

könnyen kinyomhatja a cső és a furat fala körüli térből, sem túl szilárd, mert az injektálásmál a gyúrt anyagát fel kell törni ahhoz, hogy az injektálás elvégezhető legyen. A végleges receptet az első keverések időszakában a laboratóriummal közösen célszerű összeállítani. A fúróiszapnak az alábbi feltételeket kell kielégítenie:

- viszkozitása 40 Mars körüli értékű legyen,
- vízleadása ne haladja meg az 5 %-ot,
- az ágyazóhabarcs szilárdsága az $1,5 \text{ MN/m}^2$ -t érje el.

A fúróiszap keverésénél a vízmennyiséget és ezen keresztül a cementadagolást lehetőleg úgy célszerű megválasztani, hogy egész zsákok kerüljenek felhasználásra. Nem egész zsák esetén csak súlyméréssel lehet adagolni.

Az alkalmazandó öblítőiszap csak fúró esetén lehet egyszerű víz-bentonit szuszpenzió. Az öblítőiszap előállítására a S.I.F. BACHY cégnél a 70. ábrán bemutatott keverőt alkalmazzák. Jele: UFB. A keverő az ábrán feltüntetett berendezésekből áll, ami lehetővé teszi a bentonit alapanyagú fúró /öblítő/ iszap ciklusos keverését. Egy óra alatt 6-8 keverési ciklus végezhető el, egyenként 3 m^3 -es adagokban.

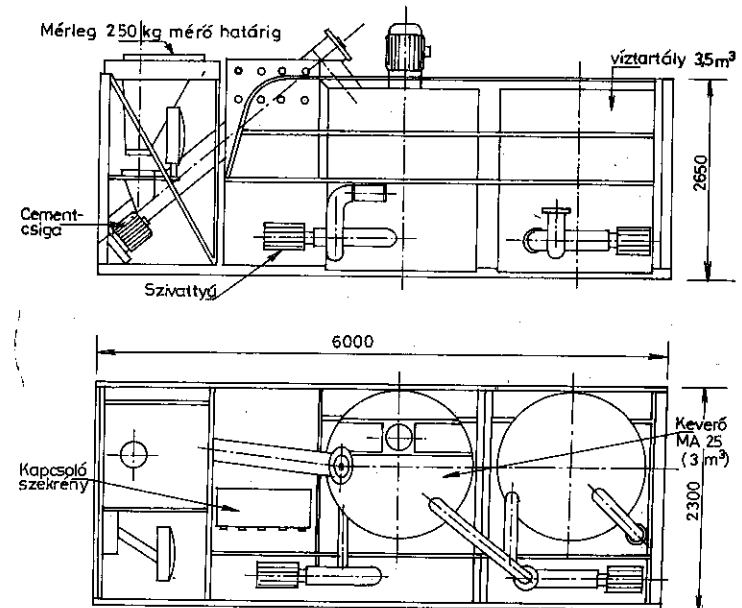
5.3.2.4 A fúrás végrehajtása

A fúrás megkezdése előtt meg kell győződni a furat indítási pontjának helyes kitűzéséről és a ráállás pontosságáról, a fúrószár és a furat dőlésszögének megfelelő beállításáról, valamint a fúrás irányának helyességéről. Ezek ellenőrzése után kezdhető meg a fúrás, amit folyamatos öblítés mellett kell végezni úgy, hogy annak mélysége az injektálócsőnél általában 1 m-rel hosszabb legyen.

Ez a többletfurat azt a célt szolgálja, hogy a fúrószár kiépítése és az injektálócső beépítésének ideje alatt az esetleges kiüledés anyaga e többlet furat hosszán helyezkedjék el és az esetleg kipergett talajszemcsék ne akadályozzák az injektálócső terv szerinti mélységben történő behelyezését.

A fúrógép felállításánál a maximális eltérések a következők lehetnek:

- a furat indításpontjára történő ráállásnál $\pm 1 \text{ cm}$,
- a fúrószár dőlésének beállításánál $\pm 10'$,
- a fúrás irányától való eltérésnél max. 1 %.



70. ábra

UFB keverő berendezés /SIF-BACHY rendszer/

5.3.2.5 Injektálócső beépítése

Az injektálócsöveket a fúrási tervből megállapítható hosszban építik be. Az injektálócső elején van a műanyag csúcs, amelynek rendeltetése, illetve szerepe az injektálócső furatba történő bevezetésének elősegítése. A csúcs után az injektálási tartpmánynak megfelelő hosszban építik össze a gumimandzsettás csőtagokat. Ez után a terepszintig sima csövet használnak. Az injektálócső elhelyezése után azonnal le kell dugózni a szennyezéstől való megóvás érdekében.

5.4 Az injektálás gépei

5.4.1 A habarcs előkészítése és bedolgozása

5.4.1.1 Habarcs előkészítés

A különböző rendeltetésű habarcsok előállítására és bedolgozására számos eljárás, berendezés ismert.

A következőkben ezekből mutatunk be néhányat.

- A kolkkrét habarcs keverőgépek közül a kétturbinás keverőberendezést mutatjuk be. Ennek felépítését és működési vázlatát a 71. ábra szemlélteti, feltüntetve azon a keverési folyamatot a magyarázó szöveggel együtt.

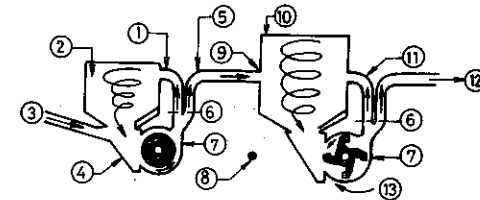
Az első turbinában történik a cement és a keverővíz kolloid-cement péppé való keverése; a cementpépet és a finom adalékanyagot a második, az előzőhöz hasonló turbinában keverik finom habarccsá. A két turbinát cső köti össze, amelyen át a cementpép az első keverő turbinában kialakuló nyomás hatására áramlik át a másodikba, ahonnan a habarcs a szállítószivattyú adagolótartályába jut.

A keverőberendezések 4 és 16 m³/óra közötti teljesítménnyel készülnek /kész habarcsra vonatkoztatva/. Áramfelvételük a teljesítménytől és az automatizáltság fokától függően kb. 60 és 150 kVA között mozog.

A keverőgép kiszolgálása tehát a cement és víz, majd a finom adalékanyag adagolása és a keverési folyamat vezérlése közli uton is lehetséges /27/.

A keverő teljesítményének kihasználása és a habarcs egyenletes minőségének biztosítása érdekében azonban az egyes műveletek automatizálása célszerű.

A cement és a kitöltőanyag - adott esetben pl. a homok adagolását - súly szerint, előre beállítható mérlegadagokkal, a keverővíz adagolását vízórával szabályozott elzárócsappal oldják meg. A keverési munkafázis időtartama - 30 s. körül - kapcsoló órával állítható be pontosan.



71. ábra.

A kétdobos kolkkrét keverőgép működési vázlat.

1 = a cement-víz keverék keringtetésére szolgáló vezeték,
2 = cementadagolás, 3 = vízadagolás, 4 = keverőtartály,
5 = a cement-víz keverék átvezetése a másik dobba,
6 = szelep /egyik állásban keringteti, másik állásban kibocsátja a keveréket a keverődobból/, 7 = centrifugál-szivattyú, 8 = a meghajtómotor tengelye, 9 = érintőirányú bevezetés örvénylés előidézése céljából, 10 = adalékanyag adagolás /D_{max} = 8mm/, 11 = a cement - adalékanyag-víz keverék keringtetése, 12 = a kész habarcs /vagy finom-beton/ kiürítése, 13 = a keverő házának zsákszerű kialakítása nagyobb kavicsok vagy egyéb alkalmatlan anyagok visszatartására.

- Az UFC típusú SIF-BACHY gyártmányú keverőberendezést mutatja be a 72. ábra változatosan. Ez a habarcskeverő berendezés félautomatikus ciklusban a következő típusú habarcsok készítésére alkalmas:

Tiszta cementhabarcs esetén, ha a

- $c/v < 1$, akkor 8-10 keverési ciklusban /á $1,5 \text{ m}^3$ /
12-15 m^3/h

- $c/v \geq 1$, akkor 8-10 keverési ciklusban /á $1,0 \text{ m}^3$ /
8-10 m^3/h

Cement bentonit habarcs esetén

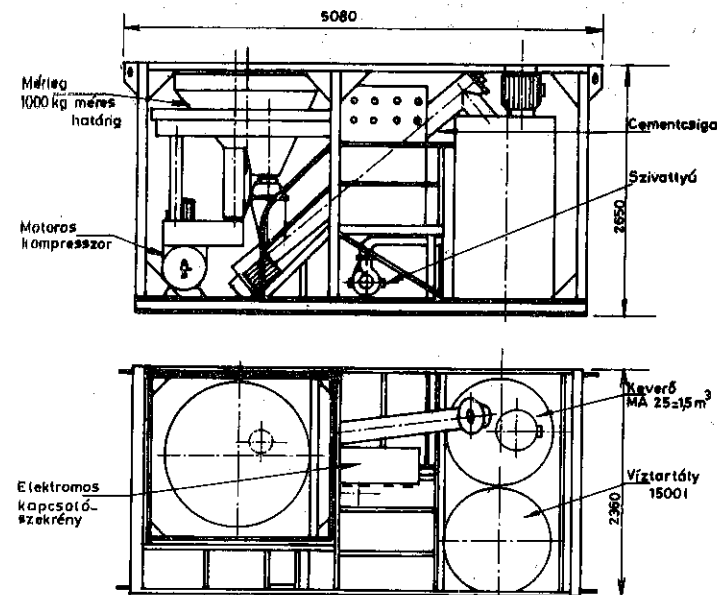
- 8-10 $1,5 \text{ m}^3$ -es adagú ciklus esetén 12-15 m^3/h

A keverés az utóbbi esetben úgy történik, hogy a bentonit szuszpenzióhoz adják hozzá a cementet, tehát az UFB jelű keverőből kerül a bentonit szuszpenzió keverőfolyadékként az UFC típusú keverőbe.

Az UFC berendezés jellemző adatait az ábra szemlélteti.

- Az S.I.F. BACHY keverőberendezések közül a 73. ábrán egy nagy örvényhatású berendezés keverési elvét szemléltetjük. A keverő két függőleges gumibevonatú hengerből áll, amely párhuzamosan egymással ellenkező irányba forog 1600 ford/min. sebességgel, két "babszem" alakú tartályba. A keverés alatt az anyag áramlási irányát a nyilak érzékeltetik /10/.

- ZM típusú cement és bentonit keverő látható a 74. ábrán. /Bauer rendszer/. A keverő injektálásnál és horgonyzásnál használt habarcsok keverésére alkalmas. Az edény űrtartalma 40 literes, elektromotoros meghajtású, a keverőlapát fordulata 200-400 között változik percenként. Kis mennyiségek bedolgozására alkalmas.



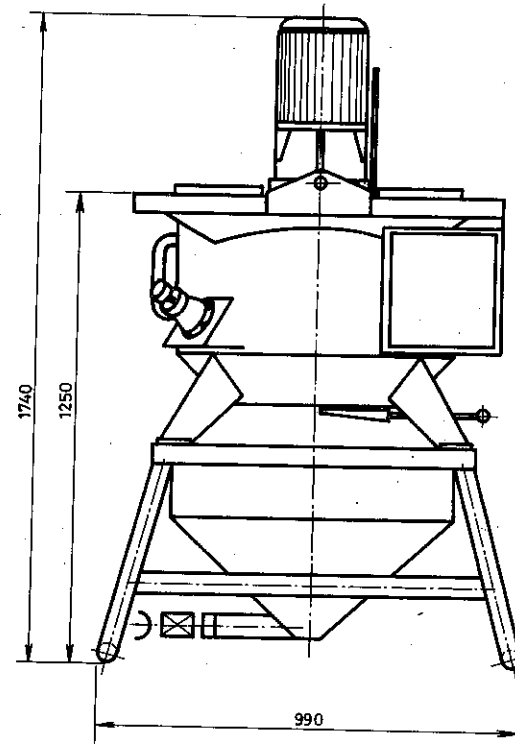
72. ábra

Az UFC keverőberendezés /SIF-BACHY rendszer/



73. ábra

S.I.F.-BACHY nagy örvényhatású keverő elvi vázlata

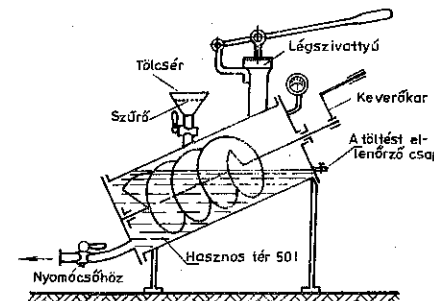


74. ábra

ZM-1 típusú BAUER rendszerű habarcskeverő

5.4.1.2 Az injektáló anyagok bedolgozása

- A Wolfsholz-féle kézi légszivattyúval felszerelt és sűrített levegő üzemre berendezett szakaszosan működő kis teljesítményű cement besajtológép /75. ábra/.



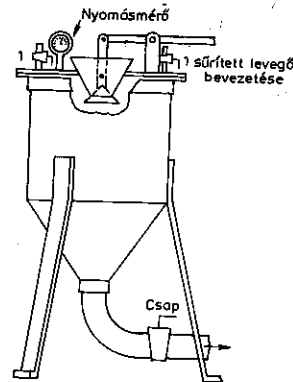
75. ábra

Ferde tengelyű injektálódob

Ez a gép a vízszinteshez 25-30°-ban hajló henger alakú edényből /kazánból/ áll, amelynek oldalán egy kézi légszivattyú van felszerelve. Az edényben keverni lehet, hogy a homok ne ülepedjék le. Ezzel a berendezéssel 3 bar kezdeti nyomást lehet biztosítani és egy töltéssel 50 liter habarcs sajtolható be.

A Wolfsholz-féle cement besajtológéppel azonban homokos talajba nem lehet cement-habarcsot bedolgozni, a biztosítható kis felső nyomás határ miatt.

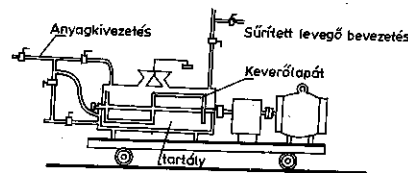
- Nagyobb üregek kitöltéséhez - főként alagutépítéseknel - elterjedten használják az un. légkazános injektálógépeket. Ezek sűrített levegővel működő berendezések, amelyekből az injektálóanyagot a sűrített levegő préseli ki a hálózatban lévő nyomással /76. ábra/. Egy- és kétkamrás változatban, különböző ürtartalommal - legtöbbször üzemi műhelyekben - állítják elő. Cementhabarcs, agyag-cement szuszpenziók besajtolásához alkalmas.



76. ábra

Légkazános injektológép

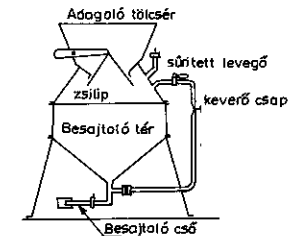
- Keverődobos injektológép a légkazános berendezéshez hasonlóan működik. Az injektálóanyagot sűrített levegő mozgatja. A gép belsejében lévő keverőlapátok megakadályozzák a habarcs ülepedését, ezzel egyenletes minőségű injektálóanyag jut a talajba /77. ábra/ /8/.



77. ábra

Keverődobos injektológép

- Egyaknás edény teljesítménye 150-200 l/h /78. ábra/ hasonlóan működik./töltés-injektálás/. Az adagoló töltésérbe kismért anyagot a harangoszlopon át a keverőtartályba ejtik, majd utána sűrített levegővel magával ragadott vizet engednek be, melynek mennyisége a külső keverőszeleppel szabályozható. A besajtolandó cement-homok elegyének vízzel való összekeverését a tartályban a sűrített levegő végzi. A homogén keverék elkészülte után a tartályban levő légnyomás a besajtoló cső keverőszelepeinek nyitása után a habarcskeveréket az injektálócsőbe nyomja. Ha a tartály kiürült, megismétlődhet az adagoló- és keverési folyamat.

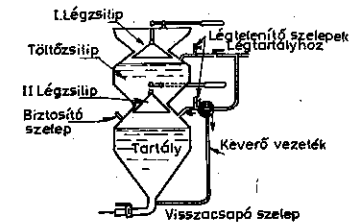


78. ábra

Egyaknás injektológép

- A kétaknás injektáló berendezés teljesítménye 200-300 l/h, két egyaknás gépek helyettesít, és folyamatos injektálást tesz lehetővé.

Ugyanis a felső tartályban folyik a keverék, majd az átszilipelt kész keveréket az alsó tartályból sajtolják be az injektálócsőbe, s ekkor már a fölötté a következő adag keverése folyik /79. ábra/.

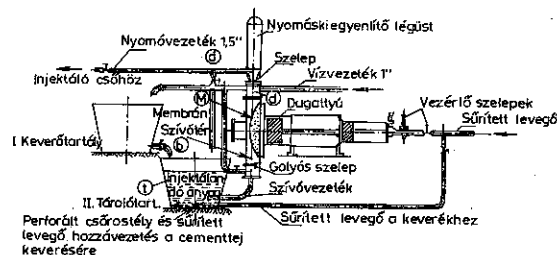


79. ábra

Kétaknás injektológép

Azokon a helyeken, ahol magas nyomás biztosítására van szükség, ott általában dugattyús szivattyúkat használnak, ahol a dugattyú mozgása és összenyomó hatása igen magas besajtoló nyomások elérését teszi lehetővé.

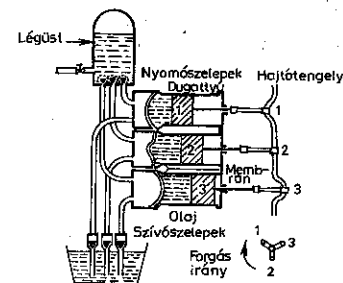
- Nagy nyomással dolgozó kis teljesítményű cementbesajtoló berendezés a Hány rendszerű is. Szakaszosan működik, membránnal összekapcsolt sűrített levegővel működtetett dugattyús szivattyú. A cement besajtoló működése a 80. ábrán látható.



80. ábra

Hány-féle dugattyús injektáló

A berendezés nagy előnye, hogy a cementlé nem érintkezik a szivattyúszerkezet olajjal kent kényes felületével. A cement-habarc és a szivattyú dugattyúja mögötti olajtérrel gumi- vagy bőr membrán választja el. Három ilyen szivattyút a hajtókar 120-120°-kal való eltolódásával összekapcsolva, előáll a folyamatosan működő nagy nyomású, kis teljesítményű cementsajtoló /81. ábra/.



81. ábra

Membránnal egybekapcsolt magashyomású, kis teljesítményű, folyamatosan működő cement besajtoló berendezés

A teljesítményt a dugattyúkat mozgó tengely forgási sebességének változtatásával lehet szabályozni. A ZMP-II típusú Hány injektáló gép műszaki adatait a 15. táblázatban, a berendezés jellemző méreteit a 16. táblázatban mutatjuk be.

ZMP-II. típusú injektáló gép műszaki adatai

15. táblázat

Nagy szállítási teljesítmény, kis nyomás	
max. szivattyúnyomás /atü/	18 bar
max. szállítandó cementmennyiség	1 l/löket
Kis szállítási teljesítmény, nagy nyomás	
max. szivattyúnyomás	42 bar
max. szállítandó cementmennyiség	0,5 l/löket
Levegő felhasználás	35 lit/löket
Max. géplöket percenként	45x60
	2700
Szívó vezeték belső átmérője	6/4"

ZMP-II. típusú injektológép jellemző méretei

16. táblázat

Hosszúság	1180 mm
Szélesség	510 mm
Magasság	900 mm
Gép tömege	390 kg

A Hány típusú berendezések két teljesítmény-fokozattal üzemeltethetők, melyek mindegyike ismét két üzemmóddal változtatható. Így négy teljesítmény és két maximális nyomásfokozat adódik, melyek a következők:

I. fokozat max. 18 bar.

A üzemmód 25 l/min = 1500 l/h

B üzemmód 46 l/min = 2760 l/h

II. fokozat max. 42 bar

A üzemmód 12,2 l/min = 730 l/h

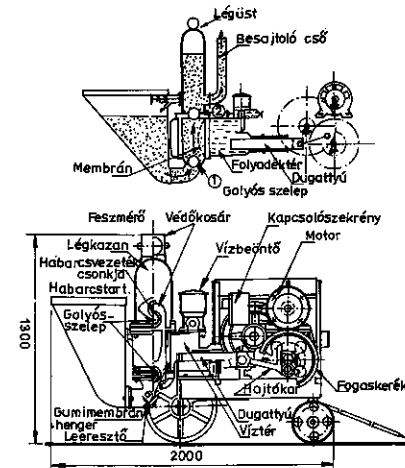
B üzemmód 16,5 l/min = 1000 l/h

A gép nyomása folyamatosan szabályozható, de teljesítménye csak az előző négy teljesítményben változtatható. A teljesítmények azt mutatják, hogy a II. fokozat "A" üzemmódja mellett 730 l/h besajtolási teljesítmény megközelíti a talaj injektálásánál kívánatos 350-500 l/h teljesítményt. Ez azt eredményezi, hogy különösen durva nyitott szemszerkezetű kavicstalajokban cement-bentonit habarcs injektálása ezzel a berendezéssel végezhető.

- Kis nyomású, de nagy teljesítményképességű habarcs szivattyúként meg kell említeni a MÁVAG-rendszerű habarcs szivattyút is /82. ábra/. Ennek a berendezésnek az ismerte-

tésére külön nem térünk ki. Annyit azonban szükséges megjegyezni, hogy az MHSZ-3 típusú berendezés teljesítménye 3 m³/h.

Ezek a gépek szabályozható nyomással /max. 16 bar/ nagy sűrűségű, de stabil szuszpenziók injektálására alkalmasak. Hátránya, hogy a teljesítménye nem szabályozható.



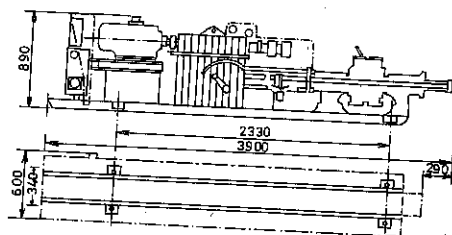
82. ábra

MÁVAG habarcsszivattyú

-Injektálásra alkalmazzák a PIHP jelű injektáló szivattyút, mely cementtej, sűrű folyadékok és habarcsok injektálására alkalmas 150 bar nyomásig. Két elzáró szerkezet teszi lehetővé a nyomás és a teljesítmény szabályozását. A teljesítmény változtatása dugattyú cserével biztosítható. A beépített teljesítmény 7-9 kW. A ciklusidő /kétirányú/ percenként 24. A dugattyú méretétől függően a teljesítmény 1,4 - 2,7 m³/h.

-A Clivio típusú szivattyú /83. ábra/ folyadék /oldat, emulzió stb./ injektáló szivattyúnak tekinthető. A közös alvárra szerelt egység egy 100 literes keverőadagolóból, szivattyúból, két dugattyús /szivásnál nyomásnál egyaránt táplál injektáló- anyagot a rendszerbe/ szivattyúból, olajszivattyúból, mely sza-

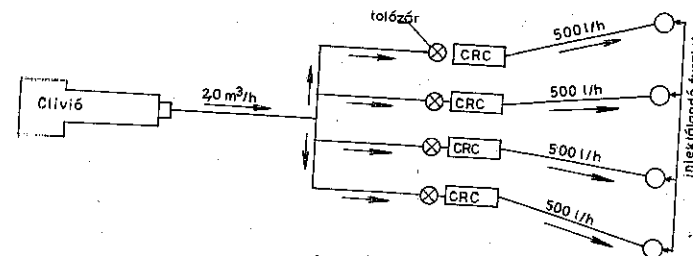
bályozza a dugattyús működést és a kompresszor elektromos meghajtásából áll. A berendezés távvezérléssel is üzemeltethető. A szivattyú maximális sebességnél percenként 30, közepes sebességnél 23-25 ciklust végez. A maximális teljesítménye $2,0 - 3,90 \text{ m}^3/\text{h}$ között változik. Az injektálási nyomás maximuma 50-100 bar között változtatható. Az üzemeltetéshez 10 kW energiára van szükség.



83. ábra

Clivio típusú dugattyúszivattyú

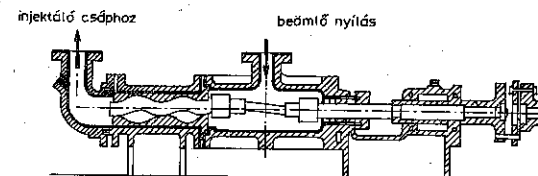
- A CRC típusú kis teljesítményű injektáló szivattyú jól kapcsolható nagyobb teljesítményű dugattyús szivattyúkhöz. Ezzel a teljesítmény osztással több kisebb injektálási sebességet igénylő ponton végezhető el a besajtolás. Például egy $2 \text{ m}^3/\text{h}$ teljesítményű és 50 bar nyomású Clivio szivattyúhoz 4 db kapcsolható. Teljesítménye $0,5 \text{ m}^3/\text{h}$ a maximális nyomásnál, melyet két dugattyúval folyamatos /oda-vissza/ üzemmódban lehet biztosítani. Az említett megoldás vázlatát a 84. sz. ábra mutatja be.



84. ábra

Clivio típusú szivattyúra sorba kapcsolt CRC-k vázlata

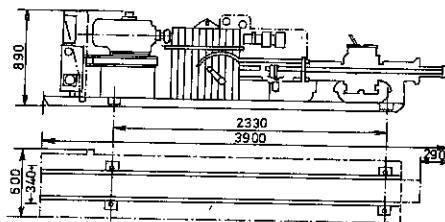
- Csavar-szivattyú. Az injektáló géplánc bemutatása előtt befejezésül a csavar-szivattyúra hívjuk fel a figyelmet, mely injektálásra ugyancsak alkalmas. Előnye, hogy az injektálandó mennyiség fokozatmentesen szabályozható. A berendezés vázlata a 85. ábrán látható. A 86. ábra egy NETZSCH gyártmányú 2 N 80 típusú csavarszivattyú paramétereit szemlélteti.



85. ábra

Csavarszivattyú vázlata

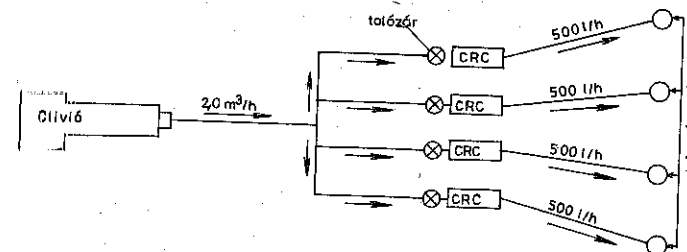
bályozza a dugattyús működést és a kompresszor elektromos meghajtásából áll. A berendezés távvezérléssel is üzemeltethető. A szivattyú maximális sebességnél percenként 30, közepes sebességnél 23-25 ciklust végez. A maximális teljesítménye $2,0 - 3,90 \text{ m}^3/\text{h}$ között változik. Az injektálási nyomás maximuma 50-100 bar között változtatható. Az üzemeltetéshez 10 kW energiára van szükség.



83. ábra

Clivio típusú dugattyúszivattyú

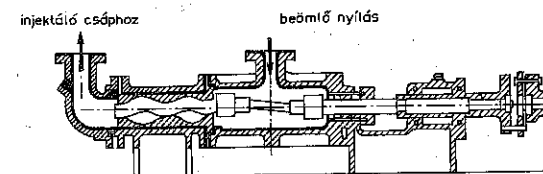
- A CRC típusú kis teljesítményű injektáló szivattyú jól kapcsolható nagyobb teljesítményű dugattyús szivattyúhoz. Ezzel a teljesítmény osztással több kisebb injektálási sebességet igénylő ponton végezhető el a besajtolás. Például egy $2 \text{ m}^3/\text{h}$ teljesítményű és 50 bar nyomású Clivio szivattyúhoz 4 db kapcsolható. Teljesítménye $0,5 \text{ m}^3/\text{h}$ a maximális nyomásnál, melyet két dugattyúval folyamatos /oda-vissza/ üzemnél lehet biztosítani. Az említett megoldás vázlatát a 84. sz. ábra mutatja be.



84. ábra

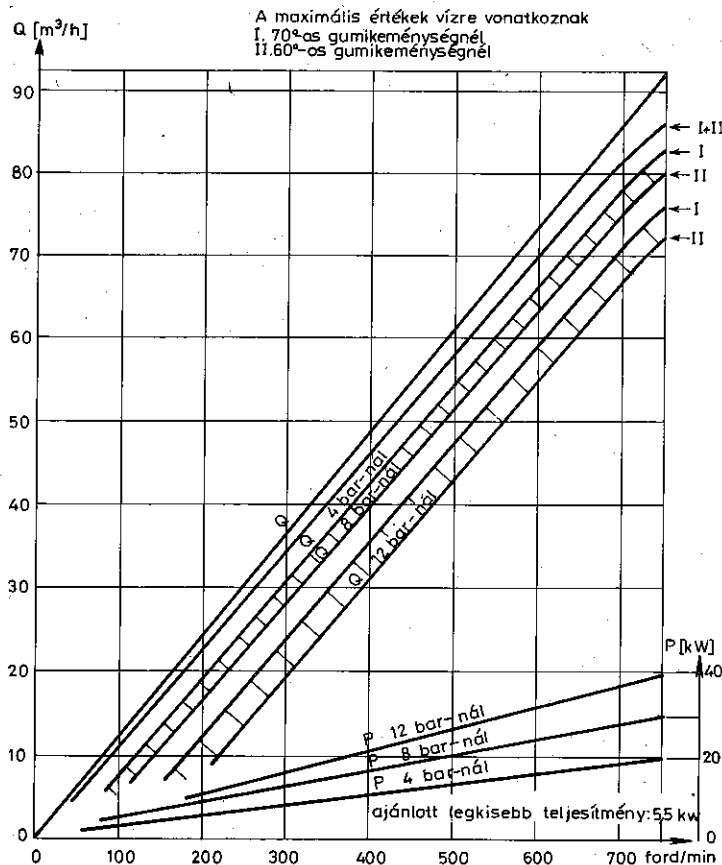
Clivio típusú szivattyúra sorba kapcsolt CRC-k vázlata

- Csavar-szivattyú. Az injektáló géplánc bemutatása előtt befejezésül a csavar-szivattyúra hívjuk fel a figyelmet, mely injektálásra ugyancsak alkalmas. Előnye, hogy az injektálandó mennyiség fokozatmentesen szabályozható. A berendezés vázlata a 85. ábrán látható. A 86. ábra egy NETZSCH gyártmányú 2 N 80 típusú csavarszivattyú paramétereit szemlélteti.



85. ábra

Csavarszivattyú vázlata



86. ábra

2 N 80 jelű csavarszivattyú jellemző teljesítményadatai

5.5 Injektáló géplánc

Tekintettel arra, hogy ma már minden nagyobb besajtolási munkát injektáló központokkal végeznek, a következőkben néhány ilyen megoldást mutatunk be.

5.5.1 Soletanche géplánc

A 87. ábrán a Soletanche francia cég által alkalmazott besajtolásos módszer géplánc vázlatát mutatjuk be.

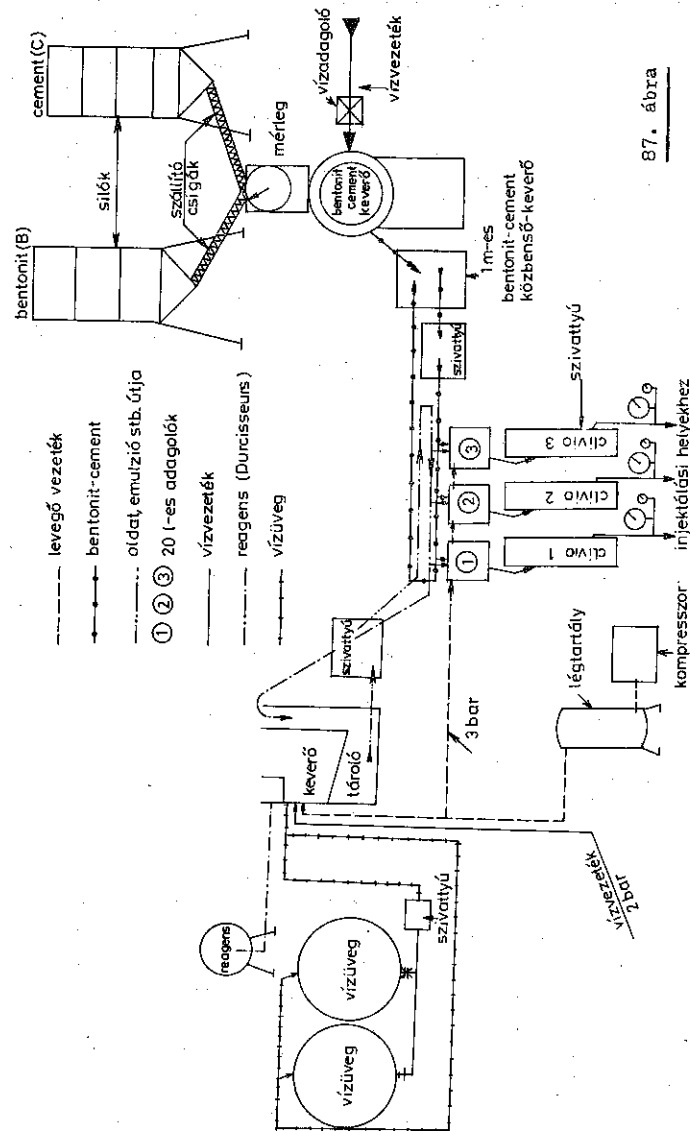
Az ismertetendő géplánc egy injektáló anyagkeverő központból áll, melyben a cement és a víztüveg alapanyagú anyag egyaránt keverhető, de külön-külön rendszerben, megfelelő számú injektáló szivattyúból /Clivio/ a hozzájuk tartozó 20 literes, vagy a 100 literes utókeverő adagokból és a feladattól függően besajtoló szivattyúként 4 db CRC rendszerű elosztó injektáló berendezésből /4/.

5.5.2 Brau-Lubbe injektálórendszer

A 88. ábrán egy a RHONE-PROGIL által is ismertetett gépláncot mutatunk be.

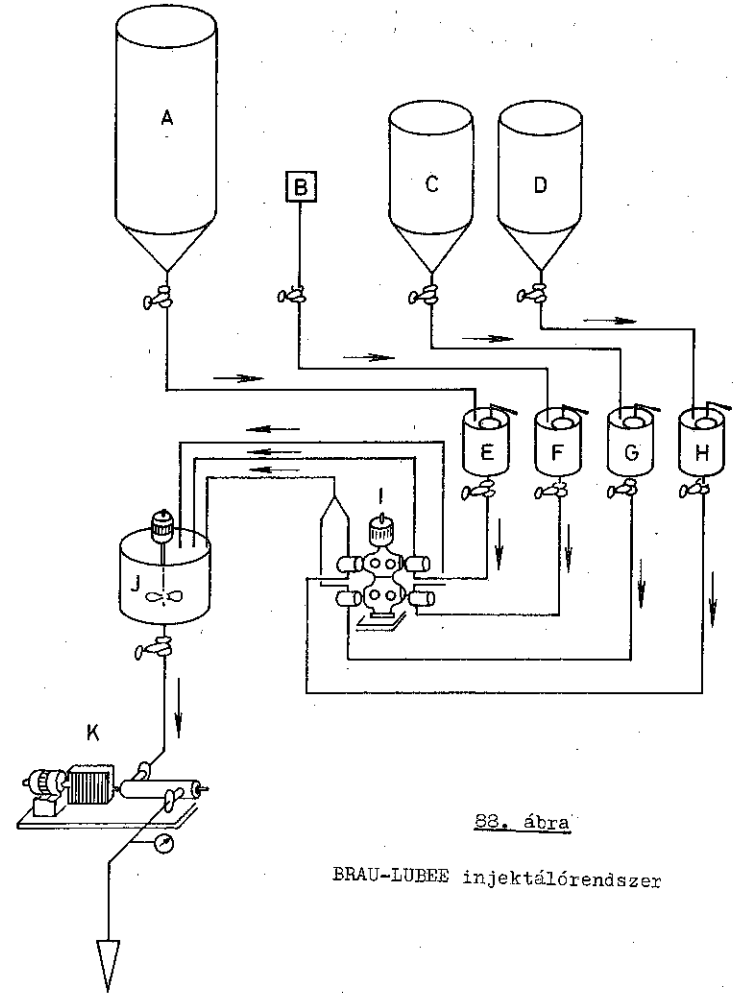
Az injektáló központ működése a következő:

A tárályokban a gél alapanyagát tárolják; az "A"-ban a víztüveget, a "B" ponton lép be a nyomás alatti vezetéki víz /ha nincs, ide is tárolótartály kerül/, a "C"-ben a Durcisseur 600 B-t, a "D" jelű edényben a Durcisseur 600 C-t. Az E-F-G-H jelűek szintszabályozású adagolóedények, ahonnan az egyes komponensek meghatározott sorrendben az egyesített 4 db hengeres /1/ szivattyún keresztül jutnak a keverőedénybe /J/, ahonnan a keverés után közvetlenül vagy egy közbeiktatott tárolóedényen /pl. 20 l-es/ keresztül jut el a gél az injektálást végző szivattyúkhöz /K/ /11/.



87. ábra

Injektáláshoz szükséges anyag keverésének, bedolgozásának folyamatábrája /Solelancie rendszer/



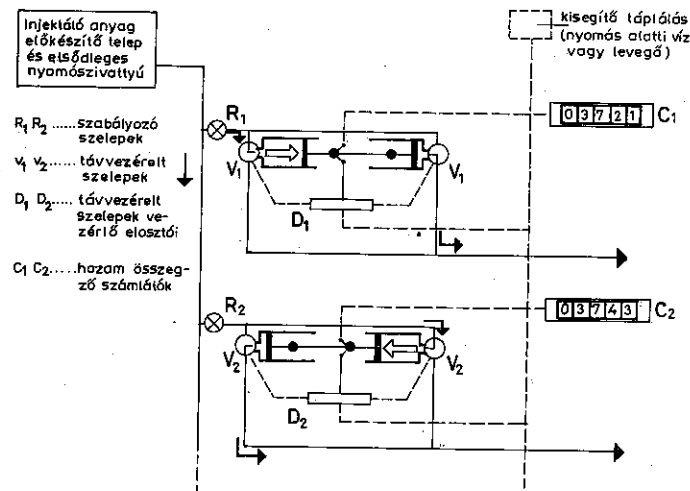
88. ábra

BRAU-LUBEE injektálórendszer

5.5.3 MIC 2000 /S.I.F.-BACHY szabadalom/

Francia gyakorlat szerint a beauchamp homokba csak lassú ütemben lehet injektálni, hogy az injektáló anyag át tudja itatni a talajt. A vállalat annak érdekében, hogy a vegyszereket a legjobb feltételek mellett juttathassa a talajba, kifejlesztette és előállította a MIC 2000 /injektálás ellenőrző rendszert/ jelű készüléket /89. ábra/, amely a következő feltételek kielégítését teszi lehetővé:

- az injektálás pontosan beállítható hozamát és nyomását, különösképpen a kicsi vagy igen kicsi értékek tartományában, amit a kevésbé áteresztő és kevésbé vastag rétegek kezelése megkíván,
- az injektált mennyiség állandó és pontos mérését,
- azt, hogy egyszerre, de egymástól függetlenül lehessen injektálni több ponton egyetlen injektálóanyag előkészítő telepről.



89. ábra

MIC-2000 központ vázlata és működési elve

A MIC-2000 jelű készülék alapelve, hogy magát az injektáló anyagot használja fel mozgató folyadéknak. A készülék egy oda-vissza működtethető hidraulikus emelő, amelyben mindegyik henger felváltva motorként, majd injektorként szolgál olyan szelepek mozgásával, amelyeket hidraulikus vagy pneumatikus úton vezérelnek.

A szükséges nyomást előállító szivattyúval benyomott injektáló anyag egyszerre több azonos vezetékről táplálkozó készüléket tud működésben tartani, minden ilyen készülék külön szabályozó szeleppel van ellátva és az injektálás legnagyobb nyomása azzal a nyomással egyenlő, ami ebben a vezetékekben uralkodik.

A vezérelt szelepek biztosítják, hogy a dugattyú minden lökete szigorúan azonos mennyiségű injektáló anyagot / a szóban forgó esetben egy litert/ nyom be. A löketeknek a számláló készülékén megjelenő /rögzített/ szám minden időpontban az addig benyomott adagokat, tehát a mennyiséget mutatja.

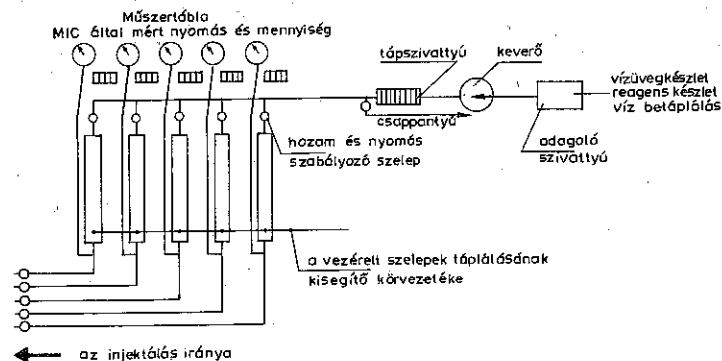
A készülék beállítható percenként 0,1-től 30 liter injektálási teljesítményre, a nyomás 0,1-től 30 bar-ig.

A készülék helyi szükséglete igen kicsi, ami megkönnyíti az egyedi vagy csoportos telepítését.

Különösen alkalmas finom szemszerkezetű, homokos talajoknak mandsettás csövek segítségével való injektálására. Több csápon tudnak egyszerre injektálni egyetlen központból és ugyanakkor mindegyik MIC-2000 jelű készüléket be lehet szabályozni az egyes injektálási tartományok által megkívánt optimális hozamra és nyomásra ugyanakkor szükség szerint mindegyiket le lehet állítani a többitől függetlenül.

Ennek a készüléknek az alkalmazása - a nagy injektálással foglalkozó cégeknél - ma már általánossá vált mind szilikátok, mind a gyanták injektálásánál.

Befejezésül bemutatjuk a MIC-2000 készülékkel felszerelt injektáló géplánc SIF BACHY elrendezési vázlatát /90. ábra/ /10/.

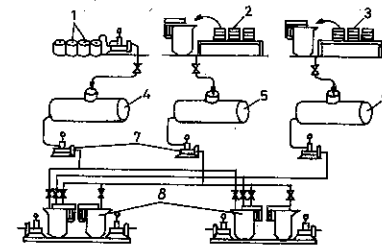


90. ábra

MIC-2000-el felszerelt injektáló géplánc vázlata

5.5.4 Szovjet vegyi szilárdításnál alkalmazott módszer

A keverék készítésének a technológiáját a 91. ábra mutatja be. Eszerint az alapanyagokat /koncentrált karbamis, formaldehid/ gyanta 1; kristályos oxálsav 2; és szilárd szulfit 3/ egyenként előzetesen koncentrátumokká alakítják, és a 4, 5. és 6-os jelű, 3-10 m³-es tartályokban tárolják. A továbbiakban a tartályokból a keverési arálynak megfelelően a 7. jelű szivattyúkkal az injektálás közelében elhelyezett /8/ keverőbe szivattyúzzák. A szivattyúkat a keverők kezelői működtetik. Az injektáló egység két folyadékkeverőből és két szivattyúból áll, amelyeket közös alvázra szereltek. Ezen kívül mindegyik folyadékkeverőhöz tartozik egy-egy szivattyú. Az egyik keverővel az injektáló keveréket állítják elő, a másikkal a sav adagolását szabályozzák. Az összetevők adagolását hitelesített szelepekkel állítják be /29/.



91. ábra

A keverékek készítésének technológiai vázlata

6. ELLENŐRZÉS

Az előző fejezetekben már ismertettük, hogy milyen részletességgel szükséges a talajvizsgálatokat elvégezni. Még egyszer ki kell hangsúlyozni, hogy a létsítmény típusa, a talajszerkezet minősége és az elvégzendő munka jellege /szilárdítás vagy szigetelés/ szükségessé teszi a talajmechanikai szakvélemény adatainak a munka közbeni ellenőrzését, és a kapott eredmények figyelembevételével a tervek szükség szerinti módosítását.

A besajtolási munka során minden adatot rögzíteni kell ahhoz, hogy az ellenőrzést jól meg lehessen szervezni. Rögzíteni kell - mint ahogy azt már ismertettük - a besajtolás helyét, mennyiségét, idejét és a nyomást. A helyszinre szállított vegyszerek sűrűségét és hőmérsékletét a felhasználás során folyamatosan mérni kell. Ellenőrizni kell a felhasználásra szánt gélek tulajdonságait. Az injektálás befejezte után a szigetelés minőségét is szavatolni kell. A besajtolott tartományból kivett próbatételekkel kell igazolni a szilárdságot, esetenként pedig meg kell határozni az áteresztőképességet is. Az ellenőrzéséhez szükséges pontos adatok gyűjtése nagyon fontos, mert csak ezek birtokában lehet a felmerülő kérdéseket megválaszolni, illetve a jelentkező hibákat időben kijavítani.

6.1 Geodéziai adatok rögzítése, ellenőrzés

Belterületen minden esetben szükséges, külterületen a munka természetétől függően kell vagy ajánlatos a környezet ellenőrzése. Ez a munka lényegében abból áll, hogy az injektálás előtt fix pontokat vagy mozgást észlelő detektorokat helyeznek el a mozgások ellenőrzésére. Ezeknek a jelzőberendezéseknek egy része riasztó készülékkel is ellátható. A mozgás mérésének módszerei közül a legismertebbek:

- a magassági pontok geodéziai bemérése, ellenőrzése,
- a süllyedés vagy emelkedésmérők beiktatása,
- a dőlésmérők és az
- elmozdulás észlelők alkalmazása.

Ezen kívül természetesen nem maradhat el a szemrevételezés sem. Itt az esetleges talajtörés következtében a felszínen megjelenő injektáló habarcs helyének a megállapítása a döntő.

A geodéziai észlelést már a próbainjektálásnál meg kell kezdeni, mert ennél a munkánál általában nagyobb nyomások és nagyobb injektálási sebességek is előfordulnak, mint a megengedett maximum és ez igen rövid idő alatt térszín emelkedéshez vagy talajtöréshez vezethet. Éppen ezért a próbainjektálás teljes időtartama alatt a térszínen levő épületmozgást folyamatosan mérni kell, a tervdokumentációban megadott, előre elhelyezett fali csapokon.

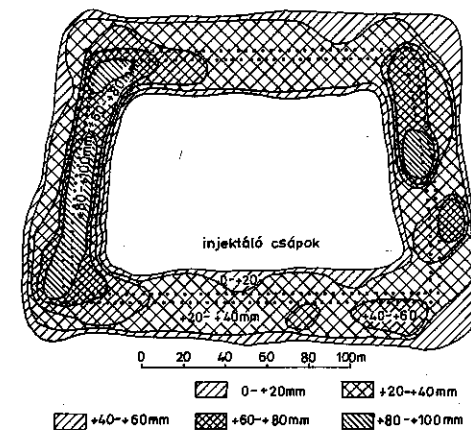
A tényleges injektálási munka alatt is állandóan kell a méréseket végezni.

Az injektálás időszakában, amennyiben az épületeken nem észlelhető mozgás, a tervdokumentációban meghatározott helyeken naponta két alkalommal kell ellenőrző méréseket végezni. Amennyiben az ellenőrző mérések épületmozgást állapítanak meg, a méréseket két órá, vagy annál rövidebb időközökre kell sűríteni.

Amennyiben az észlelt emelkedés eléri pl. az 5 mm-t, az injektálást az utasításnak megfelelően kell folytatni, esetleg le kell állni és nyugalmi állapotot kell teremteni kb. ugyanannyi ideig, míg ameddig az emelkedés létrejött. Szüneteltetés után, ha az emelkedés értéke csökken, csökkentett injektálási sebességgel és nyomással lehet a besajtolást folytatni. Amennyiben a nyugalmi időszak alatt az emelkedés értéke nem változott, az azt jelenti, hogy a talaj túltelített és ebben az esetben a beinjektált mennyiséget is csökkenteni kell. A beinjektált mennyiség csökkentéséhez a tervező hozzájárulása szükséges.

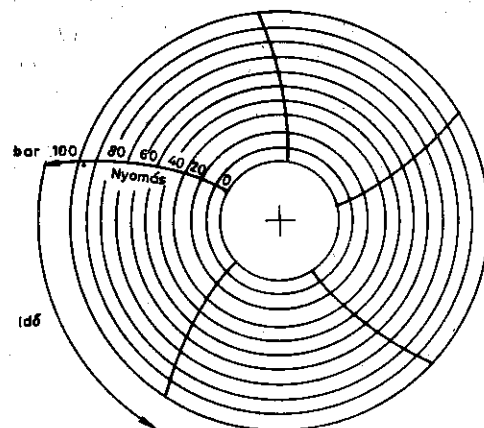
A mérési adatokat folyamatosan kell rögzíteni. Az adatokat tartalmazó kimutatás az építési napló mellékletét képezi.

Az injektálás folyamán észlelt mozgások lehetnek kétirányúak is. A mozgási értékek az injektálás kezdetén néha süllyedést mutatnak. Ebben az esetben olyan laza üledékes környezetben végzik a besajtolást, amikor a besajtoló anyag áramlási nyomása hatására az érintett tartomány szemcséi átrendeződnek, tömörödnek. Hosszabb vagy rövidebb injektálási idő után ezek a süllyedések megszűnnek és kezdődik az emelkedés. Ha vékony rétegben végzik a besajtolást, az emelkedés mértéke várhatóan jelentéktelen lesz. A 92. ábra egy munkagödör függőleges lezárására végzett injektálás hatására a terepen jelentkező mozgásokat mutatja be /19/.



92. ábra

Terepmozgás munkagödör körülhatárolásánál



93. ábra

Nyomásrajzoló óránál használt kördiagram vázlata

A kördiagram adatainak egyeznie kell a táblázatban feltüntetett nyomásértékekkel. A nyomásérték ingadozó, ezért az értéket mindig törtszámmal jelölik /számlálóban a legkisebb, a nevezőben a legnagyobb nyomásérték kerül/.

Az injektáló központ jelentését a 22. táblázaton mutatjuk be. Ezt az injektáló központ kezelője tölti ki összesítve az injektáló szivattyúként elvégzett munkát.

Az előre meghatározott program szerint szivattyúként fel kell tüntetni a beinjektált furat számát és a mennyiséget a besajtolás időpontjának kezdetét és végét. A műszak teljesítményt szivattyúként és a gépházét is összegezni kell. A nyomtatvány egy példányban, belső használatra készül.

Amennyiben van olyan furat, amelynek injektálása nem fejeződött be és az másik műszakba húzódott át, meg kell jelölni és adatként a műszak végéig elvégzett mennyiséget itt is fel kell tüntetni.

Az injektálásiponton - a csápnál - is rögzíteni kell az adatokat. A 23. táblázat induló adatait a művezető, a többi az injektáló dugattyú emelését végző dolgozó tölti ki.

A műszakvezetőnek a legalsó pontról indítva kell bejelölni a szelephosszakat. /A "0" pont a furat talpát jelöli./ Az emelést végző munkás szelepenként kereszttel jelöli a besajtolás elvégzését. Az injektáló dugattyú beépítésénél is segítséget nyújt a táblázat, mert a csőtolódások hosszának bejelölésével mindig ellenőrizhető az injektáló dugattyú helyzete. A nyomtatvány egy példányban készül, csak belső használatra.

Befejezésül a 24. táblázaton a próbainjektálási jegyzőkönyv mintáját mutatjuk be.

A próbainjektálás jelentőségét és a próbainjektálás menetét ismertettük. Itt csak a kitöltés módját mutatjuk be, megjegyezve, hogy a próbainjektálást minden esetben az építésvezető rendeli el. A jegyzőkönyv fejrészét az előre szükséges adatokat az építésvezető tölti ki. A próbainjektálásnál a művezetőnek jelen kell lennie, neki kell az adatokat rögzíteni és az injektálási sebesség adatait a nyomás függvényében grafikusán felrakni. Az adatok birtokában az alkalmazható injektálási sebességet és a maximális nyomás értékeit az építésvezető határozza meg. Ez az adatlap is belső használatra készül.

Tekintettel arra, hogy két egyforma injektálási munka nincs, a szervezet kiépítésére, létszámra adatot közölni nem lehet. A szükséges létszám a feladattól, a felszereltségtől függően esetenként állapítandó meg.

22. táblázat

Munkohely.....197.....

INJEKTÁLÓ KÖZPONT JELENTÉSE

		Parsat etc.		Parsat etc.	
P ₁	Parsat sadm mamy sdp ind. rdy				
P ₂	Parsat sadm mamy sdp ind. rdy				
P ₃	Parsat sadm mamy sdp ind. rdy				
P ₄	Parsat sadm mamy sdp ind. rdy				
P ₅	Parsat sadm mamy sdp ind. rdy				
P ₆	Parsat sadm mamy sdp ind. rdy				
P ₇	Parsat sadm mamy sdp ind. rdy				
P ₈	Parsat sadm mamy sdp ind. rdy				
P ₉	Parsat sadm mamy sdp ind. rdy				
P ₁₀	Parsat sadm mamy sdp ind. rdy				

05.12.2021

23. táblázat

KIEMELÉSI JKV.

dátum: _____
Furat sz.: _____

szivattyú sz.: _____
Kiemelő: _____

dátum: _____
Furat sz.: _____

szivattyú sz.: _____
Kiemelő: _____

dátum: _____
Furat sz.: _____

szivattyú sz.: _____
Kiemelő: _____

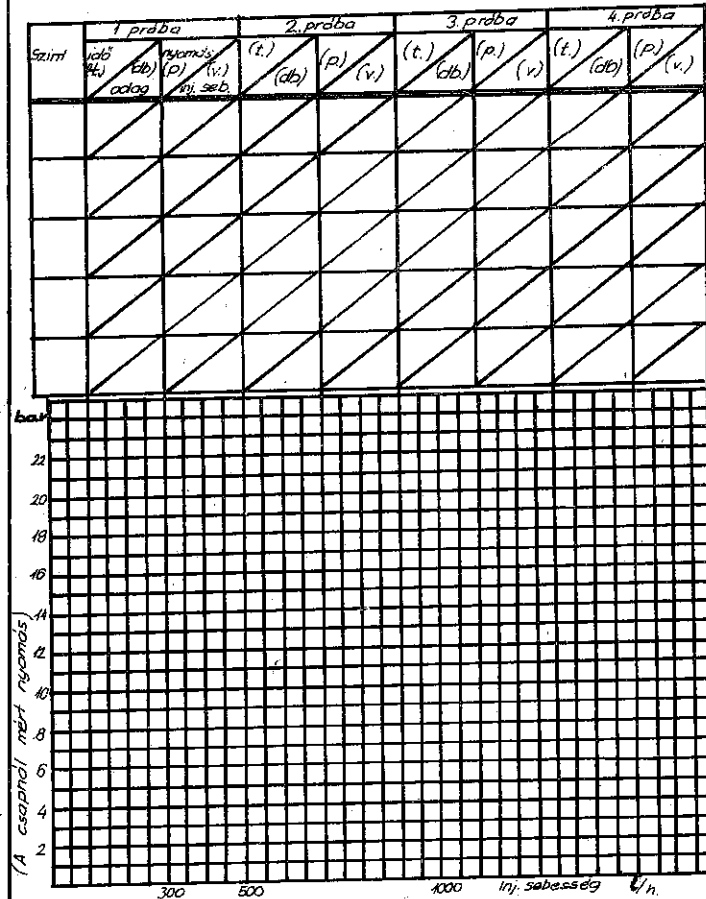
4	
3	
2	
1	
0	
9	
8	
7	
6	
5	
4	
3	
2	
1	
0	
9	
8	
7	
6	
5	
4	
3	
2	
1	
0	

4	
3	
2	
1	
0	
9	
8	
7	
6	
5	
4	
3	
2	
1	
0	
9	
8	
7	
6	
5	
4	
3	
2	
1	
0	

4	
3	
2	
1	
0	
9	
8	
7	
6	
5	
4	
3	
2	
1	
0	
9	
8	
7	
6	
5	
4	
3	
2	
1	
0	

24. táblázat
PRÓBAINJEKTÁLÁSI JKV

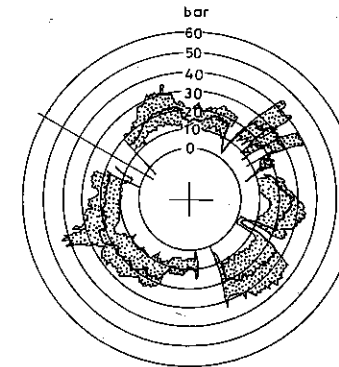
Munkahely:	Szivatgyű:	Gepteram vesi:
Izóna, Furoi vesi:	Fázis:	Csóp emelő:
Datum:	B-C injekciós Vált: igen - nem	ly dugattyú: cm.



6.5 A teljesítmény és a nyomás ellenőrzése

A szivattyúkat fel kell szerelni olyan mérőkészülékkel, mint a dugattyúk löketszámlálója, adagolókkal, teljesítménymérővel stb., hogy a teljesítményeket - amely néhány l/min.-tól több száz l/min.-ig terjedhet - mérni lehessen.

A teljesítményekkel összhangban, a nyomások alakulását is mérni és rögzíteni kell. Az értékeket grafikusan folyamatosan rajzoló nyomásmérő segítségével kördiagrammon rögzítik. Ezen mutat be példát a 94. ábra. Ezen kívül az injektálás helyén a nyomásmérés lehetősége is adott egy beépített nyomásmérővel. Itt csak olyan nyomásmérők alkalmazhatók, melyek nem érintkeznek közvetlenül a habarccsal vagy a géllel.



94. ábra

Nyomásokat rögzítő diagram

6.6 A felhasznált anyagok ellenőrzése

A felhasznált alapanyagok keretében elsősorban nem a cement és bentonit vizsgálatáról van szó, mert azok általában műbizonylattal kerülnek leszállításra. Ezeknél az anyagoknál csupán azt ellenőrzik szűrőpróbaszerűen, hogy a szállítmányokban lévő anyagok jellemző paraméterei megegyeznek-e a szerződésben előíratokkal. Az esetleg felhasznált homoknál meg kell határozni a homok szemszerkezetét, a fajlsúlyát és víztartalmát.

A vegyi termékek munkahelyre szállításánál különféle ellenőrzéseket kell végrehajtani. Ezekre a vizsgálatokra itt külön nem térünk ki.

A habarcsok vizsgálata kapcsán először a fűrésznál használt öblítőszap ellenőrzését kell elvégezni. Minden keverés alkalmával és a folyamatos felhasználásnál a Marsh tölszéses kifolyási idő mérését óránként kell elvégezni. A mérés eredményét külön űrlapon kell vezetni.

A fűrészből a műszak kezdetekor és a műszak végén mintát kell venni a már ismerttetett módon. A mintán fel kell tüntetni a dátumot, melyik műszakban készült és a mintavétel időpontját.

A telítő, szilárdító injektálásnál készített habarcsok minőségvizsgálatát is el kell végezni. Összefoglalva, az alábbi felsorolt vizsgálatokat kell végrehajtani:

- az alapanyagok adagolásának megszervezése mellett az egyes mennyiségek tervezett tömegének az ellenőrzését,
- a Marsh tölszéses kifolyási idő mérését, melyből következtetni lehet a viszkozításra,
- a sűrűség mérését és
- a szilárdsági érték meghatározását 7, 14, 28, 56 napos korban.

A gélek ellenőrzésénél a kötési idő, illetve az injektálhatóság figyelemmel kísérése érdekében szükséges, hogy minden 100 literes keverékből egy 2 dl-es pohárba mintát vegyenek és az adag bedolgozási ideje alatt annak viselkedését, állandóan figyeljék. Abban az esetben, ha az adag bedolgozása, illetve

a géplánccon való haladási ideje meghaladná az injektálhatósági időt, a géplánccal azonnal le kell állni és a már említett atmoszféra el kell végezni.

A keverékből vett mintákat műszakonként meg kell őrizni, a mintán fel kell tüntetni a keverés időpontját és a bedolgozás végének az időpontját is. Összefoglalva, a gélek vizsgálatánál a következő mérések elvégzése szükséges:

- a sűrűség /fajlsúly/ az adagolás ellenőrzésére,
- a kötési idő és
- a szilárdsági érték meghatározására.

Igen lényeges a habarcsok bedolgozásának az ellenőrzése is. A bedolgozás során vizsgálni kell, hogy a munkát az előírásnak megfelelően végzik-e, és a technológiai előírásokat betartják-e.

Függetlenül attól, hogy az injektálás, tehát a bedolgozás folyamata automatizált, az állandó felügyeletre és regisztrálásra szükség van.

6.7 Az injektálás eredményeinek ellenőrzése

A már idézett ME 117-74 előírás a minőségellenőrzéssel kapcsolatban a következőket rögzíti:

A kivitelezés során vizsgálni kell, hogy a szilárdított talaj jellemzők kielégítik-e a tervekben előírt követelményeket. A vizsgálatok kapcsán meg kell állapítani a szilárdított talaj törőszilárdságát, vízzárasi követelmény esetén a talaj vízáteresztőképességi tényezőjét is meg kell határozni. Ez történhet laboratóriumi vizsgálattal, vagy helyszíni ellenőrzéssel. A nagytömegű munkáknál a szilárdított talajból vett minták vizsgálata is szükséges lehet, míg a vízzárásági vizsgálatot az e szempontból legkedvezőtlenebb helyen kell elvégezni.

Amennyiben 500 m³-nél kisebb tömegű talajszilárdításról van szó, vagy a feltárásból való mintavétel aránytalanul magas költséggel jár, a szilárdítás eredményességét szondázás-

sal lehet ellenőrizni. A szondázás általában a szilárdság számszerű értékéről nem ad felvilágosítást, de összehasonlítva a szilárdítatlan talajban tapasztalt behatolási ellenállással, 3-5-szörös növekedés esetén a szilárdítás eredményes. 500 m³-nél nagyobb tömegű szilárdításnál a szondát helyszíni feltárással vett mintákkal összehasonlítva is ellenőrizni lehet.

Az ellenőrzést legalább három helyen, illetve 100 m³-enként kell végezni.

Amennyiben 500 m³-nél kisebb tömegű munkáról van szó, és a kivitelezésnél alkalmazott műszaki követelmények az előzetes próbaszilárdítás követelményeivel megegyeznek, úgy az utólagos minősítéstől el lehet tekinteni és az előzetes próbaszilárdítás az irányadó.

A vegyileg szilárdított talaj szilárdsági jellemzőit 28 napos korban kell vizsgálni. Az idő előrehaladtával a kezelt talaj szilárdsága általában még 10-20 %-kal növekszik.

Az előzőekből is kitűnik, hogy az injektálási munka jó-ságát igazoló ellenőrzés eredményes elvégzése igen nehéz. A legegyszerűbb módszer az, amikor megfigyelik, hogy a besajtolás után mi történik. Ennek az a hátránya, hogy az ellenőrzés mivel utólagos, az esetleges hibákat akkor mutatja ki, amikor annak javítására már nincs lehetőség.

A besajtolás ellenőrzésére számos módszert fejlesztettek ki. Ezt a cél szolgálja többek között a már bemutatott, adatok rögzítését szolgáló nyomtatványok stb. alkalmazása is.

6.7.1 Vízzárást igazoló vizsgálatok

A besatolás eredményességét - vízzárási cél esetén - külföldön a leggyakrabban a LUGEON-féle permeabilitási módszerrel végzik. Végeznek ezen kívül piezometrikus megfigyeléseket, gátak alatti vízzáró függöny építésénél pedig szivárgási vizsgálatokat is. A kivett minták vizsgálatánál kiegészítésként alkalmazzák a különböző színezési eljárásokat /előre bekeverve vagy utólag a kivett minta felületére permetezve/.

A kész injektálás minőségének vizsgálata lehet pontszerű, ahol nagyszámú kísérletet végeznek. Ilyenkor a kialakított furatok egy részét szűrőkutakká építik ki és a furat kezeletlen talajban elhelyezkedő részét teljesen vízzáróan alakítják ki béléscsővel. Ezekben a szűrőkutakban a kísérlet történhet víz hozzáadásával, nyeletéssel vagy pedig szivattyúzással. Így a valósághoz közelebb eső áteresztőképességi értéket lehet kapni. Ez az érték is csak az adott helyen igaz; ahhoz, hogy az injektált tömbre vonatkozó adatot kapjunk, nagyszámú kísérletet kell elvégezni.

Az injektálási munka megfigyelésére mint pl. egy Rhinai vagy egy Dunakiliti méretű munkagödör esetén a piezométer csövek kiosztása 5000 m²-enként történhet, de a munkagödör kiemelése előtt kisebb területen földkiemelési és víztelenítési próbát célszerű elvégezni.

Kisebb méretű munkagödör fenékinjektálása jóságának ellenőrzésére - költségmegtakarítási céllal - a munkagödört kazettákra szokták osztani és így vizsgálják az egyes kazettához tartozó fenékrész vízzáróságát. A tapasztalat szerint ha egy-egy ilyen kazetta alapterülete 3000 m² körüli, már gazdaságos a lehatárolás elvégzése. Ezzel a módszerrel olcsóbb az esetleges hibák megtalálása és kijavítása, mint a teljes területen keresni a hiba forrását. A talajvízszint mozgásának észlelésével, szivattyúzott vízmennyiség változás észlelésével stb. lehet a hibákra következtetni. A hiba keresését pl. kizárásos alapon az érintett felület csökkentésével vagy más módon lehet elvégezni, de mindegyik megoldás nagyon költséges. Ezért kell az injektálást szakszerűen elvégezni és minden adatot pontosan rögzíteni és értékelni.

Az itt tárgyalt szigetelt munkagödör földmunkájának elvégzése és a talajvízszintnek a tervezett mértékig való le-süllyesztése után újra kell vizsgálni az átlagos áteresztőképességi együtthatót. Ugyancsak külföldi tapasztalat szerint 1000 m² fenékfelületre számítva az átszivárgó víz mennyisége ha az 5-10 l/s értéket nem haladja túl, az injektálás elfogadhatónak tekinthető.

6.72 A keverékek színezése

A keverékek általában más színűek, mint a talaj. A különbség mégsem elég ahhoz, hogy a finom beinjektált hasadékokat a sziklába fúrt magmintájából, vagy pedig a kutatógödör falain ki lehessen mutatni.

Például szilikagéllal /szintelen/ injektált finom homokból kivett minta hézagainak telítése úgy mutatható ki, hogy a felületre fenolftalein alkoholos oldatát permetezik. Az alkohol elpárolgása után - tekintettel arra, hogy a gél lúgos kémhatású - a felület piros-ibolyaszínű lesz. A gél jelenléte tehát látható lesz. Ezt a módszert kisebb gödör vagy akna falán végzett vizsgálatoknál is lehet alkalmazni. Ha a bemutatott módszertől el kívánunk térni, úgy a keveréket annak beinjektálása előtt kell színezni. Erre két módszert szoktak alkalmazni:

- vagy a teljes keveréket színezik, vagy
- a keveréket színező anyaggal jelölik meg.

Az alkalmazott anyagok részben vízben oldhatók, részben oldhatatlanok, de egyiknek sincs hatása a keverék tulajdonságára.

Az egész keverék színezésére megfelelnek az olyan színezőanyagok, mint pl. a fluoreszcein, eozin, rodamin stb. Ezeknek a termékeknek saját színükön kívül fluoreszkáló tulajdonságuk is van. Tehát ha ibolyántúli fénysugárral világítják meg, éjjel is felismerhető. A festékek, amelyeket a keverék nagy és kis szemcséi különféleképpen abszorbeálnak, még azt is lehetővé teszik, hogy elosztásukat különféle szemcsefrakciók szerint megfigyeljék. Festésre színes ásványi porokat is használnak, pl. vasoxidot /vörös vagy narancssárga/, króm söt /zöld/ vagy réz söt /kék/.

Ezek a festékek nem mindig jelennek meg határozott formában, némelyiket ibolyántúli fénysugárral lehet láthatóvá tenni.

A kutatások során jutottak el oda, hogy a keveréket olyan színezőanyaggal jelölik meg, amely alkalmas arra, hogy azt a fúrólyuk fúrási anyagában is ki lehessen mutatni, tehát nem szükséges magmintát venni.

A keverék teljes színezése nem feltétlenül szükséges, elég ha a színeződést könnyen ki lehet mutatni. Kis adagban kimutathatók pl. az organol-ok. Ezek a színezőanyagok piros, zöld vagy sárga színűek. Az organol-ok vízben oldhatatlanok, de bizonyos szerves oldószerben oldhatók, mint pl. a trikoltilénben, vagy benzolban, tehát könnyen meg lehet őket határozni a kifúrt anyagban. Szükséges esetekben 10 mg-ot ki lehet mutatni egy liter kifúrt agyagban.

Szükség esetén ezekkel a festék kísérletekkel megközelítő mennyiségmérés is elvégezhető.

6.73 Radioaktív nyomelemek

Színezőanyagok helyett radioaktív nyomelemeket is lehet alkalmazni a keverék megjelölésére. Ezeknek nem szabad a keverék tulajdonságait módosítani. Előnyük, hogy könnyen észrevehető, sőt követhető, hátránya, hogy viszonylag kicsi az élettartama /néhány hét/.

A folyékony injektálókeverékhez folyékony állapotban adják azokat szuszpenzió formájában, adott esetben adagolása finom por formájában történhet. A keverék terjedésére a telítés hatásosságának megállapítására Geiger számlálót alkalmaznak. A műszert a fúrólyukba is le lehet engedni észlelés céljára. Ezzel a módszerrel - úgy, mint a festékek alkalmazásával - meg lehet állapítani az injektált tartományok határait és a telítés mértékét /19/.

6.74 Egyéb módszerek

A megfigyelésen kívül számos más módszer is ismert, ezek közül egyik ilyen a magmintavétel magmintafúró berendezéssel. Az így kivett mintákon különböző vizsgálatok végezhetőek el az igényektől függően. Ez a módszer csak abban az esetben használható, ha ténylegesen kivethető a magminta. Vannak olyan injektált tartományok, melyeknek szilárdsága nem elégséges

ahhoz, hogy magmintát lehessen venni. Ebben az esetben ez a módszer nem alkalmazható. Ilyenkor a széles körben elterjedt és alkalmazott ellenállás-mérés ad lehetőséget az ellenőrző vizsgálatok elvégzésére.

Az elfogadható eljárások közé sorolhatók a dinamikus és statikus szondázások. Ezzel a módszerrel gyorsan és egyszerűen lehet a helyszini vizsgálatokat végrehajtani.

A tömörség /szilárdság/ vizsgálatára használható ütőszondák típusát a kiadott szabványok határozzák meg. Általában 4-50 kg súlyú kos 40-50 cm-ről való leejtése hatására elért behatolást, illetve meghatározott behatolás eléréséhez szükséges ütésszámot határoznak meg. Egyik ilyen talajvizsgálati eszköz a nehéz verőszonda. E verőszondát 1965-ben szabványosították. Az MSz 2635-65 sz. szabvány építmények tervezésénél alkalmazható, helyszini talajvizsgálati módszer fogalmát olyan eljárásban határozza meg, amely legalább 40 mm átmérőjű kúpot ütésenként legalább 1500 Nm munkával ver a talajba.

Világszerte törekvés tapasztalható a helyszini vizsgálatok számának és mennyiségének növelésére. Ehhez nyújt segítséget a statikus szondaberendezés. Ilyen a szovjet gyártmányú Sz-832. sz. típusú talajszondázó berendezés, melyet GAZ-69 vagy ZIL-157 típusú gépkocsira szerelve üzemeltetnek /1/.

7. SZERVEZÉS

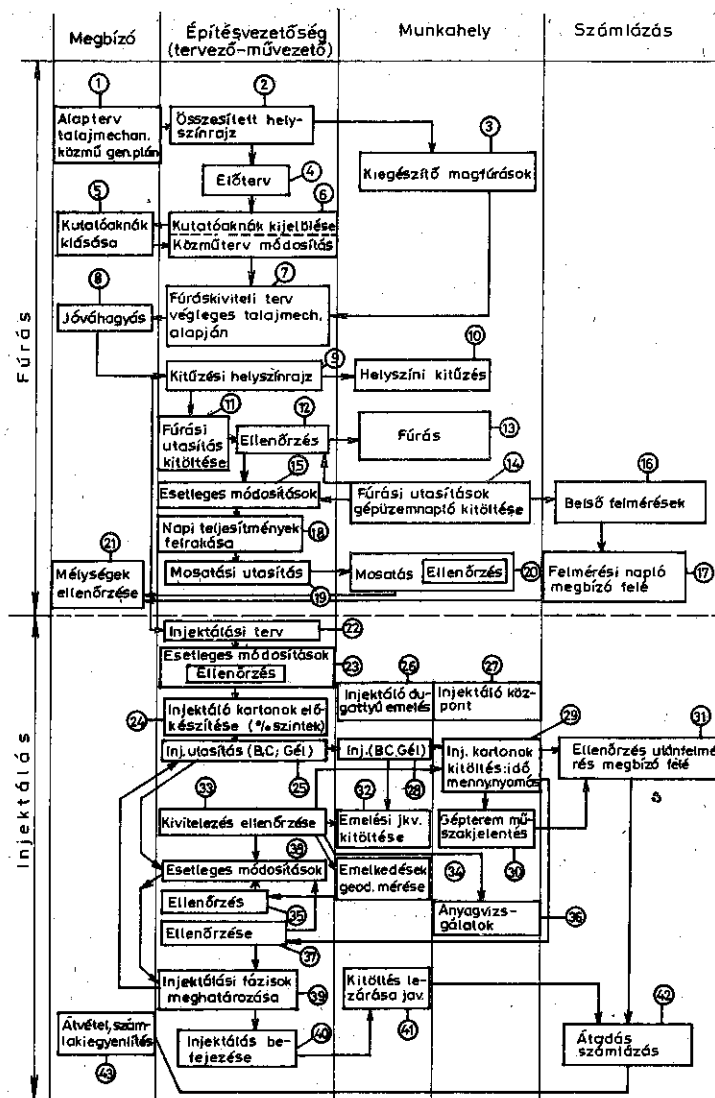
Jelen fejezetben bemutatjuk a SWIBO cég /Soletanche cég osztrák leányvállalata/ egyik bécsi építésvezetőségén végzett, a munkát rögzítő folyamatát /95. ábra/. Ez teljes áttekintést ad a munka kezdete és befejezése közötti időszak tennivalóiról. Azoknál a feladatoknál, ahol a munka elvégzését igazoló adatait rögzítő nyomtáványt is felhasználnak, azokat is bemutatjuk.

Az ábrán négy oszlop van. Az elsőben a megrendelő feladatait soroltuk fel, a második oszlopban az építésvezetőség műszaki dolgozóinak a tennivalóit rögzítettük, a harmadik oszlopban az injektáló munkahely, míg a negyedikben az irodavezető /önelszámolás vezető/ feladatait tüntettük fel. A folyamat-ábra magyarázatához könnyítésül az egyes részfeladatokat sor-
számoltuk. Az ismertetésnél ezekre hivatkozunk /16/.

Az 1-21. sorszámú kocka a fúrási, a 22-43. sorszámú kocka az injektálási tevékenységet és az ehhez kapcsolódó feladatokat jelöli.

A munka azzal kezdődik /1/, hogy a megbízó az építésvezetőség részére átadja a létesítmény alapidokumentációját, a talajmechanikai feltáró furatok adatait, a talajfizikai jellemzőket, a furatok alapján készített geológiai metszeteket, a közműtervet, stb. Ezeknek az adatoknak a birtokában elkészítik a /2/ részletes, a tárgyalt esetben az alagut tengelyére szerkesztett geológiai talajmechanikai hossz-szelvényt, továbbá egy olyan rétegvonalas helyszinrajzot, mely a vízzáró fekvő síkjában rétegvonalakkal tünteti fel a fekvő felszínének változását. Ennek léptéke $M = 1:200$. A helyszinrajznak az $M = 1:100$ léptékűre nagyított lapjára rakják fel a furatkiosztáshoz tartozó raszterhálót a 46. ábrán bemutatott módon. Az így feldolgozott adatok alapján jelölik ki szükség szerint a további feltáró-kiegészítő fúrások helyét.

A kijelölés alapján végzik /3/ a további - szükség szerint - talajmechanikai feltárást.



95. ábra
Injektálási szilárdítási munka folyamata

Az adatok birtokában kidolgozzák az előtervet /4/. Az előterv ismeretében határozzák meg azokat a helyeket, ahol a kutatóárok lemélyítésére szükség van. A jelölt helyeken a megrendelő elkészítteti a kutatóárokakat /5/.

Az árok kinyitása után az építésvezető a megrendelő képviselőjével közösen rögzíti a közművek vízszintes és magassági adatait /6/. Az eredmények alapján helyesbítik a megrendelőtől kapott közműterv adatait.

A feltárás adatainak ismeretében az építésvezetőség elvégzi az előterv felülvizsgálatát és a tervet véglegesíti /7/.

A végleges tervet jóváhagyásra /8/ bemutatják a megrendelőnek. A tervnek tartalmaznia kell:

- a helyszínrajzot /közmű, geológiai, geodéziai, épület-alapok stb./,
- a metszeteket $M = 1:100$ /épület jellemző alapmetszetei, pince padlószint, közművek helye stb./; itt a raszter adatai is szerepelnek már/, és
- a legyezők terveit.

Az 1.-8. pontban ismertetett adatok birtokában készítik el a végleges kitűzési helyszínrajzot /9/ $M = 100$ -as léptékben.

A végleges helyszínrajz alapján tűzik ki /10/ a gép forgáspontján átmenő függőleges dőléspontját az adott munkaszinten.

Ezzel egyidőben készül el a fúrási utasítás /11/, amit a 17. táblázaton már bemutatunk.

Az ellenőrzés elvégzése után a 17. sz. nyomtatványt kiadják a fúrási /13/ munkahelyre.

A fúrással egyidőben a munkának ebben az ütemében tölti ki a fúrómaster az előírt nyomtatványokat /14/. Ezeket a nyomtatványokat a 12. pont alatt említett egyeztetéskor ellenőrzik. Amennyiben az ellenőrzés után szükség van módosításra, azt végrehajtják /15/.

A módosítást követően végzik el a belső felmérést /16/. A felmérés adatainak összesítésére a 18. táblázaton mutatunk be mintát. Ezt követően elkészítik a jegyzőkönyvek alapján a felmérési naplót /17/, amire a 25. táblázaton mutatunk be mintát.

25. táblázat

Dátum: 1975.04.16

Lap sz.: 1

Munkahely: NESTROV PLATZ
Prater strasse / Keller

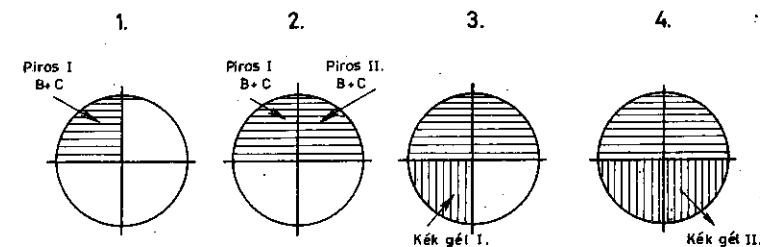
Felmérési napló sz. 84

Furat			Teljesítmény				Gél	Szakasz
Szám	Mélység	Beton	250 l/h alatt	cement-bentonit 250-400 l/h	habarcs 400-500 l/h	500-700 l/h		
97-24	13,80						Kemény vagy lágy gél (ha gél és B+C injektálás van úgy két lapot töltenek ki)	
97-25	13,70							
97-26	14,30							
97-27	16,90							
97-28	18,00							
97-29	17,70							
98-21	13,20							
98-22	13,50							
98-23	14,10							
98-24	13,70							
Össze- sen:	148,90							
Bentonit:								
Cement:								
Összesen:								
(tömeg)								
Megbízó írja alá			Városi Tanács Műszaki Oszt.		Városi Tanács Pénzügyi Oszt.			

A teljesítmény igazolása

Minden nap egy körtárcsában meghatározott jelkulccsal jelölik a helyszínrajzon /lásd 96. ábra/ az előrehaladást. Ez egyben a napi teljesítményeket is képviseli /18/.

- a habarcs /B + C/ injektálás első fázisát piros színnel jelölték a tárcsa első negyedében; ha szükség van
- a habarcs /B + C/ injektálás második fázisára is, azt piros színnel jelölték a tárcsa második negyedében.
- A gél injektálás első fázisát a tárcsa harmadik negyedében jelölték kék színnel és ha szükséges,
- a gél injektálás második fázisát is jelölik a tárcsa negyedik negyedében ugyancsak kék színnel.



96. ábra

Körtárcsás jelölési módszer

Körtárcsában jelölték

- sárga színnel /a tárcsa egynegyedében/, ha az injektálócsövet is kitöltötték habarccsal /B + C/, ha a csövet üresen hagyják, a tárcsa negyedét fehéren hagyják
- zöld színnel jelölték a kör második negyedét, ha habarcs /B + C/ besajtolás nem történt.

A többi jelölés értelemszerűen azonos az előzőekben ismertetettekkel.

Az injektálócső behelyezése után készül a mosatási utasítás /19/ /lásd 19. táblázat/. Ebben a munkafázisban hajtják

végére a mosatást /20/ és egyben meghatározzák a tényleges in-
jektáló csáp mélységét is. Ha minden a terv szerint készült,
következik a mélységek ellenőrzése /21/.

Ennek keretében a megrendelő szűrőpróbaszerűen ellenő-
rizte a furatok mélységét, igazolta a furatok elkészültét és
azok mélységét. Ezzel a fúrási tevékenység befejeződött és
megkezdődött a besajtolás.

A munkának ebben a fázisában készült az injektálási terv
/22/ és meghatározzák a besajtolási lépcsőket. Erre az 51.
ábrán mutattunk be példát.

A terv készítését követően hajtották végre azokat az
esetenként szükséges módosításokat, melyek munka közben me-
rültek fel /23/.

A 11. és 12. táblázaton mutattuk be az injektálási terv
kidolgozott lapját, mely minden szükséges adatot tartalmaz
ahhoz, hogy a behatolás elkezdhető legyen. A 23. pontban
ismertetettek alapján ha további módosításra van szükség, a
11., 12. táblázat adatait át kell dolgozni, vagy ki kell
egészíteni. Elő kell készíteni a besajtolást /24/.

Az injektálási munkaterv /lásd 21. táblázat/ az injek-
tálás menetének műszakonkénti programját tartalmazza /25/.
Ennek alapján határozzák meg az injektálócső emelésével kap-
csolatos temivalókat /26/ az egyes ütemek meghatározásával
és az injektáló gépházban végzett munkák /27/ egyes fázisait
tüntetik fel. Az előzőekben bemutatott folyamat két külön
feladatkörrrel bővül, amit a továbbiakban figyelembe veszünk.
A legyező egyes furatain keresztül végzendő besajtolásra meg-
történt a felkészülés /28/.

Ebben a munkafázisban töltik ki a 11. táblázatban bemu-
tatott injektálási terv nyomtatványt /29/ a 12. táblázat-
ban bemutatott módon.

Az injektáló központban végzett munka műszakonkénti
jelentését /22. táblázat/ készítik el /30/.

Ugyancsak az előzőekkel egyidőben töltik ki a 26. táb-
lázaton bemutatott "laboratóriumi jelentés" c. nyomtatványt
is.

A 29. és 30. pont alatt bemutatott nyomtatványok ada-
tai alapján elkészítették a megbízó felé a felmérést /31/.
A felméréshez rendszerezített nyomtatványt a 25. táblázat
szemlélteti.

26. táblázat

Laboratóriumi jelentés

19... év hó ... nap

A gél kötésideje					
M I. /I. in- jektáló pult	injektáló központban	H			
		T			
	I. injek- tálócső- nél	H			
		T			
M II. /II. in- jektáló pult	II. injek- tálócsőnél	H			
		T			
	II. injek- tálócsőnél	H			
		T			

H = mintavétel időpontja T = közelítő kötésidő

Cement-bentonit habarcs			
Mintavé- tel idő- pontja			
Fajsúly /g/			
Viszko- zítás sec vagy cP			

Sziklagél			
Mintavé- tel idő- időpontja			
Sűrűség /g/			
Hőmérséklet /C°/			
Baume fok /B°/			

Az injektálásra előkészített csőben az injektálási művelet csak akkor kezdhető meg, ha a szükséges adatok rögzítésére az emelési jegyzőkönyv /32/ már rendelkezésre áll /23. táblázat/.

A munkaterületen a műszakvezetők elvégzik a szükséges ellenőrzéseket /33/, szűrőpróbaszerűen megvizsgálják, hogy a tervezett adatok megegyeznek-e furatnál dolgozók által rögzített adatokkal. Az adatok ellenőrzésénél a furat és a gépház között rendszeresített telefonösszeköttetés van, és így minden adat külön is ellenőrizhető /pl. szivattyús szám, furatszám, mélység stb./. Ellenőrizni lehet továbbá az egyes anyagok injektálási idejét, sebességét, a nyomást stb. Az injektálás ideje alatt külön előírás szerint kell a külterületen és a belterületen a környezet mozgását ellenőrizni /34/. Az esetleges mozgások regisztrálásánál az építésvezetőség új vizsgálatot végez /35/, amennyiben az emelkedés veszélyessé vált, új tervet készít, vagy az injektálási munkát lassítja.

A munkának lényeges részét képezte az előzőekben már ismertetett anyagvizsgálat /36/.

Az injektálással kapcsolatos minden előírás szerinti nyomtatványt az injektálás helyéről a műszak végén az építésvezetőségre be kell vinni, ahol az adatokat összehasonlítják és az esetlegesen előforduló hibák kijavítására megteszik a szükséges intézkedéseket /37/. Tehát egy újabb ellenőrzést végeznek.

Az ellenőrzés után az esetleg szükséges termódosítást az építésvezetőség tervezője azonnal elvégzi /38/.

Amennyiben az ellenőrzésnél kiderül, hogy további injektálásra van szükség /39/, a módosítást végrehajtják és utána a műveleti sort tekintve a munkát a 25. sz. ütemhez kell visszautalni és a már ismertetett módon a teljes műveletet meg kell ismételni. Ezután fejeződik be az injektálás /40/.

A besajtolás befejeztével /41/ az injektálócsövet külön - a furat aljától kiindulva felfelé - is kitöltik cementes habarccsal.

A bécsi munkahelyen azért töltötték ki az injektálócsöveket habarccsal, mert a gyakorlat azt mutatta, hogy az el-

készült szakaszok pontosak és hibátlanok voltak, tehát a végzett munka minőségileg megfelelő volt és a csövek elvágása után az alagútból a levegő nem szökött meg.

A kész munka elszámolásához /42/ elvégzik a felmérést.

Munka közben a legyezők adatait külön-külön ellenőrizték. Minden legyező lapját igazoltatták a megrendelő megbízottjával /műszaki ellenőrrrel/. Az összesítés után készül el a számla és a teljes munka átvétele megtörténik /43/. Ezután egyenlíti ki a megrendelő a számlát.

8. AZ INJEKTÁLÁS ALKALMAZÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI

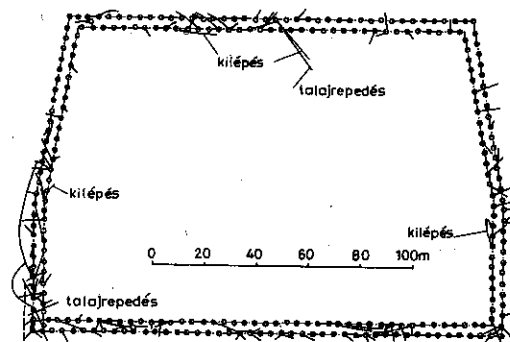
Az ismertetett injektálási eljárás a víz- és mélyépítő-ipar számos területén alkalmazható eredményesen. Az eljárás alkalmazása a következő témák köré csoportosítható:

- munkagödörök körülzárása az oldalfalak állékonysága, illetve a fenék lezárása a vízzárás érdekében; talajfolyás, kiüregelődés, roskadási tölcseér kialakulásának megakadályozása;
- föld alatti vízzáró függönyfalak létesítése, föld alatti terek, pincék víztelenítése, kutak homokolásának megakadályozása;
- építmények esetében a talaj terhelhetőségének növelése az összenyomódás csökkentésére vagy a talajtörés megakadályozására, az építmények állékonyságának utolagos biztosítása mellé építések, alapmélyítések, épületkárok esetén;
- akna- és alagutépítési, szekrényszüllyesztési, bányászati munkálatok során folyós rétegeken való áthatolás, főtebiztosítás, hátürkitöltés, tömedékelés, vízkizárás;
- sziklafalak, repedezett vagy mállott kőzetek megerősítése;
- gépalapozások esetén a talaj dinamikus érzékenységének csökkentése, az együtt rezgő tömeg megnövelése;
- cölöpök vagy cölöpcsoportok teherbírásának megnövelése;
- támfalak és bélésfalak állékonyságának fokozása; /8/.

Az injektálási módszer ismertetése kapcsán bemutattuk azt a munkafolyamatot, melynek elvégzése után biztosított a különböző céllal végrehajtott besajtolás hatásos működése. Az eddigiekben nem volt szó azonban a terep közeli mélységek telítéséről. Az ismertetett módszer alkalmazási lehetőségeinek bemutatása előtt említést kell tenni a kis mélységű injektálásról is.

A felület közelében pl. 5-8 m mélyen levő rétegek injektálása eléggé kockázatosnak tekinthető, mert nagyon könnyen előfordulhat, hogy a tervezett injektáló tartományból a besajtolt anyag a terepre tör fel. Ez az eshetőség kis mélységek esetén szükségessé teszi a sűrű csápkiosztást és a kis sebesség és nyomás mellett végzett injektálást. Az elmondottak indokolják a megfelelő tapasztalat hiányában a gondosan előkészített próbainjektálások elvégzését. Az eredmények alapján az injektálás megfelelően tervezhető és a feltörések egyes esettől eltekintve elkészíthetők. Ezen kívül még az a módszer is alkalmazható, amikor az érintett területet az injektálás időszakára leterhelik a szükséges vastagságú földréteggel. Az a mélység, amelyben még az injektálás eredményesen hajtható végre, a talaj szerkezeti felépítésétől függ. A tapasztalat azt mutatta, hogy az az injektálás, amelyik 3 méter mélységben 20 bar nyomással kilépés nélkül végrehajtható, kivételnek kell tekinteni.

Ha jól végzik az injektálást, 5-8 m-es mélységek mellett ritkán kerül sor a feltörésre. Ez csak akkor fordulhat elő, amikor az injektálás nem jól sikerült. A kilépések általában az injektálás közvetlen közelében törénnek meg, de előfordulhat az is, hogy a feltörés 30-40 m-re vagy ennél is nagyobb távolságban következik be a besajtolás helyétől. A kilépés megszüntetésének egyik módja az injektálás szüneteltetése addig, amíg a besajtolt anyag megszilárdul /a kötési idő végéig/. Ha telítő vagy csak vízzáró céllal készül az injektálás, ezeken a helyeken anyagot kell váltani. Olyan anyagot kell besajtolni, amelyik megszilárdul, mert ezzel a kilépés helyén a hiba kijavítható. Ezek közül a műveletek közül egyiket vagy másikat minden egyes kilépés esetén el kell végezni. Az előzőekben tárgyaltakra például a 97. ábrán mutatunk be /19/. A példán egy munkagödör injektált függőnnyel való körülhatárolása látható.



97. ábra

Kilépések az injektálási munka folyamán

A feladatok végrehajtásánál előfordulhat olyan eset is, amikor földcsuszamlásoknál, hidraulikus talajtöréseknél vagy firss feltöltésekben kell injektálni. A besajtolás ilyen esetben nagyon nehezen oldható meg, mert az injektálandó keverék a nyomás hatására azonnal felszakítja a talajt. Ennek elkerülésére jó eredménnyel alkalmazták a különböző kis viszkozitású gyantás anyagokat. Ezeket kis nyomáson juttathatják be a kitöltendő tartományba anélkül, hogy az terepen kilépne. A következőkben az alkalmazás lehetőségeit ismertetjük.

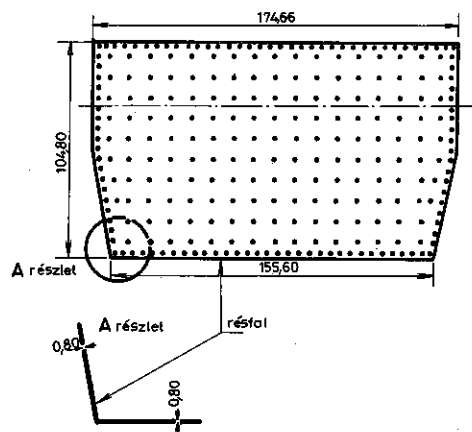
8.1 Besajtolási munkák földkiemelés nélkül vagy a földkiemelést megelőzően

8.1.1 Vízzóró injektálások

A vízzáró injektálás lehetővé teszi a munkagödörök függőleges és vízszintes lezárását és megakadályozza a gátak alatti átszivárgásokat, vagy azok mértékét csökkenti. Az említett megoldás biztosítja a földkiemelést úgy, hogy a munka feltételei megteremthetők legyenek és a környezetet ne veszélyeztesse.

Elsőnek a munkagödörök oldal és fenéklezárására mutatunk be példákat.

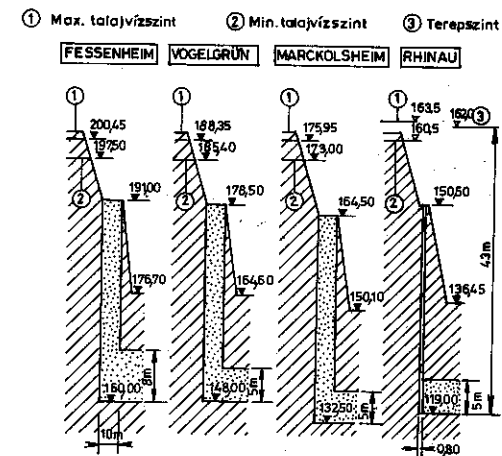
Az Elzász főcsatornán épített vízlépcsőknél alkalmazták a munkagödör függőleges és vízszintes lezárását. A kialakított munkagödörök közül a rhinai műtárgy munkagödör alaprajzát mutatjuk be /98. ábra/ azért, mert itt a függőleges lezárásra már az egyszerűbb és gazdaságosabb részeléses megoldást alkalmazták.



98. ábra

A Rhinai vízerőmű munkagödör lezárás alaprajza

A 99. ábrán az említett munkagödörök jellemző metszeteit mutatjuk be a méretek feltüntetésével. Ez megítélésünk szerint jó összehasonlítást nyújt egyben a fejlődésre is /30/.



99. ábra

A négy vízzáró teknő összehasonlítása
/részletek/

Az Elzász csatornán alkalmazott megoldáshoz hasonló módszert választottak a dunai vízerőmű rendszer bősi üzemi vízcatornás erőmű és hajószilip munkagödrének kialakításánál is. A munkagödör körülhatárolása résfüggőnnyel, a munkagödör fenéklezárása injektálással készült. A résfüggőny anyaga önszilárduló habarcs volt.

A munkagödör kialakítására jellemző mennyiségeket a 27. táblázat tartalmazza.

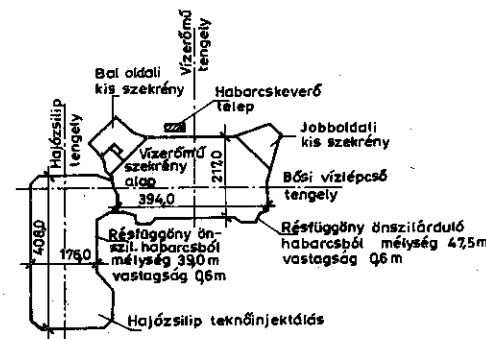
27. táblázat

Munkagödör kialakítás jellemző mennyiségei

Jellemző adatok	Vízierőmű	Hajózsillip	Összesen
<u>Résfűgőny</u>			
felület m ²	84.330	45.440	129.770
mélység m	47,5	39,0	-
vastagság m	0,6	0,6	-
<u>Injektált teknő</u>			
furatok /csápok száma db/	2.250	2.060	4.310
összes hossz m	123.010	94.580	217.590
injektált felület m ²	99.230	91.850	191.080
injektált vastagság m	7	5	-
telített térfogat m ³	694.580	459.270	1.153.850

A 100. ábra az említett két munkagödör alaprajzi elrendezését, a 101. ábra vízierőmű és a 102. ábra a hajózsillip metszetét szemlélteti /31/. A teknő injektálásánál kialakított fenék tervezésénél alapelvként a 10. ábrán és a hozzá tartozó szöveges részben bemutatott módszert alkalmazták.

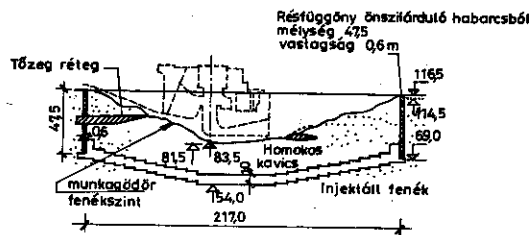
A fenéklezárás tehát olyan mélységre került, hogy az injektált réteg és a munkagödör kiemelése után bent maradó kavicsréteg vastagsága együttesen egyensúlyt tartson a külső maximális víznyomással.



100. ábra

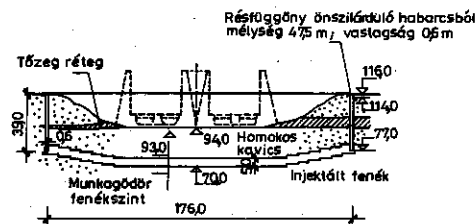
A bósi /Gabcikovi/ vízlepcső és hajózsillip munkagödör alaprajzi elrendezés

Az ismertetett megoldásokon kívül kis vastagságú munkagödör lezáró lemez is készíttetek. A lemez vastagsága kb. 1 m-es volt. /103. ábra/ Ezt a megoldást azonban különböző biztonsági okokból elsősorban a tervezési bizonytalanságok és az építési pontatlanságok miatt nem javasolják /32/.



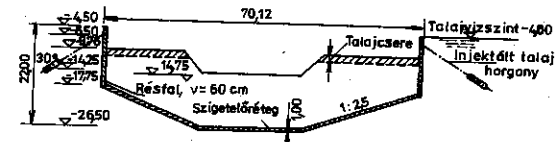
101. ábra

A vízerőmű munkagödrének jellemző metszete



102. ábra

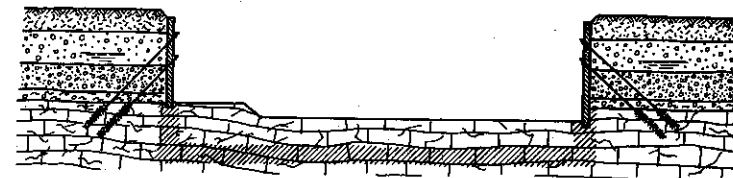
A hajózsilip munkagödrének jellemző metszete



103. ábra

Vékony injektált réteg beépítésével kialakított vízzáró teknő /komputer központ: Amstelveen/

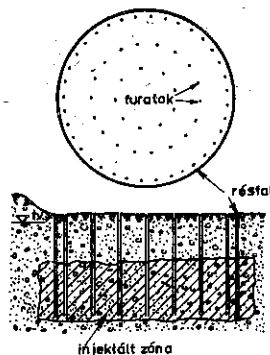
Befejezésül még egy munkagödör kialakítását szemléltető megoldást mutatunk be a 104. ábrán, Itt a munkagödörnek olyan elrendezése látható, melynek függőleges lehatárolása réseléssel történt, és a részfalat két sorban kihorgonyozták. Ehhez csatlakozik egy, a repedezett sziklában elhelyezkedő vízszintesen injektált fenékmező.



104. ábra

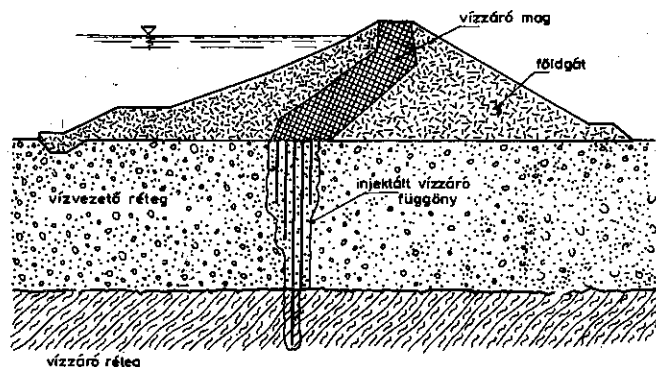
Vegyes szelvényű munkagödör kialakítás repedezett kőzetben

A 105. ábra egy kör alakú munkagödör metszetét szemlélteti, melynek oldal lehatárolása részfallal, a fenék lezárása injektálással történt. Erre minden olyan esetben szükség van, amikor a függőleges fallal - gazdaságosan - nem érhető el a vízzáró réteg /33/.



105. ábra
Részfállal körülhatárolt
munkagödör fenéklezárása
injektálással

A vízzáró injektálások lehetővé teszik a vízzárófűgő-
nyük létrehozását abban az esetben is, amikor a vízzáró fekü
gazdaságosan el nem érhető mélységben van. A 106. ábrán egy
gátalap alatti vízvezető réteg injektált lezárására készült
függőny kialakítására mutatunk be megoldást /33/.



106. ábra

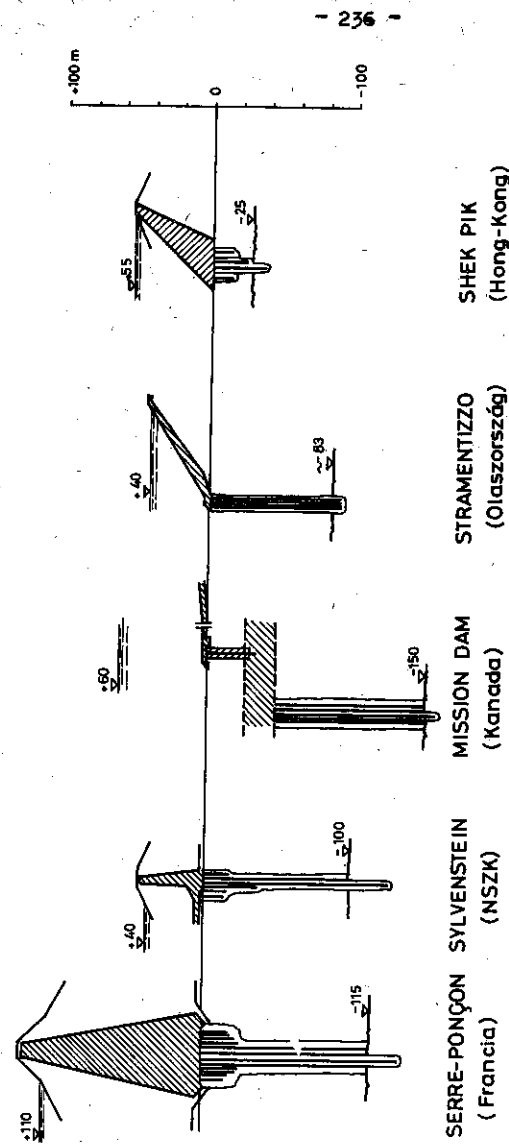
Földgát alatt kialakított injektált függőny

A korábban már említett /Serre-Ponçon/ gát vízzáró függő-
nyének megépítése után a gát 1960-ban történi üzembehelyezését
követően folyamatosan végezték a kiépített piezométeres rend-
szerrel megfigyeléseket. A megfigyelések eredményei alapján
megállapítható, hogy az injektált függőnyön az átszivárgás
mértéke jelentéktelen, és a töltéstest alatt a talajvízszint
is a tervezett határok között maradt. Az eredmények ismereté-
ben számos injektált alatalaj lezárást végeztek. Ezek közül a
jellemzőbbeket a következő ábrákon mutatjuk be /107. ábra/.
A gátak közül az elsőről már volt szó, a következőkben a külön-
böző gáttípusokra jellemző mennyiségeket közlünk:

- A sylvensteini gát az Isaaron épült, magassága 40 m,
5200 m² injektált függőnyt készítettek. A legmélyebb
injektált furat 120 m a terepszint alatt.
- A Mission Dam gát a Bridge River-en épült, magassága
60 m, injektált felület 6200 m² és a vízzárófűgőny leg-
mélyebb pontja 150 m alatt volt. Itt egy kétlépcsős meg-
oldás látható, kihasználva a közbe ékelődött vízzáró
réteg előnyeit.
- A Stramentizzo gát magassága 50 m, 11000 m² felületű és
85 m maximális mélységű besajtott függőny készült.
- A Shek Pik gátnál 8500 m² injektált függőnyt alakítottak
ki.

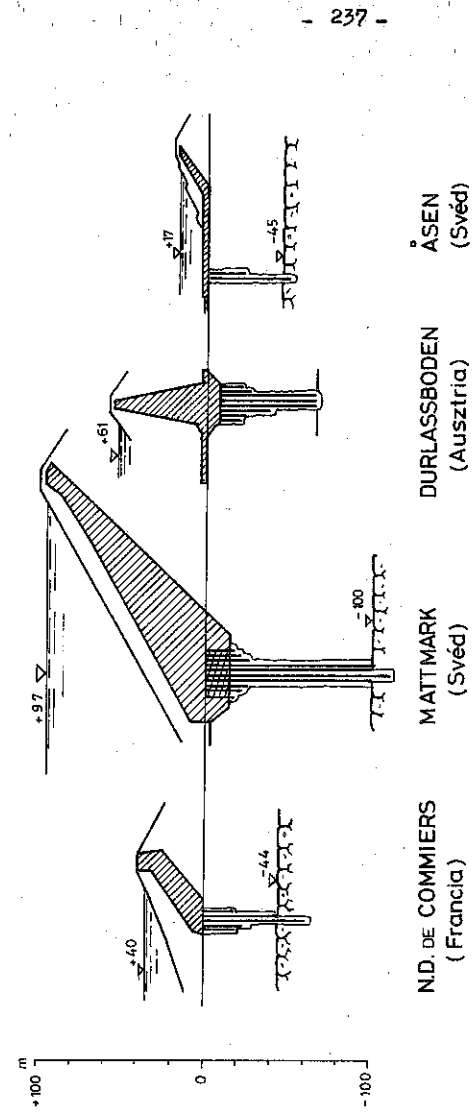
A jellemző gáttípusokra további példa a 108. ábrán látható.

- A Notre Dame des Commiers-i gát a Darc folyón épült,
magassága 40 m; az injektálás legmélyebb pontja 60 m,
a kialakított felület 7000 m².
- A Mattmark-i gát a Visp vízfolyáson készült az átíttatott
felület 20.000 m² és a legmélyebben telített pont 150 m.
- A Durlassboden-i gát magassága 60 m, a kialakított víz-
záró felület 12.000 m², a maximális mélység 75 m.
- Az Ásen-i gát vízzárófűgőnyre - melynek felülete 13.000
m² - nem közvetlenül a gát vízzáró magjához, hanem a
vízzáró paplanhoz csatlakozik.



107. ábra

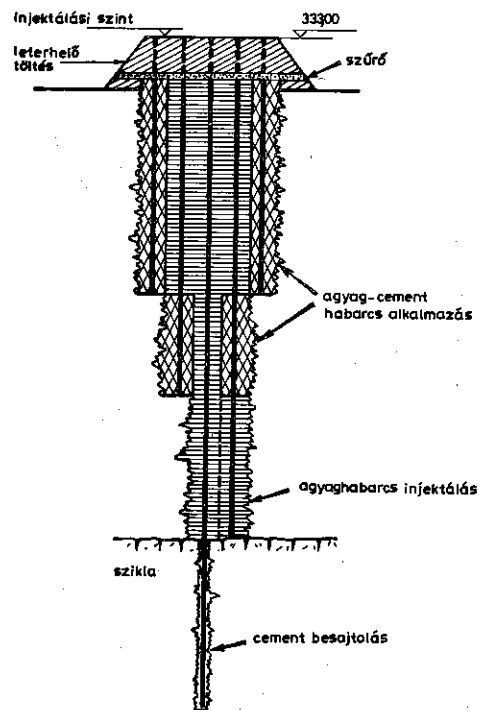
Injektált vízzáró függőnytípusok különböző gáttest kialakításokkal I.



108. ábra

Injektált vízzáró függőnytípusok különböző gát megoldásokkal II.

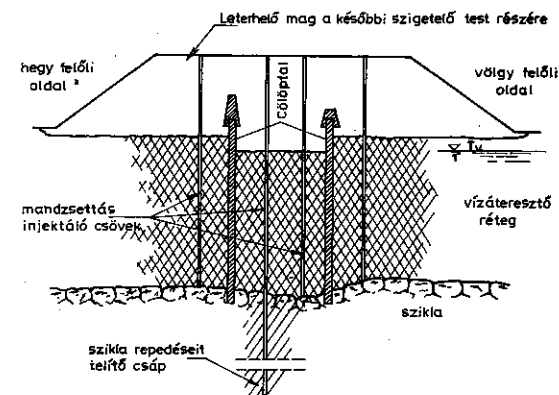
A fejezet bevezető részében már említettük azt a hátrányt, ami a felszín közeli injektálásánál jelentkezik, utaltunk arra is, hogyan lehet a feladatot megoldani. A 109. ábrán a már említett N.D.D. Conniers gát alatti vízzárófüggöny készítéséhez szükséges szűrőzött leterhelő feltöltés látható. Ezzel a megoldással tudták biztosítani a 6-7 m mélységben levő rétegek telítését.



109. ábra

Vízzárófüggöny készítés leterhelő gát
segítségével

Befejezésül a Lan-Tao szigeten épült Shek-Pik gát /Hong Kong/ vízzárófüggöny megoldását mutatjuk be a 110. ábrán. A gát magassága 60 m, amit 10-15 m vastag üledékes talajra alapoztak.



110. ábra

A SHEK-PIK gát vízzárófüggöny megoldás vázlata

Feküként gránit kőzet található. Az építést megelőzően úgy határoztak, hogy a vízzárást kettős, egymásba metsződő cölöpfallal biztosítják, amit injektálással egészítenek ki úgy, hogy a középső injektáló csáp a kőzetbe kb. 20 m mélységig nyúlik le. A cölöpfalakat a terepről mélyítették, az injektálás hatásos végrehajtásához leterhelő földgátat építettek az ábrán látható módon. Megjegyezzük, hogy az ismertetett két esetben az előzetesen megépült leterhelő földgát a végleges vízzárógát mag része lett.

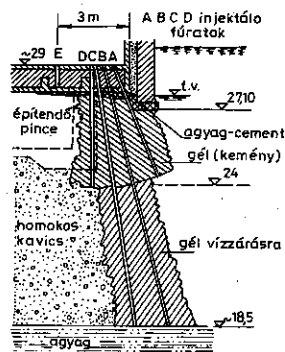
8.12 Szilárdító injektálás

Ha a talajoknak kicsi a teherbírása, szilárdító injektálást végeznek és ezáltal lehetővé válik:

- a hagyományos módszerrel nehezen harántolható tartományokban a földmunka elvégzése és
- a kedvezőtlen helyen a munka feltételének a megteremtése.

A következőkben különböző célból készített épületalap megerősítésére mutatunk be néhány esetet. Az itt látható esetek többségében igen gondos munkát kell minden esetben végezni, éppen a kis takarás miatt.

Az épületalapok mellett végzett mélyépítési munkáknál igen lényeges olyan munkagödör lehatároló megoldás, melynél biztosított az épületalap állékonysága, és nem egy esetben további cél a vízzárás is. A 111. ábrán egy ilyen munkagödör fenékszintje alá nyúló szilárdított tömböt alakítottak ki, melyhez a vízzáró agyag fekülig lenyúló vízzáró függőny csatlakozik összefüggő testként.



Szilárdított épületalap
alatti talajréteg és
környezete

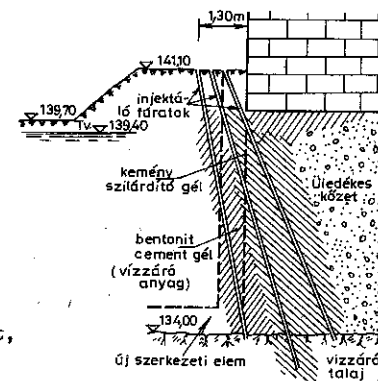
111. ábra

A munkagödör alapterülete 20 x 27 m, melynek fenékszintje 5 m-rel nyúlik a régi épület alapozási síkja alá. Ezt a munkagödört, amelyet a Szajna üledékében /kavics, homok/ helyeztek el, magas épületek vesznek körül. A munkagödör fenéke a talajvízszint alá 4 m-rel nyúlt le. Igen gondos munkát kellett végezni ahhoz, hogy a környező épületek süllyedése miatt veszélybe ne kerüljenek.

A munkagödör víztelenítése talajvízszintsüllyesztéssel, annak számos veszélyforrása miatt nem volt megoldható. A rossz állapotban lévő épületeknél a szádfalas körülzárás gondot jelentett a dinamikus hatás miatt nem volt elvégezhető. Így az egyetlen megoldást, a bemutatott szilárdítást választották. Ebben az esetben lehetőség nyílt a munkagödör kialakítására, az épületalap megerősítésére és a vízzárás biztosítására oly módon, hogy a szilárdított tömb alatt, de ahhoz kapcsolódva vízzáró függőnyt is készítettek, mely a 10 m mélyen levő vízzáró rétegbe kötött be /19/.

A bemutatott módszer alacsony talajvízszint vagy talajvízszint felett kialakítandó munkagödör készítésénél is alkalmazható. Ez utóbbi esetben azonban elmarad a kavicsréteget lezáró injektált vízzárófüggőny kialakítása.

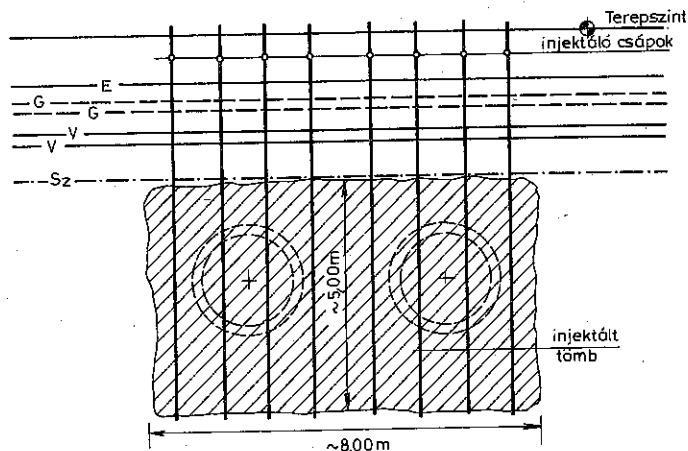
Az előző példához közel hasonló megoldást mutat a 112. ábra. Itt egy új épület alapozása részére tervezett munkagödör lehatárolása látható.



112. ábra

Épület mellett alap
megerősítésre és víz-
zárásra készített injektált,
illetve szilárdított tömb

A 115. ábrán az újpesti főgyűjtő Váci út alatti átvezetését biztosító szilárdító injektálást mutatjuk be, melyet a sajtolósos technológiával épülő csatornaszakasz biztonságos kivitelezhetősége miatt készítettek.



115. ábra

Csatornaépítés előtti injektált tömb kialakítása

A terv előírása szerint az injektált tartomány legkisebb vastagsága a csatorna külső palástjától 80 cm kell hogy legyen. Ez volt a cső körüli injektált tartomány minimális vastagsága. A csápkiosztás ebben az esetben 1 m-es hálóban történt. Az injektálásnál kétfázisú folyadékot használtak. A tervet az FTV készítette, a kivitelező a Közmű és Mélyépítő Vállalat volt.

A kétfolyadékös eljárással külön nem foglalkozunk, de egy érdekes, megvalósított hazai kétfázisú talajszilárdítási

eljárást /egyik fázis gáz/ célszerűnek tartunk ismertetni.

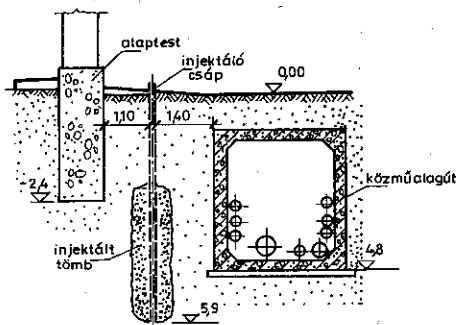
A csepeli Acélmű Finomhengerde rekonstrukciója során a meglévő gépalapok 80-85 %-át elbontották és helyettük új berendezéseknek megfelelő új gépalapokat építettek. A megépítendő alaptestek közül a revegyűjtő medence 1,4 m-re, az 500-as hengsorsor kiszolgáló síkjának alapjai 1,7 m-re közelítették meg a csarnok keleti oldalán levő pilléralapokat /C11-16/. A pillér alapokat, melyek egyúttal 10 Mg teherbírási hídaru alapok is voltak, - 3,9 m-re alapozták, míg a revegyűjtő - 10,0 m, a kiszolgáló sor - 6,2 m mélyen létesült. A daruk zavartalan üzemét az építés ideje alatt biztosítani kellett.

A tervező fűrt vasbeton cölöpsort tervezett /162 db 1954,6 fm összhossz/. A kivitelező - KÉV-METRO - javaslatára Supersilic talajszilárdító eljárással végezték el a munkát. A furatkiosztás két sorban 0,7 - 0,9 m távolságban készült. Az első sort minden esetben a pillér konturtól 0,2 m-re telepítették, hogy a szilárdított tartomány a pillér alá kerüljön. A munkát 1,5 m-es injektálási lépcsőkben kiviteleztek. Az 1,5 m-es szilárdítási ütem munkafázisai:

- vízüveg besajtolás; a nyomást 0,5 bar-ról fokozatosan 5 bar-ra emelték; az injektált mennyiség 280-300 l/h
 - a vízüveg injektálása után 25-30 liter tiszta víz besajtolásával öblítették a csövet;
 - 6 m³ gázt sajtoltak be a vízüveg nélküli alkalmazott nyomással, majd a csövet azonnal visszahúzták.
- Az utolsó 1,5 m leterhelést biztosította.
Az átlagos egyirányú nyomószilárdság értéke: 1,53 MN/m².

A 116. ábrán látható a szilárdított tartomány a revegyűjtő medencénél, a pillérekkel /36/.

A Széchenyi rakparton végzett injektálás célja egy épület alap megerősítése, homokos-kavics cementhabarccsal való telítése volt. Az injektálás egy sorban elhelyezett csápokkal történt. Az injektáló csöveket vízüveg nélküli módszerrel juttatták be a tervezett mélységig /102 mm-es bélésű cső védelem mellett 76 mm-es csapot helyeztek el. A kitöltő anyag 1-es víz-cement



118. ábra

Alaptest védelme közútalagút építésnél

A bemutatott helyen a szélesítéssel együtt közútalagutat is építettek egy hatszintes épület közelében. A tervezett alagút fala 2,5 m-re közelítette meg az épület falát, és 2,0 m-rel mélyebben haladt az alapok alsó síkja alatt. A káros épület-süllyedés megelőzése miatt az alagút közelében szilárdított falat alakítottak ki, amelynek a felső szintje az épület alsó síkjával egyezett meg, az alsó pedig 1,0 m-rel mélyebben volt, mint a tervezett közútalagút alsó síkja. /29/

A mély vezetésű állomások és vonalak építése a geológiai helyzetektől függően különleges építési módszert követel meg. Ennek egyik alkalmazási módja a levegő túlnyomás. A túlnyomás helyett talajfagyasztással, vagy nyitott módszerrel lehetett volna az építési feladatot megoldani. A fejlesztés eredményeként először az egyes mélyállomásokhoz csatlakozó lejtaknák résfalas módszerrel való kivitelezését végezték el. Ezt követte a fejlett injektálási talajszilárdítási technológia bevezetése. Ma már rendelkezésre állnak ennek a korszerű és gyors építési módszernek alkalmazásához szükséges eszközök, berendezések, gépláncok és a hozzátartozó kivitelezői szervezet is.

Mielőtt az eddig alkalmazott hazai munkák rövid bemutatására kerülne sor, néhány jellemző külföldi példát mutatunk

be, mely szorosan a mélyvezetésű vonalak építésével kapcsolatos.

A párizsi Express-Metró kifejezetten az az új létesítmény, amely a legnagyobb mértékben kihasználta az injektálás különböző lehetőségeit annál is inkább, mivel több kilométer hosszban mindenféle talajnemet érint, amelyek mindegyike sajátos problémát jelent.

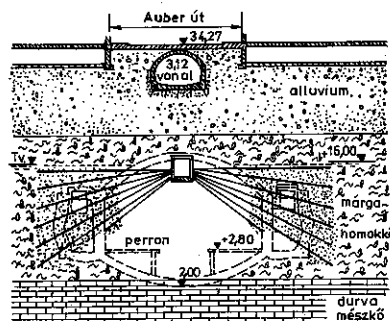
Az Express-Metrónak ez a nyugati szakasza ideiglenesen a Rue Auber alatt végződik egy nagy kiterjedésű, 228 m hosszú és 20 m magas földalatti állomással. Főleg az volt a kedvezőtlen, hogy az állomás sokkal szélesebb /40 m/, mint az utca /22 m/. Ezt a hatalmas üreget az Auber utcát szegélyező épületek alapjai alatt kellett kialakítani. A vízbetörés és a talajbefolyás megakadályozására injektálási és szilárdítási munka elvégzésére volt szükség, melyet a Soletanche cég kivitelezett.

A mészkövet, a márgát és a homokkövet általában agyag és cement keverékéből készült habarccsal, míg az üledékes szerkezetű talajokat etilacetátos kemény gél adó folyadékkal injektálták /Soletanche szabadalom/. Itt egy olyan összetételű anyagra is szükség volt, amely a Beauchamp homokrétegeket is telíteni tudja, ennek a homoknak az áteresztőképességi együtthatója 10^{-6} m/s. A Soletanche laboratórium kidolgozott egy fenoplaszt gyanta különleges injektáló anyagot, amelynek a viszkozitása igen közel áll a vízéhez, és így könnyen be lehetett sajtolni.

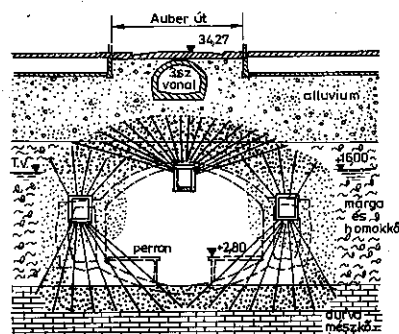
A 119. ábrán látható a fejtáró a talajvízszint közelében, de részben afölött volt, ezért azt hagyományos eljárással építették meg. Ebből a tárból készítették el a kétoldali legyezőszerűen kiosztott furatokat, melyek a tervezett állomás oldalfalain kívülre nyúltak, ezután hajtották végre a tervezett besajtolást.

Ennek a munkának kettős célja volt: egyrészt az állomás oldalainál a talaj vízzáróvá tétele azért, hogy a két oldaltáró száraz munkatérben legyen kialakítható, másrészt, hogy a műtárgy oldalfalát vízzáró talajban lehessen megépíteni. A munka második felében a három elkészült munkatáró főtájából su-

gár irányban kihajtott furatokból 7-8 m vastagságban szilárdították az állomás boltozatát is magában foglaló talajréteget /120. ábra/. Ugyanakkor a két oldalsó tárból lefelé szigetelni tudták az oldal műtárgyak talprészét és az állomás fenékboltozatát. Az elért szilárdság a 2 MN/m^2 értéket meghaladta /37/.

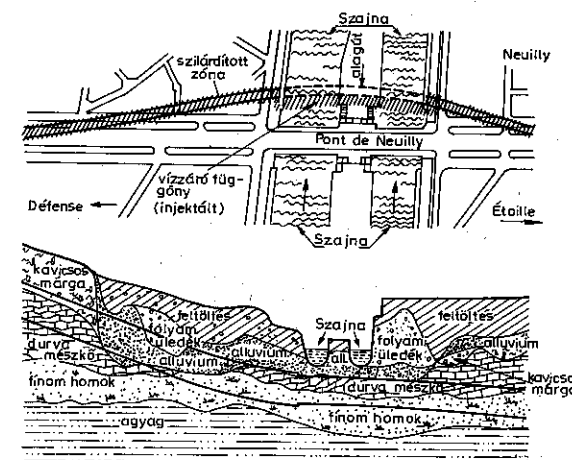


119. ábra
Fejtárból végzett
injektálás vázlata



120. ábra
Fejtárból és oldaltárból végzett injektálás, szilárdítás

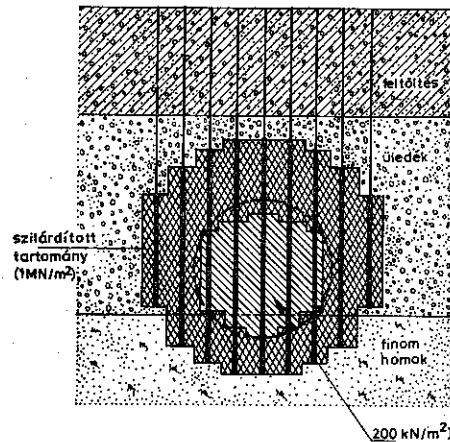
A 121. ábrán látható a Défense-Neuilly vonalszakasz helyszínrajza és hosszmet szete. Ebből kitűnik, hogy a Szajna alatt az alagut mészkövön, a Szajna homokos-kavicsos üledékén, és homokon halad át. Az ábrán bemutatott injektált és szilárdított szakasz kialakításának a célja a vízzárás, és a talaj állékonyságának biztosítása volt annak érdekében, hogy a sűrített levegős szakaszon csökkenteni lehessen a nyomást és ugyanakkor megelőzzék a beomlásokat, illetve a hídpillérek közelében a meder állapotot fenntartsák.



121. ábra

A Défense-Neuilly vonalszakasz helyszínrajza,
elrendezése és metszete

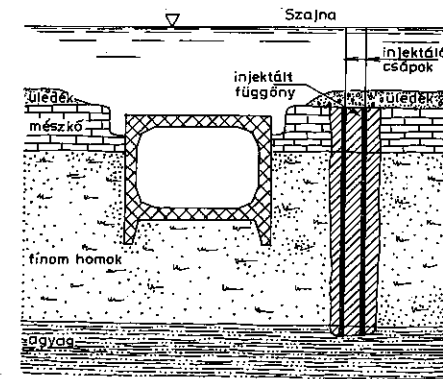
Az alagutszelvény körüli szilárdított tartomány kialakítása a 122. ábrán látható, ahol a védelmet nyújtó szilárdított tartomány mintegy 1 MN/m^2 értéket ért el, míg a belső kitermelendő anyagot csak telítő injektálással kezelték. Az itt elért szilárdsági érték kb. 200 kN/m^2 . Ez az eljárás a vízszivárgást elfogadható mértékre csökkentette és így légnyomásos munkaterületet csak egyes szakaszokon alakítottak ki. A furatok távolsága $1,5 - 1,8 \text{ m}$ és a számuk egy szelvényben 9 db volt. A Szajna alatt az alagutat előfeszített keszontagokból építették meg. Mivel a vonal közel haladt a Pont de Neuilly híd pilléreihez, ezért szükséges volt a pillérek körül kialakult állapot megtartása és biztosítása. Ezt a 123. ábrán látható módon tudták elérni injektált vízzárófűgőny segítségével /38/.



122. ábra

Injektált alagutszelvény

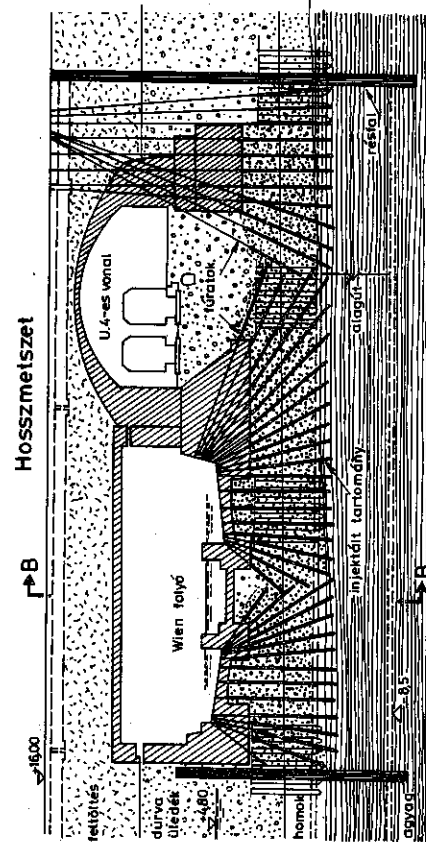
A bécsi földalatti vasút építésénél is sok gondot okozott részben a talajadottság, részben a felszín vagy a felszín alatt meglevő műtárgyak.



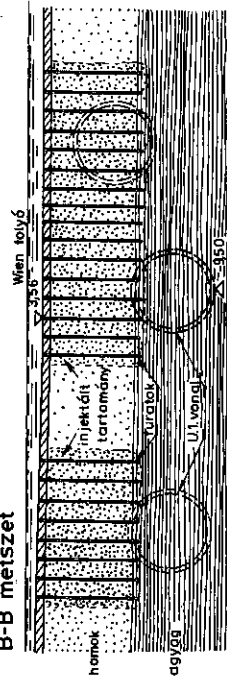
123. ábra

Alagut védelmére épült vízzárófűgőny

A 124. ábrán az alagut építés egy olyan szakaszát mutatjuk be, ahol az U 4-es vonal már kész és mellette ugyancsak bujtató műtárgyban folyik a Wien folyó, melynek az ábrán látható módon külön alakították ki a kisvízi medret, és egyben alkalmassá tették az árvízi vízhozam levezetésére is. A kettős műtárgy tengelyével párhuzamosan az új alagutra merőlegesen résfalat építettek, és ezen belül a műtárgy alatt végezték el a szilárdítást az ábrán látható módon. Ez az injektálás igen kényes munkának bizonyult, mivel az altalaj finom homok volt és fennállt a veszélye annak, hogy a műtárgyat az injektálással egyenlőtlenül megemelik. A gondos munka eredménnyel járt, mert a talajt sikerült vízzáróvá és szilárdá tenni, így az alagutak építését megfelelő biztonsággal lehetett elvégezni /39/.



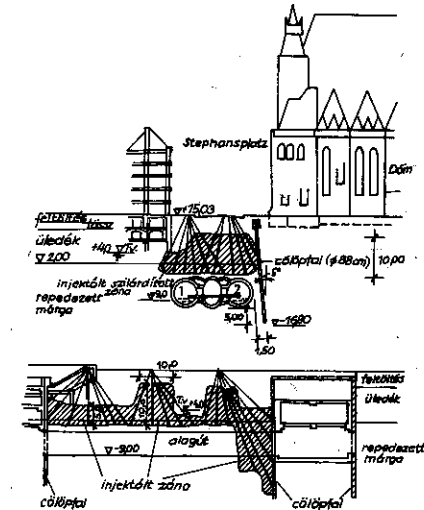
B-B metszet



124. ábra

A bécsi metró I. sz. vonalszakaszának injektálási munkái a Wien folyó és az U 4. sz. vonal alatt

A 125. ábra a Stephansplatz-i alagútépítéssel kapcsolatos munkafázisok egyes részletét mutatja be.



125. ábra

A Stephansplatz-i alagútépítés jellemző metszetei

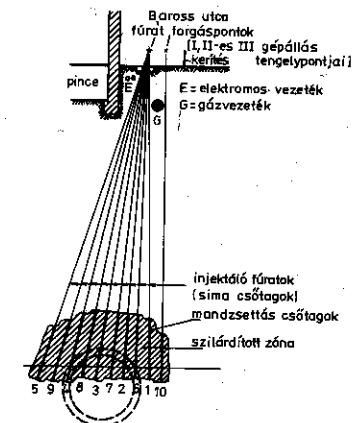
A Dóm téri szakasz építésénél először a mélyállomás lehatárolását és a később beépítendő pajzsleadó aknát körülhatároló 88 cm $\varnothing$ cölöpökből készült falat, ezt követően a Dóm felőli oldalon a biztonság növelését szolgáló, ugyancsak 88 cm $\varnothing$ cölöpfalat építették meg /a réselést állékonysági bizonytalan-

ságok miatt vetették el/. Az úttest alatt a cölöpfalon belül a 125. ábra hosszmetsetén bemutatott módon készítették el az injektálást, talajszilárdítást, melynek a biztonság növelésén kívüli célja a légnyomás alatt épülő alagutszakasz esetleges levegő szökésének a megakadályozása. A hosszmetseten látható 2 db 10 x 10 m-es szilárdított tömbnek a feladata, hogy a Dóm tornyának esetleges mozgását megakadályozza. A pajzs indító kamrához csatlakozóan egy olyan méretű szilárdított magot alakítottak ki, mely mellett a pajzs biztonságosan elindítható volt úgy, hogy utána a légzsilipek stb. beépítése gond nélkül megtörténhetett. A Dómmal szemben lévő épületek közelében és azok alatt végzett injektálásnál /lásd a 125. ábrát/ az épületelemelkedések összértéke 20-22 mm volt. Az injektálást követő konszolidáció folytán az épületek 5-7 mm-t süllyedtek, míg a pajzsos alagutépítés ideje alatt az észlelt süllyedés további 10-12 mm-t tett ki, ami összesen 15-19 mm volt. Ez azt jelenti, hogy az ismertett óvintézkedéseket követő építési folyamat befejezése után majdnem az eredeti állapot állt vissza /40/.

Hazánkban már 1975-ben végeztek alagutépítéssel kapcsolatos szilárdítási munkát. Tübbek között a Kálvin tér és Ferenc körút közötti alagutszakasz körzetében elhelyezkedő folyosodásra hajlamos talajnak az alagutba való betörése megakadályozására. Itt a Soletanche módszerrel végeztek talajszilárdítási munkát /126. ábra/. Az ábrán bemutatt szilárdított zóna kialakításához a furatokat az F 320 jelű berendezéssel végezték. A szilárdítás egyfolyadékos eljárással készült, anyaga víz-vízüveg-reagens. A tervezett szilárdsági érték: $0,5 - 1,0 \text{ MN/m}^2$ az elérhető "k" érték 10^{-7} m/s volt /41/.

A Metróépítés II/B szakaszának építése folyamán a Marx tér és Élmunkás tér között is szükség volt a keszonos alagut biztosítására. A szilárdított tartomány az alagut keresztmetset egy részét is 3,0 m vastag körgyűrűt foglal magában.

Az agyaghatárra települt 1 m vastag durvább réteg hézagterfogatának 40 %-át a bentonit-cementtel, 60 %-át pedig géllal injektálták. A felsőbb rétegek hézagterfogatának 17 %-át bentonit-cementtel, 83 %-át pedig géllal töltötték ki a finom anyag frakciók miatt.



126. ábra

Kálvin tér közelében végzett talajszilárdítás vázlata

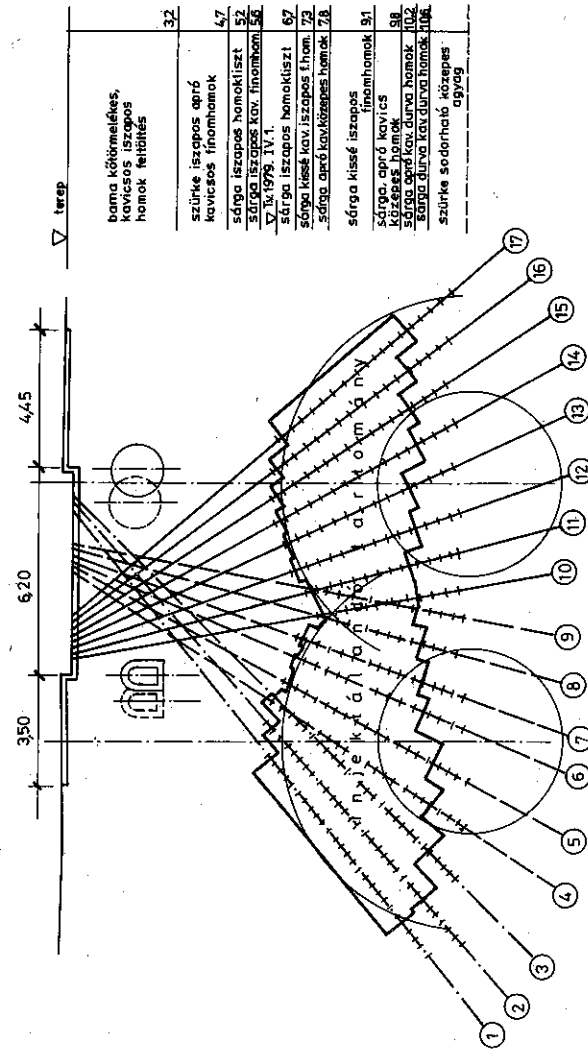
Az alkalmazott anyag összetétele:

bentonit/cement keverék	850 liter víz
	450 kg kspc 40
	80 kg F-2 bentonit

gél:	550 liter vízüveg
	/sűrűség 1353 kg/m^3 /
	/ 37,8 Be ⁰ /
	390 liter víz
	60 liter Durcisseur

Durcisseur:	B összetevő 80 % = 48 l
	C összetevő 20 % = 12 l

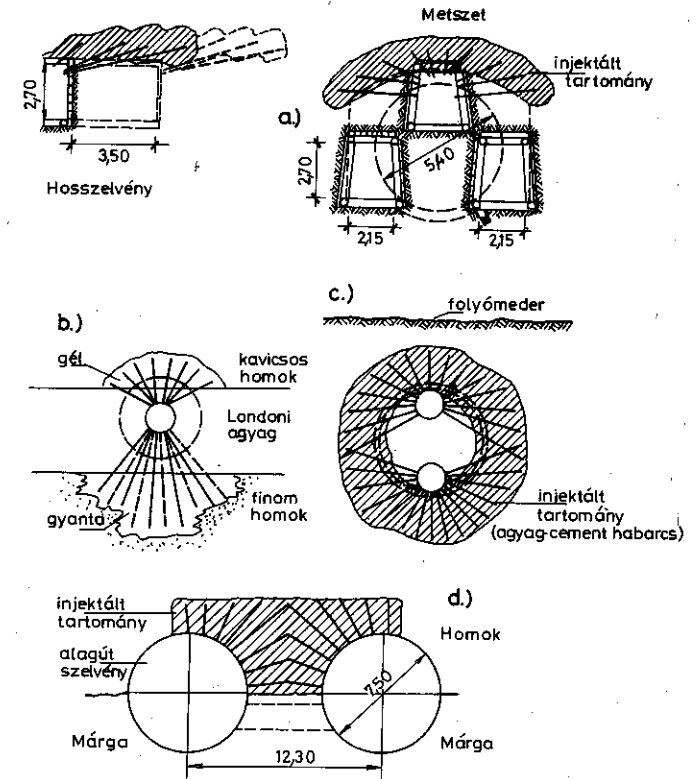
Az alagut feletti szilárdított tartomány metszete a 127. ábrán látható /36/.



127. ábra

Metró II. B szakasz Marx tér - Élmunkás tér közötti talajszilárdítás

A 128. ábrán néhány, az építést közvetlenül megelőző ideiglenes biztosítási megoldást mutatunk be.



128. ábra

Ideiglenes jellegű injektálási szilárdítási megoldások

Az eddig ismertetett megoldásokon kívül ma már nem egy olyan eset fordul elő, amikor kéreg alatti vasút építésénél is alkalmazzák az injektálási, szilárdítási eljárást. Ilyen megoldásra láthatunk példát a 129. ábrán.



Kéreg alatt vezetett alagutaknál alkalmazott besajtolási
megoldás

Injektálásra akkor is szükség van, amikor a műtárgyak, burkolatok mögötti hozzáférhetetlen üregeket kell kitölteni, vagy ha a kapcsolati hiányosságokat kell megszüntetni. A következőkben néhány példát mutatunk be a különböző megoldások alkalmazására.

A legegyszerűbb megoldásnak a Superaqua-E eljárás nevezhető. Az eljárás lényege, hogy a 130. ábrán feltüntetett módon a jelölt aknaközt lezárják és feltöltik a már bemutatott egyik komponenssel /"A"/.



A Superaqua-S eljárás vázlatja

A komponensnek az üregekbe való juttatását a gravitációból adódó nyomás biztosítja. Szükség szerint utántöltéssel biztosítják az üregek kisajtolásából származó veszteséget. Ha a folyadékszint csökkenése megszűnik, az "A" komponenst gyorsan kiszivattyúzzák és ezt követi a savas jellegű kombinált tárhálósító oldat /"B"/ csatornaszakaszba juttatása. A nyomomágasság azonos az előzővel. Ha az aknában a folyadékszint nem süllyed egy adott idő eltelte után, a "B" komponenst is kiszivattyúzzák. A műveletek elvégzése után semlegesítés céljából újra feltöltik a szakaszt az "A" komponenssel.

Az "A" komponens kiszivattyúzásával a csatornaszakasz javítása véget ér. Az eljárás ismertetésével egyben a legegyszerűbb besajtolási módot is bemutattuk. Az eljárás szabadalommal védett.

A különleges injektálási példák sorába tartozik az úgynevezett kapcsoló vagy bekötő injektálás is. Ezekre az injektálási módokra szükség lehet résfalak mellett, alagút külső palástja mentén vagy csatornánál és természetesen ezen kívül még számos műtárgy mellett, épületalap alatt, tehát mindenütt, ahol a műtárgy és a talaj csatlakozás határán zavart réteg található.

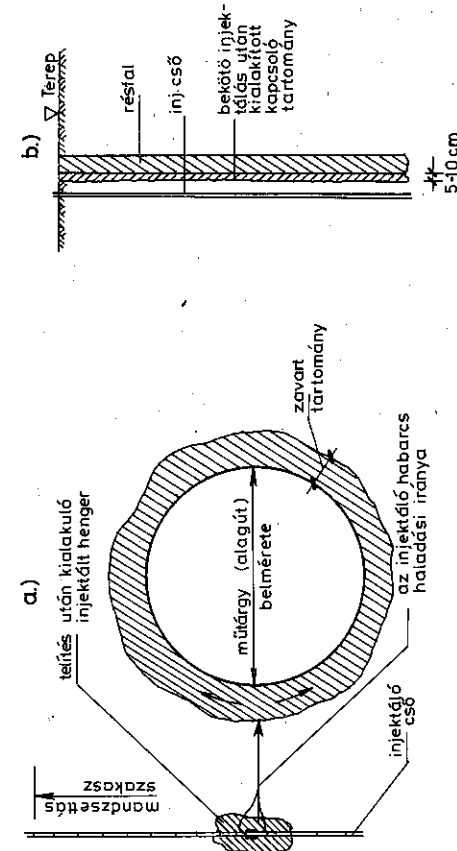
A 131. ábrán a kapcsoló vagy bekötő injektálásra mutatunk be két példát. Erre elsősorban azért van szükség, mert általában a műtárgyak mellett vagy azok közvetlen közelében zavart laza réteg található. A bécsi tapasztalatok alapján ennek a tartománynak a vastagsága elérheti az egy métert is.

A 131/a ábrán meglevő alagút vagy csatorna környezetében végzendő bekötő injektálásra látható példa. Az ábra szerint ha a furat közel van a zavart tartományhoz, először az telítődik, illetve azt kell telíteni és csak utána kerülhet sor a furat mentén a tervezett injektálásra. Minden ilyen esetben igen óvatosan kell eljárni!

A 131/b ábra a résfal mellett végzendő kapcsoló injektálást szemlélteti. A résfal felülete mentén kialakított tartomány megszilárdulása után - egy héttel később - kezdhető meg ebben az esetben is a tényleges injektálási, szilárdítási munka. A tartomány vastagsága - ugyancsak bécsi tapasztalatok alapján - 5-10 cm. Ez jelenti a tulajdonképpeni kapcsolatot.

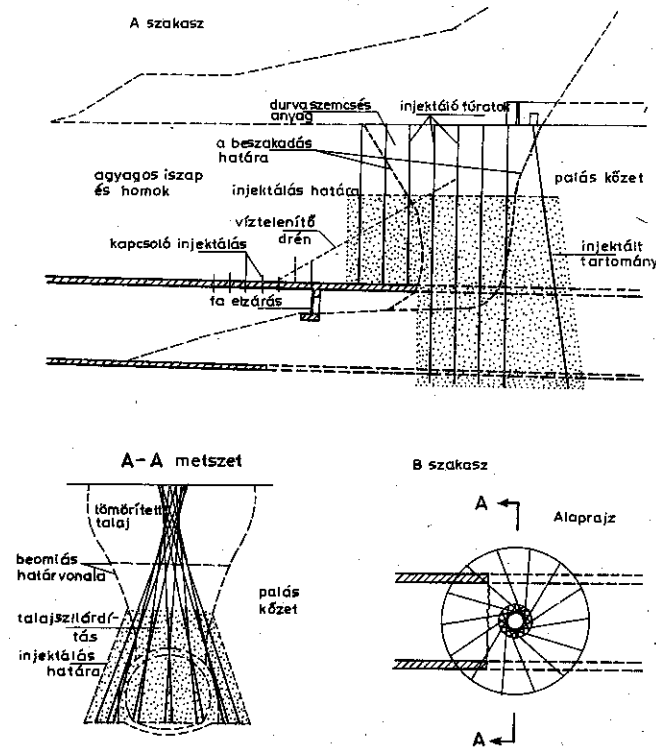
A Crocetta alagút építése kapcsán, amikor az előhajtással a palás és homokos tartomány határára értek, a 132. ábrán bemutatott beomlás keletkezett.

Az omlás után a kialakult állapot stabilizására, illetve az építés folytatására az omlás következtében kialakított kürtőt stabilizálni kellett. Ezt injektálással érték el. Igen érdekes furatkiosztást alkalmaztak szilárdítási célra /44/.



131. ábra

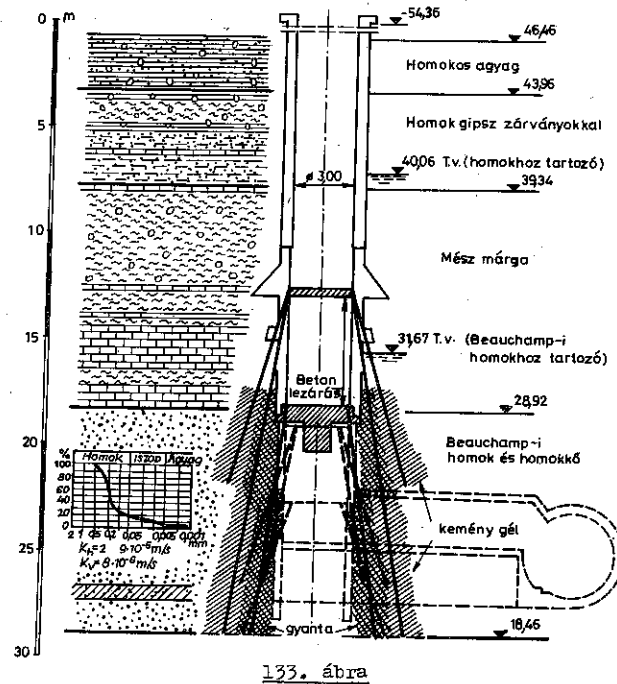
Kapcsoló, illetve bekötő injektálás vázlata



132. ábra

Crocetta alagút beomlott szakaszának vázlata és a szilárdítás furatainak elhelyezése

A 133. ábrán a Sain-Denis-Ascheres-i főgyűjtő csatorna aknájának vázlata látható.



133. ábra

Akna építés közbeni munkájánál végzett telítő, illetve szilárdító injektálása

A főgyűjtő a párizsi szennyvíz egyik részét az acheresi tisztítótelephez vezeti. Ennek a csatornának egyik része finom homokrétegen haladt át.

Ezen a szakaszon néhány aknát terveztek, melyek később a csatorna megközelítését biztosító eljárást is szolgálják. Egyik ilyen, az ábrán bemutatott akna építése a felső rétegeken keresztül gond nélkül volt végrehajtható mindaddig, amíg el nem érték a már említett homokréteget. A vízbetörést nem tudták megakadályozni. A beáramló víz által szállított

homokmennyiség olyan nagy volt, hogy a munkát le kellett állítani. A földmunkát csak a tervezett akna körüli injektálás elvégzése után tudták folytatni. A tervezett besajtoló gyűrű mintegy 10 m magas és 3 m vastag volt. Az injektálásnak a vízzárást és a szilárdítást egyaránt biztosítani kellett. Ezt csak úgy lehetett megoldani, hogy az érintett homoktömböt teljesen átittatták. Az injektáló anyag feltörésének megakadályozására az ábrán bemutatott helyen az akna fenekét beton dugóval zárták le. Mivel a munka utolsó fázisában a homokréteget szivattyúzással fellazították, az injektálást cement-bentonit habarccsal indították. Az injektálást a fenéklezáró beton dugó fölött elhelyezett lezáró szintről kezdték. Ezzel elérték, hogy a furatok támadáspontja a talajvízszint fölé került. Az injektálás második üteme már a lezáró dugó szintjéről történt, míg az utolsó ütem besajtolását az akna egy mélyebben elhelyezkedő pontjáról végezték el.

A homok szemeloszlási görbéjét szintén a 133. ábra tünteti fel, megjelölve a k_h és k_v értéket is. Ez utóbbi adatból következtettek arra, hogy a homoknak ítélt talaj homok- és iszaprétegekből tevődik össze. Míg a homok általában géllal, az iszap csak valamilyen gyantaféleséggel injektálható. Ezeknek a megállapításoknak az volt az eredménye, hogy először a kemény géllal injektálták ki a gyűrű külső részét, majd a belső részt gyantával telítették az ábrán bemutatott mértékben. Az injektálást alulról felfelé végezték. Az injektált keverék mennyiségét minden szakaszon az elméleti értékre korlátozták. Az elővigyázatossági intézkedések ellenére munka közben néhány felszakadás keletkezett.

Az injektálási nyomás $0,2 - 0,4 \text{ MN/m}^2$ között változott, míg a mélyebben fekvő rétegekben a $0,6 - 0,9 \text{ MN/m}^2$ értéket is elérte.

A munka során azt tapasztalták, hogy igen nehéz az inhomogén talaj kezelése úgy, hogy az injektált tömb homogén legyen. Nem elég, hogy az injektáló anyagot az érintett talajnak megfelelően kiválasszuk, hanem a módszert is megfelelően kell alkalmazni úgy, hogy a keverék a tervezett rétegbe besajtolható legyen. Ez az ismertett esetben nem volt lehetséges, mert az érintett talajrétegek igen vékonyak voltak /19/.

Miskolcon a Rudas László úti partfal állagvédelmének a megoldása kapcsán feladat volt a csősajtolás után jelentkező felszíni mozgások, süllyedések csökkentése, illetve vízszárása, a falazat és a talaj közötti üregek kitöltése. A bekövetkezők voltak:

- üregkitöltő és
- repedéskitöltő injektálás.

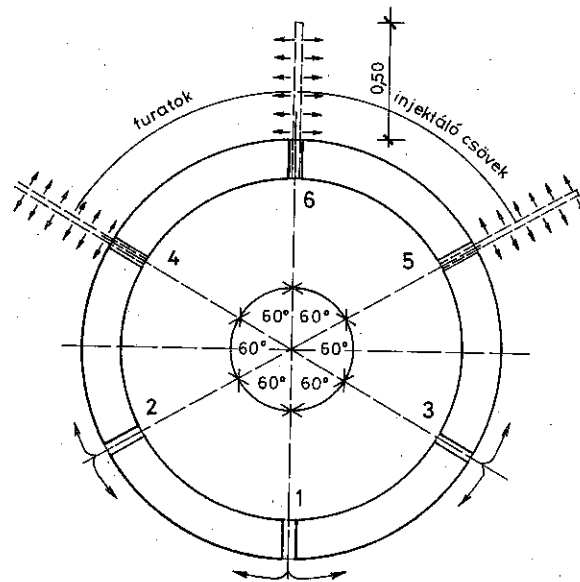
A munkát az első, második és a kiegészítő besajtolási ütemekben végezték. A felhasznált anyag cement-homok-víz, valamint cement-bentonit-víz.

Az injektálás első ütemében a túlfajtásból adódó hézagokat, a kőzet és a szerkezet közötti üregek, és a kőzetben levő repedéseket injektálták ki. A túlfajtás 2,5 cm-rel volt nagyobb, mint a besajtolással beépített ROCLA cső külső átmérője. Az alkalmazott injektálási sebesség $800-1000 \text{ l/h}$, a nyomás 3-4 bar.

A második besajtolási fázisban a fellazulás és a repedések megszüntetése volt a feladat. Az injektálási sebesség $500-600 \text{ l/h}$ és a nyomás 14-16 bar.

Az első injektálási fázisban a habarcs besajtolását addig folytatták, amíg a 134. ábrán a 6. ponttal jelölt nyíláson a tiszta cementhabarcs nem folyt vissza a munkatérbe. A habarcs megjelenése után a nyílást lezárták. Az első munkafázis után egy héttel következett a második munkauitem. Ennek kapcsán először az 1., majd a 2. és a 3. nyíláson keresztül végezték a besajtolást. Kiegészítő injektálásként és egyben befejezésül a 4., 5., és 6. furaton keresztül végezték el a besajtolást. Az utóbbi folyamatokat jól szemlélteti a már bemutatott 134. ábra. A besajtolás tervdokumentációját az FTV készítette.

b, injektálási sorrend 4,5,6



a, injektálási sorrend 1,2,3

134. ábra

Sajtolt ROCLA cső körüli telítő és szilárdító injektálás

8.3 A besajtolás egyéb alkalmazási területei

8.3.1 Injektált cölöp

Az injektált cölöpözési eljárást gazdasági megfontolások eredményezték. Ilyen alapozási mód alkalmazása után viszonylag csekély anyagi ráfordítással 25-29 %-os teherbírás érhető el a hagyományos fúrt cölöpözéssel szemben. Az eljárás alkal-

mazásánál a kivitelezés első üteme a furatkészítés, teljesen megegyezik az eddigi hagyományos fúrt cölöpkészítési eljárással. A furat lemélyítése után a cölöpökbe - különböző szempontok szerint meghatározott számú - injektálócső kerül. A cölöp betonjának megkötése után egy bizonyos technológiai sorrend szerint következik az injektálás. Az injektálással /általában cement szuszpenzió/ nemcsak a talpon lehet megnövelni a teherátadó felületet, hanem a köpeny mentén is jelentősen megnövekszik a surlódás. Ezek a tényezők eredményezik az ismertett teherbírás növekedést. Az eljárás az FTV-KÖZMŰÉP közös szolgálati szabadalma.

Az injektált fúrt cölöpözéssel az FTV tervezésében és a KÖZMŰÉP kivitelezésében több építmény alapozására is sor került.

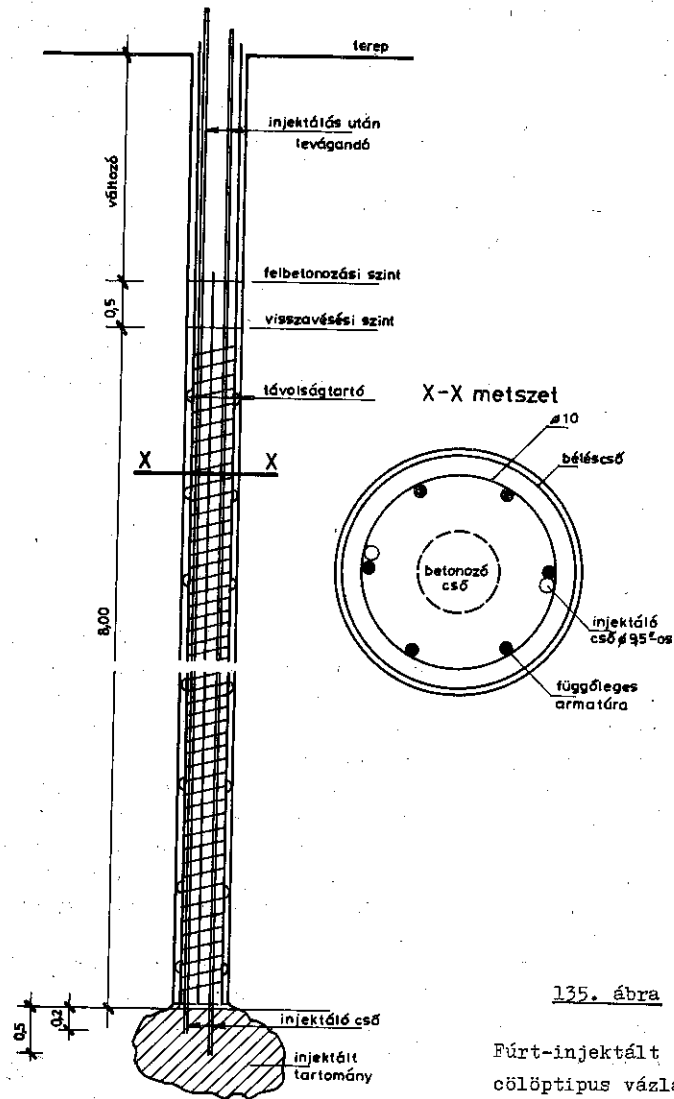
A 135. ábra a miskolci Rudas László utcai partfal fúrt-injektált cölöpalapozásánál alkalmazott típust mutatja be.

8.3.2 Microcölöp

Számos olyan esetben, amikor a felszerkezetről átadódó viszonylag kis terhelés gazdaságosan síkalapozással nem vehető fe /víztelenítés, nagy tömegű földmunka, ducolás stb./ sor került olyan mélyalapozási szerkezetek alkalmazására, amelyek teherbírása többszöröse volt a szükségesnek.

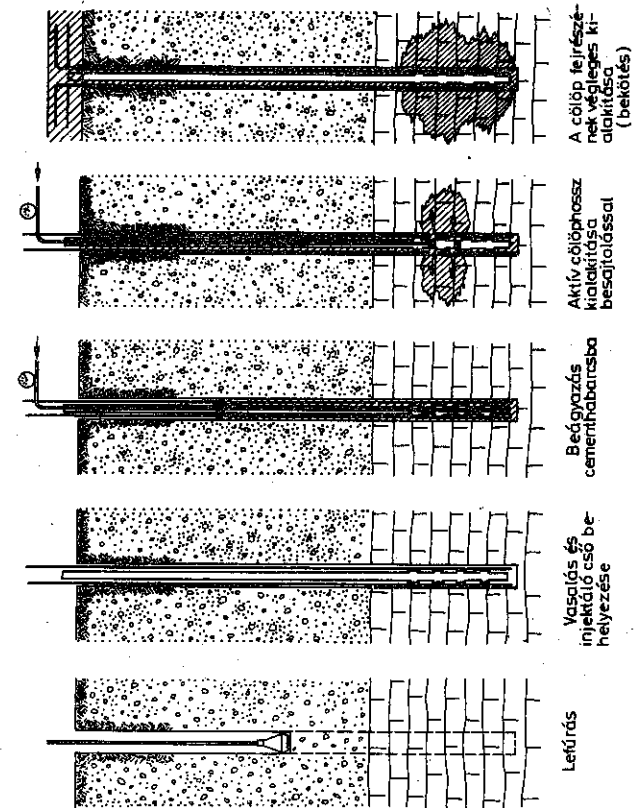
Elsősorban ennek megszüntetésére vezették be a microcölöpözési módszert. /Microcölöpnek nevezik azokat a 8-25 cm átmérőjű beton vagy vasbeton cölöpöket, amelyek hossza általában 3,0 - 30 m között változhat./ A microcölöpök kivitelezési megoldásai változóak, lehetnek monolit. /fúrt vagy vert/ vagy előregyártott megoldásuak.

A következőkben a Soletanche rendszerű microcölöpözési eljárásra mutatunk be példát. A nyomás alatti injektálással kialakítandó microcölöp készítési menetét a 136. ábrán mutatjuk be az egyes építési ütemek feltüntetésével /45/.



135. ábra

Fúrt-injektált
cölöptípus vázlata



136. ábra

Injektált microcölöp építési üteme

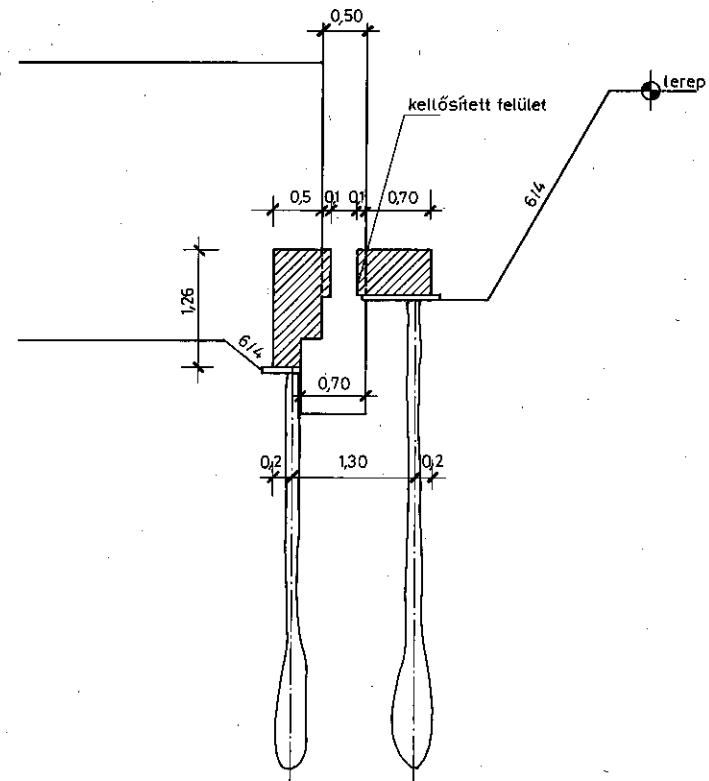
A 137. ábrán a Csörsz utcában a KÉV-METRÓ által kivitelezett Soletanche módszerrel készült microcölöpök láthatók. Tájékoztatásul annyit jegyzünk meg, hogy az ágyazó anyag megszilárdulása után /kb.24 óra/ először felbővítő injektálást végeznek a microcölöpök mandzsettáin át kb. 350 l/h besajtolási sebességgel, 5-6 bar nyomás mellett. Az injektáló anyag az ágyazó habarccsal azonos. Az injektálást két ütemben végzik az átítatandó tartományban először a besajtolandó mennyiség 60 %-át, majd a hiányzó 40 %-ot injektálják be. A besajtolás befejeztével a műanyagcsövet is kitöltik cementhabarccsal.

8.3.3 Horgonyzás

A kialakult többféle horgonyzási eljárás közül Magyarországon elsőknek a Soletanche rendszerű IRP típusú nagy teherbírási injektált feszített talajhorgony szerkezetet a KÉV-METRÓ Vállalat alkalmazta. Az IRP elnevezés /Injection renouvelable sous pressions/ ismételhető injektálás nyomás alatt kialakítható horgonytípust takar. Ezek a fúrt injektált horgonyok csoportjába tartoznak. Jellemzőjük, hogy a megfelelő hajlásszögben készített talajfuratokba egy húzásra igénybevett acélszerkezetet helyeznek és utána az alsó szakaszon injektálással rögzítik. A talajba injektált tömböt a kihorgonyzandó szerkezettel a furatba helyezett acélhuzal nyáláb köti össze. Az injektált horgony az általa felvett erőt az injektált tömb körzetében adja át a talajnak.

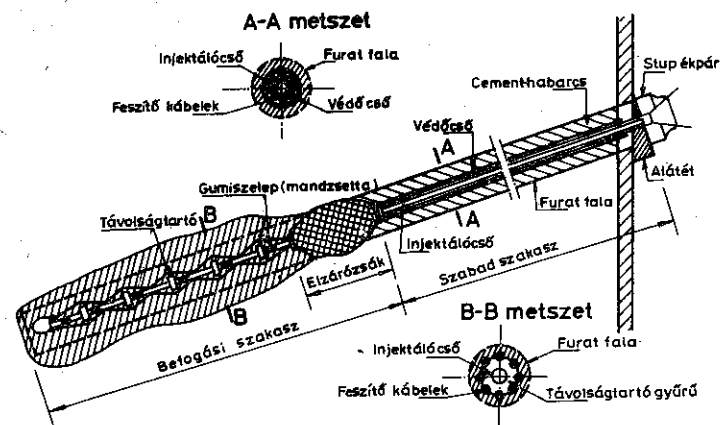
Egy ilyen horgony három fő részből áll: /138. ábra/ a befogási, a szad szakaszból és a horgony fejből. A horgony szerkezeti elemei változatosan ugyancsak a 138. ábrán láthatók. A horgony legérzékenyebb része a műanyag injektálócső, ami az IRP eljárás lényege. Ez azt jelenti, hogy az injektálás többször és bármikor megismételhető feszítés előtt és után egyaránt.

A mandzsettás injektálócső 6 m-es műanyag csőtagokból készül. A befogási szakasz 50 cm-es perforált és gumimandzsettával védett tagokból áll.



137. ábra

Elkészült Soletanche rendszerű microcölöp



138. ábra

Az IRP horgony szerkezeti felépítése

Az injektálás szerepe a következő:

- a nyomás alatt kiáramló cementhabarcs a furat falán maradó fúróiszap lepenyét benyomja a talajba, ezzel megszünteti az iszapkenő hatását, és növeli a befogás mértékét;
- a nyomással beinjektált anyag növeli a befogás keresztmetszetét és ezzel nő a horgony teherbírása;
- a nyomással történő injektálás tömöríti a befogási tömb körüli talajt, ezzel növekszik a talaj surlódási szöge, ennek hatására nő a kiszakítással szembeni ellenállás is;
- a nyomás alatti injektálás növeli az injektáló habarcs szilárdságát.

Az injektálással kapcsolatban lényeges alapelv tehát, hogy mindig növekvő nyomást kell előállítani, és nem kell olyan mennyiségű habarcsot felhasználni, mint az a talaj in-

jektálásánál /szilárdításnál/ szokásos. Hogy a megfelelő nyomásértékek elérhetőek legyenek, célszerűbb az injektálást többször megismételni, mint nagy mennyiségű habarcsot egy alkalommal besajtolni, ami utat találva, a horgonytól távol elhelyezkedve, nem a befogás mértékét növeli /46/.

Itt jegyezzük meg, hogy ma már egy további horgonyzási módszer is bevezetésre került. Ez a Bauer rendszerű injektált horgony, amit az Ut- és Vasútépítő Vállalat az NSZK-beli Ferdinand Aufschäger cégtől vásárolt meg. Ezzel a módszerrel rúd-horgony készíthető injektált befogási szakasszal.

9. MUNKAVÉDELMI SZEMPONTOK

A fúrási és injektálási munkánál be kell tartani a vonatkozó előírásokat.

A fúrási munka elvégzésénél nagy nyomású öblítősizzappal kell dolgozni, esetenként a gyalogos és járműforgalom fenntartása mellett. Ezért szükséges, hogy a fúrási hely legalább 2 m magas, zárt kerítéssel körül legyen kerítve.

Mivel a beinjektálandó anyag erősen lugos kémhatású, azokat a dolgozókat, akik közvetlenül érintkeznek, illetve érintkezhetnek az oldattal, az anyag kémiai jellegének megfelelő védőfelszereléssel kell ellátni.

Mivel a beinjektálandó anyag magas nyomással kerül besajtolásra, a besajtolás helyén a munkaterületet a fúráshoz hasonlóan legalább 2 méter magas zárt kerítéssel kell körülvenni.

Az ismertetett módszerre külön munkavédelmi előírás még nincs, ezért a teljesség igénye nélkül néhány szempontra hívjuk fel a figyelmet /4/.

9.1 Fúrás

A fúrómester a műszak megkezdése előtt a fúrógép, a fúrótorony és egyéb eszközök állapotáról, valamint a berendezések /géplánc/ üzemképességéről, kifogástalan működéséről köteles meggyőződni.

Olyan hiányosság esetén, amelyek géptörést, sérülést vagy balesetet okozhatnak, a fúrómester köteles értesíteni a műszakvezetőt és az építésvezetőt, és egyúttal intézkednie kell a megállapított hiányosságok megszüntetéséről. Ebben az esetben a fúrógépet csak külön intézkedés után lehet üzembe állítani.

A műszak befejeztével a fúrómester köteles az őt váltó

fűrómester tudomására hozni a fűrás folyamán észlelt összes zavart és hiányosságot.

A fűrómesternek a műszak alatt a fűrásnál a biztonsági szabályok betartásáról gondoskodnia kell!

A berendezésen csak balesetvédelmi oktatásban részesített dolgozókat szabad foglalkoztatni.

A fűrómesternek a brigád minden tagját az általa végzendő munkára ki kell oktatnia és ellenőriznie kell az ismeretanyag elsajátítását.

A fűróberendezéshez, géplánchoz idegen személyt engedni tilos!

Itt kell utalni a SWIBO cég gyakorlatára. A munkahelyen piros kobakot a vendégeknek, fehér kobakot a műszaki állományú dolgozóknak, sárga kobakot a betanított munkásoknak, zöld kobakot a vágároknak és kék kobakot a lakatosoknak, villanyszerelőknek kell hordaniuk.

A gépekről, a berendezésekről a burkolatot, a védőkorlátot eltávolítani és azok nélkül dolgozni tilos!

Szerszámot és egyéb meg nem erősített tárgyakat a fűró-tornyon, a gépen, motoron, szivattyún és a keverőn, védőkorláton hagyni nem szabad!

A fűrógépen, szivattyún és más gépen működés közben javítást, tisztítást és kenést végezni tilos!

A gépet csak akkor szabad megtisztítani, ha a kiszolgáló személyzet vagy a gép közelében esetleg tartozkodó más személyek biztonságáról gondoskodtak.

A fűró működése közben a nyomó gumitömlőt leesés és feltekeredés megakadályozására gondosan fel kell függeszteni.

A tömlő szelencét kicsavarozni vagy javítani a szivattyú és a fűrógép teljes megállása előtt nem lehet.

9.2 Injektálás

Az injektálásra értelemszerűen vonatkoztatandók a 9.1 pont alatt felsoroltak. Ezen túlmenően még a következőkre kell felhívni a figyelmet:

- Az injektálandó anyagtól függően az injektáló berendezést műszakilag ellenőrizni kell;
- Sűrített levegővel dolgozó berendezéseknél, azokat az előírt nyomáson ki kell próbálni;
- Az injektálásnál a dolgozókat védőszemüveggel és gumikesztyűvel el kell látni. Ezek nélkül dolgozni nem szabad.
- Az injektálási munkára magas nyomású tömlőt kell alkalmazni;
- Injektálás előtt a berendezéseket, gépláncot gondosan át kell vizsgálni.
- Több műszakos munka mellett a munkahelyet ki kell világítani.
- Az injektáló berendezés össze forgó részeit védőberendezéssel kell ellátni.

9.3 Injektálandó anyagok

A porok, oldószerek és egyéb vegyi termékek kezelésével kapcsolatban bizonyos rendszeres óvintézkedések megtételére van szükség /47/.

- A finom porok, még ha azok nem mérgezők is, izgatják a nyálkahártyát. Az állandóan ilyen porokkal dolgozó személyzet számára a légutakat védő álarc viselése kötelező!
- Az oldószerek több oknál fogva veszélyesek lehetnek: ilyen a robbanásveszély. Jó szellőztetést biztosítani kell, távol kell tartani minden hőforrást, mely a robbanás okozója lehet. A központban korlátozott mennyiségben vagy földbe süllyesztett tartályokban több köbméter oldószer tartható.

- Az oldószerek általában zsírtalanítják a bőrt, ezért bőrgyulladást /ekcémát/ okozhatnak. Védőkesztyű viselése kötelező!
- Az oldószer belélegezve megtámadhatja a légutakat és a szemet, a legfontosabb szerveket és mérgezést okozhat. A szemüveg és a megfelelő védőálarc viselése kötelező, ugyanakkor a megfelelő szellőzésről is gondoskodni kellő
- A változó mérgező hatású vegyszerek tulajdonságaira a gyári címkék utalnak. Erre külön figyelemmel kell lenni!
- A gyúlékony termékeket ugyanolyan gondossággal kell tárolni, mint az oldószereket.
- A cement-bentonit vagy cement-agyag alapanyagú habarcsokra - mivel azt mindenki ismeri - a habarcsra vonatkozó előírások érvényesek.
- A kötéskésleltetők általában veszélytelen lignoszulfitból készülnek.
- A kötés gyorsító anyagok ugyancsak nem veszélyesek, kivéve a nátriumkarbonátot és a vízüveget, melyek lugos kémhatásúak.
- A gélek vízből, vízüvegből és etilacetátból vagy Durcisseur 600 reagens elegyből készülnek. A vízüveg lugos, ezért óvintézkedés szükséges.
- Bár a vízüvegoldat nem mérgező, de lugossága miatt erősen maró hatású, a bőrt síkossá teszi, sőt a szembe jutva marási sérülést idézhet elő. Rendszeres felhasználásánál az arra érzékeny egyéneknél még a higabb oldata is bőrgyulladást, ekcémát idézhet elő.
- Az etilacetát illékony oldószer, amelynek nagyon erős jellegzetes szaga van, mérgező. Az etilacetát veszélyessége gyúlékonyságában és esetleges robbanékonyságában van. Robbanáspontja 0° körüli. Robbanó, ha a koncentrációja levegőben 2,25 % az acetát gőz. A tároláskor és kezeléskor teendő intézkedésekre nem térünk ki.
- A Durcisseur 600 nem mérgező. Gyúlékonyságának osztályba sorolását el kell végeztetni.
- A nátriumpirofoszfát különösebb óvintézkedést nem igényel.

A felsoroltakon kívül még számos olyan kémiai anyag alkalmazására kerülhet sor az egyes besajtolási munkák kapcsán, amelyekre az előzőekben utalás nem történt. Fel kell hívni a figyelmet arra, hogy minden esetben gondoskodni kell a felhasznált anyagokkal /veszélyes vagy mérgező/ kapcsolatos előírások megfelelő részletességi ismertetéséről.

10. ÖSSZEFOGLALÓ

Az ismertetett injektálási módszer alkalmazásával vízszintes és függőleges elrendezésű injektált tömb alakítható ki. Kitöltő anyagként olyan habarcsokat stb. lehet használni, amelyekkel az esetenkénti vízzárási vagy szilárdítási cél elérhető. Az injektáló anyagok kiválasztásánál - éppen a bő választék miatt - minden igény figyelembevehető. A besajtolásnál alkalmazott anyagok területén várható további fejlődés az injektálásnál alkalmazott gépek, gépláncok bővülése, továbbfejlesztése, valamint a csápelhelyezésnél várható további hatások növekedés lehetővé teszi mind újabb és újabb alkalmazási területek bekapcsolását, bővítését, főleg ha arra gondolunk, hogy az adott körülmények között pl. a talajvíz hasznosításának, tisztaságának megőrzésével kapcsolatos gondok mind sűrűbben jelentkeznek.

IRODALOMJEGYZÉK

1. Dr. Greschik Gy.: Mechanikai és vegyi talajszilárdítási eljárások. Áttekintések az építőipar világszínvonaláról /ETK 1976/
2. Vizgazdálkodási Lexikon /Mezőgazdasági Kiadó 1970 Bp./
3. Kirsch K.: Abdichtung mittels Injektionen /Tiefbau 1982 5.sz./
4. Dr. Márton J.: Injektálás, szilárdítás. Technológiai ismertető KÉV-METRÓ Műszaki fejlesztési kiadványok 6. füzet /KÖZDOK 1978/
5. Vegyi anyagok talajszilárdítás /ME-117-74/
6. Dr. Márton J.: Szilárdítás. Ideiglenes tervezési segédlet KÉV-METRÓ Műszaki fejlesztési kiadványok 2/3. füzet /KÖZDOK 1977/
7. M.Seitz: Abdichtung im Tiefbau durch Injektionen /Baugewerbe 1981. febr. 3./
8. Az alapozás kézikönyve, Szerkesztő: Dr.Rózsa László /Műszaki Könyvkiadó 1977 Bp./
9. Lyon, Ch.R. - Solberg P.: Talajszilárdítás nátrium-vízüvegével. /Tiefbau, Ingenierbau, Strassenbau, Gütersloh, 1975. 19.k.9.sz.
10. Barbedette, R. - Deenhardt G.: Etanchements et Consolidations Extrait de la Collection Techniques de l'Ingénieur /kivonat/

11. Durcisseur 600 /Rhone-Progil különkiadvány, részletes tájékoztató
12. Dr. Burián Z.: - Dr. Ivicsics F. - Kőszegi L.: Új anyag a hazai talajinjektálásban /Építés minőség 1981. 4.sz./
13. Caron, C.: Progres recents dans le domaine des coulis d'injection /Soletanche különkiadás MONTEREAU 1965. jun. 10./
14. Nyíró szondázások vizsgálati módszereinek egységesítése. /M 23 tervezési segédlet ETK Bp. 1981/
15. Vízügyi létesítmények kézikönyve. Szerkesztő: György I. /Műszaki Kiadó Bp. 1974./
16. A SWIBO-nál, a Soletanche cég bécsi leányvállalatánál elvégzett négyhetes tanulmányút tapasztalatait összegző jegyzet, 1975. /Kézirat: Dr. Márton J./
17. Széchy K.: Alagutépítéstan /Tankönyvkiadó 1961/
18. Essais de permeabilité ponctuels. Essais d'eau avec obturateur Essais d'eau Lefrance, Essais à l'air. Execution et interpretation /Documentation interne 5.e edition Soletanche 1970/.
19. Cambefort, H.: Bodeninjektionstechnik. Deutsche Bearbeitung: Back, K. /Bauverlag GmbH. Wiesbaden und Berlin 1969/
20. Pérennitéses Systémes argile-cement ou bentonite - ciment dans leurs divers Types d'applications /Construction 1972.10.sz./
21. Durcisseur 600 /Rhone Progil részletes gyártmányismertető/
22. 43. sz. ideiglenes technológiai utasítás a Kálvin téri vegyi talajszilárdítási munkákra. Összeállította: Nagy Á. /KÉV-METRÓ kézirat 1975./

23. Allemand, M.: Injektálásos talajszilárdítás tanulmányozása laboratóriumi módszerekkel. /Progil előadás KTE-ben, 1970. június/
24. Dr. Greschik Gy.: Egyfolyadékos talajszilárdítás tervezése /Kandidátusi értekezés 1973/
25. Caron, M.Cl.: Consolidation des sables par injection de gel de silice. /Extrait des Annales de l'Institut Technique du Batiment et des Travaux Publics-1975. szeptember N°213/
26. Guide technique /Soletanche különkiadvány/
27. Szilágyi L. - Szilvássy Z.: A kolkret beton és alkalmazási lehetőségei a vízepítésben /Vízügyi Közlemények 1974. 4. füzet/
28. Lampl H.: A cementhabarcs besajtolási eljárás /A Mérnök-továbbképző kiadványa, 1947/
29. Ibragimov M.N. - Melnikov, Sz.Sz.: A vegyi szilárdítás tapasztalatai moszkvai építkezéseken /Osznovaniya fundamentu i mehanika gruntov, Moszkva, 1983.1.sz.: Építésügyi műszaki és gazdasági tájékoztató 1983.6.sz. rövid közleménye./
30. H. Giron - L. Dofenjoud: Protection des foilles profondes des usines de Fessenheim-Vogelgrün - Marckolsheim et Rhinau fondéessur alluvions /Constriction 1962. július/
31. O. Hujceek: A Gabčíkovo technokialakítás függőleges lezárása /Tesniace podzémmé steny zakladovych vani v. Gabčíkove /Inzenyrské stawby 1980.11.sz./
32. H. Buttner: Neue Technik zur Herstellung dünner horizontaler injektionen /Die Bautechnik 1974.2.sz./
33. Injection des sols /Soletanche prospektus/

34. H. Cambefort: Ecrans D'étanchéité des Digue. Annales de l'institut technique du bâtiment et des travaux publics. /Kivonat az 1976. dec. számból/
35. A,B. Restelli: Alcuni esempi di trattamenti d'iniezione nel terreno di Milano per consentire la creazione di nuovi spazi sotterranei in adiacenza o sotto fabbricati vecchi da conservare. /Il nuovo cantiere 1972.12.sz. különyomat Rodio cég/
36. Kató J.: Talajszilárdítási eljárások. /Szakmérnöki diplomaterv. 1979. Budapest/
37. Techniques Soletanche 1968-1970 /Soletanche különkiadás/
38. A ménagement de la region parisien. Réseau Express Regionale Tronkon. Neuilly-la Defense /Soletanche ismertető/
39. Metro de Vienne Lot.1. Karlsplatz /Soletanche ismertető/
40. Dr. Márton J.: Tapasztalatok a bécsi metró építésénél. /Mélyépítéstudományi Szemle 1976. 6. sz./
41. Dr. Márton J.: Injektálási munkák szemcsés talajokban /Mélyépítéstudományi Szemle 1976. 8. sz./
42. Mandel-Wagner: Verkehrs-Tunnelbau. Band I. von H. Wagner /Kézikönyv, Berlin-München/
43. J.Fournier: Realisation des Travaux de liaison Invalides-Orsay /Tunnels et ouvrages Souterrains 1977. május/
44. A.B. Restelli: Trattamento preventivo mediante iniezioni, di defficile, sotto felde per consentire lo Scavo di grandi gallerie /Rodio ismertető Torino 1969/
45. Pieux-aiguilles /Soletanche ismertető/

46. Nagy Á.: Horgonyzás. Alapismeret /KÉV-METRÓ kiadvány, 1978/
47. A. Michelson: Precantions dans la manipulation des produits d'injektion /A Soletanche Vállalat Montereau-i üzemének kiadványa, 1973./

A VÍZÉPÍTŐIPARI TRÓSZT, ILLETVE JOGELŐDJEI
GONDOZÁSÁBAN MEGJELENT VÍZÉPÍTŐIPARI
KIADVÁNYOK

Száma	Címe
1.	Csatornaépítési előírások, szabványok és címszavak gyűjteménye
2.	Nyomócsővezetékek építésére vonatkozó szabványok és előírások
3.	Beton- és vasbetonszerkezetekre vonatkozó szabványok és előírások
4.	A résfalépítés gyakorlata
5.	Szennyvisztisztító- és átemelő telepek építésére vonatkozó szabványok és előírások
6.	Csatornavizsgálatok
7.	Építési anyagok minőségi előírásai, átvétele és a minőség ellenőrzése
8.	Ideiglenes munkagödörvizeztelenítési eljárások gyakorlati végrehajtása
9.	Szennyvisztisztító létesítmények építésével kapcsolatos követelmények és működésének vizsgálati ellenőrzési irányelvei
10.	Szivattyútelepek építési hibáinak megelőzése
11.	Munkagödörvizeztelenítés különböző talajokban
12.	Műanyagfóliák alkalmazása a vízépítésben
13.	Szennyvisztisztító telepek üzemeltetése és karbantartása
14.	Zárt rendszerű szenny- és csapadékvíz-levezető csatornák átadása-átvétele
15.	Villamos mérések és vizsgálatok
16.	Diesel-motorok és üzemek energetikai mérése és vizsgálata

Száma	Címe
17.	Gőzkazánok üzemével kapcsolatos energetikai mérések és vizsgálatok
18.	Javitóműhelyek gazdaságossági kérdései
19.	Ivó- és iprai vízellátási létesítmények és berendezések építésével kapcsolatos követelmények, működésük vizsgálati ellenőrzési irányelvei
20.	Beton és vasbeton
21.	Mélyalapozások a vízépitésben
22.	Vízépitési műtárgyak I. Beton- és vasbetonszerkezetek
23.	A vezetés, a szervezés és az új módszerek
24.	Biztonságtechnikai előírások a vízépitési mélyalapozásoknál
25.	Szennyvztisztító telepek műszaki átadása-átvétele
26.	Szennyvztisztító műtárgyak kialakítása és építése
27.	Építésvezetői praktikum
28.	Vízépitési műtárgyak II. Fa- és acélszerkezetek
29.	Folyószabályozási művek építése Magyarországon
30.	A mélyépitési technológiák néhány időszerű kérdése
31.	Acélszerkezetű víztornyok karbantartása
32.	Injektált talajhorgonyzáshoz szükséges gépi berendezések
33.	Vízgyzdmódási acélszerkezetek korrozíóvédelme