

Vh 1882

MAGYAR
ÉPÍTŐIPAR

7

1956

ÉPÍTŐIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET FOLYÓIRATA

Főszerkesztő és felelős szerkesztő:

LUX LÁSZLÓ

★

A szerkesztőbizottság tagjai:

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

★

Technikai szerkesztő:

Rojkó Ervin

★

Felelős kiadó:

Solt Sándor

★

Szerkesztőség:

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

★

Kiadja:

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

TARTALOM

- 289. *Szentiványi Imre*: Pécs város és környéke ipari vízellátásának tervezése.
- 299. *Jánosi János*: Földalatti térségek biztosítása acél és vasbeton horgonyokkal.
- 306. *Hunyady Domokos és dr. Gáll Imre*: Kísérleti vasbeton nyomócsővezeték.
- 312. *Péli József és Papp Vilmos*: Tapasztalatok nagyméretű súlylyesztett szekrények ragasztott szigetelési munkáinál.
- 316. *Besenyői István*: A délpesti (pesterzsébeti) szennyvíztisztító telep tervezése.
- 322. *Bakonyi Iván és Jurcsek Viktor*: Hazai tapasztalatok prepaktbetonnal.
- 325. *Ács Endre és Regele Zoltán*: A vegyi talajszilárdítás újabb módszerei és eredményei.
- 328. *Hidvéghy László és Rácz Károly*: Korszerű zsilipszerkezetek.
- 338. *Ócsvár Rezső*: Betonszivattyú alkalmazása alagútépítésnél.

E számunk munkatársai:

Szentiványi Imre, a MÉLYÉPTERV osztályvezetője,
Jánosi János, a MÉLYÉPTERV osztályvezetője,
Hunyady Domokos, a MÉLYÉPTERV irodavezetője,
dr. Gáll Imre, a MÉLYÉPTERV szakosztályvezetője,
Péli József és Papp Vilmos mérnök, a 12/3. Építőipari Vállalat dolgozói,
Besenyői István, a MÉLYÉPTERV osztályvezetője,
Bakonyi Iván és Jurcsek Viktor, a 26. Építőipari Vállalat dolgozói,
Ács Endre és Regele Zoltán, a Földmérő és Talajvizsgáló Iroda dolgozói,
Hidvéghy László, a MÉLYÉPTERV osztályvezetője,
Rácz Károly, a MÉLYÉPTERV szakosztályvezetője,
Ócsvár Rezső, az Építésügyi Minisztérium 1. Igazgatóságának h. vezetője.

Előfizetés egy évre: 50,— Ft. Egyes szám ára: 4.50 Ft

Felelős kiadó: Solt Sándor

35633 689/2 - Révai-nyomda Budapest V, Vadász utca 16. (Felelős: Nyáry Dezső)

MAGYAR ÉPÍTŐIPAR

1956. V. ÉVFOLYAM 7. SZÁM

Pécs város és környéke ipari vízellátásának tervezése

SZENTIVÁNYI IMRE

ETO 628.1

Városok és ipartelepek telepítésének kérdése

Új városok, ipartelepek, telepítések elhelyezésénél a legutóbbi időkig a *vízellátás* és *vízvezetés* kérdése nem volt döntően befolyásoló tényező. Ez az állapot a régi műszaki szemlélet és felfogás maradványa, amely megszokta, hogy a víz a legtöbb esetben szinte korlátlanul áll rendelkezésére. A felszabadulás előtt ipari telepítéseink csak kisebbmértékűek voltak és abban az időben a vízellátás kérdése tényleg alárendeltebb jelentőségű volt. Rendelkezésre álló vízkészleteink a szükségletet nagyrészt fedezték, a befogadó vízfolyások pedig a szennyezett vizeket még befogadták és csak egy-két helyen mutakozott súlyosabb, káros jelenség. A nagy ipartelepeket üzleti érdekből gyakran a fővárosba, vagy annak közvetlen közelébe, egyben a *Duna* mellé telepítették, amely a vízigényeket korlátlan mértékben ki tudta elégíteni, a szennyezett vizet pedig befogadta.

A felszabadulás utáni idők hatalmas méretű ipari létesítményeinek, ipartelepeinek, lakótelepeinek, városainak telepítésénél, a vízgazdálkodás kérdései mind jobban előtérbe nyomultak és a tervezőket fokozatosan növekvő, nehéz feladatok elé állították. A rendelkezésre álló vízkészletek csökkenése és a vízgazdálkodás szempontjainak előtérbe nyomulása nemcsak nálunk jelentkezett, hanem a világ minden részén, főként az iparilag fejlett államokban.

A vízellátás kérdését ma már általában figyelembe vesszük, de mégis mindig előfordul, hogy kizárólagosan egyéb szempontok alapján eldöntött telepítésnél csak igen költséges megoldással sikerült a vízgazdálkodási feladatokat helyesen megoldani.

Kíváncsú, hogy a jövőben minden telepítés, sőt országrész rendezése a vízgazdálkodás alapvető szempontjai figyelembevételével történjék, mert ez egész tájegységek észszerű rendezésének egyik biztosítója és alapja.

A vízellátás eddigi nehézségei

Pécs városának és környékének, lakó- és ipartelepítésének vízgazdálkodása döntően befolyásolja azok fejlődését. A város ivó- és ipari vizeit eddig egyrészt a környező hegyek karsztvizeiből, másrészt a lapályos vidék rétegvizeiből kapta. Ez a vízmennyiség — főként a karsztvizek mennyisége — igen ingadozó; csapadékból időszakban a jelenlegi szükségletet bőségesen fedezi. Aszályos időszakban pedig még a legszűkebbre leszorított igényeket is alig fedezi. Hosszú évek gondos munkája sem tudta Pécs város vízellátásának nehéz helyzetét kielégítően megoldani. A korlátozottan rendelkezésre álló vízmennyiség pedig a város iparának jelentősebb fejlesztését, különösen a vízigényes iparágak fejlesztését lehetlenné tette, mert a közép- és kisipartelepek külön-külön létesítése a nagyobb méretű vízbeszerzés nagy befektetést igénylő megoldását nem bírta volna el. Ezt a helyzetet egyszeriben megváltoztatta a *Pécsi Villamos Erőműnek* tervezett megépítése. Ez a tervezett nagy mű olyan hatalmas vízigénnyel lépett fel, amely a jelenlegi, vagy a megvalósítás alatt álló helyi víztermeléssel, vagy akár a megtisztított szennyvizek újra felhasználásával gazdaságosan már nem volt megoldható.

Figyelemmel arra, hogy az Erőmű helye a széntermeléssel adva volt, szükségessé vált a vízbeszerzés távolabbi, vízbő helyekről való megoldásának vizsgálata. Minden számbajöhető lehetőség, — pl. a *Mecsek* teljes területéről nyerhető és a hegységen áthaladó alagúttal odavezetett karsztvíz — figyelembevétel után mégis a legelőnyösebbnek a 40 km távolságban levő *Dunából* való vízkivétel mutatkozott.

A vízellátás biztonsága

A vízellátás tervezésnél döntő szempont volt a vízellátás teljesen *biztonságos* megoldása.

Ez azt jelenti, hogy a fogyasztó — ebben az

esetben az Erőmű, Pécs városa és ipartelepei — a vizet minden körülmények között megkapják és a vízszállításban kimaradás a legrövidebb időre se lépjen fel.

Ennek egyik módja a többszörös vízellátás, ami történhet több helyről, vagy egy helyről, de két vagy több vezetéken át. Ezek a megoldások csak akkor gazdaságosak, ha a vízádó helyek aránylag közel vannak a településhez. Pécs esetében vízádóhelyek kb. 40 km távolságban vannak, ezért gondos kiértékelés alapján gazdasági okokból az egy csőből álló csővezeték mellett kellett dönten.

Az egyszerű csővezeték mellett is a tervezés folyamán gondoskodnunk kellett arról, hogy az üzem létét jelentő hűtővíz mindenkor biztonságosan rendelkezésre álljon. Ezért a cső igénybevétele, a később részletezett irányelvek szerint a víz lengések lehátolásával a legkisebbre szorították. Ezzel részben az acélananyagban jelentős megtakarítást értünk el, másrészt pedig az igénybevételek felső határának csökkentésével a meghibásodás lehetőségei csökkentek.

A nyomvonal megállapításánál lehetőleg elkerültük a talaj okozta ártalmakat. Másrészt biztosítottuk annak lehetőségét, hogy ha csőhibásodás jelentkezne, a hiba kijavítását a kövezett útról való könnyű megközelítéssel a karbantartó gépekkel minden időszakban és évszakban akadálytalanul végre lehet hajtani.

A csőanyag védelmét külső és belső korrózió ellen a gazdaságosság figyelembe vételével a lehető legnagyobb mértékben fokoztuk.

Az elmondottak szerint a csővezeték üzembiztonsága magasfokú. Emellett azonban gondoskodni kellett a várakozás ellenére bekövetkező csővezeték hibásodás esetén, továbbá a tisztítási, belső ellenőrzési munkák végrehajtásakor, — amikor a csővezeték egészen, vagy részben víztelepíteni kell — a zavartalan vízellátásról. Ezt a feladatot víztárolással oldottuk meg. Azonban a tárolás csak akkor hatásos, ha a tároló a felhasználás helyéhez a lehető legközelebb kerül, továbbá a tárolt vízmennyiség olyan helyzeti energiával rendelkezik, amely a vízellátást — még a szállító energia kimaradása esetén is — helyzeti energiájával is lehetővé teszi.

Ezt a megoldást a geológiai adottságok figyelembevételével igen előnyösen sikerült biztosítani. A vizet a felhasználás helyéhez igen közel, egyben a megfelelő szinten és gazdaságos építésű vízmecénékben fogják tárolni.

A főfelhasználó és a tároló közötti rövid szakaszon a biztonság követelményeit kettős csővezetékkel elégítettük ki.

A csővezeték korrózióvédelme

A kb. 5000 t csőacélananyagot a külső és belső ártalmaktól, korróziós hatásoktól meg kellett védeni, — egyrészt azért, hogy az anyag el ne pusztuljon, másrészt azért, hogy a cső átlyukadásából adódó üzemzavarokat elhárítsuk. Ezért a külső, talajból jövő ártalmak felkutatásával, a legújabbban bevezetett *geoelektromos* mérésekkel,

talajfeltárásokkal és vízvizsgálatokkal a várható korróziós ártalmakat kiértékeljük. A külső szigetelési eljárást ezen adatok birtokában dolgoztuk ki, figyelemmel a gazdaságosságra és a hazai szigetelő anyagokra.

Hasonló körülményekkel készült a cső *belső korrózióvédelme*. Szükség volt a zavaró mértékű iszaplerakódás megakadályozására. A derítés során a 0,04 mm szem nagyságig terjedő kiülepitést végzik el, a hazánkban először itt alkalmazott lebegő iszapszűrős függőleges áramlású derítőberendezés alkalmazásával. A korrózió és a karbonát kiválás meggátlása céljából a derített víz a szükséghez képest csekély mértékű nátriumhexametáfoszfát kezelést is kap.

A csővezeték nyomvonala és hosszszelvénye

A nyomvonal megválasztásánál a legrövidebb vonal mellett a vezeték építése, ellenőrzése, karbantartása és javítása céljából arra is törekedni kellett, hogy az könnyen és gyorsan megközelíthető legyen bármely évszakban. Ezt úgyszerült biztosítani, hogy a csővezeték nyomvonala jól simul a két végpontot — Mohácsot és Pécsét — összekötő műúthoz. Ettől csak azokon a helyeken tértek el, ahol vagy a községek belterületén történő keresztlévezetés okozott nehezen leküzdhető akadályt, vagy a terepviszonyok előnytelen magassági helyzetét kellett kiegyenlíteni, vagy a völgyületek vízenyős, korrózióveszélyes részeit kellett kikerülni.

Mindenkor ügyeltünk arra is, hogy a vezeték a helyi *árvízszintek* fölé emelkedjék. Magassági viszonylatban a csővezeték nagyjából követi a terep alakulását és a földtakarás a 0,80 m és 1,50 m között változik.

Hegesztéstechnikai és fektetéstechnikai okokból kívánatos, hogy a csővezeték minél hosszabb, mind magassági, mind vízszintes irányban *egyenes* szakaszokból álljon. Ezért a vezeték vízszintes és magassági iránytöréseit lehetőleg ugyanarra a helyre terveztük.

A vezeték mentén a kiadódó irányeltérések igen különfélék és így több száz különféle idomdarab legyártására lett volna szükség, ami úgy a legyártásnál, a helyszínre szállításnál, kiosztásnál és beépítésnél könnyen elcseserélődésre vezetett volna. A nem tervszerinti helyre történő beépítésnél pedig a vezetékben a szerelésnél többletfeszültség keletkezne. Ezen nehézségek elkerülésére kétfajta egyetemes idomszeretet terveztünk, nevezetesen 1 fokosát és 5 fokosát, melyek felhasználásával a terv utasításai szerint képzik ki a megfelelő íveket. Ilyen módon majd sikerülni fog építés közben az építési pontatlanságból keletkezett igen kis eltéréseket is kiigazítani az 1 fokos ívek beiktatásával.

A hosszszelvényben jelentkező éles könyökök kiküszöbölése és az árvízszint fölé helyezés miatt helyenként a vezeték a terepszint fölé került.

A vezetéknek a terepből való kiemelésére két megoldás lehetséges: a *töltésbenvezetés*, vagy a *csőhid*, azaz bakokkal történő alátámasztás. A költségek szempontjából 3 m magasságig a töltésepítés volt gazdaságosabb. Ezért a bakokra

helyezés csak két helyen, a *Csele*-pataknál és a *Szalki*-árokknál mutatkozott előnyösebbnek. A töltések hossza 1300 m lesz, kb. 6000 m³ térfogattal.

A csővezeték *egybehegesztett*, nagyszilárdságú, szivárgásmentes *acélcső*. A számítások szerint a makroporózus lösz talaj roskadását is bírja, veszélyes feszültségek a cső anyagában nem keletkeznek, üzembiztosan működik, ezért ellenőrző-aknás szivárgó hálózatra nincs szükség. Ellenben, ha a csővezeték közelít meg lakott épületeket 20 m-nél kisebb távolságra, úgy a csővezeték ellenőrző aknával ellátott betoncsatornába kerül.

Az ilyen szakaszok összesített hossza kb. 200 m. Ahol viszont a talaj nem roskadó, mint *Lánycsók* és *Szederkény* községekben, védőcsatornára nincs szükség.

Ahol a csővezeték nyomvonala vasutat, vagy közutat keresztez, a csővezeték részére kezdő és végaknákkal ellátott vasbeton csőalagutat terveztünk.

A csővezeték méretezése

A vízellátás csővezetékének méretezése komoly feladat elé állította a tervezőket, mivel hasonló nagyméretű, hosszúságú, külső és belső korrózió elleni védelemmel ellátott acéllemez csővezeték még nem épült hazánkban. Kivitelezési vállalatunk sem rendelkezik még ilyen tapasztalatokkal, ezért a kiviteli technológia minden részletét ki kellett dolgozni. A szükséges, de a szokásostól eltérő *felszerelést, szerszámokat* szintén meg kellett terveznünk.

A csővezetéknek kb. 50 000 m³ napi vízmennyiséget kell szállítani. A cső anyaga *acéllemez*, tekintettel arra, hogy öntöttvas csövet a szó-bajjehető méretben és mennyiségben csőgyártásunk nem állít elő. A porgetett utófeszített betoncsöveink a fellépő nagy nyomások elviselésére még nem alkalmasak.

Az építési költségek, az anyagárák, az üzemeltetési költségek és különböző vízszállítások figyelembevételével és a beruházási költségek 10%-ával mint újratermelési értékkel számolva a gazdaságos csőátmérő 700 mm-re adódott.

A 700 mm $\varnothing$ -jú acéllemez csővezeték a belső túlnyomás, a külső terhelés, a hőtágulás és a szerelési beépítésből adódó feszültségek veszik igénybe. A csőfal legnagyobb igénybevétele a belső túlnyomásból származó húzófeszültség adja. A vízlengésekből adódó lökéstényezőt a DIN. 2413. sz. szerinti képlettel számoltuk, a falvastagságot, ugyancsak a DIN. 2413/MNOSZ 119 szabványtervezettel számították. A falvastagság a belső túlnyomástól függően 8–9 mm. Ezeket a méreteket horpadás, földnyomás, járműterhelés és vákuum szempontjából is ellenőriztük.

A csősúrlódási veszteséget Colebrook képlete szerint számítottuk, a sztálinvárosi ipari vízvezetéken végzett mérések figyelembevételével.

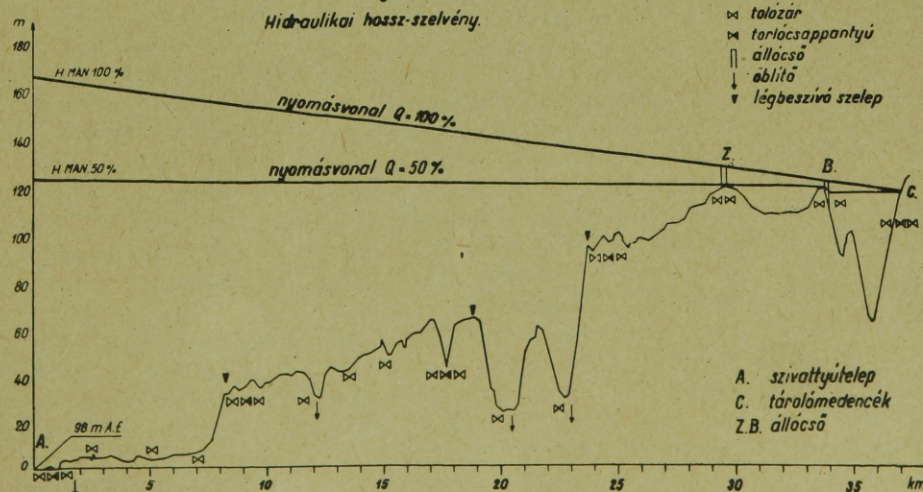
A csőfal belső érdessége idők folyamán történő növekedésének lassítására a nyers Dunavízet a szállítás előtt kezelik, tisztítják; a csőfalat pedig korrózióvédelemmel látják el.

A vezeték üzemeltetési és kezelési szempontból 2–3 km-ként, a terep és üzemeltetési viszonyoktól függően, a csőátmérővel egyező, átmérőjű *tolózárak* szakaszokra bontják. A csúcspontokon *lég-telenítő szelepek*, a mélypontokon *ürítő berendezések* vannak.

Az üzemeltetéshez a kezdő ponton (A) egy tolózár kerül beépítésre az üzemeltetéshez, nyitáshoz. A zárás, illetve nyitás ideje lineáris sebességsökkentést feltételezve legalább 20 perc, hogy az üzemi nyomás 4%-nál nagyobb értékű *nyomás* lengés ne keletkezhesen (1. ábra).

A csővezeték hossz-szelvényének (B) pontjában *állócső* épül, hogy ezen a ponton üzemből vákuum ne keletkezhesen. A tartalék és kiegyenlítő medencéknél a (C) pontban *torlócsappantyú* épül azért, hogy a (B–C) csőszakasz megsérülése esetén a medencék le ne ürülhessenek. Az áramkimaradásakor jelentkező lengésviszonyok vizsgálata alapján a (Z) pontban is *állócső* épül ezzel az (A–Z) pontok közötti vezetékszakasz a (Z–B) szakasztól elkülönül. Ebben az utóbbi szakaszban a *lengő vízszlop* kifut anélkül, hogy számottevő

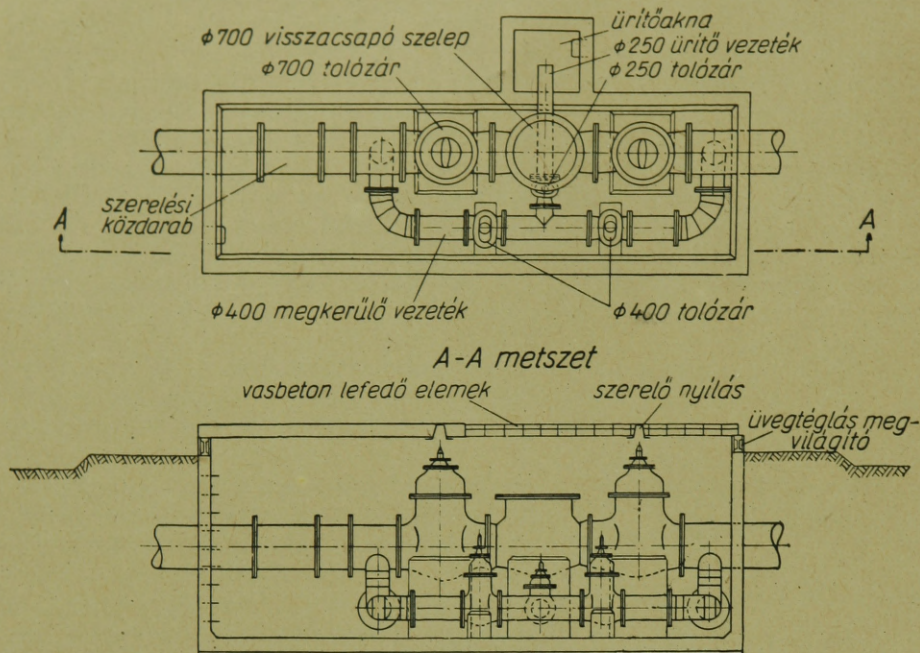
Pécs város és környéke dunai vízellátása.



1. ábra. A távvezeték hidraulikai hossz-szelvénye.

Alaprajz

2. ábra. Visszacsapó szelep zárkamrája.



nyomásingadozások keletkeznének. A lengés okozta veszélyes nyomáslökések kiküszöbölésére az (A—Z) szakaszon a hosszszelvény megadott helyein *torló-csappantyúk* és *légbeszívó szelepek* kerülnek beépítésre.

A lengésvizsgálatot Schneider Szilárd a MÉLY-ÉPITERV mérnöke készítette és olyan területen kellett kutatómunkát végeznie, ahol külföldi szakirodalom sem tudott még minden esetben alkalmazható eredményeket kimutatni.

A csővezeték szerelvényei és műtárgyai

A fentemlített műtárgyak, záró, szerkezetek, torlók, üritők és légbeszívók 20 cm vastag vasbeton falú aknába kerülnek, amelyek a szerkezetek kezelését, ellenőrzését könnyen hozzáférhető módon biztosítják. Az akna belső mérete a szerelési és kezelési munkát a szükséges mértékben biztosítja. A nedvességet a belső vízzáró vakolat tartja távol. A lejutást könnyű vasfedlappos 60×60 cm méretű búvónyílás biztosítja. Az akna felső éle a terepből kiemelkedik és 50 cm széles padkájú töltés veszi körül, hogy a felszíni vizek oda be ne hatolhassanak.

Nagyobb akna világítására a lejáró akna-nyílás nem elegendő, ezért a belső világítást külön, az oldalfal felső részén elhelyezett üvegbeton világítók fokozzák. A ritkán előforduló szerelési munkák a bontható aknafödémén keresztül hajthatók végre. Egyébként az akna csővezeték és szerelvények elkészítése után készülnek el.

A mélypontokon levő üritők aknája kettős, az egyik részben van az átmenő csővezeték, az üritő vezeték a 250 mm $\varnothing$ -jú tolózárrel, a másik részbe torkollik az üritő vezeték, ez a rész a le-üritett vizet fogadja be, innen az szivattyúval távolítható el. Ahol az üritővezeték a befogadóba közvetlenül beköthető, az akna második része elmaradhat.

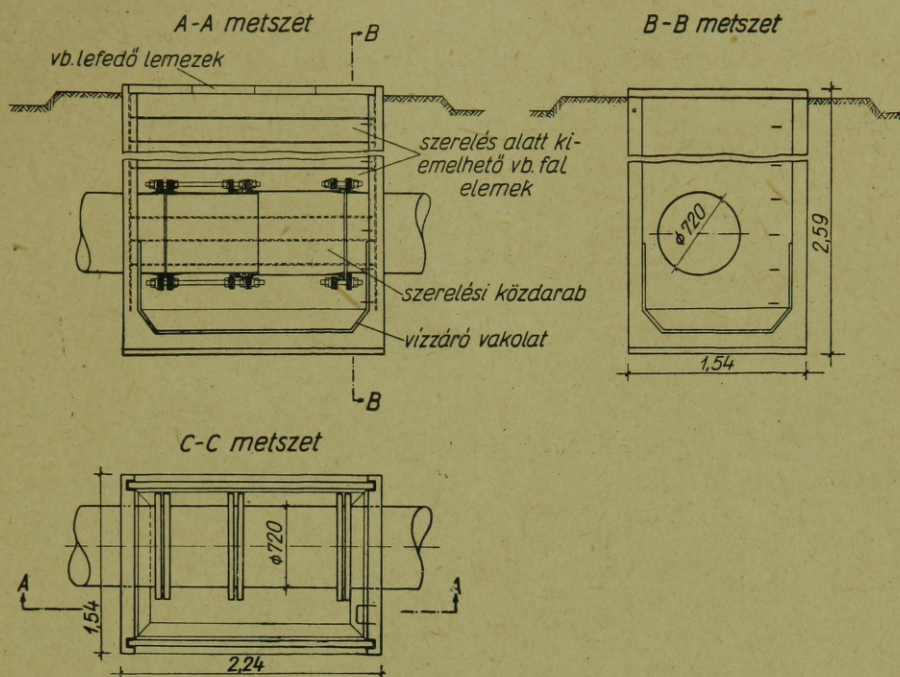
Legnagyobb méretű a *visszacsapó szelep aknája* (2. ábra), 8,60×2,60 m. belméretű vasbeton akna, amelyhez még szükség szerint üritőakna is csatlakozik. Ebben az aknában van a két, 700 mm $\varnothing$ -jú tolózárrel közrefogott visszacsapószelep, az ezt megkerülő 400 mm $\varnothing$ -jú vezeték tolózárakkal és az ebből lecsatlakozó 250 mm $\varnothing$ -jú üritővezeték tolózárrel, vagy a 400 mm $\varnothing$ -jú öblítő vezeték ugyancsak tolózárrel, továbbá mindezeknek a ki-és beszerelését biztosító szerelési közdarab.

A szerelvények az akna fenekére beton alá-támasztó tömbökkel támaszkodnak. A *tolózáraknak* szintén jelentős méretűek, alapterületük 4,80×2,60 m, esetleg még üritőaknával is el vannak látva. Az aknában a 700 mm $\varnothing$ -jú szakasztolózár, ennek két oldalát összekötő, két, tolózárrel ellátott 250 mm $\varnothing$ -jú megkerülő vezeték, az ebből leágazó, tolózárrel ellátott üritővezeték és mindezek szerelését biztosító szerelési közdarab foglal helyet. A fő tolózárakat a födémbe elhelyezett csapszekrényeken keresztül a terepről lehet kezelni, míg a kisebb tolózárak magában az aknában állíthatók.

A *szerelési közdarabok* (3. ábra) anyag- és költségkímélés céljából kisméretű, de nem egy darabból épített vasbeton aknába kerülnek, hanem a szerelést biztosító, elbontható oldalfalú akna teszi lehetővé a két oldalfal kibontása után a szerelést.

A *légtelenítő berendezés* és a *légbeszívó szelep* aknája szintén vasbetonból készül, a szereléshez és kezeléshez szükséges belmérettel.

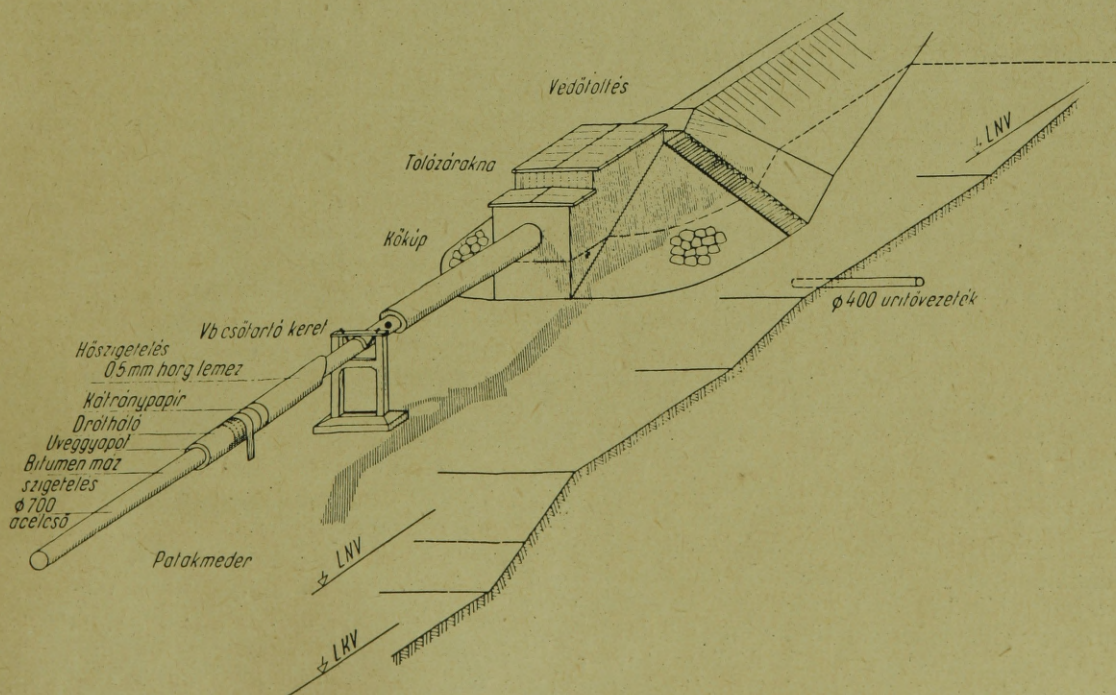
Ahol a csővezeték a vízfolyásokat, völgyeket magas vezetéssel íveli át, ott a csővezeték a tervezett szabad nyílásokat *önhordó vezetékként* hidalja át, minden külön merevítés nélkül. A szabadnyílás csővezetékét hőszigeteléssel látjuk el (4. ábra). A cső alsó éle mindenkor 50 cm-rel van a legmagasabb vízszint fölött. Az áthidalás kezdete és



3. ábra. Szerelési közdarab zárkamrája.

vége töltéshez csatlakozik. A töltést a vízfolyás felőli oldalon a kimosás elkerülésére mélyen a vízfolyás feneké alá nyúló vasbeton *támfal* védi meg, amely mindkét oldalán természetes burkolatú kúp-pal zárul. A csővezeték a támfal alapja horgonyozza le. A helyi adottságtól függően az elzáró, ürítő szerkezetek az egyik oldalon levő aknában nyernek elhelyezést. Ezen aknák kivitele az előzőekben ismertetett aknákhöz hasonló, azzal a különbséggel, hogy az aknák szélessége 3 m, azért, hogy az a töltést lezáró támfallal legyen egyenlő méretű.

A cső áthidalás, a magasvezetésű cső, 18 és 12 m váltakozó fesztávolságú nyílásokból áll. A 12 m-es nyílások közepén az egyébként egydarabban épülő csővezeték *Gibault*-szerű kötések kapcsolják össze; ezek biztosítják azt, hogy a szabadnyílású rész a hó hatására szabadon mozogjon. A magasvezetésű csőszakasz *vasbeton kereteken* függ, illetve azzal van alátámasztva. A keretek előregyártva készülnek, talpukkal a meder fenékre alapozott betontömbök betonozzák be. Felső részükön pedig a cső minden irányú beállítását biztosító lefogó szerkezet van, amely egyben



4. ábra. Távvezeték völgyáthidalása.

Az acél állócsövet hőszigetelés céljából 6 cm vastag Thermalit téglaréteg, ezenkívül pedig légrés közbehagyásával 36 cm vastag radiál téglafalazat veszi körül. Mindkét falazat a már említett támasztó gyűrűre épül. A téglafalazat nyers-tégla modorban készül.

A falazaton az állócső felső pereme fölött a szellőzést, illetve légzést 4 db 80 cm $\varnothing$ -jú drótháló, illetve üvegezett körablak biztosítja. Ezek egyikén keresztül lehet a külső falon elhelyezett hágcső felhasználásával az állócső belsejébe jutni.

A tornyot előregyártott gerendákból készült, kőalaprajzú földem fedí le. A zárkamrában vannak a 700 mm $\varnothing$ -jú, állócsőhöz csatlakozó, tápláló és nyelőcső, az 500 mm $\varnothing$ -jú állócsövet megkerülő és leürítő vezetékek a tolózárrakkal. A csatlakozó vezetékekben fellépő igénybevétel kiküszöbölésére mindkét csatlakozó vezetéken a kisméretű szögelfordulást és elmozdulást biztosító, *Váraljay-féle* csőkötés készül. A tápláló cső az állványcsőbe érintőlegesen köt be, hogy ezzel örvénylést idézzon elő és a befagyás lehetősége csökkenjen.

A csővezeték anyaga

A nyomócsővezeték anyaga az előbbieket szerint acéllemez. Figyelemmel gyártási kapacitásunkra, az előállítható lemezminőségekre, a legkisebb selejtmennyiség elérésére, a gyártó szervekkel való megtárgyalás után a legelőnyösebbnek mutatkozott a 34,21. S. jelű durva vaslemez 10—9—8 mm vastagsággal. A lemezanyag minőségére a MNOSZ 21 és 322 számú szabványok előírásai a mértékadók. A hegeszthetőségre pedig a MNOSZ 4305 számú szabványa a mértékadó. A lemezeket igen nagy pontossággal, élgyaluval munkálják meg, a hegesztéshez szükséges élkiképzéssel. A hegesztések csak gépi megmunkálással készített éléknél hajthatók végre. A hosszirányú varratok fedettíví automata hegesztéssel készülnek, míg a keresztvarratok E 48 jelű 4 mm átmérőjű elektródával készülnek.

A csődarabok hossza a lemezmérettől és a csőgyártó üzem lemezhajlító gépméretétől függ. A csőgyártó üzemben készült csövek hossza a szállíthatóság figyelembevételével 9—12 m. Figyelemmel a nagy igénybevételekre a varratok jósági foka 0,8. A varratok 60 fokos V varratok és gépi hegesztésűek. A kész varratokat majd állandóan ellenőrzik; ez szűrőpróbaszerűen történik, kezdetben a varratok 20%-ra terjednek ki és kedvező eredmények esetén a gépi automata hegesztésnél egészen 0,1%-ig csökkenthető. A vizsgálat minden hegesztő különféle helyzetben végzett munkájára is kiterjed. Az ellenőrzést akár röntgennel, akár izotópok felhasználásával lehet elvégezni. Ezenfelül ellenőrzik a varrat belső, felületi simaságát is. A 9—12 m hosszú csöveket a gyártó üzemben víznyomás próbának vetik alá. A próbanyomás a 9—10 mm falvastagságú csőnél 29 att., a 8 mm falvastagságú csőnél 25 att. A pontos szerelhetőség és a kifogástalan hegesztés érdekében az egyes csőelemek mérettűrése ovalításban, az átmérők eltérése 12 mm-nél nagyobb nem lehet.

A cső lemezanyagát még a hengerműben

0,1% inhibitort tartalmazó kénsavas, vagy sósavas páclében *pácolják*, közvetlen utána megfelelően *öblítik*. A csőanyagot a csőgyártó üzemben az elszállítás előtt rozsdá-, reve- és pormentesítik, majd olaj- és zsírtalanítják. Ezután ferrofloxallal kezelik, száradás után külső — és belső felületen 0,5% *nyersgumit* tartalmazó kétszeres, 1 mm-es vastag hideg bitumen mázolászt kap. Ez a rugalmas alapréteg a további szigetelés alapja és egyben védelmül szolgál a szállítás és helyszíni tárolás idejére.

A csőfektetés technológiája

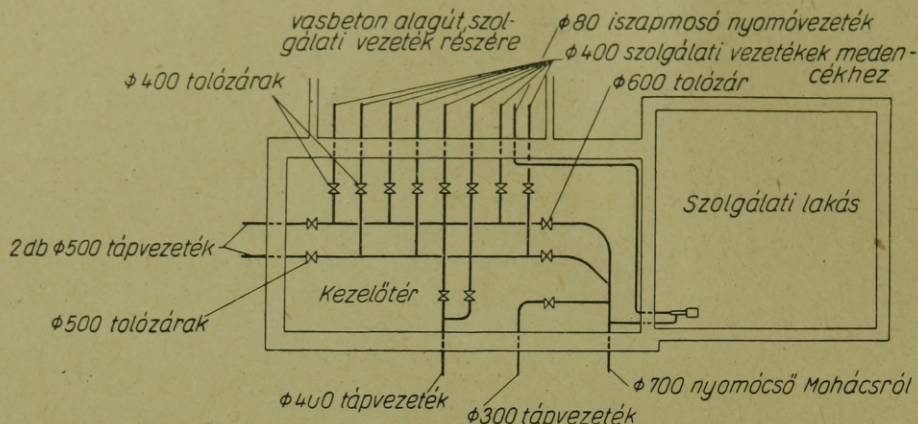
A terepen 9—12 m-es csődarabokból készülnek a kb. 300 m hosszú, munkaárokba leengedésre kész csőszakaszok. A külső védőréteg megsérülésének elkerülésére a végső összeszerelést a munkaárok felett végzik. A munka pontossága érdekében a csőfektetés zsinórállásait legalább 50,0 m távolságban telepítik, úgy, hogy alattuk a csőösszeszerelés zavartalanul legyen elvégezhető. A munkához a munkaárok fölött olyan csavaros állítású szerelő gerendákat helyeznek el, amelyek lehetővé teszik a csövek magassági, hossz- és oldalirányú pontos beállítását, továbbá a csövek forgatását.

A szigetelést a hegesztési helyeken minden egyes csődarab hozzáhegesztése után elkészítik azért, hogy hosszabb csőszakaszban ne kelljen mélyebben bent dolgozni; ezt megelőzően a varratokat tömörségre vákuummal ellenőrzik. Ezeket a munkálatokat a legnagyobb körültekintéssel végzik el, figyelemmel a bitumennek benzol oldószerére. Miután már a kb. 300 m-es szakaszt összehegesztették, az egyes csődarabok alól az alátámasztást kiszedik és csak 25—30 m-ként hagynak meg egyet-egyet. Az *íveket* az 1 fokos és 5 fokos előregyártott szeletekből készítik. Ezeknél mivel a cső nem forgatható, a hegesztést fej fölött is kell végezni. A kb. 300 m szakasz két végén felhegesztett toldatos perem van, szintén szigetelő réteggel bevonva.

A csővezeték a munkaárokba való leeresztés előtt további, de most már *meleg bitumen* bevonatot kap, amire fonalbetétes bitumenes *lemezcsíkokat* tekernek, amelyet *baktericid* hatású kátránytartalmú bitumennel vonnak még be. Ezt a teljes szigetelést még elektromosan ellenőrzik. Az összes védő és szigetelő anyagok *hazai* gyártmányúak. A munkaárokba leengedéshez a készre szigetelt csövet 30 m-ként a szigetelést kímélő széles hevederekkel megfogják, bakok és csigasorok segítségével felemelik, az alátámasztásokat eltávolítják, majd a csövet csavarodás és elhajlás mentesen a munkaárok gondosan előkészített fenekére helyezik.

A csőszakaszt a végleges helyen ismételtlen nyomáspróbának vetik alá, miután azt a két végén vakperemmel lezárták. A vízzel történő nyomáspróbához a vízszállításra a már meglevő csővezetékét használják fel, ezért a csővezeték építését mindig víznyerő helynél kezdik.

A munkaárokba helyezett kb. 300 m-es csőszakaszok között 1,1—1,2 m köz hagyandó, ide kerül az egyes szakaszokat összekötő *közdarab*. Ez a közdarab két teleszkopikusan egymásba



8. ábra. Tározó medencék zárkamrájának cső- és tolózár elrendezése.

nyúló peremmel végződő cső, amelynek tömítése gumigyűrűs. Hosszának beállítása 24 csavarral történik, melyek a tengelyirányú erőket átadják az egyik csőszakaszról a másikra, így a csővezeték egységes egészet képez.

A szerelési közdarabok feladata a következő: a csővezeték *előfeszíthető*, ezáltal a leghidegebb vízhőmérsékletnél is a csőben csak nyomófeszültség keletkezik. Lehetővé teszi a szakaszok összekötésével a belső védőszigetelés végrehajtását. Elmarad a csatlakozásnál a közbenső csődarab nehézkes beszerelése. Biztosítja a nyomáspróbához a szakaszokra bontást és a záróelemek peremes felerősítését. Megakadályozza, hogy a csatlakozásnál húzóerő lépjen fel a csőfalban. Bármikor ki-szerelhető így a csövek belső felülete a korrózió és lerakódás szempontjából ellenőrizhető. Javításoknál lehetővé teszi a javított szakasz nyomáspróbáját és a tolózárak és egyéb szerelvények utólagos könnyű ki- és beszerelését.

Tározó medencék

A távvezeték Erőmű felőli végén épülnek a tározó medencék, egyenként 10 000 m³ űrtartalommal. Kisesésű domboldalon olyan magasságban helyezkednek el, hogy a tárolt víz a szükséges nyomással rendelkezzen. A medencék üzemben nem mint átfolyó medencék szerepelnek, hanem csak a tárolt vizet tartalmazzák és a vízingadozás jelentkező víztöbbletét veszik fel, illetve a hiányt pótolják, és ezzel a medencék *eliszaposodását* akadályozzák, csökkentik.

Mivel a medencék agyagrétegre támaszkodó 3—4 m vastag makroporozus homokliszt rétegre kerülnek, a roskadás megakadályozása céljából ügyelni kellett arra, hogy sem felszínről, sem pedig a medence meghibásodásából a talajba a medencék alá víz ne kerülhessen. Ezért a felszíni vizek elvezetésére *övärokrendszer* készül. A medencék alá 10 cm vastag vasbeton lemezre 30 cm vastag kavicsréteg kerül, amely mint szivárgó a medence esetleges szivárgó vizeit ellenőrző aknákn keresztül az elvezető csatornahálózatba vezeti. A medencéket és zárkamrát összekötő csővezeték pedig a talajra való tekintettel algtúba kerül.

A medencék *előregyártott, feszített* kivitelben készülnek, a Gnädig—Thoma-féle rendszerrel.

A fővezeteket, a medencéhez szolgáló csatlakozó vezeteket, a túlfolyó, leürítő, iszapleeresztő vezeteket, a városi hálózatot szolgáló csatlakozó vezeteket, az elzáró és a különféle kapcsolásokat lehetővé tevő tolózárakat magában foglaló kezelőépület a medencétől lefelé a lejtőben helyezkedik el (8. ábra). Innen az erőműhöz 2 db egymástól független 500 mm átmérőjű acélső vezet.

A kezelőépületben levő tolózárakkal biztosítható, hogy az összes medence lekapcsolható legyen és a víz az egyik, vagy mindkét tápvezetéken keresztül, közvetlenül jusson az Erőműbe.

Lehetővé tettük azt is, hogy az érkező vízmennyiség teljes egészében keresztül áramoljék egy, vagy több medencén és ezután a tápvezeteken jusson az Erőműbe, de ezt csak abban az esetben alkalmazzák, ha a medencék vizét fel akarják frissíteni.

A tolózárakat úgy is lehet állítani, hogy az Erőmű közvetlenül kapja a nyomócsövön a vizet a teli medencék csak a vízszállítási ingadozásokat veszik fel. Ezt a kapcsolást alkalmazzák a rendes üzemi állapotnál.

Lehetőség van arra is, hogy az Erőmű csak a medencék vizével táplálkozzék. Ebben az esetben a távvezetéken történő vízszállítás szünetel.

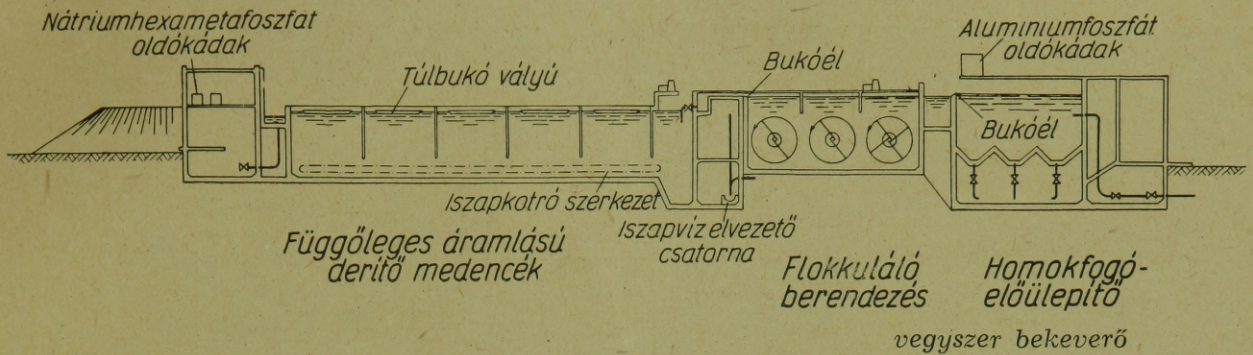
A medencék iszapeltávolítására szolgáló magasnyomású víz szállítására a kezelőépületben elhelyezett külön szivattyú szolgál.

Víz tisztítás

A távvezetéken szállítandó vizet elő kell készíteni, hogy a vezetéken az *iszaplerakódás* és *karbonát* kiválás messzemenő elhárításával a vízszállítás üzembiztosan teljesíthető legyen. A nyers Duna-víz Mohácsnál 30—600 gramm/m³ közötti lebegő anyagot tartalmaz, az apadó, vagy áradó víztől függően. A derítés a lebegő anyagokat a 0,04 mm szemnagyságig választja ki.

A korrózió és karbonát-kiválás meggátlására a derített víz szükséghez mérten csekély *nátrium-hexametafoszfát* kezelést is kap.

A vízkivételi műből érkező víz a víztisztító mű (9. ábra) homokfogójába kerül, amelynek szerepe fokozott jelentőségű *áradóvíz* esetén. A két párhuzamosan működő *homokfogó* kúposfenék ki-képzésű, mely az összegyűlt iszapnak csővezeté-



9. ábra. Víz tisztító mű működésének hossz-szelvénye.

ken keresztül történő leürítését biztosítja, minden mechanikus szerkezet nélkül. A homokfogó medencék alapterülete 6×9 m, szabad mélysége 2,5 m és 0,1 mm-es szem nagyságig ülepít.

A homokfogó előületítő után a *keverőcsatornában* történik a *pehelyítő, koaguláló szer*, 7–15 gramm/m³ alumíniumszulfát beadagolása és bekeverése. A vegyszer szállító csővezeték anyaga, az oldó betonkádak bélése PVC. A négy oldó kádból a vegyszeroldat közös elosztó edénybe folyik, ahonnan az elosztó csatornába jut. A vegyszeroldat adagolása üzemszerűen teljesen *automatikusan* történik, a szállított vízmennyiség arányában. A vezérlést a *Venturi-mérő* elektronikus vezérlő készülékkel szabályozza. Az adagolást ejtőcsöves adagoló végzi, mely mentes a szelepes csap elrendezésű adagolók eltömődésétől.

A koaguláló szerrel kevert előületített víz a *pehelyítő, flokkuláló* medencébe kerül, ahol a pehelyítéshez szükséges szemes ütköztetést elektromotorral meghajtott körforgó lapátszerkezet végzi. A 2 db pehelyítő medence mérete 12×6 m, mélysége 4,5 m.

Ezután a víz az elosztó csatornákon a *függőleges áramlású derítő medencékbe* folyik. Ezek téglalapalakú, $28,4 \times 5$ m méretű, 4,65 m átlagos fenékmélységű medencék, *kotrószerkezettel* ellátott, függőleges áramlású ún. lebegő iszapszűrős derítők, amelyek függőleges válaszfalakkal elválasztott 5×5 m-es függőleges áramlású rekeszekre oszlanak. A vízszint alá nyúló válaszfalak az áramló víz mennyisége arányában mélyülnek a beáramlási hely felé, növekvő vízmennyiségnek növekvő keresztmetszetet biztosítanak. Az egyes rekeszekből a derített víz az állítható V bukós bukóélen keresztül jut a közös gyűjtővályúba. A leülepedő iszapot pedig az iszapgyűjtő aknába kotrószerkezet juttatja. A kotró lapátjai 0,5–1 m/mp sebességgel mozognak.

A vizet a homokfogóba, a pehelyítőbe, a derítőbe *Stengel-féle beömlő fejek* vezetik be, míg a kiáramlás állítható bukóéleken történik.

A víz átáramlási ideje az előületítőbe 9,3 perc, a pehelyítő medencékbe 22,3 perc, a derítő-medencék függőleges részében pedig 85 perc, hét medence egyidejű üzemeltetésénél.

A derített vízben a magasnyomású szivattyútelep szívómedencéi előtt vezetik be a szükséghez képest a 0,3–0,5 gramm/m³ mennyiségű nátrium hexametáfoszfátot. Ehhez tartozó oldómedence

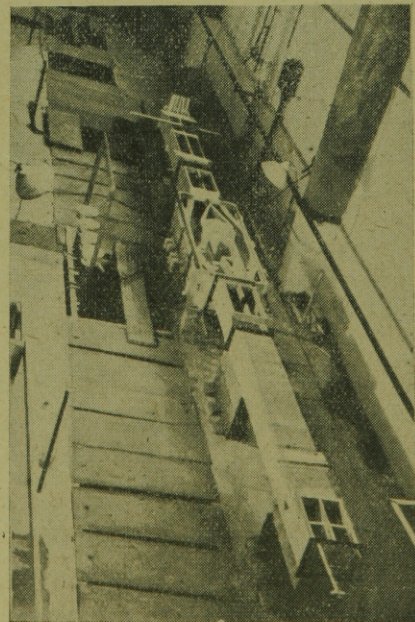
bélése és csővezetéke szintén PVC. Az adagolás szintén elektronikus vezérlésű.

A derített vizet a távvezetékben a *magasnyomású szivattyúk* emelik át. A szivattyúk szívótőre 2×250 m³ úrtartalmú földalatti tárolómedence. A víz tisztító mű magasnyomású 6 att. vízszükségletét, az iszap lazításához, tolózárobllítéshez és medence mosáshoz külön *szivattyúteleppel, hidrofórral* ellátott ipari vízhálózat szolgáltatja.

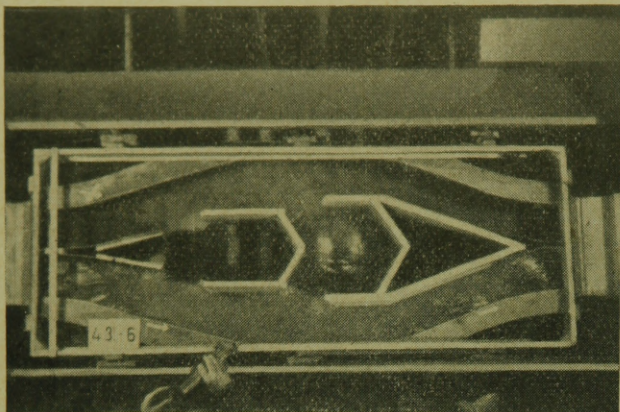
Áramlástan kis minta kísérletek

A távvezeték által szállított vízmennyiség zömét a *Pécsi Erőmű* használja fel. Ennek a vízmennyiségnek a legnagyobb része a hűtővízrendszerben kerül felhasználásra. A tervezésnél külön kellett kielégíteni a *hidegvíz* és a *melegvízrendszer* által támasztott igényeket.

A *hidegvíz-rendszer*nél lényeges volt, hogy a vezeték és a szivóáknák minél kisebb veszteséget jelentsenek. Ennek a követelménynek a kielégítésére már az előzőleg tervezett erőműveknél is végeztek *kis minta kísérletet*. Ezek egyrészt ellenőrizték a számítással kimutatott ellenállási értékeket, másrészt meghatározták azokat az ellenállási értékeket, amelyekre számítási eljárás az



10. ábra. Kis minta kísérlet a VITUKI új laboratóriumában.



11. ábra. Elosztó akna kisminta kísérlete.

irodalomban nincs. Így a különböző aknák ellenállási tényezőit a *Műegyetem Vízgépek Tanszéke* állapította meg kisminta kísérlettel (10. ábra).

Az *Erőmű* tervezése során megállapítottuk, hogy különösen a kondenzátor szivattyúakna ellenállási tényezői jelentenek nagy veszteséget. Ennek kiküszöbölésére a tervezők olyan megoldást választottak, melynél a víziutak nem keresztezik egymást és a szivóaknát a két hűtővízcsatorna közé helyezték el. Az új akna-megoldás ellenállását is modellkísérlettel ellenőriztettük.

A modellkísérleteket a VITUKI új laboratóriuma végezte és megállapította, hogy az akna ellenállási tényezője az eddigi megoldásokhoz képest kedvező, mert ezekhez képest egy tizedre csökkenti az ellenállási tényezőt.

A *melegvíz-rendszer*nél lényeges követelmény volt a melegvíz minél egyenletesebb szétosztása a különböző hűtőtornyok között, függetlenül attól,

hogy hány hűtőtorny van működésben. Ennek jó megoldására szintén kísérleteket végzett a VITUKI laboratórium. Ezeknek a kísérleteknek külön érdekessége az, hogy az új laboratórium első kísérletei voltak és a még félig kész laboratóriumban, a szűk határidők mellett is sikerült eredményes munkát végezni (11. ábra).

Kisnyomású locsolóhálózat

A hatalmas mű megtervezése nemcsak a maga egészében, hanem részleteiben is különleges feladatok elé állította a tervezőket. Így pl. az *Erőmű* nagyfeszültségű, szabadtéri kapcsolóterét korszerűen képezték ki, a szabad területeket gyepeztették. Ezeket a területeket ápolni és elsősorban locsolni kell. Ennek leggazdaságosabb módja a nyomásalatti hálózatról tömlővel való locsolás, ez ellenben akarva, nem akarva a magasban levő nagyfeszültségű vezetéket is érintheti. Nem nyújt arra teljes biztonságot az sem, hogy a locsoló hálózatban a nyomást automatikus rugós, vagy súllyal terhelt nyomásszabályozóval mérsékeljük, mert ennél rugótörés, vagy fennakadás bármikor a veszélyes mértékre emelheti a nyomást.

A locsolóvíz nyomásának meghatározott nyomáson tartását — olyan módon, hogy az semmi körülmények között sem emelkedjék a megengedhető fölé — újszerűen oldottuk meg. A locsolóhálózat részére egész jelentéktelen költséget jelentő, alacsony, kb. 10 m magas *víztornyot* létesítettek úszóval vezérelt töltőcsappal és túlfolyóval, így a létesített nyomás sohasem emelkedhet a veszélyes mértékre, amivel locsoláskor a teljes balesetmentességet biztosítottuk.

A vízellátásra vonatkozó terveket a MÉLY-ÉPITERV készítette.

Válasz a hozzászólásra

A Magyar Építőipar 5. számában Bárdos Lajos és Fenyvessy Lajos kifejezésre juttatták azokat az észrevételeket, melyek szóban is elhangzottak a „TÖBBSZINTES LAKÓÉPÜLETEK TELJES ELŐREGYÁRTOTT SZERKEZETI MEGOLDÁSA KÖNNYŰBETON FELHASZNÁLÁSÁVAL” tárgyú tervpályázat ismertetésével kapcsolatban.

Előjáróban meg kell állapítani, hogy az éles bírálat teljesen jogos volt és felesleges lenne még megpróbálni is megmagyarázni hogyan jött létre egy sor tényező kedvezőtlen összetettségéből az értékes tervpályázat színvonalához valóban méltatlan kiállítás, illetve ismertetés.

A bírálók egyetlen megállapításával nem tudunk azonban egyetérteni, mely úgy tünteti fel a kiállítás

hibáit mintha a rendező szervek lebecsülték volna a pályázaton résztvevőket, illetve magát a pályázatot. Mi sem bizonyítja jobban, hogy a rendező szervek magukévá tették a kifogásolt rendezés összes hibáit, mint az a tény, hogy megfelelő előkészítéssel egy újabb ismertetést szerveztünk.

Ez az eset is bizonyítja, hogy Egyesületünk mind nagyobb számú rendezvényei fokozódó érdeklődést eredményeznek tagjaink között. Ahhoz azonban, hogy Egyesületünk valóban be tudja tölteni feladatát az szükséges, hogy tagjaink Egyesületünk vezetésével szemben is mindenkor alkalmazzák bírálatukat, hogy ezzel hatékonyabbá tudjuk tenni Egyesületünk működését.

Telegdi Sándor

Földalatti térségek biztosítása acél és vasbeton horgonyokkal

JÁNOSI JÁNOS

ETO 622.28 : 624.19

A horgonyzásos eljárás fejlődésének ismertetése

Az utóbbi években a föld alatti, alagútszerűen épített vonalas műtárgyak létesítésének igénye, a közlekedés területéről áttolódott az ipar és energiatermelés területére.

Egy gyártelep vezetékének nagy részét a föld alatt helyezük el, az anyag előkészítése, szállítása és rakodása föld alatti térségekben, alagútakban bonyolódik le. Az élelmiszeripar (bor, sör, szesz, gomba) számos folyamatot bonyolít le föld alatti helyiségekben.

Vízirőtelepek gépházait gyakran sziklába vágott térségekben helyezik el; a nyomócsövek is majdnem mindig föld alatt futnak.

A felmerülő térképzési igényeket az adott kőzetfésélyeknek megfelelően különböző építési módszerekkel, különböző ideiglenes és végleges biztosítószerkezettel elégítették ki.

Az ideiglenes fa, vas, vb.-ból készített és az alagúthajtás és építés technológiájához sokszor igen szellemesen idomított ácsolatok (Kuncze-ácsolat) mindenikének hátrányai:

A kitörési munka legtöbbször szakaszos, mert a munka folyamatosságát az ácsolati elemek beépítési munkája megszakítja.

A kihajtott szelvény nagy részét elfoglalják és nagyobb terjedelmű munkaeszközök, zsaluzókocsi, nagyidomköelhelyező szerkezet, fúrókocsi stb. használatát megnehezítik.

A betonozási, vagy falazási munka is szakaszos és az ácsolati elemek átváltásos kiépítési munkája miatt nehézkes.

Rendkívül megnehezítik a nagyobb terjedelmű és súlyú burkolati elemek (nagy nyomású erőtelepek nyomócsöveinek öntöttacél bélésfala stb.) beépítését.

Nagymérvű többletkitörést igényelnek.

Az ácsolatok általában visszaépítendőek és így módot adnak a kőzet lazulására, ami az 1. ábrán bemutatott osztrák ácsolatnál a lépcsőzetes beépítés lazító hatásával együtt a 80 cm-t is eléri.

Ezen ideiglenes biztosítás eléggé anyagigényes, faácsolat esetén több mint 0,03 m³ palló és bányafa vész el minden kitermelt szikla m³-re.

Az ácsolat elemek (amerikai acélív) szerkezetbe való bebetonozása költséges és így csak különleges esetekben pl. erősen duzzadó kőzetben, nagy nyomás esetén, a talajlazulásnak mindenképpen való elkerülése esetén indokolt (Kölni ácsolat).

Építőköveink szilárdságát megközelítő kőzetek-

ben telepített helyiségek végleges biztosításául alkalmazott téglá, kő, beton és vasbeton ívek és falazatok szerkezeteit vizsgálva azt látjuk, hogy azok szerkezeti vastagsága, hátbetonnal együtt, a használható kis húr magasságnál kb. megegyezik azon kőzetréteg vastagságával, melynek terhelését biztonsággal tartani képes.

A biztosító eljárások és szerkezetek több esetben azonosak a bányászatban alkalmazott szerkezetekkel, vagy nagyon hasonlóak azokhoz. Így a térségek kialakításának technológiáját a mélyépítés és a bányászat párhuzamosan fejlesztette. Ezen megállapítás különösen érvényes a nem állékony sziklában telepített térségek biztosításának fejlődésére.

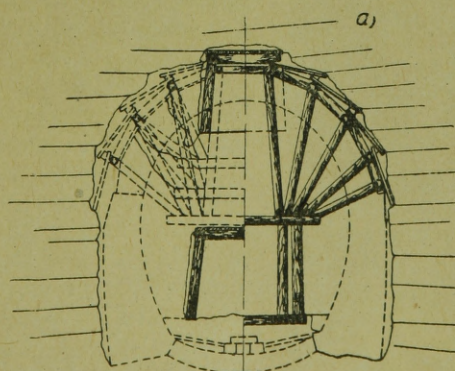
Azon meggondolás, hogy a régi, nyomásra és hajlításra igénybevett szerkezetek helyett húzásra, illetőleg nyírásra igénybevett szerkezeteket alkalmazzanak, nem állékony sziklában hajtott föld alatti terek biztosítására, közel 50 éves múltra tekint vissza (1. és 2. ábra).

Az eljárás és elv általában az volt, hogy a vágat fölötti meglazult kőzet-rétegeket megfelelő függesztő rudakkal a fölöttük fekvő ép kőzetréteghez kapcsolták, hogy a lazult réteg terhelését a teherbíró réteg vegye fel. Az úttörők közül Z. S. Beyl holland mérnököt kell megemlíteni, akinek kísérletei az 1912-es évre nyúlnak vissza.

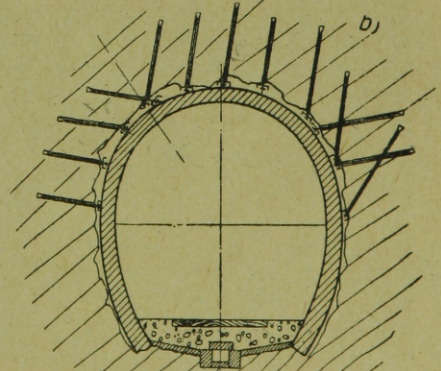
A horgonyzással való biztosítás elméleti alapelvei és technológiája a vágatok körül kialakuló feszültség-viszonyok figyelembevételével időközben különböző szerzők által lefolytatott vizsgálatok eredményeképpen tisztázódtak. Szerkezeti elemei a horgonyok, valamint alátétei a bányászatban szabványos biztosító szerkezetekké váltak.

1951-ben egyedül az Egyesült Államokban 500 bánya alkalmazza ezen biztosítási módot. Ezek közül 450 szénbánya, és az év folyamán 75 millió tonna szenet bányásztak ki horgonyozott főte alól.

Mérnöki szerkezetnél először 1950-ben kezdtek alkalmazni a főte-horgonyzást Wyoming-ban

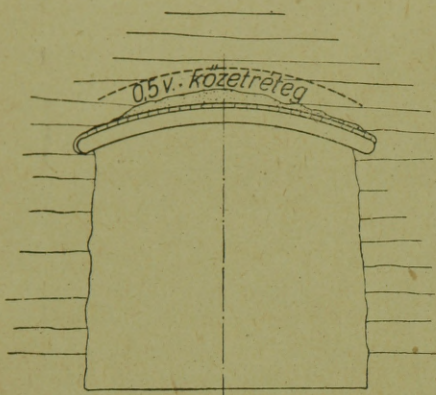


Osztrák ácsolattal, fa felhasználás
0,033 m³/lm³



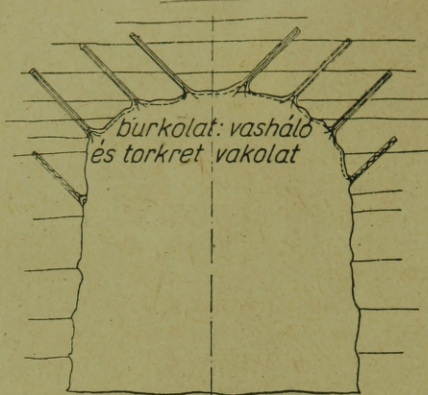
Acél horgonyokkal 3 kg acél/lm³

a) Előregyártott vb. ivekkel és pallókkal



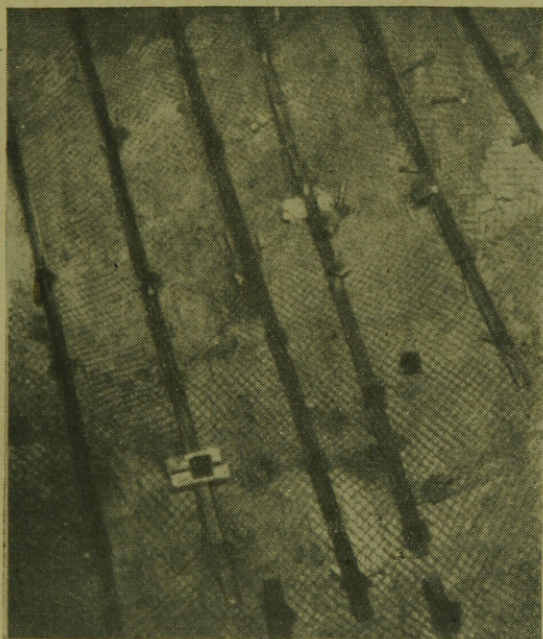
Számított terhelés 0,5 m vastag közetréteg

b) 1,20 m-ként $\phi 10$ cm furatban elhelyezett $\phi 8$ cm v. 1,70–2,00 m h előregyártott vb. horgonyokkal



A kőzetet a horgonnyal 1,5 m vastagságban önhordóra alakítjuk

2. ábra. Sziklapince főtéjének végleges biztosítása.



3. ábra. Horgonyzás a Forcacava-i nyomócső építésénél. Háló rögzítése rövid csavarokkal a főtehorgonyok és hevederek felszerelése előtt.



4. ábra. A Forcacava-i gépházcsarnok főtéjének biztosítása horgonyzással.

a 200 m hosszú *Keyhole* elágazási alagút építésénél, valamint a *utahi* 9 km hosszú *Duchesne* alagút egy 60 m-es szakaszán. Nagyobb mértékben *New York* városi vízművek 60 m hosszú, kelet *Delaware* alagútjánál alkalmaztak főte horgonyzást 1950–52. években és az első 20 km szakaszon 124 000 db horgonyrudat építettek be. A főte horgonyzás fenti alagút építési alkalmazását, eredményei alapján követték a brit-columbiai, angliai és brazil alkalmazások is (3. és 4. ábra).

A megnyitott térségek körül kialakuló feszültségek szerepe a horgonyzásnál

A horgonyzások főtebiztosítás úttörői a vágat fölötti laza, esetleg kis szilárdságú közetréteget felfüggesztették egy följebb fekvő, megfelelő szilárd réteghez.

Ezek szerint a biztosítóhatás létrejöttéhez alapfeltétel volt ilyen réteg létezése.

Vannak azonban olyan újabb vizsgálati eredmények, amelyek nyomán elszakadhatunk ettől az elvtől és az említett adottságok hiányában is érhetünk el horgonyzással hatásos főtebiztosítást.

A kőzetben egy vágat megnyitása előtt a feszültség-eloszlás körülményeit háromféleképpen tételezhetjük fel (5. ábra):

1. a feszültség-megoszlás hidrosztatikus,
2. oldalirányban nincs deformáció,
3. oldalirányban nincsen megfogás.

A függőleges nyomó feszültséget, vagyis a maximális főfeszültséget mindhárom esetben a vizsgált hely fölötti kőzet oszlop súlya adja. A vízszintes nyomó-feszültség, a függőleges feszültség-értéktől zérusig csökkenhet, a kőzet Poisson számától függően.

Ha a kőzetben vágatot nyitunk, a fenti feszültségek a megnyitott vágatot megkerülik és a vágat keresztmetszetei területének alakjától függően a nyílás szélének környékén halmozódnak. A feszültség-halmozódás elnevezés, valamelyik pont feszültség értékének viszonyát mutatja a terhelő feszültség értékéhez képest. (Így 3,00-as feszültség-halmozódás azt jelenti, hogy abban a pontban a feszültség értéke háromszoros a terhelő feszültség p értékének.) A feszültség koncentráció nagyságrendűségéről és helyéről a matematikai és velük egyező eredményt adó fotoelasztikus feszültség-vizsgálatok adnak képet (6. ábra).

Egyirányú feszültséggel terhelt r sugarú kör-alakú nyíláskörüli feszültség-értékeket *Timoshenko* egyenletei szerint vizsgálva, a nyílás szélén a következő tangenciális feszültséget kapjuk:

A terhelő feszültséggel (p) párhuzamos átmérő végén p nagyságú, de ellenkező előjelű feszültség keletkezik. A terhelő feszültségre merőleges átmérő végén a terhelő feszültséggel azonos előjelű $3p$ nagyságú a keletkező feszültség. Ha az egyenletet r -nél nagyobb r_1 értékre oldjuk meg, azt találjuk, hogy r_1/r értékek növekedésével a feszültségek gyorsan csökkennek; ha r_1 , r -hez képest nagy feszültség összetevők a terhelő feszültség összetevőire csökkennek. Az $r_1 = 3r$ távolságban a feszültség halmozódás eltűnik ami azt jelenti, hogy a köralakú nyílás körül annak szélességével egyenlő két sávban futnak le az általa megszakított feszültségi trajektoriak.

Fenti eredmények egyeznek az egyirányú terheléssel végzett fotoelasztikus vizsgálatok eredményével. A matematikailag nehezen megoldható általános alakú nyílás körüli feszültségek demonstrálására egy trapéz alakú nyílás körüli fotoelasztikusan meghatározott feszültségi ábrát mutatunk be (6/b. ábra). A függőleges szimmetria tengely és szelvény kontúr metszésénél a terhelő feszültséggel azonos értékű, de ellenkező előjelű feszültség mutatható ki. A terhelő feszültséggel azonos előjelű feszültségek a sarkok környékén adnak szélső értéket. Fenti eredmények matematikai és a fotoelasztikus vizsgálat szempontjából is könnyebben kezelhető egyirányú feszültség feltételezésével adódtak. Ezek feltételének a 3. ábrán bemutatott harmadik közetfeszültség állapot felel meg, melynél a közet Poisson száma m rendkívül nagy. Mivel m értéke tárgyunk körébe tartozó közetfeszültségeknél az $m = 5$ értéket nem haladja meg, a valóságos feszültség-állapotot jobban megközelítjük, ha $m = 5$ Poisson számmal a második eset oldalirányú feszültségeit szuperponáljuk a 4/a ábra feszültségdiagramjára.

Mint ismert a függőleges és vízszintes feszültségek közötti összefüggést a Poisson-féle szám adja:

$$p = \sigma_z = h \gamma \text{ és } \sigma_x = \sigma_y = p \frac{1}{m-1} \quad m = 5\text{-nél}$$

$$\sigma_x = \sigma_y = 0,25 p.$$

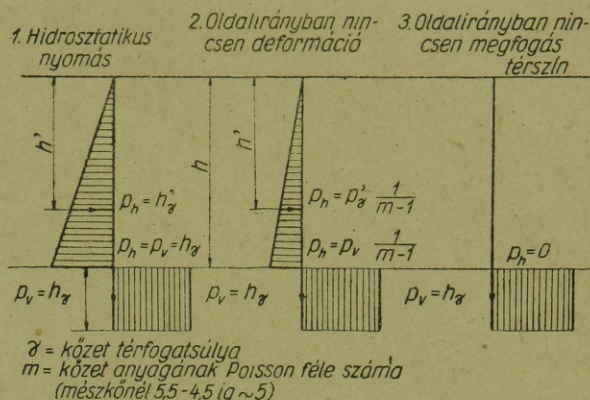
Így a húzófeszültség a főtén és talpon:

$$p - 3 (0,25 p) = 0,25 p.$$

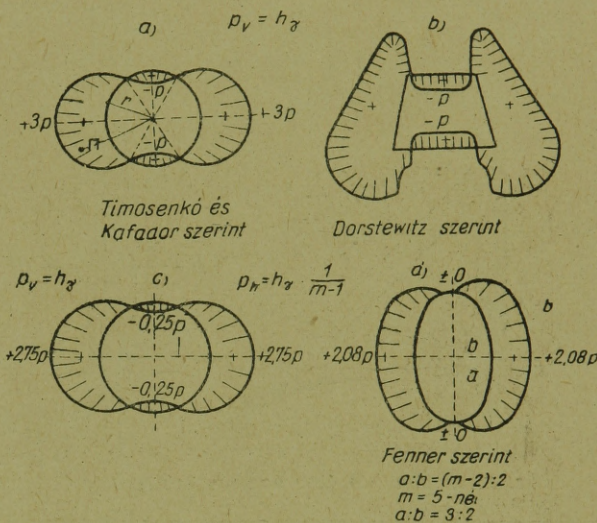
Nyomóerő az oldalfalon:

$$3 p - 0,25 p = 2,75 p \text{ lesz} \quad (6/c. \text{ ábra}).$$

Ezek szerint a földalatti terek elhelyezése szempontjából gyakorlati mélységben, tehát amikor még a közet anyagára a rugalmassági törvények érvényesek és a legtöbbször előforduló közetfajták esetén a térség fölötti közet oszlop súlyából származó függőleges feszültségek a jellemzők a szelvény kihajtása előtt. A vágatot kihajtva, ezen feszültségi állapotot zavarjuk meg és a közet törekszik arra, hogy kitöltse a megnyitott teret. A főtén keletkező húzófeszültségek, mivel a közet húzóigénybevétele általában kicsi, a homogén közetben repedéseket okoznak. Ha a közet réteges vagy tömbökből álló, úgynevezett kapcsolt rendszerű, a húzófeszültségek hatására a padok a tengellyel párhuzamosan megreped-



5. ábra. Feszültségek eloszlása közetben a vágat megnyitása előtt.



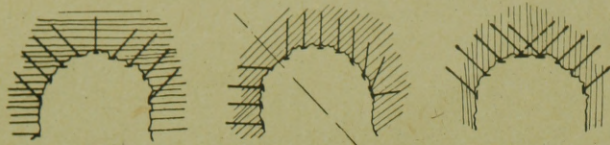
6. ábra. Tangenciális feszültségek eloszlásgörbéi különböző alakú nyílások szélein.

nek, a réteghatárok és a tömbök egymásba kapcsolódó felületei megnyílnak. A főte ezáltal megerezhedik és egy bizonyos mélység mentén és bizonyos idő elteltével állékonyságában változás áll be. Az alsó rész folytatni fogja a leereszkedést egész a beomlásig. A középső részek egyideig természetes íveket formálnak, melyek állékonyságát a görbületi viszonytól függő húzófeszültség határozza meg. Ez a folyamat folytatódni fog mindaddig, amíg a görbület nem elég kicsi ahhoz, hogy az egyensúlyt elérje. Ugyanis amint azt a 4/d ábrán bemutatunk minden közetfeszültségnek megfelelően található Fenner szerint egy olyan $a:b = (m-2):2$ nagy és kistengely viszonyú ellipszis melynél a főtén a húzófeszültség zérus.

Az előbb leírt határok között a közet megerezhedését az állandóan újabb és újabb önhordó ívek képzése kapcsán időben bonyolítja le. Megállapítható ezen felül még egy második ívhatás is, mely az ideiglenes ácsolatok keretsíkjai között lép fel. A vágatvégnél ez az ív a még érintetlen falsíkon és az utolsó ácsolaton nyugszik.

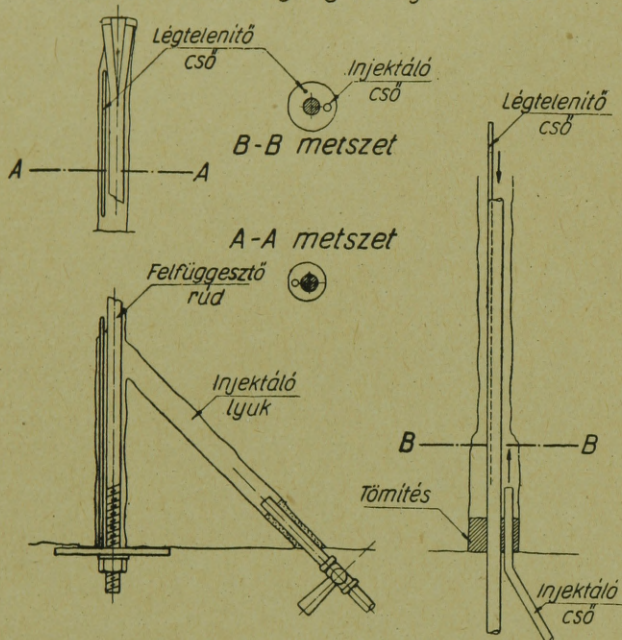
Az, hogy meddig marad meg a leírt kombinált ív alátámasztás nélkül, függ a geológiai viszonyoktól, az előrehajtás (kitörés) hosszától, a kalott sugarától. Gyakran még nagyon széttöre-

Horgonyok elhelyezése különböző dőlésű rétegek esetén

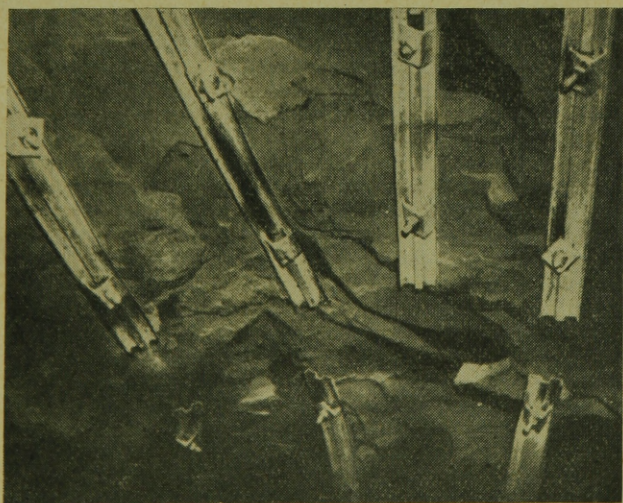


7. ábra. Horgonyok elhelyezése különböző dőlésű rétegek esetén.

Réselt és ékes horgony beinjektálása



8. ábra. Réselt és ékes horgony beinjektálása.



9. ábra. Horgonyzás részlete torkrétezés előtt a New York-i vízművek alagútjánál.

dezt kőzetben is lehetséges ezt a természetes ívet egy használható feszítávon legalább két-három órán át tartani.

Fentebb bizonyítás nélkül, de szerzők megnevezésével közölt eredményekből megállapítható, hogy egy nyílás főtéje fölött az alapfeszültség hatására középen húzó-feszültségek keletkeznek, a két szélén nyomó-feszültségek összegeződnek. Lehetséges tehát úgy elhelyezni a horgonyokat,

hogy azok jó része megfelelő hosszban a nyomó-feszültség zónájába kerülve kellően befogottan működjenek. Az elméleti eredmények homogén kőzetre vonatkoznak, ezért a horgonyok elhelyezésénél adott esetben, geológiai adottságokat is figyelembe kell venni (7. ábra).

Ideiglenes biztosításra használt horgonyok kialakítása

A horgonyzást szerkezetileg úgy hajtják végre, hogy megfelelő irányban és kiosztásban közvetlenül a kihajtás után, furatokat mélyítenek a főtébe, a furatokba négyzetes, körkeresztmetszetű esetleg csőkeresztmetszetű horgonyrudakat helyeznek. E rudak felső (belső) vége befeszítést lehetővé tévő szerkezeti megoldású. Ez lehet egyszerű hasíték, melybe ellenék kerül oly módon, hogy ha a rudat a furatba beleverik, az a hasítékot szétfeszítve a rúd végét egyben a furatban is rögzíti.

A rúd külső vége 150–200 mm hosszban csavarmenettel van ellátva és megfelelő alátét és anya közbeiktatásával a furattal harántolt szikla réteget össze lehet csavarozni. A furatot a horgony behelyezése után ki szokták még injektálni. Ez esetben injektáló és légkibocsátó csövekről is kell gondoskodni. Csőszelvényű rúd alkalmazása ezt egyszerűen oldja meg, mert a csövön keresztül injektálni lehet befelé és a levegő a palást mentén távozhat (8. ábra).

Feladatunk hatásos kapcsolatot létesíteni a kőzet és rúdvég között lehetőleg olcsó kivitelben, így a horgonyfejek kialakítása a kőzetszilárdságtól is függ. Ha a kőzetnek nincsen megfelelő nyíró szilárdsága a horgonyrész hosszának növelésével kell a szükséges horgonyfelületet biztosítani.

A horgonyfej kialakítására rendkívül sok megoldást szerkesztettek. Az Egyesült Államokban általában az egyszerű hasítékos és ellenékes megoldást használták. A hasítékot kívánatos lángvágóval vágni, mert a durva felület jobban tarja az éket. Németországban ahol a kőzet szilárdsági feltételei rosszabbak, kónusszal szétfeszíthető hüvelyes horgonyfejet alkalmaznak, melyet kívülről lehet csavarral szétfeszíteni.

A különböző kőzetfeszültségeknek megfelelően sokféle horgonyfej alakult ki. A horgonyrúd a sziklát alátét segítségével feszíti meg. Az alátétek lehetnek négyzetes vagy háromszög alakú lemezek, sík vagy hornyolt felülettel. Igen gyakran adódik, hogy a sziklafelület nem merőleges a horgonyrúd tengelyére: ez esetben speciális alátéteket használnak (9. ábra). Németországban félgömb-alakúra kidomborított középrészű alátétet használnak erre az esetre, mely furat helyett hasítékkal van ellátva és 45°-ig szoros érintkezést biztosít.

Repedezett, rossz minőségű sziklában tanácsos a rudakat egymással összekötni, hogy eloszuk a terhelést és fejek egymáshoz képesti elmozdulását akadályozzák. E célra csatornaszádlemezeket bányavágányok kiselejtezett acélkeresztalijait, a Ruhr vidéken acélkábeleket hasz-

nálak, melyeket speciális kiképzésű alátéttel feszítenek a horgonyhoz. Ezekkel a szerkezetekkel a rudak közötti sziklát fogják alá. Amennyiben a szikla erősen darabolt a lepergő kőzetdarabokat dróthálóval ajánlatos felfogni; erre a célra a vízépitési célokra alkalmas minőséget alkalmaznak. Tekintettel arra, hogy a közvetlen munka és munkásvédelmi intézkedést a hálózás nyújtja, e szerkezetet kell legelőször a horgonyzásnál elhelyezni, ideiglenesen rövid csavarokkal felerősítve. A hosszú furatok mélyítése nem is kezdődhet meg addig, amíg ez nem történt meg (3. ábra). A furatokat ott indítják ahol a kőzetfelület homo-

1. táblázat

Acélíves és horgonyzásos biztosítás anyagszükséglete

	Acélíves	Horgony- zások	Anyag- megta- karítás
	biztosítás		
Acél	520 kg	75 kg	445 kg
Fa	0,1 m ³	—	0,1 m ³
Munkaidő	137 óra	108 óra	29 óra
Szikla kitörés	15,5 m ³	14 m ³	1,5 m ³
Beton	4,1 m ³	2,6 m ³	1,5 m ³
Zsaluzat	12 m ²	12 m ²	—

2. táblázat

Különböző állapotú kőzeteknél ajánlott ideiglenes biztosítási módszerek Rabcewicz szerint

Ajánlott aláfogási módszer

Az alagút anyagának állapota	Összezsavarozás és horgonyzás	Acélbordák, vagy európai alagút-módszerek
1. Kemény és érintetlen 2. Keményréteges vagy palás 3. Tömör, mérsékelt tagolt 4. Mérsékelt tömbös és erezett 5. Nagyon tömbös és erezett 6. Tökéletesen repedezett, de kémiai érintetlen	Kémiaiilag nem átalakult	Nincs alátámasztásra szükség. Acél rúdakkal főtő-főlfüggesztés
7. Nyomásos szikla kis mélységben 8. Nyomásos szikla nagy mélységben 9. Duzzadó szikla 10. Agyag (Koheziós talaj) 11. Homok, fővény, (kohezió nélküli talaj)	Kémiaiilag átalakult Kémiaiilag nem átalakult	Beton horgony Nincs tapasztalat Előretűzés Előretűzés és homlokbiztosítás az ismert módokon

ulatot mutat, mert a hálót, de fentebb leírt egyéb alátét elemeket is ilyen elrendezéssel lehet a sziklához feszíteni.

Az előbbieken említett alkalmazásokon felül acélrudas horgonyzást alkalmaztak a 18,00 m fessztávú Harsprungeti gépcsarnoknál Svédországban. Az 5,00 m hosszú horgonyrudakat beinjektálták és a sziklafelületet hálával és torkret vakolattal látták el. Az ausztráliai Snowy Mountains vízerőműnél és az athéni vízművek alagútjánál is horgonyoztak. Az acélrudas horgonyzás mérnöki szerkezetek terén való Magyarországi alkalmazásáról nem tudunk beszámolni, annak ellenére, hogy használata az utóbbi években végzett sziklamunkáknál több esetben indokolt lett volna. Gazdasági összehasonlítást is csupán a 9. ábrán bemutatott New York-i vízművek alagútjának acélíves és horgonyzott szakaszairól tudunk adni dr. Rabcewicz nyomán (1. táblázat).

Az ideiglenes biztosítás horgonyzással való megoldásánál mindazon hátrányok elmaradnak melyeket az előzőekben említettünk. Alkalmazásával alagút építésénél is kihasználhatjuk a teljes gépesítés előnyeit. A főtőhorgonyzásnak azonban helyes beépítése esetén fő előnye, hogy legjobban meggátolja a kőzetlazulásokat és ezáltal a végleges biztosító szerkezetre kialakuló terhelő erőhatásokat csökkenti. Az elmozdulások a hor-

gonyok megfeszülése után megszűnnek, mivel azok nyúlása csak kis része annak a deformációnak amit a főtő engedhet, ha alulról van alá támasztva.

Közljük még a különböző állapotú kőzeteknél ajánlatos ideiglenes biztosítási módokat (2. táblázat).

Kisszilárdságú kőzetekben alkalmazott vasbeton horgonyzás

A horgonyfejek nem képesek kisszilárdságú kőzetekben kellő horgonyhatást kifejteni, mert a horgonyfejek befeszíthetőségi hosszának gyakorlati határai vannak. Ezzel szemben alkalmazható egy olyan megoldás, amelynél a horgonyelem egész hossza mentén feszül be a furatba és a harántolt kőzetretegek vagy -tömbök mozgását hossz tengelye irányában és erre merőleges irányban is meggátolva fejt ki horgonyhatást. Ilyen típusú vasbeton horgonyokat próbáltak ki bitumenes márgában Haushan-ban, és agyagpalában a Ruhr-vidéken; mindkét esetben talpduzzadás meggátolása céljából. A Ruhr-vidéki alkalmazásnál egy 180 m hosszú, 2,40 m széles táró talpán helyeztek el 0,90 m-ként 1,50 m hosszú, összesen 800 db vasbeton horgonyt. Ezek hatására az odáig 1,40 m magasra felduzzadó talp csupán 10 cm rendű duzzadást mutatott.

A vasbeton horgonyokat is éppúgy mint az acél horgonyokat a kitörés után lehetőleg azonnal el kell helyezni, mert a furat esetleg záródik. Nagymértékben duzzadó kőzetben sikeres horgonyzást csak gyorsan kötő anyaggal lehet elérni. A Ruhr-vidéken 2 térfogat rész pc. és 8 térfogat rész finom kavicsos homokhoz még 1 térfogat rész folyékony szilikátot adagoltak. E keverék két óra múlva megkötött és 24 óra múlva a szükséges szilárdságot elérte. A furat $\varnothing$ 40 mm volt, melybe 14–19 mm $\varnothing$ -jú enyhén hullámosított acél rudat helyeztek. Mivel a vasbeton horgonynál a kötés a felület mentén történik nincsen szükség sem alátétre sem csavarozásra. A beton megszilárdulása után lazulás nem is történhet, ha csak a horgonyzás tökre nem megy, ami vagy a horgony törése vagy a szikla elnyiródása folytán következhetik be. Tekintettel a kisszilárdságú sziklafajtákra az utóbbi eset a mértékadó és a megfelelő horgonyátmérő választásával elkerülhető a horgonyzás tönkremenetele.

A vasbeton horgonyzás hazai alkalmazása

Vasbeton horgonyzást végleges biztosításként alkalmaztunk a Budapest déli részén fekvő felső miocén mészkőben szabálytalanul kitermelt, régi, felhagyott kőbányák üregeiben, a főtén és pillérekben.

E kőzet 0,20–2,50 m vastag rétegekben rakódott, a rétegek közel vízszintesen helyezkednek el. A mészkőrétegek az időrendi sorrendben való lerakódás, a víz és kismértékben a szél osztályozó hatása folytán különböző, 20–70 kg/cm² szilárdságúak. Térfogatsúlyuk 2 t/m³ körüli. A megszilárdulás utáni kéreg mozgások a rétegeket egymástól 3–12 m távolságban húzódo, függőlegestől 5–10°-os eltérésű repedésekkel szabdalják fel.

Az üregek keletkezési körülményeik miatt teljesen szabálytalan alaprajzúak, a bennhagyott pillérek részben négyzetes, részben falpillérek. A helyiségek keresztmetszete felső sarkaiban lekerekített trapéz. A főte szabálytalan „ívelésű” és a 6/b ábra szerint húzófeszültségek is fellépnek, 1–2 kg/cm² értékben. A vázolt alaki és geológiai körülmények határozták meg a biztosító szerkezettel kapcsolatos kívánalmakat és a felveendő terhelés nagyságát. Számos szerző által, hasonló réteges kőzet féleségeknél leírt főte omlási folyamat, ha nagyon lassan is, de folyamatban van és csak egy két helyen fejeződött már be.

6/d ábrából, valamint a 6/b és 6/d ábrák különbözetéből egy húzó szilárdság nélküli kőzetbe vájt nyílás állékony alakja és a leomlandó kőzet szelvény leolvasható. Ez a terhelésként felfogható rétegvastagság a helyszínen is megállapítható és átlagban 0,5 m vastagságú, azonban csak akkor fog terhelésként hatni, ha már levált a főte többi részéről és ráült egy alatta levő szerkezetre. Feladatunk ezt a folyamatot megállítani, és e célra a vasbeton horgonyzás mutatkozott legalkalmasabbnak.

Tekintettel a kőzet kis szilárdságára 10 cm $\varnothing$ -jú sziklafuratban 8 cm $\varnothing$ -jú előregyártott 1,70–

2,00 m vasbeton horgonytestet alkalmaztunk 1,20–120 m-es kiosztásban (10. ábra).

A horgonypalástról a kőzetre ható nyomás az adott kiosztás és kőzet-térfogatsúly mellett még a megengedhető 1,4 kg/cm²-re adódott.

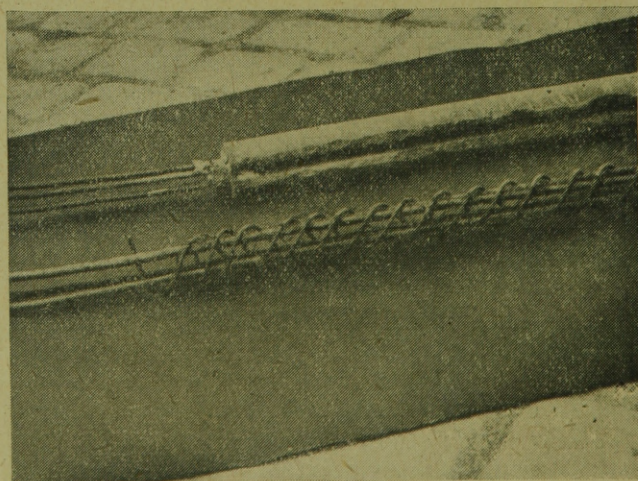
Az előgyártást azért alkalmaztuk, mivel egy megfelelő gyorskötő anyag még nem állt rendelkezésre és e megoldás a furat esetleges elzáródását is meggátolta. A horgony és furat közötti kb. 1 cm-es hézagot injektálással terveztük elvégezni (8. ábra szerint). A kivitelező 1. sz. Mélyépítő Vállalat brigádvezetője Bráder Ferenc ezt a műveletet egyszerűbben végezte el oly módon, hogy a torkretozó pisztoly csövét a horgony mellé, a furatba illesztve töltötte ki a hézagot habarccsal (11. ábra). Az eljárást ellenőrzendő több próbadarabot kivéstünk és a horgony testhez és a furatfalhoz tapadó tömör kemény kitöltő anyagot találtunk, mely a horgonyt teljesen körül vette (12. ábra).

Az előgyártott horgonyokban 4 db $\varnothing$ 8-as hosszanti vasbetétet alkalmaztunk, a kengyelezés 45°-ban emelkedő 3 db egymás utáni 5,5 $\varnothing$ spirálvasból áll.

Az előregyártott horgonytest két oldalán a torkretozó cső számára megfelelő hornyot hagytunk (10. ábra). A szikla felületén 15 cm mély és 45°-ban kiszélesedő horgonyfejet alakítottunk ki, melybe a vasbeton horgonytestből kiálló 4 db hosszanti vasbetéttel feszítettük be és rögzítettük a felületet burkoló vízepítési vashálót. A háló 80 mm lyukbőségű, 3,8 mm-es szálakból fonva. A frissen letisztított kőzetfelületre és hálóra hordták fel a felületet burkoló torkret vakolatot. Meg kell jegyeznünk, hogy a külföldön nagyon bevált torkret (lövett beton) vakolatnak szikla felületen való alkalmazása csak néhány egyszerű szabály betartása esetén sikeres.

A lövett beton csak letisztított kőzetre hordható fel lehetőleg közvetlenül a felület letisztítása után.

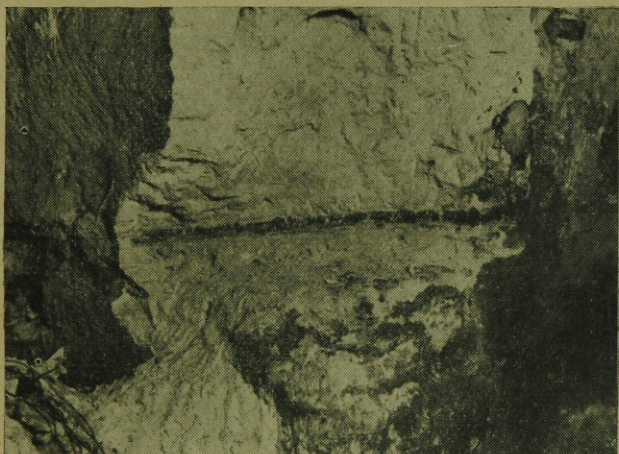
A felület pormentes legyen a munka megkezdése előtt, ezért 1/2–1 óráig vízszugárral mosandó.



10. ábra. Budapesti sziklapince előregyártott vasbeton horgonya és ennek vasszerelése.



11. ábra. Budapesti sziklapince vasbeton horgonyának kitöltése, torkretező cső fokozatos visszahúzásával.



12. ábra. Budapesti sziklapince vasbeton próbahorgonyzása, kibontott állapotban.



13. ábra. Budapesti sziklapince függőleges falainak megerősítése előregyártott vasbeton horgonyokkal.

A torkretozandó térségben meg kell gátolni: a légáramlást, hogy hirtelen szikkadás ne következhesse be. Megfelelő világítással meg kell szüntetni a munkát zavaró árnyékokat.

Egy felhordott réteg vastagsága 18 mm-nél nagyobb ne legyen.

A munka alatt megfelelő légző készüléket és hatásos elszívó készüléket kell alkalmazni a dolgozók egészség védelme érdekében.

A fentebb leírt főte biztosítás mellett a helyiségek repedezett és túlterhelt pilléreit is horgonyzással erősítettük meg. E célra 50 mm $\varnothing$ -jű furatban 20 mm $\varnothing$ -jű periodikus vasat vagy 20 mm $\varnothing$ -jű enyhén hullámosított sima beton vasat alkalmaztunk. A fejkiképzés a beton horgonyokhoz hasonló volt (13. ábra).

3. táblázat

Főtebiztosítás anyag, munkaidő és költségsszükséglete 1 m²-re vonatkoztatva

		Vasbetonívvel és vb. pallóval	Horgonyzással és vashálós torkretozással	Megtakarítás	Többlet
Betonacél	q	0,16	0,09	0,07	
Beton és vasbeton	m ³	0,67	0,01	0,66	
Zsaluzat	m ²	1,00	—	1,00	
Sziklavésés	m ³	0,12	0,05	0,07	
100 mm $\varnothing$ fúrás	fm	—	1,6		1,6
Vasháló	kg	—	2,4		2,4
Torkret vakolat	m ²	—	1,00		1,00
Munkaidő	óra	10,86	5,56	5,30	
Ár	Ft	465,—	234,—	231,—	

Annak ellenére, hogy fentebb leírt biztosító szerkezet kivitele merőben eltér a megszokott kiviteli módoktól és így a kiviteli költség jelenleg korántsem reális, megfelelő szerszámok és munkafogások még nem alakultak ki, a megoldás mégis gazdaságos volt. Bemutatunk egy összehasonlítást a 2. ábrán vázolt és ugyanazon a helyen alkalmazott kétféle biztosítás költségéről (3. táblázat).

A terveket a MÉLYÉPTERV (Jánosi János) készítette.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Rabcewicz L. V.: Bolted Support for Tunnels. Water Power, 1954. márc. és ápr.
- Timoshenko S.: Theory of Elasticity. London, 1934.
- Kajadar A. D.: An Investigation of the Stress Distribution around Underground Openings by the Photoelastic Method. Colorado School of Mines. 1943.
- Dostewitz G.: Spannungsoptische Untersuchungen als Beiträge zur Klärung von Gebirgsspannungen um bergmännische Hohlräume. Archiv. für bergbauliche Forschungen, 1940.
- Fenner R.: Untersuchungen zur Erkenntnis des Gebirgsdrucks. Glückauf, 1938.
- Rabcewicz L. V.: Effect of Modern Constructional Methods on Tunnel Design. Water Power, 1955. dec., 1956. jan.

Kísérleti vasbeton nyomócsővezeték

HUNYADY DOMOKOS és dr. GÁLL IMRE

ETO 624.012.4 : 628.14

Előzmények

A vasbeton nyomócsövek készítése és alkalmazása a korszerű vasbeton-technika újabb eredményei közé tartozik. A vasbeton térhódításának ez az újabb területe különösen a második világháborút követő években lendült fel. Iparilag fejlettebb államokban sokezer kilométer vasbeton nyomócsővezeték építettek és a csövek gyári előállításának, szállításának és fektetésének technológiája magas fokon áll. Az újabb kiadású kézikönyvek a vasbeton nyomócsövet mint már jól bevált építőelemet tartják nyilván.

A vasbeton nyomócső elterjedésének oka elsősorban a *vasanyagban* elérhető *megtakarítás*. Így jelentősége főként a vasban szegény országokban kiemelkedő, de a vasanyag megtakarítás mellett nagy előnye olcsósága, mely az öntöttvas és acélcsővezetékkel szemben jelentős megtakarítást eredményez. Előnye még, a *korrozíóval* szembeni ellenállás, a *horpadással* szembeni nagy ellenállás és az a rendkívül jelentős körülmény, hogy a vasbeton csővezetékben sokkal kevésbé fagy be a víz. Míg acélcsőben a felület négyzetméterére vonatkoztatva óránként 1 m^3 vízmozgás szükséges ahhoz, hogy a víz be ne fagyjon, addig vasbetoncsőben óránként $0,1 \text{ m}^3$ vízmozgás már elhárítja a fagyveszélyt.

Magyarországon is felismerték a vasbeton nyomócső fentemlített előnyeit, így már évekkel ezelőtt elkezdődött a kísérletezés arra vonatkozóan, hogy a követelményeknek megfelelően vasbeton nyomócsöveket állítsanak elő. Időközben a magyar építőipar már a vasbeton nyomócsövek nagyüzemi gyártására is berendezkedett, az *I. Épütelelemgyárban* 2 db *Hunziker-féle* svájci gyártmányú

pörgetőgépet helyeztek üzembe, mely gépekkel azóta több ezer darab tokos vasbetoncsövet gyártottak.

A csövek minősége és kötése

Az ezideig gyártott vasbetoncsövek a felhasználhatóság szempontjából nem egészen egységesek. Egy részük az előírtas alkalmassági próbákat minden nehézség nélkül kiállja, más részük viszont — egy aránylag magas, 50—70 körüli % — a *vízáteresztőképesség* és *szilárdság* szempontjából oly mértékig kifogásolható, hogy csupán mint gravitációs csővezeték volt ezideig felhasználható.

Az eredeti Hunziker-rendszerű *csőkötés* ellen kezdettől fogva sok kifogás hangzott el, ezért időszerűnek látszott más csőkötés kikísérletezése. Más csőkötéshez azonban más csővégződés szükséges, amire viszont a csőgyártó műhely nincs felszerelve.

A vasbetoncsövek eddigi hazai alkalmazása

A pörgetett vasbeton csövek *gravitációs csővezeték*eknél kerültek beépítésre az *albertfalvai lakótelep* és a *hatvani vasúti állomás* csatornázásánál, a *péti nitrogéngyár* tápvezetecsatornájánál és ezenkívül több-kisebb átereszt építésénél.

Az *albertfalvai lakótelep* csatornázása során 1600 fm $0,45$ és $0,53$ cm $\varnothing$ méretű vasbeton csővezeték épült Hunziker-rendszerű csőkötéssel. Az ehhez szükséges csöveket, a talajvíz erős szulfát-tartalmára figyelemmel, *S—54-es* cementtel készítették. A csatornavezeték ellen a másfél évet meghaladó üzemidő alatt panasz nem merült fel.

A *hatvani pályaudvar* csatornázásánál 480 m, 53 cm $\varnothing$ pörgetett vasbetoncső került beépítésre, Hunziker rendszerű csőkötéssel. Ennek az építkezésnek érdekessége, hogy a csatorna előbb közel egy méterrel magasabb szinten épült meg s az így megépített és teljesen elkészült csővezeték utólag, külön munkamenetben süllyesztették le a végleges munkaárrokba. A lesüllyesztést kb. 40 m-es szakaszokban hajtották végre anélkül, hogy a munka folyamán a csövek vagy azok kötése megrongálódtak volna.

A *péti nitrogéngyár* tápvezetecsatornájának eddig megépült szakaszain 800 fm 106 $\varnothing$, 850 fm 91 $\varnothing$, 800 fm 60 $\varnothing$ és 750 fm 45 $\varnothing$ (cm-ben), összesen 3200 m vasbeton gravitációs csővezeték létesült Hunziker csőkötéssel. Az üzemi tapasztalatok ennél a vezetéknél is kedvezőek voltak (1. ábra).

Az ismertetett vezetékeken kívül kísérleti jelleggel olyan vezetékek is létesültek, melyeknél a vasbeton csövekben állandó üzemi nyomás lép fel. Két ilyen vezeték szakaszt fektettek, pl. 1954-ben a *városligetben*, egyet Hunziker kötésű pörgetett betoncsövekkel, egyet *Gibault* rendszerű kötésű utófeszített vibrált vasbetoncsövekkel. (Utóbbiakat a II. Épütelelemgyár állította elő.) Az építés során a Gibault-rendszerű kötés túl



1. ábra. Vasbetoncső munkaárka (Péti tápvezetecsatorna).

költségesnek mutatkozott, de műszakilag jól bevált. A Hunziker-rendszerű tömítés előállítása viszont csak többszöri sikertelenség után járt a kívánt eredménnyel. A vezetékeket 2,8 att. üzemi nyomás mellett üzembehelyezték. Jelenleg azonban a két vezeték már hosszabb idő óta üzemben kívül van. Küszöbön áll a vezetékekkel való további kísérletezés.

A péti nyomócső próbaszakasz

Az eddigi tapasztalatok kiegészítését van hivatva szolgálni a péti tápvízcsatornánál létesített nyomócsőpróbaszakasz. Jelen ismertetésünk célja vázlatosan képet adni a próbaszakasz építéséről s az azon lefolytatott kísérletek első — a nyomáspróbáig terjedő — szakáról.

A nyomócső próbaszakasz 60 cm belső méretű pörgetett tokos vasbetoncsövekből készült. A kísérleti szakasz hossza 210 m és négy, egymástól aknával elválasztott különálló részből áll (2. ábra).

A kísérletek irányítását az Építészeti Minisztérium látta el. A terveket, a kísérleti feljegyzéseket a Mélyépítési Tervező Vállalat készítette, a kísérletekhez felhasznált vasbetoncsöveket az I. Épületelemgyár gyártotta, a kivitelezést pedig a 26. Építőipari Tröszt keretébe tartozó 4. Mélyépítő Vállalat végezte.

A csövek gyártása, illetve a raktáron levő csövek alkalmassági vizsgálata 1955. szeptemberében kezdődött, a vezeték nyomáspróbáinak első része 1956. áprilisában zárult le.

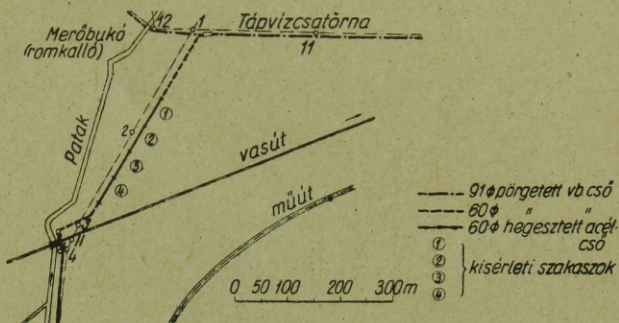
A kísérletek célja, hogy a Magyarországon ezidőszent gyártott vasbeton nyomócsöveket és csőkötéseket azonos körülmények között összehasonlítás és alkalmazhatóság szempontjából ki- próbáljuk.

A kísérlethez felhasznált vasbeton nyomócsövek

Minthogy a nagyüzemi gyártásra berendezett I. Épületelemgyárban mind feszítés nélküli, mind utófeszített vasbeton nyomócsöveket készítenek a kísérletek mindkét minőségű csőre kiterjedtek. A csőkötések közül az eredeti Hunziker-rendszerű bitumenes kenderkötél tömítésen kívül az egy-gördülő-gumigyűrűs csőkötetést lehetett ki- próbálni miután a kötés alkalmazásához szükséges csővég kiképzés előállítására az I. Elemgyár berendezkedett. Így összesen négy próbacsőszakasz létesült azonos hatvan centiméter belmérettel. A négy próbacsőszakasznál a következő cső és kötésfajták kerültek beépítésre:

1. Feszítés nélküli vasbeton nyomócső Hunziker-rendszerű kötással.
2. Feszítés nélküli vasbeton nyomócső gördülő egy-gumi-gyűrűs csőkötéssel.
3. Utófeszített vasbeton nyomócső Hunziker-rendszerű kötással.
4. Utófeszített vasbeton nyomócső gördülő egy-gumigyűrűs csőkötéssel.

A kísérletek céljaira a helyszíntre szállított 60 db 60 cm belső $\varnothing$ -jú, egyenként 3,76 m hosszú cső szolgált (vezetéként összeépítve, a



2. ábra. A péti tápvízcsatorna ösküli ágán létesített kísérleti csővezeték.

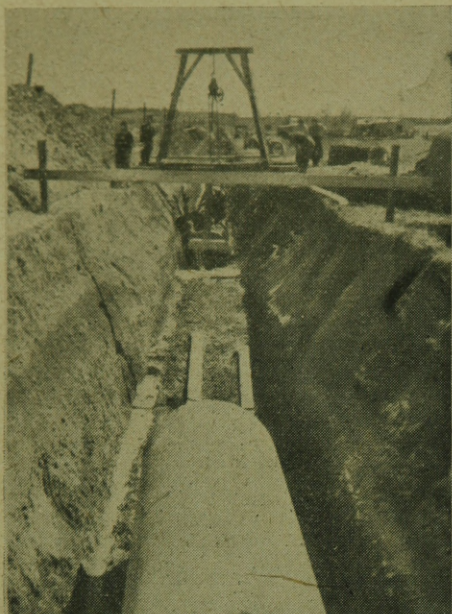
1. 60 $\varnothing$ feszítés nélküli vasbeton nyomócső Hunziker-rendszerű kötással.
2. 60 $\varnothing$ feszítés nélküli vasbeton nyomócső gördülő egy-gumigyűrűs kötással.
3. 60 $\varnothing$ utófeszített vasbeton nyomócső Hunziker-rendszerű kötással.
4. 60 $\varnothing$ utófeszített vasbeton nyomócső gördülő egy-gumigyűrűs kötással.

csővégenkénti hossz: 3,66 m). Csak olyan feszítés nélküli cső került szállításra, vagy utófeszítésre, mely az előzetesen megtartott gyári nyomáspróbán megfelelőnek bizonyult.

A próbanyomás a szállítandó feszítés nélküli vasbeton nyomócsöveknél 3,0 att., a feszítésre kerülő magcsöveknél 2,5 att. volt.

A csövek annak ellenére, hogy készítésüknél különös gonddal jártak el, hiányosságokat mutatnak. Ilyen hiányosság, hogy a belső felület göröngyös és a vasaláson nincs mindenhol betontakarás. A belső felület göröngyössége elsősorban a betonadalék szennyezettségének következménye. A beton adalékanyagban levő könnyebb fajsúlyú anyagok (fa, salak, stb.) a pörgetéskor a belső felületen összegyűlnek és az egyébként tökéletesen sima felületbe beágyazódnak. A belső felület göröngyössége a súrlódási tényezőt növeli, s ezzel a vízszállító-képességét csökkenti, de nehézséget jelent a göröngyös felület akkor is, ha a cső belső felére korrózióvédelem céljából védőbevonatot kell felhordani.

A legtöbb csőnél még egy jellegzetes hiányosság jelentkezik, ami abban nyilvánul, hogy félkör, vagy esetleg teljes körkerületben néhány milliméter mély és kb. 1/2 cm széles barázda vonul a cső tokvégeinek felületén, melyet porózus beton vesz körül. A betonból a barázda környékén a finomabb szemcséjű adalékanyag és a kötőanyag kisebb mértékben van jelen, vagy hiányzik. Ennek következtében az esetleg e helyen levő tömítést a víz megkerülheti, illetve a tömítés nem tapadhat jól a beton felületéhez. E hiányosság okát a gyártásnál a pörgetés és a beton adagolás közötti összhang hiányában és a beton konzisztenciájában kell keresni. A beton adagolás lassú pörgetés közben a forgás tengelyéből történik, több fokozatban. Az egyes fokozatok alatt és között a tokvég közelében levő beton a pörgetés következtében hossz-irányú mozgást végez, s a tok felőli csővégnél feltorlódik. A feltorlódó beton az adagolás végső ütemében összetatarozódik az utolsó adagolt betontömeaggel és ott munkahézagot alkot, mely — kellő hossz-irányú vibrálás vagy nyomás híján — a két érintkező betontömeg között megmarad és nem záródik.



3. ábra. A csövek kisebb arányú mozgatása céljára szolgáló csigasor.



4. ábra. Csövek összehúzása belülfutó drótkötél csörlőre csavarása útján.

További hiányosságként még a *csövek csorbulásai* említhetők, melyek a csövek szállításakor és raktározásakor keletkeznek. A csorbulások a csővéget, a cső legkényesebb részeit teszik használhatatlanná, a csőkötések készítésére alkalmatlanná. A csövek hosszához képest tekintélyes súlya óvatos kezelést tenne szükségessé, ami nem mindig volt biztosítva. Ezért a csöveknek olyan csomagolását kell kidolgozni, mely biztosítja a csövek megfelelő védelmét a szállítás alatt is.

Végül meg kell jegyezni, hogy a feszített csöveknél a feszítő huzal védésére hivatott *habarcsréteg* sem elégíti ki a kívánalmakat. Mind korrózió, mind a külső erőhatások okozta sérülések veszélye feszített csöveknél fokozottan fennáll s a

védőhabarcs kézi erővel való felhordása, ahogyan az ezidőszerint történik, nem nyújt megfelelő védelmet.

A csövek elszállítása és lefektetése

Valamennyi cső nyitott vasúti teherkocsiban érkezett meg Pétfürdő vasúti állomásra. Egy vasúti kocsiban 6 db egyenként 1200 kg súlyú cső volt szállítható. A berakodás az I. Épületelemgyár területén történt, toronydaru segítségével, a kirakást a vasúti homlokrakodón ideiglenesen e célra épített elektromos híd-daruval végezték. A kirakás után a csöveket rövid ideig a rakodón tárolták, majd kettesével tehergépkocsin a munkaárokhoz szállították. A tehergépkocsira a felrakást az elektromos híddaru végezte, a kirakás a külső sérülésre kényesebb feszítés nélküli csöveknél két gerendán legurítás-sal, az utófeszített csövek egy részénél próbaképpen egyszerű ledobással történt. Utóbbi eljárást azzal lehet indokolni, hogy a helyszínen a talaj erősen felázott, puha lévén kevésbé kellett tartani attól, hogy a cső e művelet közben megsérül.

A csöveknek daruval való felemelését általában kenderkötél vagy drótkötél áthurkolásával oldották meg. Ha a cső fekszik, vagyis tengelye vízszintes, a kötéthurkot a cső súlypontja közelében duplán vetik át s a kettős kötélag köteleit egymástól kb. 2 arasznyira széthúzzák. Ezáltal a kötélhurok megfeszülése után a cső úgy emelkedik fel, hogy eredeti fekvő helyzetét mindvégig megtartja. Mind a vasúti kocsin, mind a gépkocsin a csőtengely helyzete vízszintes volt.

A csövek további helyszíni mozgatása már kézi erővel történt, éspedig a következőképpen: az árok szélére a csöveket 6 ember gurította. A gurítás közben elkerülhetetlen irányváltozásokat gerendák alátételével egyenlítették ki. Az árokba leeresztés két gerendán legurítással történt, úgy azonban, hogy a csövet kötéll vette körül, melyet 6—6 ember fokozatosan lassan engedett le. Így a cső nem zuhanásszerűen, hanem lassan érkezett le az árok fenekére.

A csövek kisebb mozgatásait az árokban csigasorral (3. ábra) és csörlővel végezték. Ezekkel a segédeszközökkel történt a csövek egymásnak illesztése is, míg a szabad csővéget végleges irányba és az előírt magasságra kézi emelővel (Hévé) állították be. A csővégek összeillesztése után a csövek összehúzását belülfutó drótkötél segítségével oldották meg, mely távolfekvő és kellően merevített kézi csörlő dobjára csavarodott fel (4. ábra). Ezáltal elérhető volt, hogy a már lefektetett és irányba beállított csöveket nem fenyegette a kimozdítás veszélye, ami akkor állt volna elő, ha a csövet az előző csőhöz kapcsolódó szerkezettel húzták volna helyre.

A csőfektetés céljára szolgáló munkaárok gépi földkiemeléssel készült, több hónappal a kísérletek elrendelése előtt. Az árkot ez alatt az idő alatt részben elöntötte a magas talajvíz. Követlenül a csőfektetést megelőzően a talajvizet kiszivattyúzták, az árkot a terveken előírt mé-

retre kézi munkával képezték ki és az árokfenék közepén hosszirányú szivárgót építettek, melyet murva-ágyazat vett körül. Ez a murva ágyazat szolgált alapként a vasbetoncsövek fektetésénél.

Csőkötések

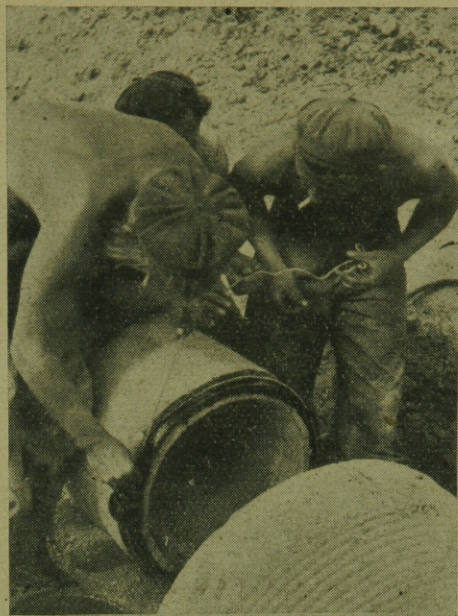
A különböző fajtájú csövekkel és csőkötésekkel készült csővezeték szakaszok fektetésére vonatkozó adatokat az alábbiakban közöljük. (2. ábra számjelleihez igazodva.)

1. Feszítés nélküli vasbeton nyomócső Hunziker-rendszerű kötéssel (5. ábra).

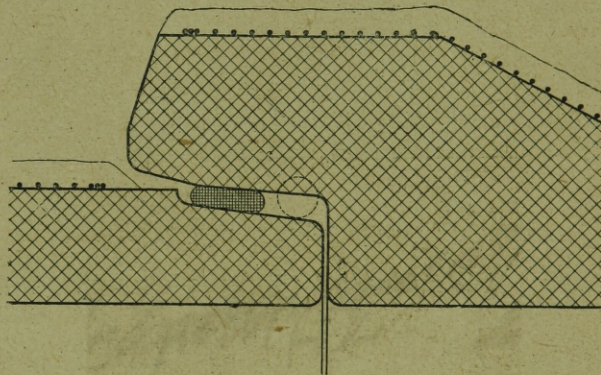
A csövek összehúzása előtt készülő ún. belső csőkötés úgy készült, hogy az illeszkedő csővég felületeket drótkéfével letisztították, a felületeket meleg bitumennel bevonták s a csapvégre három menet kenderfonatot csavartak fel. A száraz kenderfonat 6 mm-es és szegletes volt. Erre újabb meleg bitumen bevonat került. A külső tömitést négy menet 12 mm keresztmetszetű száraz fonott kenderkötéssel és 4 soros kenderkóc tömités beverésével képezték ki, majd a tokhézagot 1:2 arányú cementhabarccsal kikenték. Ettől a kivételtől a sorrendben utolsó 5. csőkötésnél annyiban tértek el, hogy a belső tömités készítésénél a csővégeknek drótkéfével történt letisztítása után azokat előbb „Ékittel” vonták be s csak azután alkalmaztak forró bitumennel. Utána két menet kenderfonatot tekertek fel, amit meleg bitumennel vontak be. A külső tömitésnél csupán a kenderkötél alakjában mutatkozott eltérés, az első 4 csőkötésnél körkeresztmetszetű, az utóbbi kilencnél négyszög keresztmetszetű 12 mm kenderkötetet használtak (5. kép).

2. Feszítés nélküli vasbeton nyomócső gördülő egy-gumi-gyűrűs csőkötéssel (6. ábra).

A csövek belső tömitése céljából az illeszkedő csővégfelületeket drótkéfével letisztították, majd a felületeket „Ékit”-tel teljesen bevonták. Ezután a csöveket egymáshoz illesztették, s az előzetesen a cső törzsrészére felhúzott gumigyűrűt a csőcsapvégre gördítették. Végül a két csövet egymásba húzták. A gumigyűrű közepi átmérője feszítetlen állapotban 57,6 cm, keresztmetszete $\varnothing$ 27 mm, Shore-keménysége 46—48. Külső tömitésül a tokhézagot 1:2 arányú cementhabarccsal kikenték. Ettől a leírástól a sorrendben utolsó csőkötés készítésénél annyiban tértek el, hogy a csővégfelületeket nem kenték be „Ékit”-tel, hanem a csővégeket szárazon húzták össze. A sorrendben 5. és 6., továbbá 9—13. csőkötéseknél pedig az illeszkedő felületeknek csak azokat a részeit kenték be — ujjnyi vastagon — „Ékit”-tel, mely szemmel láthatóan hibás volt. A csövek közül a sorrendben utolsó kettőt a későbbiekben kivették, mert a próbanyomáshoz szükséges csőelzáró lemez dugót az utolsónak fektetett (5314. gy. sz.) csőben a mérettűrést meghaladó méreteltérés miatt nem lehetett beilleszteni. Ugyanis a cső belmérete 600 helyett 565 mm volt. Ezért ezt a csövet sorrendben utolsó előttinek fektették le, utolsónak pedig



5. ábra. Hunziker-rendszerű csőkötés készítése.



6. ábra. Gördülő egy-gumi-gyűrűs csőkötés metszete. A szaggatott vonallal rajzolt kör a gumigyűrűnek a csövek összehúzása előtti helyzetét mutatja.

olyan csövet, melyben a megengedettnél nagyobb méreteltérés nem volt. Az újonnan készített csőkötéseknél a gumigyűrűt az illeszkedő felületek letisztítása után szárazon, „Ékit”-kenés alkalmazása nélkül helyezték el.

3. Utófeszített vasbeton nyomócső Hunziker-rendszerű kötéssel (5. ábra).

A belső tömités céljára az illeszkedő felületeket drótkéfével letisztították, majd a forró bitumennel bekenték. A bitumennel bekent felületen három menet 6 mm keresztmetszetű száraz kenderfonatot feszesen felcsavartak a csapvégre, majd rányomkodás után újabb bitumen kenést alkalmaztak. A külső tömitést két menet száraz, 6 mm keresztmetszetű kenderfonat és kőctömítés beverésével készítették, majd a tokhézagot 1:2 arányú cementhabarccsal kikenték. Az összes csőkötéseknél egyformán jártak el.

4. Utófeszített vasbeton nyomócső gördülő egy-gumi-gyűrűs csőkötéssel (6. ábra).

A belső tömités céljából az illeszkedő felületeket drótkéfével letisztították, majd a csővégeket egymáshoz illesztették. A gumigyűrűt elő-



7. ábra. Kísérleti csővezeték-szakasz nyomáspróbája. A csövet elzáró lemez dugót három szál vonórúd fogja össze.

zetesen felhúzták a cső törzs-részére, a csővégek összeillesztése után a csapvégre gördítették, majd a csöveket egymásba húzták. A gumigyűrű azonos a feszítés nélküli gördülő egy-gumigyűrűs csöveknél leírt gumigyűrűvel.

Nyomáspróbák

A nyomáspróbákat az egyes csőszakaszokra vonatkozóan külön-külön, a fenti sorrendben végezték el. Egy csőszakasz 14 egyenmű csőből áll, hossza valamivel meghaladta az 50 m-t. A csővégek elzárására használt lemez dugó gumigyűrűs tömítéssel készült és a csőfalhoz belülről támaszkodott hozzá. A csőszakasz két végén levő lemez dugót $\varnothing$ 36 mm-es 3 szál vonórúd fogta össze, mely a nyomás alá helyezett csőszakasz tetején és két oldalán teljes hosszban végig vonult (7. ábra). A nyomáspróba előtt 24 órával a csőszakaszt vízzel feltöltötték, majd a nyomást negyedóránként 1 att.-al fokozták, feszítés nélküli csöveknél egész 4 att.-ig. A vízvesztesség 4 att. nyomáson a cső belső felületére vonatkoztatva 15 perc alatt $0,055 \text{ l/m}^2$ volt. ($5,24 \text{ l/nap}$). Mindkét feszítés nélküli csőszakasz megfelelt a követelményeknek.

A feszített csöveknél a nyomás fokozása ugyan csak negyedóránként 1 att.-s lépcsőkkel történt. A Hunziker-kötésű csöveknél már 3 att.-nál erős vízvesztesség jelentkezett a kötések áteresztése folytán. A vízvesztesség 4 att.-nál már meghaladta az alkalmazott kézi nyomószivattyú tel-

jesítményét, ezért a nyomást fokozni nem lehetett. A vízkifolyás helyén a bitumen kinyomódása nem volt észlelhető.

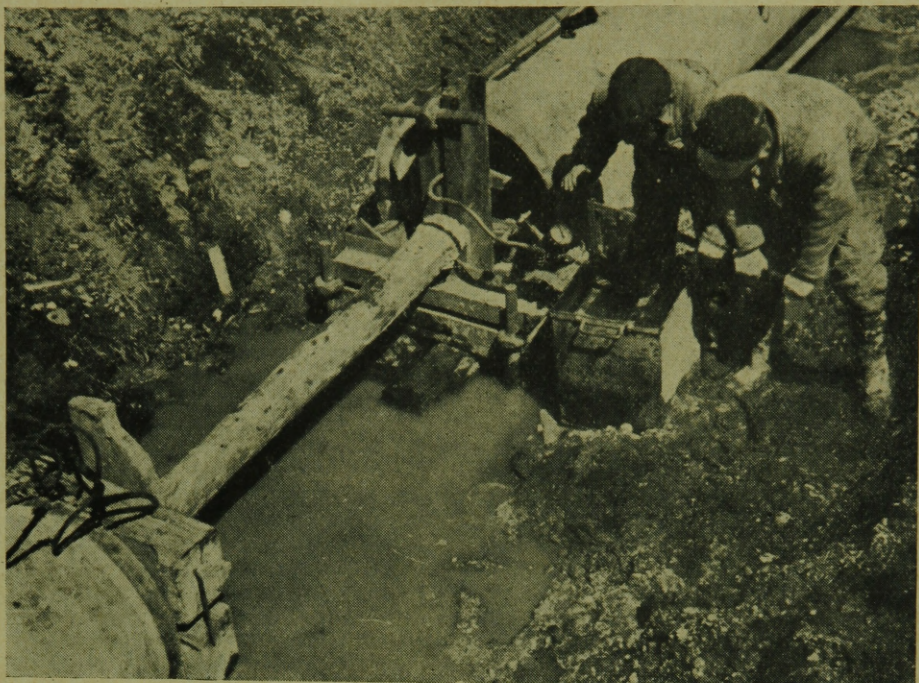
A gumigyűrűs csöveknél sikerült mindjárt az első alkalomkor a nyomást $8\frac{1}{2}$ att.-ig fokozni. Ekkor a csőelzáró lemez dugók egyike egyre fokozódó mértékben kezdett vizet áteresztetni. Az átfolyást némileg csökkentette a lemez dugó szorító csavarjainak meghúzása, ami a gumigyűrűnél a csőfalhoz szorító nyomóerőt növelte. A fellépő vízvesztesség azonban a nyomás fokozását nem tette lehetővé.

A lemez dugó kibontása után megállapítható volt, hogy az a cső, melybe az elzáró dugó belefeszült, a mérettűrést meghaladó mértékben bővebb az előírtnál, így a jobb zárás biztosítása érdekében kicserélték a két utolsónak lefektetett csövet és a nyomáspróbákat megismételték. A második nyomáspróbán a 10 att.-s nyomást minden közbeni zavaró körülmény nélkül sikerült elérni. Ekkor az elzáró szerkezeten ismét kezdett némi átfolyás jelentkezni, a vízvesztesség azonban nem érte el a kézi nyomószivattyú teljesítményét. Ugyanakkor a vonórúdak húzása okozta megnyúlása már jelentős volt és a 10 att.-nál elérte a 10 mm-t. A vonóvasak nyúlása összpontosítottan a sorrendben utolsó csőkötésnél jelentkezett. Ekkor a vonórúdak feszítőcsavarjait meg kellett volna húzni, hogy a nyúlást eltüntessék, és a vonórúdak eredeti hosszukat visszanyerjék. Ehhez a művelethez el kellett volna bontani azokat a gyámfákat, melyeket a nyomás alá helyezett csőszakasz és a szomszédos csőszakaszok közé iktattak abból a célból, hogy a vonóvasak egyik — ideiglenesen nem teljes teherbírású — toldásának szakadása esetén hirtelen fellépő víznyomás a csöveket ne dobhassa szét és nagyobb kimosások ne keletkezhessenek a munkaárokbán. Az építővállalat — igen helyesen — nem bontotta el a gyámfákat, és a három vonórúd közül csak annak az egynek szorítócsavarját feszítette meg, melyhez a gyámfák elbontása nélkül hozzá lehetett férni.

Az anya meghúzása után a nyomást 11 att.-ig sikerült még tovább fokozni. Ekkor a vonórúdak nyúlása folytán a sorrendben utolsó csőkötésnél a nyomás a gumigyűrűt kb. 20 cm. hosszban kinyomta és a víz sugárszerűen kilövellt.

A csőelzáró lemez dugó és a vonórúdak újbóli felszerelése után megtartott harmadik nyomáspróbán a vezeték szakasz a 12 att. nyomást zavaró körülmény nélkül kiállotta. A nyomásnak 13 att.-ra való fokozása közben az egyik cső kb. 1 m hosszban a hossz-tengellyel párhuzamosan felrepedt és a víz több helyen túlszerű sugárban lövellt kifelé. A kilövellt vízmennyiség a kézi szivattyú teljesítményével egyezett, a nyomás kb. 11,5 att.-nál állapodott meg. A szivattyúzás beszüntetése után a csőből kilövellő víz mennyisége fokozatosan csökkent s kb. 2 att.-nál már nem volt lényeges vízvesztesség. A nyomást egy óra múlva újból fokozni kezdték, ekkor a vízkifolyás a repedés helyén újból megindult és fokozatosan az előbbi mértékre növekedett. A nyomást sikerült ismét 11,5 att.-ra fokozni (8. ábra).

3. ábra. A kísérleti csővezeték-szakasz nyomáspróbájánál használt kézi szivattyú. A feszítő 12 atmoszférát mutat.



Továbbiakban a kísérletek a csőfal vízfelvő képességére, annak időbeli változására, a csöveknek az időjárási hatásokkal szembeni viselkedésére, a talaj és talajvíz okozta korrózióra stb. terjednek ki és még hosszabb időt vesznek igénybe.

Összefoglalás, következtetések

Az előzőekben ismertetett adatok alapján megállapítható, hogy a vasbeton nyomócsövek alkalmazásának előfeltételei Magyarországon is megvannak. Az I. Épületelemgyár gépein kifogástalan csövek gyárthatók s az alkalmazott gumigyűrűs csőkötéssel lefektetve kifogástalan nyomóvezetékét alkothatnak. Megállapítható azonban az is, hogy a gyártásnál jelentkező lazaságok, a technológiai előírások be nem tartása, valamint a fektetésnél alkalmazott primitív berendezések nem kedveznek a vasbetoncső alkalmazásának. Ha a kísérleti célra „kiválogatott csövek között olyan cső van, melynek belső átmérője 565, illetve 620, az előírt 600 mm helyett, el lehet képzelni, milyen lazaságok jelentkeznek a cső egyéb tulajdonságainak vizsgálatánál. Pedig a cső mérethűsége elsőrendű követelmény, a megfelelő csőkötések létesítésénél.

Ezidőszerint az I. Épületelemgyárban úgy „javítják meg“ a csőgyár statisztikáját, hogy a nyomóvezeték céljára meg nem felelő csöveket gravitációs csatorna, csőáteresz, kútgyűrű, vagy takarmánysíló céljára eladják. Ez az eljárás — ha kényszermegoldásként helyes is — mégsem áll a népgazdaság érdekében, mert a külföldről behozott porgetőgépeket olyan termék előállítására köti le, mely tisztán hazai gyártású vasalatlan betongyűrűt, megfelelő minőségű gravitációs betoncsövet, vagy a helyszínen készített vasbeton műtárgyat helyettesít.

A csőgyártás terén tehát törekvéseinket elsősorban a csövek minőségének megjavítására kell

összpontosítani. A gyártás megjavításának ki kell terjednie a csövek minden hiányosságára, de feltétlenül ki kell küszöbölni a belső felület göröngyös voltát, a kilátszó vasbetéteket, a tok-kamra barázdáját, a zsalufurmák csatlakozó vonalán jelentkező porózusbetont.

A csövek fektetése terén — éppen a péti kísérletek eredményeként — azt a következtetést szűrhetjük le, hogy a Hunziker-rendszerű csőkötés az egy-gördülő gumigyűrűs csőkötéssel szemben hátrányosabb, mert vízzárás szempontjából nem elég megbízható, ezen felül elkészítése igen gondos munkát igényel és viszonylag hosszú ideig tart. Az I. Épületelemgyárban levő gépeket tehát a legsürgősebben el kell látni megfelelő mennyiségű, gumigyűrűs csőkötéshez szükséges csap- és tokgyűrű készletekkel és a jövőben kizárólag gumigyűrűs csőkötésekre alkalmas csöveket kell gyártani. A korszerű csővezeték építési, technológiai követelményeinek meg nem felelő Hunziker-rendszerű csőkötések nyomócsövek készítésénél mielőbb be kell szüntetni. Az eredeti Hunziker csap- és tok-kiképzésű csövek csak mint minőségi gravitációs csövek jöhetnek számításba.

A csőfektetést a gumigyűrűs csőkötés alkalmazása esetén megfelelő gépi berendezés alkalmazásával nagymértékben meg lehet gyorsítani, mert a csőfektetéssel követni lehet a gépi munkárok kiemelési ütemét. A gépi földmunkát a csőfektetés előtt csak egyengetéssel kell kissé utána igazítani. Így az árokásás, csőfektetés, árokbetemetés műveletei folyamatosan végezhetők és a műveletek teljesen gépesíthetők.

A tokos betoncsövek fentebb leírt tulajdonságai akkor érvényesülnek a legelőnyösebben, ha távvezeték építéséről van szó, melyen kevés az elágazás, armatúra, íves szakasz, vagy egyéb olyan műtárgy, mely megszakítja a cső folytonosságát. A tokos vasbeton nyomócsövek alkal-

mazását tehát elsősorban az *ipartelepek* vízellátásával kapcsolatos nagyméretű *távvezetékek* építésénél kell figyelembe venni.

Ahhoz azonban, hogy a vasbeton nyomócsövek nagyobb arányú felhasználását megvalósíthassuk, figyelmünket a csövek minőségének javításán túlmenően a *csőkötések*re kell összpontosítanunk. Az egy-gördülő-gumigyűrűs csőkötés — az eddig alkalmazott csővég kiképzésnek a szerepét megkönnyítő kisebb átalakításával az eddigi kísérletek alapján — beváltja a hozzá fűzött reményeket. Hátra vannak még azok az intézkedések, melyek a minőségi csőgyártást és a gépesített csőfektetést biztosítják.

A csőpörgetőműhely teljesítménye jelenleg igen kicsi, az I. Épületelemgyár teljesítményének alig 2%-ára tehető. Nem várható tehát, hogy az I. Épületelemgyár felső szinten azzal a gonddal foglalkozzék a vasbetoncső kérdéssel, mint amit az népgazdasági szempontból megkíván. Külföldön a vasbetoncsöveket külön e célra létesített önálló gyárakban állítják elő. Nálunk is feltehetően tehát a kérdés, nem kellene-e foglalkozni az önálló elszámolású vasbetoncső gyár gondol-

tával. Önálló üzem keretében ugyanis előnyösebben látszik megvalósíthatónak a vasbetoncsőnek, mint új gyártmánynak a gyakorlatba való bevezetése is. A külföldi gyárak a csővel együtt a csőkötéshez szükséges összes anyagokat is szállítják, és mindaddig, míg az új gyártmány elterjedté nem válik, önmaguk küldenek ki csőfektető brigádokat, melyek az egyes munkahelyek dolgozóit a fektetési technikába bevezetik. Célszerűnek látszik tehát nálunk is csővezeték építésekkel foglalkozó speciális vállalat létesítése és ennek a csővezeték építéshez szükséges felszereléssel való ellátása és olyan bérezés bevezetése, mely biztosítja a megfelelő minőségű csövek gyártását és azoknak megfelelő minőségben való beépítését.

Ha a megfelelő minőségű vasbeton nyomócsövek gyártását és beépítését sikerülni fog az eddigi tapasztalatok és kísérleti eredmények alapján biztosítani, amihez most megvannak a szükséges előfeltételek, akkor a vasbeton nyomócső-szükségletnek ugrásszerű emelkedése várható, ami a termelés fokozása iránti intézkedéseket időszzerűvé teszi.

Tapasztalatok nagyméretű süllyesztett szekrények ragasztott szigetelési munkáinál

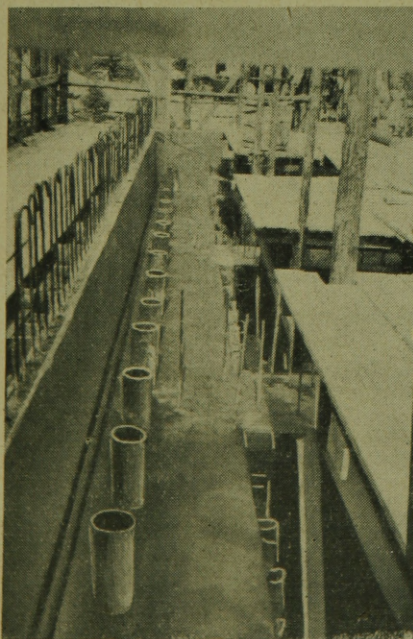
PÉLI JÓZSEF és PAPP VILMOS

ETO 699.82 : 624.157.2

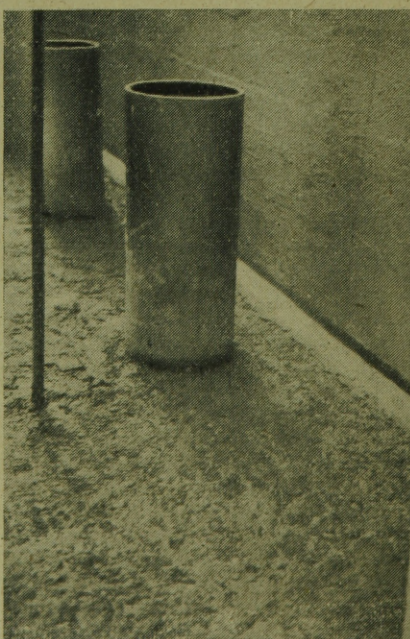
Nagyméretű szekrényalapok alkalmazása nagy erőműveink építésénél vált szükségessé olyan esetekben, amikor az erőmű vízellátást természetes vízfolyások mellé épített vízkivételi művek biztosították. Az eddig épített vízkivételi művek tapasztalatai igazolták, hogy a süllyesztett szekrények ragasztott szigetelése kellően gondos tervezés és kivitelezés esetén jól elkészíthető.

Magyarországon a ragasztott szigetelések gyakor-

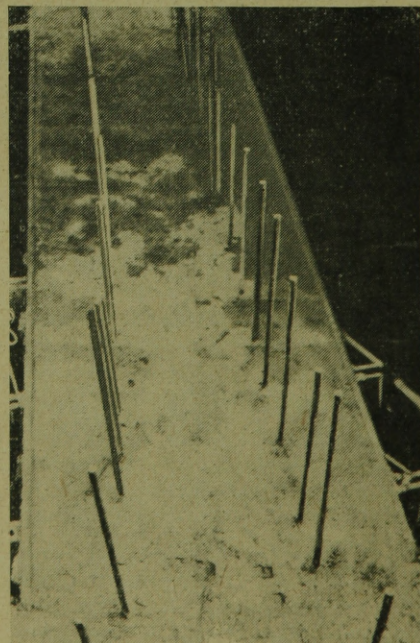
latában, mivel ilyen mű megépítése és szigetelése eddig nem fordult elő, a szigetelő ipar kissé nehezen barátkozott meg a különös feladattal, s idegenkedett egyes felmerülő problémák adott helyzetekben való megoldásától. Ha figyelembe vesszük a kialakult szigetelési gyakorlat alapszabályait, mint a szigetelés technószerű és egyidejű készítése, a szigetelésen átmenő szerkezetek számának a minimálisra való csökkentése, a külső és



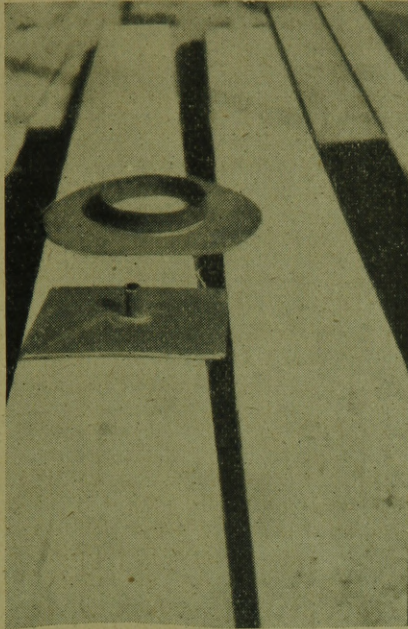
1. ábra



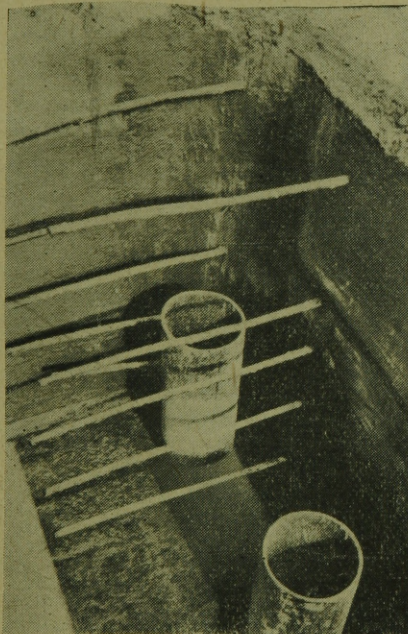
2. ábra



3. ábra



4. ábra



5. ábra

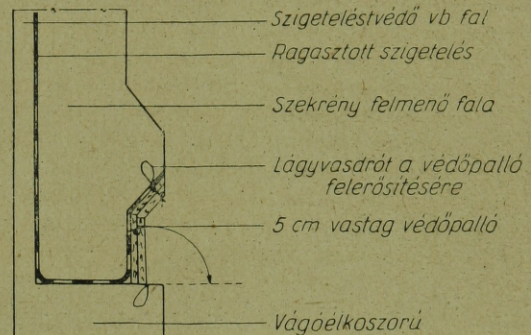
belső sarkok egy helyen való kivitelezésének elkerülése, későbbi időben történő szigetelési ütemek csatlakozásainak hosszabb időn át való szabadon hagyása — azok itt mind megdőlnék. Maga a műtárgy is több ütemben épül, tehát a ragasztott szigetelés is ennek megfelelően több külön szakaszban készülhet.

A ragasztott szigetelés készítése két főütemre tevődik; a szigetelés egy része a vágóélkoszorú vízszintes és a felmenő falak függőleges szigetelése a szekrény süllyesztése előtt, a másik része — a fenékrész — a szekrény süllyesztése után készül. E két főütemen belül az első rész, a függőleges szigetelés több közbelső ütemből áll, amelynél az egyes ütemek számát a megépítendő szekrény magassága határozza meg. Általában egy ütem függőleges magassága 2,00 méter, figyelembe véve, hogy ilyen magasságú függőleges szigetelést a kivitelező szakmunkás állvány használata és testi megerőltetés nélkül szakszerűen tud elkészíteni.

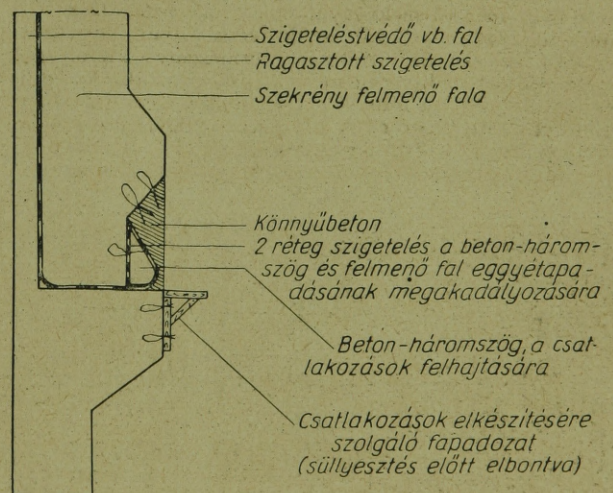
A szigetelés első üteme a műtárgy vágóélkoszorújának vízszintes síkján készül s ez ütemnél megnyílik a problémák sorozata, amely megoldásra vár.

Több kísérlet azt igazolta, hogy a vágóélkoszorút és felmenő falakat összekötő gömbvasak egyenkénti szigetelése, figyelemmel arra, hogy több esetben azoknak száma ezer darab fölé emelkedett, igen komplikált megoldás, aminek kivitelezése hosszú időt vesz igénybe, ezért az a megoldás, amelyet a tervező mérnökeink (Mélyépterv: Binyei—Pálhidy—Böröcz) választottak, helyes volt, és a kivittet meggyorsította.*

A gömbvasak helyett lényegesen kisebb számú (56 db) acélsövekekkel teremtették meg a kívánt statikai kapcsolatot a vágóélkoszorú és felmenő falak között (1—2. sz. ábra). A megmaradt kevés számú gömbvas szigetelésének megoldása már nem jelentett problémát (3. sz. ábra).



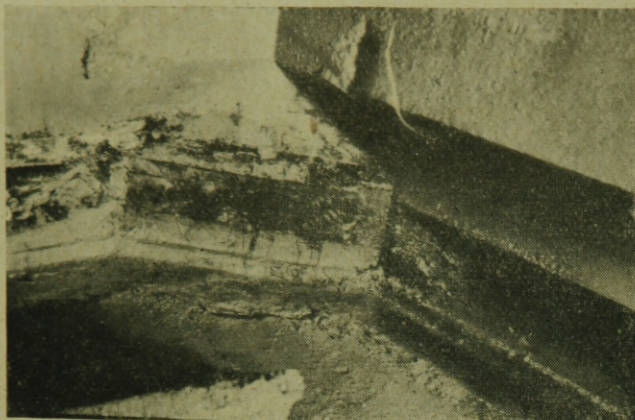
6. ábra.



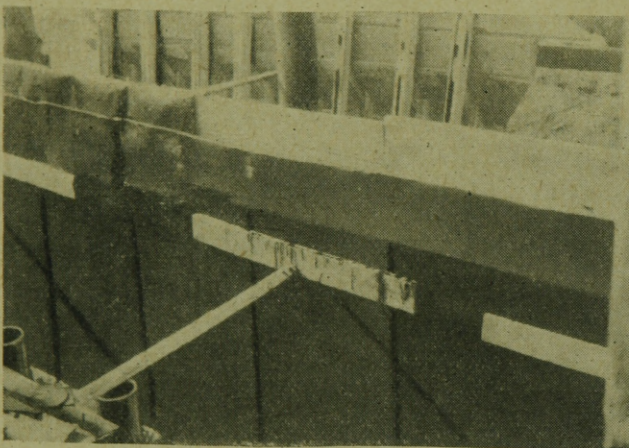
7. ábra

Az átmenő csöveknél a szigetelés két perem közé lett bedolgozva, mely peremek közül az alsó a betontestbe lett süllyesztve, a felső pedig a szigetelés rétegei közé került bedolgozásra. A gömbvasaknál csak egy 20 x 20 cm nagyságú vaslemezpapucs lett alkalmazva. Mind a csőre kerülő felső perem, mind a gömbvasra simuló 8 cm magas gallért kapott elektromos hegesztéssel történő felerősítéssel (4. sz. ábra), amely a szigetelés első rétegének ragasztása után ugyancsak elektromos hegesztéssel lett a csövekre, ill. gömbvasakra körbe hegesztve.

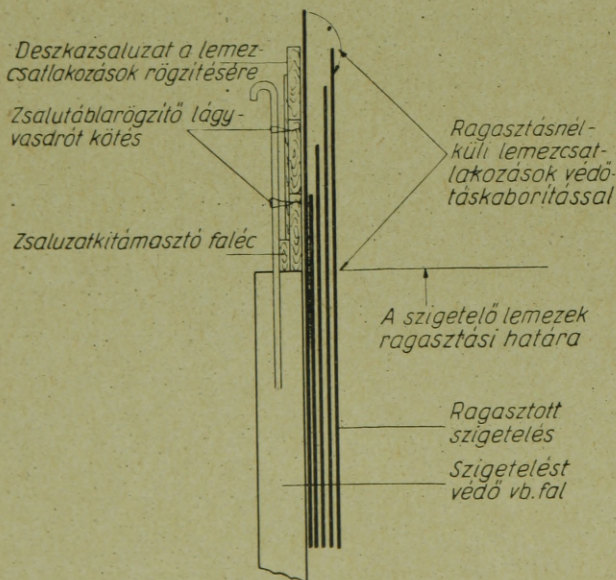
* Statikai vonatkozású részletek megtalálhatók Binyei—Pálhidy—Böröcz: „Összekötő elemek szigeteléssel elválasztott tartóknál” c. M. 939. sz. útítási leírásban. (Mélyépterv.)



8. ábra.



9. ábra



10. ábra

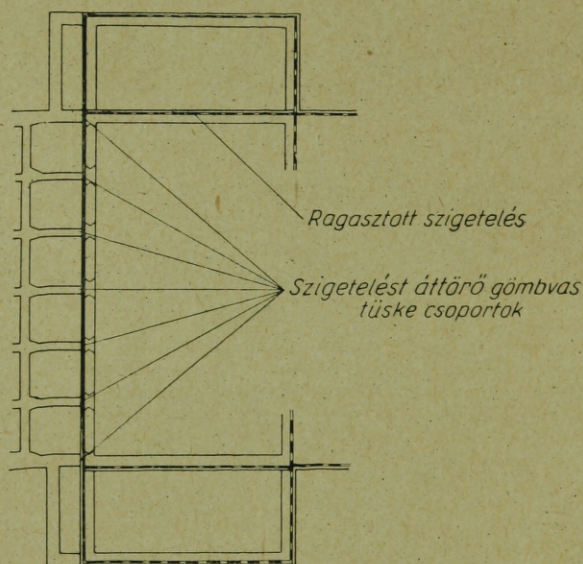
Az elektromos hegesztés használata ilyen esetekben igen előnyös, mivel a hegesztés tartama alatt a lemezek felmelegedése és esetleges deformálódása olyan minimális, hogy nem bír jelentőséggel.

A szigetelésen átmenő vasszerkezetek elhelyezése, ill. méretezése azonban így is körültekintést kíván, mivel ezeknek sűrű beépítése egyes részletek megoldását majdnem lehetetlenné teszi; pl. sarokmegoldás esetén (5. sz. ábra). Az 1. sz. ábrán látható csősorozat

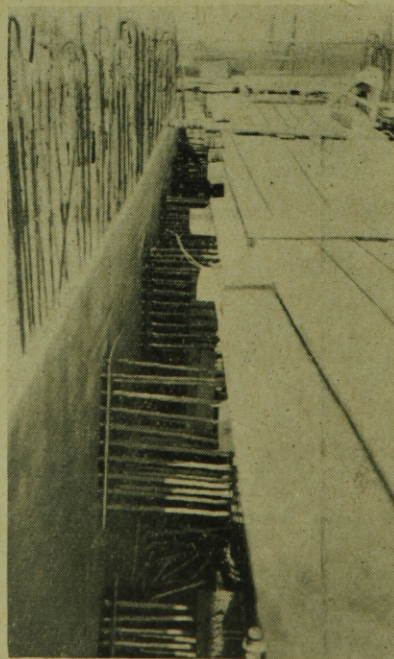
egymástól való távolsága 1,00 méter, ez esetben a szigetelő lemezek ragasztása, ill. a peremek bedolgozása nem okoz nehézséget.

A csövek közötti szigetelőlemez rétegek beszállását és ragasztását úgy kell végezni, hogy a lemezek átfedése egymásra ne kerüljön, s ez az adott 1,00 méteres távolságon belül, a lemezek rétegszámát (5 réteg) figyelembe véve, megoldható.

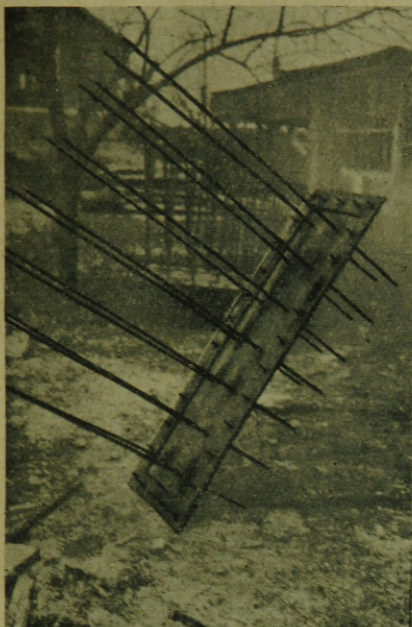
A vágóélkoszorú szigetelésének befejezéséig még két probléma megoldása vált szükségessé. A sülylesztés után kivitelezésre kerülő fenékrész vízszintes szigetelésének folytatásához már most kell gondoskodni olyan csatlakozási lehetőségéről, amely a szekrénysülyesztés után biztonságos kivitelre ad módot. Figyelemmel kell lenni továbbá arra, hogy a sülylesztést kotrógép végzi, amelynek merítőkánala a lengések alkalmával megsértheti, sőt rosszabb esetben letépheti a lemezcsatlakozásokat, ezáltal beláthatatlan következmények elé állítja az egész műtárgyat. Több elgondolás szült amellett, hogy a vágóélkoszorút terhelő felmenő fal alól kijövő lemeztáblákat a felmenő falra felhajtva



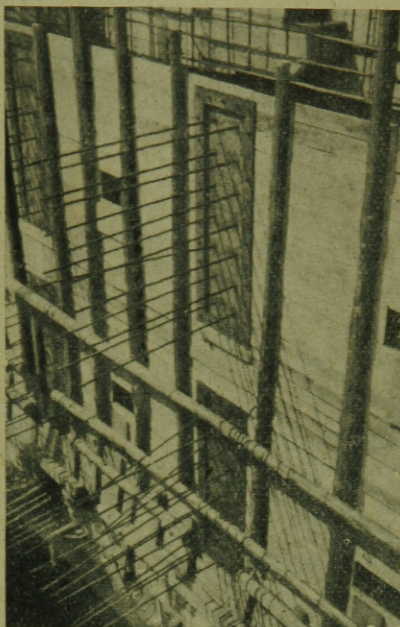
11. ábra.



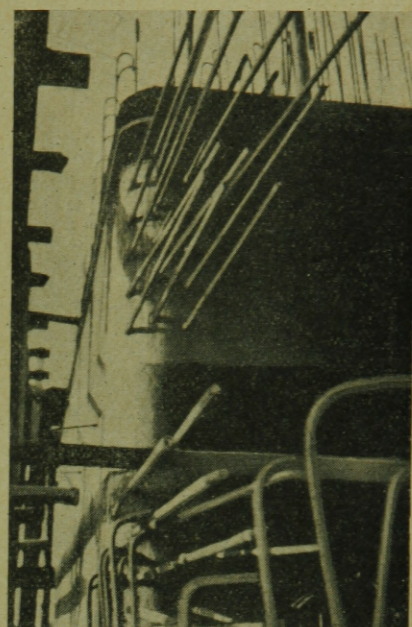
12. ábra



13. ábra



13/a ábra.



14. ábra

és ragasztva kellő védelemmel (zsulutábla, betonréteg stb.) ellátva kell készíteni (6. sz. ábra). Ebben az esetben azonban a sarkokban levő szigetelőlemezeket vágni kellett volna, hogy a szakszerű csatlakozás megtörténhessenek.

Ha azonban e problémát közelebbről vizsgáljuk, figyelembe véve, hogy egyes szigeteléseknél a sarkokban levő szigetelőlemezek elvágása esetén még a szerkezeteknek kellő kivésése-bontása után is milyen gondot okoz a szakszerű csatlakozás kiképzése, láthatjuk, hogy e megoldás követése ez esetben veszélyes. Ezért olyan megoldást kell keresni, amelynél e veszély nem következhet be, tehát a szigetelőlemezeket a sarkokban tövig bevágni nem kell. A megoldás annál tökéletesebb, minél messzebbre visszük a vágás mélységét a saroktól. Ez esetben jó megoldásnak bizonyult egy a vágóélkoszorú szigetelésére készített könnyűbeton háromszög, amelyre a szigetelés fel lett hajtva és ez a felhajtás ugyancsak betonozással lett megvédve (7. sz. ábra).

E betonháromszög alkalmazásának lényege az, hogy a szigetelést ne kelljen közvetlenül a felmenő sarkainál felhajtani (6. sz. ábra), mivel egyrészt annak a szekrény süllyesztése után való visszahajtásánál a szigetelő rétegek megtörhetnek, sőt elválhatnak, másrészt hogy a vízszintes szigetelés csatlakoztatásánál, számítva a szakszerű ollós kötésben való csatlakozásra, ne kelljen a lemezeket faltőig bevágni, hogy azok felemelhetők legyenek. Gondos kivitelezés mellett a betonháromszög elbontása után tapasztalható volt, hogy a megoldás sikeres volt, mivel a lemezek teljesen épen maradtak, csak azok megtisztítása vált szükségessé s a munka folytatható volt (8. sz. ábra).

A felmenő falszigetelés csatlakozásának megoldása már lényegesen könnyebb feladat volt. Figyelembe véve azt, hogy a szigetelést védő szerkezet is vasbetonfal, a csatlakozó lemezzétegeket erre készíteni nem lehetett, mert ezek a felmenő fal beépítése után nem hozzáférhetők; itt a csatlakozó lemezzétegeket

egy zsulutáblára kellett készíteni (9. sz. ábra), amely tábla a szigetelést védő vasbetonfal felnyúló gömbvasaihoz lett erősítve. A tábla felerősítésénél ügyelni kell arra, hogy a betonozásnál a plasztikus állapotban levő beton súlya a táblát a felerősítéstől elnyomni ne tudja, mert ez esetben a lemezzétegek elnyíródása következhet be (10. sz. ábra).

A függőleges szigetelésnek következő ütemeinél a zsulutábla használata nem szükséges, mivel a felmenő fal annyival magasabbra betonozható, amennyi felület szükséges a szakszerű csatlakozás készítéséhez.

Tekintettel arra, hogy a szekrénynél csak a gépterem az a rész, amely teljes szárazságot kíván, a szivó-téri rész ragasztott szigeteléssel nem lett ellátva. A szekrény egysége érdekében azonban szükséges volt a két részt összekapcsolni, így az itt átmenő vasak szigetelésének megoldása újabb probléma volt. Az előző esetek tapasztalatait figyelembe véve, ahol az elválasztó falak (11. sz. ábra) tűskecsoportjainak szigetelését összefüggő lemezzapucok képezték (12. sz. ábra) és amelyek bedolgozása azok merevsége és nehezen mozgathatósága miatt körülményes volt, az itt alkalmazott peremes keretrendszer sokkal könnyebben elkészíthetőnek bizonyult (13—13/a. sz. ábra), csak a sarokpontoknál ájtjövő tűskecsoport (14. sz. ábra) peremkészítése kívánt meg rendkívül pontos lakatos munkát. A szigetelés szilárd összefogását anyáscsavarral szorított ellenperem biztosította. E megoldás már nem gördített akadályt a szigetelés szakszerű elvégzése elé.

Összegezve a megépített három szekrény szigetelésének tapasztalatait, megállapítható, hogy szigetelő iparunk az akadályokat leküzdve, feladatát sikeresen oldotta meg. Ismételt hangsúlyozni kell azonban, mennyire fontos minden létesítménynél, de különösen ilyen speciális esetekben, tervező és kivitelező tökéletes együttműködése, már a tervezés időpontjától. A jó együttműködést igazolja a három megépített műtárgy, amely rendeltetésének rendben megfelelt.

A délpesti (pesterzsébeti) szennyvíztisztító telep tervezése

BESENYŐI ISTVÁN

ETO 628.3

A felszabadulás előtti *Eudapest* peremvárosai közművesítésüket önállóan, a helyi érdekek kielégítésére és szerény költségvetési keretükhöz mérten igyekeztek megoldani. Ennek a rendszernek megfelelően fejlesztette szennyvíz csatorna hálózatát *Pesterzsébet*, *Kispest* és *Pestlőrinc* is. Természetesen így csak helytelen vonalvezetésű, elégtelen keresztmetszetű szenny- és csapadékvíz gyűjtő csatornahálózat épülhetett. A csatornában összegyűjtött szennyvizet tisztítás nélkül bevezették a legközelebbi belvízlevezető vízfolyásba, tehát közvetve, vagy közvetlenül a Soroksári Dunaágba.

A felszabadulás után az egészségügyileg kifogásolható állapot megszüntetése érdekében a *Fővárosi Csatornázási Művek* elsősorban a csatornahálózatok általános terveit dolgoztatta ki, továbbá megtervezte és megépítette Pestlőrinc egy részéről összegyűjtött házi szennyvíz tisztítására szolgáló szennyvíztisztító telepet, megbízást adott ezenkívül a *délpesti (pesterzsébeti)* szennyvíztisztító telep tervezésére.

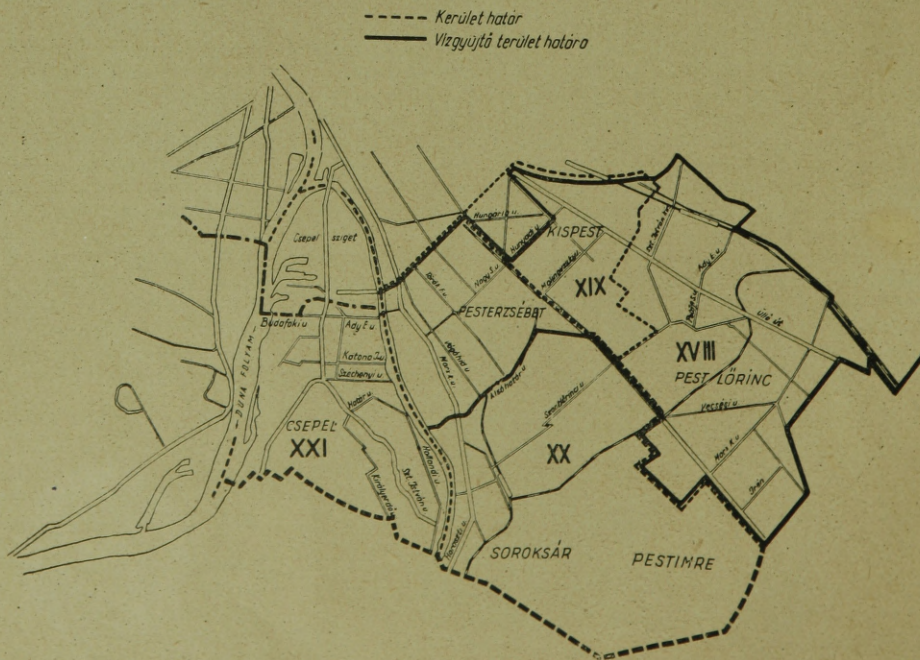
A *délpesti* szennyvíztisztító telep feladata lesz a csatornahálózat megfelelő mértékű kifejlesztése után a *XVIII. ker. (Pestlőrinc)* és a *XIX. ker. (Kispest)* teljes területéről, továbbá a *XX. ker. (Pesterzsébet—Soroksár)* területének egyréséről levezetett házi és ipari szennyvizek tisztítása olyan mértékben, hogy azok a *Soroksári-Dunába*, annak elszennyeződése nélkül bevezethetők legyenek (*1. ábra*).

A szennyvíztisztító telep létesítését első-sorban éppen a befogadó Soroksári Dunaág különleges helyzete tette szükségessé. A Dunaág ugyanis északi kiágazásánál a *Kvassay*, déli betorkolásánál pedig a *Tassi* zilippel el van zárva; vízszintjét és a bele vezetett víz mennyiségét is

tervszerűen lehet szabályozni. Jelenleg mintegy $20 \text{ m}^3/\text{sec}$ tápvízet bocsátanak be a Dunaágba és ennek a vízmennyiségnek tisztántartása fontos a Dunaág mentén települő egyes ipari üzemek vízkivételi művei, továbbá a haltenyésztés szempontjából is, mivel a Soroksári Dunaág a legnagyobb természetes halhús termelő helye hazánknak.

Mégis 1952. óta több alkalommal, főleg a Duna igen alacsony vízállásai idején ősszel és télen, amikor a Kvassay-zsili magasságviszonyai következtében a vízbetáplálás csökkent, ismételten igen nagy mértékű halpusztulás következett be, amit a tisztítatlan és hígítás nélküli szennyvíz okozott. Ugyanezen alkalmakkor a vízkivételvező telepek vízsolgáltatása is leromlott úgy mennyiségileg, mint minőségileg. A Dunaág településeinek lakossága részére a legtermészetesebb üdülési és szórakozási lehetőséget a Soroksári Dunaág vize nyújtja. A part mentén végig horgászok, evezősök, strandolók töltik el szabadságidejüket, azonban a víz elszennyeződése üdüléseket akadályozza és egészségüket veszélyezteti.

A Dunaágba bevezetett szennyvizek között szennyezés szempontjából mennyiségileg és minőségileg is a XX. kerület *Torontál-utcai* főgyűjtőjén keresztül lefolyó szennyvíz a legjelentősebb. Természetes tehát, hogy ennek a szennyvíznek tisztítása elsőrendű feladat. A Torontál-utcai főgyűjtőben a jelenleg lefolyó napi 20 000—25 000 m³ szennyvíz 6—8000 kg BOI₅-nek megfelelő szennyeződést szállít a Dunaágba. A vízfolyásban leülepedő iszapot képező szennyeződés pedig mintegy napi 200 m³. A Dunaágba betáplált 20 m³/sec = 1 750 000 m³/nap víz már a betorkolásnál jelentős szennyeződéssel érkezik, amelyet a Duna pesti szakaszán vezetnek bele. A Torontál-utcai főgyűjtő betorkolásáig ismét vannak szenny-



1. ábra. Délbudapest vázlatos
helyszínrajza.

nyeződések, tehát a további szennyeződés megengedhető mennyiségét igen óvatosan kell megállapítani. Ha a tisztított szennyvíz bevezetése után 4,0 mg/lit. szennyeződést kívánunk megengedni és a befogadó vízének szennyeződését 3,0 mg/lit-re becsüljük, akkor literenként mindössze 1 mg, m³-ként tehát 1 gramm BOI₅ szennyeződéssel terhelhető a Soroksári Dunaág. Az összes bevezethető szennyeződés tehát napi 1750 kg.

A napi 8000 kg mennyiségű szennyeződdést szállító szennyvizet tehát legalább 78%-os tisztítási hatásfokú berendezésben kell megtisztítani mielőtt a Dunaágba vezetnénk.

Ezt a jó hatásfokot a *biológiai tisztítási rendszerek* valamelyikével lehet elérni.

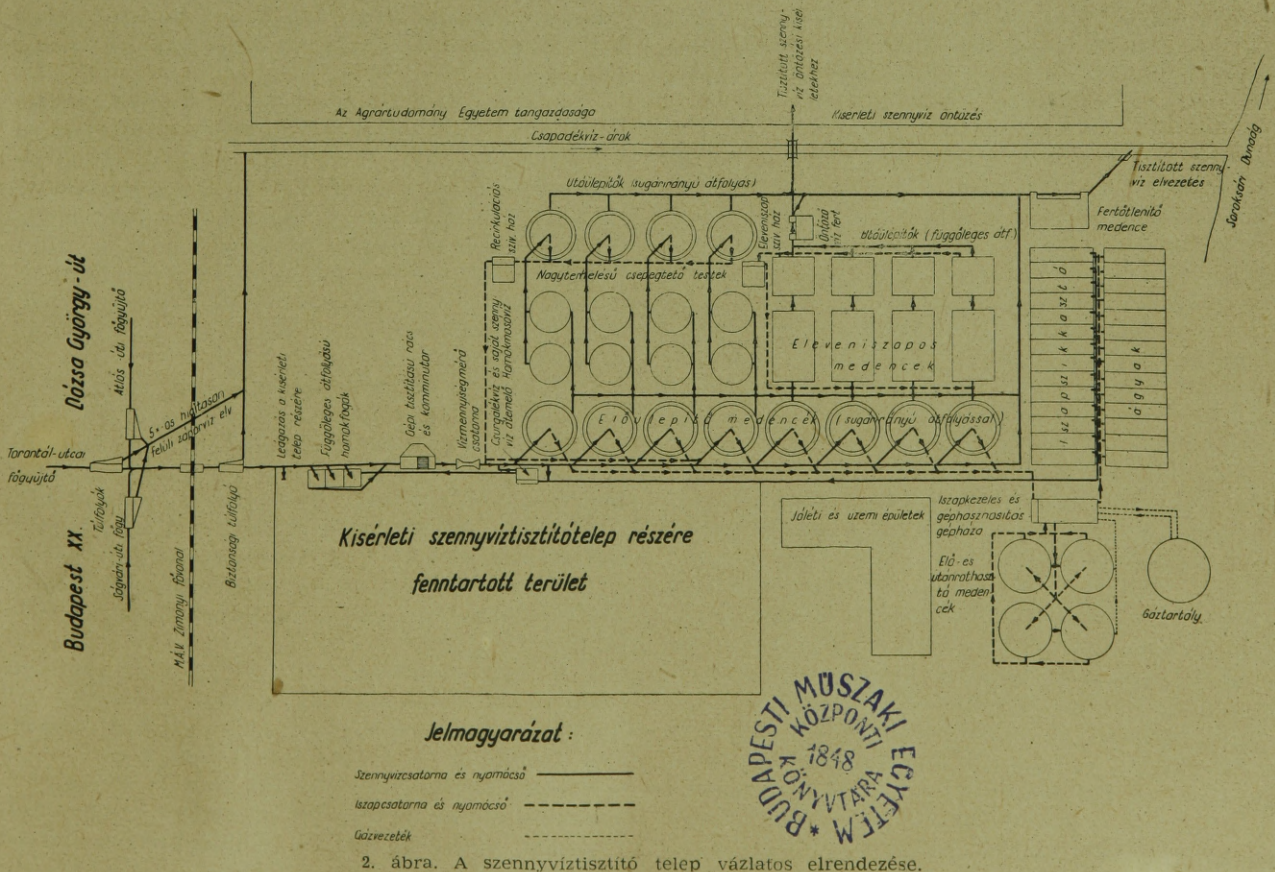
A szennyvíztisztítás terén hazai vonatkozásban még sok tisztázatlan és kísérletre szoruló kérdés van. Ezért a legfelsőbb vízügyi szerveink elhatározták egy kísérleti és tudományos jellegű szennyvíztisztító telep létesítését és ennek helyül a délpesti (pesterzsébeti) szennyvíztisztító telepet jelölték ki azzal a kikötéssel, hogy a tényleges szennyvíztisztító telep műtárgyainak is olyan kiképzést kell adni, hogy azok kísérleti célokra is alkalmasak legyenek.

Egy további igen hasznos, de súlyosabb követelményt is ki kellett elégíteni. Az Agrártudományi Egyetem egyik tangazdasága területileg szomszédos a teleppel és erre a körülményre való tekintettel szennyvízöntözési kísérleti gazdaságot kívánnak létesíteni. A tisztított szennyvíz egy részét, időnként esetleg teljes mennyiségét szeretné ez a kísérleti gazdaság felhasználni és az öntözővizet az OT rendelkezése értelmében át-

emelés nélkül, gravitációsan kell a terepszint feletti magasságban átadni. Ez a feltétel a terep magassági viszonyai mellett kielégíthető ugyan, de csak különleges megoldások alkalmazásával és a szennyvíztisztítási rendszer célszerű kiválasztásával.

A gravitációs átvezetés szükségessé tette a lehető legkisebb magasságvesztéssel járó rendszer alkalmazását, tehát ennek a feltételnek a kielégítésére a nagy esésvesztéssel járó csepegtetőtestes biológiai szennyvíztisztító berendezés nem volt alkalmazható. Az eleveniszapos tisztítási rendszerek valamelyikét kellett tehát figyelembe venni és felmerült a kérdés, hogy melyik rendszer kerüljön megépítésre. A különböző feltételek, a tapasztalati adatok hiánya, továbbá a telep kísérleti jellege nem is teszik lehetővé, hogy egyetlen eleveniszapos tisztítási rendszer alkalmazására kerüljön sor, a folyamatban lévő tervezés javaslata szerinti műtárgy hatféle *különböző eleveniszapos* biológiai tisztítás alkalmazását teszi lehetővé. Emellett párhuzamosan működő, azonos teljesítményű, nagyterhelésű csepegtetőtestekkel dolgozó biológiai tisztító rendszer is létesül az öntözési célokra fel nem használt szennyvíz tisztítására.

A délpesti (pesterzsébeti) szennyvíztisztító telep az egyesített rendszerű közcatornahálózatban összegyűjtött házi és ipari szennyvizet csapadékvizzel hígítva vezeti a szennyvíztisztító telepre ; az 15 302 MNOSZ szerint a háromszorosan hígított szárazidei szennyvizet kell biológiailag tisztítani, az ezen felül érkező hígított szennyvizet ötszörös hígításig kell mechanikailag tisztítani.



2. ábra. A szennyvíztisztító telep vázlatos elrendezése.

A feladatot a következő műtárgyakból kialakított rendszer oldja meg: (2. ábra).

A csatornahálózatból jelenleg csak a Torontál-utcai 3,40 m $\varnothing$ -jú főgyűjtő van megépítve, a Dózsa György (Soroksári-) útig, innen egy kb. 9,00 m-es esésvesztéssel biztosító surrantó művön keresztül folyik nyílt árokban (Népjóléti árok) a Soroksári Dunaágig.

Kispest és Pesterzsébet vizeinek jelentős része jelenleg a Ságvári-úton át vezető főgyűjtőn át ömlik ki a Dunaágba. Ezt a szennyvízmennyiséget is a délpesti szennyvíztisztító telepre kell a jövőben vezetni, egy 1,50 m $\varnothing$ gyűjtő csatorna segítségével. Ugyancsak ide fog eljutni a *Kispest és Pesterzsébet* további részeiről és *Pestlőrincről* elvezetett szennyvíz az *Állós-úti* 3,60 m $\varnothing$ -jú főgyűjtőből. Mind három főgyűjtőbe egy-egy túlfolyót kell beépíteni, amelyek biztosítják, hogy a szennyvíztisztító telepre vezető csatornába csak az ötszörösen hígított szárazidei szennyvíz kerüljön, a túlfolyón átfolyó többlet záporvíz jelenleg is a Dunaágba vezető nyílt árokban folyik le.

Az így különválasztott, legfeljebb ötszörösen hígított szennyvíz 70/105 cm tojásszelvényű, zárt betoncsatornában folyik a keresztező MÁV zimonyi fővonalig, amely alatt zápor idején nyomóvezetéként működő, három darab 0,60 m $\varnothing$ acéllemez cső vezet át. Egy biztonsági túlfolyó is készül, amely a telepre vezető csatornát védi a túlterheléstől; ennek túlfolyó vizét is a fent említett nyílt csatorna viszi a Dunaágba. Innen a szennyvíz a mintegy 4,00 m szintkülönbséget biztosító feltöltésen elhelyezendő nyílt, lefedhető $2,00 \times 1,00$ m-es vasbeton csatornában folyik a szennyvíztisztító telepre.

A szennyvíztisztító telepen az első műtárgyak a durva mechanikai tisztítást hivatottak elvégezni. Legelőször a *homokfogóba* kerül a szennyvíz. A tervezett homokfogó tulajdonképpen egy rövid átfolyási idejű, függőleges átfolyású, tölséres ülepítő medence; a homok finom szervesanyaggal szennyezettén válik ki a homokfogó medence üledékgyűjtőterében. A leülepedett szerves anyag kimosása ugyanezen medencében történik, a gyűjtőtölsér csúcsába épített nagynyomású vízzel működő injektorok segítségével. A homokból kimosott szerves iszap a medence elvezető bukóélén át folyik el a szennyvízzel együtt. A homok mosását a szükséglet szerint naponta többször is el lehet végezni a homokfogó üzemének fenntartása mellett. Az ötszörös hígítású szennyvíz mennyiségi ingadozásai és az üzemeltetés megkönnyítése céljából három párhuzamosan kapcsolt homokfogó medence épül és a vízelosztás szegmens zsilipekkel történik.

A kimosott homokkal megtelt medencék ürítése a tölsér alsó részében épített ürítő nyíláson át végezhető el. Az eltávolított homok bilenthető csillékbe ömlik, amelyekből tehergépkocsira üríthető és feltöltés céljára felhasználható.

A homokfogó után géptisztítású *szennyvízszűrő rácson* és vele párhuzamosan beépíthető *aprítószűrőn* (komminutor) folyik át a szennyvíz. A szűrőrács forgófésűs rendszerű. Az álló rácson felakadt szennyeződést rögzített tengely körül

lassan forgó fésű leemeli, a fésűn maradó szennyeződést önműködő szerkezet egy elvezető vályúba tölta, ahonnan rácsszemelt-apritóba kerül, majd vissza a szennyvízcsatornába a rácsl elé. A hazai szerkesztésű aprító szűrő prototípusának gyártása most indult meg; az első példányok egyikét ide fogják felszerelni.

A következő műtárgy a Parshall rendszerű *vízmennyiségmérő csatorna*, amely a vízállással arányos átfolyó vízmennyiségek mérését és regisztrálását teszi lehetővé.

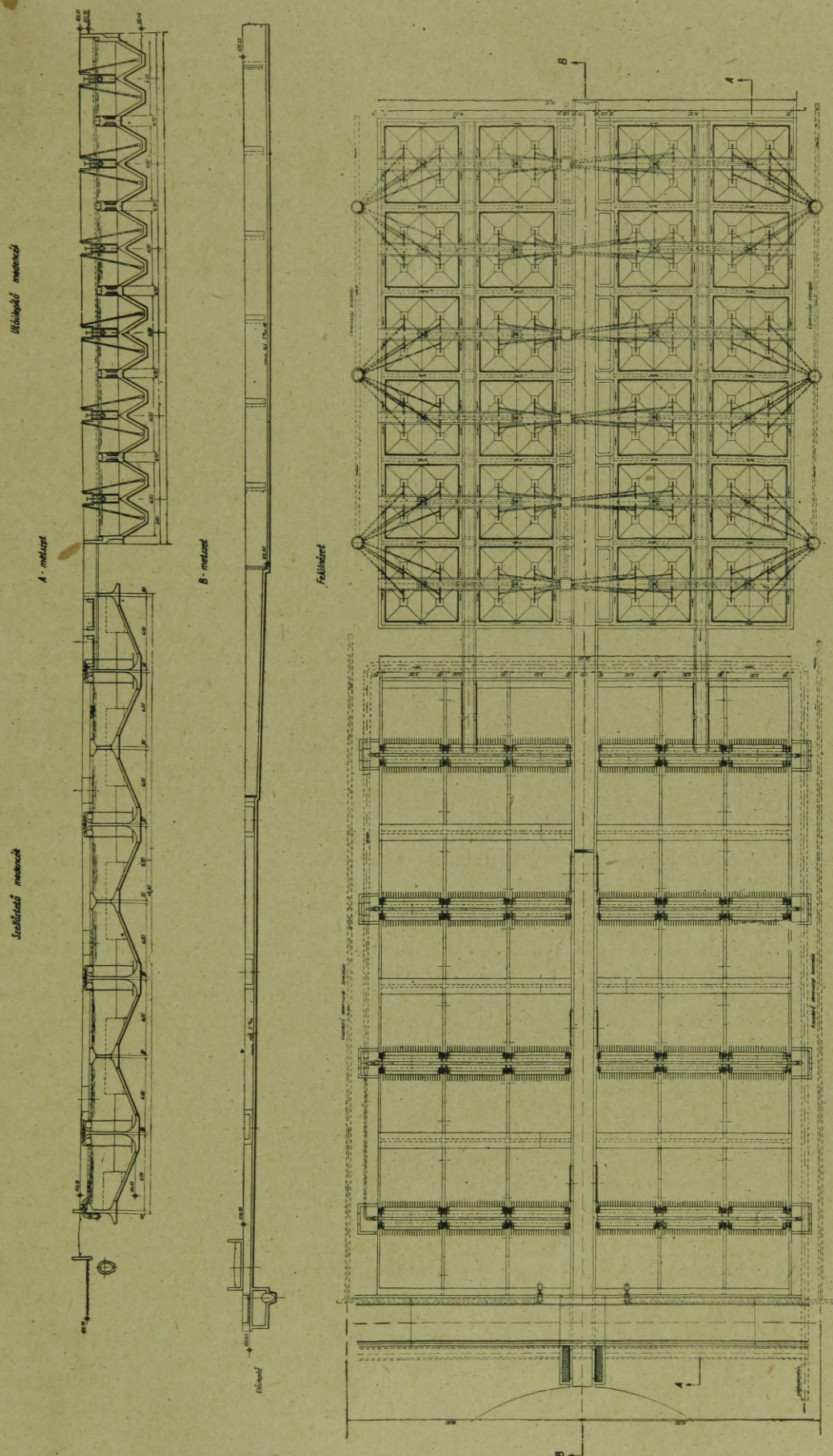
A durva mechanikai tisztítás műtárgyai közé sorolható még egy *szivattyúház*, amely a homokfogó mosóvíz szükségletét látja el és szennyvíztisztító telep saját szennyvizét is átemeli a magasfokú főcsatornába.

A szennyvíz finom mechanikai tisztítása az első kiépítési fázisban 3, a végső fázisban pedig 8 darab azonos kapacitású sugárirányú átfolyású *előülepítő* medencében történik. A medencék ülepítőtere 1050 m³, átmérőjük 32,00 m. A szennyvíz ülepítési ideje csapadéktmentes időben egy medencében 2 óra, csapadékvízzel háromszorosra hígítva három medencében 1,6 óra, ötszörösre hígítva pedig három medencében 0,93 óra. Az ülepítő medencékben leülepedő friss szennyvíz iszapmennyisége naponként mintegy 120 m³, ezt a hígolyós iszapot az ülepítő medencék fenekéről forgó kotrószerkezet az iszapgyűjtőterbe kotorja. Elvezetése innen a medence víznyomásának felhasználásával történik és az iszap gravitációs csatornában folyik el tovább kezelésre. Az ülepített szennyvíz háromszoros és ötszörös hígítások közötti mennyisége ezután további biológiai tisztításra nem kerül, zárt gravitációs csatornán folyik a fertőtlenítőbe, ahol a csíramentesítése klóradaolással történik, ezután beömlik a befogadóba.

A szárazidei szennyvíznek a csapadékvízzel háromszorosra hígított mennyiségét az előülepítés után még *biológiailag* is tisztítani kell. Mivel az előülepítés a délpesti szennyvíztisztító telepen az első kiépítési fázisban 3, végső kiépítésben pedig 8 előülepítő medencében történik a biológiai tisztítást is 8 egységben lehet célszerűen végrehajtani. A 8 biológiai tisztítórendszer közül 4 *eleveniszapos*, 4 pedig *nagyterhelésű csepegtetőtestekkel* működő rendszerben épül.

A nyitott kivitelű nagyterhelésű csepegtetőtestekből rendszerenként 2—2 db készül 27,00 m $\varnothing$ -vel és 2,00 m testmagassággal. BOI₅ terhelésük maximálisan napi 1000 kg-ra emelhető, fajlagos terhelésük ez esetben mintegy 1000 g BOI₅/m³. A kísérleti jellegre való tekintettel a természetes szellőztetés mellett mesterségesen, alulról felfelé és fordított irányban is szellőztethetőek, beépített szellőztetőkkal. A csepegtetőtestek anyaga habalak.

A csepegtetőtestekről lefolyó víz humusziszapját az előülepítőkkal azonos rendszerű és nagyjából azonos méretű utóülepítő medencében kell ülepíteni. A leülepedett humusziszap és a szükséges recirkulációs víz kivétele az utóülepítő medencékből az előülepítőkkal azonos rendszerrel történik, visszaemelése az előülepítőbe külön-



3. ábra. A szennyvíztisztító telep alaprajza.

álló ún. recirkulációs szivattyúházban elhelyezett körforgó szivattyúkkal történik. Az utóülepített szennyvíz gravitációs csatornában folyik azután el a fertőtlenítő medencén át a befogadóba.

A külföldön elterjedt, korszerű eleveniszapos biológiai tisztítórendszer még nem ismerjük eléggé. Hazai tapasztalatok csak a már elavultnak mondható Hévíz-fürdői és a Mátraházi Tüdőbetegszanatórium túlterhelés miatt lebontott *Simplex* rendszerű kisterhelésű eleveniszapos berendezésekről állnak rendelkezésre. Ezek a tapasztalati adatok jók ugyan, de lehetséges, hogy ezek a berendezések csak kisebb, vagy közepes mennyiségű szennyvíz biológiai tisztítására alkalmasak.

A főváros összes szennyvizénél a biológiai tisztítóberendezések óriási területigényeit a jövőben aligha fogjuk tudni biztosítani. Ebből a szempontból is igen jelentős a délpesti telep eleveniszapos berendezéseinek tervezése és kísérleti jellege.

A MÉLYÉPTERV már a tervek készítésénél is figyelemmel volt a tisztázandó kérdésekre. Biztosítottuk ezért azt, hogy meg lehessen állapítani a legnagyobb mennyiségű szennyvíz gazdaságos biológiai tisztítását lehetővé tevő berendezés méretezési elveit.

A sokféle követelmény kielégítésére szolgáló *eleveniszapos és utóülepítő* medencék vázlatát a 3. ábra tünteti fel.

Az előülepített víz nyitott csatornában folyik el az előülepítő medencéből. Majd a csatorna két oldalán iker kivitelben készítendő eleveniszapos medencékbe jut, amelyek 24—24 rekeszből állnak. Egy-egy rekesz hasznos térfogata 110 m^3 , tehát az összes hasznos medencetér fogat 5280 m^3 , fajlagos terhelése a legnagyobb terhelés esetén $1200 \text{ g BOI}_5/\text{m}^3\cdot\text{re}$ emelhető, átfolyási ideje 30%-os eleveniszap visszatáplálás esetén mintegy 5 óra, 50 %-os visszatáplálás esetén mintegy 4 óra.

A medencékben legelőször az eleveniszap betáplálása történik meg, amelyhez a szükséges előszellőztetés után, az átfolyási idő 25—50 és 75 %-ának elteltével lehet az előülepített szennyvizet tetszés szerint mennyiségekben, a mennyiségi mérések biztosításával beadagolni. Az elfolyás a medence vízszintjének beállítását is biztosító élesfalú mérőbúrákkal történik, amelyek újabb mennyiségi mérés lehetőségét is biztosítják.

Az eleveniszapos medencék oxigénellátásának biztosítása kétféle módon lehetséges: nagynyomású *levegő befúvással*, vagy az ún. *Kessener-eljárás* szerinti forgó kefékkel.

A *levegőbefúvatás* a külföldön egyre inkább alkalmazott rendszerrel, finom furatokkal ellátott csővezetéken át történik. Ennek beállítása és karbantartása a medencék üzemének fenntartása mellett is elvégezhető. A légbefúvásnak ezt a módszerét a Pécsen 1954. évben lefolytatott üzemi méretű szennyvíztisztítási kísérletek során jó eredménnyel alkalmazták, az üzemi viszonyok pontos megállapítására pedig a Műszaki Egyetem I. Vízépítési Tanszéke végzett vizsgálatokat. A medencékbe befúvandó *levegő* mennyiségére vonatkozó adatok igen eltérőek: 1 m^3 medencetér-

fogatra számítva naponta 40 m^3 körüli *levegő* befúvási szükséglet várható.

A gazdaságosabb oxigénellátás előreláthatólag a *Kessener*-rendszerrel biztosítható. Ennek lényege az, hogy a vízfelületbe változtatható mértékben bemező kb. 100 percenkénti fordulatszámú acéllemezből sajtolt hengeres keferendszer forgása közben a szennyvíz felületének gyors mozgását biztosítja, légbuborékokat hajt át a vízen, főleg pedig habzást idéz elő és ezek a hatások összegződve a szennyvíz erőteljes oxigénfelvételét biztosítják.

A két rendszer terveink szerint egymástól függetlenül külön-külön és párhuzamosan is működtethető, tehát a két rendszer gazdaságossága is elbírálható a kísérleti telep üzemeltetése során. Az eleveniszapos medencékbe vezetett szennyvíz általában előülepítés után kerül továbbtisztításra. Azonban üzemi kísérletek biztosítása miatt itt a nyers szennyvíznek az előülepítő megkerülésével történő bevezetését is lehetővé kellett tenni.

Az ismertetett eleveniszapos medencékben így összesen hat szennyvíztisztítási rendszerrel lehet kísérleti üzemet folytatni. Az alkalmazott megoldások: kis és nagyterhelésű biológiai tisztítás légbefúvással; kis és nagyterhelésű biológiai tisztítás *Kessener* rendszerű levegőztetéssel, biológiai részisztítás légbefúvással és *Kessener* rendszerű levegőztetéssel.

Az eleveniszapos szennyvizet még utóülepítőben kell kezelni. A délpesti szennyvíztisztító telep utóülepítő medencéi a gyakorlatban már régen igen jó eredményeket adó *függőleges átfolyású, tölcéses* ülepítők. Alkalmazásuknál újszerű azonban, hogy a hazai viszonylatban szokatlanul nagy vízmennyiség tisztítására szükséges 24 medence két tömbbe van építve. A szennyvíz bevezetése a medencékbe itt is nyílt csatornában történik, amelyek az eleveniszapos medencék elfolyó, utolsó medencéjébe épített elvezető vályúhoz csatlakoznak. A szennyvíz bevezetés ezekből a csatornából a fenékbe beépített nyomócsöveken át történik a tölcéses ülepítő medence alsó szintjére bevezető merülőcsövön át.

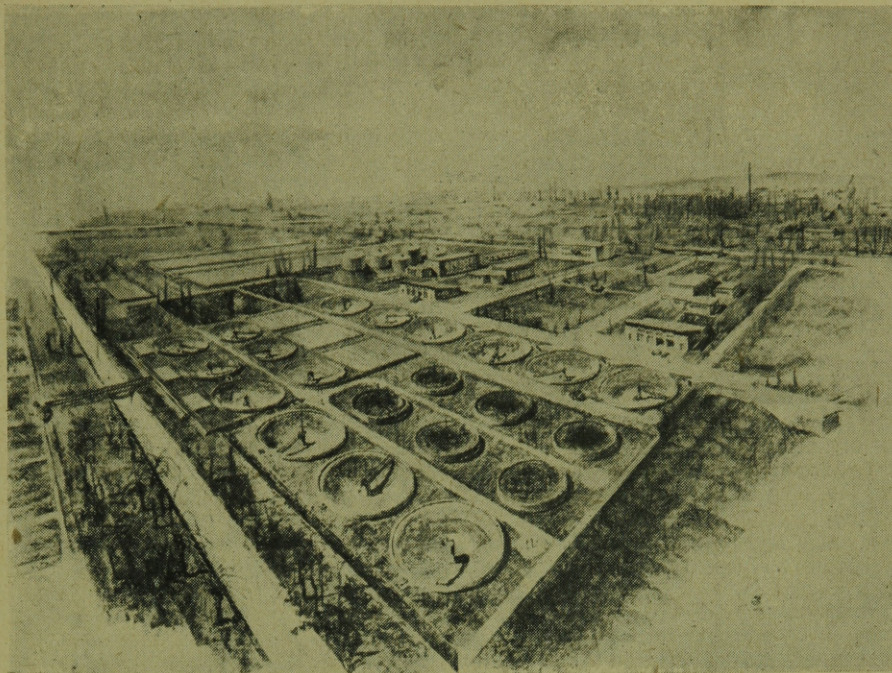
A medencében a szennyvíz *függőleges* irányú sebessége 1 m/óra , amely sebesség elég kicsi ahhoz, hogy az eleveniszap pelyheit a víz már ne sodorja magával. Az utóülepített víz elfolyását, a medence egyenletes terhelését és az áramlás egyenletességének biztosítását fogazott állítható acél bukólemezek biztosítják. Az utóülepített víz összegyűjtését és elvezetését a főcsatornában nyitott folyókák végzik.

Az eleveniszap a medencék négy részre osztott alsó, tölcéses részében gyűlik össze és ezekből a medence saját víznyomásának hatására távozik el acélcsöveken át, amelyek gravitációs betoncsatornába torkolnak.

Az eleveniszapos medencékben tisztított, utóülepített szennyvíz még egy kisebb fertőtlenítő medencébe vezethető, amelyben az öntözési célokra átadandó tisztított víz fertőtlenítése klórral történhet.

Ezután a $20\,000 \text{ m}^3/\text{nap}$ mennyiségű szárazidei szennyvíz átkerül az Agrártudományi Egye-

4. ábra. A szennyvíztisztító telep látképe.



tem Tangazdaságának területére, ahol azzal öntözési kísérleteket fognak végezni.

Az ismertetett rendszer mellett az öntözési kísérletek céljára biztosítani lehet a következő minőségű vizeket:

1. Nyers szennyvíz.
2. Ülepített szennyvíz fertőtlenítés nélkül.
3. Ülepített szennyvíz fertőtlenítve.
4. Biológiaiilag tisztított szennyvíz fertőtlenítés nélkül.
5. Biológiaiilag tisztított szennyvíz fertőtlenítve.

Az eleveniszapos medencék helyes működtetéséhez szükséges eleveniszapot, amely az utóülepítőkből válik ki, vissza kell vezetni a szellőztető medencékbe. Az a csepegtetőtestes tisztítóberendezésnél már ismertetett ún. recirkulációs szivattyúházban elhelyezett körforgó szivattyúkkal történik. A szivattyúházba gravitációs csatornán érkező eleveniszapot a szivattyúk nyomócsövön át nyomják részben az eleveniszapos medencék előszellőztető rekeszeibe, részben pedig, mint fölös iszapot az előülepítő medencékbe, ahol az a friss és humusziszappal együtt ülepszik le.

Ez az iszap eredeti állapotában igen híg és rendkívül kellemetlen fizikai és vegyi tulajdonságokkal rendelkezik, tehát a korszerű szennyvíztisztítási technológia szerint *mesterséges rothasztásra* kerül. Az előülepítőkből leülepedett vegyes iszap gravitációs iszapcsatornán az iszapkezelés és gázhasznosítás gépházába folyik. A gépházban elhelyezett iszapszivattyúk az iszapot 4 db 2000—2000 m³ hasznosterű zárt rothasztótartályba nyomják. Az iszaprothasztás 35 °C körüli hőmérsékleten történik, e célból a betáplált nyers iszapot hőcserélő berendezésben kell a megfelelő hőmérsékletre melegíteni. A rothasztó tartályok-

ban lévő iszapot állandóan keverni kell, részben a hővesztések miatti hőpótlás céljából, részben pedig azért is, mert az iszap különböző fajsúlyú anyagai a rétegszerű szétválasztódásra hajlamosak. Ezt a keverést is az iszapbetáplálást végző szivattyúkkal lehet végrehajtani: a szivattyúk a rothasztótartályok fenékeiről szívják el az iszapot és a medencébe az iszapszint felett nyomják vissza. Az iszap meleg rothasztása 25—30 napot vesz igénybe. Ezen idő alatt az iszap szerves anyagából mintegy 3000 m³, 5000 kg cal. fűtőértékű gáz keletkezik. Az iszap víztartalmának jelentős részét elveszti és térfogata a friss állapotban lévőnek mintegy ötödére csökken. Víztartalmának további csökkentése céljából *szikkasztó ágyakra* kell szivattyúzni, ahonnan újabb vízvesztés után mintegy 50% víztartalommal trágya anyagként el lehet szállítani és a mezőgazdaságban felhasználni.

A rothasztás során keletkező nagy metántartalmú gázt az iszapmelegítés, telepfűtés céljára lehet alkalmazni. Igen előnyösen lehetne felhasználni a gázt — Diesel vegyes üzemű motorokban elégetve, a telep energiaszükségletét fedező elektromos generátorok meghajtására, amint ezt a tervezők javasolták is. Azonban a magyar gépgyártás jelenleg nem foglalkozik ilyen, a múltban már gyártott géptípus készítésével. Ennek a kérdésnek megoldásával tehát várni kell addig, amíg a megfelelő géptípus akár hazai gyártás, akár import útján biztosítható nem lesz.

A délpesti szennyvíztisztító telepen a technológiai szükségleteket ellátó műtárgyakon kívül természetesen megépülnek még a telepen foglalkoztatott munkavállalók részére kulturális és jóléti helyiségek, a telep adminisztrációs helyiségei, laboratórium, gépkocsiszín, műhely stb. (4. ábra).

Hazai tapasztalatok prepaktbetonnal

BAKONYI IVÁN és JURCSEK VIKTOR

ETO 624.012.3

Az É. M. 26/5. Út-Csatornaépítő Vállalatának 1955. év folyamán többek között 4 db csáposkutát kellett elkészíteni.

A csáposkutak 5 m belső átmérővel, 30 cm falvastagsággal készültek, a vágóélek átlagos mélysége földfelszíntől cca 12 m volt. Süllyesztésük, 6 m-es gyűrűkben való betonozás mellett markolóval történt. A talajvíz magassága a Duna közelsége folytán erősen ingadozott, földfelszíntől számítva 2—4 m között.

Az egyik kút vízalatti fenékbetonjának elkészítése után, annak leszívása közben jelentkezett a kútfelek gyakori és egyben legsúlyosabb hibája: a fenékre ható cca. 10 m-es vízoszlop azt megrepesztette olyannyira, hogy a réseken beáramló víz mennyisége meghaladta a 6—7 ezer litert percenként, miközben jelentős mennyiségű iszapot hordott a kút belsejébe.

Miután egy újabb, jelentős vastagságú vízalatti fenékbeton elhelyezéséről a korlátozott magasság miatt nem lehetett szó, nem látszott más megoldás, mint a megrongálódott fenéknek bűvár által történő feltörése, kiemelése és egy újabb vízalatti beton elkészítése. Ehelyett a hosszadalmas és költséges módszer helyett választottuk a külföldön már bevált, nálunk azonban még ki nem kíséreltetett ún. prepakt eljárást. Ennek lényege az, hogy előre elhelyezett, homok nélküli betonkavicsba híg cementtejet, vagy cementhabarcsot sajtolunk, s ezáltal megfelelő minőségű betont állítunk elő. A lényeges különbség az eddig ismert injektálási módszerekkel szemben éppen az, hogy nem adott összetételű anyagot, vagyis talajt kell injektálással szilárdítanunk, hanem a kavics összetételét választjuk meg úgy, hogy abban a besajtott anyag terjedése lehetőség szerint akadálytalan és egyenletes legyen.

Előnyösen alkalmazható ez a betonfajta zsugorodásmentes beton előállítására akár víz felett, akár víz alatt. Ez esetben a homok nélküli adalékanyagot — lehetőleg vibrálva — elhelyezzük terv szerinti helyére. Ha azután a szorosan egymáshoz támaszkodó adalék-szemek hézagaiba a habarcsot nyomással beinjektáljuk, olyan beton kapunk, melynél nem a durva szemek üsznek a cementhabarcsban, hanem a tömören bedolgozott durva szemekből álló váz hézagait tölti csak ki a habarcs. Ezért a habarcs kötés közbeni zsugorodása egy-egy hézagban csak helyi jellegű, így az elemi zsugorodások nem adódnak össze.

Ily módon pl. régi betonlétesítményekben keletkezett üregeket vagy kikagylósodást zsugorodásmentesen, azaz úgy lehet bebetonozni, hogy a leválási veszély erősen lecsökkenjen.

Egy másik előnye a prepaktbetonnak víz alatti betonozásánál jelentkezik abban, hogy kevesebb cementet igényel, mint a szokásos vízalatti beton.

E módszerrel készítettünk nemcsak a leírt kút fenékbeton javítását, de egy dunántúli szennyvíz-derítő kút teljes lefenekelését is.

Mielőtt azonban a prepaktbeton készítéséhez hozzálátnánk volna, két helyszíni kísérletet végeztünk, mely kísérletek voltak hivatva választ adni arra, hogy az általunk összeállított, 10—30 mm szemmagyságú dunakavicsban, adott nyomás mellett besajtott anyag-nak milyen terjedési távolságára számíthatunk. Röviden: az injektáló-csőveket milyen távolságra kell egymástól elhelyeznünk és az eljárás az anyag leterhelése nélkül kivihető-e? A kísérletek 2×2 m-es alapterületű, 50 cm magas vízzáró ládában folytak, melyekbe 40 cm vastag, 10/30 mm szemmagyságú dunakavicsot helyeztünk, majd az egészet vízzel töltöttük fel. Az első ládába 1 : 4 (cement : víz) keverési súlyarányú cementtejet sajtolunk 0,5 atm. kezdő, majd 1,5 atm-ra növelt nyomással, míg a másik ládába töltött anyagot 0,5 atm. kezdő és 2,0 atm-ra növelt nyomás mellett a következő összetételű habarccsal injektáltuk: 1 : 1 : 2 (cement :

víz : homok). A közölt arányok súlyarányt jelentenek. A habarcsba adagolt homok max. szemmagysága 3 mm volt.

Első esetben azt tapasztaltuk, hogy a besajtott anyag terjedése nem teljesen egyenletes, s a beton minősége sem látszott megnyugtatónak. Második kísérletünk azonban igen jó eredményt adott. A besajtott habarcs a kavicsot egyenletesen kitöltötte, s a beton, megvédésekor is megfelelő minőségűnek látszott. A besajtott cement mennyiségét tekintve, a prepakt kísérleti beton 250 kg/m³ cementadagolási, lépcsős szerkezetű kavicssal készített betonnak felelt meg.

Megjegyezzük, hogy a második esetben besajtott habarcs mennyisége a kavics kísérleti úton mért hézagterfogatának (32%) másfélszerese volt.

A külső prepaktbeton munkák megkezdésével egyidejűleg a 26. sz. Építőipari Tröszt Anyagvizsgáló és Minőségellenőrző Laboratóriumában is folytattunk egyszerű eszközökkel kísérleteket.

A vizsgálatoknál a habarcs sűrűlődségét, az ülepedő-képességet és 7 napos nyomószilárdságát tettük vizsgálat tárgyává.

A vizsgálatokat 12 különböző összetételű habarccsal végeztük. Ezek közül a legjellemzőbbeknek összetétele a következő:

Habarcs jele	500-as p. cement %	Homok 0—1 mm %	Sztálinvárosi por-szénhamu %	Bentonit %	Örölt kovaföld %	V/C Meg. jegyzés
3	33	50	—	0,5	16,5	2,0 K.P.M. szabv.
5	66,5	33,5	—	—	—	2,0
7	66,5	—	33,5	—	—	1,5
12	66,5	—	33,5	—	—	1,0

A habarcssűrűlődségi kísérleteket a következő módon végeztük el. Dunai kavicsot szétrostáltunk úgy, hogy a legkisebb szemmagyság 10 mm, a legnagyobb szemmagyság pedig 30 mm legyen. Egy cca 5 liter űrtartalmú üvegedényben üvegsövet helyeztünk el tölcserrel, úgy hogy a cső vége teljesen az edény fenekén legyen. Ezután cca 2 liter rostált kavicsot helyeztünk az üvegedénybe a cső szára köré és megtöltöttük vízzel a kavics felső szintjéig az üveget. A tölcserért megtöltöttük az előkészített habarccsal, majd a csövet megemeltük cca 2—3 mm-t. Az üvegtölcserbe töltött habarcs a gravitáció hatására leszaladt az üvegedénybe, ott kitöltötte a rostált kavics hézagait és az üvegsző szárában megállt pár mm-rel magasabban, mint az üvegedényben lévő víz szintje. A vízszint és habarcsszint közötti különbséget arányosnak vettük a habarcssűrűlődséssel és összehasonlítás céljából mm-ben mértük a különféle habarcsoknál. Jele 1. ábrán „s”.

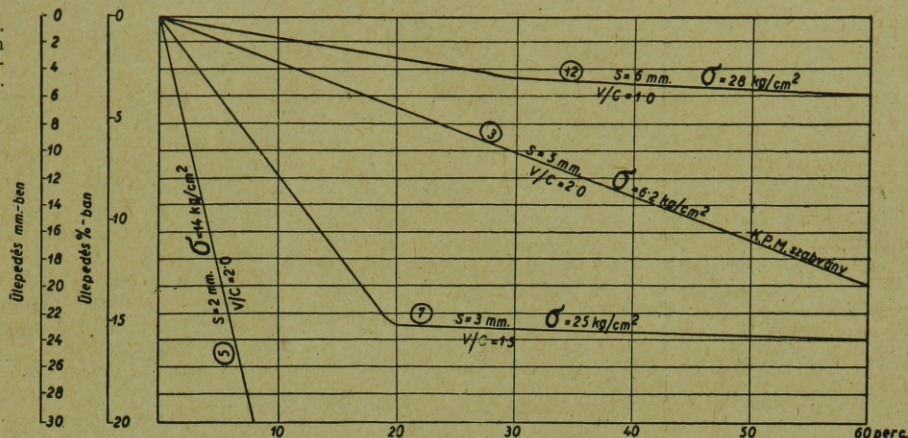
A második kísérletet az ülepedési sebesség megállapítására végeztük. Egy 1000 cm³-es üveghengerbe helyeztünk 300 cm³-t az előkészített habarcsból, jól összeráztuk és egy órán keresztül percenként mértük, hogy az összmennyiségből mennyi ülepedett le. Feltételeztük, hogy ha az összes szilárd anyagnak 20%-a leülepedett, ez már olyan dugulást okoz, hogy az a további injektálást megakadályozza s ezért ha a leülepedett mennyiség az összes szilárd anyag 20%-át elérte, a további mérést abbahagytuk.

A kísérlet harmadik részébe a vizsgált habarcs- anyaggal 7×7 cm-es prepaktbeton kockát készítettünk és annak 7 napos szilárdságát vizsgáltuk.

Az 1. ábra a négy legjellemzőbb habarcsanyaggal készült prepaktbeton adatait adja.

Amint a grafikonból leolvashatjuk, olyan habarcsot eddig még nem sikerült előállítani, amelyik a vizsgált három feltételnek egyformán jól eleget tegyen. Éspedig

1. ábra. Grafikon az É. M. 26. sz. Építőipari Tröszt laboratóriumában a prepaktbetonnal végzett vizsgálatok legjellemzőbb eredményeiről.



a habarcsnak nagy szilárdsága legyen, kicsi legyen a belső ellenállása, vagyis könnyen legyen besajtolható a rostáltkavics hézagaiba és a habarcs ülepedőképesége kicsi legyen.

Meg kell jegyeznünk, hogy a habarcsoknak esetleges szétosztályozódó képességét az idő rövidsége miatt nem tudtuk külön vizsgálat tárgyává tenni, de általában a feltüntetett habarcsok megsejtelésekor szétosztályozódást egyiknél sem tapasztaltunk.

Az 5. jelű habarcs nagy ülepedési sebessége miatt prepaktbeton készítésére nem előnyös.

A 3. jelű (KPM. szabványban javasolt) habarcs ülepedése nagyon jó, szép, egyenletes, azonban a belső ellenállása aránylag nagy, szilárdsága pedig kicsi.

A 7. jelű habarcs ülepedési sebessége a 3. és 5. jelű között van. A laboratóriumi eredmények szerint 20 perc alatt a szilárd anyagnak mindössze 15%-a ülepedett le, s utána az ülepedés majdnem megállt. A belső ellenállása kicsi volt és a szilárdsága aránylag nagy.

A 12. jelű habarcs még jobb tulajdonságú, mint a 7. jelű, mindössze a belső ellenállása cca kétszerese a 7. jelű habarcsénak. Az eltéréseket a kisebb vízcement-tényező okozza.

A kivitelezés során a csáposkút prepakt betonzását az 5. jelű habarccsal végeztük, miután akkor még a laboratóriumi vizsgálatok hézagosságok voltak. Az 5-ös jelű anyaggal történt kivitelezések során előállott rengeteg dugulás a habarcs erős ülepedőképességét igazolta. A szennyvízterítő prepaktbeton fenék elkészítéséhez a 7. jelű habarcsot választottuk.

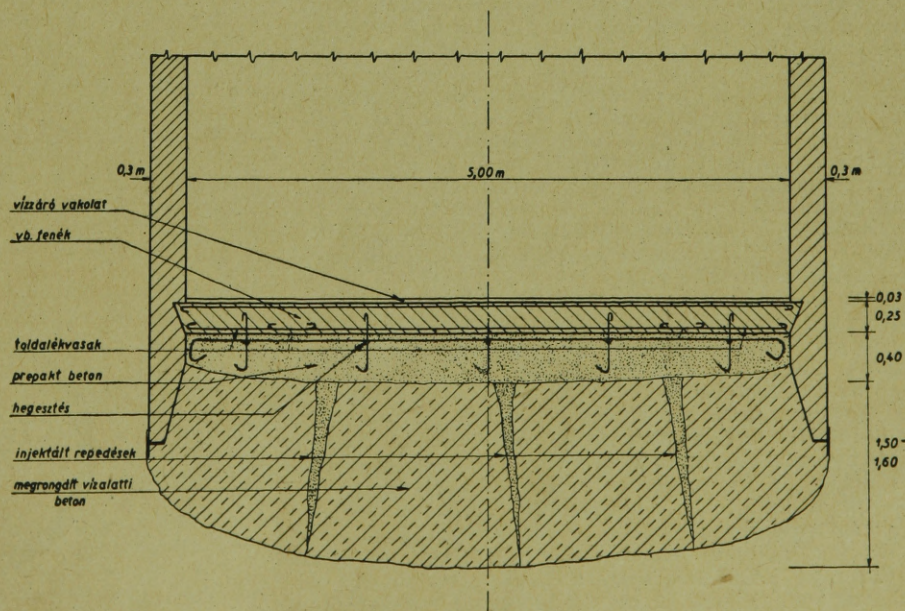
A következőkben ismertetjük a csáposkút prepakt betonzását (2. ábra).

A bevezetőben említett sérült fenékbeton repedéseit át beáramlott iszapot 2 napon át iszapszivattyúval mosattuk. Ez alatt depresszió elkerülése céljából állandóan tiszta vizet tápláltunk a kútba, hogy újabb iszapmenyiség ne kerüljön a fenékre. Végül a betonfenék felső, erősen rongált 5–10 cm vastag rétegét bűvár munkával kiemeltük.

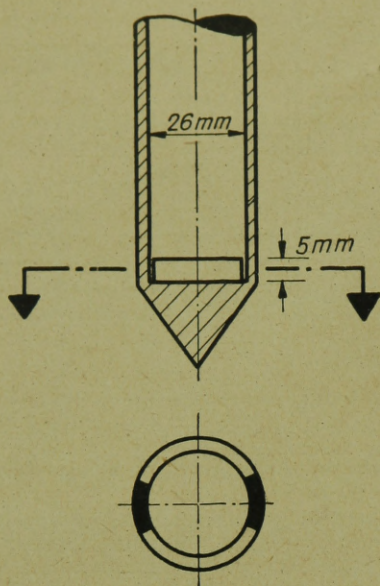
A következő lépésben a megrongálódott fenékbeton repedéseit, — melynek szélessége 2–30 cm között változott, — 1 : 1 : 2 arányú cementhabarccsal kiinjektáltuk úgy, hogy a nagyobb repedéseket injektálás előtt 10/30 mm-es kavicssal kitöltöttük. Az injektálást egy csővel végeztük, amit bűvár helyezett el.

Ezután került sor a 10/30 mm-es dunakavicsnak a kútba való leszórására és a fenéken cca 40 cm vastagságban való elterítésére.

Meg kell jegyeznünk, hogy tulajdonképpen nem is prepaktbetont, hanem prepakt-vasbetont készítettünk, amennyiben a betonba, illetve egyelőre még kavicsba egy rendkívül erős, 20–20 cm távolságra összeszerelt, 24 mm Ø betonvas hálót helyeztünk. A vasszerelésnek a kút fal megfelelő hornyába történő bekasztását 1 m hosszú toldalékvasakkal biztosítottuk úgy, hogy ezeket a leeresztés után bűvár tolta ki a megfelelő helyre. A vasszereléshez előzőleg függőleges irányban 1 m-ként 30 cm hosszú, 12 mm Ø gömbvas darabokat hegesztettünk, mely vasak voltak hivatva biztosítani a prepaktbeton és a vasbeton fenék együttdolgozását, amennyi-



2. ábra. Sérült kútfenék prepaktbetonnal javítva.



3. ábra. Nem megfelelő injektálófei.

ben a vasbeton fenék vasszerelését a későbbiek folyamán ezen kiálló kampókba akasztottuk be (2. ábra).

Ezek után került sor az injektáló csövek elhelyezésére. Tervünk ugyanis az volt, hogy a $9,5 \text{ m}^3$ kavics injektálását egyszerre végezzük.

12 db injektáló csövet helyeztünk el. Ezek 10 m hosszú, 26 mm $\varnothing$ csövek voltak. Ezeket 52 mm $\varnothing$ tömlők csatlakoztatták egy közös, henger alakú edényhez, mely viszont egy 52 mm $\varnothing$ tömlőn keresztül kapta a habarcsszivattyúból a habarcsot.

Ezzel a berendezéssel a habarcsot folyamatosan továbbítani nem sikerült, mert a vezeték ismételtlen eldugult. Ennek oka a következő volt:

1. Az injektálófej kiképzése nem volt megfelelő.

a) Az 5 mm-es résbe ugyanis a laposabb kavicszemek az injektálócső leszúrása közben beszorultak, s a habarcs útját elzárták (3. ábra).

b) A habarcs — mielőtt a csőből kijutott volna — merőleges falba ütközött, ami akadályozta a kiáramlást (3. ábra).

2. A csővezeték nem volt végig egyforma átmérőjű. Míg a csőszálak 26 mm-es csőből készültek, az elosztó tartályhoz való csatlakozás 52 mm-es gumitömlővel volt megoldva.

Ezidőben a Dunán végig vonuló árhullám, valamint a jelzett rendkívül erős hideg közeledése nem hagyott sok időt a további előkészületekhez. Rövidesen újból megindítottuk az injektálási műveletet, újonnan legyártott injektálótűvel, melyen az előző hiányosságokat igyekeztünk kiküszöbölni (4. ábra). Lényeges különbség az volt, hogy a tűfej lezárása 2 db lapjával egymásra fordított kúpából állt, miáltal az érkező habarcs akadálytalanul és egyenletesen áramlott szét, valamint a csőre 4 mm széles, 100 mm hosszú nyílásokat vágunk, amik a kavicszemek beszorulását megakadályozták. A tű 52 mm-es csőből készült, a csatlakozó gumitömlő szintén 52 mm-es volt.

Az idő rövidsége miatt több csövet legyártani nem tudtunk, így az injektálást egy csővel végeztük, amit bűvár helyezett el egymástól 1,5 m távolságú pontokra, egymás után. Ezt a szükségmegoldást a munka sürgőssége miatt alkalmaztuk.

Egyes pontokon a kezdő nyomás 1,5 atm. volt, amit fokozatosan kellett növelnünk 2,5 atm.-ig. Magasabb nyomásra szükség nem volt. Az egész művelet 2,5 óráig tartott, miközben simán, akadálymentesen sikerült a besajtolást elvégeznünk. Végeredményben a $9,5 \text{ m}^3$ kavicsba 38 q 600-as cementet sajtoltunk. Az injektálást minden ponton addig folytattuk, amíg a bűvár nem jelentette, hogy a kavics tetején érzi a habarcsot megjelenni. A csövek kihúzását fokozatosan

végeztük. Húzás közben a besajtolást nem szakítottuk meg.

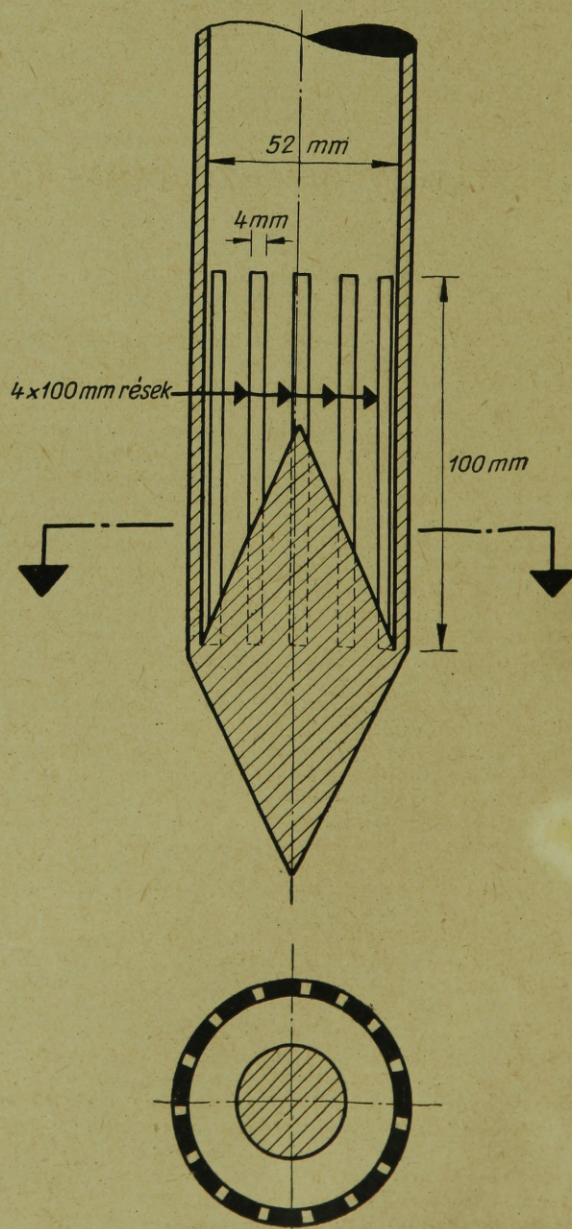
Négy hetes nyugalmi idő után a kútból a vizet leszívtuk. Kisebb vízfeltörés csupán egy helyen mutatkozott, ez is kb. azon a helyen, ahol az egy csővel történt injektálás kezdetének és befejezésének határvonala volt.

Ezután egy szennyvízerítő kút víz alatti betonját készítettük el prepakt eljárással, itt már felhasználtuk az eltelt idő alatt a laboratóriumban végzett kísérletek eredményeit is.

A kút 2,50 m belső átmérővel készült és a kút 6 méterre kellett lesüllyeszteni. A vágóél fölött a talajvíz 3—3,50 m-re volt és a vágóél mintegy 1,50 m vastag folyóhomok rétegbe került.

A kút süllyesztését kezdetben nyílt vízszíni kotrással, majd később víz alatti kotrással végeztük. A végleges fenék kialakítása után először cca 10 cm vastag 40/65-os zúzottkő terítést kapott az iszapos fenék, majd erre a kívánt magasságig 10/40 mm szemnagyságú rostált kavicsot szórtunk.

Az injektálás — a 2,50 m kút átmérő miatt — egy injektálócső segítségével történt. A rostált kavics köbtartalma $6,3 \text{ m}^3$, hézagtenyezője $n = 28,6\%$ -ra



4. ábra. Javított injektálófei.

adódott a helyszíni felmérés és vizsgálat szerint. Ennek alapján a beinjektálásra kerülő szilárd anyag 10% veszteség figyelembevételével 2,0 m³ volt. Az injektálást az alábbi adagolás alapján végeztük.

Porszénhamu	5 q
500-as p. cement	15 q
Összesen:	20 q

1. Egyébként később a víz leszívásánál kitűnt, hogy a rostált kavics felső, cca. 20%-os rétegében nem jutott, ezért egy később, hasonló módszerrel készített szennyvízderítő kút lefenekelesénél beinjektált habarcs mennyiséget ennek megfelelően már megemelték.

A vízcement tényező 1,5 és 1 m³ betonban 15 : 6,3 = 238 kg/m³ 500-as cement volt.

Az injektálás alatt a kútban a vízszint 0,46 m-rel emelkedett meg, ami a 2,50 m Ø kút esetében 2,26 m³-t jelent.

A habarcs beinjektálását C-211-es magyar gyártmányú habarcsszivattyúval végeztük. A szivattyú nagy teljesítménye miatt csak az egyszerre elkészített 400 kg cementnek megfelelő mennyiségű habarcsot tudtuk benyomni, mely után az újabb keverék elkészítéséig mintegy 10 percig szünetet kellett tartani az injektálásban.

Fennakadás a tú eltömődése miatt csak egy esetben fordult elő, azonban a nyomás emelésével az el-

tömődés elhárítható volt. A fenti esettől eltekintve az injektálás teljesen szabályszerűen, minden fennakadás nélkül folyt le. A manométeren leolvasott nyomás általában 0,5 atm. fölé nem emelkedett, kivéve a fent említett dugulást, mikor 4,5 atm. nyomás kellett a dugó eltávolításához.

A beinjektált habarcsmennyiség 2/3-résznél az injektálótú vége 80 cm-re helyezkedett el a kavics fel-színe alatt, majd az utolsó 1/3 keverék beinjektálása előtt 30 cm-rel megemeltük a cső végét. Az injektálás ideje alatt élénkebb vízmozgás nem volt, csak időnként észleltünk légbuborékokat. A víz az egész injektálás alatt teljesen tiszta maradt, semmiféle elszíneződést nem mutatott.

A munka mindössze 2 óra 15 percig tartott, s a fel-használt munkaerő 1 fő vezető mérnök, 1 fő gépész, 1 fő brigádfővezető és 4 fő segéd munkás, összesen 1 fő mű-szaki és 6 fő fizikai állományú dolgozó volt.

Ez után a két munka után laboratóriumi kísér-leinket is tovább folytatjuk elsősorban alacsonyabb vízcement tényezővel és plasztifikátorokkal próbálko-zunk, másrészt a kész preaktbetont vízzárási vizsgá-latnak vetjük alá.

Még ez évben nemcsak kutak, de egy többszáz m² alapterületű süllyesztőszekrény lefenekelesénél is alkal-mazni kívánjuk a preaktbetont. Ezekkel a munkákkal kapcsolatos tapasztalatainkról is be fogunk számolni.

A vegyi talajszilárdítás újabb módszerei és eredményei

ÁCS ENDRE és REGELE ZOLTÁN

ETO 624.138

Bevezetés

A talaj mesterséges megszilárdítására irányuló el-járások közül a cementálást hazánkban régóta széles körben kiterjedten alkalmazzák, a mélyépítés, és a bányászat területén egyaránt. Ezzel szemben a vegyi anyagok besajtolásán alapuló eljárások alkalmazására szinte alig lehet példát találni a magyar építőipar tör-ténetében. Mindössze egy esetről tudunk, amikor 1939-ben a Kelenföldi Erőmű turbinaalapjainak re-konstruációs munkáinál az alapok alatt fekvő 3,5 m vastag kavicsos homokréteget cementálással párhüza-mosan Joosten eljárással, vízüveg és kalciumklorid oldat besajtolásával szilárdították meg. Azóta üzemszerű alkalmazása seholsem történt hazánkban.

Az 1950 utáni években Czebertowicz gdanszki pro-fesszor munkássága adott erőteljes ösztönzést a vegyi talajszilárdítások felhasználására irányuló törekvések-nek. A bányászati és a mélyépítési intézményeknél meg-indult a kutató munka, míg azonban a bányászatban a laboratóriumi, majd üzemi kísérletek után effektív kivitelezésre is több ízben sor került, a mélyépítésben a kezdeti kísérleteknél tovább nem jutottak. Ennek oka az volt, hogy a mélyépítésben főleg a földalatti vasút építkezésével kapcsolatban folyt kísérletezés, labora-tóriumi és munkahelyi viszonylatban a két-, és az egy-folyadékos eljárások alkalmazhatóságának megállapi-tására, azonban az építkezés ütemének lelassítása miatt ezek abtamaradtak.

Egyedül az Államvasutaknál alkalmaztak 1950 után vegyi talajszilárdítást néhány esetben, azonban itt sem kifejezetten szilárdítás, hanem vízzárás cél-jából.

1954-ben a Földmérő és Talajvizsgáló Iroda kez-deményezésére sikerült az 1. sz. Mélyépítő Vállalatot, az ilyen jellegű mélyépítési munkák elvégzésére, mint szak kivitelezőt kijelölteni, s ezzel a vegyi talajszilár-dítás szélesebbkörű alkalmazásának legnagyobb aka-dályát elhárítani.

Ennek nyomán azután, ugyancsak az FTI indít-ványára, 1955-ben két helyen, a Tánácsics Bőrgyárban, és az 1. sz. Épütelemgvárban, sor került megfelelő előkísérletek után vegyi talajszilárdítás végrehajtására. Ezeket a munkákat ismertetjük az alábbiakban:

Feladatok ismertetése

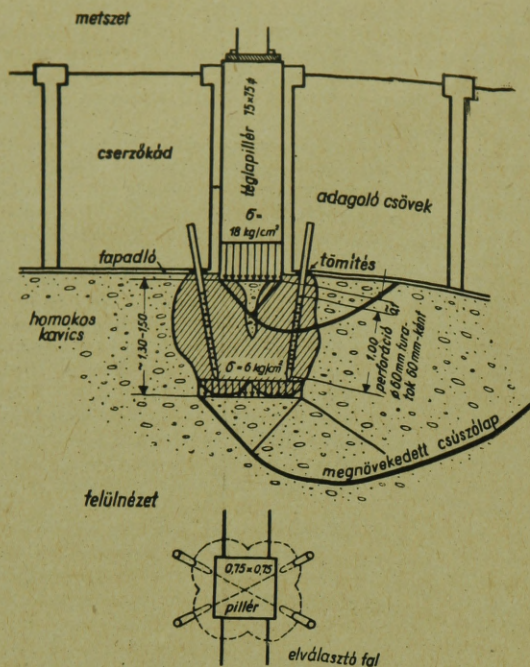
A Tánácsics Bőrgyárban egy cserző csarnokban, cserzőkádák és forgó cserzőhordók között kellett a szilárdítást végrehajtani. Az épület terhet két sorban el-helyezett 20 db pillér hordja. A csarnok átalakítása során a felső emeleti szinteken a földemterhelések meg-növekednek, ezáltal a tartópillérekre kb. 100 tonna terhelés fog jutni. A pillérek 75 × 75 cm alapterületű téglalapokon nyugszanak. A földemterhelés növekedé-séből kifolyólag a talajfeszültség a pillérek alatt $\sigma = 12$ kg/cm²-ről $\sigma = 18$ kg/cm²-re növekszik. Az alapok homokos kavicsrétegen állnak. A pillérek melletti cser-zőkádák alja majdnem az alapozási szintig nyúlik le, így a talajnak nincs leterhelése, ennek következtében a keletkező talajfeszültség megengedhetetlenül sok. Ezért tervbevevettük az alaptetek alatt a talaj megszi-lárdítását, a szilárdítást a terhelések megnövelése eítt kellett végrehajtani. Az adott helyzetben az eljárás különösen gazdaságosnak mutatkozott, mert a szoká-sos alapszélesítési munkák a zsúfolt munkahelyen igen drágán lettek volna kivitelezhetők, és mindenképpen üzemi kiesést okoztak volna.

Az Épütelemgvárban szintén ipari csarnokban szilárdítottunk. A csarnok 12 vasbeton tartópillérét kb. 3,0 m vastag szemeses salakfeltöltésre alapozták. A laza talaj a statikus terhelés, a gépektől származó rázó-hatások, és a szerves részek bomlása következtében megsüllyedt, a csarnok vasbetongerendái megpedeztek.

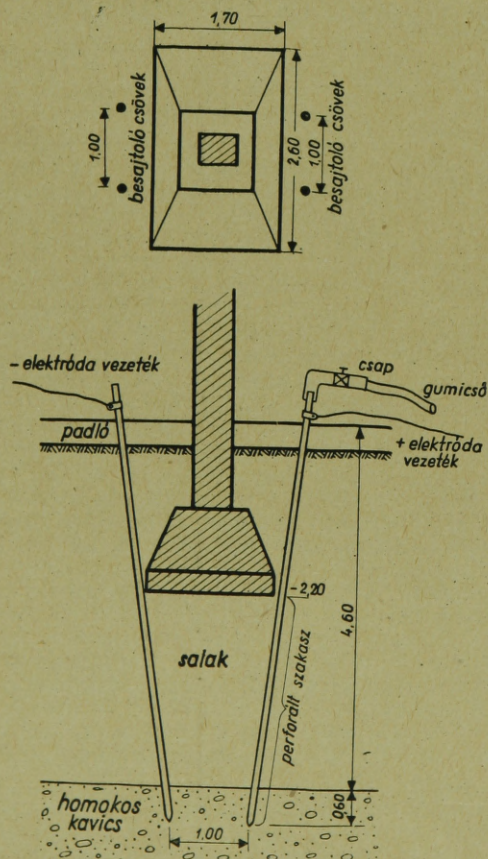
A pillérek utólag, a teherbíró talajjal való lealapo-zása igen költséges lett volna, mert a talaj megbontása a pillérek közvetlen közelében lévő gőzölőkamrákat veszélyeztette, valamint a gyár üzemében is kiesést jelentett volna.

Gyakorlati kivétel a Tánácsics Bőrgyárban

A munkát helyszíni kísérlettel kezdtük. A szem-eloslási görbe nyújtott alakjából és a hézagterfogat értékeiből ($n = 26 - 29\%$) megállapítottuk, hogy ce-mentbesajtolással nem lehet eredményt elérni, ezért kísérletképpen a külföldön legerősebb és igen jó szilárdsági eredményt nyújtó Joosten-eljárást próbáltuk ki, amely tudvalevőleg vízüveggel és kalciumklorid



1. ábra. A besajtoló csövek elhelyezése és a kialakult szilárdított tartomány a Táncsics Bőrgyárban végzett munkánál.



2. ábra. A besajtolócsövek elhelyezése az Épületelemgyári szemetes salakfeltöltés szilárdításánál.

oldattal dolgozik. Ez a módszer a kísérlet során igen jó eredményt nyújtott, amelyről a megszilárdított tömb kiadásával és a szilárdult anyagból vett minták törőszilárdsági vizsgálataival győződünk meg. A besajtoló cső körül kialakult szilárdított zona átmérője 60–80 cm volt, a kockaszilárdság $\sigma_t = 5\text{--}10 \text{ kg/cm}^2$ -t tett ki. A kísérlet után az 1. sz. Mélyépítő V. kezdte meg az üzemszerű szilárdítási munkát, először hat, majd még

további 24 pillérnél. A szilárdító csövek elhelyezését és a szilárdított tartományt, amely körülöttük kialakult, egy cserzőkádakkal körülvevő pillér esetében mutatjuk be az 1. ábrán. Látható, hogy az eredetileg 75×75 cm-es alapterület a teherátadás szempontjából 130×130 cm-re növekedett, és a talajra a feszültségek mélyebben adódnak át. Emiatt a talajtöréssel szemben biztonságos helyzet alakul ki, amit a megnövekedett csúszólap hosszal szemléltettünk.

Az alkalmazott vegyi anyagok sorrendje és átlagos mennyisége egy pillérnél a következő volt:

I. ütem 1. Vízüveg ...	32	Be°-os	240 lit.
2. CaCl_2	22	„	120 „
II. ütem 3. Vízüveg ...	32	„	160 „
4. CaCl_2	22	„	80 „

A második vízüveg adagolást gondos csőmosás előzte meg. A szilárdított tartomány méreteit és a szilárdságát a kivitelezés folyamán gondosan ellenőriztük, a valamilyen okból kevésbé sikerült részeket újból szilárdítottuk. Az ellenőrzés itt már nem törőtenhetett kiadásával, csak a szilárdított tömb felszínét néztük meg néhány helyen. A mélységi kiterjedést szondázással állapítottuk meg, és a szondázási eredményből lehetett következtetni a szilárdságra is. A szondát a kísérlet előtt kalibráltuk. Ellenőrzésül szolgált az is, hogy a talajt mindenütt fúrásokból vett mintákkal azonosítottuk, továbbá munkák közben megfigyeltük a vegyi anyag adagolás sebességét, és a besajtolási nyomás alakulását. A szilárdítás befejezésekor vízbeöntési kísérleteket hajtottunk végre. Fontos megállapítás volt, hogy a besajtolási nyomásnak nem volt szabad 1 atmoszféra fölé emelkedni, mert különben talajtörés és nagymértékű vegyi anyag elszívargás következett be. Bár a munka sok előre nem látható körülmény közbejött miatt állandó figyelmet és különös gondosságot igényelt, mégis igen gyorsan és a gyári üzem zavarása nélkül készült el.

Az épütelelemgyári szemetes-salak feltöltés szilárdítása

A laza salak feltöltés megszilárdítására a helyszínen végzett terepkísérlettel háromféle eljárást próbáltunk ki: cement szuszpenzió-besajtolást, Joosten-eljárást és Czebertowicz-eljárást, amely tudvalegőleg a Joosten-eljárás elektroozmózissal kombinált változata. Közülük a cementálás nem bizonyult megfelelőnek a gyakorlati kivitelre, mivel a cementlevet csak aránylag nagy nyomással (kb. 1 atm.) lehetett bejuttatni. Ez a nyomás a salaktalajt megrepszttette és így teljesen szabálytalanul elhelyezkedő cementerek keletkeztek, ill. a nagyobb üregek töltődtek ki.

A másik két eljárás jó eredményt adott, a besajtoló-csővek körül 40–70 cm $\varnothing$ -jú, hagymaalakú szilárdított tartomány keletkezett. A kivitel céljára a Czebertowicz módszert mégis jobbnak találtuk, a salak meglehetősen nagy aprószemese-anyag tartalma miatt, ugyanis az elektromos áram hatására az igen apró pórusokba is képes behatolni a vegyi-anyag, ezért eloszlása egyenletesebb lesz, a kémiai reakciók meggyorsulnak és mindezek által a szilárdság nő.

A szilárdítás gyakorlati kivitele úgy történt, hogy a pillérek két oldalán két-két perforált csövet vertünk le, a közölt 2. ábra szerint. Ezeken keresztül történt azután a vegyi anyagok beadagolása. A vegyi anyagok egy kétrészes magas tartályban nyertek elhelyezést, ahonnan gravitációs úton folytak be a csövekbe. A víz-üveget 35 Be°-os, a kalciumkloridot 24 Be°-os oldatban használtuk. Az elektromos áramot a gyári hálózathoz nyertük.

Besajtolás közben az áramforrás pozitív sarka mindig arra a csőre volt kötve, amelybe a vegyi anyagok töltése történt. A negatív sarkot a pillér túlsó oldalán, a vele szemben lévő csövekbe kapcsoltuk, mivel a elektroozmikus hatás következtében a folyadékreszecskek az anódtól a katód felé vándorolnak. Minden pillérnél elektromos árammal 24 órás utókezelés történt, miközben az áram irányát két óránként változtattuk.

A szilárdított salak térfogata pillérenként kb. 11 m³, a besajtott vízüvegmenyiség 2400—2600 liter, a CaCl₂ mennyiség 1400—1600 liter volt.

A szilárdítás eredményét már menetközben fúráskból és feltárásokból nyert mintákon, valamint áteresztő- és áramvezetőképességi vizsgálatokkal és szondázással ellenőriztük. A szilárdított tartományból vett mintákon észleltük a hézagterefogat csökkenését, a térfogatsúly növekedését, amely a gélképződést mutatja.

A salaktalaj kohéziót nyert, összenyomhatósága nagymértékben lecsökkent, úgyszintén áteresztőképessége is. A szilárdított salak kockaszilárdsága $\sigma_t = 8 \text{ kg/cm}^2$ körül mozgott, ámbar akadtak szórványosan egyes tözegszerű zónák, ahová a vegyianyagok nem hatoltak be, és ezeken a helyeken nem, vagy csak kisebb mértékben következett be szilárdulás. E jelenség arra enged következtetni, hogy az elektromos áramkezelés ideje rövid volt, és ezért az ozmotikus hatás nem tudott kellő mértékben érvényesülni.

Egészében véve a szilárdítás a kellő eredményt meghozta és a pillérek süllyedését előidéző okokat megszüntette. A munka során számos kivitelezési tapasztalatot nyertünk, amely a jövőben hasonló természetű munkáknál jó eredménnyel lesz felhasználható.

A vegyi talajszilárdítások alkalmazhatósága

Ezen eljárások alkalmazhatóságának feltételei ket-tősek. Egyrészt műszaki, másrészt gazdaságossági okok-tól függenek. Műszaki vonatkozásban el kell először dönteni, hogy a talajféleség az adott körülmények kö-zött egyáltalán megszilárdítható-e. Külföldi és ma már — a bányászat körében végrehajtott szilárdításokat is ideértve — hazai tapasztalatok szerint is, a legtöbb talajféleség megszilárdítható. Azonban az adott körü-lmények olyanok lehetnek, hogy például valamely talajféleségen laboratóriumi viszonyok között jól be-vált szilárdítási módszer, a gyakorlatban nem vitelez-hető ki.

Jó példa volt erre a Klauzál u.-i, Hungária gőz-fürdő esete, ahol a nagymértékű vízszivattyúzás az alapok alatti iszapos finomhomokot elszívta, lazulások miatt veszélyes süllyedések keletkeztek. A további talajáramlás és a süllyedések meggátlására vegyiany-a-gos szilárdításra gondoltunk.

Az iszapos finom homoktalajt laboratóriumunkban Rodió-féle vízüveg-mésztejes és a Szepesi—Keszey—Cziglina-féle vízüveg és széndioxidgázos eljárással kiválóan megszilárdítottuk, mégis a helyszínen a szilárdítás nem volt eredményes.

Tanulság képpen felsoroljuk a sikertelenség okait, amelyek jó útmutatással szolgálnak, más hasonló esetben is.

A helyszíni kísérleteknél akadályt jelentett az, hogy a munkát a szivattyúzás miatt áramló talajvízben kellett elvégezni. Nem volt jól kialakított fedőréteg, sem megfelelő alsó talajréteg, ugyanis a szilárdítandó iszapos finom homokréteget felül egy repedezett, nem összefüggő betonpadló takarta, alul pedig egy igen áteresztő homokos kavicsréteg feküdt, amelyben a talaj-víz nagy sebességgel áramolhatott. Ugyanakkor az iszapos finom homok vastagsága csak kb. 1,5 m vastag volt. Zavart okozott, hogy a közelben szivárgók voltak. A vegyi anyagok a helyi adottságok következtében a betonpadló alatt, ezek repedésein át, a szivárgók és csatornák mentén, vagy a jó áteresztő homokos kavicsba szöktek meg.

Gazdaságossági szempontból fontos tudni, hogy a vegyi szilárdítás viszonylag drága eljárás. Hazánkban különösen kedvezőtlen a helyzet a vízüveg aránytalanul magas ára miatt. Ezért elsősorban ott jön a talaj-

szilárdítás alkalmazása tekintetbe, ahol — mint a be-mutatott esetekben is láttuk — üzemi megtakarítások érhetők el felhasználásával. Fontos terület még az, ahol gyors beavatkozás szükséges a katasztrófális helyzet elhárítására, pl.: rossz talajviszonyok miatt erősen ron-gált épületeknél.

A műszaki és gazdaságossági feltételek helyes mérlegelése tervezői feladat. A helyes kép kialakításá-hoz talajszilárdítási kísérletek szükségesek, ezek elvé-g-zése viszont éppen úgy hozzá kell, hogy tartozzék az előtervezéshez, mint pl. a szokásos talajmechanikai feltárások.

Meg kell itt még jegyeznünk, hogy az elvégzett munkák alapján nyert tapasztalatokkal máris komoly lépéseket tettünk előre, így az építőiparban a helyzet a műszaki megvalósítás és a gazdaságosság területén igen sokat javult. A nem rég még megvalósíthatatlannak vélt esetekben már sikerrel lehet vegyianyagos szilárdí-tásra vállalkozni.

Összefoglalás

A további feladatok abból állnak, hogy a külön-böző intézményeknél végzett kutatások, kísérletek és gyakorlati kivitelezések tapasztalatait felhasználva, a vegyi talajszilárdítás klasszikus eljárásainak alkalma-zását szorgalmazzuk mindazon építkezéseknél és rekon-strukcióknál, ahol e módszerek valamelyikével a feladat gazdaságosan megoldható. Ehhez azonban szükséges, hogy az építőipar a vegyiszilárdításokhoz szükséges berendezésekkel és speciális képzettségű munkás-gárdával bíró vállalattal rendelkezzen. Az első lépés meg-történt, az 1. sz. Mélyépítő V. vonalán, amely a fenti két munkát is kivitelezte.

A klasszikus eljárások alkalmazásának szorgalma-zásán felül azonban állandóan figyelemmel kell kísérni a külföldi és hazai kutatások újabb eredményeit is, és az illetékes intézményeknek hazánkban intenzívebben kell foglalkozniuk a talajszilárdítás fejlettebb formáinak kikísérletezésével. Gondolunk itt elsősorban azokra az eljárásokra, amelyek gazdaságosabban érik el ugyan azt, vagy még jobb eredményt, mint a régiéik.

Ilyenek pl. a Rodió-eljárás, amely a vízüveg mel-lett második folyadéknak az olcsó mésztejet használja, az Aszkalanov-eljárás, amelynek csak vízüveget saj-tolunk be a talajba, és az abban lévő mész idezi elő a kívánt reakciót (löss szilárdítások).

Hazai viszonylatban nagy figyelmet kell szentelni a Szepesi—Keszey—Cziglina-féle eljárásnak, amely a vízüveggel átitatott talajon széndioxid gázt áramoltat keresztül. Ezzel a módszerrel folytatott kísérletek igen biztató eredményt szolgáltattak.

Végül, de nem utolsó sorban részletesen tovább kell tanulmányozni az elektromos áram hatásán alapuló szilárdítási eljárásokat, mint pl. a cebertálást, amelynek segítségével olyan finom szemcséjű talajfajták is telí-thetők a megfelelő vegyianyagokkal, amelyekbe külön-ben ozmotikus hatás nélkül az oldatokat csak nagy nyomással, vagy egyáltalán nem lehetne besajtolni.

Ide tartoznak még azok az eljárások is, amelyek már szigorúan véve nem nevezhetők vegyi eljárásoknak, tekintettel arra, hogy ezek az elektromosáram hatására finomszemcséjű talajokban fellépő bázis csere követke-zésében előálló szilárdulással dolgoznak.

A vegyi — és itt már hozzátehetjük, az elektro-kémiai — talajszilárdító eljárások gondos és beható laboratóriumi vizsgálatával, helyszíni kísérletekkel és bátor gyakorlati alkalmazásaival, rövidesen elérhetjük tehát azt a célt, hogy nem merülhet fel olyan e téma körbe vágó műszaki probléma, amely ezen eljárások valamelyikével ne volna műszakilag tökéletesen és gaz-daságosan megoldható.

Korszerű zsilipszerkezetek

HIDVÉGHY LÁSZLÓ és RÁCZ KÁROLY

ETO 627.5 + 627.83

A zsilipek fogalma, rendeltetése és kielégítendő követelményei

Zsilipeknek nevezzük azokat a vízzáró szerkezeteket, melyek egy gáttal határolt víztérből vagy egy természetes vízfolyásból való vízkivétel mennyiségét szabályozzák és a hordalék, a jég, az uszadék és az árvíztömeg lebocsátást biztosítják.

A kielégítendő főbb követelmények az alábbiak:

1. A szükséges mértékű *vízzárás* megoldása megfelelő *tömítések* alkalmazásával. A vízzárás mértékét a vízgazdálkodási és gazdaságossági szempontok együttes mérlegelésével kell megállapítani. Amennyiben nagyobb vízveszteségek is megengedhetők, úgy a kevésbé tökéletes tömítésű és éppen ezért olcsóbb szerkezetek is alkalmazhatók; ellenkező esetben a jobban tömített és költségesebb szerkezetet kell beépíteni.

2. Adott nyílás mellett a lehető legnagyobb *vízmennyiséget* kell át bocsátani.

3. *Teljes üzembiztonság és gyors működés* minden időben, tehát télvíz idején is. Ezért az összes emelő és meghajtó szerkezeteket nagy biztonsággal és a fagy hatásával is számolva kell méretezni és szerkeszteni.

A zsilipek szerkezeti alakjai

Szerkezeti kiképzésük és alakjuk szerint vannak *stb.*, *hengeres*, szektoros, szegmens és billenőlapos gördülő zsilipek, illetve ezek különféle kombinációi. A zsilipek mozgatása *kézi* vagy *gépi* meghajtással oldható meg.

A gépi meghajtás — rendszerint villanymotorral — általában nagy zsilipeknél fordul elő, továbbá különleges rendeltetésű erőtelepi zsilipeknél és hajózsilipeknél. Kisebb zsilipeknél a *kézi* meghajtás a szokásos és kielégítő megoldás.

Hazai létesítményeink részére szükséges zsilipek túlnyomóan a *kis- és középzsilipek* közé tartoznak, ha a kis és középzsilipek fesztávát 1—9 m-ben, a víznyomás nagyságát pedig 1—5 m vízoszlop nyomásában állapítjuk meg. Ezen felüli méretekben épülő, nagyméretűnek mondható zsilipünk (duzzasztó- vagy hajózsilip) csak néhány van. Ezek közül az utóbbi években épült meg a *tiszalöki* duzzasztó három nyílással, egyenkint 36 m fesztávú duzzasztó zsilippel és a *tiszavasvári* hajózsilip 12 m szelvény elzárásra 1 db emelő kapuval és támkapuvál.

Viszonylagosan kis vízhálózatunk miatt nagyméretű zsilipek tervezésére nem gyakran van alkalom, mégis a *tiszai*, a *Sajó-menti* vízlépcsőknél, valamint a *visegrádi* elzárásnál 9 db nagyméretű duzzasztózsilip tervezése várható, egyenkint 30 m szélességgel.

Zsiliptervezésünk főképpen a *közép és kis-méretű* zsilipeknél indult erőteljes fejlődésnek. Ezen tanulmány keretében csak a kis és közép zsilipekkel foglalkozunk, mert az öntözési és bel-

vízrendezési tervekkel kapcsolatban a legtöbb igény ezekre a szerkezetekre esik.

A vízi vasszerkezetek és zsilipek számításánál és méretezésénél szem előtt kell tartani, hogy ellentétben a magas- és hídépítéssel, a víznyomásból származó terhelés állandó jellegű. A zsilipeknél azonban nagyobb *dinamikai* igénybevételek is fellépnek, hordalék és homok okozta elhasználódások nagyobbak, másrészt a jégtől, esetleges hajólökésektől származó igénybevételek is számottevőbbek.

Régebbi, századeleji zsilipeinket általában a túlméretezés, túlzott anyagfelhasználás jellemzi.

Amennyiben a várható igénybevételeket a valóságnak megfelelően jól megközelítjük és a számbavehető valamennyi igénybevételt megállapítjuk, úgy magasabb feszültségeket engedhetünk meg. Ellenkező esetben, ha csak egyes igénybevételeket veszünk számításba, vagy csak közelítő számítások állnak rendelkezésre, a megengedett feszültségek is alacsonyabbak.

A zsilipekre ható erőket három csoportba oszthatjuk:

1. Főerők
2. Mellékerők
3. Különleges erők.

1. *A főerők*: önsúly, üzemi magasságú felvízi nyomás, alvízi nyomás, alvízi szívás, átbukás vízterhelése, hullámból származó nyomás, forgalmi terhelések, tömítések, futóberendezések stb. súrlódási ellenállása, hőhatások.

2. *Mellékerők*: felvízi túlduzzasztás, hullámvérés, rendkívül alacsony alvíz, duzzasztó és súlylyesztó igénybevétel, szélnyomás.

3. *Különleges erők*: jégnyomás, tömítések és görgők eljegesedése, esetleg hajólökés.

A méretezés alapjául szolgáló előírások, illetve MNOSz szabványok még eddig nem állnak rendelkezésre; az ilyen irányú német DIN szabvány is csak ideiglenes jellegű.

Tervezéseinknél az alábbi megengedett feszültségekkel szoktunk számolni.

Csak a főerők figyelembevétele esetén

A 37 szilárdságú anyagnál	$\sigma_{\text{meg}} = 1200 \text{ kg/cm}^2$
A 52 szilárdságú anyagnál	$\sigma_{\text{meg}} = 1800 \text{ kg/cm}^2$

Fő- és mellékerők számbavevétele esetén

A 37 szilárdságú anyagnál	$\sigma_{\text{meg}} = 1400 \text{ kg/cm}^2$
A 52 szilárdságú anyagnál	$\sigma_{\text{meg}} = 2100 \text{ kg/cm}^2$

Fő- és különleges erők figyelembevétele esetén

A 37 szilárdságú anyagnál	$\sigma_{\text{meg}} = 1600 \text{ kg/cm}^2$
A 52 szilárdságú anyagnál	$\sigma_{\text{meg}} = 2400 \text{ kg/cm}^2$

A zsilipek mozgatásánál számításba vett súrlódási tényezők ma már helyesebben közelítik meg a tényleges értékeket mint régebben. Még a század elején egy lemeztáblának I tartóban mozgó

súrlódási tényezőjét 0,5-re vették fel a tervezők, ez ma már csak 0,15, illetve 0,2—0,3, ha a hengerelt tartón a csúszó felület egyenetlenségeit is számításba vesszük. A súrlódási tényezőnek az említett magas értékben való felvétele a felhúzó berendezés súlyának lényeges és indokolatlan növekedését jelentette.

Korszerű anyagok és szerkezetek

Még a század elején is gyakran előfordult egészen nagyméretű zsilipeknek faszerkezetekből való kiképzése, melynek tartóssága alatta maradt a vasszerkezetű zsilipeknek.

Régebbi zsilipeknél a fa mellett általában csak öntöttvasat használtak és még a védőkorlátok is ebből készültek. A hegesztés fejlődése, a zsiliptervezésnek is segítségére sietett és gazdaságosabb szerkezeteket eredményezett. Újabban kis és közepézsilipszerkezeteink túlnyomórésze hegesztett kivitelben készül. Azonban a nagyobb darabszámú, vagy tipizálásra alkalmasnak minősíthető kisméretű zsilipeknél a szürke öntvény és az acél öntvény is előfordul.

Hazánkban még a 20-as években is alig alkalmaztak zsilipeknél tömítésül gumit, ehelyett inkább bőrtömítéseket építettek be. Ma már a gumi általánosan használt tömítőanyag, legkorszerűbb formája a tömörgumi, vagy a gumizsinór. (1. ábra.)

A régi tölgyfa küszöbgerendák mellett is, mint finomabb tömítés, egyre gyakrabban előfordul már a gumitömítés kiegészítő tömítőanyagként. A tömítőfelület egyenetlenségeit a gumi tökéletesen kitölti. (2. ábra.)

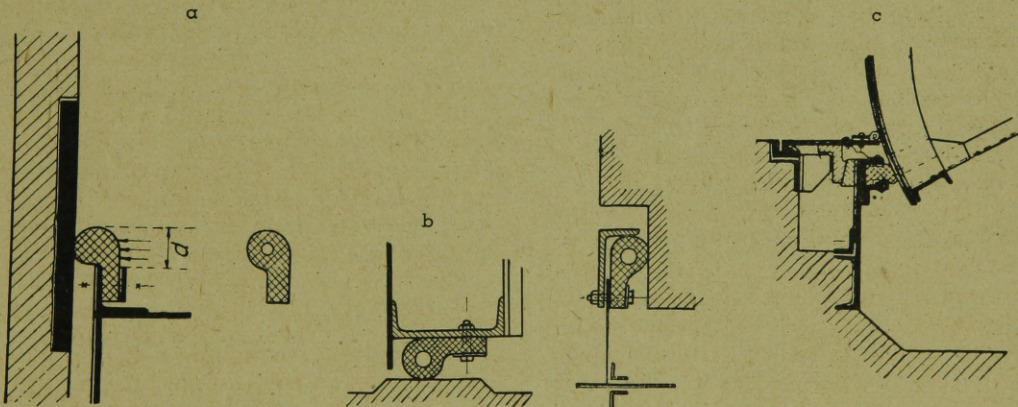
A zsilipek *hidrodinamikus kiképzése*, a szívóhatások, rezgések figyelembevétele a legújabb fejlődési eredmények hatásaként érvényesül a tervezéseknél. A táblák kiképzése csak akkor lesz

megfelelő, ha az elméleti megoldást tudományos kísérletek támasztják alá. A zsilipépítés számos kérdése, amelyet jelenleg még matematikailag nem tudunk megoldani, modellkísérletekkel tisztázható.

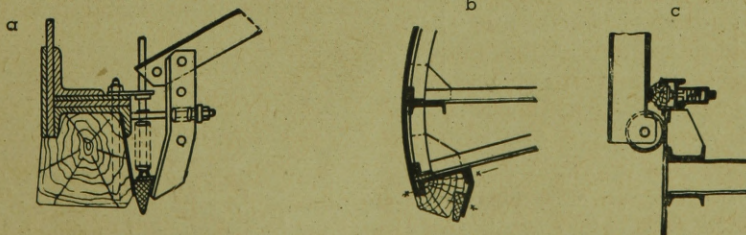
A zsilipek alsó, vagy akár felső éleinek hidrodinamikai szempontból helyes kiképzése nagymértékben befolyásolja a gépi mozgató berendezések nagyságát és költségét. Az átbukó éleknek áramvonalas kiképzése — különösen nagyobb víznyomásoknál — lényegesen befolyásolja a felhúzóerő nagyságát. Szembeállítva egy helyes és egy helytelen kiképzésű alsó éllel ellátott $3,5 \times 3,5$ m méretű zsilip felhúzó erőszükségletét a 3. ábrán feltüntetett diagrammot kapjuk. A tábla önsúlya, valamint a súrlódásból származó felhúzó erő mindkét zsilipnél azonos. Az alsó átbukó él alakja okozta felhúzóerő azonban lényeges különbséget mutat. A helyesen kiképzett táblához 54 t, míg a helytelen kiképzésű táblához 220 t felhúzóerő szükséges. A helytelen kiképzésű átbukó él alkalmazása vízleválásokat, kavitációt és szívást okoz, mivel a tábla alatt a nagy nyomás alatt igen nagy sebességgel átrohanó vízszög nem követi az áramvonalatól eltérő bukóélt, hanem arról leválik. Ezáltal nemcsak megszűnik a víz felhajtóereje, de szívóhatás lép fel és nagymértékben megnövekedik a felhúzóerő nagysága; ennek következtében a felhúzóberendezés is nagyobb és drágább lenne.

Csavaros mozgatású zsilipek

A csavaros mozgatás csak ideiglenes elzárásoknál és csak egészen kisméretű zsilipeknél fordul elő. Alkalmazásának akadálya az, hogy a csavarmentet gondosabb karbantartást, állandó kenést igényel, mert különben a szabadon levő orsó berozsdásodik, mozgatása lehetetlenné válik. Orsós



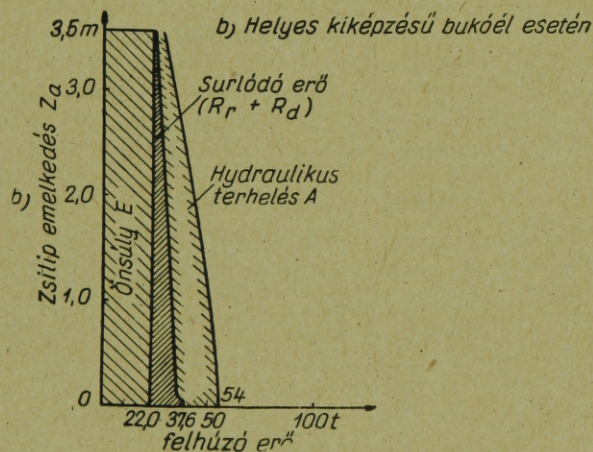
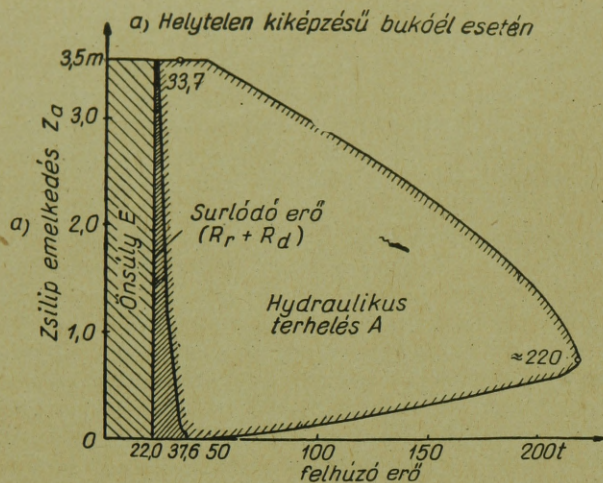
1. ábra. Gumi tömítések. a) Tömör és légkamrás oldaltömítés. b) Táblás zsilip fenék- és oldaltömítése védett gumitömítéssel. c) Küszöbtömítés szegmens zsilipnél.



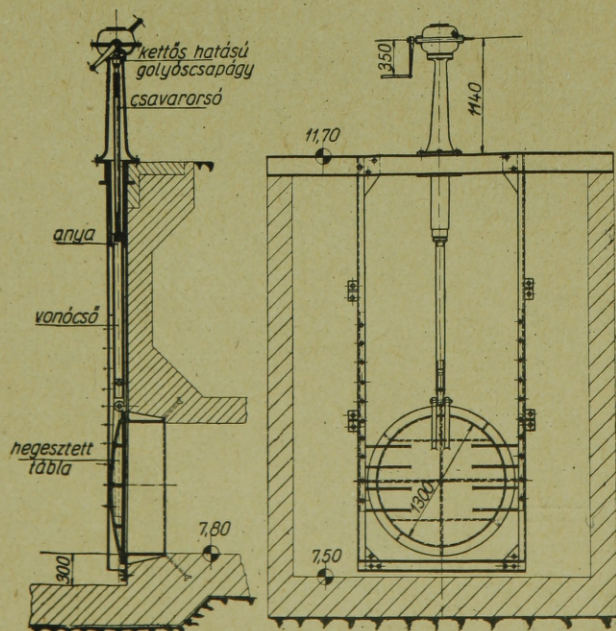
2. ábra. Vegyes tömítések, fa és gumi együttes alkalmazásával. a) Fenéktömítés állítható gumi betéttel. b) Vegyes küszöbtömítés. c) Rúgós feszítésű oldaltömítés.

mozgatás csak védett hüvelyben, bőséges, tárolt kenés mellett lehetséges. (4. ábra.)

Az 1300 mm belvilágú csőátereszt nem a szokásos öntöttvas kivitelben terveztük meg, hanem teljesen hegesztett szerkezetben, az alábbi előnyökkel.



3. ábra. A felhúzó erő ábrái.



A csavarorsó zsírral megtöltött, zárt vonócsőben halad, állandóan zárt, védett térben van

4. ábra. 1300 mm ϕ hegesztett kivitelű csőzsilip.

1. olcsóbb, mert szükségtelen a költséges faminta,

2. rövidebb szállítási határidő,

3. könnyű szerkezet, ezáltal a mozgatószerveket is könnyebbé és ezzel olcsóbbá válik,

4. kisebb vasszerkezeti-, v. gépműhely is tudja gyártani.

Az emelő szerkezetet azonban úgy terveztük meg, hogy a szerkezetet zsírral megtöltve, teljesen tokozott kivitelűnek képeztük ki, így kiküszöböltük a csavarorsós megoldás azon hibáját, mely szerint az orsó és anyja is teljesen nyitott és az időjárás viszontagságainak állandóan ki van téve. E szerkezetnél ugyanis a csavarorsó csak forgó mozgást és nem forgóhaladó mozgást végez, miközben a vonócső végén elhelyezett anyja végzi az emelkedő és süllyedő mozgást a zsiliptáblával együtt. A csavarorsó viszont a zárt vonócsőben halad és így állandóan védett térben van.

A mechanikai hatásfok növelésére, a vonócsavarorsó tengelyirányú erőinek felvételére kettős hatású, tárcsás golyóscsapágyakat építettünk be.

Pillangó zsilipek

A zsiliptervezések során kevésbé jó záró, egyszerűbb fojtózsilipek is szerepelnek. Ilyenek a különféle vezérelt, vagy automatizált pillangózsilipek. A pillangó zsilipek egyszerű kivitelűknél fogva elég megbízhatóaknak mondhatók, bár a sok csuklós csatlakozás befolyásolhatja a mozgás simaságát, és gondosabb kezelést kíván (5. ábra).

A zsilip 1000 $\times$ 1400 mm szelvényt zár el és három rácselemből áll, melyeket egymás között és az oldalfalon gumibetéttel tömítenek. A mozgást csavar végzi; a csavar helyben forog, míg az anyja a rácselemet összekötő rúdazattal együtt mozog. A kézikerek a csavar végéről leemelhető és elvihető, hogy illetéktelenek ne mozgathassák.

Fogasléces mozgató zsilipek

A múltszázadbeli és századelejei zsilipeknél is majdnem kizárólag csak a fogaslécés megoldások voltak elterjedve. Ezek a megoldások ma már legtöbbször túlhaladtak, kevésbé esztétikusak, a láncos mozgatóssal szemben kisebb leztorító erő kifejtésére alkalmasak, előállításuk költségesebb.

Korszerű megoldású fogasléccel mozgatható zsilipet tüntet fel a 6. ábra. A 4500 $\times$ 2200 mm méretű zsiliptábla hegesztett vasszerkezetű, görgős megtámasztás veszi fel a 2–3 m vízoszlopából származó nyomást. Oldalirányú vezető görgőkkel is el van látva. A fogasléc a tábla síkjában fekszenek és megfogási pontjuk a tábla alsó keresztgerendájának két végén van elhelyezve.

A fogaslécet mozgó fogaskerekeket a két partfal felső síkjára szerelt és egymással kényszerkapcsolatban lévő (átmenő tengely) egyfokozatú csigás hajtóművek forgatják. A kézi hajtás bármely oldalról történhet egy fogaskerékpár közbeiktatásával. A reteszelő kilincsmű is itt van elhelyezve és közvetlen a csigahajtás csigatengelyére hat. A tábla mozgatása után a kilincsmű lakattal lezárható.

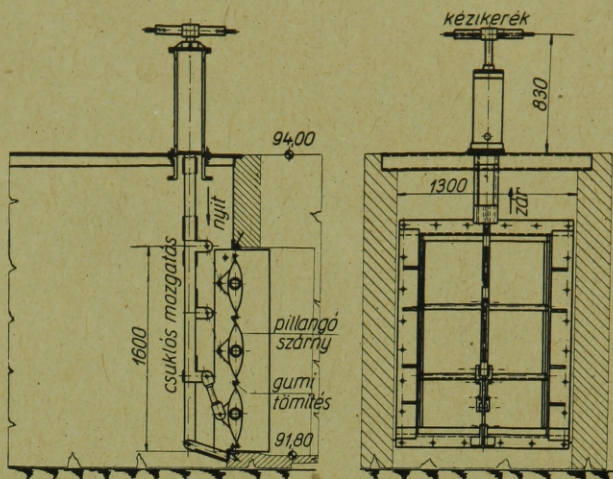
A zsilipmozgató szerkezet fent vázolt elrendezésével elérjük, hogy a tábla emeléskor a felépő reakció erőket közvetlenül a partfalak veszik fel, miáltal szükségtelenné válik az áteresz felett nehéz vasszerkezetű hidat építeni; ez jelentős megtakarítást jelent.

A tábla oldaltömítésére a táblával együtt mozgó szárnylemezek szolgálnak, melyeket a víznyomás, vízszint közelében pedig laprugók szorítanak a partfal oldalsíkjára szerelt csúszólemezekre. Az elrendezés előnye, hogy a tömítőfelületek könnyen karbantarthatók és a víznyomásból származó súrlódó erők csak a tömítés súrlódására, illetve a csekély gördülő súrlódásra korlátozódnak.

A fogasléc a partfalba vannak süllyesztve, így az úszó hordaléknak és jéglevonulásnak a teljes szelvényben szabad útja van, mert a fogasléc nem akadályozzák az átfolyást. Ha a fogaslécet a tábla alsó keresztgerendájára helyezzük, a tábla a kellő magasságba felemelkedik anélkül, hogy a meghajtó szerkezetet a partfal szintjénél magasabb szintre kellene helyezni. Ezzel az elrendezéssel a fogasléc nem emelkednek ki a terep síkjából, hanem a környezet képét nem zavarva a táblavezeték síkjában maradnak.

Lánchajtásos zsilipek

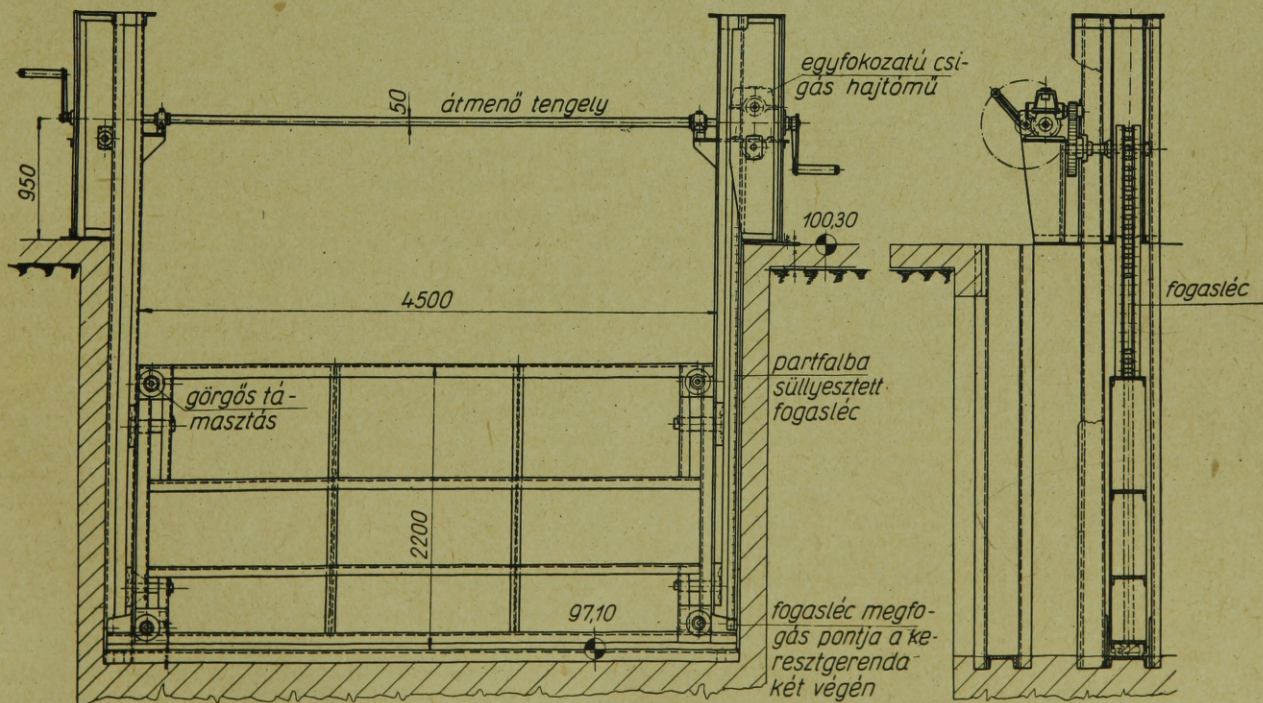
Az utóbbi években nemcsak a tervezői, hanem a megbízói vonalon is mindinkább láncmeghajtásos zsilipek felé irányult a figyelem. 1950. óta létesített kis és középzsilipek túlnyomórészt láncos meghajtásúak. Előnyük: olcsóbb kivitel, kihajlásmentesség, nagyobb terhelhetőség, illetve lezszorító erő, kisebb helyszükséglet, esztétikus kivitel.



Pillangó zsilipek orsós mozgatóval, gumi tömítéssel, kisebb igényű vízszivásra

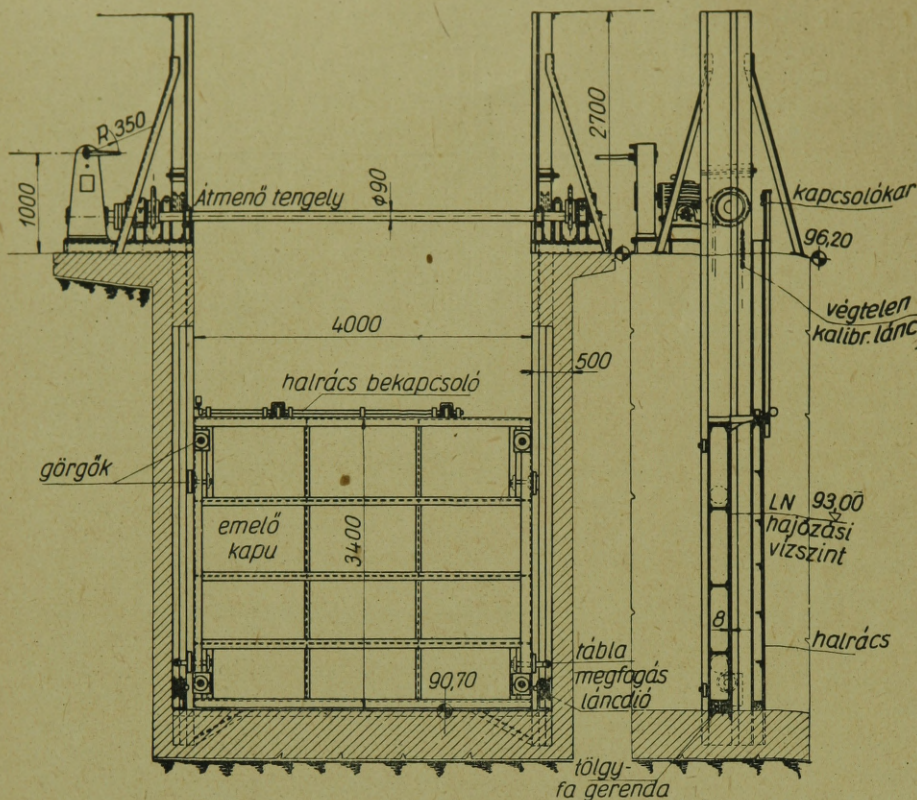
5. ábra. 1000×1300 mm méretű, kézi meghajtású, pillangó zsilip.

Ilyen lánchajtásos zsilipet mutat be a 7. ábra, amely 5,7 m³/sec víz átbocsátására alkalmas. A 4000×3400 mm méretű zsilip egyben 22×4 m. méretű hajózsilip emelőkapuja is, mely felémelt állapotban a hajózási szelvény teljes szabaddátételére alkalmas. A tábla hegesztett kivitelben hengerelt tartókból készült, egyik oldalán 8 mm lemezborítással. A súrlódás csökkentésére görgőkre támaszkodva mozog, a jó víz-zárást rugalmas lemezekre szerelt gumilemezzel ellátott fagerenda végzi. A fenék vízzárásra karbolineummal telített tölgyfa gerenda van a tábla aljára szerelve. A tábla emelése a vezetőfülkében elhelyezett láncdiókon mozgó végtelen láncokkal, a tábla két oldalán történik. A láncok-



Partfalba helyezett fogasléc biztosítja a hordalék- és jéglevonulást, alsó megfogással a meghajtás szerkezeti magassága kisebb. Nincs átmenő híd

6. ábra. 4500×2200 mm méretű, fogasléc-meghajtású táblás zsilip.



Partfalba helyezet lánc biztosítja a szabad hajózást, alsó megfogással, a meghajtás szerkezeti magassága kicsi.
Atmenő híd nincs

7. ábra. 4000×3400 mm méretű, kis hajózszipkapu, halráccsal.

nak a vezetőfülkébe történt elhelyezésével — felhúzott tábla esetén — a hajózó csatorna teljes keresztmetszete szabaddá válik. A táblának végtelen láncra történő felfüggesztésével a tábla nemcsak húzható, de lefelé is nyomható. Meghajtásra sorozatgyártású ipari hajtóművet építettünk be; kézi mozgatás két emberrel, 35 cm karon 15 kg kerületi erővel történik. A táblát visszacsúszás ellen a láncdiók tengelyén alkalmazott kilincsmű és a hajtómű önzáró volta biztosítja.

A zszip előtt felszerelt halrács egyidejűleg mozgatható a táblával, de a kezelőhelyen elhelyezett kapcsolókarokkal függetleníthető is egymástól; ezáltal a halrács mozgatáshoz külön emelőberendezés nem szükséges. A végtelenített láncmeghajtású zszipok ma már általánosan elfogadottnak mondhatók, míg a század elején a láncot csak ellensúly felfüggesztésére használták.

A zszipokkal szemben támasztott különleges igények eredményezik a zszipszerkezetek változatoságát.

Automatizált, kézi mozgatású, különleges zszipet mutat a 8. ábra. Itt a zszip feladata a gépház vízzel való elárasztásának megakadályozása abban az esetben, ha a rekuperációs turbina szivattyúk üzeme áramhiány miatt leáll. Ekkor egy mágnesfék automatikusan kioldja az önzáró hajtóművet, az eddig felső állásban rögzített zszip-tábla a víz egyoldali nyomása által fékezve zár. Az ütközés csökkentésére a tábla alsó élén gumi ütközők vannak felszerelve. Alsó helyzetéből a tábla a hajtóműnek egy körmös kapcsoló által

való bekapcsolása után ismét nyitható, majd a féket bekapcsolva a körmös kapcsolót nyitva, újra automatikus üzemre kész állapotba hozható.

A tábla 1800×2140 mm méretű és hegesztett kivitelben készült. Mozgatása falba süllyesztett végtelen láncsal történik. A tábla görgőkön mozog és ékekre felfutva a beszorítást ezek végzik. Így a zszip mindkét irányból jövő víznyomással szemben vízzáró. Felszakításához két ember szükséges.

Csúszósúrlódás és a felhúzóerő csökkentése

Régebbi hazai közép- és kis zszipaik túlnyomórészt táblás kivitelűek és mozgatusuk csúszósúrlódás ellenében történik. Ez azt jelenti, hogy a felhúzóerő és ezzel az emelőszerkezet is nagyméretű. Az újabb tervezés arra törekszik, hogy a nagyobb felhúzóerőt igénylő csúszósúrlódást kiküszöbölje, s úgy oldja meg

a táblák tömítését, hogy a csúszósúrlódás helyett gördülősúrlódással legyen a tábla mozgatható. E célból készülnek az ékes zárású zszipok, melyek lehetővé teszik, hogy a táblák gördülve mozogjanak és az emelés útjának csak egy rövid szakaszán léphessen fel csúszósúrlódás.

A felhúzószerkezet nagyságát lényegesen csökkenthetjük, ha a zszipet egész pályáján gördülni hagyjuk, amikor pedig a tábla a zárandó szelvényre fedésbe kerül, egy ék mozgatásával a táblát a tömítőfelületre szorítjuk, miáltal zárni kényszerítjük.

Ilyen megoldás mellett a lényegesen nagyobb felhúzóerőt igénylő csúszósúrlódást teljesen kiküszöböljük, s helyébe a lényegesen kisebb felhúzóerőt igénylő gördülősúrlódás lép.

Ezzel a kivitellel a felhúzószerkezet mérete, súlya csökken és így olcsóbb lesz.

Az ezen kategóriába tartozó és a csúszósúrlódást megszüntető leemelő szerkezetek közül a legfejlettebbnek tekinthetjük az excentrikus tábla-leemelő mechanizmussal ellátott táblás zszipet. (9. ábra.)

A 2000×1800 mm szelvény zárására szolgáló zszip 8 m magas egyoldali vízoszlop, de bármelyik oldalról jövő nyomás ellenében is zárást biztosít. A tábla görgőkön mozog s víznyomás ellenében excentrikus szorítómű szorítja a tömítő felületre, melyet a tábla lebocsátott állásában működtetünk a kezelőhidról. A lezárást a tábla két oldalán egyidejűleg, vagy egymás után végezzük attól függően, hogy egy vagy két ember áll rendelkezésre.

Ezzel az elrendezéssel a felhúzóerő kb. 1/3-ra csökken, ami kisebb és könnyebb, tehát olcsóbb hajtószerkezet alkalmazását teszi lehetővé.

Szegmens zsilipek

Az előző fejezetben elmondtak alapján épül fel a különleges csapon forduló szegmens zsilip, mely 60—80 m vízoszlop nyomásnál is tökéletes zárást biztosít. Úgy a felfújható, mint a tömör gumiszigeteléseket bandázsírozással védeni kell a zsilip emelése közben keletkezett nyíláson áttörő víz sodrától. A zsilipek közül egyik legszerencsésebb megoldásnak a szegmens-zsilipet kell tekintenünk, mert ennél a felhúzóerő a legkisebb, a tömítés pedig jól és megbízhatóan oldható meg. (10. ábra.)

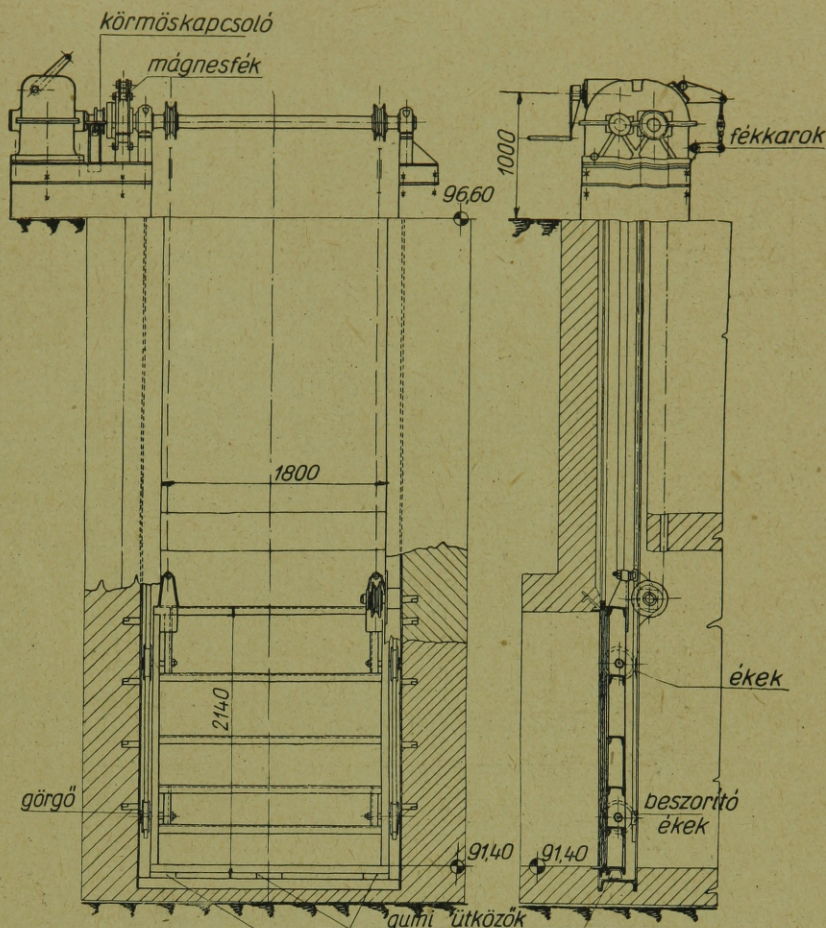
Nagy előnye, hogy a táblára ható víznyomásból származó erőt — mely mindig sugárirányú — a szegmens csapja veszi fel. Itt kis karon igen kis erőhatásból (gördülő, illetve csapsúrlódásból) származó nyomatókat kell a felhúzóerőnek viszonylag nagy karon legyőzni. A zsilip 3000×4500 mm szelvény elzárását végzi. A zárólemez a halhas alakú főtartóval összehegesztve, függőleges bordákkal ellátva, hajlítást és csavarást bíró lemezszerkezetet alkot. Ez a külső erőket keretszerűen kapcsolt lábak közvetítésével a forgócsappá alakított saruknak adja át. A vízzárást a küszöbnél és az oldalfalaknál bronzlécek, a tábla felső élénél gumiszalag biztosítja. Meghajtása kézi és motorikus. A szegmens táblát a befalazó kerettel, forgócsappal egybeszerelve mutatja a 11. ábra.

Többrészes zsilipek

A függőlegesen osztott, több egységből álló zsilipek általában kevésbé gazdaságosak, mint az ugyanazon szelvény elzárására szolgáló egy zsiliptábla. A táblák osztása növeli a meghajtó berendezések számát, válaszpillérekre van szükség, továbbá megnő az egész beton alépítmény költsége is.

Olyan helyen azonban, ahol a szelvény egy bizonyos hányadánál kell egyidejűleg biztosítani a szabad átfolyási keresztmetszetet, az elzárandó szelvénybe több, osztott zsilipet építünk be. Ezek függetlenített, vagy átkapcsolható meghajtószerkezettel mozgathatók. (12. ábra.)

Két vagy több zsilipnek egy ugyanazon mechanizmussal való mozgatását a gazdaságosságon kívül az is indokoltá teszi, hogy két táblának egyidejű mozgatása legtöbb esetben nem elen-



Automatizált zsilip (szivattyú üzemben) vízvisszaáramlás megakadályozására mágnesfékes oldás, gyors zárás!

8. ábra. 1800×2140 mm méretű, láncmeghajtású zsilip, önműködő zárószerkezettel.

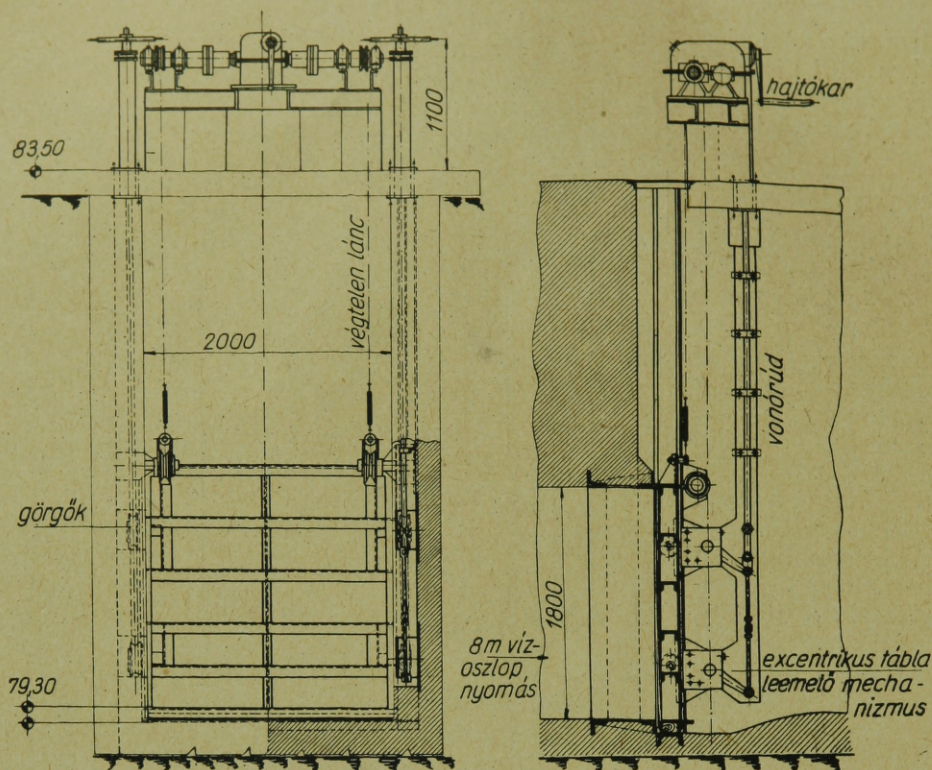
gedhetetlen feltétel, majdnem mindig megengedett a zsiliptáblák egymásutáni nyitása. A 12. ábra szerinti zsilip egyszer 5 m széles és kétszer $3,6 \text{ m} = 7,20 \text{ m}$ széles mederszelvényt zár el. A középső tábla kétszer átvettett láncmeghajtású, míg a szélső táblák ellensúlyal ellátott billenő rendszerűek. Céljuk az, hogy árhullám átvonulása esetén a meder $13,4 \text{ m}$ szélességében a szabad átfolyási keresztmetszetet viszonylag gyorsan szabaddá tegyék.

Abban az esetben is lehetséges két függetlenített zsilipnek egy mechanizmussal való mozgatása, ha a zsilipek tengelye nem párhuzamos, hanem tetszőleges szög alatt záródik. Ez az eset lehetőséget nyújt kardáncuklós meghajtás alkalmazására. (13. ábra.)

A két tábla azonos, 1800×1600 mm méretű és mozgatása a kezelőhid közepéről egyidejűleg is, külön-külön is végezhető. Az átkapcsolás körmoskapcsolóval történik és visszacsúszás ellen kilincs műbiztosít.

Redőnyzsilipek

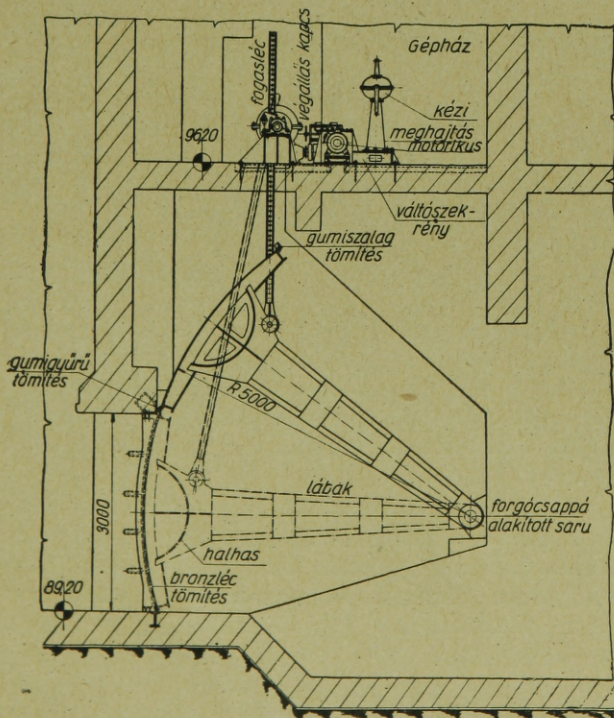
Hőerőművek hűtővízrendszerében gyakori a gerendazárak és a betétgerendák használata. Ezek rendszerint hengerelt szelvényű, I. vagy U tartót



Excenterrel leemelhető táblánál a felhúzó erő $\frac{1}{3}$ -ra csökken és a gépi mozgatószerkezet olcsóbb lesz

9. ábra. 2000×1800 mm méretű, táblás zsilip, belső és külső víznyomás esetén is vízzáró excenteres leszorító szerkezettel.

két oldalon fogó fagerendatömítések, melyek karbolineummal kétszer telített tölgyfából készülnek. A hengerelt szelvény és fagerenda közé len-



Legsikerültebb megoldást biztosít a szegmens zsilip, mivel legkisebb (a csapsurlódás miatt) a felhúzóerő szükséglet. Tömítés bronz és gumi.

10. ábra. 3000×4500 mm méretű, szegmens zsilip, kézi és motorikus meghajtással.

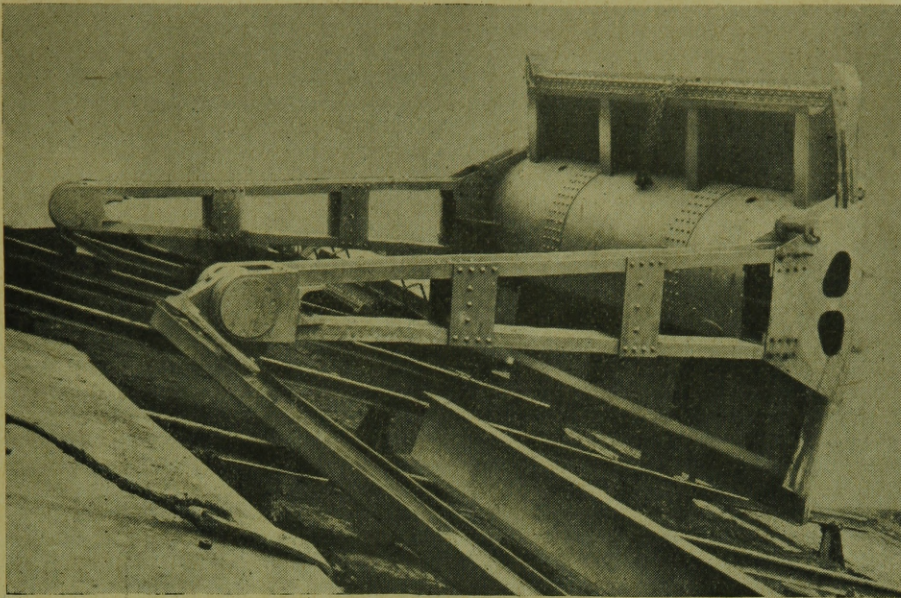
olajos miniumba áztatott jutavászonszíkot kell helyezni, hogy tökéletes vízzárást érjünk el. A gerendák egymás között simára összedolgozandók. Ilyen betétgerendákból összerakott zsilipnek kell tekinteni az ún. *redőnyzsilipeket* is. (14. ábra.)

Ezek a redőnyzsilipek szükséges számú elemből álló redőnytáblák, melyek mindig az éppen szükséges elzárási helyen kerülnek felhasználásra. A redőnytagok teljesen azonos méretűek és alakúak, összekötésük tagonként 2 db koronás anyával és M20×220 csavarokkal történik. A redőnyelemek 100 mm-re távolodhatnak el. A redőnytáblák ki és beemelése a betonban kiképzett hornyokba darukocsival történik.

Az egyes elemekből készült betétgerendák vízalatti kiemelése és elhelyezése önműködő kapcsolású kiemelő keret segítségével történik, melyek átkapcsolószerkezettel, vagy kiemelésre, vagy lebecsátásra állíthatók be. (15. ábra.)

Gazdaságosság

A zsilipszerkezetek gazdaságos tervezése igen fontos szempont akkor, amikor népgazdaságunk egyre nagyobb figyelmet fordít termelő területeinknek mind nagyobb mértékű öntöző vízzel való ellátására, vízenergiánk kihasználására és belvíz területeinknek minél hatékonyabb ármentesítésére. Ez hozza magával a zárószerkezetek, a zsilipek mind nagyobb számú alkalmazását. A növekvő feladatok teljesítésénél elérhető megtakarítások ezért igen lényegesek.



11. ábra. Szegmens zsilip vasszerkezete szállítás előtt (fénykép).

A régebben alkalmazott és gyakran túlméretezett szerkezetek helyett a követelményeknek megfelelő, de még kellő biztonsággal méretezett szerkezeteket kell építenünk. Ilyen takarékoságot jelentenek a régebbi kivitelű szerkezetekkel szemben az öntöttvas kivitelű zsiliptáblák helyett a hegesztett kivitelű kisebb zsiliptáblák, fogaszegmensek stb. alkalmazása.

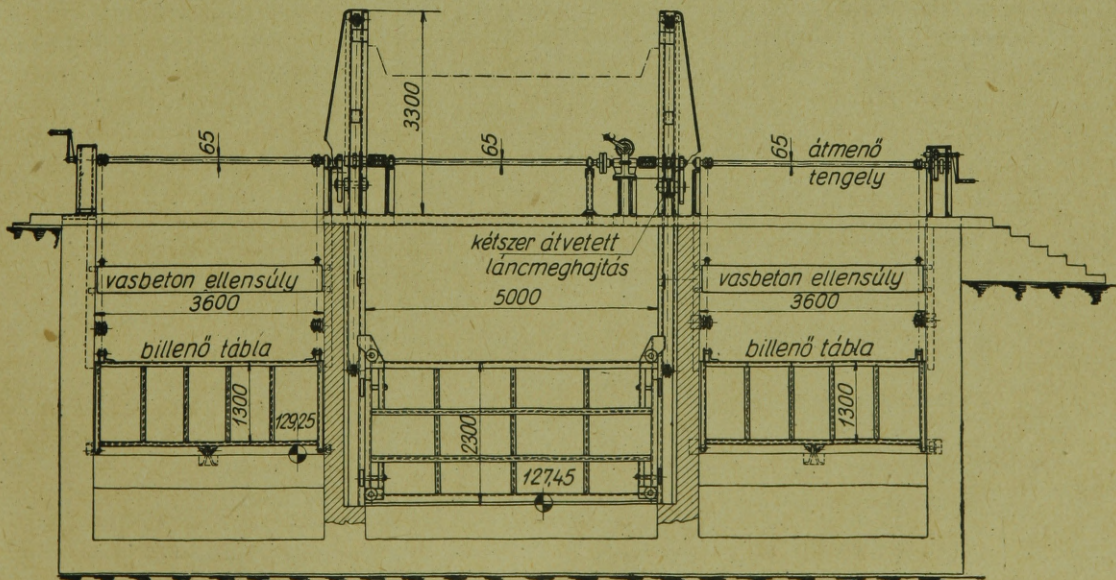
A zsilipszerkezetek közvetlen takarékos méretezése mellett közvetve az alépítmények kubatúrájában jelentkező megtakarítást is elérhetünk. Így pl. tiltó kézi meghajtó berendezésnek a régebben alkalmazott horizontális kiterjedésű elrendezése helyett vertikális elrendezést adhatunk. (16. ábra.) A vertikális elrendezéssel az alapterület-

szükséglet kevesebb lesz és a betonépítmény költsége is csökken.

A különböző zárószervezetek gépészeti berendezése nem egyformán gazdaságos. A szegmens zsilipet pl. összehasonlítva egy táblás zsilippel azt látjuk, hogy ugyanazon víznyomásra méretezett 15 m^2 zárófelületű szegmenszilip csak akkora gépi berendezést kíván, mint egy $3,5 \text{ m}^2$ zárófelületű ugyanazon nyomásra méretezett táblás zsilip, ami kb. 4,3-szeres megtakarítást jelent a gépészeti meghajtó berendezésben.

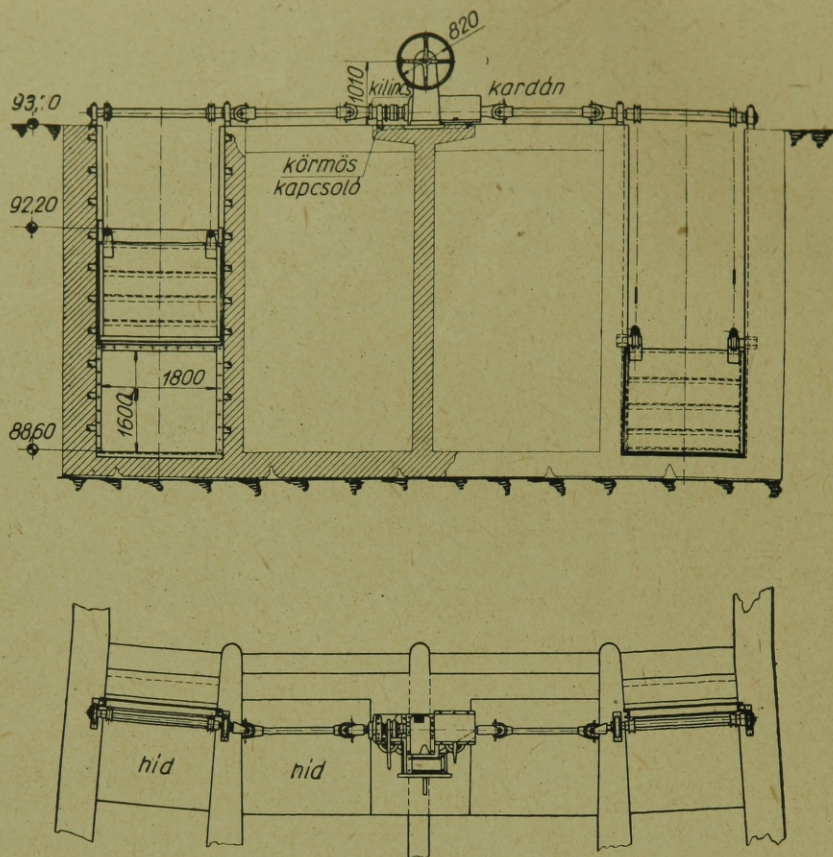
Lényeges megtakarítások érhetők el több táblás zsilipnek egy mozgatóberendezéssel való ellátásával.

Vannak olyan gazdaságos gépi berendezések



Árhullám átvonulás esetén az árvíz gyors lefolyásának biztosítása, billenő és fékezhető csúszó táblákkal

12. ábra. Három nyílású folyami zsilip: a szélső nyílásokban billenő, a középső nyílásban emelő táblával.



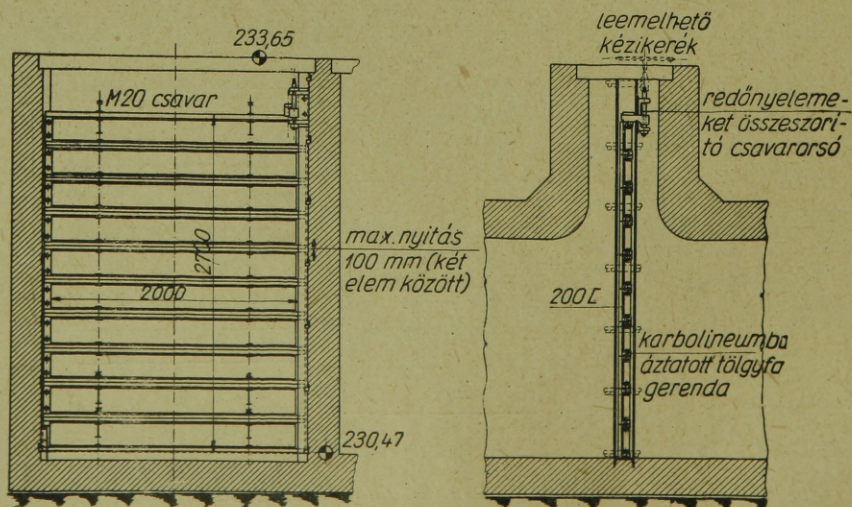
Két egymáshoz szög alatt hajló zsilipnek mozgatása egy hajtóművel kardáncsukló segítségével

13. ábra. Tört alaprajzú, táblás ikerzsilip, kézi meghajtó szerkezettel.

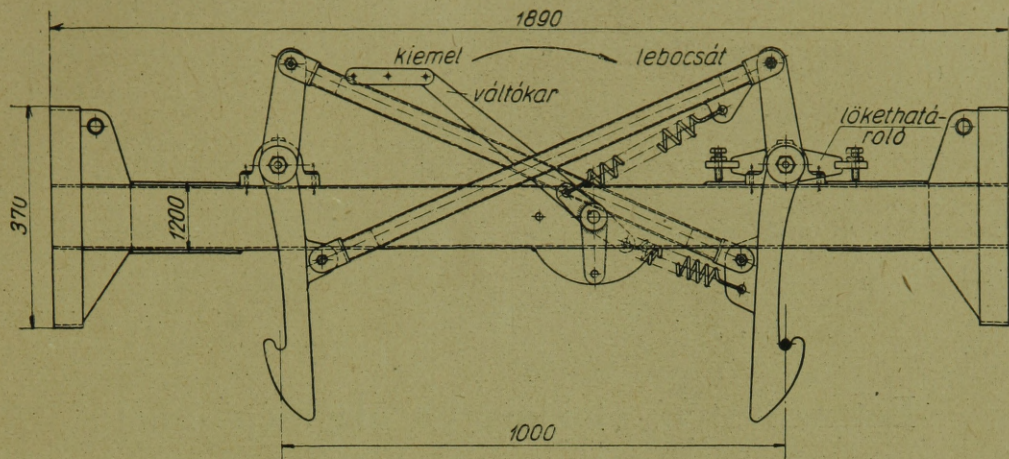
is, ahol egy transmissziós tengely kapcsolja az egyes zsiliptáblákat; indulásnál, amikor nagyobb a felszakító erő, csak egyet, később pedig kettőt esetleg többet is egyszerre.

A tipizálás gazdasági előnyei egyelőre alig mutatkoznak. A közepes méretű nyílások részére szolgáló elzárószervezetek úgy előírás mint követelmények szempontjából eléggé különbözők, úgyhogy azonos kivitel ritkán adódik ezért ke-

vésbé tipizálhatók. A felhúzószervezetek tipizálásának pedig egyik akadálya a hajtóművek hiányában jelentkeznek. A hajtóműveket gyártó vállalatok nagy terhelésre és alacsony fordulatszámra méretezett hajtóműtípus sorozattal még nem rendelkeznek. A felsorolt akadályok ellenére a tervezés és gépgyártás összehangolásával a tipizálást meg lehet és meg is kell oldani éppen a gazdaságosság érdekében.

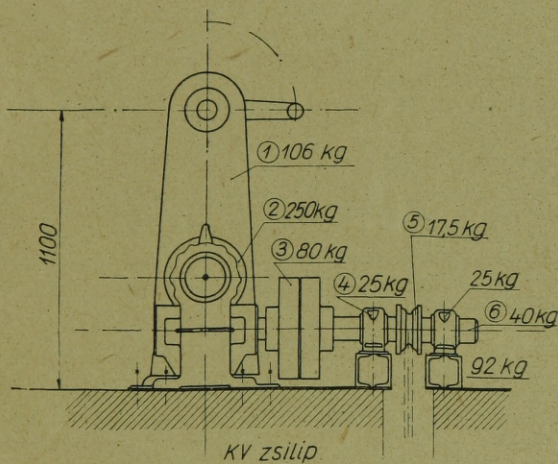


14. ábra. 2000×2700 mm méretű, elemekből összeállított redőnyzsilip.



Betétgerenda lebocsátó és vízalatti kiemelő keret, rugós feszítéssel 1800 mm fesztávra.

15. ábra. Betétgerenda lebocsátó és kiemelő keret.

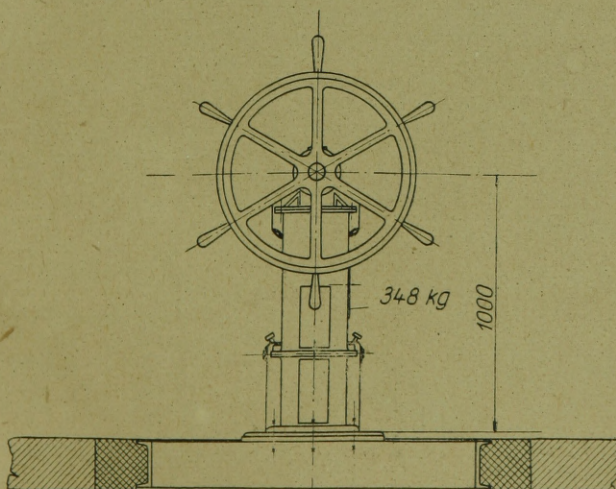


Régi megoldás

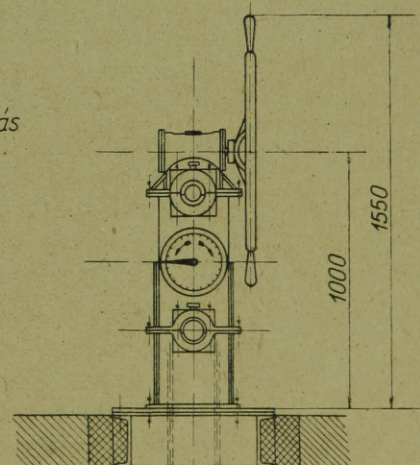
1	Állvány	106 kg
2	Hajtómű	250 "
3	Teng. kapcs	80 "
4	Csapágy	50 "
5	Láncdió	17.5 "
6	Tengely	40 "

543 kg

Új megoldás
348 kg



Megtakarítás: 195 kg.



16. ábra. Horizontális és vertikális elrendezésű meghajtószerkezet összehasonlítása.

IRODALOM

1. Wickert G.: Folgerungen aus der Hydraulik für Tiefschütze. (Der Bauingenieur, 1956. Heft 3. 101—108 S.)
2. Beger: Entwurfsgrundlagen zum Wehrbau. (Berlin, 1955.)
3. Press: Stauanlagen und Wasserkraftwerke. II. Teil. Wehre, Berlin, 1954.
4. Peilert: Die konstruktive Durchbildung von Wehranlagen mit mechanischem Antrieb. Berlin, 1955.
5. Kollbrunner: Some Swiss Hydraulic Steel Gates. Zürich, 1949.
6. Buzell: Recent trends in hydraulic gates design. Proceedings Asce, 1954. X. No. 517.
7. Kollbrunner und Wyss: Aufzugskräfte von Wehrverschlüssen. Zürich, 1949.
8. Schoklitsch: Handbuch des Wasserbaues. II. Wien, 1952.
9. Mosonyi: Vízépítési Műtárgyak. Budapest, 1952.
10. Rácz: Korszerű vízepítési zárószervezetek tervezése és üzemeltetése. Budapest, 1954. (Felsőoktatási jegyzetellátó vállalat.)
11. Kulka: Eisenwasserbau. Berlin, 1950.
12. Engels: Handbuch des Wasserbaues für das Studium und Praxis. Leipzig, 1921.

Betonszivattyú alkalmazása alagútépítésnél

ÓCSVÁR REZSŐ

ETO 624.19 + 621.65 : 624.012.3

Alagútépítéseknel a hegyből méretre kialakított üreget különféle építési anyagokkal béleljük. A *bélelés* célja egyrészt a kőzet nyomás felvétele, másrészt a kőzet további hámulásának meggátolása. A béleléssel az üregnek egyszersmind geometrikus alakot is adunk. Az előbb említett célok érdekében az alagutak bélelését — a különféle kitorési módoktól függően — vagy monolitikus beton-béleléssel vagy előregyártott beton idomkövekkel, — régebben faragott kővel — különleges esetekben öntött acélból esetleg téglából készítik.

Az alagútbélelési technológia fejlődése során új munkagépek születtek. Az újabb munkagépek egyike: a *betonszivattyú*.

A betonszivattyú előnye, hogy nagytömegű betonokat egyenletes minőség mellett képes bizonyos magasságra, illetve bizonyos távolságra szállítani — állandó óráteljesítmény mellett — anélkül, hogy a betonkeverőgépből kikerülő nedves betonkeverékhez a bedolgozás pillanatáig emberi kéz hozzányúljon. Ily módon a betonszivattyú korszerű munkagépeink közé tartozik, mert mentesíti a dolgozót a nehéz testi munka végzése alól. Alkalmazzák az építőipar ama területein, ahol nagytömegű monolitikus betonokat kell készíteni. Így például nagyméretű alapoknál, vasbetonváz épületeknél és ehhez hasonló létesítményeknél. Egészen különleges és újszerű alkalmazási helye: az *alagútépítés*. Ehhez az előfeltételek meg is vannak. Mégis ez az alagútépítési munkamódszer részben a megfelelő berendezés, de nem utolsósorban a kezdeményezés hiánya miatt hazánkban még nem volt ismert.

A következőkben egy olyan *alagútépítésről* szeretnék beszámolni, melynél a *betonszivattyút* hazánkban először alkalmazták.

A feladat

Az Építésügyi Minisztérium 10. sz. Cementipari Igazgatósága főfelügyelete alatt *Cementgyár* bővítésének során kötélpályát kellett építeni *Mártonkúti* és *Bersek* között. A kötélpálya egy 380 m Adria feletti magasságú dombot keresztez. A kötélpálya felső szintje 362,85 m, míg az alsó szintje 286,32 m Adria feletti magasságra lett tervezve. A kötélpálya nyomvonal vezetése lehetőséget adott arra, hogy magát a kötélpályát magasságvesztés nélkül mintegy 260 m-es alagúton vezessék a felső szintről az alsó szintre (lásd 1. ábrát). Az alagútban kétoldalú csille-járat részére kellett helyet biztosítani a 70 cm széles gyalogjárón kívül. Ily módon kiadódtak az alagút szelvény fő méretei is: a legnagyobb szé-

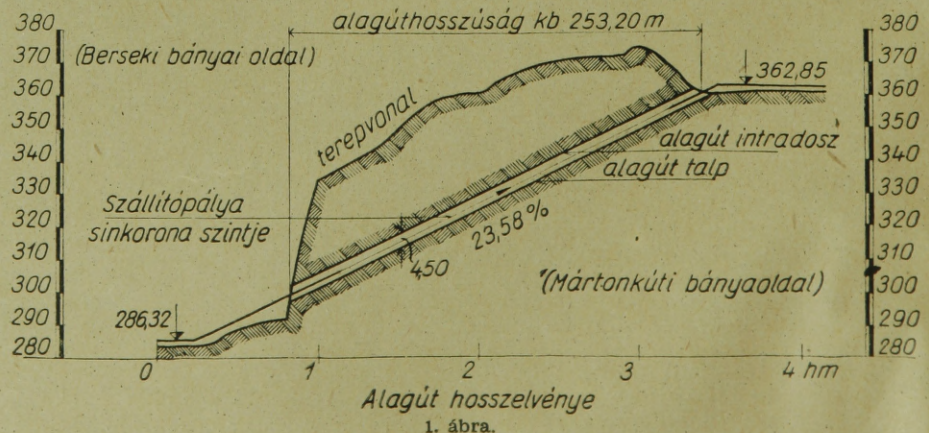
lesség 4,79 m-re, a talpban mért magasság 3,86 m-re (lásd 2. ábrát).

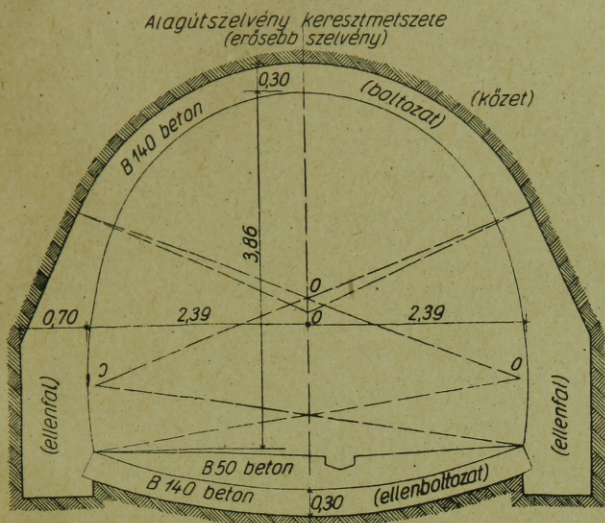
Az alagút kitorési ún. „belga” módszerrel volt megtervezve. A hegynyomástól függően a záradékban 20, illetőleg 30 cm falvastagságú bélest kapott az ürszelvény (lásd 2. ábrát). A gyengébb kőzeteknél a betonbélesek B 140 minőségű betonból, a kiegyenlítő betonok pedig B 50 jelű betonból készültek. A kitorési módszernek megfelelően először az altáró, majd a fejtáró kitorései következtek (3. ábra). A két tártót leadó aknákkal kötötték össze, majd megindult a fejtáróból a legyező-alakú jobbra-balra nyíló oldalsó kitorései. A főtét monolit betongyűrűvel támasztották alá (4. ábra). Ezeket a gyűrűket a belső mag eltávolítása után az oldalfalakkal alábetonozták. A főte és oldalfalak elkészülte után fogtak hozzá a fenékbeton elkészítéséhez.

Az alagút tervezését az Út- és Vasútervező Vállalat dolgozói készítették *Rózsa László* és *Matló Aladár* tervező mérnökök irányításával.

A kivitelezés megoldása

Az előbbi fejezetben ismertetett feladatot az Építésügyi Minisztérium 1. Nagyipari Létesítmények Igazgatóságának főfelügyelete alatt álló 1. sz. *Mélyépítő Vállalat* dolgozói a tervtől eltérően új technológiai módszerrel oldották meg. A vállalat főmérnökének: *Farkas Mihálynak*, valamint építésvezetőjének: *Agh Ernőnek* irányításával a *lábaltani építésvezetőség* dolgozói a „belga” módszerrel kitört alagutat betonszivattyú segítségével betonozták be. Erre a gondolatra a Vállalatot az készítette, hogy az aránylag nagymennyiségű betont az időjárastól függetlenül gyorsan és jól lehessen a bedolgozás helyére vinni. További kényesítő körülmény volt az is, hogy az aránylag szűk keresztmetszetben kőzetanyagot kihordani és betonanyagot behordani ugyanabban az időben nehézkes és főleg hosszadalmas feladat lett volna. A rendkívül fesztett határidő, elsősorban a kötélpálya szere-



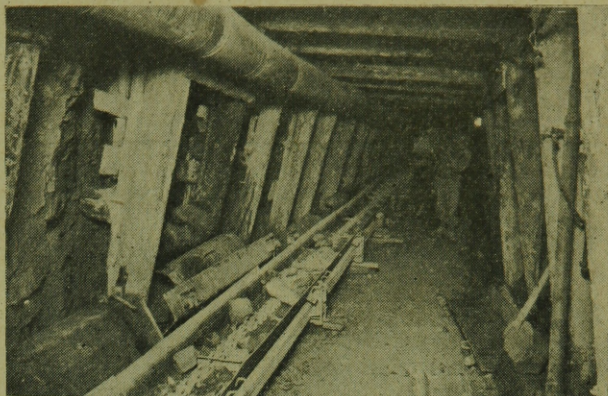


2. ábra.

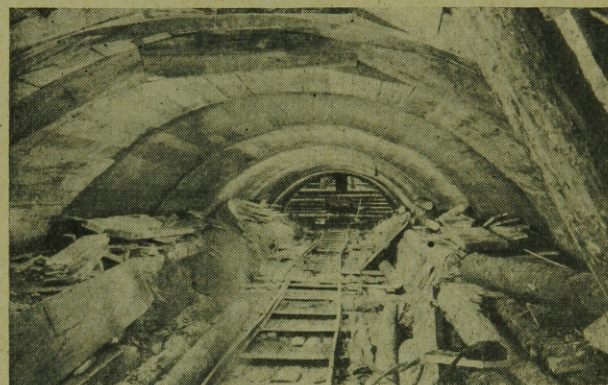
lés megkezdésére vonatkozott. Az irodalomból és gyakorlatból eddig ismert betonozási módszerek nem voltak eléggé gyorsak arra, hogy a jelen esetben alkalmazhatták volna. Ez a kezdeményezés az alagútépítésekénél igen nagy jelentőségű. Munkájukat siker koronázta, mert az alagutat sikerült határidőre úgy elkészíteni, hogy míg az alagút felső részén (Mártonkút) a szerelés határidőre megindult, ugyanakkor az alsó részén (Bersek) a kitörés és betonozási munka zavartalanul tovább mehetett.

A kivitelezés organizációja

Az alagút felső részét szállító utakkal meg lehetett közelíteni és így a betonhoz szükséges kavicsot és cementet tengelyen lehetett felvinni a 360 m magasságra (lásd 5. ábrát). A kavics a depónia helyeiről szállító szalagokon egy teljesen zárt kavicsrostáló és melegítő helyiségbe jutott. Az előmelegített kavicsanyag újabb szállítoszalagon a betonkeverő házba került, ahol az oda már előre elkészített szobahőmérsékletű cement felhasználásával egy 500 l-es űrtartalmú stabil keverőgép (Radiátor-gyártmány) megkeverte az adalék anyagokat. E gép tartalékja és kisegítője egy 275 l-es (Jäger-rendszerű) betonkeverőgép volt (6. ábra). A keverőgépház az alagút kapuzata mögött kialakított platón nyert elhelyezést, ahonnan a beton egy tölcserén, majd csúzdán keresztül lejutott a betonszivattyú tölcserébe. Az úrszelvény baloldalán elhelyezett betonszivattyúhoz csatlakozott a 150 mm $\varnothing$ -ű acélcsővezeték. Így a betonszivattyú vezetéke nem zavarta az alagút tengelyébe beépített felvonó pálya működését. A kavicsmelegítéshez külön lokomobilt használtak, míg a sűrített levegő előállítására külön gépházat építettek. A gépesített üzem biztonságát egy lakatos- és egy kovácsműhely biztosította. Ezzel a komplex módon gépesített elrendezéssel a felvonulási úton érkezett homokos kavics, zúzottkő és cement emberi kéz hozzányúlása nélkül került szállítoszalagon, tölcserén és csúzdán keresztül a betonszivattyú

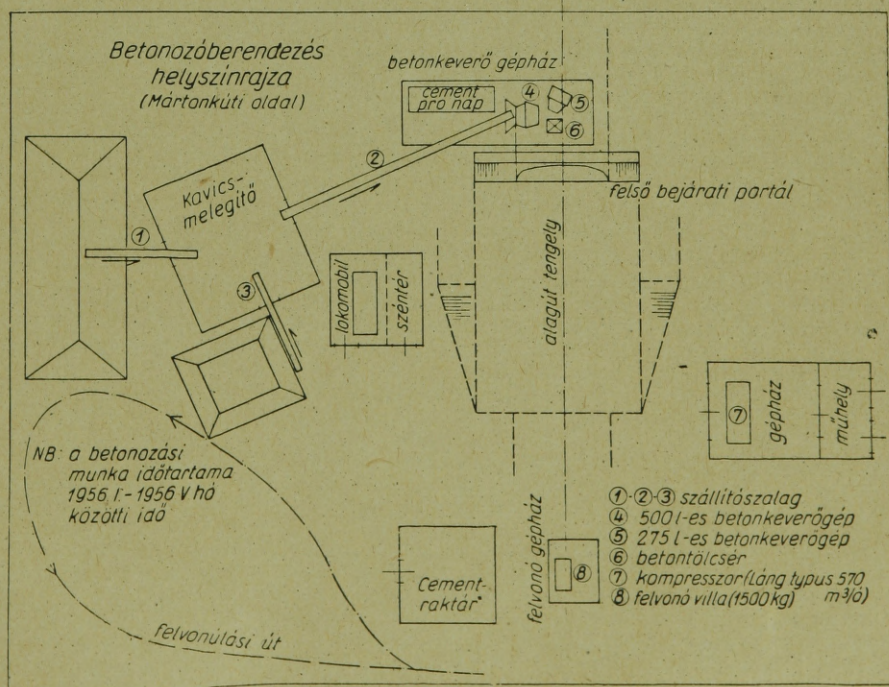


3. ábra.

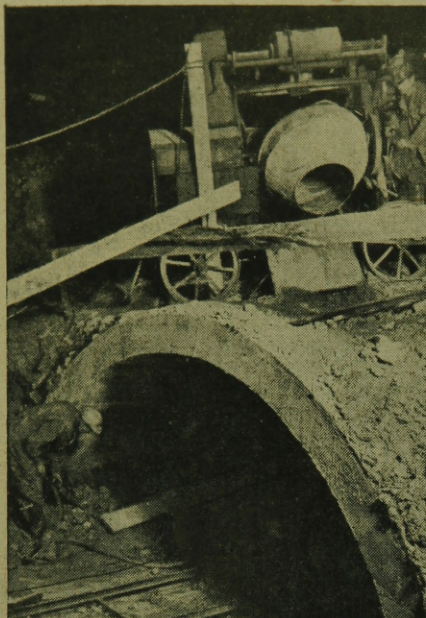


4. ábra.

tölcserébe, ahonnan az „Ábus 15” típusú szivattyú 150 mm $\varnothing$ csővezetéken benyomta a betont arra a helyre, ahol éppen akkor szükség volt (lásd 7. ábrát). A csővezetékhez 30°-os és 40°-os íveket használtak megfelelő tolózárakkal.



5. ábra.



6. ábra.

A kivitelezés teljesítményei

Az előbbi fejezetekben leírt feladatnak megfelelő kivitelezésű organizáció a hozzáfűzött reményeket beváltotta. E tény az alábbi számok és tények bizonyítják: A betonszivattyúval beszállítandó össz-betonmennyiség mintegy 1200 m³, ebből január 10 és március 21 között, tehát a legnagyobb hidegeket is magában foglaló február hónapot is figyelembe véve (–27 C°) 760 m³-t teljesítettek. A jellemző teljesítmény 18 munkaóra alatt az 500 l-es keverőgéppel 193 keverés volt, azaz 4,55 tömör m³/óra. Ugyanezen idő alatt 3 átfalás és 1 dugulás nehézségeit is le kellett küzdeni. A szállítás távolsága lejtőben mérve minimumálisan 55 m volt maximumálisan 209 m. Egy-egy betonozási ciklus mennyisége — amint azt a kitérés megengedte — 100–130 m³ között mozgott. A cső átállások átlagosan 16 m³-ként következtek be. A cső tisztítások sűrített levegővel és acél-drótkéfe sorral történtek. A fenti teljesítményekhez szükséges létszám 1 műszakra számítva a következő volt: 3 gépkezelő, 4 bedolgozó, 4 adagoló, 1 etető és 4 kavics-előkészítő dolgozó. Az egész berendezést tehát 16 fővel üzemeltették.

A betonozáshoz felhasznált anyag dunai származású homokos kavics, mely a szállítószalagra való rakáskor 50 mm átmérűjű rostán lett átdobva. A betonhoz felhasznált anyag lábatlani származású 500-as jelzésű nagyszilárdságú portland cement. A beton előírt kockaszilárdsága 28 napon korábban B140, illetve B 50. Megfelelő szilárdság elérése, valamint a nyomócső megfelelő „kenése” miatt a cementadagolás aránylag magas: 324 kg/m³. Az átlagos vízcementtényező: 0,6. Az ily módon elkészített beton az előírt kockaszilárdságot általában meghaladta.

A tapasztalatok

Amint azt a bevezetőben említettük, a betonszivattyú újszerű alkalmazásáról volt szó, tehát alkalmazása részben előnyökkel, részben hátrányokkal jár. Az így nyert tapasztalatokat azért közöljük, hogy a további felhasználásnál a jó eredményeket még tökéletesíthessék, illetve a hibákat kiküszöbölhessék.

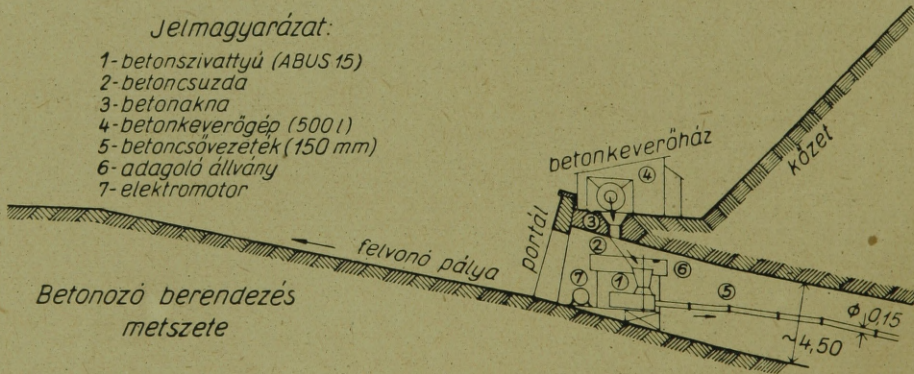
A betonszivattyú alkalmazásának a jelen esetben is egyik legnagyobb előnye az volt, hogy a munkaigényességet csökkentette, a téli betonozás folyamatosságát a külső hőmérséklettől függetlenül is biztosította. Fatakarékossági szempontból azért volt kedvező alkalmazása, mert a betonszivattyúval egyszerre nagy-tömögű betont lehetett a zsaluzás közé bedolgozni (max.: 129 m³/12 óra, min.: 45 m³/12 óra), tehát nőtt a fa forgási sebessége. Munkavédelmi szempontból is kedvező volt alkalmazása, mert hiszen a nedves betonkeverékkel a dolgozók nem érintkeztek és szállítás közben — más módszernél előforduló — balesetek automatikusan ki lettek szűrve. Az aránylag nagy távolság legyőzését az a megfontolás tette lehetővé, hogy a betonszivattyúval lefelé dolgoztak és nem pedig felfelé, ily módon a csővezeték súrlódási ellenállása is csökkent, tehát az óra teljesítmény nőtt.

A hátrányok közé kell sorolnunk azokat a kezdeti kellemetlen tapasztalatokat, amelyek a csővezeték fektetésével voltak összefüggésben. A csővezetékét mindig egyenes lejtés mellett kellett vezetni. Abban az esetben, ha a legkisebb relatív magasság különbség is előállt, a dugulás veszélye fokozódott és legtöbbször be is következett. Amíg a dolgozók megtanulták és megszokták a berendezés adottságait, addig a csődugulásokkal meglehetősen sok gond volt. A begyakorlás ezen a nehézségen nagy mértékben segített. Hátrányok közé számítható még — a lejtés okozta konzisztencia változáson kívül — a betonszivattyús berendezés gépkihasználati százalékának aránylag kis mértéke. Ez elsősorban azért következett be, mert az alagútépítés sajátos jellegéből következően a betonozások a kitérés függvényeként készültek. Így a betonkeverőgép és a betonszivattyú nem volt a nap minden órájában megfelelően kihasználva. Ezzel szemben az előbbi fejezetekben ismertetett közetszállító pálya állandóan működhetett. Ez a tény viszont a kitérés folyamatos-

Jelmagyarázat:

- 1-betonszivattyú (ABUS 15)
- 2-betoncsuzda
- 3-betonakna
- 4-betonkeverőgép (500 l)
- 5-betoncsővezeték (150 mm)
- 6-adagoló állvány
- 7-elektromotor

Betonozó berendezés metszete



7. ábra

ságát biztosította. Így elmondhatjuk, hogy amit „a vámon elvesztettek, azt a réven megtakarították.”

Összefoglalás

A lábatlani cementgyár drótkötelpályájának rövidítése és üzembiztosítása érdekében készített alagút új alagút bélelési technológiát eredményezett a betonszivattyú alkalmazásával. Annak ellenére, hogy az 1. sz. Mélyépítő Vállalat dolgozói közül a betonszivattyúval még igen kevesen dolgoznak, mégis az új és korszerűbb megoldások felé való lelkes törekvés — szorgalmukkal párosulva — lehetővé tette ennek az új munkamódszernek a kipróbálását. A kezdeményezést természetesen nagymértékben elősegítette a beruházó, s nem utolsósorban a szaktervező vállalat segítő készsége. A fent ismertetett új munkamódszer eredményessége fényes példája annak, ha a beruházó, tervező és kivitelező szakemberek összefognak, akkor a műszaki fejlesztést saját erőből is meg lehet valósítani. Ha az újszerű módszer bevezetése — kezdetben — kisebb-nagyobb zökkenőkkel is megy, végeredményben a népgazdaság számára forintban is megmutatkozó eredményhez vezet.