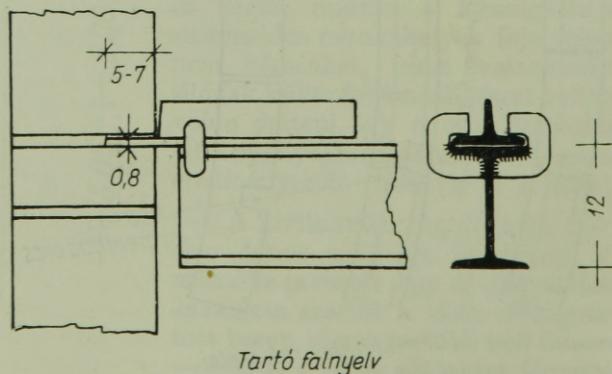


1

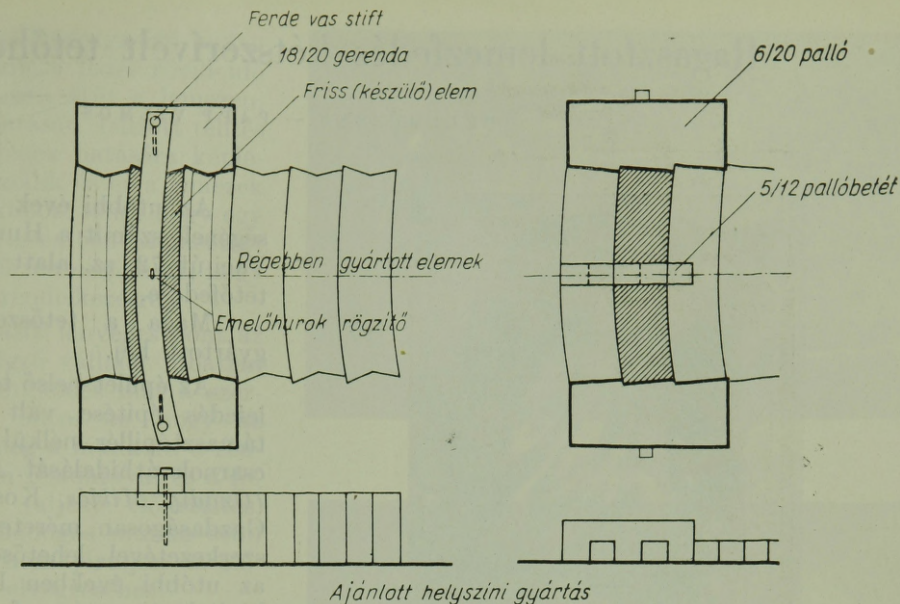
6. ábra. Állványemelés sémája.

landó, vagy csak az építés tartamára elhelyezett hágsókon, illetve létrákon történik (6. ábra).

Az állványnak ez a sajátos elrendezése leg-lényegesebb előnyét az állvány emelésénél mu-



7. ábra. Állvány rögzítése fugában.



tatja. Ezt az állványt ugyanis egyazon siló építése alatt nem kell szétszerelni, az állvány önmagát emeli és ugyanakkor a teljes biztonság követelményeit is kielégíti.

Hogyan történik az emelés?

Normál helyzetben az egyik fugán az állvány, a felette levő fugán a bitó támaszkodik. Amikor a kőművesek az idomkövek falazásával kb. 1,50 méter magasságig feljutottak, kerül sor az állvány emelésére. A bitó reteszlábait behúzzák és a kb. 150 kg súlyú bitót négy ember felemeli s a falazat tetejére teszi rá, természetesen a reteszlábak segítségével. Ezután a bitó lábai alatt néhány faékkal biztosítják, hogy a viszonylag friss habarcs a terhelés hatására össze ne nyomódjék, majd pedig néhány pallót tesznek a bitó vasgerendáira és egy ember kivételével ezen a „felső állványszinten” helyezkednek el a dolgozók. Ez az egy ember a gépicsőrlő csigáinak átakasztását és az állvány emelőkampóinak a horogra való felakasztását elvégzi, majd pedig a reteszlábakat kiüti. Ezután ő is felül a felső állványszintre, tehát a bitó vasgerendáira helyezett pallóra.

A gépicsőrlő kezelője a csőrlő drótkötélén jelöli az emelendő magasságot, majd beintés után emelni kezdi az alsó állványt. Amikor az alsó áll-

vány odáig emelkedett, hogy csak egy idomköv magasság választja el a bitó támaszkodási szintjétől, akkor ebbe az alsó fugába a felső állvánnyól lenyulva reteszlábait beütik és máris folyhat tovább a falazás. Az egész emelés ideje kb. 15 perc.

A siló tetején az utolsó állásban a csavarozott bitót szétszerelik, az állványt azonban felhasználják az előregyártott lefedőelemek elhelyezésére. Ezután az állványt is szétesavarozzák és a következő siló alján újra indul az építés. Ennél a munkamódszernél a silókat elvileg egyenként lehetne építeni; az előírányozott építési idő szerint 2—3 állvány-berendezés és betanított falazócsoport fog működni.

A javaslat nyomán több mint 200 000 Ft megtakarítás várható a silók építésénél, ami különösen azért értékes, mert ez zsaluzó és állványanyagban jelentkezik. Külön érdeme a javaslatnak — és erre nyomatékosan rá kell mutatnunk, — hogy a jelentős faanyag megtakarítást nem a biztonság rovására, vagy erőltetett, nehezen kivitelező szerkezetek konstruálásával éri el, hanem egy új kiviteli technológia, egy összefüggő, és egységes elgondolás, egy minden részletében megoldott és könnyen kivitelezhető munkamódszer formájában.

Kíváncsún volna, hogy ez a jó munkamódszer az ország többi silóépítésénél is alkalmazásra találjon!

HAVAS BÉLA:

Az energia gazdaságos felhasználása az építőiparban és az építőanyagiparban

A könyv az építőipar és építőanyagipar hő- és villamosenergiagazdálkodásának gyakorlati kérdéseit tárgyalja. Ezen a területen kiterjed minden fontos technológiára, és — az azonos technológiai szempontokat csoportosítva — igyekszik az általános energiagazdálkodással kapcsolatos igényeket is kielégíteni. A mű üzemi mérnökök és technikusok részére készült és a legszükségesebb elméleti ismeretek tárgyalásával és a gyakorlati

tennivalók rendszerezésével útmutatást nyújt az üzemi energiagazdálkodás feladatainak helyes ellátására. Az egyes fejezetek minden szempontra kiterjedő részletességgel ismertetik energiagazdálkodásunk alapjait a hőenergia és a villamosenergia felhasználási lehetőségeit. A 27 táblázat az energetikusok munkájához szükséges fontosabb adatokat tartalmazza.

176 oldal

67 ábra

Ára fűzve 25,50 Ft

Ragasztott lemezfedés kétszerívelt tetőhéjalemekre

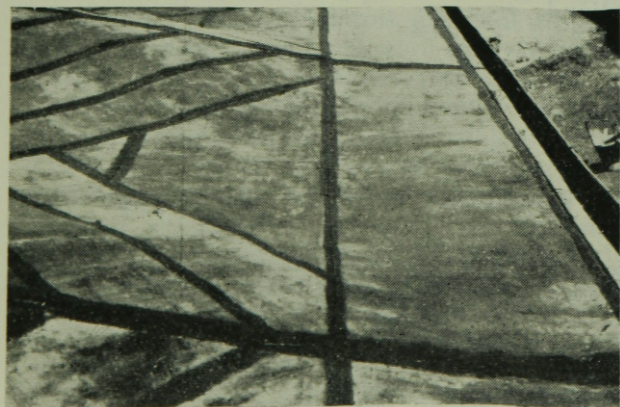
PÉLI JÓZSEF — PAPP VILMOS



1. ábra.



1/a. ábra.



2. ábra.

Az utóbbi évek egyik tetőfedési különlegességének számít a Hungária Vegyiművek, Újpest, Váci-út 72. sz. alatt épített bőrmosó épületének tetőfedése.

Maga a tetőszerkezet is újszerű; előre-gyártott héj.

Az épület belső technológiája miatt itt olyan lefedés építése vált szükségessé, amely belső támasztópillér nélkül oldja meg a 20 m széles csarnok áthidalását. A feladatot az IPARTERV (Gnädig Miklós, Kossuth díjas) oldotta meg. Gazdaságosan méretezett, könnyű, újszerű héjszerkezetével lehetőséget nyújtott arra, hogy az utóbbi években készült egyszerű lapostetők kivitelezése után a fedést végző szakipari vállalat (É. M. 12/3. sz. Tetőfedő és Szigetelő Vállalat) is bebizonyíthassa szakmunkásaival azt, hogy a tetőfedőipar képes nagyobb műszaki felkészültséget kívánó munka elvégzésére is.

Egy épület megépítése után a tetőfedő az, aki munkájával lezárja az elkészült épületet. Az épület esztétikai hatását, de legfőképpen használatosságát nagyban befolyásolja az, hogy milyen a tetőfedő munka minősége, még ha egyszerűbb kivitelű fedésről is van szó. A ragasztott lemezfedések közül a különleges fedéllemezrel (bőrlemezrel) készült fedések a legmutatósbabak, s ha a tetőfedő szakmunkás jól oldja meg feladatát olyan fedés készül, hogy az valójában az épület szép- és minőségileg kifogástalan befejezését jelenti.

Minden rendszerű bőrlemez felsőrétegű lemezfedésnél lényeges az, hogy a munka megkezdése előtt lemezfektetési terv készüljön. A lemezfektetési terv a lefedendő szerkezet méreteiből és alakjából indul ki, s ha a födém több különböző, de egyforma méretű tetősíkból tevődik össze, akkor különösen ügyelni kell a lemezek egyforma leszábására és ragasztására, mivel a fedés befejezése után a látható élék átkenésénél azonnal látszanak az esetleg eltérő lemezméretek, s ez akkor már nem javítható.

Ügyelni kell arra, hogy az egyes síkok találkozásánál a lemez a hajlatokból ki ne húzódjék, s ennek megoldása néha nagyobb probléma, mint maga a fedés elkészítése.

Különös gondot igényel a lemezek rögzítése is. Fontos a ragasztóanyag helyes megválasztása, figyelemmel a tető lejtésére, szegezésnél pedig lényeges annak megállapítása, hogy az aljzat szegezhető-e, vagy szükséges rögzítő lécek beépítése az aljzatba. Meg kell vallani, anyaggyártó vállalatunk készítményei még sok kívánni valót hagynak maguk után. Gyakran előfordul, hogy a munkahelyre kiszállított bitumen nem a kívánt olvadáspontú, tele van vízzárványokkal és egyéb szennyeződésekkel (1. és 1/a ábra), ami a vele dolgozók munkáját megnehezíti. A fedéllemez sok esetben még külön rendelés esetén sem a kívánt lágyu-

laspontú anyaggal telített, s ha a felragasztó anyag és a telítő anyag nem egyezik, a fedés rövid idő múlva megfeketedik, a bitumen átüt a lemezen, s a fedés elveszti esztétikai hatását. Túlzott telítés esetén a lemez a nap melegének hatására képlékeny lesz, a szegezésből kihúzódik és ez a lemezek szétesésűsítését eredményezi. Ahhoz, tehát hogy egy tetőfedés megfeleljen a vele szemben támasztott követelményeknek, elsőrendű fontosságú az, hogy megfelelő anyagok álljanak rendelkezésre.

Kiviteli szempontból másik lényeges pont az építő vállalat és a fedést végző vállalat hibátlan együttműködése. Az együttműködés már a szerződéskötésnél kezdődik és fontos az, hogy az alvállalkozó időben kapja meg a munkára a rendelést, tehát tisztában legyen feladatával és a fedést megelőző munkáknál (aljzat előkészítés, különleges követelmények, bádogos munka stb.) esetleg szakmai tanácsaival hozzájáruljon az előkészítési munkák szakszerű elvégzéséhez.

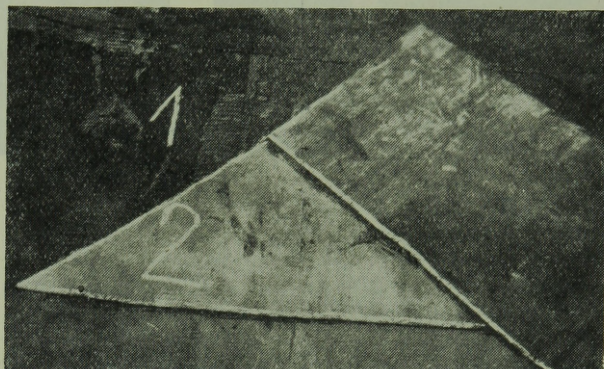
Sok szó elhangzott már tervező és kivitelező együttműködéséről — arról, hogy mennyire fontos az, hogy a tervező a kivitel problémáit előre megbeszélje a kivitelezővel, s a megbeszélésből kialakuljon a helyes kiviteli mód. Az együttműködés e munka esetében példamutató volt, miután a tervezés közben a tervező véleményét kért a fedés kiviteli módjára.

Mivel a vb. héjszerkezet előregyártott és több elemből (12 db) áll, felmerült többféle kiviteli mód. A plasztikus bitumen-tapaszbevonat fedés gondolatát kizárta az a tény, hogy a kiviteli mód esetén a meglévő szerkezetre még egy különleges betonréteget kellett volna készíteni, ami már meg nem engedhető súlytöbbletet jelent. Tekintettel arra, hogy az egyes tetőelemek kétszer íveltek (2. ábra), textília-anyag felhasználása is felvetődött, ezt azonban az anyag rendkívül nagy költsége miatt ((kb. 102,— Ft/m²) kellett elvetni.

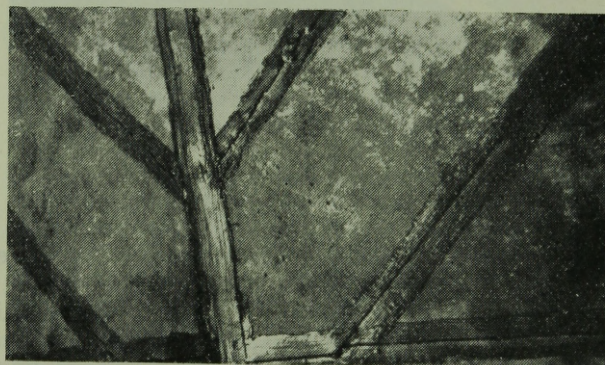
Maradt az utolsó lehetőség: a ragasztott lemezfedés. A tervező által elgondolt első lemezfektetési terv nem volt megfelelő, mivel a lemezek átlós irányban való fektetése esetén az ívelés miatt egy oldalon a lemezszélek mindig vízfolyással ellentétesen helyezkedtek volna el, azonkívül ugyancsak az ívelés miatt a teljes tekercs-



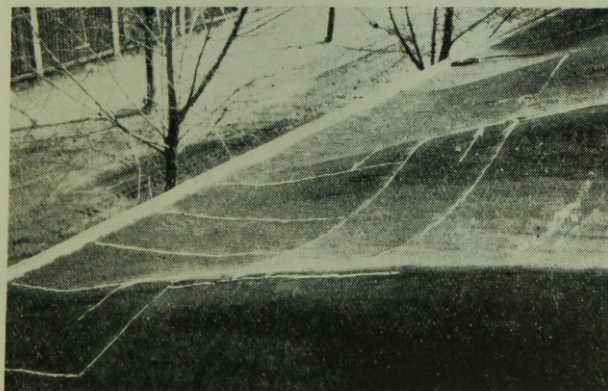
3/a ábra.



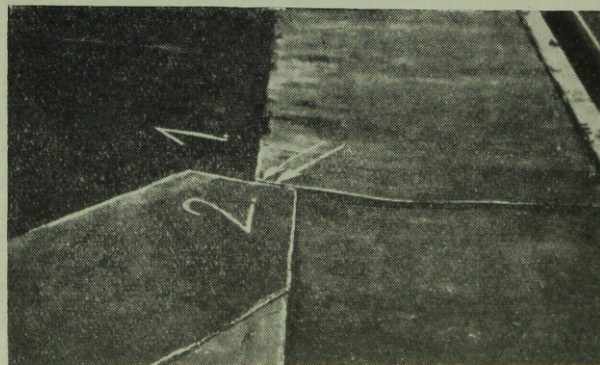
4. ábra.



4/a ábra.



3. ábra.



5. ábra.



6/a ábra.



7. ábra.



7/a ábra.



6. ábra.

szélességű ($1,00 \text{ m}^2$) lemezek felfekvése a felületre nem volt kielégítő.

Néhány hetes fejtörés és néhány helyszíni kísérlet után kialakult a helyes lemezfektetési mód (2. ábra). A munka megkezdését azonban gátolta az időközben beállott fedésre nem alkalmas időjárás. Hogy az aljzat és az épület belső felülete megmeneküljön az időjárás okozta károktól, az egész tetőfelület hideg bitumen máz (ÉKIN 149) bevonatot kapott, s ezzel egy-két jelentéktelen kis mennyiségű felülettől eltekintve az aljzat hiba nélkül vészelt át a téli időjárást.

A megfelelő időjárás beálltával megkezdődött a fedés első rétegének ragasztása. Már az első lemezzréteg ragasztásánál irányelvnek kellett tekinteni azt, hogy az átfedések ne vízfolyással ellentétes irányúak legyenek, tehát az első rétegnél a lemezeket úgy kellett szabni, hogy egy teljes tetőelem — szélességet betakarjanak, de az elemek kétoldali gerincén 10–10 cm-rel túlnyúljanak (3-3/a ábra). Az egyes elemek kapcsolásánál képződött gerincéleknél az összebetonozás előtt falécek lettek elhelyezve és a lemezzrétegek erre fedéllemez szeggel lettek rögzítve a teljes felületi

ragasztáson kívül. A gerincélekre való rögzítésen kívül minden egyes lemez darab az aljzatra is rá lett szegezve.

Az első lemezzréteg ragasztása után következett a nehezebb munka, a második lemezzréteg ragasztása. A lemezek teljes felületű felfekvése érdekében nem lehetett teljes tekercsszélességű lemezeket elhelyezni. Az elvégzett kísérletek a féltékercs-szélességű (50 cm) lemezek felfekvését mutatták a legtokéletesebbnek, így a második lemezzréteg minden egyes darabja, kivéve a párkányrészekben ragasztott lemezeket, 50 cm-es szalagból készült.

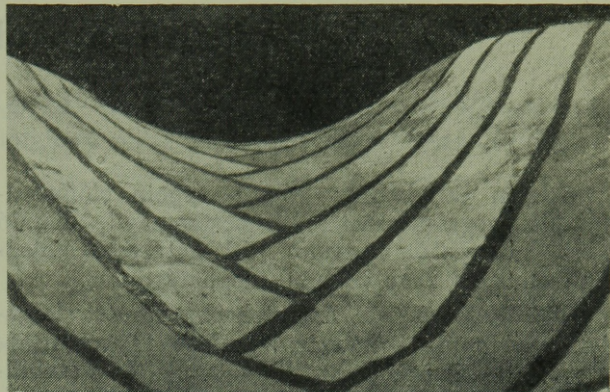
A munkát az egyes elemek kiközepelésével kellett megkezdni. E középvonal lett a fedés rétegének közép-, illetve gerincvonala. Minden egyes



8. ábra.



9. ábra.



10. ábra.

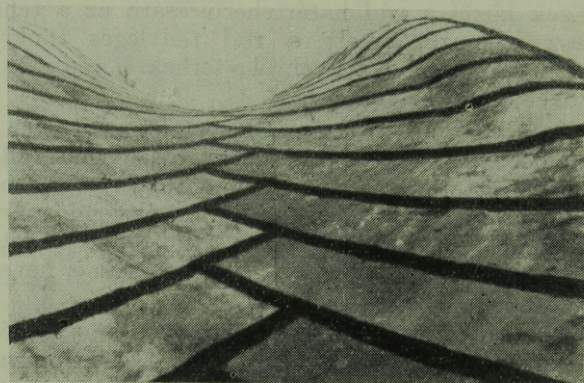
lemezdarabnak pontosan e középvonalhoz kellett illeszkednie, mert az ebből való esetleges eltérés az egyes lemezek vízfolyással ellentétes elhelyezkedésére vezetett volna, valamint az élek lekenése után a fedés esztétikailag sem lett volna kielégítő, a középtől eltérő gerincevonalak miatt. A második réteg első lemezdarabja egy teljes elemszélességre lett leszábva, majd ennek ragasztása után a középvonalra egy háromszög alakú lemezdarab lett ragasztva (4. ábra), amely a fedés induló irányának fixpontja lett. Ettől jobbra-balra elhelyezkedő következő lemezdarab hosszúságát az elem kétoldali gerincevonalai szabta meg. E lemezdarabok végeit ismét háromszögűre kellett vágni, most már figyelembe véve a lemezek előírt 10 cm-es átfedését (5. ábra). A kiinduló lemezek ragasztása nagy figyelmet és pontosságot igényelt, miután e lemezek pontos elhelyezkedésétől függött a következő lemezdarabok fekvési iránya. Az elemek gerincrésznél a lemezek átfedés nélkül lettek egymásmellé ragasztva, illetve az előre elhelyezett falécre lettek szegezve. A lemezek átfedését itt azért nem lehetett elkészíteni, mert a nap szívó hatása még szegezés esetén is felhúzza a lemezszéleket, ezért a gerincen egymás mellé érő lemezek egy 10 cm széles molinócsíkkal lettek leraasztva, majd utána ragasztóanyaggal bevonva (6—6/a ábra).

Az elemek meredeksége miatt és a zsírkő-por hintésű lemezek csúszóssága miatt ügyelni kellett, hogy baleset ne forduljon elő, vagy esetleg a forró ragasztóanyaggal telt kenőveder fel ne boruljon. A szakmunkások csúszását lefektetett járódeszka akadályozta meg (7—7/a ábra), a kenőveder feldőlését pedig a vederre erősített faléc.

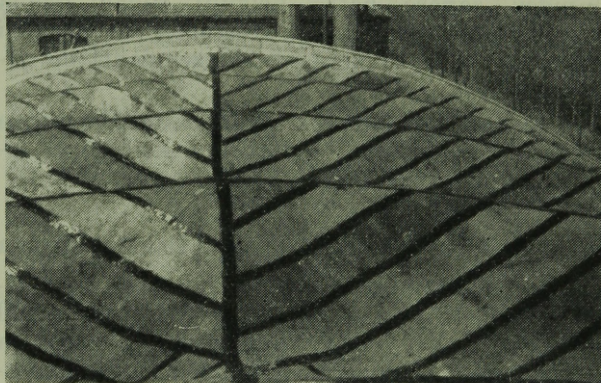
A második lemezréteg minden egyes darabja az aljzatra rejtett szegezéssel nyert rögzítést, a teljes felületi ragasztáson kívül (8. ábra).

A fedés elkészülése után a látható élek lekenése következett (9. ábra), majd ezután már kialakult a födémsíknak megfelelő újszerű lemezfektetés, a halszálkarendszerű fedés (10, 11, 12 és 13. ábra).

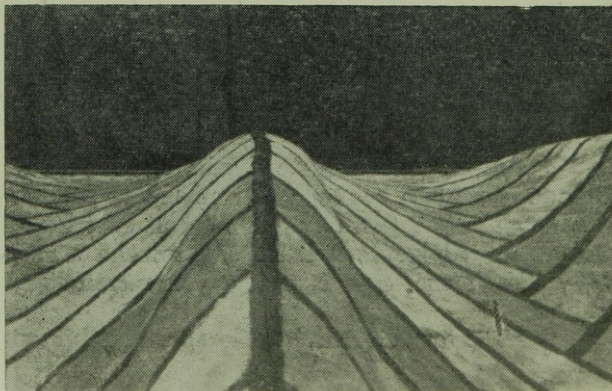
Az épület, majd a tetőfedés elkészült; tervező, kivitelező tudásuk javát adták a problémák megoldásához, s ennek eredménye, nem maradt el.



11. ábra.



12. ábra.



13. ábra.

A nyomott rúd határteherbírása

BÖLCSKEI ELEMÉR

Jelen tanulmány célja a végein előfordulhatóan megtámasztott, egyenestengelyű, állandó keresztmetszetű nyomott rúd határteherbírása elméleti úton történő meghatározása.

A nyomott rúd határteherbírájának vizsgálatát három — egymástól szinte független — kérdés, a szilárdsági, az alakváltozási és a stabilitási határállapot, vizsgálatára kell felbontani. E határállapotok mindegyikét általában más-más teher (pl. adott külpontosságú erő) idézheti elő. Ezek közül a rúd határteherbírása az a teher lesz jellemző, amely a rúd tényleges tönkremenetelét idézi elő. Ezekről a terhekről a következőket állapíthatjuk meg:

A nyomott rúd tönkremenetelét az a teher is előidézhetheti, mely a rudat szilárdsági határállapotba juttatja. (Adott csuklóponthoz viszonyított külpontosság esetében teher helyett elegendő erőről beszélni, és azt az erőt, mely a rúd tönkremenetelét előidézi, más szóval kritikus erőnek is nevezhetjük.)

Az alakváltozási határállapot bekövetkezése általában még nem jelenti a rúd tönkremenetelét.

A stabilitási határállapotról pedig csak tökéletesen egyenes és ideálisan központos terhelésű (minden zavaró hatás nélküli) rudak esetén beszélhetünk. Ilyen rudak esetében a stabilitási határállapot a tönkremenetel szempontjából jelentős lehet.

Fenti megfontolások alapján a továbbiakban csupán a szilárdsági határállapot kérdésével fogunk foglalkozni.

1. Az ideális alakzat tulajdonságai és határállapota

A műszaki szilárdságtan valamely kérdésnek elméleti úton történő megválaszolásánál kénytelenek vagyunk a valóságos alakzatot (a vizsgált rúd geometriai jellemzőit, megtámasztását, anyagát stb.) ideális alakzattal helyettesíteni, s ugyanakkor definiálnunk kell az ideális alakzat határállapotát is.

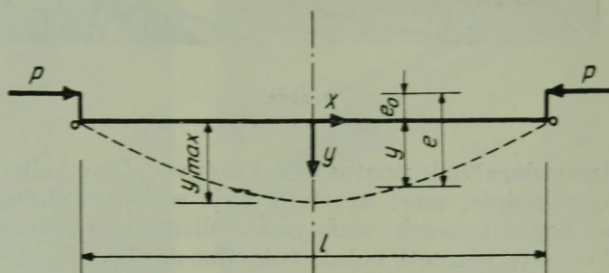
Jelen tanulmány tárgyát alkotó elméletben feltételezett ideális alakzat egy olyan rúd, amely mindkét végén elfordulhatóan van megtámasztva, s terheletlen állapotban tökéletesen egyenes (1. ábra).

A rúd keresztmetszete a rúd teljes hosszán állandó és csupán két övből áll, melyeket a teherviselésben részt nem vevő képelt szerkezeti elemek úgy dolgoztatnak együtt, mintha a szelvény két része egy összefüggő keresztmetszet lenne.*

E rúd követi a Navier-féle törvényt, vagyis

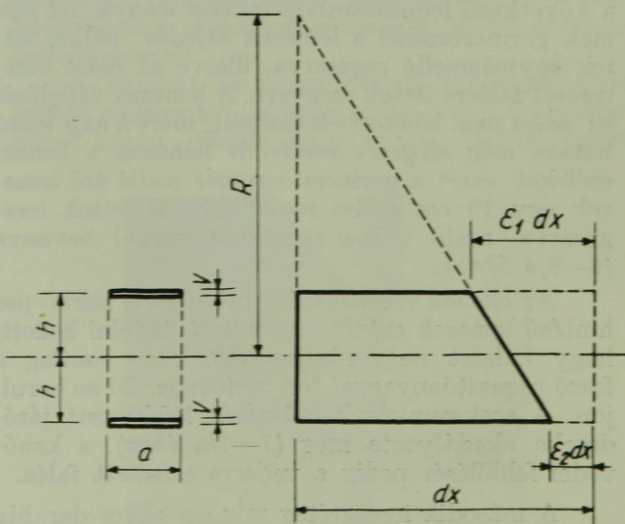
*Ezt a megszorítást csupán a számítási nehézségek kiküszöbölése céljából tesszük.

keresztmetszetei az alakváltozások során síkok maradnak még akkor is, ha a rúd egyes szálainak hosszváltozásai a Hooke-féle alakváltozási tartományon — a rugalmas tartományon — kívül esnek (2. ábra).



1. ábra.

Ezen ideális alakzat terhelése legyen minden esetben párhuzamos a rúd eredeti tengelyével és ennek az erőnek a csuklóponthoz viszonyított e_0 külpontossága legyen a rúd mindkét végén azonos (1. ábra). Megjegyezzük, hogy e_0 -val az erőnek a csuklóponthoz (vagyis a rúdvégek elfordulási középpontjához) viszonyított külpontosságát jelöljük, míg e jelenti az erőnek a keresztmetszet súlypontjához (a meggyömbült rúdtengelyhez) viszonyított külpontosságát, vagyis $e = e_0 + y$.



2. ábra.

Ismeretes, hogy a nyomott rúd határteherbírást a rúdtengely meggyömbült alakja döntően befolyásolja, a meggyömbülés mértéke pedig a rúd anyagának szilárdsági tulajdonságaitól — pontosabban az anyag nyúlás-feszültség diagrammjától — függ. Jelen tanulmányban az anyag nyúlás-feszültség diagrammjára különleges kikötést nem teszünk, tehát az tetszés szerinti (pl. ideálisan rugalmas, rugalmas-plasztikus vagy ideálisan

plasztikus) anyagra vonatkozó nyúlás-feszültség diagramm lehet.

Ha feltételezzük, hogy a rúd anyaga rugalmas-plasztikus anyag, akkor a kérdést teljes általánosságban tárgyaljuk, tekintettel arra, hogy az ideálisan rugalmas, ill. az ideálisan plasztikus anyagok a rugalmas-plasztikus anyagoknak csupán speciális eseteit jelentik.

Vizsgáljuk tehát a rugalmas-plasztikus anyagok esetét, vagyis tételezzük fel, hogy a feszültség növekedése ill. csökkenése esetén a nyúlások változása nem ugyanazon nyúlás-feszültség diagramm szerint történik. Ennek a körülménynek figyelembevétele megoldható oly módon, hogy kétféle nyúlás-feszültség diagrammot vezetünk be, mégpedig egyiket arra az esetre, ha a feszültség növekszik, a másikat pedig arra az esetre, ha a feszültség csökken. Tehát ez esetben a nyúlás-feszültség diagrammok az

$$\varepsilon_n = f(\sigma) \quad (1)$$

$$\varepsilon_{cs} = g(\sigma, \sigma_a) \quad (2)$$

összefüggéssel írhatók le (lásd pl. a 3. ábra szerinti görbe vonalakat).

Az (1) egyenlet szerinti nyúlás-feszültség diagramm csupán a σ értékétől függ, tehát egyváltozós, míg a (2) egyenlet szerinti nyúlás-feszültség diagramm ezen felül még egy σ_a paramétertől is függ. Ez a paraméter a (2) egyenlet által jellemzett görbék közül éppen azt a görbét határozza meg, mely az $(\varepsilon_n, \sigma_a)$ ponton megy át.

Ha feltételezzük, hogy a csökkenő terhelés mellett érvényes nyúlás-feszültség diagrammok azonos $h(\sigma)$ görbék s egymáshoz képest csupán el vannak tolva, akkor

$$\varepsilon_{cs} = g(\sigma, \sigma_a) = h(\sigma) - h(\sigma_a) + f(\sigma_a)$$

alakba megy át.

Végül még az ideális alakzat határállapotát is definiálnunk kell: ezen ideális alakzat határállapota legyen az az állapot, amelynél a rúd valamely keresztmetszetének egyik szélső szálában határnyúlás (ε_t) keletkezik.

Célunk elméleti úton választ adni arra a kérdésre, hogy a fent leírt ideális alakzatra működő statikus teher két (e_0, P) paraméterének (jellemzőjének) valamelyikét, pl.:

adott nagyságú erő e_0 külpontosságát, vagy adott külpontosságú erő P nagyságát, vagy a központos erő P nagyságát lassan növelvén, a paraméter melyik értékénél juthat a rúd a fentiek szerint definiált határállapotba.

2. Az ideális alakzat belső erőinek elemzése

Az ideális alakzat valamely keresztmetszetét vizsgálva, az egyensúlyi feltételeket az alábbiak szerint írhatjuk fel

$$\frac{P}{2av} = \frac{\sigma_1}{2} + \frac{\sigma_2}{2}$$

$$e \frac{P}{2av} = h \left(\frac{\sigma_1}{2} - \frac{\sigma_2}{2} \right)$$

Ha bevezetjük az átlagos feszültségre a

$$\sigma_a = \frac{P}{2av}$$

jelölést, fenti egyenletekből a rúd homorú, ill. domború oldali részében fellépő feszültségeket a

$$\sigma_1 = \sigma_a \left(1 + \frac{e}{h} \right) \quad (3)$$

ill. a

$$\sigma_2 = \sigma_a \left(1 - \frac{e}{h} \right) \quad (4)$$

összefüggés alapján állapíthatjuk meg.

3. A keresztmetszet határteherbírása

A továbbiakban — a rúdnak valamely keresztmetszetét önmagában vizsgálva — meg akarjuk állapítani a keresztmetszet határteherbírását. Tehát meg akarjuk állapítani azon (P, e) paraméterpárok összességét, amelyek a rúd valamely keresztmetszetében határállapotot idézhetnek elő. Definíciónk szerint valamely keresztmetszet akkor jut határállapotba, ha homorú oldali részében az ε_{t1} törőnyúlásnak, vagy domború oldali részében az ε_{t2} szakadónyúlásnak megfelelő nyúlás keletkezik. Ha a nyúlások és feszültségek között kölcsönös és egyértelmű kapcsolat áll fenn, azt is mondhatjuk, hogy a rúd akkor jut határállapotba, ha homorú oldali részében σ_{t1} törőfeszültség vagy domború oldali részében σ_{t2} szakítófeszültség keletkezik. Tehát

$$\sigma_{t1} = \sigma_a \left(1 + \frac{e}{h} \right)$$

ill.

$$\sigma_{t2} = \sigma_a \left(1 - \frac{e}{h} \right)$$

vagy e -re megoldva, a feltéti egyenletek az

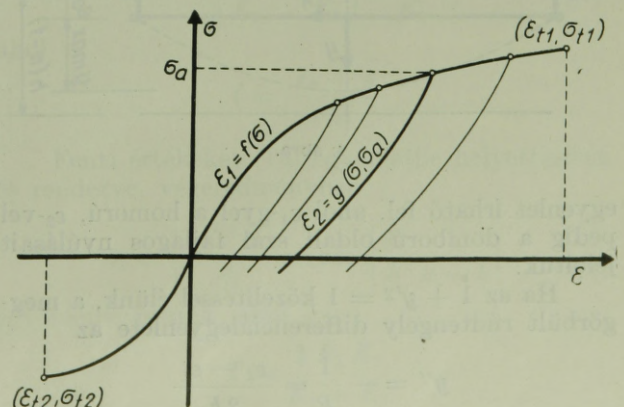
$$e = h \left(\frac{\sigma_{t1}}{\sigma_a} - 1 \right) = h(n - 1) \quad (5)$$

$$e = h \left(1 - \frac{\sigma_{t2}}{\sigma_a} \right) = h(1 - n') \quad (6)$$

ahol

$$n = \frac{\sigma_{t1}}{\sigma_a} \quad n' = \frac{\sigma_{t2}}{\sigma_a}$$

alakban is felírhatók. Tehát mindazon (P, e) — vagy másképpen (σ_a, e) paraméterpárokkal



3. ábra.

jellemzett ternek határállapotot idézhetnek elő, melyek az (5) ill. a (6) egyenletek valamelyikének eleget tesznek.

4. A rúd határteherbírása

Definíciónk szerint a rúd akkor jut határállapotba, ha valamely keresztmetszetében határnyúlás keletkezik. Joggal feltételezhetjük, hogy a rúd meggyörbült alakja szimmetrikus lesz és legnagyobb ordinátáját a középső keresztmetszetben fogja elérni, tehát a rúd keresztmetszetei közül elsőnek a rúd középső keresztmetszete fog határállapotba jutni.

A rúd középső keresztmetszetének elmozdulása legyen $y_{\max}$, akkor a középső keresztmetszetben

$$e = e_0 + y_{\max}$$

és e -nek értékét az (5), (6) egyenletekbe behelyettesítve

$$e_0 + y_{\max} = h(n-1) \quad (7)$$

$$e_0 + y_{\max} = h(1-n') \quad (8)$$

összefüggéseket kapjuk. Végeredményben tehát mindazon $(P, e_0 + y_{\max})$ ill. $(\sigma_a, e_0 + y_{\max})$ paraméterpárokkal jellemzett terhek határállapotot idézhetnek elő, melyek e feltételi egyenlet valamelyikének eleget tesznek.

A továbbiakban — a rövideg kedvéért — csupán a (7) képlettel definiált határállapot vizsgálatával fogunk foglalkozni.

5. A meggyörbült rúdtengely differenciálegyenlete és annak általános megoldása

Az eredetileg egyenes rúdtengely a teher hatására meggyörbülhet.

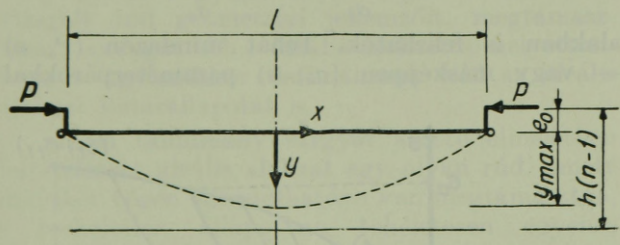
Ha a kezdeti külpontosság

$$0 \leq e_0 \leq h(n-1)$$

egyenlőtlenségnek tesz eleget, akkor a rúd a 4. ábrán feltüntetett alakot veheti fel.

A rúd különböző keresztmetszeteiben a 2. ábra alapján a görbület mértékére vonatkozóan a

$$\frac{dx}{R} = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{2h} dx$$



4. ábra.

egyenlet írható fel, ahol ε_1 -gyel a homorú, ε_2 -vel pedig a domború oldali szál fajlagos nyúlásait jelöltük.

Ha az $1 + y'^2 = 1$ közelítéssel élünk, a meggyörbült rúdtengely differenciálegyenlete az

$$y'' = -\frac{1}{R} = \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{2h}$$

alakban írható fel.

E differenciál-egyenlet általános megoldása

$$x + A = \int \frac{dy}{\sqrt{B + \frac{1}{h} \int (\varepsilon_2 - \varepsilon_1) dy}} \quad (9)$$

és ebből a meggyörbült rúdtengely érintőinek hajlása

$$y' = \sqrt{B + \frac{1}{h} \int (\varepsilon_2 - \varepsilon_1) dy} \quad (10)$$

Fenti képletekben szereplő A és B mennyiségek integrálási állandók.

6. A meggyörbült rúdtengely egyenlete

A meggyörbült rúdtengely egyenletében szereplő állandókat a kerületi feltételekből határozhatjuk meg, de mielőtt erre rátérnénk, néhány szót kell szólnunk a tökéletesen egyenes és ideálisan központosan terhelt (minden zavaró hatás nélküli) rúd stabilitási problémájára felállított Engesser, ill. Engesser—Kármán-féle elméletéről.

Engesser Euler ismeretes elméletét — mely egyenes vonalú nyúlás-feszültség diagrammal jellemzett, ideálisan rugalmas anyagokra érvényes — kiterjesztette görbe vonal szerint változó nyúlás-feszültség diagrammal jellemzett anyagokra is.

Engesser később módosította elméletét, figyelembe véve azt a körülményt, hogy a nyomott rúd domború oldali szálaiban a kigörbülés során a feszültségek csökkenése mindig a nyúlás-feszültség diagram kezdő érintőjének megfelelő rugalmassági modulus szerint történik. Ezt a elméletet nevezzük Engesser—Kármán-féle elméletnek.

A (9), (10) egyenletekben szereplő ε_1 és ε_2 mennyiségeket az alábbiak szerint kell megállapítani:

A (3), (4) egyenlet $e = e_0 + y$ helyettesítéssel

$$\sigma_1 = \sigma_a \left(1 + \frac{e_0 + y}{h} \right) = \psi_1(\sigma_a, y)$$

$$\sigma_2 = \sigma_a \left(1 - \frac{e_0 + y}{h} \right) = \psi_2(\sigma_a, y)$$

alakban írható fel és így a homorú oldali szálaban, ahol a feszültség mindig növekszik

$$\varepsilon_1 = f(\sigma_1) = f[\psi_1(\sigma_a, y)] = F_1(\sigma_a, y) = F_1 \quad (11)$$

míg a domború oldali szálaban, ahol a feszültség mindig csökken

ideálisan rugalmas anyag esetében

$$\varepsilon_2 = f(\sigma_2) = f[\psi_2(\sigma_a, y)] = F_2(\sigma_a, y) = F_2 \quad (12)$$

rugalmas-plasztikus anyag esetében pedig

$$\begin{aligned} \varepsilon_2 &= g(\sigma_2, \sigma_a) = g[\psi_2(\sigma_a, y), \sigma_a] = \\ &= G_2(\sigma_a, y) = G_2 \end{aligned} \quad (13)$$

A továbbiakban csak rugalmas-plasztikus anyagokkal fogunk foglalkozni, tekintettel arra, hogy az ideálisan rugalmas anyagok esete, csupán ez utóbbinak speciális esete, melyre az

$$F_2 \equiv G_2$$

összefüggés érvényes.

A meggörbült rúdtengely differenciálegyenlete ez esetben

$$y'' = \frac{1}{2h} (G_2 - F_1)$$

Ezen egyenlet általános megoldása

$$x + A = \int \frac{dy}{\sqrt{B + \frac{1}{h} \int (G_2 - F_1) dy}} \quad (14)$$

és továbbá

$$y' = \sqrt{B + \frac{1}{h} \int (G_2 - F_1) dy} \quad (15)$$

Ezen egyenletekben szereplő állandókat a kerületi feltételekből határozhatjuk meg, de tekintettel a meggörbült rúdtengely szimmetrikus voltára, elegendő csupán a rúd egyik felével foglalkozni.

A kerületi feltételek a következők:

1. Az $x = 0$ helyen, vagyis az $y = y_{\max}$ helyen az érintő hajlása $y' = 0$

2. Az $x = l/2$ helyen a kigörbülés $y = 0$

Az 1. feltételt kielégítettük, ha a (15) egyenletben a gyökjel alatt szereplő mennyiséget

$$B + \frac{1}{h} \int (G_2 - F_1) dy = \frac{1}{h} \int_{y_{\max}}^y (G_2 - F_1) dy$$

alakban írjuk fel.

A 2. feltételből pedig, ha bevezetjük a $\lambda = l/h$ karcsúságot, továbbá a gyökjel alatti mennyiséget fentiek szerint írjuk fel

$$\lambda = \frac{2}{\sqrt{h}} \int_0^{y_{\max}} \frac{dy}{\sqrt{\int_{y_{\max}}^y (G_2 - F_1) dy}} \quad (16)$$

összefüggésre jutunk.

Ideálisan rugalmas anyagok esetében, mint-hogy

$$G_2 = F_2$$

és így (16) egyenlet

$$\lambda = \frac{2}{\sqrt{h}} \int_0^{y_{\max}} \frac{dy}{\sqrt{\int_{y_{\max}}^y (F_2 - F_1) dy}} \quad (17)$$

alakban írható fel.

Fenti összefüggésekből adott

λ karcsúság

P nyomóerő (vagy másképpen σ_a feszültség)

e_0 külponthossz

esetében — az eddig ismeretlennek feltételezett — $y_{\max}$ ordináta meghatározható. Szükség esetén meghatározhatók az integrálási állandók is és a meggörbült rúdtengely egyenlete a (14) egyenlet alapján felírható.

7. A szilárdsági határállapot

A 4. pontban megállapítottuk, hogy a rúd határállapotát azon $(P, e_0 + y_{\max})$ értékpárokkal jellemzett terhek idézhetik elő, melyek a (7)

egyenletnek tesznek eleget. Eszerint a rúd tehát akkor juthat határállapotba, ha középső keresztmetszetének kigörbülése

$$y_{\max} = h(n-1) - e_0 \quad (18)$$

Előző paragrafusban meghatároztuk a meggörbült rúdtengely egyenletét arra az esetre, ha a rúdra adott (P, e_0) paraméterpárokkal jellemzett teher működik. Ha most megfordítjuk a kérdést, vagyis azt kérdezzük, hogy milyen (P, e_0) értékpárokkal jellemzett teher juttathatja a rudat határállapotba, nem kell mást tennünk, mint a (16), (17) egyenletekbe az $y_{\max}$ (18) egyenlet szerinti értékét behelyettesíteni.

Az így nyert összefüggések tehát azon összetartozó (P, e_0) ill. (σ_a, e_0) paraméterpárok összességét fogják megadni, melyek mellett a rúd határállapotba juthat.

A továbbiakban levezetett képleteink alkalmazását az elmondottak képiesebbé tétele érdekében az alábbi példákban fogjuk bemutatni.

8. Példák

Legyen a vizsgált rúd az 1. pontban definiált ideális alakzat keresztmetszetére, megtámasztására és határállapotára vonatkozó feltételeknek eleget tevő rúd. E rúd anyagának nyúlás-feszültség diagramja legyen az

$$\varepsilon_n = f(\sigma) = \varepsilon_0 + \frac{\sigma}{E_1}$$

$$\varepsilon_{cs} = g(\sigma, \sigma_a) = \varepsilon_0 + \sigma_a \left(\frac{1}{E_1} - \frac{1}{E_2} \right) + \frac{\sigma}{E_2}$$

egyenletekkel definiált egyszerű lineáris összefüggés. (A valóságban ilyen jellegű nyúlás-feszültség diagrammal jellemzett anyag nincs, s ezt az összefüggést csupán a számítások egyszerűsítése céljából választottuk.)

Ebben az esetben

$$F_1 = \varepsilon_0 + \frac{\sigma_a}{E_1} \left(1 + \frac{e_0 + y}{h} \right) = \varepsilon_0 + \frac{\sigma_a}{E_1} (1 + t)$$

$$\begin{aligned} G_2 &= \varepsilon_0 + \sigma_a \left(\frac{1}{E_1} - \frac{1}{E_2} \right) + \frac{\sigma_a}{E_2} \left(1 - \frac{e_0 + y}{h} \right) = \\ &= \varepsilon_0 + \sigma_a \left(\frac{1}{E_1} - \frac{1}{E_2} \right) + \frac{\sigma_a}{E_2} (1 - t) \end{aligned}$$

ahol

$$t = \frac{e_0 + y}{h}$$

Fenti értékeket (16) egyenletbe helyettesítve és rendezve, végeredményben

$$\lambda = \sqrt{\frac{4 T n}{\sigma_t}} \arccos \left(\frac{e_0}{h} \frac{1}{n-1} \right)$$

egyenletre jutunk, ahol

$$T = \frac{2 E_1 E_2}{E_1 + E_2}$$

az Engesser—Kármán-féle modulus. Ha az $e_0 =$

$= 0$ esetben szigorúan vizsgáljuk és az $n = 1$ esetet kizárjuk

$$\sigma_a = \frac{\pi^2 T}{\lambda^2}$$

tehát az Engesser—Kármán-féle kritikus erőt kapjuk.

Második példaként vizsgáljuk meg azt az esetet, amikor a rúd nyúlás-feszültség diagrammja növekvő és csökkenő terhelés mellett azonos, tehát vizsgáljunk egy ideálisan rugalmas anyagot. E rúd anyagának nyúlás-feszültség diagrammjai legyenek az

$$\varepsilon_n = \varepsilon_c = \varepsilon_0 + \frac{\sigma}{E_1}$$

egyenlettel jellemezve. A (17) egyenlet alapján — a részletszámítások mellőzésével —

$$\lambda = \sqrt{\frac{4 E_1 n}{\sigma_c}} \arccos \left(\frac{e_0}{h} \frac{1}{n-1} \right)$$

összefüggésre jutunk. Ha az $e_0 = 0$ speciális esetet vizsgáljuk és az $n = 1$ esetet kizárjuk

$$\sigma_a = \frac{\pi^2 E_1}{\lambda^2}$$

tehát az Engesser-féle kritikus erőt kapjuk, mely jelen speciális esetben azonos az Euler-féle kritikus erővel is.

E számítások eredményei a λ , $1/n$ tengelykereszt síkjában — a különböző külpontosságoknak megfelelően más és más — görbe vonalakkal ábrázolhatók. E görbék tehát azon összetartozó (λ , $1/n$) paraméterpárok összességét adják meg, melyek mellett a rúd határállapotba juthat. Az így elkészített ábra tehát végeredményben arra a kérdésre ad választ, hogy a fent definiált tulajdonságokkal bíró és adott λ karcsúságú rúdon az adott e_0 külpontosságú P erőt (vagy ami ezzel egyenértékű σ_a ill. $1/n$ értékét) lassan és fokozatosan növelve, P milyen értéknél juthat a rúd határállapotba.

E példában feltételezett nyúlás-feszültség diagramm igen egyszerű, hisz csupán egyenes vonalakkal áll. A valóságos anyagok (pl. a beton, az alumínium stb.) nyúlás-feszültség diagrammjai általában görbe vonal szerint változnak. A számítás menete ilyen esetben is lényegében azonos a fenti egyszerű példák kapcsán ismertetett eljárással. Említett anyagok nyúlás-feszültség diagrammjai növekvő terhelés esetén másod- vagy harmadfokú parabolával jól közelíthetők, míg csökkenő terhelésnél általánosan elfogadott feltevés, hogy a nyúlások változása lineáris összefüggés szerint történik. Ha a nyúlás-feszültség diagrammot másod- ill. harmadfokú (ε , σ) összefüggéssel közelítjük, könnyen belátható, hogy (16). ill. (17) képletünk elliptikus integrálokra vezet, tehát a (λ , $1/n$) összefüggés a különböző e_0 külpontossághoz zárt formában megállapítható.

Általános nyúlás-feszültség diagramm esetében pedig úgy juthatunk eredményre, ha a (16),

(17) képletekben szereplő integrálokat a grafikus integrálás módszerével hajtjuk végre.

9. Összefoglalás

Az elmondottak alapján megállapíthatjuk, hogy a nyomott rúd határteherbírásának vizsgálata során elegendő a szilárdsági határállapot kérdésével foglalkozni.

Ha végigtekintünk a nyomott rúd határteherbírásának (a szokásos szóhasználat szerint az ún. „kihajlás”) problémájával kapcsolatos kutatások történetén, megállapíthatjuk, hogy a különböző szerzők (Euler, Engesser, Kármán, Shanley és mások) a nyomott rúd határteherbírásának kérdését elsősorban ideálisan központos és tökéletesen egyenes (minden zavaró hatás nélküli) nyomott rudakon vizsgálták. Ebben az esetben joggal vethető fel a stabilitás problémája. Ha azonban a külpontosságot ill. kezdeti görbültséget is figyelembe vesszük, csupán a szilárdsági határállapot vizsgálatáról beszélhetünk. A valóságban ideálisan centrikus és tökéletesen egyenes (minden zavaró hatás nélküli) rúd nincsen.

Jelen tanulmányban a mindkét végén elfordulhatóan megtámasztott, tetszés szerinti anyagú rúd problémáját általánosságban tárgyaltuk, s csupán — a számítások egyszerűsítése céljából — a keresztmetszet alakjára tettünk egy megkorlátozást. Gyakorlati szempontból ez sem jelentős, mert az eddigi kutatások alapján joggal feltételezhető, hogy a rúd határteherbírása szempontjából a keresztmetszet alakjának befolyása csekély, ha az összehasonlított rudak karcsúsága azonos. Az ismertetett megfontolások alapján bonyolultabb keresztmetszetű rudak problémája is megoldható, de természetesen lényegesen komplikáltabb matematikai összefüggések segítségével.

Jelen tanulmányban feltételeztük, hogy az Engesser—Kármán-féle feltevés — vagyis az, hogy a domború oldali szálaban a feszültségek minden esetben csökkennek — helytálló.

Shanley azonban kimutatta, hogy az Engesser—Kármán-féle elmélet nem tartható abban az esetben, ha a meggörbülés a terhelés növelése közben következik be. Kimutatta, ugyanis, hogy feszültségszökkenés a rúd domború oldali szálaban is csupán egy — a rúdközéphez képest szimmetrikus — szakszon lép fel, míg e szálab szélső szakaszain és természetesen a homorú oldali szálab teljes hosszában a feszültségek növekszenek. Az ún. Shanley-féle hatást ugyanezen ideális alakzattal kapcsolatban egy későbbi tanulmány keretében kívánjuk tárgyalni.

Könnyen belátható, hogy a Shanley-féle hatás bizonyos esetekben (pl. a magtávolságnál nagyobb külpontosságok esetében) nem érvényesül. Ilyen rudak határteherbírásának meghatározására az Engesser—Kármán-féle elmélet feltevései változatlanul érvényesek. Tehát a nyomott rudak problémájának általánosabb tárgyalása esetében — vagyis külpontosan nyomott rudak esetében, beleértve a központosan nyomott rúd speciális esetét is — mindkét elméletnek megvan a saját érvényességi tartománya.