



H U 0 0 0 2 1 4 3 7 7 B

(19) Országkód:

**HU****MAGYAR  
KÖZTÁRSASÁG****MAGYAR  
SZABADALMI  
HIVATAL****SZABADALMI  
LEÍRÁS**

(11) Lajstromszám:

**214 377 B**

(21) A bejelentés ügyszáma: P 96 01313  
(22) A bejelentés napja: 1995. 09. 18.  
(30) Elsőbbségi adatok:  
P 44 33079.0 1994. 09. 16. DE  
(86) Nemzetközi bejelentési szám: PCT/EP 95/03674  
(87) Nemzetközi közzétételi szám: WO 96/08611

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>**E 02 D 31/00**

C 09 K 17/02

C 09 K 17/12

(40) A közzététel napja: 1997. 05. 28.  
(45) A megadás meghirdetésének a dátuma a Szabadalmi  
Közlönyben: 1998. 03. 30.

(72) (73) Feltaláló és szabadalmas:

Kügler, Jost-Ulrich, Essen (DE)

(74) Képviselő:

DANUBIA Szabadalmi és Védjegy Iroda Kft.,  
Budapest

(54)

**Eljárás talajformációk szigetelésére**

(57) KIVONAT

A találmány tárgya eljárás talajformációk szigetelésére, ahol is kötött talajból és egy adalékanyagból álló ásványi szigetelőréteget helyeznek el a talajformációra és azután mechanikailag tömörítik, ahol is adalékanyagként legalább 70 súly% (iszap  $TS \geq 70$ ) szárazanyag-tartalmú, előnyösen derítő- vagy nedvesiszapból előállított száraz-iszapot alkalmaznak, ahol a száraziszap szárazanyag-tartalma a talaj száraz súlyára számítva 5–50 súly%.

**HU 214 377 B**

A találmány tárgya eljárás talajformációk szigetelésére, ahol is kötött talajból és egy adalékanyagból álló ásványi szigetelőréteget helyezünk el a talajformációra és azután mechanikailag tömörítjük.

Lerakódóhelyek és szennyezőanyag-tárolók alap-, és felületszigetelésére szolgáló ásványi szigetelőrétegek előállításakor a csapadékok miatt komoly nehézségek állnak elő a szigetelőanyag beépítésekor, mivel ezek a megnövekedett víztartalom és csapadékok esetében a további vízfelvétel miatt a tömörítéskor erősen feláznak és ezáltal továbbiakban nem munkálhatók meg. Túl nedves szigetelőrétegeket azután gyakran ismét el kell távolítani. A rossz időjárás következményeként mindig újabb és újabb lerakódóhely-szigeteléseket kell elhelyezni, ami magas állási költségeket okoz.

Annak érdekében, hogy a kívánt szigetelési minőséget változó időjárás esetében is biztosítsuk, megelőző védőintézkedésként a csapadék elhárítására az építési szakaszok fölé védősátrak felállítása vagy a munkaszakaszok föléakkal való ismételt lefedése vált szükségessé.

Ezen nagyon költséges védőintézkedések ellenére továbbra is jelentős építkezési nehézségek állnak elő, amelyek során a kiindulási anyag (agyag, agyagtartalmú iszap) gyakran már a kiemelési helyénél túl magas kiindulási víztartalommal bír és ennél a víztartalomnál nem munkálható meg és nem tömöríthető. Szokásos módon már régóta visszaszáritást alkalmaznak a talaj-, út- és vízépitkezések során. Visszaszáritó anyagként égetett meszet vagy cementet alkalmaznak az úgynevezett mész- vagy cementstabilizáció során. Így lehetséges túlnedvesített, kötött talajrétegek víztartalmát 4–10 súly% cement vagy mész hozzáadása révén, a víznek a cementtel vagy a mésszel való megkötése útján olyannyira visszaszorítani, hogy ezek a talajrétegek morzsálékos szerkezetűvé válnak és ismét jól tömöríthetők. Egy ily módon előkészített talaj azonban már a feldolgozás során repedésre hajlamos ridegsége miatt. Továbbá a hidraulikus kötés miatt elveszti képlékenységét. A tömörített, megkötött talajok a félig szilárdtól a szilárdig terjednek. Ezen tulajdonságok miatt kiesik ez a kedvelt stabilizálási módszer ásványi szigetelőrétegek beépítésekor. Hidraulikus adalékokat ennek következtében lerakódóhelyekhez nem engedélyeznek.

A gyakorlat azt mutatta, hogy a nedves ágban a Proctor-görbe víztartalma fölött 1–3%-kal megemelt víztartalom esetében a kötött talajanyaghoz száraz, aktív agyaglisztet, mint például bentonitot lehet hozzákeverni. Az adalék mennyisége 2–8 súly%. Az aktív agyagliszt vízfelvevő-képessége révén a kötött talajkeverék így visszaszáritható és ezután tömörítésképes. Amennyiben azonban túlnedvesített talajokat kell elegyíteni, amelyek víztartalmuk és ATTERBERG (DIN 18.122 szerinti kísérlet) szerinti folyási tulajdonságuk miatt pépes szerkezetűek, ez az eljárás nem alkalmazható minden további nélkül lerakódóhelyek építésére és földmunka részére.

- Az anyag kielégítő homogenizálása talajmarási eljárással nem valósítható meg és kényszerkeverőben való keverés szükséges.
- Nagy mennyiségű agyagásvány bekeverése révén a szigetelőréteg rendkívüli módon időjárás-érzékeny

válik. A legcsekélyebb csapadékmennyiség igen erős konzisztenciaváltozást okoz az agyagliszt nagy vízfelvevő-képessége miatt. Egy elsősorban hengerelhető szigetelőréteg már csekély csapadékbehatás esetében sem feldolgozható és mélyen felpuhul, úgyhogy a következő szigetelőréteg beépítése földmunkagépekkel már nem lehetséges, mivel ezek a berendezések belesüllyednek a lágy rétegbe.

- Száraz időjárás esetében a szárítás több napig eltart. Ezenkívül ilyen szárítások esetében röviddel a tömörítés után zsugorodási repedések keletkeznek, úgyhogy a réteg újabb megmunkálása válik szükségessé legalábbis talajmarással és tömörítéssel.

Negatív módon jelentkezett az aktív agyaglisztrel való visszaszáritási eljárás esetében az a tény, hogy az ily módon feljavított ásványi szigetelőrétegek repedésre való hajlamossága erősen megnövekedett a szárítás során a fokozott zsugorodás következtében, különösen a műanyag tömítőszalagok leárnýékoló hatása alatt az alap-, és felületi szakaszban.

További visszaszáritási módszerként ismeretes túl nedves agyag- vagy iszapartalmú talajok termikus szárítása, annak érdekében, hogy azok ismét visszanyerjék beépíthetőségüket.

Ismeretes továbbá száraz, finom adalékanyagok, mint bazaltliszt és szárított homok, erőművi hamu, nagyolvasztósalak és porok bekeverése is. Ennél az eljárásnál azonban a visszaszáritás mértéke korlátozott, mivel az ily módon szárított adalékanyagok felületi nedvesedése révén csak egy viszonylag csekély mennyiségű víz köthető meg. Nagyobb mennyiségű száraz liszt és/vagy homok adagolása a megmunkálhatóságot elősegíti, azonban az agyagba vagy az iszapba való bekeveréskor az áteresztőképességi együttható jelentősen leromlik és ezért eddig nem vezették be a gyakorlatba.

Ismeretes továbbá az EP-B 0 338 039-ből, hogy mesterséges, finomszemcsés talajkeverékekből, mint derítő iszapból, száraz szemcsés adalékanyagok, mint égési hamu, porok vagy száraz, visszanyert homok hozzáadásával tömöríthető és szigetelő beépítési keverék készíthető. Mint már előbb említettük, ilyen adalékanyagokat mégsem lehet tetszőleges mennyiségben adagolni, mivel ez ellenében hat a kívánt szigetelési értékeknek. Az alkalmazott derítő- vagy nedvesiszapok esetében mechanikusan víztelenített, valamint kémiaiailag kezelt iszapokról van szó 70% vagy efeletti víztartalommal.

A „TA hulladék” és a „TA települési hulladék” műszaki útmutatások abból indulnak ki, hogy egy kombinációs szigetelés ásványi szigetelőkomponense, amely ásványi, 50 cm vastag, agyagtartalmú, kötött talajokból képezett szigetelésből áll felfektetett műanyag tömítőszalagokkal, a legfontosabb szigetelőkomponens, amely tartósan hatékony. Kiindulási anyagként az ásványi szigetelőkomponensek részére minőségi szigetelőanyagként agyagot jelölnek meg, tekintettel szigetelő képességére, ásványi szerkezetére és állékonyságára.

Kiderült azonban az is, hogy agyagtartalmú szigetelések magas zsugorodási képességük és a lerakódóhelyeknél adódó mechanikus igénybevételek, például süllyedés miatt erősen hajlamosak a repedésre és ezért a tartós

szigetelőkéességük megkérdőjelezhető. Ismeretes az is, hogy ásványi felületszigetelések víztartalma néhány méter mélységig nyáron lecsökken, ami szintén zsugorodási repedésekhez vezet.

Ennek a káros tulajdonságnak ellensúlyozására vették be az EP-B 0 404 999 szerinti aktív repedésbiztosítást. Ennél az ásványi szigetelőrendszer megerősítését egy kismértékben nyújtható, vékony, lerakódóhelyek szivárgó vizével szemben tartós szövettel eszközlik, amely a húzófeszültségeket felveszi, és így a repedések minimalizálására és eloszlatására alkalmas és alakváltozások ellen egy úgynevezett megfolyósodó padló felhelyezésére kerül sor, amely lehetővé teszi, hogy megjelenő repedéseket igen finom talajjal azonnal ismét betömje, és így a repedések erózió révén létrejövő tágulását megakadályozza és ezáltal tartós szigetelőhatás legyen elérhető.

Kidolgoztak továbbá olyan megoldásokat is, amelyek szerint száraz szigetelést speciális szemcsenagyságleoszlással száraz agyagásványok hozzákeverése mellett állítanak elő, amelyek csak azután fejtenek ki szigetelőhatást, ha egy műanyag szigetelőszáv nem töltene be funkcióját. Víz belépését követően a szigetelőrendszernek hatékonyra kell válnia. Száraz állapotban a zsugorodási repedések ki vannak zárva; mivel azonban hosszabb idő alatt nem zárható ki a talaj átnedvesedése, az anyagspecifikus zsugorodási tulajdonság ez esetben is hatékonyra válik.

Alapvetően ez idő tájt a „TA hulladék” és a „TA települési hulladék” szerint követelnek kombinációs szigetelést a bázisszakaszban a lerakódóhely-felületek szigetelésére. Ennél egy ásványi szigetelést létesítenek a legfinomabb szemcséjű kötött talajokból, amelynek képlékenysége, szigetelőhatás és víztartósság szempontjából egyenértékűnek kell lennie egy agyaggal, egy ezen fekvő, nyomókötésben lévő műanyag szigetelőszávvval. Az ezzel együtt járó időjárásfüggő kivitelezési nehézségeket és ásványi szigetelőrétegek repedésre való hajlamát korábban leírtuk. A kombinációs szigetelések mindezen túlmenően igen drágák.

Tapasztalataink szerint az előbb említett időjárásfüggő nehézségek egy beépítendő talaj túl magas víztartalma esetében legyőzhetőek és egyidejűleg kötött talajok repedési hajlama megjavítható, ha a túlnedvesített talajhoz száraz iszapot, – előnyösen derítő vagy nedves iszapból előállítva – adagolunk.

A feladat találmány szerinti megoldása eljárás talajformációk szigetelésére, ahol is kötött talajból és egy adalékanyagból álló ásványi szigetelőréteget helyezünk el a talajformációra és azután mechanikailag tömörítjük. Az eljárást jellemzi továbbá, hogy adalékanyagként legalább 70 súly% (iszap  $TS \geq 70$ ) szárazanyag-tartalmú előnyösen derítő- vagy nedves iszapból előállított száraz iszapot alkalmazunk, ahol a száraz iszap szárazanyag-tartalma a talaj száraz súlyára számítva 5–50 súly%.

A találmány szerint megfelelő ásványi, kötött talajok DIN 18196 szerinti kevert szemcsenagyságú és finomszemcsés talajok. Ide tartoznak különösen az iszapos, agyagos talajok több vagy kevesebb homokhányaddal.

Megfelelő példákat a DIN 18 196-ban, valamint az Ullmann műszaki-kémiai enciklopédia 4. kiadás, 6. kötetében (1981) írtak le.

A találmány szerint kialakított száraz iszapban derítő- vagy nedves iszap van 70 súly% vagy efeletti szárazanyag-tartalommal (iszap  $TS \geq 70$ ). Pépestől pasztaszerű állagig terjedő iszapok rendszerint 15–20 súly% szárazanyag-tartalommal rendelkeznek, amely gyúrhatótól félig szilárdig terjedő iszapok esetében, mint amilyeneket például szítás szárítással nyerünk, 25–35%-ig növekszik. Mechanikai víztelenítéssel az iszapban a víztartalom legjobb esetben 50%-ra csökkenthető. Ezen túlmenő víztelenítéshez – mivel a természetes szárítás túl nagy időráfordítást igényel – csak a termikus szárítás jön számításba, ahol is nyersgázszárítót, például szárítódobokat, emeletes szárítókat, lebegtetőszárítókat, áramló légszárítókat vagy fluidizációs szárítókat alkalmazhatunk. A nyert száraz iszapok durvaszemcséjűek, morzsalékosak. A termikus szárítás rendkívül nagy energiaráfordítást igényel, amely 1 m<sup>3</sup> iszapvíz leválasztása esetében 1000 kWh. Ennek megfelelően a termikus szárítás gazdasági szempontból csak akkor indokolt, ha a nagy energiaráfordítással a lerakási költségek megfelelő megtakarítása, illetve hővisszanyerés áll szemben. A magas lerakási költségek következtében például TS30 derítő iszap átvételekor 100–120 DM/m<sup>3</sup> költségvisszatérítést és TS90 derítő iszap átvételekor 400 DM/m<sup>3</sup> költségvisszatérítést kapunk. A találmány így nemcsak a költséges lerakódóhely megtakarítását eredményezi, hanem a száraz iszap ( $TS \geq 70$ ) alkalmazása is jelentős anyagi előnyökkel van összekötve. Végül a száraz iszap ( $TS \geq 70$ ) találmány szerinti alkalmazása révén elkerülhetjük ennek a kiegészítést is, amely a környezetvédelmi tilalom alatt álló CO<sub>2</sub> terhelés csökkentése révén nem alábecsülendő előnnyel jár.

Tapasztalataink szerint a találmány szerinti eljárással jelentősen csökkentett zsugorodási értékekkel bíró és ezáltal csökkentett repedési hajlamú ásványi szigetelőrétegeket tudunk előállítani. Ez a hatás csak száraz iszapok alkalmazásánál figyelhető meg, és nem a pépes vagy gyúrható, maximálisan 50% szárazanyag-tartalmú iszapoknál, eltekintve attól, hogy ilyen magas víztartalmú iszapok esetében a túlnedvesített talajok visszaszáritása nem lehetséges.

A találmány szerint a száraz iszap szárazanyag-tartalma 5–50 súly% a talaj száraz súlyára számítva. Előnyös módon az alkalmazott száraz iszap szárazanyag-tartalmának mennyisége 10–30 súly% és különösen előnyösen 15–25 súly% a talaj száraz súlyára számítva.

A száraz iszapot előnyösen örölt formában alkalmazzuk, ahol is ügyelünk arra, hogy a szemcsenagyság 0,6 mm alatt legyen. Előnyös, ha az őrlést úgy hajtjuk végre, hogy a száraz iszap legalább 60 súly%-a 0,2 mm alatti szemcsenagyságú legyen.

A találmány szerint a száraz iszap szárazanyag-tartalma legalább 70 súly%, azaz a maximális víztartalom 30 súly%. A szárazanyag-tartalom szempontjából felfelé nincs külön határ. Mivel az utolsó vízmaradványok eltávolítása növekvően egyre nehezebbé válik, egy teljes víztelenítés túlságosan energiaigényes és ezért gazdasá-

gi okokból nem kívánatos. A száraziszap víztartalma bizonyos mértékben a kötött talaj víztartalmától is függ. A száraziszap visszaszárítása nyilvánvalóan annál eredményesebb, minél nagyobb a szárazanyag-tartalma, illetve minél kisebb a víztartalma. Igen nedves talajok esetében ezért előnyös, ha nagyobb mennyiségű hozzáadott száraziszap elkerülése céljából egy nagy szárazanyag-tartalmú száraziszapot, például TS $\geq$ 80, vagy TS $\geq$ 90 iszapot használunk fel.

A száraziszap forrásaként a szokásos derítő- és nedvesiszapok jönnek számításba. Jóllehet a derítőiszap, különösen ha még nincs teljesen elrohadvá, bakteriologikailag nem állandó és a szerves anyagok széttroncsolása során egy önmagában erősebb zsugorodástól és ezáltal a lerakódóhely szigetelésének károsodásától kell tartanunk, meglepő módon mégis úgy látszott, hogy nem lép fel megnövekedett zsugorodás. Ellenkezőleg, a kötött talaj zsugorodásának csökkenését figyeltük meg a száraziszap hozzáadása révén. A szigetelőhatás szempontjából olyan fontos zsugorodási tulajdonság ilyen kedvező befolyásolása nedves iszapok hozzáadásakor nem figyelhető meg, amint az az összehasonlító példák révén alátámasztást nyer.

Egy különösen kedvelt kiviteli alak szerint azáltal érünk el javított szigetelési hatást, hogy a kötött talajból és száraziszapból álló keverékhez olyan mennyiségben adagolunk por alakú vízüveget, hogy a szigetelőkeverék talajvizében 3–10 súly%-os vízüvegoldat keletkezzen. Ennek során egy további kedvező munkamódszer abból áll, hogy a por alakú vízüveget a száraziszappal együtt egyetlen munkafolyamatban keverjük össze a kötött talajjal.

A „por alakú” kifejezés itt finomszemcséjű, száraz alakot jelent, beleértve a pelyhes stb. alakot is. A példákban szereplő megfelelő vízüvegek nátron- és káli-vízüvegek, ahol is a nátronvízüvegek olcsóságuk miatt kedvezőek. Egy különösen megfelelő kereskedelmi termék Deposil N megjelöléssel kapható.

A szigetelési hatás javítása mellett, különös tekintettel az időbeni állékonyságra, a por alakú vízüveg alkalmazásának egy további előnye a káros anyagokra vonatkozó nagy visszatartó-képessége, például nehézfémekre vonatkozóan, amelyek különösen lerakódóhelyek szivárgó vizeiben találhatók.

Az alább ismertetett példák megvilágítják a találmányt. Amennyiben nem adtuk meg másképpen, minden százalék-adatot a súlyra vonatkoztattunk. A példákban az alábbiakban felsorolt nyersanyagok kerülnek alkalmazásra:

1. Agyag a Hünxe-agyaghányóból (iduna Hall) az 1. ábra szerinti szemcsenagyság-eloszlással.
2. Löszagyag Bochum-kornkarpenből az 1. ábra szerinti szemcsenagyság-eloszlással.
3. Kommunális derítőiszap (eredeti) termikus szárítása révén előállított TS90 derítőiszap (KS-TS90) az ábra szerinti szemcsenagyság-eloszlással és ugyanezen anyag őrölve (összezúzva) finomabb szemcsenagyság-eloszlással az 1. ábra szerint.
4. Kommunális derítőiszap mechanikus víztelenítése

révén előállított TS30 derítőiszap (KS-TS30) 30 súly% szárazanyag-tartalomig.

A találmányt kiviteli példák kapcsán, mellékelt rajzok alapján ismertetjük közelebbről. A mellékelt rajzokon az

1. ábra az alkalmazott nyersanyagok, vagyis agyag, löszagyag és TS90 derítőiszap szemcsenagyság-eloszlása öröletlen és örölt állapotban; a
2. ábra a löszagyag Proctor-görbéje, azaz a löszagyag tömöríthetősége víztartalmának függvényében.

A zsugorítási kísérleteket a DIN 18122, 2/1987 része szerint hajtottuk végre. Ennek során a nedves talajkeveréket légbuborékmentesen kenjük bele egy 70 mm belső átmérőjű és 14 mm magas gyűrű-alakú eszközbe. Végül lemérjük a talajjal megtöltött gyűrűt a kezdeti víztartalom meghatározására (üveglappal lefedve). Szobahőmérsékleten történő kezdeti szárítás után szárítóke-mencében 105 °C-nál tömegállandóságig szárítjuk. Az eltávolított víz a mérési különbségből adódik. A zsugorodást a száraz próbatest mérése útján határozzuk meg.

A száraziszap kötött talajok zsugorodási viselkedésére vonatkozó kedvező befolyásának vizsgálatát – összehasonlítva a nedvesiszappal – két párhuzamos kísérlet-sorozattal hajtottuk végre, egyrészt finomszemcséjű, az ábra szerinti szemcsenagyság-eloszlású (Bochum-kornkarpenből származó) löszagyaggal, másrészt egy Hünxe-beli agyagbányából származó, az ábra szerinti szemcsenagyság-eloszlású másik agyaggal, és pedig mindig TS90 és TS30 iszappal. Ennek során egyrészt vigyázni kellett az összehasonlítandó minták azonos kezdeti víztartalmára, mivel növekvő víztartalommal a talajkeverék zsugorodási értékei is növekszenek. Másrészt összehasonlítható feltételek létrehozására az összehasonlítandó talajkeverékekben lévő iszaptartalomnak (a szárazanyagra vonatkoztatva) is azonosnak kell lennie. Ezeket a feltételeket úgy biztosítottuk, hogy TS30 iszap alkalmazása esetében ennek adagolása után az iszap-szárazanyag-tartalom (100%-osan száraz) és a talaj-szárazanyag-tartalom (100%-osan száraz) közötti azonos viszonyok elérésére az elsőként kapott keverék erősen megnövelt víztartalmát egy keringtetett levegőjű kemencében, 60 °C-on való visszaszárítással a TS90 iszappal előállított összehasonlító minta víztartalmára állítottuk be.

Az eredményeket az I. és II. táblázatokban állítottuk össze, ahol is a következőkre kell rámutatni.

A talajmechanikában a víztartalmat nem a nedves talajkeverék összmennyiségére, hanem a talaj szárazanyag-tartalmára kell vonatkoztatni. 1500 g nedves talaj 25% víztartalommal így 300 g vizet és 1200 g talaj-szárazanyagot tartalmaz. Ez a talajmechanikai értelemben kifejtett 25 súly% víztartalom a szokásos számítás szerint (víztartalom az összmennyiségre vonatkoztatva) mégis csupán 20% víztartalomnak felel meg. Mivel a talajmechanikai számítás a tabellákban szereplő adatok esetében könnyen zavart okoz, a víztartalmat mindig az összmennyiségre számoljuk. A talajmechanikai módon kiszámított víztartalmat mindig zárójelben adjuk meg.

Az I. és II. táblázatokból mindenneke előtt látható, hogy egy talaj zsugorodása emelkedő víztartalommal növeks-

I. táblázat  
Lösszagyag

|                               |                             |                                                              |                     |
|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------|
| Összmenyiség, g               | 1500                        | 1500                                                         | 1500                |
| Szárazanyagtartalom           | 1200                        | 1200                                                         | 1250                |
| Víz, g                        | 300                         | 300                                                          | 250                 |
| Víztartalom, súly%            | 20,0 (25,0)                 | 20,0 (25,0)                                                  | 16,7 (20,0)         |
| Állapot                       | pépes, nem tömöríthető      | pépes, nem tömöríthető                                       | jól tömöríthető     |
| k-érték, m·s <sup>-1</sup>    |                             |                                                              | 8·10 <sup>-10</sup> |
| zsugorodás, térfogat%         | 8,9 11,2                    | 8,9 11,2                                                     | 6,2 7,1             |
| középtértek, térfogat%        | 10,1                        | 10,1                                                         | 6,7                 |
| TS 90 derítőszap              | +20% KS-TS90                | +20% KS-TS30                                                 |                     |
| iszap                         | 267                         | 800                                                          |                     |
| iszap szárazanyag-tartalom, g | 240                         | 240                                                          |                     |
| Víz, g                        | 27                          | 560                                                          |                     |
| össz-szárazanyag-tartalom, g  | 1440                        | 1440                                                         |                     |
| Össz-víz, g                   | 327                         | 860                                                          |                     |
| Víztartalom, súly%            | 18,5 (22,7)                 | 37,4 (59,7)                                                  |                     |
| Állapot                       | jól tömöríthető             | pépes, nem tömöríthető, visszaszárítás 1763 g összmenyiségre |                     |
| Víztartalom, %                | 18,5 (22,7)                 | 18,3 (22,5)                                                  |                     |
| Állapot                       | igen jól tömöríthető        | jól tömöríthető                                              |                     |
| k-érték, m·s <sup>-1</sup>    | 8·10 <sup>-1</sup>          | 10·10 <sup>-10</sup>                                         |                     |
| zsugorodás, térfogat%         | 2,7 örölve<br>3,5 öröletlen | 8,9<br>11,2                                                  |                     |
| középtértek                   | 2,7                         | 10,1                                                         |                     |

szik, aholis a zsugorodás agyag esetében összességében sokkal határozottabb, mint lösziszapnál. Így például a löszagyag zsugorodása (lásd I. táblázat, 4. és 7/8. sorok) 16,7% víztartalom esetében 6,7 térfogat%, amely 20% víztartalom esetében 10,1 térfogat%-ra növekszik. Ezzel szemben (lásd II. táblázat, 4. és 7/8. sorok) agyag esetében 20,8% víztartalom esetében a zsugorodás 21,8 térfogat%-ot és 25,9% víztartalom esetében 24,9%-ot tesz ki.

Az I. táblázatban a löszagyag víztartalma 20,0% és így ezáltal vízzel túltelített. Ennél a 20,0% víztartalomnál a löszagyag pépes állapotú és nem tömöríthető. A löszagyag beépített víztartalma 95% Proctor-sűrűség esetében (a Proctor-görbe nedves szakaszában) 17,5% (talajmechanikailag: 21,2%).

Vízzel túltelített löszagyaggal száraziszap (KS-TS90) hozzáadása révén – amely száraziszap szárazanyag-tartalma a talaj szárazanyag-tartalmára számítva 10% – mechanikailag tömöríthető, plasztikusan alakítható testeket nyerünk. A fenti százalékkértéket 15 súly%-ra növelve jó gépi tömörítés érhető el. A földminta a tömörítőképességet tekintve egy természetes löszagyagnak felelt meg 14% optimális víztartalommal (a tömörítőképesség szempontjából). Amennyiben a fenti százalékkérték 20 súly%, ez esetben egy igen száraz földmintát nyertünk, amely igen jó tömörítőképességgel bírt és amely még erőteljes mechanikus tömörítésnél sem adott le vizet (kb. 95% Proctor-sűrűségnek megfelelően a Proctor-görbe *száraz* ágában).

A II. táblázatban a 25,9% víztartalmú agyag pépes állaga következében hasonlóképpen nem tömöríthető. Itt 10 súly% KS-TS90 hozzáadott mennyiség révén már

II. táblázat  
Agyag

|                              |                              |                                                              |                     |
|------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------|
| Összmenyiség, g              | 1500                         | 1500                                                         | 1500                |
| Szárazanyag-tartalom         | 1111                         | 1111                                                         | 1188                |
| Víz, g                       | 389                          | 389                                                          | 312                 |
| Víztartalom, súly%           | 25,9 (35,0)                  | 25,9 (35,0)                                                  | 20,8 (26,3)         |
| Állapot                      | pépes, nem tömöríthető       | pépes, nem tömöríthető                                       | tömöríthető, lágy   |
| k-érték, m·s <sup>-1</sup>   |                              |                                                              | 8·10 <sup>-11</sup> |
| zsugorodás, térfogat%        | 23,6 26,1                    | 23,6 26,1                                                    | 20,8 22,8           |
| középtértek, térfogat%       | 24,9                         | 24,9                                                         | 21,8                |
| TS 90 derítőszap             | +20% KS-TS90                 | +20% KS-TS30                                                 |                     |
| iszap, g                     | 247                          | 740                                                          |                     |
| iszap szárazanyag-tartalom   | 222                          | 222                                                          |                     |
| Víz, g                       | 25                           | 518                                                          |                     |
| össz-szárazanyag-tartalom, g | 1333                         | 1333                                                         |                     |
| Össz-víz, g                  | 414                          | 907                                                          |                     |
| Víztartalom, súly%           | 23,7 (31,1)                  | 40,5 (68,0)                                                  |                     |
| Állapot                      | jól tömöríthető              | pépes, nem tömöríthető, visszaszárítás 1746 g összmenyiségre |                     |
| Víztartalom, %               | 23,7 (31,1)                  | 23,7 (31,1)                                                  |                     |
| Állapot                      | igen jól tömöríthető         | jól tömöríthető                                              |                     |
| k-érték, m·s <sup>-1</sup>   | 8·10 <sup>-11</sup>          | 3·10 <sup>-10</sup>                                          |                     |
| zsugorodás, térfogat%        | 9,6 örölve<br>12,0 öröletlen | 19,5<br>21,3                                                 |                     |
| középtértek                  | 10,8                         | 20,4                                                         |                     |

elértük a mechanikai tömöríthetőséget. A talaj azonban még igen plasztikusan volt alakítható. 15 súly% hozzáadott mennyiség esetében a talajanyag jól tömöríthető volt. 20 súly% adalékanyag hozzáadása igen erősen megnövelte a tömöríthetőséget. Még erőteljes mechanikai tömörítés esetében sem adott le a talaj több vizet (kb. 95% Proctor-sűrűségnek megfelelően a Proctor-görbe *száraz* ágában).

Az I. és II. táblázatok kötött talajok zsugorodási viselkedésének kifejezett javulását mutatják TS90 száraziszap hozzáadása esetében. A természetes löszagyag zsugorodása 16,7% víztartalom esetében 6,7 térfogat% és 20,0% víztartalomnál 10,1 térfogat% (I. táblázat, 4. oszlop, 4. és 8. sor). 20% KS-TS 90 hozzáadása után a kapott talajkeverék zsugorodása 18,5% víztartalom esetében már csak 2,9% (I. táblázat, 2. oszlop, alulról az 1. és 5. sorok), azaz a zsugorodás kevesebb, mint a felére csökkent. Ezzel szemben azonos mennyiségű (szárazanyag-tartalomra számított) KS-TS30 hozzáadása esetében a zsugorodási képesség semmiféle javulását nem tudjuk elérni: a megfelelő talajkeverék zsugorodása 18,3% víztartalom esetében 10,1 térfogat% (I. táblázat, 3. oszlop, alulról az 1. és 5. sorok).

A zsugorodási viselkedés hasonló, kifejezett javulása figyelhető meg agyag esetében is. A II. táblázat szerint a természetes agyag zsugorodása 20,8% víztartalom esetében 21,8% (4. oszlop, 4. és 7/8. sorok). 20% KS-TS90 hozzáadása után a zsugorodás 10,8% értékre süllyedt (II. táblázat, 2. oszlop, utolsó sor), jöllehet a talajkeverék 23,7% víztartalma jelentősen magasabb, mint a tiszta agyag víztartalma (20,8%). KS-TS30 ned-

ves iszappal a zsugorodási viselkedés ilyen javulása nem érhető el (a zsugorodás 20,4% szemben az KS-TS 90 esetében előállt 10,8%-kal), ámbár megfigyelhető egy bizonyos javulás a kiindulási agyaggal szemben.

A következő fejtegetésekben a  $W_{opt}$  a víztartalmat jelenti a Proctor-görbe csúcspontjában, azaz a víztartalmat optimális tömöríthetőség esetében, a „W95% száraz” a víztartalmat 95% Proctor-sűrűség esetében a Proctor-görbe száraz ágában és a „W95% nedves” a víztartalmat 95% Proctor-sűrűség esetében a Proctor-görbe nedves ágában (2. ábra).

Az I. táblázatban szereplő löszagyag részére a talaj-

III. táblázat  
Löszagyag

| Paraméter    | Víztartalom (%) | Víztartalom a talajmechanikai % szerint |
|--------------|-----------------|-----------------------------------------|
| $W_{opt}$    | 14,2            | 16,6                                    |
| W 95% száraz | 12,1            | 13,8                                    |
| W 95% nedves | 17,5            | 21,2                                    |

mechanikai Proctor-értékeket a következő III. táblázatban adjuk meg.

Amint az I. táblázatból következik, a löszagyag 16,7% (20,0%) víztartalom esetében jól tömöríthető. 20,0% (25,0%) víztartalom esetében pépes és nem tömöríthető. 18,5% (22,7%) víztartalom esetében ez az anyag már annyira fel van áztatva, hogy gépi úton már nem dolgozható fel. Ezzel szemben az KS-TS90-nel kialakított talajkeverék 18,5% (22,7%) víztartalom esetében igen jól tömöríthető. Még erőteljes mechanikai tömörítés esetében sem adott le többé ez a keverék vizet; összetétele a Proctor-görbe *száraz* ágában 95% tömöríthetőségnek felel meg. Más szavakkal, ellentétben a kiindulási löszagyaggal, amely 16,7% (20,0%) víztartalommal már a Proctor-görbe nedves ágában fekszik (17,5% [21,2%] víztartalom 95% nedves Proctor-sűrűségnek felel meg) és a vízfelvétel következtében már rövid esőbehatás esetében eléri azt a pontot a Proctor-görbe nedves ágában, ahol gépi úton való feldolgozás többé már nem lehetséges (92% nedves Proctor-sűrűség), az KS-TS90 száraziszappal kialakított talajkeverék az I. táblázat 2. oszlopából olyan sok „víztartalék”-kal rendelkezik, hogy esőbehatás esetében mindenekelőtt még a tömöríthetőség növekedése következik be a Proctor-görbe csúcspontjáig. Ez az anyag még további vizet tud felvenni (a Proctor-görbe nedves ágában), miközben megtartja az igen jó tömöríthetőségét egy olyan víztartalomig, ami a „W 95% nedves” értéknek felel meg. Száraziszappnak a talajhoz való hozzáadása révén ennek víztűrését megnöveljük, a Proctor-görbét egészében jobbra, a magasabb víztartalom felé eltoljuk. Ebben rejlik a találmány eljárásának egy további döntő előnye. Eddig egy löszagyagnak az I. táblázat utolsó oszlopa szerinti alkalmazása során egy meghatározott csapadékbehatás részére csak a következő lehetőségek maradtak.

Vagy meg kellett védeni az építési helyszínt védősátrakkal a további csapadékoktól, vagy a munkákat addig le kellett állítani, amíg a löszagyag gépi úton ismét feldolgozhatóvá vált. Talajcsere is végrehajtható vagy végül a túlázott talajt egy átszellőző kemencében egy elfogadható víztartalomra vissza lehet szárítani. Minden további nélkül megérthető, hogy mindezek az intézkedések jelentős költségekkel járnak együtt, amelyek vagy közvetlenül anyag- és energiaráfordítások formájában jelentkeznek, vagy nem közvetlen módon idővesztéssel (az építkezés bizonytalan időre való leállításával) vannak összekötve.

IV. táblázat  
Agyag

| Paraméter    | Víztartalom (%) | Víztartalom a talajmechanikai % szerint |
|--------------|-----------------|-----------------------------------------|
| $W_{opt}$    | 18,1            | 22,1                                    |
| W 95% száraz | 15,9            | 18,9                                    |
| W 95% nedves | 21,3            | 27,1                                    |

A löszagyaghoz hasonlóak a körülmények agyag esetében is (II. táblázat). A talajmechanikai Proctor-értékeket a IV. táblázatban adjuk meg.

A II. táblázatban szereplő kiindulási agyag 25,9% (35,0%) víztartalom esetében pépes és nem tömöríthető, 20,8% (26,3%) víztartalom esetében az agyag ámbár tömöríthető, azonban már lágy. Ezen értékek összehasonlításából már az következik, hogy az agyag 23,7% (31,1%) víztartalom esetében igen erősen felázik és a pépesség határáig jut el. Gépi feldolgozhatóság ezért semmiképpen nem érhető el. Ezzel szemben a KS-TS90 száraziszappal kialakított talajkeverék ennél a 23,7% (31,1%) víztartalom esetében igen jól tömöríthető. Még erőteljes mechanikai tömörítésnél sem ad le többé vizet ez a talajkeverék. Ez körülbelül 95% Proctor-sűrűségnek felel meg a Proctor-görbe *száraz* ágában és ezáltal „víztartalék”-ot jelent, mint az KS-TS90 lökiszap-talajkeverék az I. táblázatban.

Száraziszappal kialakított talajok tömörítési tulajdonságára vonatkoztatva az I. és II. táblázatokban ismertetett K-értékek azt mutatják, hogy a talaj tömörítőtulajdonságát nem rontja le a száraziszap adagolása. Mindehhez a következő kísérleteket végeztük még el.

A tömörítési értékeket a DIN 18 127 szerint határoztuk meg. Ennek során egy adott talajt egy hengerbe (Proctor edény) töltünk be és adott energiával beledöngöljük. A talaj víztartalma szerint a talaj meghatározott tömörítését érjük el. A talaj megállapított sűrűségéből és a különböző víztartalmakhoz hozzárendelt sűrűségi értékekből nyerjük az úgynevezett Proctor-görbét egy meghatározott víztartalomhoz tartozó sűrűségmaximummal és ennek a maximumnak két oldalán csökkenő sűrűségi értékeket kisebb víztartalmak (szárazabb szakasz), illetve magasabb víztartalmak (nedvesebb szakasz) részére. Jobb tömörítési értékek elérésére előnyösen a Proctor-görbe nedves szakaszában kell dolgozni.

A 2. ábra az I. táblázatban szereplő löszagyag Proctor-görbéjét mutatja be (lásd még az 1. ábrát is), azaz a löszagyag tömöríthetőségének a víztartalomtól való függését (valamennyi víztartalmat talajmechanikai szempontból adtunk meg). A legnagyobb tömöríthetőség (100%) 16,6% víztartalomnál ( $W_{opt}$ ) van. Itt van a görbe csúcspontja. Balra, azaz az alacsonyabb víztartalmak felé terül el a Proctor-görbe száraz ága, és jobbra, azaz a magasabb víztartalmak felé a Proctor-görbe nedves ága. A talaj jó tömörítése 95% Proctor-sűrűségig terjed, azaz a löszagyag 13,8%-tól 21,2% víztartalomig gépileg jól megmunkálható. 92% Proctor-sűrűségig kezdődően gépi megmunkálás már nem lehetséges.

A beépítési és a kitűzött tömörítési tulajdonságok szempontjából tekintve előnyös a Proctor-görbe nedves szakaszában dolgozni. Mégis látható, hogy egy, a Proctor-görbe száraz ágában fekvő talajkeverék nagyobb flexibilitással bír a vízfelvétel szempontjából. Ugyanis amíg a 21,2% víztartalmú löszagyag a Proctor-görbe nedves ágában 95% Proctor-sűrűségnek megfelelően gépileg jól tömöríthető, ez a tömöríthetőség már viszonylag csekély vízfelvételnél annyira lecsökken, hogy a 92% Proctor-sűrűséget lefelé átlépjük és ezáltal gépi megmunkálhatóság már nem lehetséges. Ezzel szemben a löszagyag 13,8% víztartalommal, a Proctor-görbe száraz ágában 95% Proctor-sűrűségnek megfelelően, jelentős vízfelvevőképességgel bír, ahol is mindezekelőtt a tömöríthetőség (16,6% víztartalomig) növekszik tovább és egészen 21,2% víztartalomig még mindig igen jó értéken marad.

Az I. táblázatban szereplő löszagyag (lásd az 1. ábrát is) áteresztőképességi értéke  $k = 8 \cdot 10^{-10} \text{ m.s}^{-1}$  a Proctor-görbe nedves ágában. A II. táblázatban szereplő agyag (lásd az 1. ábrát is) megfelelő értéke  $k = 8 \cdot 10^{-11} \text{ m.s}^{-1}$ . A száraziszap hozzáadása melletti, löszagyaggal és agyaggal elérni szándékozott áteresztőképességi értékeket az V. táblázatban állítottuk össze. Az V. táblázat továbbá tartalmazza azokat az értékeket, amelyeket por alakú

V. táblázat

| KS-TS 90 adagolás % | k-érték, löszagyag $\text{m.s}^{-1}$ | k-érték, löszagyag + 5% vízüveg $\text{m.s}^{-1}$ | k-érték agyag $\text{m.s}^{-1}$ |
|---------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------|
| öröletlen           | 0                                    | $8,0 \cdot 10^{-10}$                              | $8,0 \cdot 10^{-11}$            |
| 10                  | $7,5 \cdot 10^{-10}$                 | $9,5 \cdot 10^{-11}$                              | $8,4 \cdot 10^{-11}$            |
| 15                  | $6,0 \cdot 10^{-10}$                 | $7,3 \cdot 10^{-11}$                              | $7,2 \cdot 10^{-11}$            |
| 20                  | $8,0 \cdot 10^{-10}$                 | $8,2 \cdot 10^{-11}$                              | $8,7 \cdot 10^{-11}$            |
| örölt               | 0                                    | $8,0 \cdot 10^{-10}$                              | $6,1 \cdot 10^{-11}$            |
| 10                  | $4,0 \cdot 10^{-10}$                 | $8,6 \cdot 10^{-11}$                              | $5,4 \cdot 10^{-11}$            |
| 15                  | $2,5 \cdot 10^{-10}$                 | $4,7 \cdot 10^{-11}$                              | $5,9 \cdot 10^{-11}$            |
| 20                  | $3,5 \cdot 10^{-10}$                 | $6,8 \cdot 10^{-11}$                              | $5,9 \cdot 10^{-11}$            |
| KS-TS 70 adagolás%  |                                      |                                                   |                                 |
| öröletlen           | 17,5                                 | $6,2 \cdot 10^{-10}$                              | $7,5 \cdot 10^{-11}$            |
| örölt               | 17,5                                 | $2,4 \cdot 10^{-10}$                              | $5,2 \cdot 10^{-11}$            |

vízüveg pótlólagos alkalmazása során nyertünk. A vízüveget ennek során olyan mennyiségben alkalmaztuk, hogy a talajvízben 5%-os vízüvegoldat keletkezett.

Amint az V. táblázatból kitűnik, száraziszap adagolása nem rontja le alapvetően a tömörítési tulajdonságokat.

Örölt száraziszap esetében inkább még a k-érték közel fél nagyságrendet kitevő javulását érzük el. Emellett vízüveg pótlólagos alkalmazása révén a tömörítési értékeket még legalább egy nagyságrenddel javítani tudjuk.

5 Agyag esetében már a kiindulási anyag igen alacsony  $k = 8 \cdot 10^{-11} \text{ m.s}^{-1}$  értékkel bír. Ez jelentősen túllépi a „T hulladék” és „TA települési hulladék” megszabott követelményei szerinti  $k = 1 \cdot 10^{-10} \text{ m.s}^{-1}$  értéket, úgyhogy agyag esetében a vízüveg adagolása révén előálló további javítás nem szükséges. Ez utóbbi akkor lenne indokolt, ha a  $k = 8 \cdot 10^{-10} \text{ m.s}^{-1}$ -nél még alacsonyabb értékek agyagtartalmú talajokban a pórus-elzárás és ezáltal a károsanyag-visszatartás számára igen hosszú ideig kellene megszabják a minőség mértékét. Ezáltal azután egyenértékű, mégis jelentősen kedvezőbb költségű változat adódna a lerakódóhely-bázison az úgynevezett kombinációs tömörítés részére.

Az V. táblázatból az I. és II. táblázatokhoz kapcsolódóan még a következők adódnak. Kötött talajokhoz való száraziszap adagolás révén nem javítható a k-érték. Mégis úgy találtuk, hogy száraziszappal kialakított talajok nagyobb flexibilitással bírnak a víztartalom szempontjából, ezen belül kitűnő tömörítési értékek érhetők el. Ugyanis amíg természetes talajok, például löszagyag vagy agyag esetében a k-érték 95% Proctor-sűrűségnél, a Proctor-görbe száraz ágában általában egy fél nagyságrenddel alacsonyabban fekszik, mint 95% Proctor-sűrűség esetében a Proctor-görbe nedves szakaszában, száraziszappal kialakított talajok esetében ez nem figyelhető meg. A k-értékek a Proctor-görbe száraz ágában éppen olyan jók, mint a nedves ágban. Ez további jelentős előnyt biztosít az építési gyakorlat részére.

Megterhelt talajokban lévő szerves és szervetlen káros anyagok környezetbarát burkolásának vizsgálatához a következőkben leírt mesterséges talajkeveréket állítottunk elő.

30 súly% löszagyag 16,7% (20%) víztartalommal, olyan mennyiségű por alakú vízüveg (Deposil N) adagolásával, hogy 5%-os vízüvegoldat keletkezzen, 20 súly%

VI. táblázat

Kimosódás káros anyagokkal terhelt talajokból

| Kimosódás káros anyagokkal terhelt talajokból |                   |            |            |                |             |  |
|-----------------------------------------------|-------------------|------------|------------|----------------|-------------|--|
| Kimosódási napok száma                        | Ásványolaj (mg/l) | PCB (μg/l) | Rez (mg/l) | Króm VI (mg/l) | Zink (mg/l) |  |
| 1                                             | 0,3               | <0,01      | 0,04       | 0,02           | 0,02        |  |
| 2                                             | 0,1               | <0,01      | 0,03       | 0,02           | <0,01       |  |
| 3                                             | 0,1               | <0,01      | <0,01      | <0,01          | <0,01       |  |
| 4                                             | 0,2               | <0,01      | <0,01      | <0,01          | <0,01       |  |
| 8                                             | 0,1               | <0,01      | <0,01      | <0,01          | <0,01       |  |
| 9                                             | <0,1              | <0,01      | <0,01      | <0,01          | <0,01       |  |
| 10                                            | 0,1               | <0,01      | <0,01      | <0,01          | <0,01       |  |
| 11                                            | 0,1               | <0,01      | <0,01      | <0,01          | <0,01       |  |
| 15                                            | 0,1               | <0,01      | <0,01      | <0,01          | <0,01       |  |
| 16                                            | 0,1               | <0,01      | <0,01      | <0,01          | <0,01       |  |
| 17                                            | 0,2               | <0,01      | <0,01      | <0,01          | <0,01       |  |
| 18                                            | 0,1               | <0,01      | <0,01      | <0,01          | <0,01       |  |
| 22                                            | 0,1               | <0,01      | <0,01      | <0,01          | <0,01       |  |
| 23                                            | 0,1               | <0,01      | <0,01      | <0,01          | <0,01       |  |

rész TS90 derítőiszap, 50 súlyrész derítőföld 15% közepes-  
magas viszkozitásig terjedő ásványolajjal, 50 mg/kg PCB, 68 mg/kg króm VI, 180 mg/kg víz és 1250 mg/kg zink.

A keveréket ezután vízzel kevertük el optimális tömörítőképesség elérésére. Tömörítés után a tömörített testeket egy hétig állni hagytuk. Végül a kimosódási tulajdonságot a 10 cm átmérőjű és 10 cm magas henger-mintákon 4-es pH-jú esővízzel és desztillált vízzel határoztuk meg. Három hét kimosódási idő alatt a VI. táblázatban megadott értékeket kaptuk, ahol is az esővíz és a desztillált víz között nem tudtunk különbséget megállapítani.

A VI. táblázat bemutatja a szerves és szervetlen káros anyagok kiváló burkolását. A kimosódási tulajdonságok megfelelnek az 1. lerakási osztálynak (nem szennyezett víz).

#### SZABADALMI IGÉNYPONTOK

1. Eljárás talajformációk szigetelésére, ahol is kötött talajból és egy adalékanyagból álló ásványi szigetelőréteget helyezünk el a talajformációra és azután mechanikailag tömörítjük, *azzal jellemezve*, hogy adalékanyagként legalább 70 súly% (iszap TS≥70) szárazanyag-tartalmú, előnyösen derítő- vagy nedvesiszapból előállított száraziszapot alkalmazunk, ahol a száraziszap szárazanyag-tartalma a talaj száraz súlyára számítva 5–50 súly%.

2. Az 1. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a száraziszapot 10–30 súly% mennyiségben alkalmazzuk.

5 3. A 2. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a száraziszapot 15–25 súly% mennyiségben alkalmazzuk.

4. Az 1–3. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a száraziszapot őrölt formában, 0,6 mm alatti szemcse nagysággal alkalmazzuk.

10 5. Az 1–4. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy 80 súly% vagy nagyobb szárazanyag-tartalmú száraziszapot (iszap TS≥80) alkalmazunk.

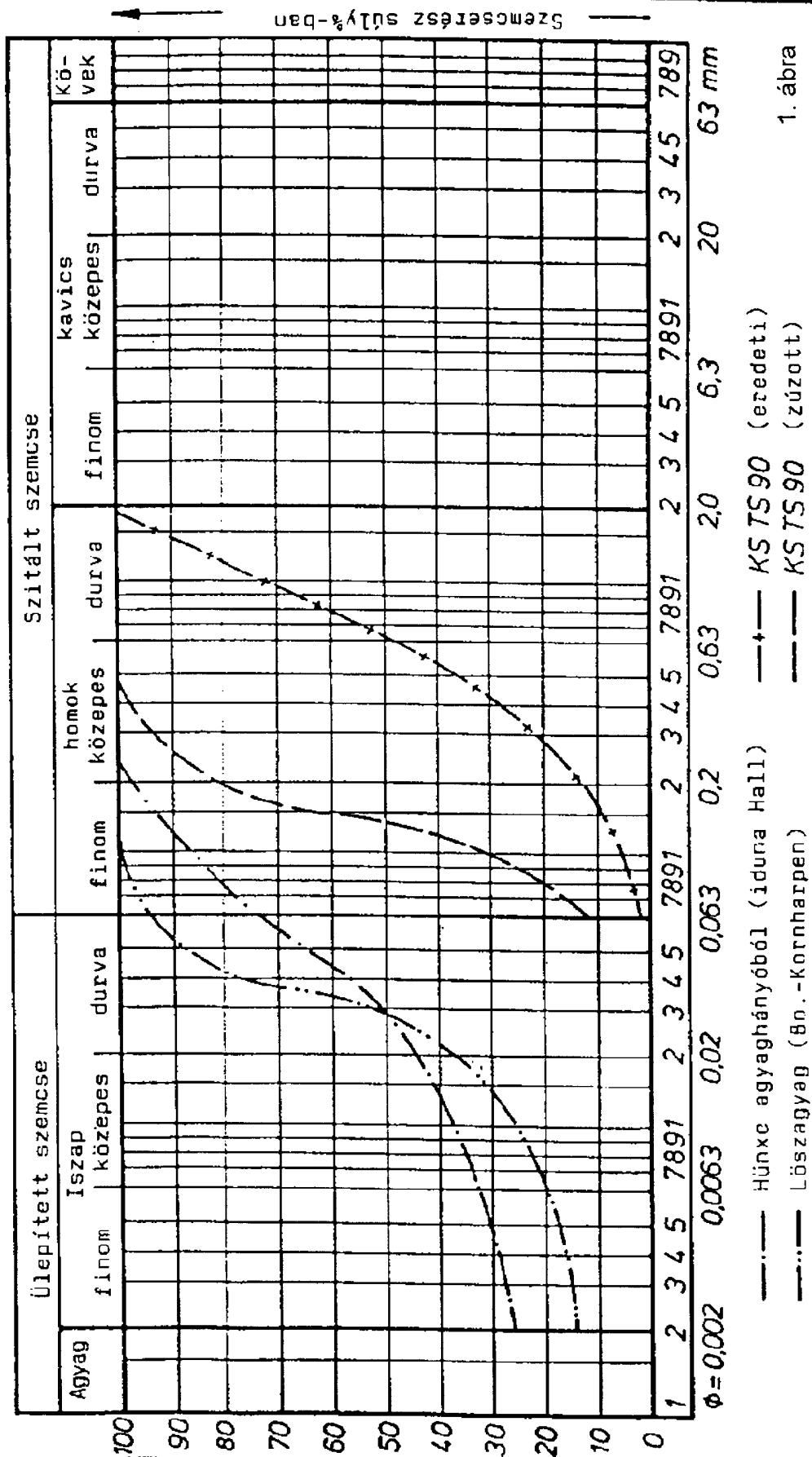
15 6. Az 5. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy 90 súly% vagy nagyobb szárazanyag-tartalmú száraziszapot (iszap TS≥90) alkalmazunk.

20 7. Az 1–6. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy túlnedvesített talajt alkalmazunk és a száraziszapot olyan mennyiségben adagoljuk hozzá, hogy a kapott talajkeverék gépíleg jól tömöríthetővé váljon.

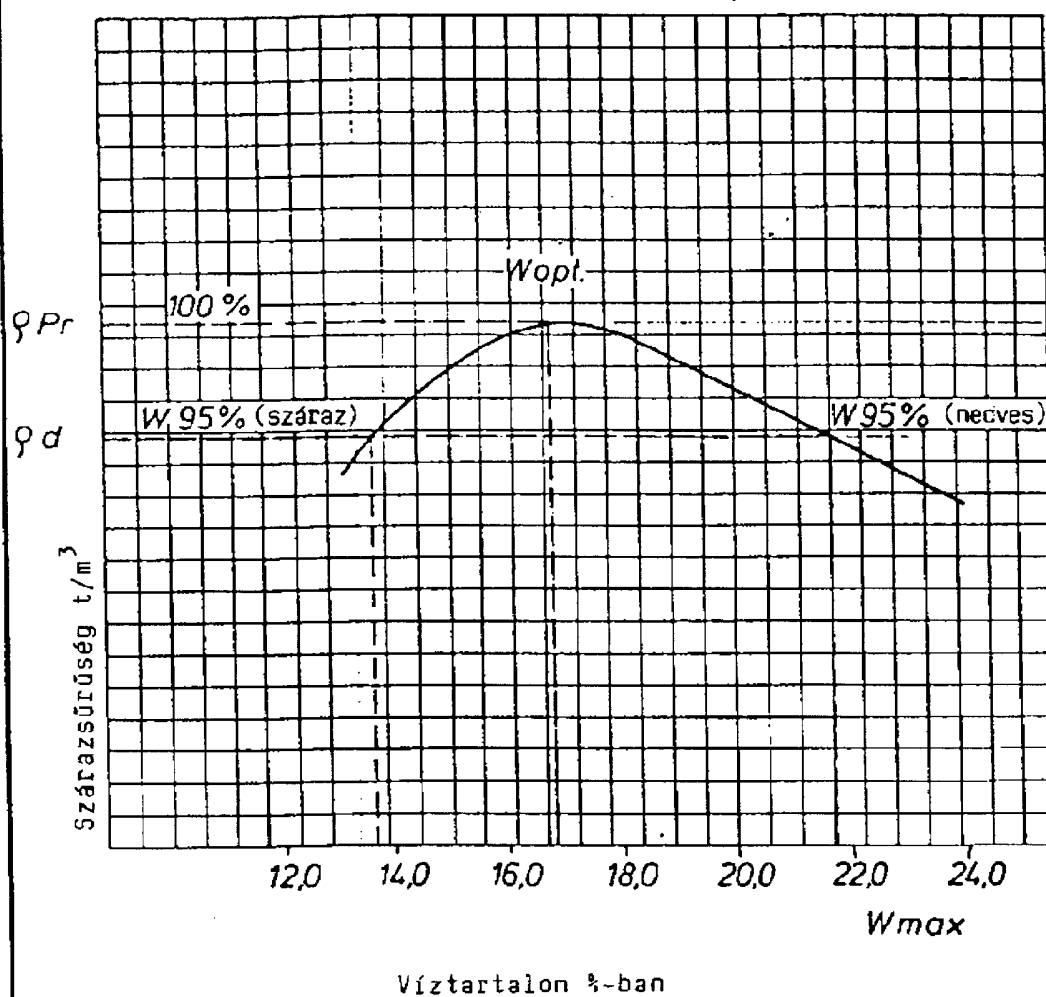
25 8. Az 1–7. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a szigetelőréteghez por alakú vízüveget adagolunk hozzá olyan mennyiségben, hogy a szigetelőkeverék talajvizében 3–10 súly%-os vízüveg-oldat keletkezzen.

9. Az 1–8. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a száraziszapot és a vízüveget egy munkafolyamatban keverjük el a kötött talajjal.

Szemcsenagyságeloszlás



Proctorgörbe



2. ábra