

Betonozás

A fűrészt kibetonezása minden esetben kontraktor járassal történik, akár telejvízben, akár szárazban történt a fűrés.

A kontraktorcső fenéig történő leeresztése után csövet 0,4-0,5 vízcementtényezőjű és pasztifikátorral kezelt betonnal töltik fel. A beton utántöltése a cső mindaddig változatlan kontraktorcső állás mellett foly ameddig a kontraktorcsőből a beton ki tud folyni. E ho zet elérése után a kontraktorcsövet kb. 1/2 m-rel felo lik és a betonozást az előbb leírtak szerint tovább fo tatják.

A betonozást mixerkocsival központi betontelepről kiszállított betonnal végzik. A mixerkocsi közvetlenül a betonozó tölcserbe ürít. A kontraktorcső visszahúzása során az egyes kb. 1 m-es elemeket folyamatosan leszakítják, így mindig biztosítható a mixerkocsi közvetlen tölcserbe ürítése.

A betonozás végén a cölöp tetején megjelenő zagyos
betont eltávolítják.

A beton külön tömörítése nem szükséges, mert a
 plesztifikátor és a kis vízcementtényező, valamint az
 előírt cementadagolás a kellő betonszilárdságot bizto-
 sítja.

8.57 Rövid furt cölöpözés /Highway/

Az eredetileg távvezetékoszlopok, kerítésoszlopok elhelyezését szolgáló, kb. 3 m-es lehátási mélységgel rendelkező furógépeket több országban alkalmazták kisterhelésű épületek cölöpalapozására is. A tisztán mű-

Andokok legtöbbször már az alkalmazáskor háttérbe kerültek, mert gazdaságosnak mutatkozott e módszer alkalmazása, ha sikelpozálás is kivitelezhető lett volna. A nyomórtékekben élő-munkaigényes földmunka és betonozási munka csökkenése, a kivitelezési időtartam lerövidítése olyan előnyökkel jár, hogy a sikelpozások arányszámának jelentősebb csökkenésével kell a kisterhelésű épületek terén is a jövőben számolni, és a rövid furt cölölművelési módszer további térhódításával.

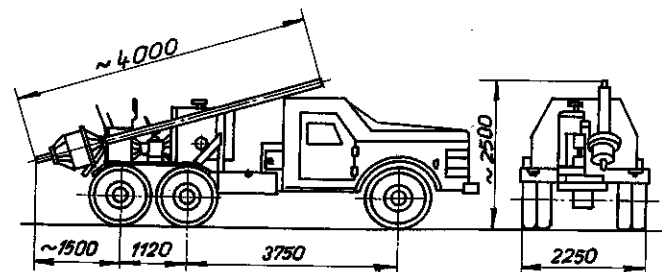
Hazánkba 1964-ben importálták a HIGHWAY típusu fúrógépet, majd a későbbiekben több egyéb hasonló gépet hoztak be szovjet importból. E gépekkel csővezetés nélkül lehet furni, tehát talajviz jelenléte esetén általában nem használhatók. A fúratot fúrótárcsával /spirál-fúróval/ furják ki. Ennek megfelelően nem alkalmazható akkor sem, ha olyan folyós jellegű talajok átfurása szükséges, mely a kis menetemelkedésű, fúrótárcsáról kiemelés közben lehullik. Nem alkalmazható továbbá görgeteges vagy törmelékeny talajok átfurására sem.

a/ HCBMS típusú telajfuró berendezés /Highway be-
rendezés/

A furóberendezés ZISS 151-es típusu 3 tengelyes
terepjáró tehergépkocsi alvázára van felszerelve. A fu-
tógép benzinmotoros meghajtású. A motor hathengeres
T-344 típusú, névleges teljesítménye 70 LE, fordulatszá-
m 2000 f/p. A gépkocsival együtt a súlya 6550 kg.
/H.26 sz. ábra/.

Az egész berendezés elcsapajzi mérete 7,70 x 2,25 m.
Közúti szállításnál a minimális ürszelvény
6,7 x 2,5 m. A furórudazat függőleges állapothoz 6,0 m
szükség.

Szomszédos épületek melletti cölöpözés esetén a szélső cölöptengely és a fal közötti távolság minimum 0,4 méter.



8.26 ábra
Highway-féle önjáró cölöpöző gép

A furótárcsa megszakított spirálfuróból /külső $\varnothing$ 0,57 m/ és a spirálfuró előtt elhelyezett, kb. 0,16 m magas, csuccsal lefelé álló, egyenlőszáru háromszögű lazító lapáttal ellátott szerkezeti elemből áll.

A furótárcsát egy centrikusan elhelyezett, a tárcsa síkjára merőleges, a tárcsára fixen ékelt tengely hajtja meg. A furótárcsának a síkjára merőleges mozgása egy négyzet keresztmetszetű hasáb aleku, egyik lapján fogakkal ellátott fogasrud emelése, vagy süllyesztése teszi lehetővé. A furótárgyak meghajtó tengelye a fogasrud tengelye körül forgó mozgást végez.

Szállítás közben a fogasrud tengelyét a függőlegestől 70° -os szöggel döntik.

A rövid furt cölöpök készítéséhez szükséges géplánc:

Vezérgép: Highway-féle furóberendezés

Segédgépek: 175 literes betonkeverő tüvibrátor és esetleges motoros targonca. A segédgépek lehetőleg mo-

zár üzeműek legyenek. Elektromos gépek esetén energiaigényük 6,0 kW.

Közelítő teljesítményadatok

3 m-es cölöp furási ideje átlagos talajviszonyok között 0,5 óra. Az egyik furatról a másikra való átlépés és a gép kibiztosítása furatonként kb. 0,3 óra. Az időszükséglet 0,27 óra/fm-re vehető fel.

b/ BM-302 típusu talajfuró berendezés

Műszaki jellemzők:

Furó átmérő $\varnothing$ m-ben 0,35-0,5-0,8

Furás mélysége m-ben 3,0-ig

A csörlő teherbírása kp-ban 1200

A letalpalás időtartama min.-ben 1,5-2

A teheremelés sebessége m/min-ben 16

A furási idő teljes mélységű nem fogyott III-IV.ket.

talajban való furáskor min.-ben

Furó $\varnothing$ m	Furási idő perc
0,35	3 - 5
0,5	4 - 6
0,8	10 - 12

A furó fordulatszáma a gépkocsi IV. fokozatának

kapcsolásakor ford/perc-ben

Az I. fokozatban 120

a II. fokozatban 166

a III. fokozatban 208

a visszaforgatáskor 128

A megengedett furási dőlésszögek:
 "maga elé" 5°
 "maga fölé" 15°

A munkaszerelék súlya kp-ban	1650
A furóberendezés teljes súlya kp-ban	5350
A terhelés megoszlása kp-ban	
az első tengelyen	2548
a hátsó tengelyen	2792

A gép befoglaló méretei szállítási helyzetben mm-ben:

hossz	6550
szélesség	2342
magasság	3370

A berendezés három cserélhető spirál furófejjel 0,5 m, Ø 0,6 m, Ø 0,8 m van ellátva.

Cölöpkészítés

A furás során a forgómozgást végző spirálfuró feleletein összegyűlt talajt a fogasrud felemelésével a géttérszint fölé emeli, ahol a centrifugális erő a kiemelt talajt a furótárcsáról kb. 1,0 m Ø-jü kör mentén a térszintre sodorja.

A már kiemelt talaj visszahullásának megakadályozására kb. 0,5 m mélység elérése után a furetbe 0,25 m magasságu gállérral ellátott bádogcsövet kell behelyezni, melyet csak a betonozás végrehajtása után szabad kihuzni.

A furás befejezése után a furet alján, a furótárcsa elöl leírt szerkezeti megoldása következtében, min

ny 0,15-0,20 m vastag fellezített talajréteg marad, melynek tömörítéséről gondoskodni kell /célszerűen 0,0-5,0 m hosszú rudra felszerelt kézi döngölővel/, vagy lökőmenttel stabilizálni kell.

A furet befejezése és a tömörítés, illetve stabilizálás után a betonozást azonnal meg kell kezdeni. Ebből a cölöpből a furás ideje alatt kellő mennyiségű /minimum 1 m³/ folyóméter cölöp elkészítéséhez szükséges, kb. 0,3 m³/ betont megkeverve, elő kell készíteni.

A betonnak a furetbe történő juttatása történhet: lapátolással,

beöntéssel /pl. csőrös kiképzésű kézi szállítóeszközzel/, vagy motoros tergoncából/.

A cölöpbeton általában B 140 minőségű.

A cölöp készülhet csömöszölt betonból, vagy vasbetonból. Az előbbi esetben a gerenderács és a cölöpfej kapcsolatainak biztosítására 1,5 m hosszú, könnyű fejvasalatot kell alkalmazni. /minimum Ø 12 mm hosszvas, Ø 6 mm spirálkengyellel, 1,0 m hosszon, 0,15 m menetemelkedéssel/.

A betonozással egyidőben a beton tömörítéséről is gondoskodni kell. Erre szolgál a түvibrátor.

A cölöp-készítésének ideje

A nyert tapasztalatok szerint egy fm furet előállításához szükséges idő 0,27 óra. Ebben az időben benne van a berendezés átállításának átlagos ideje egy fm furetbe vetítve.

A betonozás időtartama kb. 0,33 óra/fm. Figyelemmel kell azonban erre lenni, hogy a furet-készítés és a betonozás egyidőben történik, tehát egy fm cölöp előállí

tásához szükséges idő nem a fenti két időszükséglet összege, hanem annál - a helyi szervezéstől függően - kevesebb.

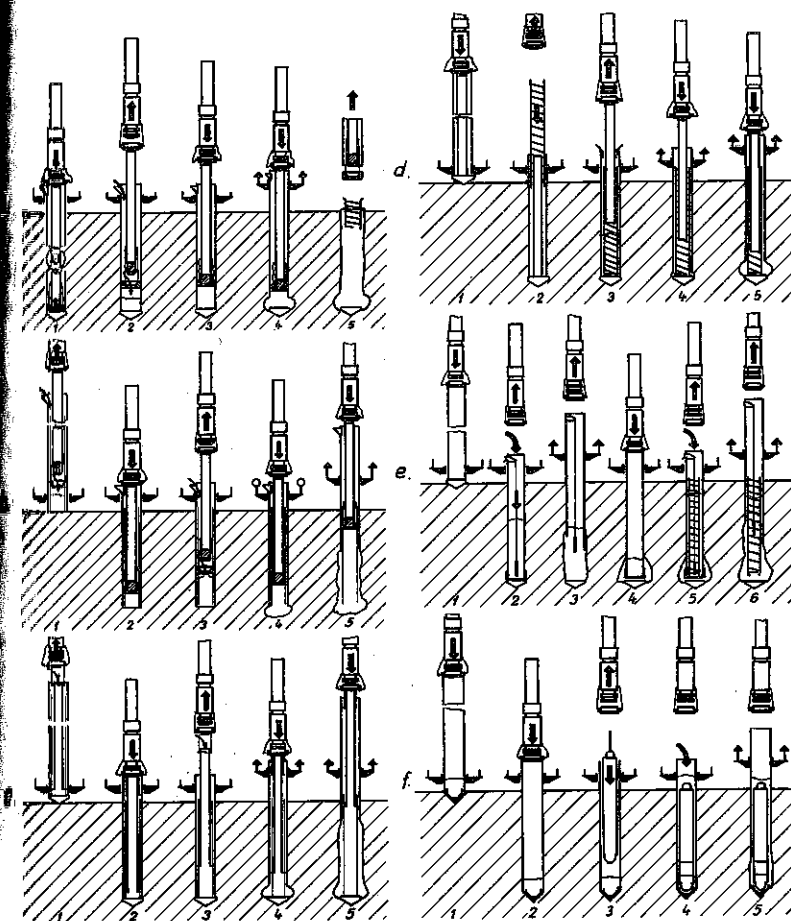
8.58 Diesel cölöpverők alkalmazása a helyszínen készített cölöpöknél

A Diesel cölöpverők, megfelelő segédberendezésekkel kiegészítve nagyon sokféle módon alkalmazhatók helyszíni cölöpök készítésére.

A lehetőségeket, a teljesség igénye nélkül, az alábbi ábra sorozattal szemléltetjük, az ábrák önmagukban beszélnek /8.27/1-2 sz. ábra/.

Valamennyi itt szemléltetett megoldásnál visszanyerhető köpenycsövet vernek le, fenékdugóval. Ezeknek az eljárásoknak az a nagy előnye, hogy a verő és a verő tömeg aránya nagyon kedvező, /amíg hosszú betoncölöpnél ez az arány kedvezőtlen/, tehát kisebb verőberendezéssel lehet dolgozni. Nem áll fenn a betoncölöp verés közbeni elverésének, eltörésének a veszélye. A vízzáró vérdőcső kizárja a vizet, nincs szükség víz alatti betonozásra. Az ütőhatások erőteljesen tömörítik a betont, rücskös felületű hagymafejű cölöp keletkezik, amelynek nagyon kedvező teherbírási van. A bemutatott eljárások jelentős dinamikus hatással járnak, tehát ott alkalmazhatók, ahol ez megengedhető.

Léteznek továbbá olyan eljárások is, ahol vékonyfalú acélcsövet juttatnak le a talajba a beléjük állított verőrud segítségével. A verőrud védi a csövet a behorpadástól és egyben megával viszi a köpenycsövet. Kivánt mélység elérésekor kiemelik a verőrudat, betont töltenek a csőbe és azt a visszaengedett verőruddal tömörítik.



8.27/1-2 ábra

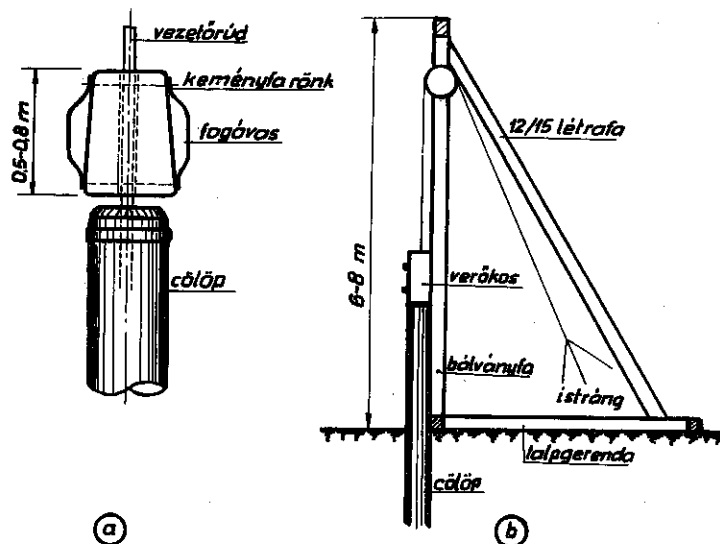
Diesel cölöpverő alkalmazása a helyszínen készített cölöpöknél

8.6 Verőberendezések

8.6.1 Emberi erővel működő verők

A mai modern berendezések őse - amit még napjainkban is alkalmaznak - a kézi verő. Rövid fécölöpök beverésére alkalmas. A kos 30-60 kp-os, 0,5-0,8 m magas keményfarönk, amit 3-4 ember fog, emel és ejt. A pontos vezetés érdekében kb. 25 mm átmérőjű acéltüskét is szoktak használni /8.28/a sz. ábra.

3-4 m-nél hosszabb cölöpök esetén használják az istrángos verőt. A kos 200-400 kp-os. Az istrángot egyszerre több ember mozgatja /8.28/b sz. ábra/. Az istrángos cölöpverő továbbfejlesztését és gépesítését jelentette a szabadon eső kossullal dolgozó verő, amelynél a kos felhuzását elektromos üzemű csörlővel végzik. A



8.28 ábra

Kézi és istrángos verő

A kos súlya 1500-3000 kp lehet. A kos - kellő magasságra felhuzva - a cölöpre ejtik. A kos a kis térfogat érdekében acél vagy vastuskó legyen. A berendezés nagy előnye, hogy viszonylag egyszerűen össze lehet állítani, és a kos nagy súlya miatt nagyobb súlyú cölöpök beverésére is alkalmas. Hátránya: a berendezéssel a cölöpverés lassú, egy folyóméter cölöp verése átlagosan - a talajtól függően - 10-20 percet igényel.

8.6.2 Diesel verőberendezések

A Diesel verőberendezések a cölöpözés legelterjedtebb eszközei, sokoldalúan alkalmazhatók szádelemek, előregyártott cölöpök beverésére, valamint helyszínen betontöltött cölöpök kialakítására.

A működésmódot tekintve két berendezés-csoportot különböztethetünk meg:

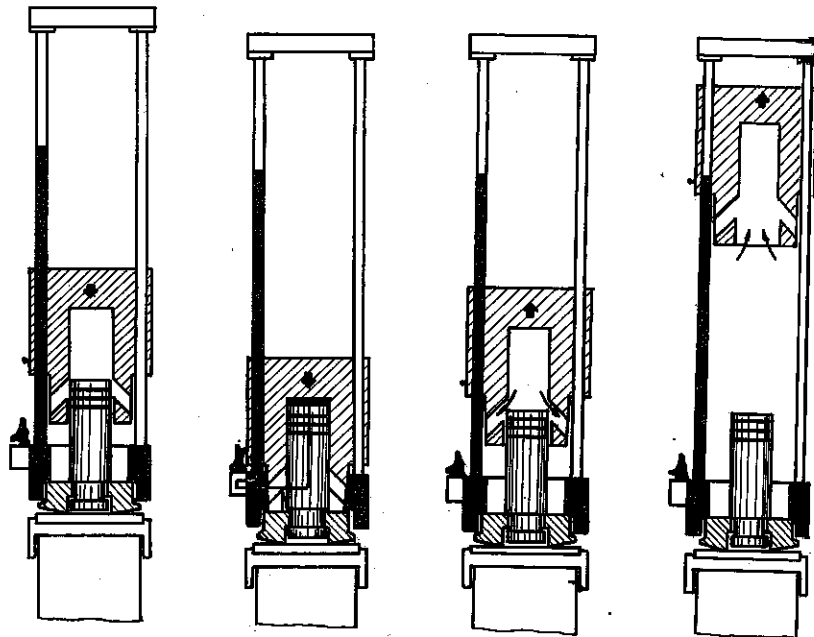
- befecskendező porlasztóval működő és
- ütve porlasztással dolgozó berendezéseket.

8.6.2.1 Befecskendező porlasztóval működő Diesel verők

A befecskendező porlasztóval dolgozó berendezések jellemző típusai a hazánkban is jól ismert szovjet Mz 222, Sz 268, Sz 330 Diesel-verők. Ezeknél a gépeknél az ütés energiát közvetítő üllő és a berendezés dugattyuja egybe van építve a két vezetőrúddal. A vezetőrúd az üllővel és a felső keresztartóval keretszerkezetet alkotnak. A vezetőrúdon csuszik fel - le a hengertest, amely egyben az ütésenergiát is szolgáltatja.

A berendezés működése a következő

Indításhoz segédemelővel felemelik a hengertestet, ez egy adott magasságnál automatikusan lekapcsol és esni kezd. Esés közben működteti a negynyomású befecskendező szivattyút, amely hagyományosan porlasztott üzemanyagot juttat a hengertérbe, ahol az erősen komprimált és felmelegedett légtérben robbanásszerűen elég. A robbanás segít beverni a cölöpöt, másrészt megemeli a hengertestet, amely felfelé haladva utat enged a gázok expanziójának, a gázok kipufognak, majd a hengertest újra esni kezd és ezzel új ciklus kezdődik /8.29 sz. ábra/.



8.29 ábra
Befecskendező porlasztóval működő Diesel
verők munkefázisai

Ezek a berendezések nagy súlyuk ellenére nem elég hatékonyak, melynek fő oka, hogy a dugattyú a hengertérbe szorult levegőt kénytelen nagy mértékben komprimálni, majd bekövetkezik a robbanás, ezáltal veszít a dugattyú mozgási energiájából és az üllőre ütközve már keveset ad le. Nehéz elemek és nehéz talajviszonyok mellett alkalmazásuk nem célszerű.

8.6 sz. táblázat

Álló vezetőrudas szovjet Diesel verő főbb műszaki adatai

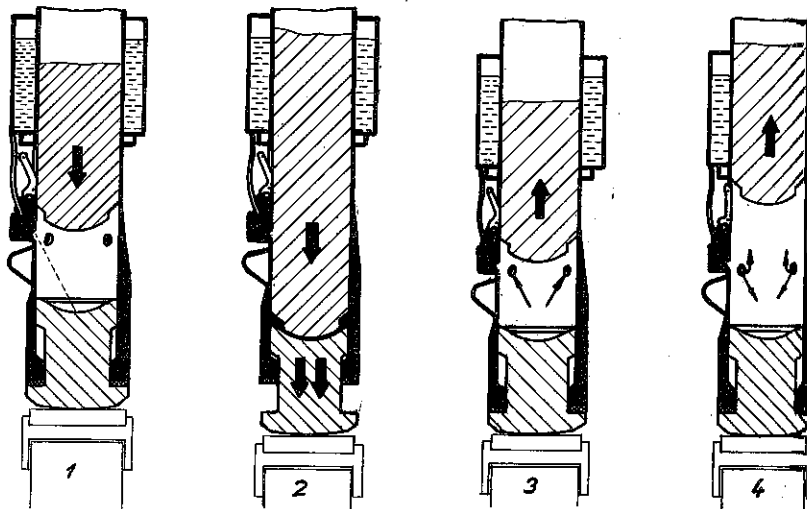
		Sz 154	Sz 222	Sz 268	Sz 330
Ütési súlya	kp	600	1200	1800	2500
Henger átmérő	mm	200	250	290	320
Dugattyú lökete	mm	380	480	515	500
Adagítási viszony	1:X	1:28	1:32	1:26	1:25
Ütközési max. emelked.	mm	1770	1790	2100	2600
percenkénti ütés	1/n	55-60	50-60	50-60	50-55
Önsúly	kp	1400	2200	3100	4200

A 8.6 sz. táblázat a legismertebb szovjet vezetőrudas, befecskendező porlasztóval üzemeltetett berendezések fő műszaki adatait adja meg.

8.622 Útve porlasztással dolgozó Diesel verők

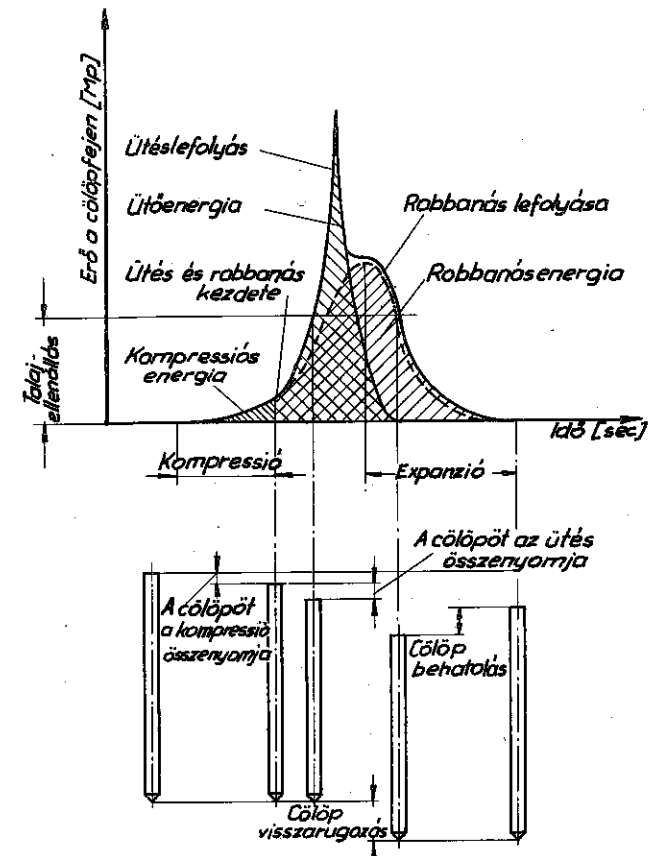
Az ilyen típusú berendezések hengere egybeépítve az üllőrészszel és üzemközben csak kis mértékben mozdul el. Ezenél a berendezéseknél a dugattyu jár fel-le a ver.

Az indításnál a dugattyut emelik fel kellő magasságra, ahol az automatikusan leold és esni kezd, majd elzárja a kipufogó nyílásokat. Ekkor az üzemanyagadagoló-berendezés a robbanáshoz szükséges olajat az üllő gömbsüveg alakú mélyedésébe juttatja. A dugattyu szabadon esik, komprimálja a hengerben lévő levegőt, majd felütközik az üllőre. Az ütközéskor keletkező ütőhatás az üzemanyagot az üllő fészkből szétfőcskölí, elporlasztja; a porlasztott üzemanyag elkeveredik a komprimált és felmelegedett levegővel és felrobban. Lényeges,



8.30 ábra
Útve porlasztással dolgozó Diesel verő munkafázisai

Itt a robbanás a dugattyu és üllő ütközése után létre. A robbanás fokozza az ütőhatást, másrészt emeli a dugattyut, amely felfelé mozogva szabaddá teszi a kipufogó nyílásokat és az expandált gázok így a szabadba távoznak /8.30 sz. ábra/.



8.31 ábra
Útve porlasztással dolgozó Diesel verő energia átadása a cölöpre

A cölöpre most nagyobb erőhatás adódhat át, mert

- a hengertérben alacsonyabb kompressziót kell biztosítani, így kevesebb energia vész el,
- a robbanás nem fékezi az első dugattyút, így ez nagyobb mozgási energiával ütközik az üllővel
- az ütőtest üténergijával már felgyorsított cölöpre hat a robbanás ereje /8.31 sz. ábra/.

Előnyt jelent az is, hogy a kompresszió már a cölöpre fejre nyomja az üllőt, amikor bekövetkezik a dugattyú ütéskése és a robbanás. Így az ütésben részt vevő valamennyi rész egy egységet képez. Az üténergia nagy felületen adódik át a cölöpre, jobban megoszlik, kisebb fajlagos nyomások keletkeznek a cölöpfőjen, ez kíméli a cölöpfőjét. Megnyúlik az ütés időtartama /kompresszió, dugattyú felütközés, robbanás/, a cölöp már leküzdí a nyúló surlódást mielőtt a robbanás bekövetkezik. A repedésre érzékeny cölöpök /betoncölöpök/visszerugózását fékezi az expanzió folyamata a hengerben.

Az előbbiakban néhány Magyarországon is terjedő és kapható üteves porlasztással dolgozó korszerű szovjet Diesel verő és a Delmag cég egyes berendezéseinek fő adatait ismertetjük /8.7 sz. táblázat/.

A cölöpsúly és a verőberendezés párosításánál a kisebb súly a tömörebb talajhoz a nagyobb a lazábbhoz alkalmazható.

Nagysúlyú felső határon levő cölöp tömör talajba verése károsítja a verőberendezést, lassítja a munkát.

8.623 Diesel verőkosok vezetése előgyártott cölöpök verésénél

A Diesel verőberendezésekben rejlő lehetőségeket csak akkor tudjuk teljes mértékben kihasználni, ha a

Üteves porlasztással dolgozó Diesel verők főbb műszaki adatai

Típus Jellemzők	Szovjet				Delmag	
	Sz994	Sz995	Sz996	Sz1047	Sz1048	
Ütőrész súlya kp	600	1250	1800	2500	3500	500 1250 2200
Ütésszám	44-55	44-55	44-55	44-55	44-55	43-55 43-55 43-55
Ütőrész felugrása max mm	2800	2800	2800	2800	2800	
min	1800	1800	1800	1800	1800	
Ütési energia kpm	900	1900	2700	2700	5200	
Max helyzeti energia	1800	3750	5400	7500	10500	1250 3120 5500 +
A robbanási erő Mp						21 42,5 72
Önsúly kp	1400	2600	3650	5400	76500	1050 2400 4430
A cölöp javasolt önsúlya Mp	0,6-1,2	1,2-3	1,5-5	2,5-6	3,5-9	

függesztő, vezető és hordozó egységek összhangban vannak az elvégzendő verési feladattal. A főbb hordozó egység megoldások az alábbiak:

- stabil verőállvány /elavult, nehézkes/
- sinen gördülő verőállvány /előnyös, ha sok cölöpöt kell egy sorba vagy egymás közelébe verni, sük terepet, sok élőmunkát igényel, de egyszerű,
- lánc talpas alváz /speciális cölöpverési célra, mobil, nem kívánt kifogástalan sük terepet, kevés élőmunkát igényel, de drága,
- lépegető alváz /ld fent/,
- kotróberendezések vagy daruk felhasználása: logikailag korszerűbb, sokoldalú, átalakítható, mobil, kevés élőmunkát igényel, de drága.

A legsokoldalúbb vezetőszerkezetek alkalmazását teszi lehetővé, ezeket külön tárgyaljuk.

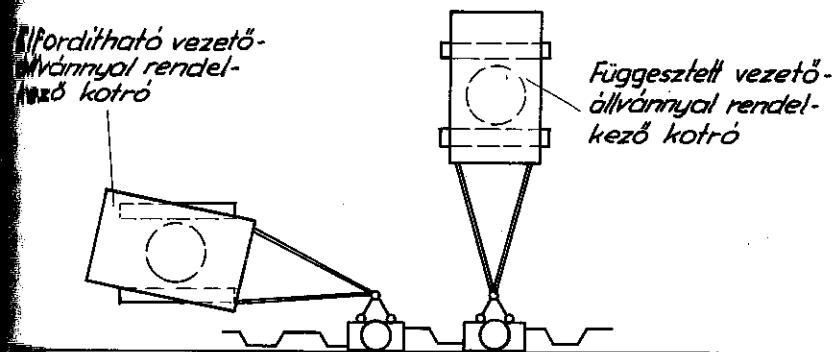
Diesel verők kotrógépeken vagy darukon, vezető szerkezetek

- Függesztő vezető oszlop, a kotró gémjére függesztve a kotróhoz kitámasztva: sokszor előre-hátra dönthető oldalirányba is állítható, így nem érzékeny a kotró vízszintestől eltérő helyzetére, és ferde cölöpök is verhetők.

- Elfordítható vezető oszlop u.e. mint előbb, csak az oszlopot még el is lehet fordítani. Előnye, hogy pl. Larssen falat a fal mellé állva is lehet verni vele /8.32 sz. ábra/.

- Lengő vezető oszlopok a daru, kotró egyik emelő kötelén, függenek. Ennél a megoldásnál gondoskodni kell a leverendő elem megveretéséről, előfurással, sablonnal

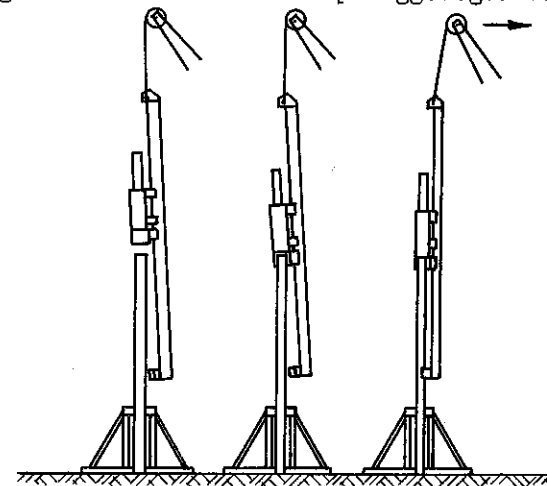
Előny, hogy pl. toronydarunál vagy más hosszú gémű berendezéssel is alkalmazható.



8.32 ábra

Elfordítható vezetőoszloppal rendelkező verőberendezés

- Ráfűzhető vezetőoszlop a cölöpre magára ráhúzható, de gondoskodni kell a cölöp függőleges vagy ferde



8.33 ábra

A ráfűzhető vezetőoszlop alkalmazása

helyzetbe állításáról /pl. seblonnel/. Előnye, hogy a köteles emelőgép is üzemeltetheti, sőt indítás után engedve már daruzási munkát is végezhet. /8.33 sz. ábr.

Vízen végzett cölöpverő munkák

Valamennyi az előzőek során részletezett alváz és vezető szerkezet alkalmas arra, hogy megfelelő uszótestről vízen is végezzünk cölöpverést. Előfeltétel azonban, hogy az állvánnyal vagy kotrógéppel mereven összeépített vezető szerkezettel rendelkező berendezések uszótestük csak kis hullámmozgás mellett végezzünk cölöpözést. A hullámozgás nemcsak a cölöp beállítását és annak művelését nehezíti meg, hanem veszélyezteti a cölöp és a cölöpverő gép épségét is. Előnyösen megkerülhetők ezek a nehézségek, ha a Diesel verő vezetője nincs mereven összeépítve a függesztőszerkezettel /lengő, ráfűzhető vezetőcsatlópok/.

Korszerű külföldi uszótestek saját lábaikkal "leállhatnak" a fenékre és így függetlenül dolgozhatnak a hullámozgástól a rájuk állított cölöpverő komplexum.

8.63 Vibrációs huzó, verő berendezések

Az elmúlt évek során a Szovjetunióban, NSZK-ban és Japánban nagyteljesítményű vibrátorokat fejlesztettek, amelyek megfelelő körülmények között hatékonyan alkalmazhatók a cölöpverésnél. A munkaterület helytelen megválasztása azonban nagymértékben csökkenti eredményességüket, esetleg teljesen ellehetetleníti a munkát. A viszonyok pontos vizsgálata meghaladja a könyv kereteit: ezért csak felvillantjuk a kérdést.

A vibrátorok a lengéseket excentrikusan ékelt forgó tömegekkel állítják elő. A több tengelyen forgó excentrikus tömegek gerjesztette vízszintes erőhatások egymást egyenlítik, a függőleges erőhatások egymást erősítik. Vibrációs leajtó erőhatás növelésére leterhelést, superponált függőleges rezgéseket és forgó lengéseket adnak át egyes berendezések a leajtandó testre. A működési mód, a gerjesztő erő és a süllyeszthető keresztmetszet összefüggéseire ad felvilágosítást a 8.8 sz. táblázat. Vibrációval nyílt profilok /I.Larssen/, tömör cölöpök, csövek és körkörös szekrények süllyeszthetők.

A vibrációs süllyesztés számára a szemcsés, laza, lapos talajok a kedvezőek.

Kedvezőtlenek vagy alkalmatlanok a tapadó, tömör, káros talajok. Ezek a tulajdonságok külön-külön - és együttesen még inkább - nehezítik, illetve lehetetlenné teszik a vibrációs lehetést.

7 A cölöpözési munkák kivitelezési előírásai

7.1 A munkahely átadás

A munkahely átadása során jegyzőkönyvben rögzíteni kell:

- az organizációtól való eltérést;
- az időközben bekövetkezett terepváltozást és tervmódosítást;
- a szállítási lehetőségeket és a forgalmi akadályokat;
- a közmű- és energiahálózathoz való kapcsolódás lehetőségét;

A vibrátorok alkalmazási területe

A vibrátor működési módja	Gerjesztő erő			Alkalmazási terület					Telsjefajta
	Gerjesztő erő Mp Forgató nyomaték nMp	Tehetet- lenségi nyoma- ték cm kp	Frek- vencia Hz	Vibrált test			Verési		
				alakja	kereszt- metszete cm ² / felvest. cm	Sulya Mp kg/m	mély- ség m	sebesség m/perc	
hosszirányu lengéssel	20	1000	< 50		50	< 0,5	< 10	...10	nagyon ked- vező
	40	3000	< 30		< 200	< 2	< 15	3	kedvező
	60	5000	< 20		< 1500	< 15	0,8...0,25		
... és előto- ló erővel, mely 2/3 Gerjesztő erő	> 60	> 5000	< 15		> 2000	< 4	15...10	0,8...0,25	kedvező
... és rugózott teherrel, mely 1:1 ... 1:25, ... és szuper- ponált lengé- sekkel	30	5000	15		400...1000	< 2	15...10		
hosszirányu és cseverő len- gésekkel	> 400	> 30000	< 20		600x25	...10	... 80	0,05	nagyon kedvező
	> 1x100 /400/ 2...10x50	10000 ...40000	< 20		75x10 200x15	0,5...2	30	0,05	kedvező
	2...10x50 10000	2...10x 10000	< 20		200x15 600x25	2...10	50		

- a cölöp kiosztását kitűzési tervvel alátámasztva, továbbá a megadott alappont illetve levezetett magasság egyeztetési adatait és az esetleges eltéréseket.

Ha a cölöp vízbe kerül és a terv nem tartalmazza agresszivitási vizsgálatot, akkor a kivitelezőnek mintát kell venni, és azt vizsgálatra el kell küldeni.

Az alappontokat rögzíteni kell a tervben, és a terepen, majd gondoskodni kell a pontok biztosításáról. A részletes kitűzés /anlégolás/ a kivitelező feladata.

8.72 Építési Napló

Az Építési Napló /továbbiakban/ EN/ a kivitelezés naplójának. Hemis bejegyzés okirat-hamisításnak minősül.

Az EN. első oldalára be kell írni:

- az építtető, a tervező, a kivitelező nevét és címét;
- az építtető, a tervező, a kivitelező felelős személyét és címét;
- a kivitelezés tárgyát, összegét, határidejét,
- a szerződés /pótszerződés/ összegét, aláírási idejét,
- a kivitelezés munkaszámát,
- a munkahely átadási időpontját,
- a bejegyzésre jogosultak nevét és címét.

A továbbiakban naponta kell vezetni az alábbi adatokat:

- dátum,
- időjárás,
- vizállás,
- hőmérséklet: 7 órakor /télien 12^h és 18^h-kor is,
- létszám: állománycsoportonként,
- a műszakok számát,
- a végzett munkát,
- az érkezett anyagokat és gépeket,
- az üzemeltetett és készenlétben álló gépeket.

Az ÉN-t 8 illetve 15 naponként a műszaki ellenőrző láttatni kell. Ha a megadott határidőn belül a műszaki ellenőr valamilyen bejegyzésre nem válaszol, egyoldalon rögzíteni kell a bejegyzés elfogadását. Fontosabb bejegyzést a műszaki ellenőrnek ajánlott levélben meg kell küldeni.

Az ÉN vállalati példányát fontosabb bejegyzés esetén szonnal, egyébként 10 naponként kell a főépítésvezetőnek megküldeni. Az ÉN melléklete:

- felmérési napló,
- cölöpverési jegyzőkönyv.

3.73 Felmérési Napló

Az Építőipari Kivitelezési Szabályzat a FN. vezetését a verési munkánál nem írja elő kötelezően. Csak akkor kell vezetni, ha az építető ezt külön megkívánja. Ebben az esetben az FN. első oldalára be kell vezetni a kivitelezés, a szerződés és a szerződő felek főbb adatait. Ezután dekádanként, havonta és negyedévenként jelezni kell az elvégzett munkát egyenként és öngyűjtő

Az FN., az ÉN. és a cölöpverési jegyzőkönyv adatai egyeznie kell.

3.74 Cölöpverési jegyzőkönyv

A cölöpverési jegyzőkönyvet folyamatosan kell vezetni. Két példányban készítik, amelyből egy példányt a munkahelyen kell megőrizni, egy példányt át kell adni a műszaki ellenőrnek.

A jegyzőkönyvnek tartalmaznia kell a következő adatokat:

- a cölöp helyét,
 - a cölöp jelét,
 - a geometriai adatait,
 - a cölöp minőségét,
 - a típusát,
 - a cölöp súlyát,
 - a cölöpsaru kialakítását,
 - a verőkos súlyát és az ejtési magasságát,
 - az egy ütőssorozatra eső ütések számát és a cölöp behatolását,
 - a verés kezdetét és befejezését,
 - a levágott cölöprész hosszát,
 - a cölöpcsucs tengerszint feletti magasságát,
 - a verésért és a jegyzőkönyv vezetéséért felelős személyt,
 - a cölöpsapkák kialakítását,
 - a felmerült rendellenességeket.
- Verési grafikon csak akkor kell készíteni, ha ezt az építető külön kéri.

8.75 Leszámolási terv

A munka befejezésével egyidőben kell elkészíteni, a műszaki átadás-átvételi eljárás fontos alapokmánya.

Részei: alaprajz és metszetek.

Az alaprajzon fel kell tüntetni:

az alaptest kontúrját,

a cölöpök tervezett helyét,

a cölöpök tényleges helyét.

A metszeten fel kell tüntetni:

az alaptest alsó és felső határvonalát,

a talajrétegek változását,

a cölöpcsucstól a magasság beírásával,

a cölöpfejet a magasság beírásával.

A leszámolási tervet is a kivitelező vállalatnak kell elkészíteni, és a végszámlához csatolni kell.

8.8 A cölöpök teherbirásának megállapítása

A függőleges nyomóerővel szemben:

a cölöpök határteherbirásának megállapítása az MSZ 15005 alapján a cölöp várható törőterhelési értékeiből történik, a következő képettel:

$$P_H = \nu_1 \cdot \nu_2 \cdot \nu_3 \cdot P_t \quad /8.2/$$

ahol: $\nu_1 = 0,5 - 0,9$

$\nu_2 = 0,9 - 1,0$

$\nu_3 = 0,9 - 1,0$

$P_t =$ a törőterhelés.

A törőterhelés értéke megállapítható:

1. cölöpverési /dinamikus/ képletekkel,
2. talajfizikai /statikus/ elméletekkel,
3. próbaterheléssel,

illetve a határteherbirás közelítő értéke felvehető tapasztalatok, szabályozati előírások útján.

8.81 Cölöpök teherbirásának megállapítása verési képletek alapján

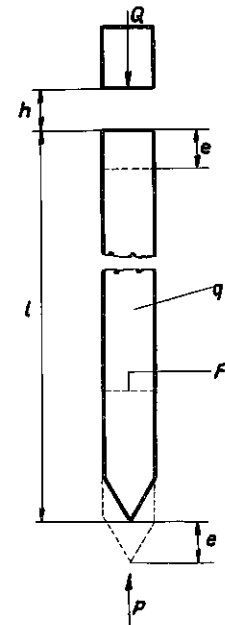
Az elmélet alapja az, hogy a cölöp teherbirása

annál nagyobb kell álljon azzal a munkával, amelyet a cölöp talajba való beverésére fordítottunk. Előzetes tervezésre nem használható. A gyakorlat szívesen alkalmazza a verési képleteket, mert felépítésük egyszerű, kevés adatra van szükség. Megjegyezzük azonban azt, hogy a verési képletekkel számított teherbírást fenntartással kell kezelni, mert nem eléggé megbízhatók, és inkább csak relatív összehasonlításra alkalmasak.

Az összes cölöpverési képletek az energia megmaradásának elvét kifejező előbbi egyenleten alapulnak /8.34 sz. ábra/.

Az ütőmunka:

$$M = Q \cdot h = c \cdot P \cdot e + M_1$$



8.34 ábra
Az ütőmunka
értelmezése

ahol:

- e az egy ütésre eső behatolás,
- P behatolási ellenállás,
- M_1 az összes energiaveszteség,
- Q a kos súlya,
- h a kos ejtési magassága,
- q a cölöp súlya,
- c a behatolási ellenállás változását kifejező tényező.

Az ütőmunka /Q . h/ feloszlik:
 behatolási munkára P . e és
 veszteségekre M_1

A veszteség eloszlik:

- ütközési veszteségre M_1'
- elektrikus veszteségre M_1'' /cölöp és kos/.

Az ütőmunka alapelvét felhasználva a cölöp teherbírásiára a kutatók nagyon sok képletet állítottak fel. Ezekből mutatunk be néhányat.

WEISSBACH

$$P = \left[\frac{E \cdot F}{1} \right] \left[\sqrt{e^2 + \frac{2 Q \cdot h \cdot 1}{E \cdot F}} - e \right] /8.4/$$

feltételezi:

- k = 1 /rugalmas ütközés van/
- P-hez képest Q + q elhanyagolható;
- az ellenállás a cölöpcsúcsonál koncentrálnak.

EYTELWEIN

$$P = \frac{Q^2 \cdot h}{e/Q + q} /8.5/$$

feltételezi:

összenyomódásból eredő munkaveszteség nincs.

$$M_1'' = 0$$

k = 0 rugalmatlan ütközés van.

REDTENBACHER

$$P = \left[\frac{E \cdot F}{1} \right] - \left[e + \sqrt{e^2 + \frac{2 Q^2 \cdot h \cdot 1}{Q+q \cdot E \cdot F}} \right] /8.6/$$

feltételezi:

- rugalmatlan ütközés van k = 0;
- Q + q értéket P-hez elhanyagolja;
- a cölöp összenyomódási veszteségét figyelembe veszi / $M_1 = 0$ /.

RITTER

$$P = a \frac{M}{e} /8.7/$$

Az előző képletből vezeti le, ahol
 M ütőmunka

- a { rugalmas ütközésnél 1,
- rugalmatlan ütközésnél 0,5.

BRIX

$$P = \frac{h}{e} \cdot \frac{Q^2 \cdot q}{Q+q} /8.8/$$

FRÖHLICH

A képlet az előzőekben ismertetett "Universale-Zeissl" vibrált cölöp készítésénél is alkalmazható. A visszahuznádó anyacsövet, mint vert cölöpöt vizsgálják. A vizsgálat s az értékelés módját ad arra, hogy a cölöp teherbírására következtetni lehessen a maradandó és az elasztikus behatolás mérése alapján.

A számítás során a FRÖHLICH-módszerből indulnak ki

$$P = \frac{Q + q}{Q + q}^2 \cdot \frac{Q \cdot h}{\xi} + [Q + q] \quad /8.9/$$

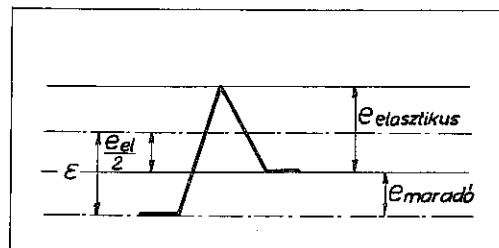
Q az eső súly,

h az ejtési magasság,

q a cölöp súlya,

Q 0,20

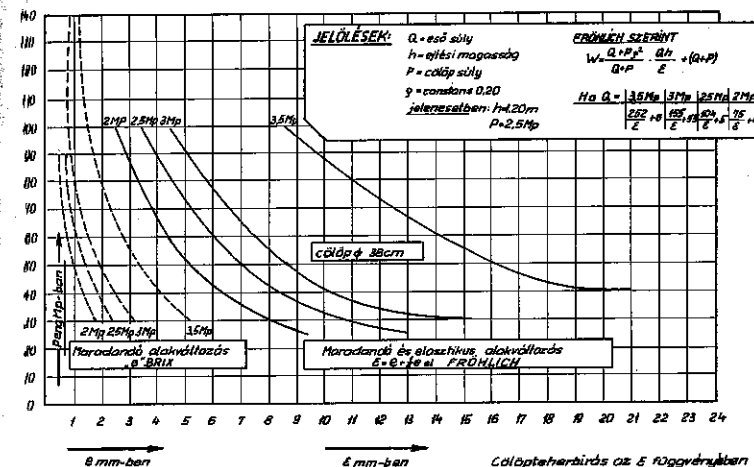
$$\xi = e_m + \frac{e_{el}}{2} \quad /8.35 \text{ sz. ábra}/$$



8.35 ábra

Rugalmas és maradó alakváltozás

Összehasonlításként ábrázoltuk a Brix-féle formulát jellemző görbe sereget is. Jól látható a biztonságban mutatkozó különbség /8.36 sz. ábra/.



8.36 ábra

Cölöp teherbírási grafikon Brix és Fröhlich szerint

A Fröhlich képletéhez hasonló alakú is az ún. HILLEY képlet, amelynek használata hazánkban a verési képletek közül a leggyakoribb.

$$P = \left[\frac{\eta \cdot Q \cdot h}{e + \frac{1}{2} e_{el}} \right] \left[\frac{Q + k^2 \cdot q}{Q + q} \right] \quad /8.10/$$

ahol:

η a verési hatásfok

k az ütközési tényező

és:

$$e_{el} = c_1 + c_2 + c_3 \quad /rugalmas összenyomódás/$$

A cölöpözés megkezdése előtt próbaverést hajtanak végre, és méterről méterre verési diagramot szerkeszti-

nek. A mért értékekből meghatározzák a verési ellenállást. Ebből meghatározható a végleges cölöphossz és a lehetséges terhelés. Célszerű az első, az utolsó és a bizonytalan rétegződésű helyeken is méréseket végezni. Kényes, határértékeket suroló esetekben minden cölöpről diagram készíthető, amelyek mikrofilmre véve, könnyen kezelhető, kis helyen tárolható műbizonylatot képeznek.

A verési diagram szerkesztése

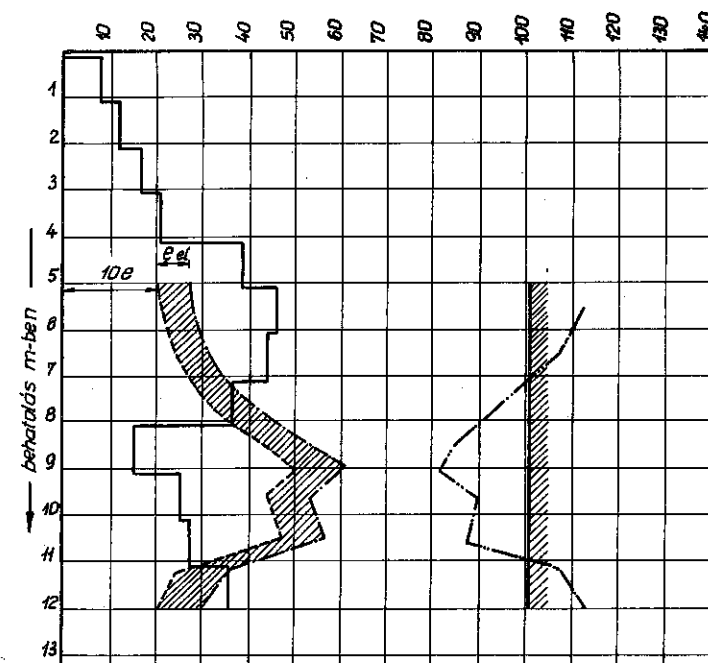
Készítenek 10 x 30 cm-es kartonpsírt, amelyre előre rávezetik a lényegesebb adatokat. A mérést - a teljes mélységtől függően - általában 2,00 m mélység után érdemes kezdeni.

A kartont felerősítik az anyacsőre, és verés közben egy hegyes végű ceruzát helyeznek rá rögzített állapotban. Ez verés közben felrajzolja a maradó és az elasztikus behatolást. Minden ábrához pontosan fel kell jegyezni a verési mélységet. Az így kapott ábrákból leolvasható ξ -t felkeresik az előre elkészített grafikon vízszintes tengelyén, a kapott értéket felvetítik a megfelelő görbére, és a metszéspontot kivetítve a függőleges tengelyre leolvassák az adott behatoláshoz tartozó teherbírást. Célszerű mérni az 1,00 m-es behatoláshoz szükséges ütések számát is.

Ezután minden cölöpről megszerkesztik a 8.37 sz. ábrán látható grafikon, amely - viszonylagos pontossággal - jól szemlélteti a vizsgált cölöp teherbírását és annak változását.

Teherbírás

1m behatoláshoz szükséges ütések száma



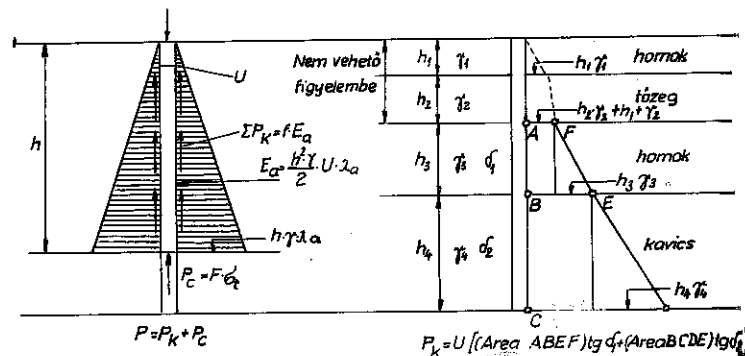
- 1m behatoláshoz szükséges ütések száma
- } 100-8 elasztikus
- } Megkívánt teherbírás
- } $P = \frac{1}{4} W$

8.37 ábra

Komplex verési grafikon

8.82 A cölöpök teherbirásának megállapítása statikus /talajfizikai/ képletek alapján

Keresni kell azt az erőt, amellyel a talajba nyúló cölöp megterhelhető anélkül, hogy a talaj bármely pontjának törőterhelését meghaladó feszültség keletkezzék. A különböző képletek levezetésénél abból indultak ki, hogy a teherbirás két részből: köpenysurlódásból és ellenállásból tevődik össze /8.38 sz. ábra/.



8.38 ábra

A cölöp teherbirásának összetevői

Régebben azt tételezték fel, hogy a köpenysurlódás a köpenyre ható normálerő és a fejleges surlódási tényező /f/ szorzataként számítható. A normálerő maga az aktív földnyomás.

Tehát:

$$P_k = U \cdot \frac{h^2}{2} \cdot \gamma \cdot \lambda_a \cdot f \quad /8.11/$$

ahol:

- U a cölöpkeresztmetszet kerülete
- h a cölöp hossza
- γ a talaj átlagos sűrűsége
- λ_a az aktív földnyomás tényezője.

A csucsellenzállást pedig a csucsfelületen fellépő maximális talajreszkció értékével vették azonosnak. Ezt DÖRR nyomán a passzív földnyomással, majd későbbiek során a talaj törőfeszültségével vették egyenlőnek.

Tehát:

$$P_c = F \cdot h \cdot \gamma \cdot \lambda_p \quad /8.12/$$

$$P_c = F \cdot \sigma_t \quad /8.13/$$

Illetve:

A két összefüggést összeadva a következő általános kifejezés írható fel:

$$P = P_k + P_c = U \cdot \frac{h^2}{2} \cdot \gamma \cdot \lambda_a \cdot f + F \cdot \sigma_t \quad /8.14/$$

Az előbb közölt gondolatmenet tehát azt tételezi fel, hogy a surlódási és a behatolási ellenállások egy időben lépnek fel, és mindkettő a legnagyobb értéket éri el.

Később megállapították, hogy a feltételezés nem jogos, mert más mértékű elmozdulás váltja ki az aktív és a passzív földnyomást. Az egyik expanziós, a másik kompressziós határhelyzetben keletkezik. Ezért a legnagyobb értékek egyidejű fellépése nem lehetséges.

Ezt a helyzetet felismerve elméletileg más alapról közelítették meg a megoldást. KÉZDI a londoni IV. nemzetközi alapozási és talajmechanikai kongresszuson mutatta be az egységes elmozdulásra felépített elméletét.

MEYERHOF a csucs elatti törőfeszültséget és a köpenysurlódást igyekszik pontosabban meghatározni és JÁKY nyomán a cölöpköpenyhez visszahajló logaritmikus spirálissal határolt csuszólapot vesz fel. /Részleteiben lásd: Széchy: Alapozás II. kötet IV.A. fejezet. Műszaki

Könyvkiadó 1963. / A gyakorlatban elterjedt a CAOUOT-KÉRISEL-féle képlet, amelyet levezetés nélkül az alábbiakban közlünk:

$$P_t = \sigma_t \cdot F + f \cdot k \quad /8.15/$$

$$\sigma_t = N_1/q \cdot \operatorname{tg} \Phi + c_0 / + q \quad /8.16/$$

ahol:

- N_1 teherbirási tényező
- Φ a cölöpcsucs sarka alatti réteg surlódási szöge
- c_0 a cölöpcsucs sarka alatti réteg kohéziója.
- q a cölöpcsucsban működő geosztatikus nyomás.

A képletet elsősorban a nagytérű cölöpök /pl. Benoto/ teherbirásának számításánál használják. Később erre még visszatérünk.

8.83 Próbaterhelés

A cölöp-próbaterhelések célja a cölöpök határteherbirásának meghatározása, és a besüllyedési - illetve a besüllyedés időbeli változását kifejező - görbe megállapítása.

Az MSZ 15005 előírása szerint a cölöp-próbaterhelést lehetőleg addig kell folytatni, amíg a próbacölöp törőterhelését el nem éri. Ha ez a követelmény valamilyen ok miatt nem teljesíthető, ekkor legalább a tervezett terhelés kétszeresét kell biztosítani.

A próbaterhelendő cölöp leverése

A próbacölöp verése során a verési jegyzőkönyvet különös gondossággal kell vezetni.

A cölöp verésre bekövetkező behatolásának mérése leggyorsabban a következőképpen hajtható végre:

a cölöp egyik oldalát 10 cm-es beosztással látják el. A cölöp mellé el nem mozduló mutatót /pl.: két cölöpre keresztbe szegelt vízszintes léce/ helyeznek, amely indexül szolgál a behatolások leolvasásához. A verés megkezdése után megszámláljuk a 10 cm-es behatoláshoz tartozó ütésszámot.

Ezen kívül méri az utolsó ütések által előidézett behatolásokat - az előző fejezetben leírtakhoz hasonlóan a következőképpen: a cölöp oldalára papírt tapasztanak fel, és a cölöp mozgásától függetlenül elhelyezett vízszintes vonalzó mellett - a cölöpnek egy ütés hatására történő mozgását mutatja. Ennek segítségével a behatolás szétválasztható rugalmas és maradó részre. Ennél a módszerrel munkavédelmi szempontból különösen óvatosan kell eljárni, mert verés közben kell közvetlenül a cölöpverő mellett, illetve alatt dolgozni.

A próbacölöpöket addig kell verni, míg legalább az utolsó három, 25000 mkp ütőmunkát képviselő, ütősorozat hatására behatolás 3 cm alatt marad. Amennyiben a cölöpök feje eléri a terepszintet, és a behatolás még nagyobb az előírtnál, akkor üzővel kell a kívánt mélységig illetve az előírt behatolás mértékéig verni a próbacölöpöt.

A próbaterhelést megelőzően elvégzendő munkák

A terheléshez hidraulikus sajtó biztosítendő. A hidraulikus sajtót a próbaterhelésnél használt manométer-órával együtt a vizsgálatot megelőzően kalibráltatni kell. A próbaterhelés alkalmával a kalibrálási jegyzőkönyvet a próbaterhelést vezető szervnek át kell adni. A próbacölöp tetejét - a hidraulikus sajtó egyenletes felfekvése érdekében - vízszintes síkra kell kiképezni.

A próbacölöp teteje és a hidraulikus sajtó alja közé az egyenletlenségek kiküszöbölése és az órák elhelyezése céljából kb. 1,5 cm vastag 80 . 80 cm méretű ólom- vagy acéllemez kell tenni.

A cölöp két szemben levő oldala mellett kb. 50-60 cm szabad nyílást kell hagyni, hogy a süllyedésmérő órákat a cölöp mozgásától függetlenül el lehessen helyezni.

A hidraulikus sajtó ellenterhelését kétféle módon lehet biztosítani:

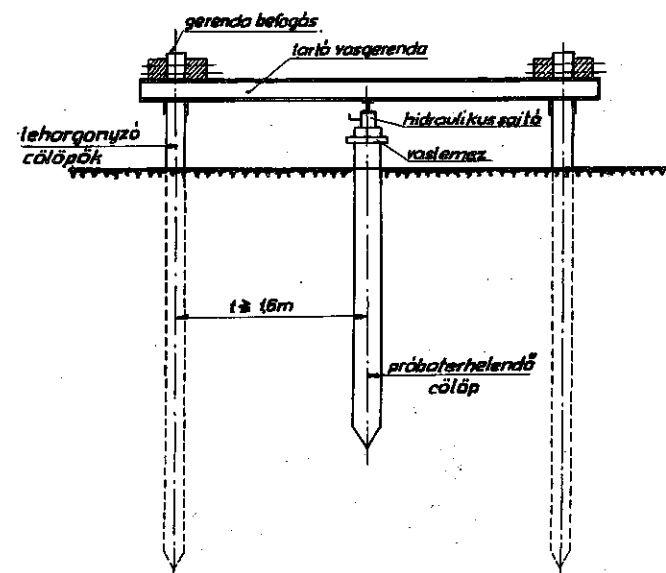
- a szomszédos cölöpek köpenysurlódásának felhasználásával /lehorgonyzás/,

- szekrényes próbaterheléssel.

A lehorgonyzó cölöpek hosszát úgy kell megválasztani, hogy az áthidaló I tartóhoz a cölöpek acélbetétei hozzáhegeszthetők legyenek.

A lehorgonyzó cölöpeknek a próbaterhelés előtt álló cölöptől való távolsága nem lehet kisebb 1,6 m-nél. A lehorgonyzó szerkezetet olyan módon kell elkészíteni, hogy a lehorgonyzó cölöpekre egyenlő húzóerő kerüljön. Ezt egyenlő cölöptávolsággal és statikailag határozott szerkezettel lehet biztosítani. A statikai határozottság biztosítására célszerű átviteles szerkezetet alkalmazni. Az átviteles tartó főtartójának 80 Mp terhelésig az 500-as I tartó megfelel.

A lehorgonyzó cölöpek száma függ a cölöpre jutó terheléstől, a talaj és a cölöp közötti köpenysurlódási értéktől, valamint a cölöpek leverési mélységétől /8.39 ábra/.



8.39 ábra

Próbaterhelés lehorgonyzó cölöpekkel

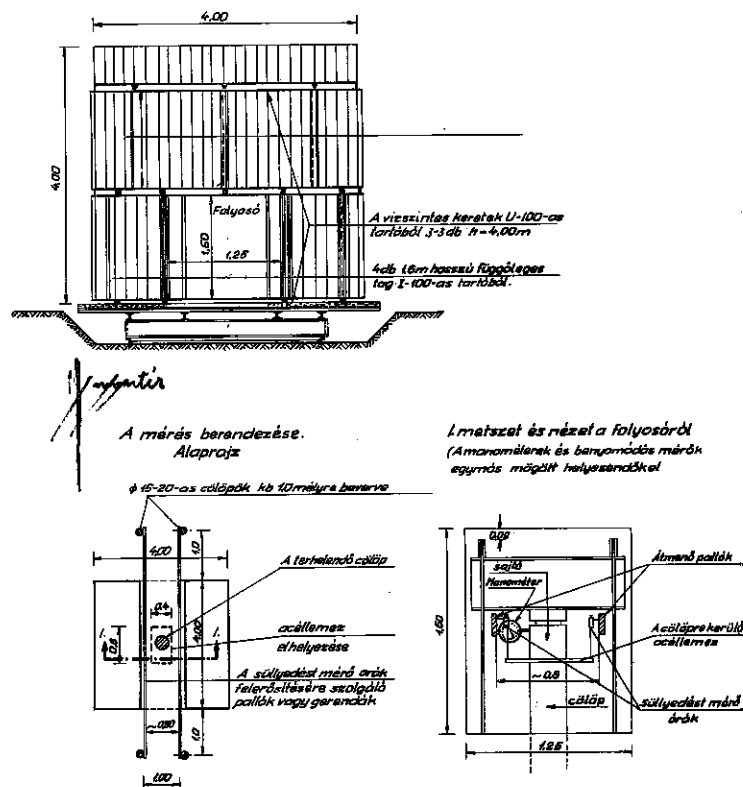
A nagy terhelések miatt a hegesztéseket fokozottabb gondossággal kell készíteni. A lehorgonyzó cölöpek hegesztésénél az esetleges lepattanó varratok és acéldarabok ellen a munkavédelmi intézkedéseket meg kell tenni /pl. vaslemez, szádpalló, deszkalap védelem/.

A lehorgonyzó cölöpeket a végleges cölöpalapozásba beszámítani általában nem szabad. Amennyiben mégis felhasználják, a cölöpeket utólag addig kell verni, amíg az előírt behatolási értéket el nem éri.

Szekrényes próbaterhelés alkalmazása esetén a fel-
szint el kell egyengetni a szekrénynek a talszárra történő
nő vízszintes egyenletes felfekvése érdekében.

Sokféle típusu próbaterhelő szekrény ismeretes. A terhelés történhet földdel, homokos kavicsal, téglával, cölöppel stb. Az elvi elrendezés rajzát a 8.40 sz. ábrán közöljük. Ellensúlyként felhasználhatók a vesbeton cölöpek is.

A padlókaloda előnézete



8.40 ábra
Próbaterhelés terhelőszekrénnel

A próbaterhelés idején a próbacölöp környékén cölöpözni nem szabad. Ugyancsak kerülni kell ezeket a hatásokat, amelyek a cölöp süllyedésének megfigyelését zavarják /rázkódás, lökések stb./. A próbacölöp közelében nagyobb mélységű árok, földmozgatás a teherbírás értékét kedvezőtlenül befolyásolják.

A terhelés nagyságát hidraulikus sajtó alkalmazása esetén manométerórával mérik. A manométer-órák szabatos működését a terhelés megkezdése előtt és után ellenőrizni kell. A hidraulikus sajtó alkalmazása előtt meg kell győződni annak helyes működéséről. A sajtó tartályát higázolajjal vagy glicerinnel és víz 1:10 arányú keverékével kell feltölteni. Téli időben vizet a fagyveszély miatt nem szabad alkalmazni. Meg kell győződni a szelepek működéséről, vagyis arról, hogy a sajtó a terhelést állandóan tartja-e. A sajtó dugattyuját a terhelés befejezése után alspállásba kell visszahelyezni. A beszüllésérőlkét "lehajlásmérő órákkal" állapítják meg, használat előtt meg kell győződni arról, hogy az órák nem akadnak-e.

A sajtót a cölöp és a lehorganyzó I tartó között centríkusan kell elhelyezni.

A beszülyedés mérésére szolgáló lehajlásmérő órák köröcsucsát a cölöpre helyezett 80 . 80 . 1,5 m ólom, vagy acéllemezre helyezik el. Fontos, hogy az órák felerősítése a cölöpmozgástól teljesen függetlenítve legyen. A próbaterhelés előtt álló cölöptől az órák felerősítésére szolgáló szerkezet tartócövekje min. 1,2 m-nek legyen. Az órák felerősítése lehetőleg úgy történjék, hogy azok negyéből egyenlő oldalú háromszöget alkossanak /3 óra esetén/. Ha három óra felszerelése nem lehetséges és két órával mérnek, akkor a cölöp 2 ellentétes markára kell szokat felszerelni.

A próbaterhelést homokos kavicsstalej esetén a verés után 24 órával kötött talaj esetén pedig 3 nappal lehetőleg hamarabb elkezdni.

A cölöp próbaterhelésének lebonyolítása

A próbaterhelést csak akkor lehet megkezdeni, ha az előkészítés helyességéről meggyőződtek.

A próbaterhelés során meg kell állapítani a cölöpök határteherbírását, illetve ellenőrizni kell azt, hogy a tervezett terhelést a cölöpök károsodás nélkül elbírják-e. Mérni kell a tervezett terheléshez tartozó cölöpsüllyedés értékét és a terhelés közben eltelt időt.

A próbaterhelés megkezdése előtt a cölöpre 0,5-1,0 Mp előterhelést - adnak. A továbbiakban a tehermentesítések során a terhelést 0 Mp-re csökkenteni nem szabad, csak az előterhelésig azért, mert a teljes tehermentesítésnél az órák elmozdulhatnak.

A cölöpök terhelését lépcsőzetesen kell végrehajtani. A terhelési lépcsők nagyságát úgy kell megválasztani, hogy a törőterhelés értéke, a behatolási görbe megbízhatóan megállapítható legyen. A terhelési lépcsők nagyságára irányadók a következők:

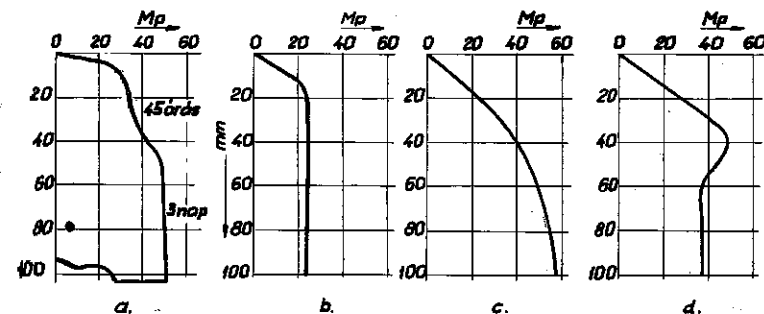
A lépcső értéke a megbecsült törőérték vagy az alkalmazható legnagyobb terhelés 1/10-e, illetve 5-10 Mp között változzék. Kötött talajban esetleg nagyobb is lehet. A terhelési lépcsők értékét célszerű úgy megválasztani, hogy az manométer-órán pontosan leolvasható legyen. Az egyes terhelési lépcsők felhordása után a süllyedés időbeli lefolyását is meg kell figyelni. A süllyedés időbeli megfigyelését minden egyes lépcsőnél 0,2 mm/óra sebességgig kell folytatni. A leolvasásokat általában percenként kell végrehajtani. A terhelés közben tehermentesítések

átéseket kell végezni a cölöp rugalmas és maradó be-süllyedéseinek megállapítására. Ebben az esetben a terheléseket és tehermentesítéseket addig kell folytatni a határ /az előírt terhelés és az előterhelés/ között, amíg a besüllyedések között különbség mutatkozik. A próbaterhelés után a cölöpön tehermentesítést kell végezni.

A próbaterhelés alkalmával fel kell jegyezni a cölöpkeresztmetszetet, a cölöphosszt, a csucs alakját, a cölöpverő gyártmányát, az utolsó ütésekre történő behatolásokat, a cölöp talajban álló hosszát. Fel kell tüntetni a próbaterhelés módját, a terhelő és lehorgonyzó szerkezetek adatait /lehorgonyzó cölöpök egymástól való távolságát, lehorgonyzó I gerenda méreteit stb/.

A a törőterhelés elérése előtt a lehorgonyzó cölöpök a földből kezdenek kihuzódni, fel kell jegyezni, hogy a kihuzódás melyik teherállásnál kezdődött el, mert ebből következtetni lehet a köpenysurlódás értékére. Figyelembe kell venni azonban azt, hogy a huzásnál fellépő köpenysurlódás a nyomásnál fellépővel szemben kisebb értékű szokott lenni.

A próbaterhelés során észlelt rendellenességeket /a cölöpök elferdülése, az órák kimerülése, a hidraulikus hajtó kimerülés stb./ fel kell jegyezni.



8.41 ábra

Jellegzetes terhelési görbék

A próbaterhelési jegyzőkönyvet dátumozni és aláírni kell. A rétegszelvényt lehetőleg mellékelni kell a jegyzőkönyvhöz. A cölöpök fejének magasságát m.A.f.-i illetve m.B.f.-i szintben is meg kell állapítani. A 8.41 sz. ábrán jellegzetes terhelési görbéket szemléltetünk.

a/ típus

Durva szemcsés talajban levő lebegő vagy homoktalajban álló cölöpökre jellemző. Az arányossági határ után a folyási állapotba való átmenetet fokozatos, a végső törőterhelés nem állapítható meg, mert a görbe aszimptotikusan tart a függőlegeshez.

b/ típus

Tőzegrétegen átvert cölöpre jellemző. Alsó teherbíró réteg nincs. Jellegzetes példája annak az esetnek, hiányzik a csucsellonállás.

c/ típus

Szemcsés talajba vert cölöp görbéje. A görbe kezdetétől fogva folyamatos parabolikus görbe. A terhelés során a szemcsék tömörödnek.

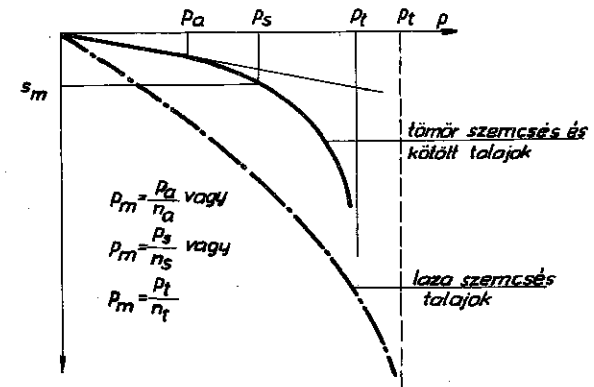
d/ típus

Agyagtalajba vert cölöp. A görbe egy bizonyos határig lineáris, majd - hirtelen törés után visszaesve - a függőleges tengellyel párhuzamos lesz.

Az előzőekből látható, hogy a cölöpök próbaterhelését a valóságnak megfelelő körülmények között végzik. Eppen ezért a cölöpterherbírás meghatározásának legbiztosabb módja a próbaterhelés. A 8.42 sz. ábrán általános próbaterhelési görbéket mutatunk be.

A 8.42 sz. ábra jelöléseit a következőképpen kell értelmezni:

P_t	törőterhelés
P_a	arányossági határ
P_m	megengedett teherbírás
S_m	megengedhető süllyedés
n_a, n_s, n_t	biztonsági tényezők.



8.42 ábra
Próbaterhelési görbe

Elvileg tehát a próbaterhelési görbe segítségével bármely süllyedéshez megállapítható a vizsgált cölöp megengedhető terhelése.

A helyzet azonban sajnos így nem egyszerűsíthető le, mert:

- az egyes és a csoportos cölöpök teherbírása különböző,

- a süllyedési görbe a leg gondosabb szerkesztés esetén nem tükrözi a valóságot,

- az arányossági és a törlési határ megállapítás nem pontos,

- a műszerek nem pontosak.

A bizonytalanságokat a különböző szabályzatok és elméleti uton levezetett megállapítások más és más módjára igyekeznek kiküszöbölni.

A magyar szabvány /MSZ 15005/ a bizonytalanságok számszerű kifejezésére vezette be a γ_1 , γ_2 és γ_3 szorzótényezőket, melyeket elméleti megfontolások és valószínűség-számítási elvek alapján határoztak meg.

8.84 Cölöpök terhelhetőségének változása az idő függvényében

A gyakorlatban számos esetben előfordult, hogy a cölöpcsucs elérte a statikus képletek alapján tervezett mélységet, a verés azonban továbbra is könnyen folytatható volt. Nem lehetett az utolsó verési sorozatra előírt verési munkával a megengedett süllyedési értéken belül maradni. Kétségek merültek tehát fel a tervezés helyességével kapcsolatban.

Hasonlóképp előfordult, hogy próbacölöpszés során az előírt ütemmunkával rendelkező ütéssorozat mellett nem sikerült a süllyedési értéket ésszerű cölöphosszúsággal az előírások szerinti korlátokon belül tartani. Ez felvetette, hogy a verési képletek használhatóságának kritériumait meg kell határozni, mivel a pontos elemzések hiánya túlméretezett, drága szerkezetek kialakítását eredményezte.

A vizsgálatok során ezt tapasztalták, hogy vízzel telített iszapos finom homok, erősen iszapos kevés, agyagos iszap esetén a cölöpök könnyen haladtak az elő-

írt mélységig, vagy akár tovább. Azonnali próbaterhelésük nem kielégítő teherbírást mutatott.

Bizonyos idő után a cölöpök teherbírása megnőtt, "beálltak". A jelenséget úgy magyarázták, hogy

- a verés gyors terhelést jelent, a tömör talaj pórtékeiben nagy nyomás lép fel, ami a talajsűrűsödés megakadályozását, a talajszemcsék egymástól való elválását, elmozdítását eredményezi,

- a cölöpcsucs közelében átgyuródó talaj nyírósíkjainak elmozdítása nagy részét elveszti,

- a pórusvíz lép a talaj és a cölöp közé, mintegy "beáll", elválasztja a cölöpöt a talajtól.

A pórusvíznyomás az idővel leépül, a cölöp "beáll". A fenti jelenségek miatt ujabban a 8.9 sz. táblázat szerinti várakozási időt ajánlják a cölöpverés és a próbaterhelés illetve adott ütemmunkához tartozó süllyedés kiértékelése között, a valóságos teherbírási megállapítása érdekében.

8.9 sz. táblázat

Várakozási idők a cölöpverés és a próbaterhelés között

Talajfajta:	Ajánlott várakozási idő
Árnyas homok	2 nap
Árnyas agyag	6 nap
Telített közepes és durva homok	3 nap
Telített finom homok, iszap, agyag, képlékeny agyag	20-25 nap!

Felvetik továbbá, hogy - különösen nagyobb területű létesítményeknél - egy próbaterhelés, vagy mérés, nem próbaterhelés és nem mérés, a vizsgálatokat süríteni kell.

Meg kell itt említeni, hogy mások nagyszemű homok és murvás talajoknál a teherbírási időbeni csökkenését tapasztalták.

8.85 A határteherbírási megállapítása tapasztalatok, szabályozati előírások útján

Vert cölöpök határ-teherbírásiára vázlattervi szinten tapasztalati értékekből is lehet következtetni.

8.10 sz. táblázat

Különböző cölöpök tájékoztató teherbírási

Cölöpfajta	A c ö l ö p	
	mérete [cm]	teherbírási [Mp]
Előregyártott vert vasbeton	30 . 30	30 - 40
Előregyártott vert injektor vasbeton	30 . 30	40 - 70
Sajtolt /Mega/	25 . 25	40 - 60
Benoto	90 Ø	150-250
Franki	60 Ø	100-130
Normál furt	30 - 40 Ø	20 - 30
Highway	40 - 60 Ø	10 - 30
Universale-Zeissl	60 - 80 Ø	60 - 120

Ezeket a tapasztalati értékeket csak akkor alkalmazhatjuk, ha:

- a talaj rétegződése ismert,
- az altalaj egyenletes és nem kötött,
- a cölöphossz minimálisan 6,00 m,
- a cölöpöt legalább 2 D-nek megfelelő mértékben beverték a teherbíró rétegbe.

Különböző cölöpfajták tájékoztató teherbírásiát a 8.10 sz. táblázatban mutatjuk be.

8.9 A cölöpalapozások tervezése

Cölöpalapozás csak talajmechanikai feltárás alapján tervezhető. A feltárások mélységét az MSZ 4488 pontja szabályozza. A talajvizsgáló furások adatait - különösen vert cölöpök alkalmazása esetén - dinamikus szondázással /MSZ 2635/ célszerű kiegészíteni /MSZ 15005/. A teherviselés szempontjából a cölöpök két nagy csoportra oszthatók:

- álló cölöpök és
- lebegő cölöpök.

Álló cölöpök

A cölöp akkor álló, ha a csucsellénállás önmagában képes a terhet közvetíteni az altalajra.

A következőkre kell figyelemmel lenni.

1. A cölöpcsucs alsó síkjában nem lehet nagyobb a feszültség, mint amekkora a mélységben síkalapozással megengedhető volna.

Vagyis:

$$\sigma = \frac{\sum F}{\sum F} < \sigma_H \quad /8.17/$$

ahol:

$\sum F$ az összes erő,
 $\sum F$ a cölöpcsucok által elfoglalt összes terület.

2. A közvetlen terhelt réteg alatt fekvő gyengébb rétegben keletkező feszültség ne haladja meg a sikalapozásnál ott megengedhető feszültséget.

3. Az alaptesttel közvetlenül érintkező felületen nem szabad számításba venni. Az összes terhet a cölöpöknek kell viselni.

4. Kihajlásra csak a vízben vagy a szabadon álló cölöpöket kell méretezni.

5. Konszolidációs idő előtt a negatív köpenysurlódást kell figyelembe venni. /A hatást a hasznos teherhez hozzá kell adni./

6. Egyes cölöpök teherbirása csökkentés nélkül összegezhethetők.

Lebegő cölöp

Lebegő a cölöp akkor, ha a ráháruló terhet az oldalfelületének surlódása útján továbbítja az altalajnak.

Lebegő cölöp alkalmazás esetén a következőkre kell figyelemmel lenni:

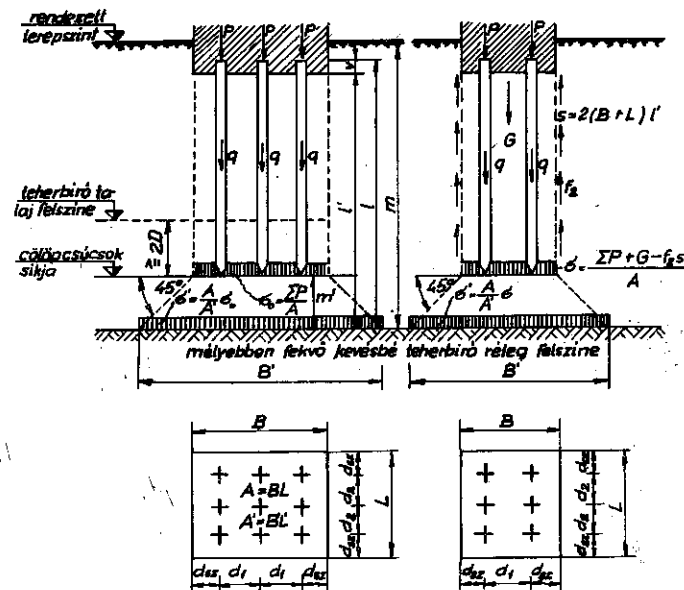
1. Puha agyagban alkalmazni tilos.
2. A cölöp csucsa ne végződjék puha agyagban vagy annak közelében. A maximális megközelíthetőség 1,50 m.
3. Az alaptest kisebb szélességénél rövidebb lebegő cölöpöket alkalmazni tilos, mert ezek nem adják át mó-

vebbre a feszültséget, s csak mint talajtömörítő cölöpök vehetők számításba.

4. Konszolidációs állapotnál negatív köpenysurlódást kell figyelembe venni.

5. Az izobár vonalak egymásba metsződése esetén a cölöpök összteherbirása csökken.

A 8.43 sz. ábrán az álló és lebegő cölöpsort elrendezését mutatjuk be. Az alkalmazott jelölések értelmezése:



$$A=BL \quad A'=BL' \quad L=L'+2m'$$

8.43 ábra

Álló és lebegő cölöpcsoport

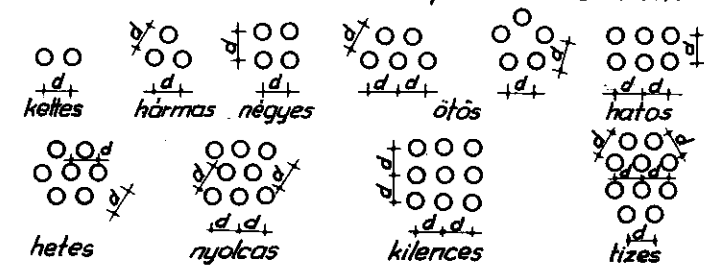
A	az eleptömb vagy cölöprács alsó felülete	m ²
S	a cölöprács és az alapozás szintje közötti földhasáb felülete	m ²
P	egy cölöp terhelése	Mp
σ_H	a talaj határfeszültsége a cölöpcsucs síkjában	Mp/m
σ'_H	a cölöpcsucs alatti, kevésbé teherbíró réteg határfeszültsége	Mp/m
σ_o	a cölöpcsucs síkjában fellépő tényleges feszültség	Mp/m
σ_e	a kevésbé teherbíró rétegben fellépő feszültség	Mp/m
σ_t, σ'_t	a talajok törőfeszültsége	Mp/m
P_H	a cölöpök határteherbírése	Mp
G	a cölöprács és az alapozás síkja közötti földhasáb és a cölöpök súlya	Mp/m
D	a cölöpök névleges átmérője	m
m	a cölöpcsucs mélysége	m
m'	a kevésbé teherbíró réteg és a cölöpcsucs közötti távolság	m
l'	a cölöprács és az alapozás síkja közötti távolság	m
F	egy cölöp keresztmetszeti területe	m ²
f ₂	a surlódás fajlagos értéke	m ²

A 8.44 sz. ábrán bemutatjuk a leggyakrabban alkalmazott cölöpkiosztási formákat koncentrált és megosztó terhelés esetére.

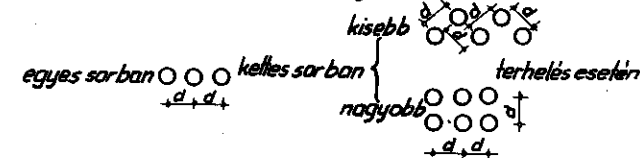
A következőkben a különböző cölöpök határteherbírásiának számítási módszereit mutatjuk be. Előljáróban megjegyezzük, hogy az összes cölöpfajta teherbírásiának meghatározásához szükségesek a következő talajfizikai jellemzők:

- a talaj térfogatsúlya / γ /,
- a talaj belső surlódási szöge / φ /,
- a talaj kohéziója / c /.

Cölöpkiosztási formák koncentrált pillérterhelés esetén.



Cölöpkiosztási formák megosztó terhelés esetén



8.44 ábra

A leggyakrabban alkalmazott cölöpkiosztások

8.91 Egy cölöp határteherbírése

Az MSZ 15005 szabvány szerint egy cölöp határteherbírése a következő képletből számítható:

$$P_H = \gamma_1 \cdot \gamma_2 \cdot \gamma_3 \cdot P_t \quad /8.18/$$

ahol:

- γ_1 a törőterhelés meghatározásának megbízhatósága /értéke 0,5 - 0,9 között változik/,
- γ_2 a cölöpre jutó terhelés meghatározásának pontossága /értéke 0,9 - 1,0 között/,

ν_3 a talaj inhomogenitását kifejező tényező /értéke 0,9-1,0 között/,

P_t a törőterhelés értéke. Meghatározása verési képletekkel, statikus képletekkel, vagy próbaterheléssel.

A különböző leggyakrabban alkalmazott cölöptípusok esetén a törőterhelés statikus képletekkel történő meghatározására más-más képletek terjedtek el. Az alábbiakban bemutatjuk a már ismertetett statikus képletek mellett használt egyéb képleteket vagy egyszerűsítéseket az alábbi cölöptípusoknál:

előregyártott vert vasbeton cölöp,
injektor cölöp,
Benoto- és franki cölöp.

Előregyártott vert vasbeton cölöp

$$P_t = \sigma_t F + f_1 K \quad /8.19/$$

és

$$\sigma_t = a m \cdot \gamma + b \cdot c$$

ahol:

- F a cölöp keresztmetszeti területe
 f_1 a fajlagos surlódás értéke /8.11 sz. táblázat/
 K a cölöp talajjal érintkező felülete
 a, b a surlódási szögtől függő állandó /8.12 sz. táblázat/
 c a kohézió /8.13 sz. táblázat/
 m a cölöpcsucs mélysége
 γ a talaj térfogatsúlya

A fajlagos surlódás értékei a vert vasbeton cölöp hatásteherbírásiának megállapításához

Megnevezés	f_1 [Mp/m ²]	
	1	2
Tőzeg	0,0	0,6
Puha iszap	0,2	1,8
Képlékeny iszap	0,35	1,8
Puha agyag	0,7	2,3
Savány, képlékeny agyag	0,7	3,9
Nedves, kötött, nem sodorható agyag	1,8	3,4
Rödegy nehezen gyurható agyag	2,8	3,5
Tömör, iszapos agyag	3,5	5,8
Kemény, merev agyag	3,5	5,8
Lazapos homok	2,3	3,9
Homok	2,8	4,2
Homokos kavics	3,9	11,6
Kavics	5,8	13,4

- 1 = nedves kötött talaj és laza szemcsés talaj
 2 = száraz kötött talaj és tömör szemcsés talaj

8.12 sz. táblázat

A cölöpcsucs alatti talaj törőfeszültségének meghatározására szolgáló képletben szereplő állandók számértékei a surlódási szög függvényében

Surlódási szög	a	b
5	0,45	6,00
10	1,40	7,40
15	2,30	8,30
20	3,90	10,60
25	6,00	13,40
30	9,20	16,20
35	14,80	20,80
40	22,10	25,80
45	33,80	37,00
50	69,10	57,80

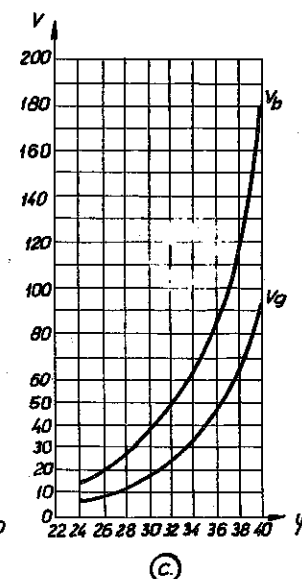
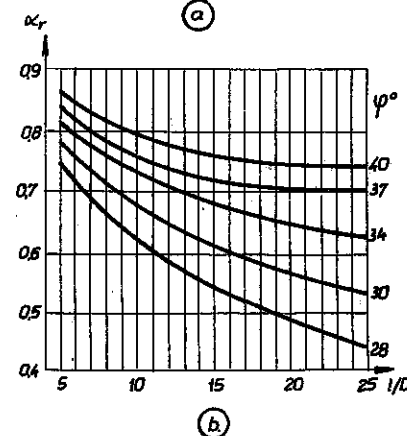
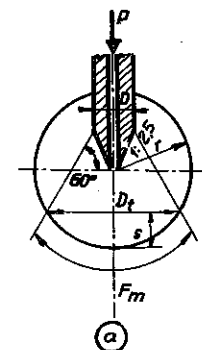
8.13 sz. táblázat

A kohézió tájékoztató értékei a vert vasbeton cölöpcsucs alatti képlet alkalmazásához

Telejminőség	c [Mp/m ²]		
	puha	még szorítható	kemény
Iszapos homokliszt	0 - 0,2	5 - 8	10 - 15
Iszap	0 - 2,0	8 - 10	10 - 20
Sovány agyag	0 - 3,0	5 - 15	15 - 30
Kövért agyag	0 - 3,0	5 - 15	15 - 30

Injektor cölöp

Változás az előzőhöz képest a cölöpcsucs alatti talaj törőfeszültségének meghatározásában van. Ez érthető, mert az injektor cölöpözési technológia a cölöpcsucs alatti nagy betonhagyma kialakítását biztosítja.



8.45 ábra

Az injektor cölöp teherbírása

$$G_t = V_g \cdot \gamma \cdot D_t + V_b \cdot \alpha_r \cdot \gamma_1 \cdot m / 8.20 /$$

$$F_m = 2 \pi \cdot r \cdot q$$

és:

r = a szilárdított gömb sugara /8.45 sz. ábra/
 s = a gömbsüveghez tartozó maximális húr-
 más

ahol:

γ_1 a cölöp körüli talaj térfogatsúlya
 γ a cölöpcsucs alatti talaj térfogatsúlya
 α_r az $\frac{1}{D}$ viszonyszám és a Φ függvényében
 szerkesztett grafikonból kiolvasható érté-
 ték /8.45/b sz. ábra/
 V_b, V_g surlódási szögtől függő állandó /8.45/a
 sz. ábra/

Innen:

$$F_t = \sigma_t \cdot F_m \quad /8.21/$$

Benoto és Franki-féle cölöp

A törőterhelést meghatározhatjuk a CAQUOT-KERISWI-
 féle képlet segítségével, vagy az általános törőterhel-
 képlet egyszerűsített alkalmazását mutatjuk be.

A törő terhelés:

$$P_t = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 \quad /8.22/$$

ahol:

P_1 felületi tényező,
 P_2 mélységi tényező szemcsés talajnál [d . m]
 P_3 palástsurlódási tényező szemcsés talajnál
 $[d(l'-a)^2 - a^2]$
 P_4 mélységi tényező kohéziós talajnál [E . c]
 P_5 palástsurlódási tényező kohéziós talajnál [$\eta \cdot c'$]

c kohézió értéke a cölöpcsucs alatt Mp/m²
 c' kohézió értéke a cölöp körül Mp/m²
 a teherviselésbe nem számítható rétegek vastag-
 sága.

A számításhoz szükséges adatokat a 8.14 sz. táblá-
 ban közöljük. Megjegyezzük, hogy az α és σ értékei
 változó rétegződés esetén csökkentendők, α = 50 %-kal,
 σ = 30 %-kal. Teljesen egynemű réteg esetén ugyan-
 nyan nagyságrendben az értékek növelhetők.

92 A cölöpcsoport határteherbirása

A cölöpalapok - kivétele esettől eltekintve - nem
 egy, hanem több cölöpből állnak. A több cölöpből álló
 cölöpalapok határteherbirása nem számítható az egyes cöl-
 öpök határteherbirásának egyszerű összegezésével. Ennek
 oka az, hogy a cölöpök körül kialakuló feszültségi, te-
 herátadási tartományok hatnak egymásra. Az egymáshatás
 a cölöpnél kisebb, lebegő cölöpnél nagyobb lesz.
 csoportban álló cölöpök teherbirására, várható süllye-
 désre, több kutató közöttük MEYERHOF, GOLUBKOV, CONVERSE
 dolgozott ki számítási módszereket. /Vö.: dr. Széchy:
 Alapozás II. kötet./ A különböző elméletekből ezt a kö-
 vetkeztetést vonhatjuk le, hogy a cölöpcsoport esetén
 általában nagyobb süllyedésre és kisebb teherbirásra szá-
 míthatunk, mint egyedi cölöpnél.

A Tipustervező intézet a következő számítási eljá-
 rást javasolja /Mélyalapozások tervezése. Tervezési se-
 gedlet, 1969./

A cölöpcsoport határteherbirása

$$R_H = \beta \cdot n \cdot P_H \quad /8.23/$$

Benoto és Frankl cölöpök teherbírás számításához szükséges
állandók számértékei a surlódási szög függvényében

BENOTO						FRANKL					
Φ	p_1	α	ε	δ	A	η	Φ	p_1	α	ε	δ
0	-	1,3	-	-	0,2	1,4	0	-	0,7	-	-
5	-	2,2	2,9	0,26	0,3	1,6	5	-	1,2	1,5	0,20
10	-	4,0	4,1	0,78	0,5	2,1	10	-	2,0	2,1	0,63
15	-	7,0	5,8	1,44	0,7	2,8	15	-	3,6	2,9	1,13
20	-	12,8	7,7	2,72	1,0	3,5	20	-	6,6	4,0	2,14
25	4	24,4	12,3	4,80	1,60	5,0	25	-	12,5	6,4	3,76
30	9	43,5	18,9	7,80	2,4	7,1	30	-	22,4	9,7	6,13
35	19	96,0	26,5	14,40	4,0	9,9	35	7	49,3	13,7	11,3
40	46	288,0	45,7	26,9	8,3	14,9	40	17	148,5	23,6	21,20
45	115	895,0	77,0	50,60	17,7	25,6	45	43	461,0	39,5	39,5
50	346	-	161,0	134,0	-	48,5	50	129	-	83,0	105,5

ahol:

- n a cölöpök száma,
 β a csökkenthető tényező /8.15 sz. táblázat/
 P_H egy cölöp határteherbírása.

8.15 sz. táblázat

A β tényező számértékei cölöpcsoportok
határteherbírásának számításához

Álló cölöpre	Lebegő
$\beta = 1,0$	cölöpökre
	2 cölöpig 0,95
	4 cölöpig 0,90
	6 cölöpig 0,85
	10 cölöpig 0,80

Ellenőrzés

$$R_H = \sum P_H + G - f_2 \cdot S \leq \begin{cases} G_H \cdot A \\ G_H / B + 2m' / \cdot / L + 2m' / = \end{cases}$$

$$= G_H A'$$

ahol:

- R_H a cölöpcsoport teherbírása
 $\sum P_H$ a cölöpök teherbírásának összege
 f_2 a fajlagos surlódás értékei /8.16 sz. tábl./
 $G_H = c_1 \cdot c_2 \cdot c_3 = 3 G_a$ /szemcsés talajban/
 $G_H = c_1$ a + $c_3 \leq 2 G_a$ /kötött talajban/
 L az alaptömb hosszabbik mérete.
 A, A', L, m' értelmezése a 8.43 sz. ábra szerint.

A fajlagos surlódás értékei a cölöpcsoportok
határteherbírásiának megállapításához

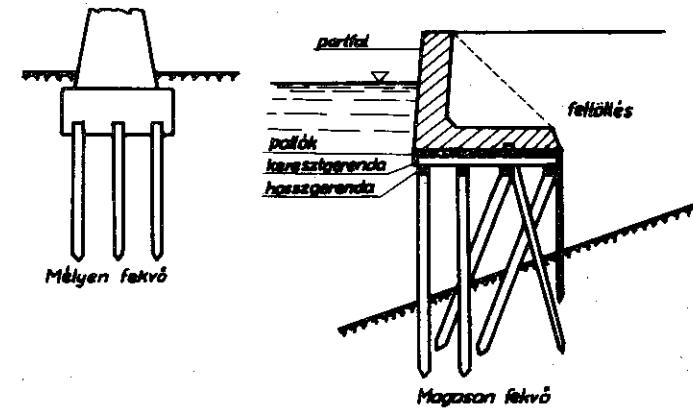
Talajminőség	$f_2^{/x/}$ [Mp/m ²]
Tömör homok és kavics	6,0
Közepesen tömör homok és kavics	3,0
Laza homok és kavics	1,0
Agyagos homok	1,0-2,0
Kemény homokos agyag és agyag	4,0
Képlékeny homokos agyag és agyag	2,0
Folyós állapotú homokos agyag és agyag	0,75
Iszap	0,1-0,5

/x/ Az értékek eltérőek a 8.11 sz. táblázat értékeitől, mert azok a cölöpverés tömörítő hatása miatt nagyobbak.

8.93 Cölöprácsok

A cölöp fejét cölöpráccsal kötik össze, s erre ültetik az építményt. A cölöprács feladata az építmény terhelésének egyenletes elosztása, és a cölöpök egymáshoz viszonyított elmozdulásának megakadályozása. Megkülönböztetünk mélyen és magasan fekvő cölöprácsot /8.46 sz. ábra/.

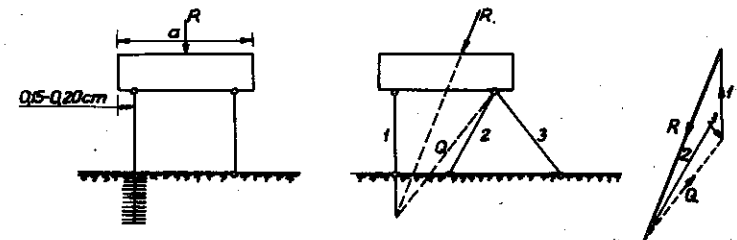
A cölöprács betonból, vasbetonból, vagy magasan fekvő elhelyezés esetén fából készül. A rács elnevezés még a kezdeti időben alkalmazott faszervezetekből adódott.



8.46 ábra

Mélyen és magasan fekvő cölöprácsok

A cölöpöket egymáshoz képest úgy kell elhelyezni, hogy lehetőleg a cölöpcsoport minden tagjára ugyanakkora terhelés háruljon. A cölöprács statikailag határozatlan terhelő, kivéve a 8.47 sz. ábrán bemutatott általános elrendezési formákat.



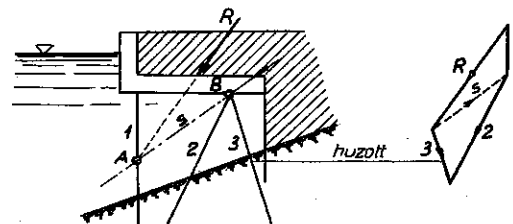
8.47 ábra

Statikailag határozott cölöprács

Tulajdonképpen azt is lehetne mondani, hogy minden ettől - 847. sz. ábrán ábrázolttól - eltérő helyzet statikailag határozatlan szerkezetet jelent. A következők-

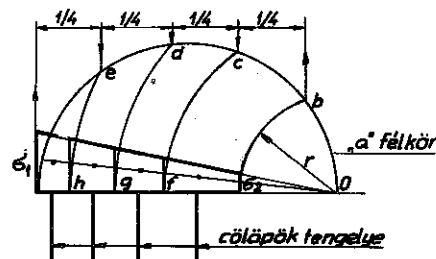
ben néhány alapesetre vizsgáljuk a cölöpökre jutó erő meghatározását.

A 8.38 sz. ábrán vázolt helyzet esetében három R eredővel ellensúlyozunk egy eredőt /Culmann/. A feladatot a következőképpen oldjuk meg: metszésbe hozzuk az R eredőt az 1 jelzett cölöppel, s az így nyert A metszéspontot összekötjük a másik két cölöp metszéspontjával /1/. Az így kapott s irány felhasználásával megszerkesztjük az RSI vektorháromszöget, majd S -t felbontjuk a 2 és 3 jelzett cölöpökre.



8.48 ábra
A ruderők meghatározása

Azt is előírhatják, hogy egy-egy cölöpre azonos terhelés jusson, illetve a cölöpökben azonos erők keletkezzenek.

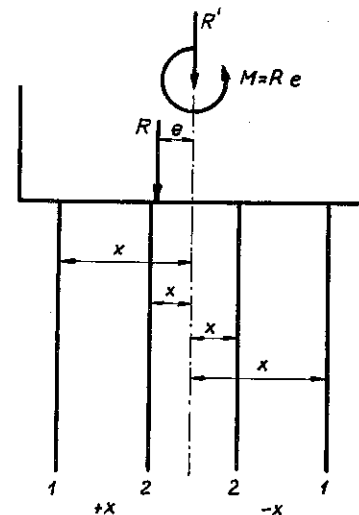


8.49 ábra
Cölöpkiosztás azonos teherviselés esetén

kezdenek. Ez esetben a cölöpök helyét kell meghatározni. Az R eredő, az excentricitás és az S alaptest szélesség ismeretében meghatározzuk a feszültségeloszlási ábrát /8.49 sz. ábra/

Megrajzoljuk sugárral a félkört, majd r sugárral körbeírjuk a trapéz végpontját. Az ábrán feltüntetett távolságot egybevágó részekre bontjuk és a kapott pontokat visszavetítjük a félkörre. A Q pontból ezeket visszahúzzuk a trapézra. Az így meghatározott trapézrészek súlypontjába kell a cölöpöket elhelyezni.

Tetszőleges elhelyezésű cölöpökre jutó terhelést függőleges cölöpöknél a 8.50 sz. ábra szerint határozhatjuk meg.



8.50 ábra
Cölöpkiosztás tetszőleges teherviselés esetén

Az excentrikus eredőt helyettesítjük egy centrikus függőleges erővel és az M nyomatékkal. Merev cölöprács esetén $P_i = \frac{R'}{n}$, mert a centrikus terhelés eséréen R' ere-

dőből a cölöpök egyforma terhelést kapnak. A nyomtérki-
adódó többletterhelés szimmetrikusan elhelyezett cölöp-
esetén: $P_i \cdot x_i$.

A nyomtérki egyenlet:

$$R \cdot e = \Delta P_1 \cdot x_1 + \Delta P_2 \cdot x_2 = \dots \Delta P_m \cdot x_n \quad /8.24/$$

Merev cölöprács alkalmazása esetén a cölöpökre jutó
többletterhelés arányos a forgásponttal, vagyis a köze-
ponttól mért távolsággal, és így:

$$\frac{\Delta P_2}{\Delta P_1} = \frac{x_2}{x_1} ; \text{ illetve: } \frac{\Delta P_3}{\Delta P_1} = \frac{x_3}{x_1} \quad \text{stb}$$

vagyis:

$$\Delta P_2 = \Delta P_1 \frac{x_2}{x_1} ; \text{ illetve } \Delta P_3 = \Delta P_1 \frac{x_3}{x_1}$$

az eredeti egyenletbe helyettesítve:

$$R \cdot e = \frac{P_1}{x_1} / x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + \dots + x_n^2 /$$

ebből a ΔP_1 -et kifejezve:

$$\Delta P_1 = \frac{R \cdot e \cdot x_1}{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2} ; \Delta P_2 = \frac{R \cdot e \cdot x_2}{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2}$$

A tengelytől x_1, x_2, x_3 távolságban levő cölöpökre jutó
terhelés a két részterhelés összege.

$$P_1 = \frac{R'}{n} \pm \frac{R \cdot e \cdot x_1}{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2}$$

$$P_2 = \frac{R'}{n} \pm \frac{R \cdot e \cdot x_2}{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2} \quad \text{stb.}$$

9.4 Cölöpök teherbirásának meghatározása A.A. Luga mód- szerével

A.A. Luga 1200 statikus peróbaterhelés feldolgozása
alapján készítette el a cölöpök teherbirásának meghatá-
rozására vonatkozó gyakorlati képletét és táblázatát.

Luga módszerét szovjet szabvánnyá minősítették és a
S.N.i.P.II.B. 5-62, valamint a Sz.N. 200-62 /Sztroji-
volnűje Normi/ 65, amelyek a cölöpterherbirás megállapi-
rásának a /MSZ 15005 terminológiája szerint a határte-
herbirás/ módszerét szabályozzák, Luga vizsgálataira
alapulnak.

Eszerint a cölöpök határterherbirása /"számítási te-
herbirása"/:

$$F_h = n \cdot m / U \sum \alpha_i f_{1i} l_i + F G_t / \quad /8.25/$$

ahol:

n a talaj fizikai jellemzőinek szórását figyelembe
vevő biztonsági tényező, értéke a szabvány sze-
rint 0,7;

m az építménytől és a cölöpalapozás rendszerétől,
valamint a cölöpalapot képező cölöpök számától
függő biztonsági tényező. Az m értéke az
Sz.N.i.P.II.B. szerint az ipari és magépítési
objektumoknál 1,0. A vasuti, közuti hidak és át-
eresztők alapozására szolgáló cölöpök esetén az
 m tényező értékét az alap kialakításától az alap-
testbe tartozó cölöpök számától függően kell fel-
venni /8.17 sz. táblázat/.

A vízépítési műtárgyaknál javasoljuk, hogy a cölöpök
teherbirásánál az m tényezőt a hidak és át-
eresztők előírt értékekben vegyék fel./; U a cölöp kerülete,
ha a cölöp kerület változik, ekkor a palástsurlódást ki-

Az m tényező számértékei

A cölöp szerkezeti kialakítása	A cölöpalapot képező cölöpök száma			
	1 ... 5	6 ... 10	11 ... 20	21 és több
"Magas" cölöprács	0,80	0,85	0,90	1,00
"Alacsony" cölöprács	0,85	0,90	1,00	1,00

fejező tagnál minden talajrétegben az abban fekvő cölöp hossz átlagos kerületét kell figyelembe venni /m/; α a cölöplehejtés módjának figyelembevételére szolgáló biztonsági tényező /8.18. sz. táblázat/; f a palástsurlódás maximális értékét /Mp/m²/ a szabvány táblázat adja meg

8.18 sz. táblázat

Az α tényező számértékei

Cölöptípus	Vert cölöp	Vibrációs módon mélyített cölöp			
		homok	homokliszt	iszap	agyag
Tömör cölöp	1	1,1	0,9	0,7	0,6
Csőcölöp	0,9	1,0	0,9	0,7	0,6

/8.19.sz. táblázat/ A táblázatban "a talajréteg fekvésének átlagos mélysége", vízzel borított talajfelszín esetén a legelecsenyebb vizállás szintjétől számított átlagos mélységet jelenti. Az átlagos mélység a rétegek középvonelára vonatkozik. Tőzegelőfordulás esetén a tőzeg

Az f tényező számértéke

A talajrétegek fekvésének átlagos mélysége	Homok homokliszt			Iszapos agyagok, agyagok relatív konzisztencia indexe K_i						Csavart és furt cölöpök esetén a talajrétegtől függetlenül
	durva és közepes	finom szemcsés	homokliszt	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	
1	3,5	2,3	1,5	3,5	2,3	1,5	1,2	0,5	0,2	0,8
2	4,2	3,0	2,0	4,2	3,0	2,0	1,7	0,7	0,3	1,1
3	4,8	3,5	2,5	4,8	3,5	2,5	2,0	0,8	0,4	1,3
4	5,3	3,8	2,7	5,3	3,8	2,7	2,2	0,9	0,5	1,4
5	5,6	4,0	2,9	5,6	4,0	2,9	2,4	1,0	0,6	1,5
7	6,0	4,3	3,2	6,0	4,3	3,2	2,5	1,1	0,7	1,6
10	6,5	4,6	3,4	6,5	3,6	3,4	2,6	1,2	0,8	1,7
15	7,2	5,1	3,8	7,2	5,1	3,8	2,8	1,4	1,0	1,8
20	7,9	5,6	4,1	7,9	5,6	4,1	3,0	1,6	1,2	2,0
30	9,3	6,6	4,7	9,3	6,6	4,7	3,4	2,0	-	2,4
25	8,6	6,1	4,4	8,6	6,1	4,4	3,2	1,8	-	2,2
35	10,0	7,0	5,0	10,0	7,1	5,0	3,6	2,2	-	2,6

réteg fölött fekvő talajréteg palástsurlódását negatív előjellel /negatív köpenysurlódás/ kell figyelembe venni. Magának a tözegrétegnek a surlódását pedig függetlenül annak mélységi fekvésétől $f = 0,5$ Mp/m² értékkel kell felvenni. Öblítéses süllyesztéskor - az öblítéses eljárás után végzett továbbveréssel - a palástsurlódásnál be kell vezetni egy 0,9-es szorzót; l_1 az egyes talajrétegek vastagsága, amelyeken a cölöp áthaladt /folyó-

medermél az esetleges várható kimosást, elhabolást is figyelembe kell venni /m/; F a cölöpcsucs, ill. cölöptalp keresztmetszeti területe /m²/; G_t a cölöpcsucs alatt fekvő talaj normatív törőfeszültsége /Mp/m²/, /8.20.sz. táblázat/.

8.20 sz. táblázat

A cölöpcsucs alatt fekvő talaj "normatív"
törőfeszültsége

Szemcsés talajok		Kavics	Durva homok		Közepes szem-nagyságu homok	Finom szemcsés homok	Homok liszt
Kötött talajok relatív konzisztencia-indexe, K_i		1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
A cölöpözés /cölöpcsucs/ mélysége	4	820	530	380	280	180	120
	5	880	560	400	300	190	130
	7	950	600	430	320	210	140
	10	1050	680	490	350	240	150
	20	1250	820	620	450	310	170
	25	1340	880	680	500	340	180
	30	1420	940	740	550	370	190
	35	1500	1000	800	600	400	200

A tömörszemcsés talajokban a G_t értékét 30 %-kal meg kell növelni.

A szovjet cölöpszabvány szerint a szélesített talpu cölöpök esetén a G_t értékét a cölöpteherbirási számításokban a 8.21.sz. táblázat szerinti tényezővel meg kell szorozni.

8.21 sz. táblázat

A határteherbirás csökkentő tényezője szélesített talpu cölöpöknél

A szélesített talp átmérőjének és a cölöpszár átmérőjének az aránya	A cölöpcsucsnál fekvő talaj			
	homok	homokliszt	iszapos agyag $K_i = 0,5$	agyag $K_i = 0,5$
1,0	1,00	1,00	1,00	1,00
1,5	0,95	0,85	0,75	0,70
2,0	0,90	0,80	0,65	0,50
2,5	0,85	0,75	0,50	0,40
3,0	0,80	0,60	0,40	0,30

A táblázatok használatakor különös figyelmet kell fordítani a cölöpöt körülvevő talajok fizikai-mechanikai jellemzőinek helyes megítélésére. Ha cölöpcsucs agyagban fekszik, rendkívül nagy szerepet játszik a konzisztencia, és ez erősen hat a cölöp teherbirására.

Az oldalsurlódások megítélésénél közepes értékkel kell számolni és nem a maximálissal.

A cölöpcsucs ellenállásának számításakor a cölöpcsucsnak térszín alatti értékét veszik figyelembe. Ha a cölöpöt munkagödörben verik, akkor a munkagödör szintjéhez annak terep alatti megasságát is hozzá kell adni, hogy a cölöpcsucs mélységi helyzetét helyesen értelmezzük.

A vibrátoros cölöplehajtás során a vibrálás hatására részben átalekulnak a cölöpöt körülvevő rétegek. Homokos, kavicsos rétegekben jelentős tömörödés megy végbe, ezt az f , továbbá a G_t értékének meghatározásakor is úgy veszik figyelembe, hogy a táblázatból kapott értéket 10 %-kal növelik.

9. RÉSFALÉPÍTÉS

Az elmúlt két évtizedben résfal néven új építési szerkezeti elem honosodott meg a magyar és a külföldi vízépitési és mélyépítési gyakorlatban.

A mélyfurásoknál alkalmazott béléscsőves módszerrel készült furt cölöpök adták a gondolatot, hogy vízzáró anyaggal kitöltve készítsenek vízzáró cölöpfalat.

Lompl Hugó magyar mérnök által 1921-ben szabadalmaztatott, egymásba metsződő agyagcölöpből álló vízzáró-fal építési technológiája első a világon, amelyet a mai résfalépítés alapjának tekinthetünk.

A talajban készített résfalak az elmúlt két évtizedben Lorenz, Veder és Weiss találmányai alapján, külföldön széleskörű alkalmazásra találtak. Az 1950-es év fordulópontot jelentett a résfalépítésben, amikor is külön a célra szerkesztett speciális gépek jelentek meg a gyakorlatban. A résfalépítés elterjedéséhez hozzájárult az urbanizálódás, az egyre nagyobb és igényesebb műtárgy-építés, a víztelenítési problémák és az a tény, hogy a résfalépítés módszere magas fokon gépesített, az élőmunkaigénye aránylag csekély.

Külön rendszerrel és módszerrel dolgozó réselőgépek, illetőleg eljárások közös jellemzője, hogy a talajban viszonylag keskeny, de ehhez képest mély és hosszú rést vágnak, ebbe egyidejűleg vezetik a résfalak beomlását

megakadályozó résiszapot, vagyis a "ducoletot", majd a víz alatti betonozáshoz hasonló eljárással betonnal, vagy más anyaggal kitöltik a rést, miközben a kiszoruló, felgyűlő résiszapot elvezetik.

Az elmúlt mintegy 20 év gyakorlata alapján megállapíthatjuk, hogy a résfalas alapozás a mélyépítési gyakorlatban elterjedt, és szívesen alkalmazott módszerre vált.

A résfalépítési módszer rohamos elterjedése, számottevő előnye mellett azonban az építési módszer fejlődésének jelenlegi szakaszában meg kell állapítanunk, hogy mind az elmélet, mind pedig a gyakorlat területén sok tisztázásra váró problémát kell a szakembereknek megoldaniuk.

Leszögezhetjük, hogy a résfalak teherbírásának kérdése megoldatlan: a résfal oldalán és talpán átadódó terhelések aránya és nagysága elméleti úton a tervezés során egyértelműen nem adható meg.

A gyakorlat terén az eddigi tapasztalatok alapján felmerült kiviteli igényeknek jobban megfelelő résfal-építő gépeket vár a víz- és mélyépítés. Számtalan részlet-technológiai kérdés is megoldatlan /csatlakozások, vízszintes teherbíró vasalás, omlások stb/.

A résfalas eljárás alkalmazása annál inkább indokolt a víz- és mélyépítésben, minél nehezebbek az építési körülmények, minél kedvezőtlenebbek a talaj és talajvíz viszonyok, és minél nagyobbak az építési technológiával kapcsolatos igények. Az eljárás sajátosságaiból fakadó előnyök e körülmények között használhatóak ki a legnagyobb mértékben. A résfal-építés ezen jellegzetessége oda vezet, hogy szélső esetekben a velük elérhető eredményesség szinte össze sem hasonlítható a víz- és mélyépítési technikában eddig alkalmazott egyéb megoldásokkal, illetve ezek kényszerű kombinációival.

Magyarország altalaj-viszonyai nemcsak kedveznek a résfalépítési technológia alkalmazásának, hanem szinte igénylik ezt a módszert, és igénylik ennek a módszernek hazai sajátos technológiai kidolgozását. A magyarországi talajviszonyokat általában az eluviális, öntéstalajok jellemzik, ezért az épületek alapozása országos mértékben 10 m mélységig megoldhatók. Ismert tény, hogy az építőiparon belül az alapozási munkák gépesítése a résfal-építési technológia fejlettségéhez képest elmaradt. Ezért is van nagy jelentősége az ilyen komplexen gépesíthető mélyépítési eljárásnak.

2.1. A résfalak alkalmazási területe

A résfalakkal szemben többféle igényt támasztanak. Alapításuk abszolút értelemben akkor mondható gazdaságosnak, ha egyidejűleg többféle funkciót látnak el. Egyidejűleg alkalmasak függőleges terhek hordására, földfalak megtámasztására, vízkizárásra és térelhatárolásokra. A résfalépítési módszerre a víz- és mélyépítésben az alábbi területeken, illetve a következő körülmények között kerülhet sor.

Szivárgást gátló résfalak:

- munkagödrök körülzárása, víztelenítése,
- töltések, gátak és műtárgyak alatti szivárgása,
- VAGY a szivárgó vízmenyiség csökkentése,
- töltésekben és gátakban vízzáró magok készítése,
- földalatti víztároló-terek kialakítása,
- partbiztosítási, partfalépítési és kikötőfal létesítése,
- nagyméretű zárt csatornák víztelenítése stb.

Résfalakat azonban nemcsak a szivárgásgátlásra, hanem mint fentiekben említettük, egyidejűleg szerkezetű és teherviselő elemnek is fel lehet használni, tehát a vízépítésben fő problémaként felmerülő vízkizárási igényeken túlmenően más funkciót is ellát, amelyek átvezetnek a mélyépítési gyakorlat területére. Ezen szerkezetű és teherviselő résfalak alkalmazási területe az alábbi:

- kis alapterületű, de nagy magasságu épületeknél, toronyházaknál,
- föld alatti garázsoknál,
- kedvezőtlen talajviszonyok, mélyen fekvő teherbíró rétegek magas talajvízállás esetén,
- korszerű - házigyári, nagyterületű szelvényi rendszerű - de süllyedésre érzékeny épületeknél,
- foghíj beépítéseknél,
- városi belterületen fekvő építkezéseknél, rezgés- és lármamentességi követelmények mellett,
- partfal és kikötő építkezéseknél,
- épületkárok, alapozási hibák javításánál,
- térszint alatti közlekedési pályák építése során stb.

A résfalas alapozások előnyei ma még természetesen nem mindenhol és minden esetben jelentkeznek egyforma számmal és sullyal. Azonban a fentiekben felsorolt sajátosságok külön-külön, vagy együttes hatása eredményezi az eljárás nagyfokú műszaki hasznosságát és gazdasági hatékonyságát.

9.2 A hazai résfalépítés múltja

Ma már a résfalépítésnek hazai viszonylatban is beszélhetünk annak műszaki múltjáról, mivel a kezdeti ne-

vezéseket legyőzve, országosan széleskörűen bevezetésre került. Mind a vízépítés, mind az építőipar területén számos helyen alkalmazták a résfalas építési módszert. Az első konkrét lépés 1964-ben történt meg, amikor az Nemzeti Vízügyi Főigazgatóság egy Titánia T-150 típusú, öblítőrendszerű réselőgépet vásárolt a Tisza II. vízlépcső építési munkáihoz Olaszországból. A résfalas építési mód bevezetésében a Vízügyi Építő Vállalat úttörő szerepet vállalt, amikor az importált T-150 típusú réselőgépet magyarországi kísérleti munkáit megkezdte, előtanulmányként a Tisza II. vízlépcső résfalas építési munkáihoz. A technológiai kérdések kidolgozásában jelentős elméleti munkát fejtett ki a Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat, a VIZITERV és a VITUKI. Az OMFB távlati programjában 1970-ig 100.000 m²-re 1980-ig 210.000 m²-re becsülte az építendő résfal mennyiséget.

A Tisza II. vízlépcső munkálatai mellett az első jelentős résfal-alapozást a Vízügyi Építő Vállalat 1967-ben Egerben egy irodaépület alapozásánál alkalmazta, majd ezt követően Kecskeméten a Felsőfoku Gépipari Technikum pinceterének résfalas körülzárását végezték el. Ez a résfalas munka a résfal összetett funkcióinak ellátására jó példa, mert a függőleges és vízszintes teherhordás mellett vízkizárással a pinceter szárazságát is biztosította.

1968-as évtől kezdve a fejlődés rohamossá vált. A résfalépítések meghatározója a vezérgép - maga a réselőgép - és a hozzátartozó géplánc. A Vízügyi Építő Vállalat felismerve a réselésben rejlő lehetőségeket, gépparkját tovább bővítette, és a T-150 típusú gépen kívül a Titánia gépcsaláddal tartozó markolórendszerű gépeket is behozta az országba. A Titánia rendszerű gépeken kívül Poclain rendszerű réselőgéppel az első munkát 1968-ban Siófokon a Sió áruháza alapozásánál használták. Ennél a munkánál

szerzett tapasztalatok alapján vállalkozott a vállalat a keszthelyi Helikon szálló alapozására. Még ebben az évben más magyarországi vállalatok is /Közlekedés Építő Vállalat, 31.sz. ÁÉV., Földmunkát Gépesítő Vállalat/ felszerelték magukat réselő gépparkkal és a hazai kifejlesztett géptípusokkal együtt berendezkedtek ezen munkák végzésére.

A kivitelezés közben felmerülő technológiai problémák megoldására erőteljesebben kezdtek foglalkozni a tervezők a résfalas építési munkák tervezési, elméleti kérdéseivel. A kezdeti kivitelezési munkáknál tapasztalt hiánya miatt mind a tervezőket, mind a kivitelezőket a fő probléma foglalkoztatta:

- a rés oldalfalainak állékonysága a betonozás befejezéséig,
- az elkészült résfalelem teherbirásának meghatározása.

Az Építésügyi és Városfejlesztési Minisztérium kiadásában 1972. január hó 1-én életbe lépett az "Építmények résfalas alapozása" című ME-105-71 számú műszaki előírás. Ezen előírás azonban olyan épületek és egyéb építmények résfalas alapozására terjedt ki, amely a fölszerkezetről, földnyomásból, vagy egyéb hatásokból származó függőleges és vízszintes erőket veszi fel és a falak terheléseket az altalajnak adja át. Nem vonatkozik az előírás azokra a vízépitésben használatos föld alatti vízszűrő függőnyfalakra, amelyeknek elsődlegesen statikai szerepük nincsen, csupán a vízvezető rétegek elzárására szivárgásgátlásra szolgálnak. Tehát az építési és elcsatornázási munkák során a vízépitési gyakorlati tervezés és kivitelezés számára még hátravan a szivárgásgátló résfalépítésre vonatkozó műszaki előírás létrehozása.

3.3 Résfalak tervezése

A kivitelező vállalatok részére megfelelő tervek készítése ma még Magyarországon nemcsak elméleti tervezési gondot okoz, hanem egyben a helyes technológia megválasztását is jelenti. Mégpedig azért, mert a kivitelezés rendelkezésére az egyes vállalatoknak legkülönbözőbb géptípusai állnak rendelkezésre. A tervezőnek a tervdokumentációban nyilatkoznia kell - egyeztetve a kivitelezővel - az adott körülmények között optimálisan alkalmazható réselőgép típusáról. Figyelembe kell vennie a hazai gyakorlatban rendelkezésre álló réselőgépek technológiai lehetőségeit és műszaki paramétereit.

A résfalépítés tervezését és kivitelezését előzetesen, minden szükséges részletre kiterjedő talajmechanikai szakvélemény alapján lehet elvégezni. Városok, községek belterületén végzett munkáknál a leendő résfal nyomvonal mentén 10-15 méterenként furószondázással, vagy más módon az altalaj vizsgálathoz feltárást kell végezni. A talajmechanikai szakvéleménynek állást kell foglalnia a tekintetben, hogy az adott körülmények között résfalas alapozás műszakilag megvalósítható és kivitelezése gazdaságos. A talajmechanikai szakvéleménynek az alábbi adatokra kell kitérnie:

- A feltárásnak a réssel harántolásra kerülő összes talajréteg vastagságát, állapotát fel kell derítenie,
- meg kell határozni a talajfizikai jellemzőket, különös tekintettel a talajrétegek összenyomhatóságára /összenyomódási modulus/, belső ellenállásaira /kohézió, tapadási szög/, és áteresztőképességére /k- tényező/,
- Különösen fontos, hogy a szakvélemény kitérjen a kivitelezési munkák időszakában várható mértékadó talajvízszintre,

- a talajmechanikai szakvéleményeknek ki kell tölteniük a harántolandó rétegek fejthetőségére és az esetlegesen előforduló akadályokra /régi alapfalak, pincék, padok, stb/,

- külön fel kell hívni a figyelmet az olyan rétegekre, amelyekből negatív köpeny-surlódás származhat,

- csatlakozó résfalak esetén a szomszédos épületek alapozási adatait közölni kell,

- a talajvíz agresszivitásának vizsgálatánál az ME-35-63. előírásai a mérvedések, de a kalciumkarbonát tartalomra a vegyszeti szakvéleménynek adatokat kell adni,

- a vizsgálatok során különös tekintettel kell lenni az esetlegesen előforduló nyomás alatti talaj- és vízvezeték felderítésére,

- különleges esetekben meg kell állapítani a talajvíz áramlási irányát és sebességét is,

- ki kell térni a szakvéleményben arra, hogy a harántolt, kötött rétegek mennyiben változtatják meg a résiszap minőségét,

- meg kell adni, hogy mind a résiszap mind pedig a rés kitöltéséhez helyi anyagot /agyag, stb./ lehet-e alkalmazni.

A részletes talajmechanikai szakvéleményben a résfalas építés elbírálásánál az előbbi szempontokra kell tekintettel lenni:

- A résfalak többféle célra alkalmazhatók, egy építési területen belül is,

- az alapozási alaprajz elrendezése széleskörben variálható, a gyakorlatban előforduló mélységekkel és talajviszonyok között általában nehézség nélkül kivitelezhető,

- magas fokon gépesíthető, termelékeny, ezért kevesebb munkaigényes; technológiája egyszerű, biztonságos és anyagtakarékos,

- készítése kis helyigénnyel bír, rázkódás - és zajmentes - a szomszédos épületek állékonyságát megóvja,

- egyidejűleg többféle funkció ellátására képes /függőleges-, vízszintes terhek hordása, földfalak megámasztása, vízkizárás, térelhatárolás stb./,

- tiszta, áttekinthető munkaterületet biztosít az egyéb építési műveletek céljára, ezáltal növeli az építkezés gyorsaságát és biztonságát.

6.31 A réselőgép típusának megválasztása

Az előtervezés adatszolgáltatásaként rendelkezésre álló részletes talajmechanikai szakvélemény, valamint a résfalra jutó terhek és igénybevételek, alakváltozások és geometriai megkötések adatai alapján kezdődhet meg a résfal és az építési technológia tervezése. A tervezés első fázisa; a fenti adatokat, paramétereket és lehetőségeket alapján a réselőgép-típus megválasztása.

A tervezőnek - a réselési technológia és a réselőgép megválasztásakor - mérlegelnie kell az adott építési körülmények között a réselőgép termelékeny üzemeltetésének feltételeit is. Magyarországi gyakorlatban az egyes géptípusok kiválasztásánál az előbbi főbb jellemzőket kell figyelembe venni:

- kötöttpályás /sínpályás/ gépeknél foglalkozni kell az irányváltás /átállítás, forgatás/ nehézségeivel, a gép vonulási nyomvonalát, és mozgását ennek megfelelően kell megtervezni,

- részköltés technológiája /teherviselő; és szil-
várgásgátló falaknál/

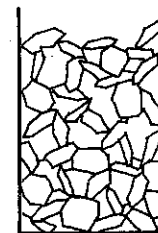
A bentonit nagyszobrászt lebomlott vulkáni hamuból a tufából áll, a színe lelőhelyek szerint, a szennyező-
től függően változó, fehér, zöldes-sárgától a vörösig
terjed. A bentonit elnevezését az USA Montana államban
levő Fort Benton helységről kapta, ahol a múlt század
végén első ízben tárták fel. Hazánkban igen jelentős és
bővülő minőségű bentonitot bányásznak a Tokaji hegység
északi és déli peremén. A hazai őrlött bentonitok közül
lebomlítottjuk a kolloid és "F" jelűt. A bányákból közvet-
lenül szállítják az istenmezei, mádi, és tétényi bento-

nitot. A résfalak tulnyomó többségét hazánkban az "P" jelű mádi aktivált bentonitból készítik.

A bentonit alapvető és jellegzetes összetevői a montmorillonit csoportba tartozó egyágásványok, melyek duzzadási hajlama az a tényező, mely a mélyépítési felhasználishoz szükséges tulajdonságok hordozója. Ennek viztartalmu alumínium szilikátnak összetételére $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ montmorillonok jellegzetes kristályos struktúrája az egyes elemi részek gyenge kapcsolata, a kimondottan lapos alakja a jellemző.

A felületük nagy fizikai- kémiai aktivitása miatt a montmorillonit ásványok a bentonitnak különleges tulajdonságokat kölcsönöznek, amelyek közül a leglényegesebb a tixotróp tulajdonság. A bentonit-szuszpenziókat Wo.Ostwald által elnevezett "szerkezeti belső surlódással" rendelkező folyékony rendszerbe tartoznak. Ezen nevezés azt jelenti, hogy a belső surlódás az áramlás sebességével, illetve az áramlást előidéző erővel a szuszpenzió szerkezeti változásával-függ össze. A normálisan vagy másképpen newtoni folyadékok belső surlódása vagy laminális áramlás esetén - az áramlási sebességtől, illetve az áramlást előidéző nyomástól független.

A tixotrópia a bentonit szuszpenziók azon sajátossága, hogy mechanikai hatására - rázásra, keverésre - folyósodnak /szól/ és a hatás megszűnte után megvastagodott, a rendszerre jellemző idő múlva újra megszilárdulnak /gél/. A megszilárdulásig eltelt idő a kérdéses szuszpenzióra vonatkozóan a tixotróp-hajlam mérőszáma. A bentonitszuszpenziók tixotróp-állapotának végső szilárdsága az ún. kártyahalmaz, melynek sémáját a 9.1 sz. ábrán látjuk. A tixotróp jelenség csak megfelelő töménységnél lép fel. A tixotróprendszernek meghatározott szilárdság és rugalmassága van.



9.1 ábra

Lemezalaku részecskék "kártyaváz" halmaza

A Tixotróp-folyadékok előállítására a nátriumot tartalmazó alkáli bentonitot használják a résiszap-készítésnél. A nátrium-bentonit kiváló tulajdonságokkal rendelkezik, duzzadó képessége a legnagyobb:

Jó minőségű Na bentonitoké	25 30 szoros
Igen jó minőségűeké	10 20 szoros
Általában használt Na- bentonitoké	12 15 szörös

A szilárd anyag térfogatában kifejezve.

A kalciumot /Ca/, vagy esetleg magnéziumot /Mg/ tartalmazó földkáli bentonitokat csak aktivizálószer /pl. szóda/ hozzáadásával lehet használni a mélyépítésben, mert a szóda hatására a kalcium-bentonit nátrium-bentonittá alakul.

A résiszap jellemző tulajdonságait meghatározza a szuszpenzió térfogatsúlya, a stabilitás, a szerkezeti szilárdság és az iszapleplenyképződés.

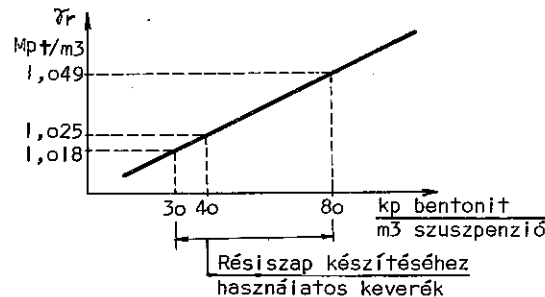
9.321 A résiszap térfogatsúlya

A tixotróp-folyadék összeállításakor mindig a szükséges térfogatsúlyból /Mp/m³/ kell kiindulni. A bentoni-

tos szuszpenziók - súly szerint adagolva - általában 6 . . . 12 % bentonitot tartalmaznak, szaz 1 m³ vízhez 60 . . . 120 kp bentonit szükséges. Ez a keverési arány nátrium-bentonitok használatára vonatkozik. A résiszap térfogatsúlya lineárisan befolyásolja a hidrosztatikai nyomást a

$$p = \gamma_r \cdot h \lambda \quad /9.1/$$

összefüggésnek megfelelően és a térfogatsúly a bentonit arányától függ. A résiszap térfogatsúlyának változása a bentonittartalom függvényében a 9.2 sz. ábra mutatja be.

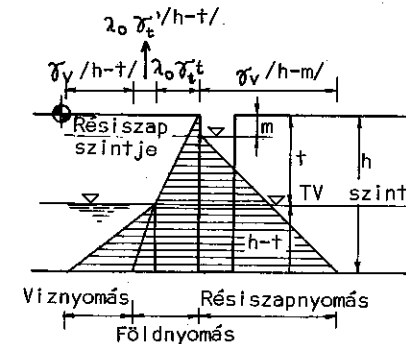


9.2 ábra

A résiszap térfogatsúlyának változása a bentonittartalom függvényében

Fentiek alapján a résfal készítéséhez felhasználva a résiszap szükséges térfogatsúlyát a Fiasowszki és Konlewski elv szerint az előbbi módon határozhatjuk meg /9.3 sz. ábra/:

$$\gamma_r = \frac{S \cdot \lambda_0}{h \cdot \lambda} \cdot t \gamma_t + (h - t) \gamma'_t + \frac{h - t}{h - m} \cdot \gamma_v \quad /9.2/$$



9.3 ábra

A résfelre ható nyomások

ahol:

- γ_r = a résiszap szükséges térfogatsúlya /Mp/m³/
- S = biztonsági tényező, melynek értéke:
ha L/h nagyobb mint 2, akkor S = 1,1-1,2;
ha L/h kisebb mint 2, akkor S = 1
- L = a rés hossza /méter/
- h = a rés mélysége /méterben/
- γ_0 = az aktív földnyomás együtthatója, /amely Babekov szerint: homokban 0,4, iszapban 0,6, agyagban 0,7/
- Ha a rés mélysége a hosszához képest csekély, akkor a földnyomás együtthatója

$$\lambda_a = t^2 / 45^\circ - \Phi / 2$$

összefüggésből sik feladatként megállapítható.

Φ = a talaj belső surlódási szöge,

m = a szuszpenzió szintje a részben a térszint
alatt /méter/

t = a talajvízszintje a térszint alatt /mé-
ter/

γ_t = a talaj térfogatsúlya /Mp/m³/

γ_t' = a talaj víz alatti térfogatsúlya /Mp/m³/

γ_v = a víz térfogatsúlya /Mp/m³/

9.322 A stabilitás

A bentonit szuszpenziók állandósága - stabilitása az a tulajdonság, mely jellemzi, hogy állandó körülmény között és külső behatások nélkül milyen mértékben képes az eredeti diszperzitás-fokot - a részecske eloszlás egyenletességét - megtartani. Általában a részecskék méreteinek megváltozása, vagy eloszlásuk megváltozása a szuszpenzió állandóságának megváltozását vonja maga után. A részecskék térbeli eloszlásának megváltozása a koaguláció, és ez a jelenség az ülepedéshez vezet.

Fokozott ülepedés és a koagulált részecskék zsugorodása a diszperziós közeg mind nagyobb mennyiségét kíséri, ritkítja a koagulumból és az, az üledék felett, attól elkülönülve többé-kevésbé tiszta állapotban megjelenik. Ezt a jelenséget nevezzük szinerézisnek.

9.323 A szerkezeti szilárdság

A résiszap szerkezeti szilárdsága, ill. reológiai folyáshatára nem azonos az Atteberg-Cassagrande féle talajmechanikai folyáshatárral és nagysága a szuszpenzióban felhasznált bentonit mennyiségétől és minőségétől

függ. Ez az a legfontosabb jellemzője a bentonit részecskének, amely a newtoni folyadékoktól megkülönbözteti. A résiszap τ_F folyási határa a réselési munkáknál azért fontos, mert ez akadályozza meg, hogy a részecskék az alából a részbe, illetve az ottlévő bentonitos szuszpenzióba talaj omoljon be. A résiszap tulajdonsága még az, hogy a rész oldalfeléről bepergett, behámlott talajrészecskéket lebegtesse és ne engedje meg azok ülepedését a rész fenekére. A lebegésben tartott legnagyobb szemcseátmérő /D/ és a résiszap szuszpenzió folyáshatára τ_F között az alábbi összefüggés áll fenn:

$$\tau_F = 2/3 \pi \cdot D \cdot (\gamma - \gamma_r) \quad /9.3/$$

ahol:

γ_r = a résiszap térfogatsúlya /Mp/m³/

9.324 Iszaplepleny képződése

A résiszap a réseléskor a munkaárok oldalfalain keresztül kis mértékben a talajba áramlik. A nagyobb iszap-
szemcsék kitöltik a talaj hézagait, és az agyagszemcsék közötti tereket a kolloidrészecskék töltik ki, ezen kívül a falon vékony filmszerű réteg az ún. iszaplepleny keletkezik.

A rész felára tapadt iszaplepleny hatását illetően megoszlanak a vélemények a nemzetközi szakirodalomban. Egyesek szerint a kenőhatás jelentős lehet, és a köpenysűrűsödés számításánál figyelembe kell venni. Mások viszont tagadják a kenőhatás tényét. A lényeg az, hogy a résiszap a környező talajba beszivárog és a rész oldalfalán egy vízzáró felületet képez. Az iszaplepleny, mint szigetelő réteg a rész oldalfalára települve teszi haté-

konnyá a hidrosztatikai nyomást. A résfalakban ez az iszaplepleny 1-4 mm vastag lehet. Gyakorlatilag teljes vízzárónak tekinthető ha $k = 10^{-7}$ -től 10^{-8} cm/sec. értékek között van.

Az iszaplepleny képződése és a vízleadás mértéke a résiszapban levő kolloid anyagok mennyiségétől és állapotától függ. Az iszaplepleny vastagsága függ még a résziszap víztartalmától is. Minél nagyobb nyomás hat rá, minél kisebb a telaj áteresztőképessége, illetve a résziszap térfogatsulya, annál vékonyabb az iszaplepleny. A réselési munkáknál az a cél, hogy az iszaplepleny minél vékonyabb és tartósabb legyen.

Az iszaplepleny kis áteresztőképessége és huzószilárdsága megakadályozza, hogy a résbe utántöltött bentonitszuspenzió a telajvízzel keveredjen, és az iszapleplecsék elsodródjanak.

Az iszaplepleny átitatja a rés oldalfalát és a szemcsés telajoknál is ún. látszólagos kohézió lép fel. Ez a kohézió - irodalom szerint - a szemcsés telajok határterületei mentén fellépő elektrooszmotikus erők eredménye, mely erőknek a természete és nagysága gyakorlatban még nem tisztázott.

Vastag iszaphártya esetén a rés betonozásakor az áramlások következtében, munkaszünetek esetén a felemelkedő friss beton felületét belepheti, ezért teherhordó résfalaknál a betonozás folyamatának, annak befejezésének folyamatosnak kell lennie. Ezt az iszaphártya-képződést figyelhetjük meg a résbe helyezett betonacél-armatúrákon is.

Rés-oldalfal állékonysága

Az ME-105-71 számú műszaki előírás a résállékonyság számítását a gyakorlat részére az alábbi módon javasolja. A rés oldalfalaira ható egymással ellentétes erőhatásoknak a rés minden mélységű szintjén ki kell elégíteniük a következő alapfeltételeit:

$$p_z - p_c = 0 \quad /9.4/$$

ahol:

p_z a megtámasztó zagy hidrosztatikus nyomása, [Mp/m³]

p_c az egyesített föld-, és víznyomás [Mp/m²]

A egyes tényezők számítása:

$$p_z = \gamma_z \cdot (h_x - h_z) \quad /9.5/$$

ahol:

γ_z a zagy térfogatsulya /Mp/m³/

h_x a vizsgált mélység a réselési munkaszinttől számítva /m/

h_z a zagy szintjének mélysége a résben, a réselési munkaszinttől számítva /m/

$$p_c = p_v + p_a \quad /9.6/$$

ahol:

p_v a telajvíz hidrosztatikus nyomása /Mp/m²/

p_a az aktív földnyomás módosított értéke /Mp/m²/

A víznyomás számítása:

$$p_v = \gamma_v \cdot (h_x - h_v) \quad /9.7/$$

ahol:

γ_v a víz fajtsúlya /Mp/m³/

h_v a becsült maximális talajvízszint a résoldalsi munkaszint előtt. /m/

A földnyomás számítása:

$$p_a = \gamma \cdot K'_a \cdot h_x ; \text{ ha } h_x = h_v \quad /9.8/$$

$$p_a = \gamma \cdot K'_{a,2} \cdot h_v + \gamma' \cdot (h_x - h_v) \cdot \frac{\gamma'}{\gamma} \text{ ha } h_x \geq h_v \quad /9.9/$$

ahol:

γ az átharántolt talajréteg térfogatsúlya a talajvízszint felett /Mp/m³/,

γ' az átharántolt talajréteg térfogatsúlya a talajvízszint előtt /Mp/m³/,

K'_a az aktív földnyomás módosított tényezője,

K'_a meghatározása 9.1 sz. táblázat szerint történik a

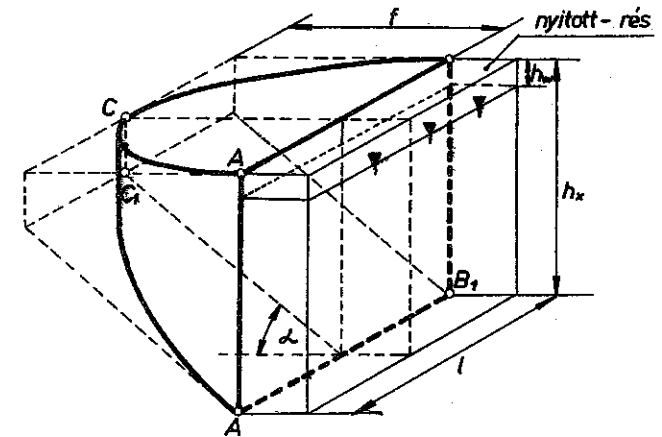
Φ , $\frac{h_x}{L}$ és $\alpha = \frac{h_x}{h_v}$ tényezők függvényében.

ahol:

Φ az átharántolt talajréteg belső surlódási szöge,

L a rés vízszintes hossza /m/

A közbenső értékeket a táblázatból lineáris interpolálás útján határozzuk meg /9.4 sz. ábra és 9.1 sz. táblázat/.



9.4 ábra

A csuszólap kielékelése a résoldala mentén Kowalewsky szerint

A fenti számítási eljárás a Kowalewsky elven alapul, mely a gyakorlatból indul ki, és a rés oldalfelére ható földnyomást csak korlátozott hosszúságban veszi figyelembe. A tervezőnek a műszaki adottságok figyelembevételével /szivárgásgátló agyagfelek csatlakozásai, függőleges terhek centrikussága, réselőgépek műszaki adatai stb./ meg kell határoznia az egyes részek geometriai adatait, elsősorban a réshosszát és mélységét. A felmerült elsődleges műszaki igények alapján kialakult résméreteket a fenti számítási móddal kell ellenőrizni - állékonyság szempontjából. A Kowalewsky elv szerint a résbe becsuszni akaró földrészt egy parabólikus hengerfelület /csuszólap/ mentén akar elmozdulni. Ennek a becsuszni kívánó földrésznek, ill. súlyából származó földnyomásnak a meghatározására ad Kowalewsky adatokat, az aktív földnyomás módosított tényezőjének táblázatbeli adataival.

A X tényezők számértékei

$\varphi = 25^\circ$					
$\frac{h_x}{L}$	$x=1$	$x=1,3$	$x=2$	$x=5$	$x=\infty$
0,5	0,375	0,335	0,291	0,224	0,214
1,0	0,346	0,303	0,264	0,222	0,197
2,0	0,286	0,244	0,214	0,181	0,163
4,0	0,201	0,166	0,144	0,123	0,115
6,0	0,154	0,129	0,106	0,090	0,087
8,0	0,124	0,101	0,083	0,073	0,071

$\varphi = 30^\circ$					
$\frac{h_x}{L}$	$x=1$	$x=1,3$	$x=2$	$x=5$	$x=\infty$
0,5	0,307	0,271	0,237	0,198	0,175
1,0	0,277	0,242	0,209	0,175	0,158
2,0	0,221	0,193	0,164	0,138	0,126
4,0	0,145	0,121	0,101	0,086	0,083
6,0	0,108	0,089	0,073	0,064	0,062
8,0	0,087	0,072	0,056	0,051	0,050

$\varphi = 35^\circ$					
$\frac{h_x}{L}$	$x=1$	$x=1,3$	$x=2$	$x=5$	$x=\infty$
0,5	0,246	0,220	0,191	0,160	0,140
1,0	0,221	0,194	0,168	0,141	0,126
2,0	0,170	0,147	0,124	0,106	0,097
4,0	0,107	0,089	0,074	0,063	0,061
6,0	0,077	0,064	0,051	0,045	0,044

$\varphi = 40^\circ$					
$\frac{h_x}{L}$	$x=1$	$x=1,3$	$x=2$	$x=5$	$x=\infty$
0,5	0,196	0,178	0,151	0,127	0,112
1,0	0,173	0,155	0,130	0,110	0,099
2,0	0,129	0,112	0,094	0,078	0,074
4,0	0,079	0,068	0,053	0,047	0,045
6,0	0,055	0,046	0,036	0,031	0,031

9.4. A résiszap készítésének technológiája

A bentonit szuszpenzió készítéséhez felhasznált bentonitnak ki kell elégítenie az alábbi követelményeket:

- szita maradék DIN 70 szitán maximum 12 %;
- nedvességtartalom max. 13 %;
- viszkozitás 6 %-os szuszpenziónál minimum 8 cP.

/mérés 600/ perc fordulatszám mellett;

- vízleadás maximum 18 ml, 7 att. nyomáson, 30 perc után;

A bentonit vizsgálatára az MSZ 17476 előírásai a mértékadók. A résiszap készítéshez való minősítés szempontjából - ha egyéb vizsgálati módszer nem áll rendelkezésre - szemrevételezéssel, egyszerű ülepítési próbával meg kell győződni a felhasználhatóságról.

A résiszap készítéséhez a szükséges bentonitmennyiséget az alábbi összefüggésből számíthatjuk:

$$X = \frac{\gamma_b - \gamma_r - 1}{\gamma_b - 1} \quad /9.10/$$

ahol:

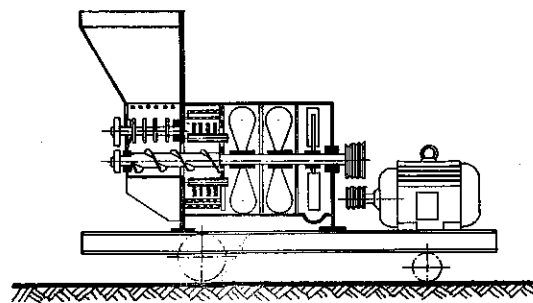
x egy m² szuszpenzió készítéséhez szükséges bentonitmennyiség /kg/

Amennyiben a kívánt térfogatsúlyt a bentonit-tartalom növelésével a nem kívánatos tixotrópia miatt nem lehet elérni, a térfogatsúly növelését berít adagolásával lehet biztosítani.

A bentonit tökéletes elkeverését a vízben - lehetőleg gépi úton - biztosítani kell. Jelenleg a mélyépítési gyakorlatban a bentonitos szuszpenzió előállítását különböző "porlasztási" megoldásokkal, zagyszivattyúk segítségével végzik.

Korábban használtak még nagy fordulatszámú Beacedis keverőberendezést, Koller-keverőt, kalapácsos-malmokat, Ceglédi-késes keverőt, stb.

Ujabban a Beacedisz berendezést ismét kezdik használni. Ez a keverőgép közös tengelyen való gyuró, aprító és diszpergáló lapáttal van felszerelve /9.5 sz. ábra/. A Beacedisz gépek általában természetes bányabentonitok feldolgozására használják a munkahelyeken, teljesítményük 35 q/óra a bányanedves, 50 q/óra a porráőrölt bentonit esetében.



9.5 ábra

Beacedisz-univerzális nedvesen keverő gép

Fejlesztés és elterjedés alatt van a desintegrátoros zagyszivattyú. Ez a speciális forgókéssel felszerelt szivattyú az ütközési munka elvén a bentonitban lévő montmorillonit kártyalepszerű kristály rácsának felbontását, szétbontását igen kedvező hatások mellett végzi el, melynek következtében az aktív kristályfelület meg nőnek. A megkevert résiszapot bizonyos ideig előduzzasztani kell. Ez az előduzzasztási idő az irodalmi adatok szerint 10-24 óráig is terjedhet, vagyis ennyi idő szükséges, hogy a bentonit kezdeti vízfelvétele megtörténhessen. Desintegrátoros szivattyú alkalmazása esetén

ez az előduzzasztási idő gyakorlatilag megszűnik (6. ábra). Résiszap a szivattyún való áthaladás után azonnal felhasználható.

A földkiemelés folyamán a rés oldalfalait megtámasztó iszap talajjal szennyeződik, feldusul, aminek következtében a szuszpenzió reológiai tulajdonságai leromlanak. Ez veszélyezteti a rés állékonyságát és a résfenéken üledékképződéshez vezet, valamint akadályozza - terherhordó résfalak készítése esetén - a résiszap elatti betonozás műveletét.

Ezért a zagy ismételt felhasználása korlátozott és a réselési munka folyamán az iszap felujtása szükséges. Az ismételt felhasználás mértékét tervben a tervezőnek meg kell határozni. Mesterséges tisztítás nélkül a résiszapot max. 3-szorosan lehet felhasználni. A keverés és az ismételt felhasználás után, ill. előtt a bentonitos szuszpenziót mérésekkel ellenőrizni kell.

- A térfogatsúly, - amely a gyakorlatban 1,03-1,08 Mp/m³-ig terjedhet - a tervben előírt értéket 10 %-kal meghaladja; vagy

- a vizkozitás - amely a gyakorlatban maximum 20-30 centipoise - a bekövetkezett tixotrópia miatt Mars-től cséren nem mérhető már; vagy

- a zagy mintán a szilárd részek kiülepedésének mértéke 6 órás állás után meghaladja a 2 ezreléket, akkor a résiszap felujtásra /higitásra/ szorul, vagy ha ez nem vezet célra, akkor teljes egészében lecserélendő.

Szükséges még mérni a víztartó-képességet, a pH értéket /max. 8,5 lehet/ és a hőmérsékletet.

A munkaterületen a résiszapot keverés után - az adottságoknak megfelelően - földmedencékben vagy acéltartályokból készített tartályokban tárolják. A tárolóhelyekről a szuszpenziót gravitációval vagy szivattyúk segítségével vezetik a résekbe, a folyamatos utánpótlásról a

réselési munka sebességének függvényében gondoskodni kell.

Gazdasági szempontok miatt törekedni kell a földalatti szennyvíz tisztítására. Ez történhet egyszerű üleptetővel, hidrórostával, vagy hidrociklonnal. A tisztítást egy esetben a tervezőnek külön-külön meg kell határoznia. Hidrociklonnal a résiszap 0,03 mm-ig tisztítható szilárd talajszemcséktől.

A réselési munkához szükséges résiszapmennyiség a tervezésénél figyelembe kell venni a veszteségeket is, melyek az alábbi tényezők közül tevődnek össze:

- szivárgás a talajban,
- kiszűrődés a földfelületén /iszaplepeny-képződés/
- felszíni elfolyások,
- a kiréselt talajjal elszállításra kerülő mennyiség.

A szivó-maró, öblítőrendszerű gépeknél a fentiekkel kívül résiszapvesztés és hígítóhatás mutatkozik a visszaforgatás folyamatában /földmedencéknél, rá- és elvezető földcsatornáknál/ is. A zagyvesztés mértékét a tervben a tervezőnek jeleznie kell.

9.5 A réskészítés technológiája, és a réselőberendezés ismertetése

A víz- és mélyépítés területén a résfal ill. a résfal alaptestek kialakításánál alaprajzi szempontból három fő csoportot különböztethetünk meg, a különböző formák azonban kombináltnak is alkalmazhatók.

1. Folyamatos sáv-jellegű résfalak, vonalas vagy zárt alakzattal.

2. Pillérszerű alaptestek, négyszög, kör, vagy egyéb, teljesen vagy közel szimmetrikus alaprajzzal.

3. Faltartó-jellegű, szoliter, egymástól különálló, elhelyezett négyszög alaprajzu alaptestek.

A résfalépítési eljárásoknál a talajban keskeny, mély rést vágnak, a fal szélessége általában 40-120 cm-ig terjed és az optimális gyakorlati mélység 25-30 m. Az egyszerre kiemelendő maximális réshosszt, ill. a résméreteket három tényező vizsgálatával kell megállapítani:

- rés oldalfal-állékonysági ellenőrzések;
- a betonozás megfelelő intenzitású folyamatosságának biztosítása;
- a réselőgép fogashosszából származó geometriai követelmények kielégítése;
- az ME-105-71. számú előírás maximálisan 10 méter hosszú rés készítését javasolja. A réselési gyakorlatban 7 méternél hosszabb részek készítésére a legritkábban kerül sor.

A rés legkisebb szélességi méretét a markolófej szélessége, ill. a furó-maró szerszám késhossza határozza meg.

A szerszámok méreteihez szemcsés talajban még 5 cm-t, kötött talajban 3 cm-t kell hozzáadni, ha ezt a réselés körülményei, ill. talajmechanikai okok indokolják.

A résék mélysége mindig géptípus függvénye, általában a mobil és merev gémmel rendelkező markoló-réselőgépek maximálisan 7-13 méter mélységig képesek lehetni a talajban. Kötélzettel ellátott markolás, illetve öblítőrendszerű gépeknél ez a határ 25-30 méterrel tolódik ki. Ennél nagyobb mélységben márcélszerűbb a résfal helyett furt cölöpfalat készíteni.

A résfal-elemek függőlegestől való eltérése - műszaki előírás szerint - 1 /100 lehet, ahol az 1 a résfal mélységét jelenti.

A rések nyitása, kiemelése az alkalmazott gépi technológia függvénye. Bármilyen vezérgép alkalmazása esetén a kiemelés megkezdése előtt gondoskodni kell a résfal tengelyének ± 1 cm-es pontossággal való kitűzéséről. A réselési munka megkezdése előtt a melléképitmények /betonteleg, zárgyteleg, víz- és energia-hálózatok, szociális létesítmények/ kiépítésén kívül két fontos előkészítő munkafolyamatot kell elvégezni:

- ki kell alakítani a réselési sítot, melynek a tervben megadott szinttel cm pontossággal egyeznie kell, mivel az összes további magassági adat meghatározása ennek a sítotnak a függvénye,

Monolitbeton: $a=0,15-0,30$;
E.gy.beton: $a=0,10-0,20$; $b=1,00-2,00$
 $e=d+10$ cm

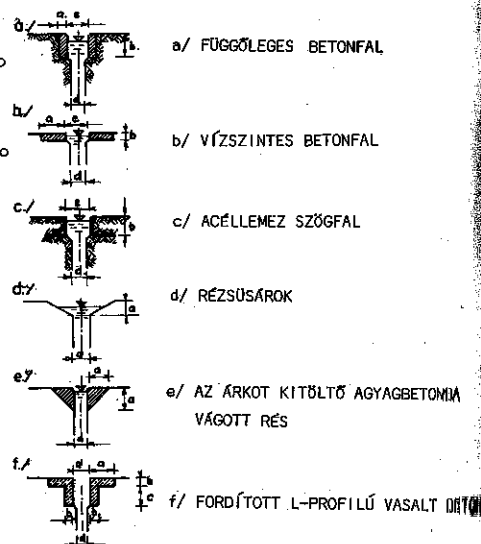
Monolitbeton: $b=0,40-0,50$;
E.gy.beton: $b=0,30-0,40$; $b=1,00-1,50$
 $e=d+10$ cm

Acéllemez: $a=3-4$ mm; $b=1,00$
E.gy.vasbeton: $a=8-12$ cm;
 $e=d+10$ cm

Árok: $a = \max. 0,80$ m

Agyagbeton: $a=1,00-1,50$

Monolitbeton: $a=0,90-1,20$ m
 $b=0,20-0,25$ m
 $c=0,80-1,00$ m
 $e=d+10$ cm



9.6 ábra
Részvezetők típusai

- ki kell építeni a részvezetőket. A részvezetők a fenti geometriai szintet biztosítják pontosan, meggátolják a felszínközeli omlásokat, elősegítik a szerszám vezetését, biztonságos munkaterületet adnak, stb. /9.6 sz. ábra/

A folyamatos résfalkészítés technológiája az alkalmazott géptípustól függően az előbbi módon történhet:

- saktábla-szerű kétfázisban készített sorozatfurásokkal,

- saktábla-szerű kétfázisban készített réstáblákból,

- folyamatosan készített réstáblákból,

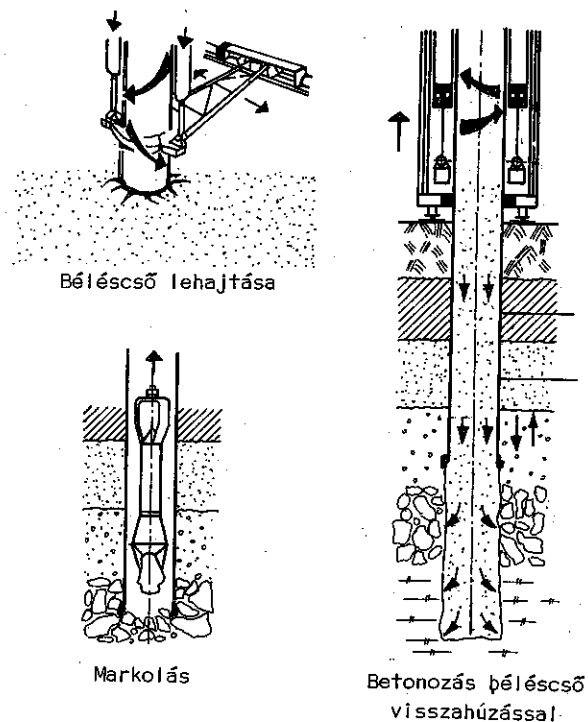
- az előbbi technológiák kombinációja.

Saktáblaszerű kétfázisban készített sorozatfurásokkal készítik az ún. cölöpfalakat. Ilyen cölöpfalak készítésére az előbbi réselőgépek alkalmasak:

a Benotó, az ICOS, a Lampl-Illei stb. féle berendezések.

A Benotó gép nagy átmérőjű furatok készítésére / $\varnothing 460... \varnothing 1500$ mm/ alkalmas, automatizált hidraulikával működő furóberendezés. A Benoto gép furócsöve a tengelye körül váltakozva rövid elfordulást, függőleges irányu le- és felfelé induló mozgást tud végezni. A furócsővéből a talajt markoló emeli ki és surrantóba önti, ahonnan járművel vagy szállítószalaggal szállítják el. Ferde furatok készítése esetén 12^0 -ig dönthető /9.7, 9.8 sz. ábrák/.

A Benoto furógéppel 20-25 m mélységig bármely talajban készíthető vízzáró és teherviselő cölöpfal. A fal egymásba metsződő cölöpökből készül úgy, hogy először minden második cölöp helyén furnak, majd ezt kibetonozzák és csak ezután kerülhet sor a közbenső cölöpök lemélyítésére. Az első sorozatban készített furatokat

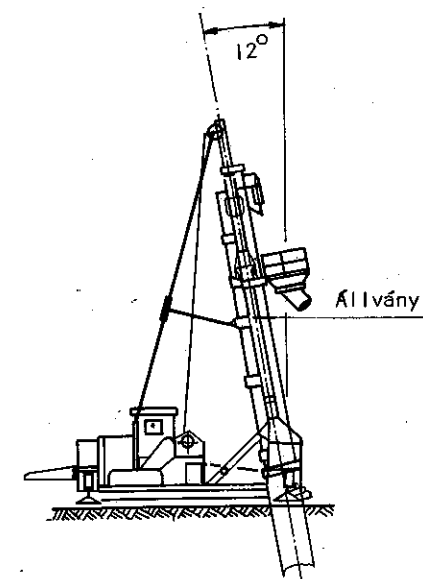


9.7 ábra
Benoto cölöp készítése

egymástól olyan távolságra kell leemélyíteni, hogy az összemetsződő rész szélessége a furat átmérőjének $1/5$ -nél ne legyen kisebb /9.9 sz. ábra/.

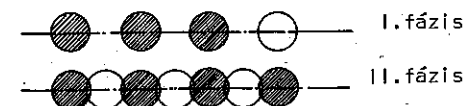
A furt cölöpök készítéséhez hasonló módszer a hidrosztatikus megtámasztással működő összes egyéb részfalkészítési eljárás kiinduló technológiája volt.

A furt cölöpfal készítésének kényes technológiai része a sok illeszkedés pontos terv szerinti kialakítása és a zárócölöpök elhelyezése. Gazdaságossága csak 30 m-nél mélyebben történő falkészítésnél mutatkozik meg. Az



9.8 ábra
Ferde cölöp készítése

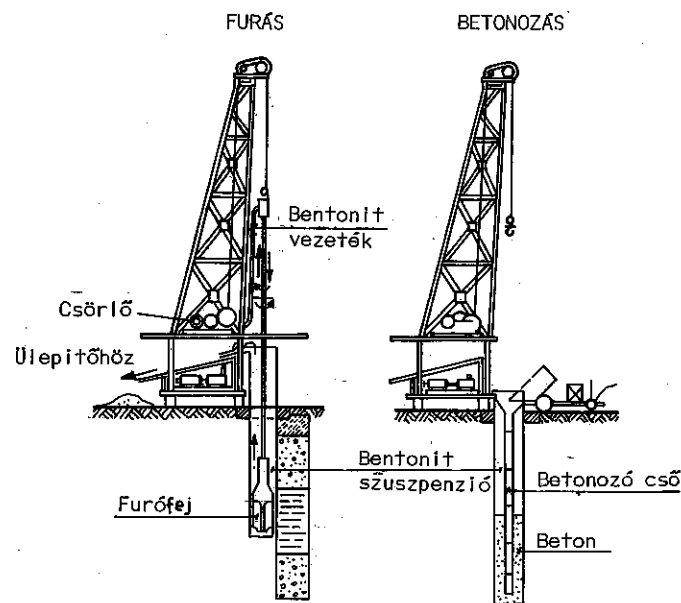
eddig végzett munkák adatai szerint kötött talajban - 590 mm-es $\varnothing$ esetén - a furás előrehaladása 3,5 m/óra, a közbenső záró cölöpök furása 24 órás betonozási ütemet figyelembe véve 2,5 - 3,5 m/óra.



9.9 ábra
Egymásba metsző cölöpök

Az I.C.O.S.Veder féle eljárás - melyet Ch.V.Veder osztrák professzor dolgozott ki - az egymásba metsződő

furatokat köpenycső nélkül készítik és a furatok állóképességét bentonit szuszpenzió biztosítja. A furóberendezés olasz gyártmányú, üreges furó csővezetékkel, durva homokos kavicstalajokba használható $\varnothing 50 \dots 100$ cm-es furatok mélyítésére alkalmas, 0,5 ... 0,7 furat fm/óra teljesítménnyel. A bentonit szuszpenziót a furórudezaton és a vésőfejen keresztül 7-10 atm. nyomással juttatják a furat aljára. Az ejtővéső által fellelített, felleaprított talajt a már kialakított furaton keresztül - mint zagyot - a felszínre emelik, ahol a szilárd talajrészeket a furóiszaptól szitasoron leválasztják. Ezzel a módszerrel bármilyen szerkezeti talaj réselhető és a furatok függőlegessége is biztosítható. Külföldön a berendezést, mintegy 90 m mélységig már eredményesen alkalmazzák.

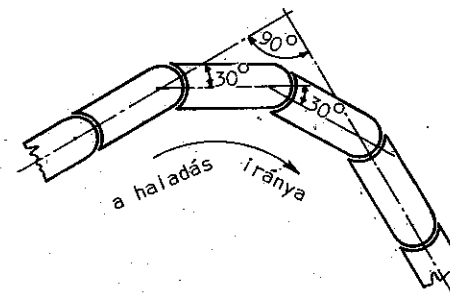


9.10 ábra

ICOS-VEDER cölöpkészítő berendezés és technológia

Betonozás előtt a részben levő furóiszapot vízzel hígítják, majd ezt követően töltik ki betonnal. Szükség esetén minden második furatban acélbetét is elhelyezhető /9.10 sz. ábra/.

A Lampl-Illei köpenycsőves furási eljárás annyiban különbözik a szokásos mélyfurástól, hogy az acélhüvely keresztmetszete különleges kialakítású, azokba a furatok egymásmetszés nélkül csatlakoznak és így a felvestagság nem egyenletes, a hüvelyek süllyesztés közben nem törnek el a tervezett falsíktól. A felvestetés szerinti irányba vezethető. A hüvelyek szelvényét a talajszerkezet és a tervezett mélység függvényében kell meghatározni. Az acélhüvelyeket vízőblítéssel süllyesztik. Az elérhető legnagyobb mélység a talajneemtől függően 15-20 m. A speciális béléscsővek visszahúzása közben a kialakult rést folyamatosan az igényeknek megfelelő ki lehet tölteni. A kitöltőanyag lehet beton, agyag, vagy bentonit-talaj keverék /9.11 sz. ábra/.



9.11 ábra

Lampl-Illei féle módszer

A sakktábla-szerű kétfázisban készített sorozatfurásokból /a cölöpös eljárásból/ fejlődött ki - a furás

és markolás kombinációjaként - maga a réselés, mely az előbbi technológiai folyamatokra különül el:

- A tervezett nyomvonalon részvezető gerendákat építenek ki /9.6 sz. ábra/, melyeket mintegy másfél méter mély 1,4 m szélességben kiemelt földmunkaárokból építenek. A részvezető gerendák vasalt betonból készülnek.

- A markoló vagy furó eljárással működő berendezések a részvezető árokból indítják magát a rést és azt a szerszámoknak megfelelő szélességben és a kívánt mélységben lemélyítik. A réselés műveletével egyidejűleg a kiemelt rést - folyamatosan - meghatározott térfogatsúlyú résiszappal töltik ki.

- A terv szerint elkészült bentonit szuszpenzióval telt rést a funkciónak megfelelő anyaggal - szivárgásgátló résfalagnál: agyag, földbeton, stb; teherviselő résfalagnál: betonnal - töltik ki.

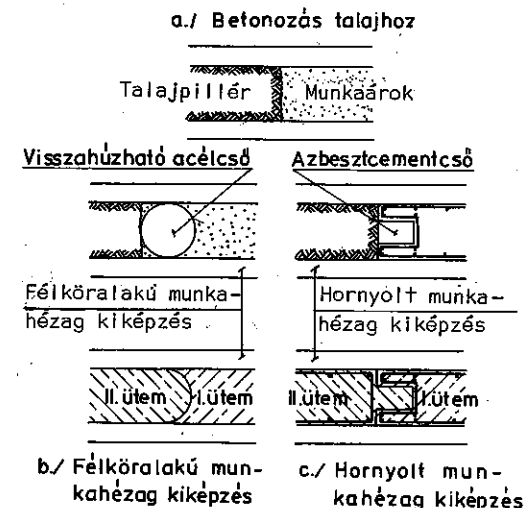
- A teherviselő résfalagnál a szuszpenzióval töltött részbe az előre elkészített armaturát süllyeszti be, a táblákat betonozás előtt - ideiglenesen - szakaszoló csővel határolják el. A bebetonozást az álló kontraktor-csővel eljárásnak megfelelően végzik. A résekbe helyezett betonacél-armaturák tulnyújtásával a csatlakozó szerkezetekhez való kapcsolatot is biztosítani lehet. A kitöltés műveletével párhuzamosan a következő szakaszok kiemelése, réselése, résiszap-kitöltése, folyamatban van.

- A kitöltések befejezése előtt az egyes táblák, fal-szakaszok közötti zárást a szakaszoló cső kihúzásával kell biztosítani.

- A szakaszoló csövek, félkör alakú hézagai, vagy egyéb alakú elzáró szerkezetek hornyai lehetővé teszik az egyes táblák vízzáró kapcsolatát /9.12 sz. ábra/.

A sakktábla-szerű kétfázisban készített réstáblából álló résfal az utóbbi években háttérbe szorította a

prozetfurásból kialakuló cölöpfalakat, mivel ez az eljárás sokkal gyorsabb és termelékenyebb.

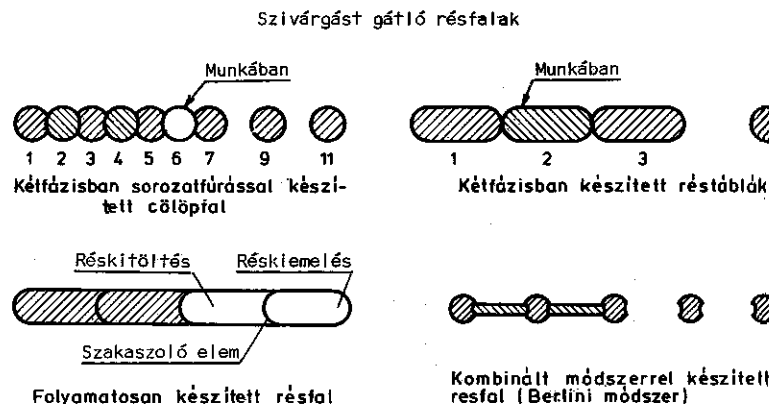


9.12 ábra
Réstábla-csatlakozások

Ehhez a módszerhez sorolhatjuk az ún. öblítéses-rendszerű, valamint a markolás eljárással működő berendezéseket. Az öblítéses rendszerű gépek furó, vagy maró szerszámokkal fellelvezik a talajt és a résből nagyteljesítményű vákuum-szivattyúkkal a talajjal keveredett anyagot szívják fel, majd azt tisztítás után cirkuláltatják vissza a résbe. Ennél a sakktábla-szerű réselésnél a cölöpfal készítéséhez hasonlóan a 9.13 sz. ábra szerint készülnek el a táblák.

A folyamatosan készülő résfalakat is szakaszokban építik meg. A szakaszok között munkahézagokat alakítanak ki. A folyamatos építés a sakktábla-szerű kétfázisban készített résfalas eljárással szemben - esetenként -

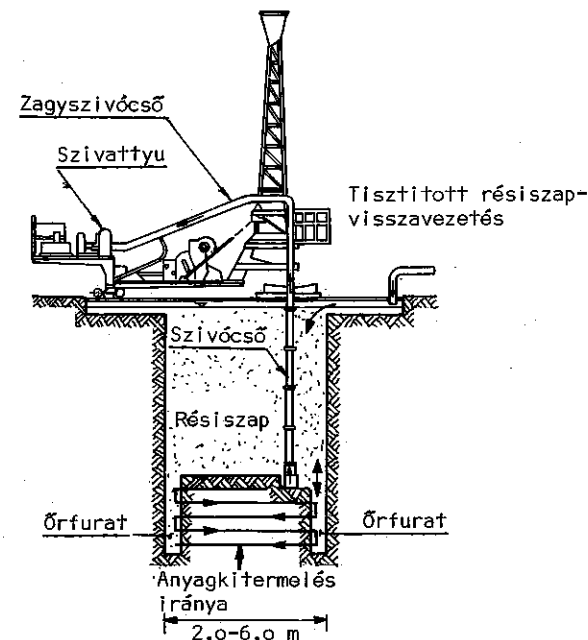
kedvezőbb technológiát nyújt. Problémát jelent viszont a munkahézagok zárása.



Az alábbiakban ismertetésre kerülő réselőberendezések mind a sáktábla-szerű, mind pedig a folyamatos réselési technológiák kivitelezésére alkalmasak.

Soletanche berendezés segítségével 50 m mélységig lehet réselni. A rés szélessége 0,25 - 1,50 m között változhat. Ütve, forgotva, vagy ütve-forgotva dolgozik. A Soletanche típusú géppel a rést vízszintes mozgással lehet készíteni. A réstábla elején és végén egy-egy örfuratot készítenek majd az örfuratok közötti földtömeget vízszintes marással alakítják ki. A vízszintes marást a furórudazat állandó ütemmozgásával érik el. A fellejtett talajt aztán zagyszivattyúval emelik ki a résből, miközben a zagy utánpótlásáról, cirkuláltatásáról gondoskodni kell. A réselés során tengelyirányban a két örfurat között végzett oda-vissza mozgás során egy fogásban az

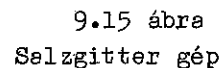
anyag minőségétől függően 30-50 cm-es réteg termelhető (9.14 sz. ábra).



Salzgitter-eljárás. Nyugatnémet gyártmányú gép, furással és furógördülő véséssel készíti a réseket. A forgó-gördülő véső ferdén helyezkedik el az üreges furócső-vezetéken, amely a megbontott talajt a zagyként felszínre hozza.

A berendezés slvázon helyezkedik el, közuton mint pótkocsi is szállítható. A furógép a markolókésekkel szakaszokban, teljes mélységben fedi a talajt, ennek során a furócső felfelé és lefelé való mozgást is végez. A gyár különböző típusú berendezései 20 m mélységig, és

A felszínre hozza és a fenti eljárásokhoz hasonló módon, ezt különböző ülepitő-medencékbe, vagy tisztítóberendezéseken átjuttatva vissza lehet vezetni a résekbe. A réspolási munka elvégzésére a kör keresztmetszetű furórudakra 35 ... 50 cm-ként marókéseket erősítenek fel, amelyek hosszát a rés mérete szabja meg. A kések mérete a furófej, bontófej méreteivel is összhangban van. A talajnak megfelelően mind a rudszeti-kések, mind pedig a

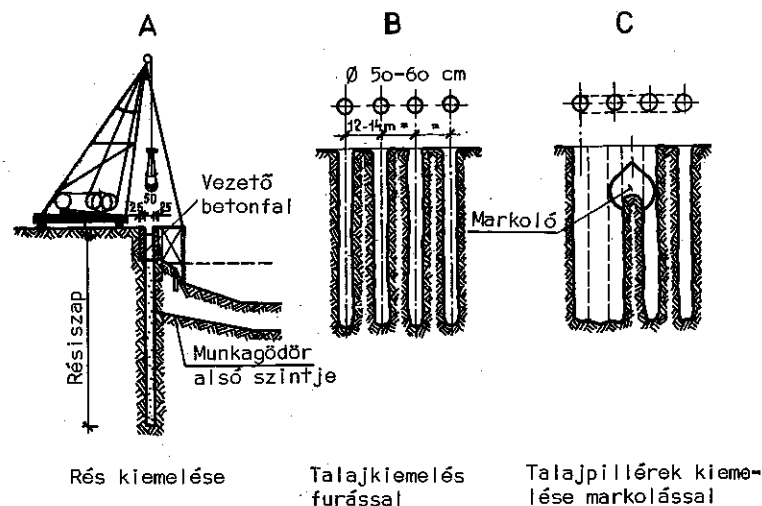


9.16 ábra
Titánia T-150 típusú réselőgép

a bontófej kialakítása változtatható. A berendezés kötött pályán önjáró vagy csörlős kialakításu.

A Soletanche-féle berendezéshez hasonlóan a terv szerinti táblahossz két végén ún. indító örfuratot molytítenek le, lehetőleg a tervezett maximális mélységig. Az örfuratok elkészítése után kerülhet sor magára a résszelésre. Az örfuratokból kiemelt rudazatra felszerelik a marókéseket, melyek segítségével teljes szélességben - vízszintesen merjék ki a talajt az örfuratok között. Ez a módszer 10 m mélységig alkalmazható.

Nagyobb mélységek esetén a vízszintes marás alkalmazása - a konzolos elhajlások miatt - nem ajánlatos. Ezekben az esetekben az örfuratok egymásba metsző sorozatával mélyítik tovább a rést.

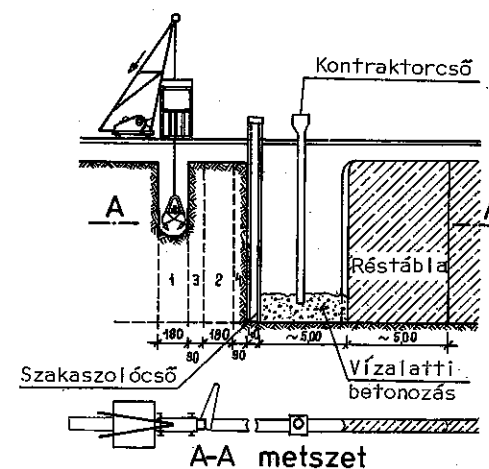


9.17 ábra

Csörlős markolóberendezéssel működő
ICOS réselőgép

A mai réselési gyakorlatban leginkább a markoló réselési mód terjedt el, melyet a furás és markolás együttes alkalmazásából fejlesztettek ki /9.17 sz. ábra/. A markoló vagy kotró-berendezések kötött anyag, homokos kavics, vagy görgeteges talajban alkalmazhatók előnyösen. Hidraulikus vagy mechanikus erőátvitellel működtetik a markolókat, ill. kotrókanaleket, melyek a résből kiemelt talajt felszínre hozve, szállítóeszközzel, vagy gépkocsikba rakják. A markolórendszerű réselőgépek előnye, hogy munkájukat a résiszap térfogatsúlya, ill. annak nagysága nem befolyásolja. Az általuk készített réstábla szélességi mérete 35 cm-től 1,00 m-ig terjed. Hidraulikus markolókkal 40 m mélységig készíthetők réstáblák. Magyarországon az eddig készített legnagyobb mélység hidraulikus markolóval 30 m volt.

Markolós technológiával készített réstáblák kivitelezési fázisai az alábbiak: /9.18 sz. ábra/

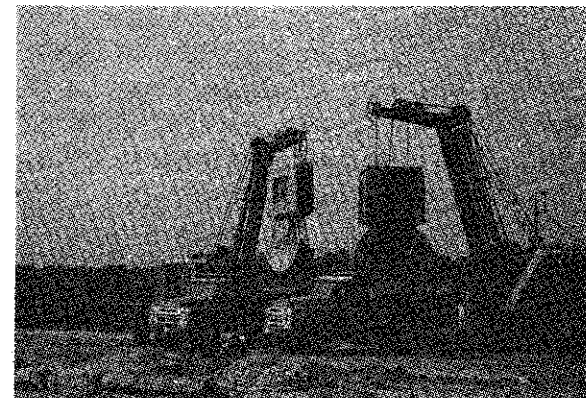


9.18 ábra

A résfelkészítés fázisai

1. Fázis: A markoló nyitási méretének megfelelő függőleges résnek ki teljes mélységig.
2. Fázis: A réselőgéppel a tábla ellenkező oldalára állva az 1. fázist megismétlik úgy, hogy a két függély között minimum 1,00 m talsajmag-pillér bent maradjon.
3. Fázis: A markoló kiemeli az 1,00 m-es talsajmagot és így kialakul a réstábla.
4. Fázis: A terv szerinti szintig résiszappal tele részbe süllyeszti - teherhordó résfalak esetén az előkészített vasszerelést.
5. Fázis: Technológiától függően ideiglenes szakaszoló csővel két végén lehatárolják a nyitott részt lát.
6. Fázis: Zagy alatti betonozással kontraktorcső segítségével kitöltik a rést.
7. Fázis: A betonozás közben kiszoruló résiszapot a következő készülő részbe vezetik.
8. Fázis: A beton kötése előtt a szakaszoló acélcsövet visszahúzzák.

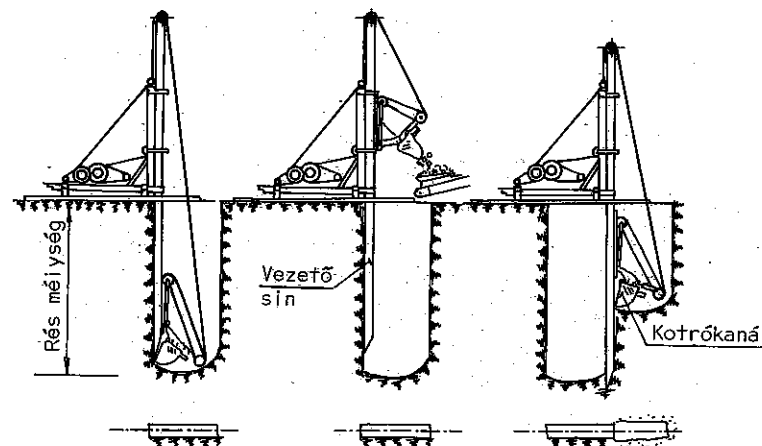
A fentiekben ismertetett módszerrel dolgozik Magyarországon a Titánia T-455-ös típusu berendezés, melyet a Vizügyi Építő Vállalat önjáróvá alakított át kotrógépre való felszereléssel, /9.19 sz. ábra/, hasonló módon működik a Közlekedés Építő Vállalat merev rudazatra szerelt hidraulikus rendszerű Soletanche réselőgépe.



9.19 ábra

Vizügyi Építő Vállalat önjáró, kotróra szerelt Titánia rendszerű markolós réselőgépe /fénykép/

A víz- és mélyépítésben külföldön számtalan fajta és típusú réselőgép terjedt el: a Menck és Hambrock ti-



9.20 ábra

ELSE féle módszer

pusu markoló, és annak a Cella cég által kialakított módosítása, a Fehér -mn-féle szorítópajzsos markoló, a Poglensky és Zöllner féle sinen mozgó hidraulikus berendezés, az I.C.O.S. Veder-féle réselőberendezés, az Elmer féle eljárás /9.20 sz. ábra/.

Lengyelországban az eddigiektől eltérő speciális gépeket szerkesztettek, melyek marással készítik a rést. A maró-elem cserélhető késekkel, ill. lapátokkal ellátott, gyorsan mozgó, végtelenített lánc, mely a rést kitöltő bentonit szuszpenzió kenőhatása következtében viszonylag nagy termelékenységgel dolgozik. A kaparószerű rácsos szerkezetű keretre van felszerelve. A marási mélységgel 15-20 m-t is elértek. Előnye, hogy aránylag könnyű - 25 cm - széles rést is lehet vele készíteni.

Ezt a vedersorú kotró-módszert Amerikában is alkalmazták résfel - készítésre. Ezzel a módszerrel 1950-ben készítették vízzáró résfalat Los-Angeles körzetében. Itt 6 km hosszú, 13,7 m maximális mélységű vízzáró résfalat állítottak elő.

Mivel a réselőberendezések - nyugati import - behozása a vállalatoktól jelentős erőfeszítéseket igényelt, ezért hazánkban ezek helyett a kisebb mélységbe lenyúló univerzális hidraulikus kotróberendezések terjedtek el. Ezek az univerzális földmunkagépek aránylag egyszerű szerkezetűek, mozgékonyak és a réselési munkafolyamatokon kívül esetenként a gépláncban egyéb munkákat is el tudnak végezni /rakodás, daruzás, stb/.

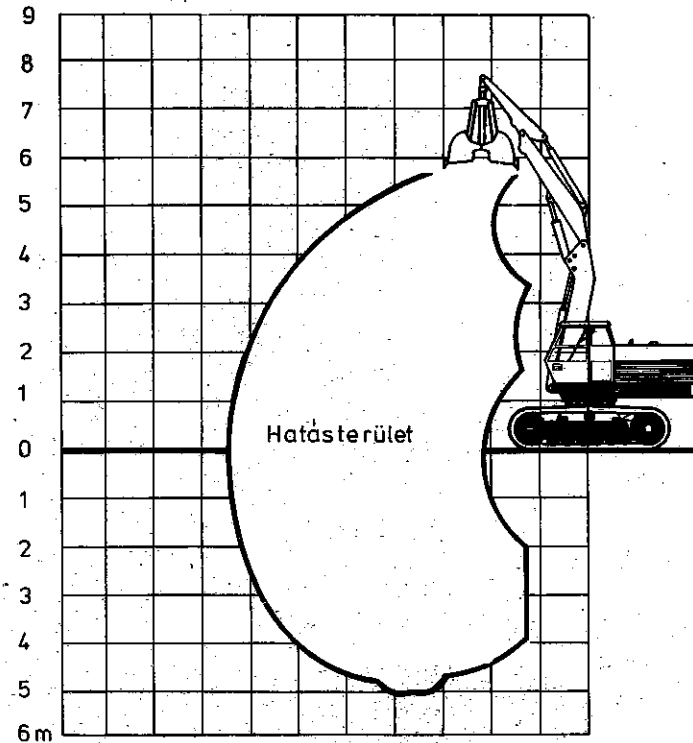
Réselési munka híján más földmunkára, csatornaépítésre is felhasználható.

Magyarországon elsősorban Poclain és a Jumbó típusú univerzális, hidraulikus réselőgépek terjedtek el. Mobilitás szempontjából Poclain gépek két alaptípussal készülnek:

- gumikerekes, hidraulikus tálpalással,
- láncotépes alvázal.

A gumikerekes típusok közé tartoznak az FY-30 TY-45; TYP. TYP. LYTT. TYS. LY80. GY-120; stb.

A láncotépes típusok: FC-30; TV-45; TCS; LC-80; MC-120; MC-100; HC-300; EC-1000; stb. alapjelzéssel /9.21, 9.22 sz. ábrák/.

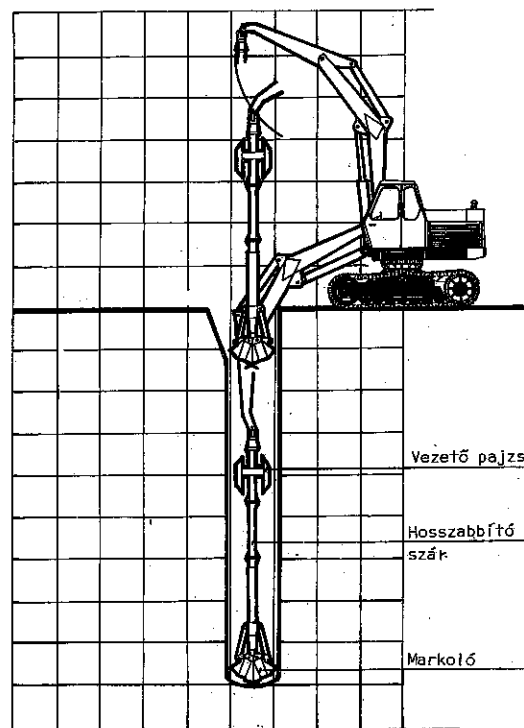


9.21 ábra

TCS típusú hidraulikus Poclain munkagép

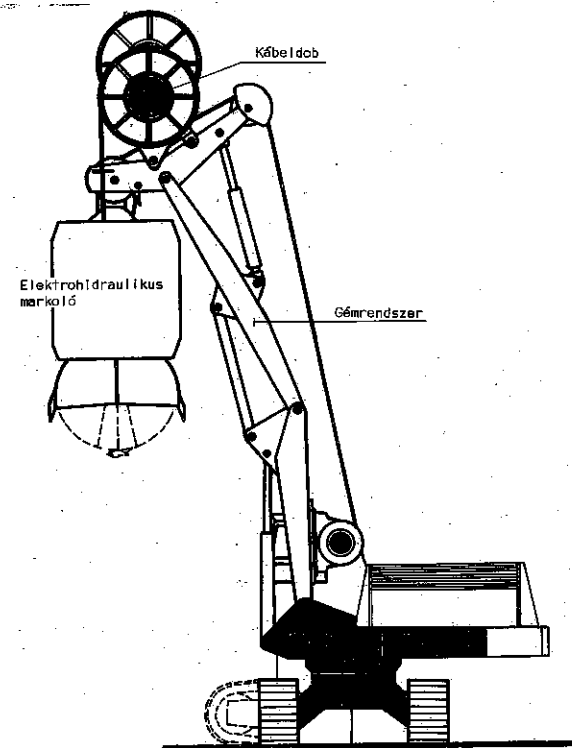
Széles körben alkalmazhatók, a velük végezhető munkafajtákat tekintve a legtokéletesebb univerzális gépek. Az alapgép különböző szerszámok segédberendezé-

seivel felszerelve a legváltozatosabb anyagok rakodására, utak készítésére, kör és négyszög keresztmetszetű aknák mélyítésére, talajrések, árkok kiemelésére alkalmazható. Ez a magyarázata annak, hogy a víz- és mélyépítés területén furt cölöpök, nagyméretű aknák és réselt falak készítésére is alkalmazzák. A gép működéséhez hálózati energiára nincs szükség, önjáró, meghajtása diesel rendszerű. A felszerelt szerszámokat hidraulikus rendszerének segítségével működtetik. A fentiekben felsorolt géptípusok, így a legkülönbözőbb mélyépítési fel-



9.22 ábra
LC-80 típusu hidraulikus Foclain gép
réselőberendezéssel felszerelve

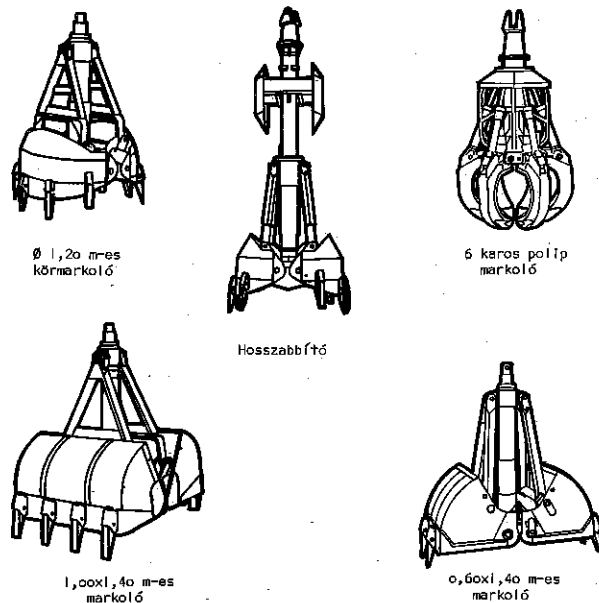
adatok elvégzésére alkalmasak, a kívánt feladathoz kiválasztva és felszerelve azokat. Magyarországi gyakorlat és a gépismeret alapján a gumikerekes kiviteli típusok közül a TY-45, és az LYFP típusokat, a láncalpes elvázuk közül pedig a TCS, TYS, és GC-120-as típusokat javasoljuk alkalmazásra /9.23 sz. ábra/. A mélyépítési munkáknál leghasználatosabb markolók egyes típusait a 9.24, 9.25 sz. ábra szemlélteti.



9.23 ábra
GC 120-as típusu Foclain gépre szerelhető
mély-réselő berendezés

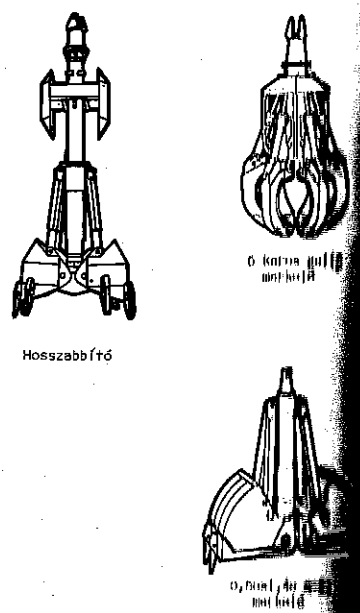
A Poclain gépek gazdaságosan alkalmazhatók a mólý-
építésben - csuklós gémrendszerrel - 4 m-től 13 m mólý-
ségig. Mozgékonyaságukból fakadóan különösen alkalmasok
városi belterületen, foghíj-beépítések alapozásánál. A
meglévő épületek mellé cm pontossággal elkészíthető új
új épület térelhatároló, ill. teherhordó részfa.

A Poclain gépek sokoldalúságát és a vele készíthet-
ő folytonos részfalépítés szemléltető technológiáját lá-
juk a 9.26 sz. ábrán.

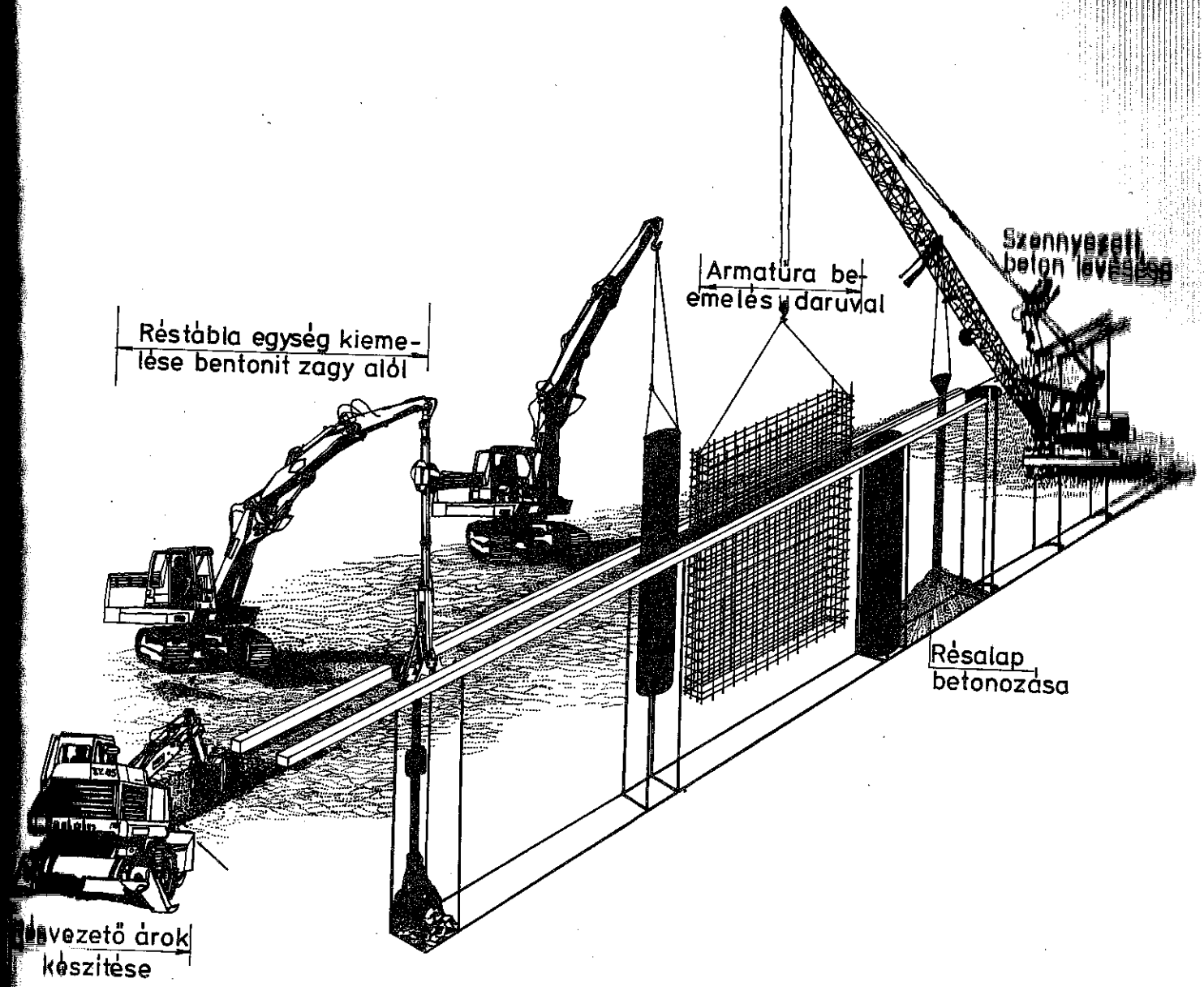


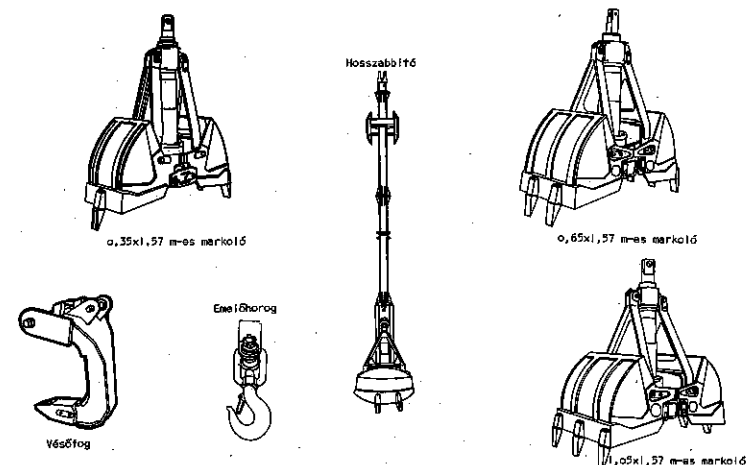
9.24 ábra
TCS Poclain gép szerszámai

k gazdaságosan alkalmazható géprendszerrel - 4 m-től 13 m-ig, főtárcsák, foghíj-beépítések alapszerkezete, ill. cm pontossággal elkészíthető, ill. teherhordó rönkök sokoldalúságát és a valódi építés szemléltető technológiát.



9.24 ábra
 acélain gép szerkezete





9.25 ábra
LC-80 Poclain gép szerszámai

Rések kitöltése vízzáró anyaggal, vagy betonnal

Ahhoz, hogy a résiszep segítségével előállított résből vízzáró, vagy alapozás szempontjából teherhordó résfellet kapjunk, a rést ki kell tölteni anyaggal, föld-betonnal, vagy betonnal.

A teherhordó résfalakat - amennyiben ez a statikai számítások alapján indokolt - részben vagy egészben vasszereléssel kell ellátni. A vasalt rés-felszerkezetre a vasbetonszerkezetekre vonatkozó előírások vonatkoznak /MSZ 52022/, de a számításoknál figyelembe kell venni a résfalépítés technológiájából fakadó speciális körülményeket:

- vízszintes betonacélokat végigvezetni, - a táblás szakaszolás miatt - nem lehet ezért minden egyes szakasznak, elemnek külön - külön álló veselése van,

- az egyes önálló táblák vasalásait előregyártva kell elkészíteni, csomópontjeit hegesztve, és figyelembe kell venni a beemelhetőség feltételeit /geometria méretek, súly/, vezetősínek segítségével biztosítani kell a függőleges helyzetét.

- Figyelembe kell venni, hogy a bentonit szuszpenzió alatti betonozás esetén az acélbetét és a beton közötti tapadás lecsökken. Ez a tapadáscsökkenés Dr. Juhász mérései és számításai alapján mintegy 30 %-os lehet.

Felhasználható betonacél-armaturák egyetlen kritériuma a hegeszthetőség. A függőleges főacélbetétek minimális $\emptyset$ -je 16 mm, a kengyeleké $\emptyset$ 10 mm lehet. Függőleges acélbetétek közötti távolság minimálisan 15 cm lehet. Amennyiben a tapadásnak döntő szerepe van, úgy a periodikus és nyilbordázott betonacélok alkalmazását kerülni kell. A főacélbetétek betontekarása minimálisan 7 cm kell hogy legyen. A beemelés műveletének, illetve a rés armatura deformációjának meggátlása érdekében célszerű az armaturákat "andráskeresztjellegű" merevítésekkel ellátni. A beemelés műveletét a tervezőnek pontosan meg kell terveznie. A tervezésnél törekednie kell arra, hogy a függőleges főacélbetétek toldását a rések fölött lehetőleg ne hegesztéssel végezzék, hanem a betonacélok toldása egyszerű kapcsolásos módszerrel történjék. Ily módon a rések állékonyasága a rövidebb beszerelési idő mellett jobban biztosítható és a rések feletti balesetveszélyes hegesztési munka elkerülhető.

Az acélbetétek beemelését csak abban az esetben szabad megkezdeni, ha a következő munkefázisra, a betonozás műveletére minden elő van készítve. A beemelt armaturákat magassági és vízszintes értelemben terv szerinti helyükön rögzíteni kell.

A réskitöltést általában a víz- és mélyópályában ismert víz alatti betonozáshoz hasonló módszerrel végzik. A továbbiakban a résiszap alatti betonozási eljárásról ismertetjük. Ha a rés kitöltésére szánt betont közvetlenül a résiszapba öntenék, a cement az adalékanyag szemcséi közül kimosódnék. A betonadalék anyagszemcséi az iszapban áthaladva leülepednének, a cement pedig lebegve maradna az iszapban. Ilyen módon tehát csak gyenge minőségű, többé-kevésbé nem jól kötött, iszaprétegekkel vegyes, laza, üregekkel teli és teljesen egyenlőtlen minőségű szemcsehalmazokból álló "betont" kapnánk. Ezért teherbíró szerkezetű résfelaknál meg kell akadályozni a kötőanyag kimosódását.

A víz alatti betonozási eljárásokhoz hasonlóan a betonozást csak nyugvó bentonit-szuszpenzióban - annak felkeverése nélkül - végezhetjük, egyidejűleg gondoskodni kell arról, hogy a beton klasszikus állapotban, eredeti víztartalmának és szemösszetételének megfelelően kerüljön a résbe.

A résfelat állótöltésű eljárással betonozzák. A betonozócsőbe eresztett beton alulról felfelé emelkedve tölti ki a rést, miközben a betonozócsövet a töltéssel együtt függőleges irányban le-fel mozgatják. Az egyszerű betonozásra kerülő tábla hossza 4-10 m lehet. A betonozócső belső átmérője általában 30 cm. A beton adagolása általában időszakos. A beton szállítása és adagolása csilllével, konténerrel, vagy közvetlen uton történhet. Ma már a korszerű betonozáshoz 4-6 m³ ürtartalmu beton-mixer szállító gépkocsikat használnak.

A rések elkészülte után a betonozást - az esetleges betonacélarmatura beszerelése után - azonnal el kell kezdeni és minél előbb be is kell fejezni, mert a rések minőségét a betonozás sebessége befolyásolja. A rések betonozása közben a rés szájánál kiszoruló bentonit-szusz-

oenziót folyamatosan el kell vezetni a betonozás ütemének megfelelően gravitációs uton, vagy zagyszivattyú segítségével. A betonkeverék összetételét úgy kell megtervezni, hogy az biztosítsa a rés tökéletes kitöltését és a megkívánt szilárdságot. A beton adalékanyagaira az ME-19-63 sz. műszaki előírás rendelkezik.

A teherbíró résfalak betonjának minősége minimálisan B-140-es kell, hogy legyen és ezen beton készítéséhez minimálisan C-500-as cementet kell használni. Agresszív talajvizek esetén az ME-35-63 sz. műszaki előírás szerint kell eljárni, de az 500-as különleges portland cement az a minimális minőség, amit figyelembe lehet venni.

A résbetonhoz szükséges cementmennyiséget az ME-19-63 előírás 2,5 és 4,29 pontjában foglaltak szerint kell meghatározni, mely értékhez még 50 kp/m³ cementmennyiséget kell hozzáadni - a víz alatti betonozásnak megfelelően. A felhasznált cementmennyiség azonban nem lehet kevesebb, mint 400 kp/m³. A résfalak betonjának konzisztenciája: képlékeny. Konzisztencia-javító vegyi adalékanyagok, plasztifikátorok nemcsak használhatóak, hanem javasoltak is, mert ezáltal például a betonozócsövet nem kell gyakran mozgatni és legalább 2 méter mélyen a betonba-mélyülve dolgozhat. A felhasznált adalékanyag folyamatos szemeloszlású gömbölyű szemcséjű legyen. /I. és II. osztályú/ Zuzott anyag felhasználása adalékanyagként kerülendő. A megengedett maximális szemnagyság 20 mm. Ez az érték 40 mm-re növelhető, ha friss betont mixerkocsik szállítják és a kontraktorosé átmérője 300 mm-nél nagyobb.

Amennyiben a rés teljes kiemelésének befejezését követően legkésőbb 4 óra múlva a betonozás nem kezdődik meg, úgy meg kell győződni arról, hogy beomlás, avagy üledékréteg a rés fenekén nem képződött-e. Amennyiben

ezeket a jelenségeket tapasztalják, úgy a réselőgép újbóli rálállításával a rést ki kell tisztítani. Betonozáskor a művelet a kontraktorcső feltöltésével kezdődik, majd az ún. hagymaképzéssel és a folyamatos betonadagolással folytatódik. Különös figyelemmel kell lenni a réskitöltés folyamán arra, hogy a beton folytonossága ne szakadjon meg.

A tervezőnek a rés méreteit általában úgy kell megválasztania, hogy 10-15 m³/óra betonozási sebességet figyelembe véve - egy réstáblában - a betonozás 6 óra alatt befejeződjék.

A betonozócső külső és belső felületének teljesen simának kell lennie, a csőben nem lehet semmiféle keresztmetszet-szűkület. Az egyes csőtagok kis menetemelkedésű csavarmentete vízzárási szempontból a legjobb.

Csőtagok kiszerezése esetén meg kell győződni a résben felfelé emelkedő beton pillanatnyi szintjéről. Általában 6 m hosszú szakaszt lehet egy kontraktorcsővel betonozni. Ennél nagyobb hosszúság esetén szimmetrikusan elhelyezett két vagy több betonozócsövet kell egyszerre alkalmazni.

A beton minőségét a betonozás közben próbakockákkal kell ellenőrizni:

- Amennyiben a résfal mélysége nem haladja meg a 10 métert, úgy minden három résfalszakasztól 3 db próbakockát,

- amennyiben a résfal mélysége meghaladja a 10 métert, úgy minden résfalszakasz után próbakockát kell készíteni az ME-19-65.sz. előírás szerint.

A betonminőség utólagos ellenőrzését roncsolásmentes módon, vagy pedig a kész résfalból 20 cm élhosszúságú kockák kivésésével lehet elvégezni. Különleges esetekben tervező utólagos ellenőrzéseként izotópszondával