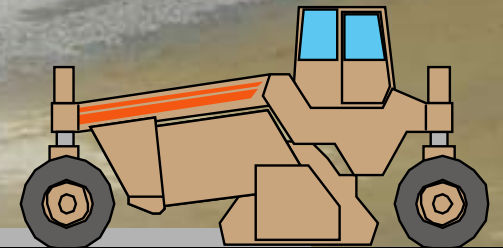


TALAJSTABILIZÁLÁS A GYAKORLATBAN



1. Bemutatkozás

2. A gépek bemutatása

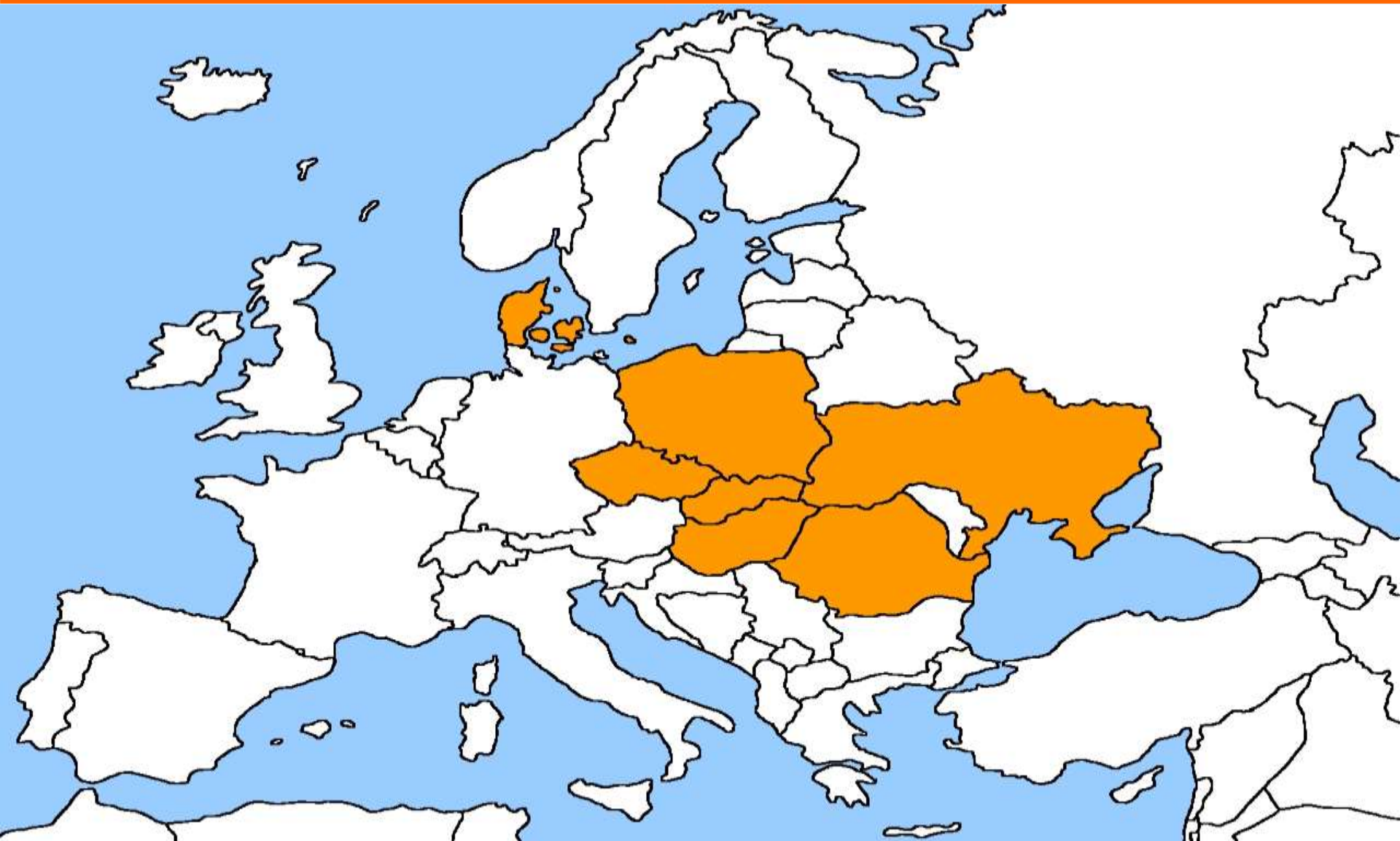
3. A stabilizációk fajtái

4. A stabilizációk tervezése

5. A kivitelezés menete

6. A stabilizáció hatásai

7. Alkalmazási példák



Burkolatmarások



Meleg Remix



Hideg Remix



Padkaterítés



Talajstabilizáció



Impact technológia



'60 – '70



- Új modern gépek megjelenése
- Kivitelezési árak csökkenése
- Kivitelezési idők csökkenése

1996



2006





WR 2000/2400

Munkaszélesség:
2,0/2,4 m

Marási mélység:
50 cm



HAMM RACO 250

Munkaszélesség: 2,5 m

Marási mélység: 50 cm



WR 2500/S/SK

Munkaszélesség: 2,5 m

Marási mélység: 50 cm

Tüsketáv: 30 mm,

Darabszám: 224

Átmérő: 1,5 m

Fordulatszám: 0 – 200 /perc



Elavult gyakorlati tapasztalat:

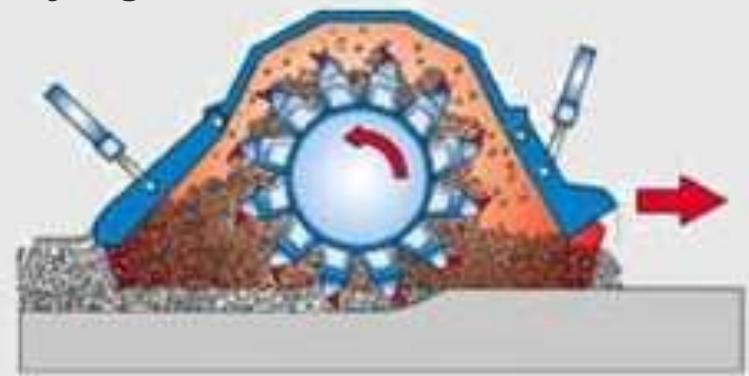
Közepes, kövér agyagtalajok nem stabilizálhatók, mert a talajkeverő nem képes a megfelelő minőségre felaprítani a talajt



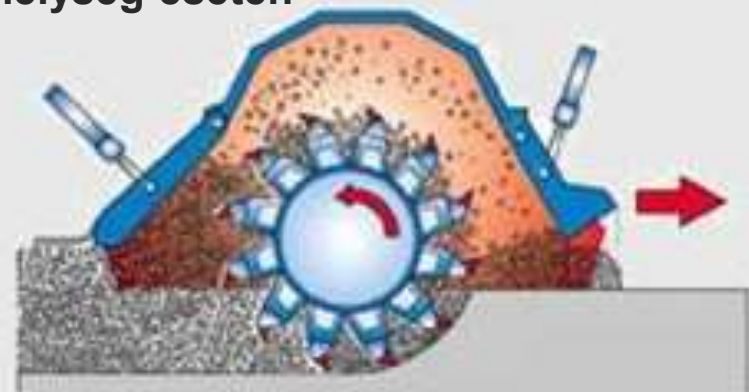
Automatikusan változó méretű keverőtér



Kis keverőtér kisebb munkamélység esetén

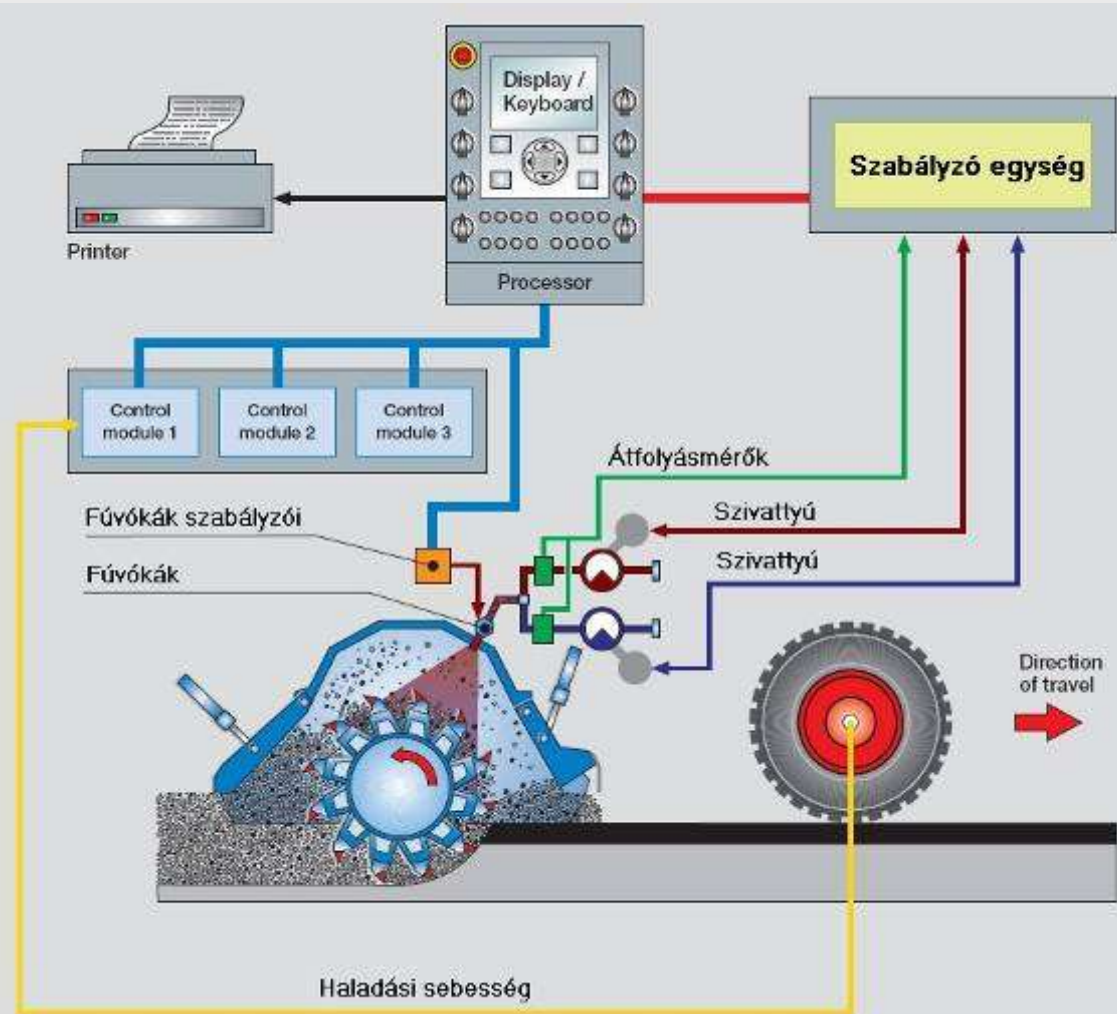


Nagy keverőtér nagyobb munkamélység esetén



Folyamatirány

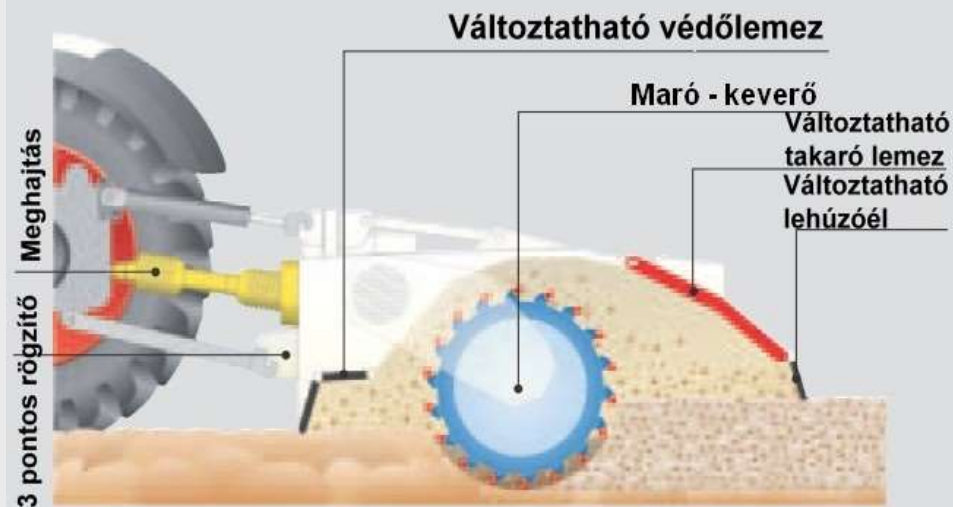
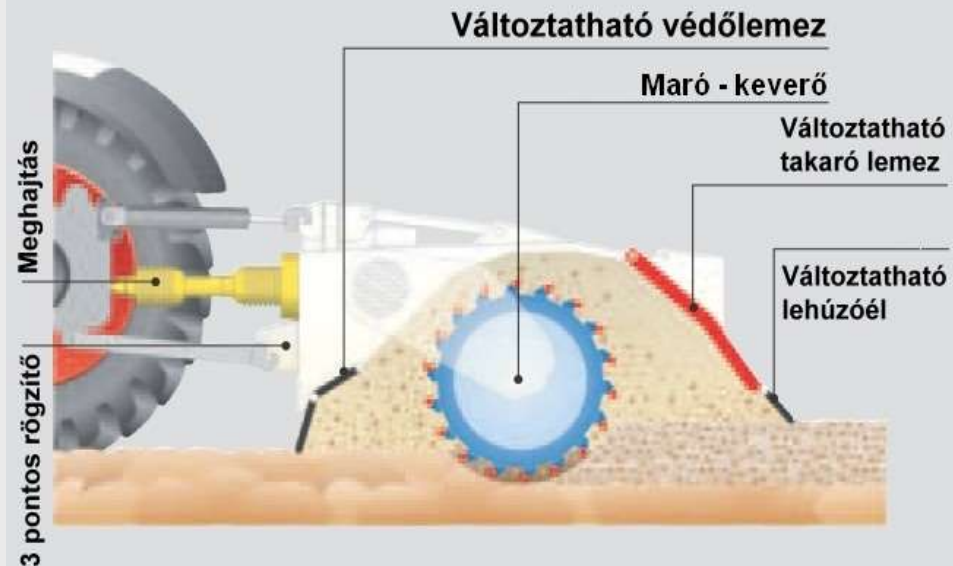
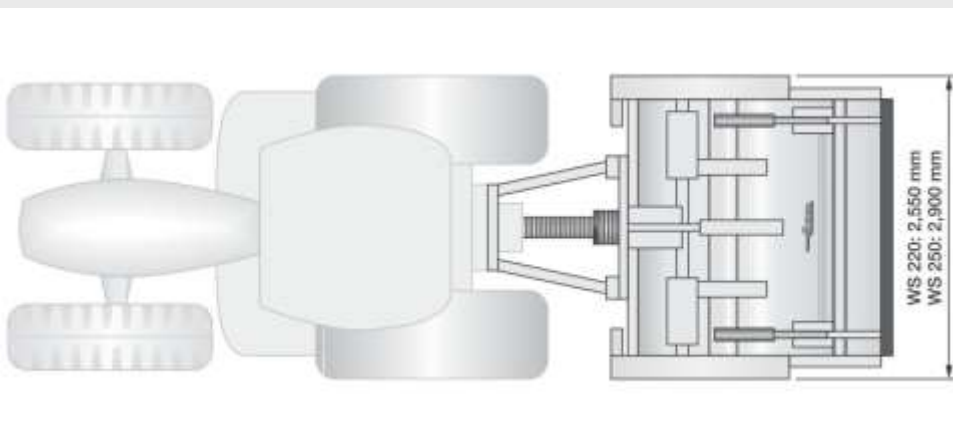
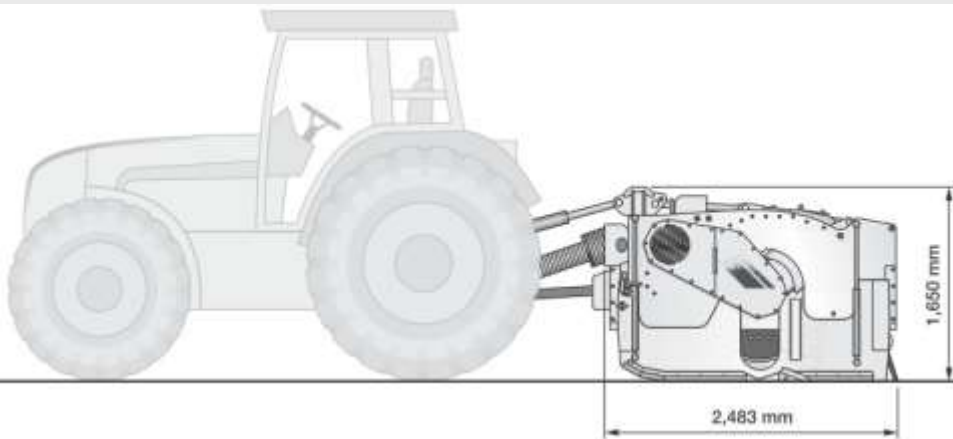
Folyékony kötőanyagok keverőtérbe juttatása



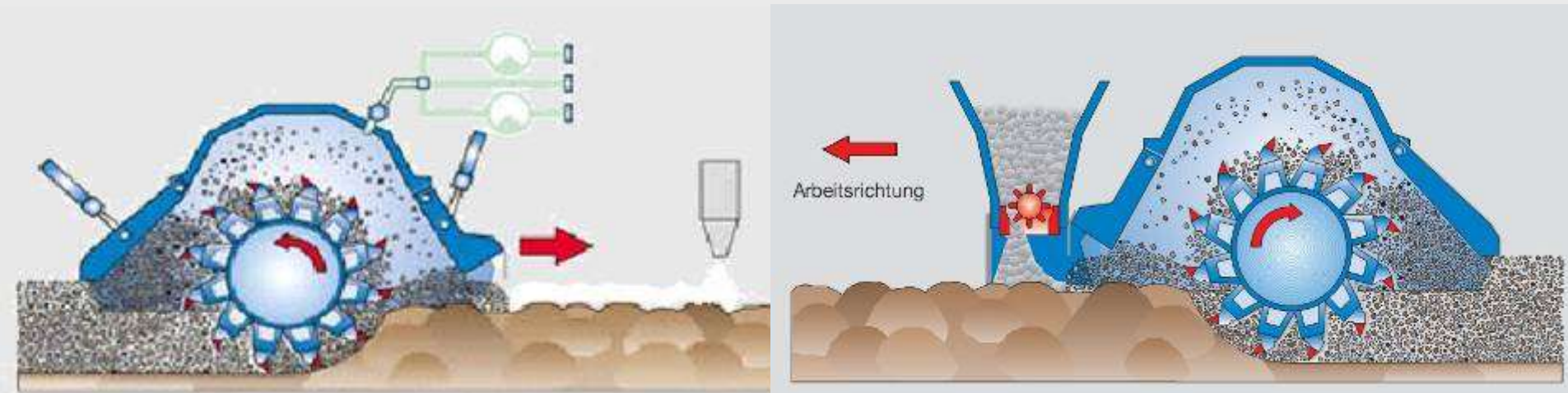


TÍPUS:	WS 220	WS 250
Munkaszélesség:	2,15 m	2,5 m
Munkamélység:	50 cm	50 cm
Üzemi tömeg:	4,6 to	4,7 to
Traktor teljesítm:	>150kW	>180 kW





Por alakú kötőanyagok keverőtérbe juttatása





Kötőanyag-
terítő

Vezérgép



Gréder
Gumihenger

Kombihenger



Napi teljesítmény:
5000-8000 m²

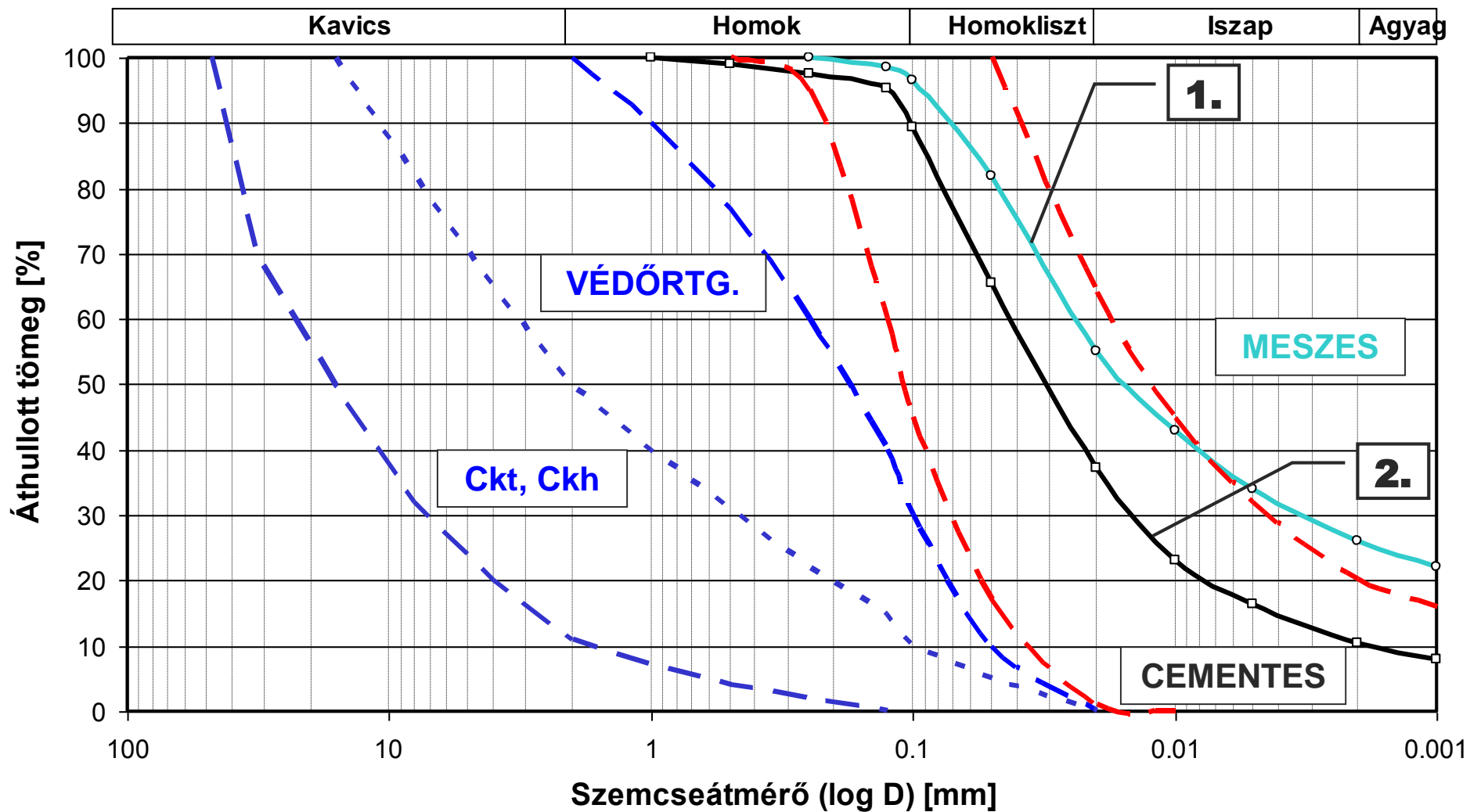


- **Kötőanyag nélkül**

- Mechanikai stabilizáció keveréssel
- Mechanikai stabilizáció aprítással

- **Kötőanyaggal**

- Meszes stabilizáció
- Cementes stabilizáció
- Meszes és cementes stabilizáció
- Pernyés stabilizáció
- Bentonitos stabilizáció
- Bitumenes stabilizáció
- Vegyszeres stabilizáció





Ckh



1.



2.

HATVAN
Bosh csarnok bővítés
2006

1



2

SZIGETSZENTMIKLÓS
Parkridge csarnok
2006

M8 autópálya, DUNA-híd Teherbírás-javító (Cth) réteg készítése



**Félmerev
pályaszerkezet
nagymodulusú
aszfalttal**

**Követelmény a
védőrétegen:
 $E_2 \geq 80 \text{ Mpa}$**

- **Előzetes vizsgálatok**

Talajazonosító vizsgálatok
Próbabeépítés

- **Kivitelezés**

Kötőanyag terítés
Homogenizálás
Tömörítés
Profilozás

- **Az elkészült réteg minősítése**

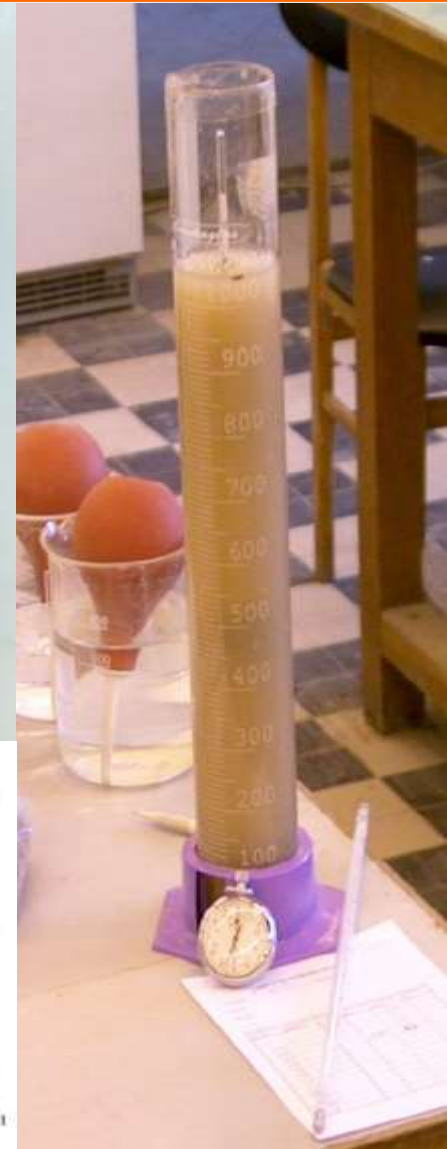
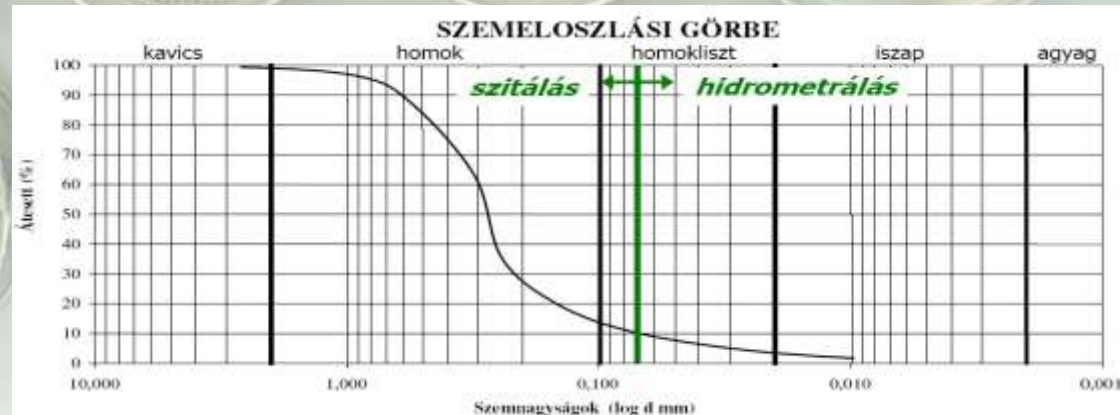
Teherbírás
Tömörség



Szemcsés anyagok

MSZ 14043-3:1979: Talajmechanikai vizsgálatok. Szemeloszlás meghatározása

- szitálás
- vegyes (szitálás + hidrometrálás)





Kötött talajok

MSZ 14043-4:1980
Talajmechanikai
vizsgálatok.

Konzisztencia határok

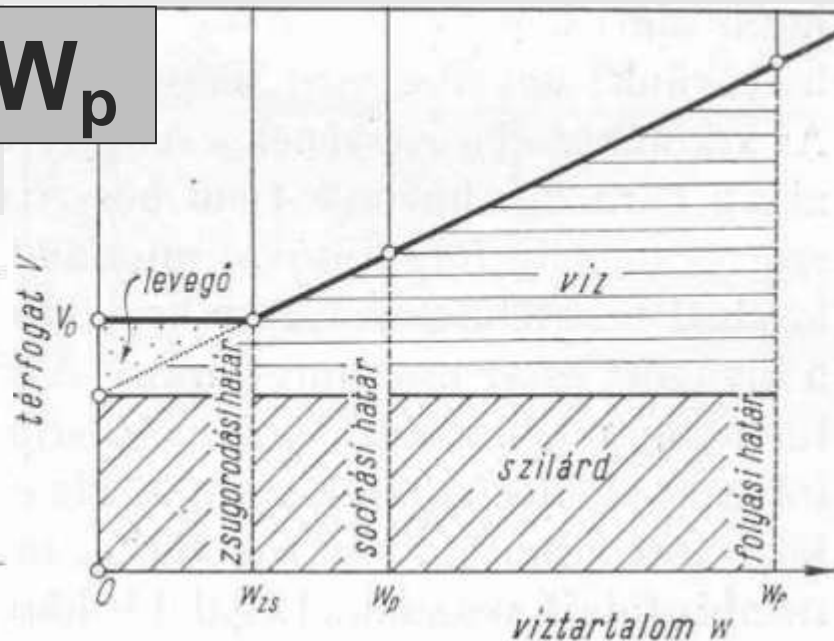
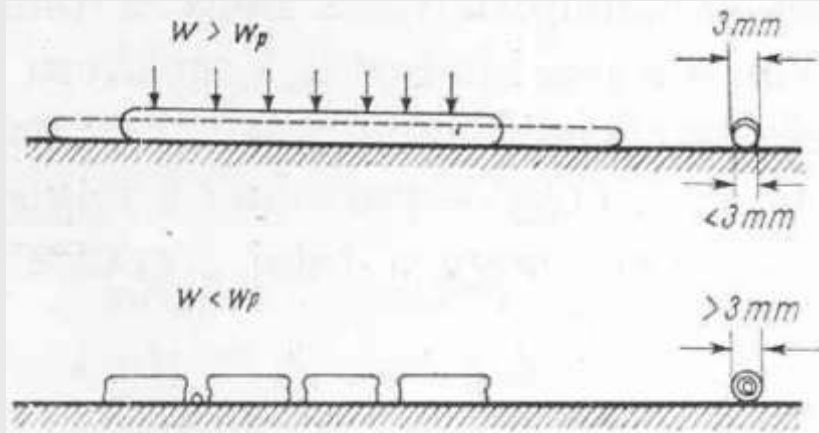
talaj	I_p [%]
homokliszt	0-5
iszapos homokliszt	5-10
iszap	10-15
sovány agyag	15-20
közepes agyag	20-30
kövér agyag	30-

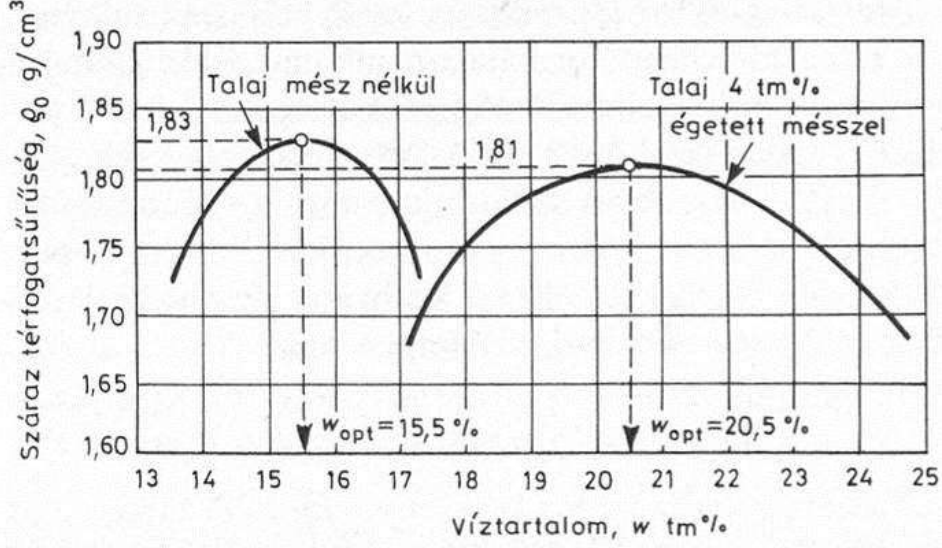
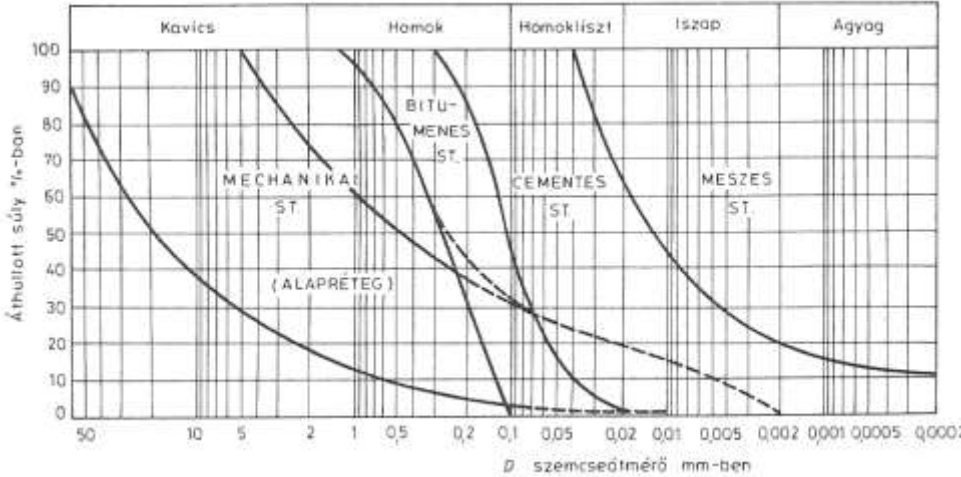
$$I_p = W_l - W_p$$

W_l = folyási határ

Casagrande készülékkel

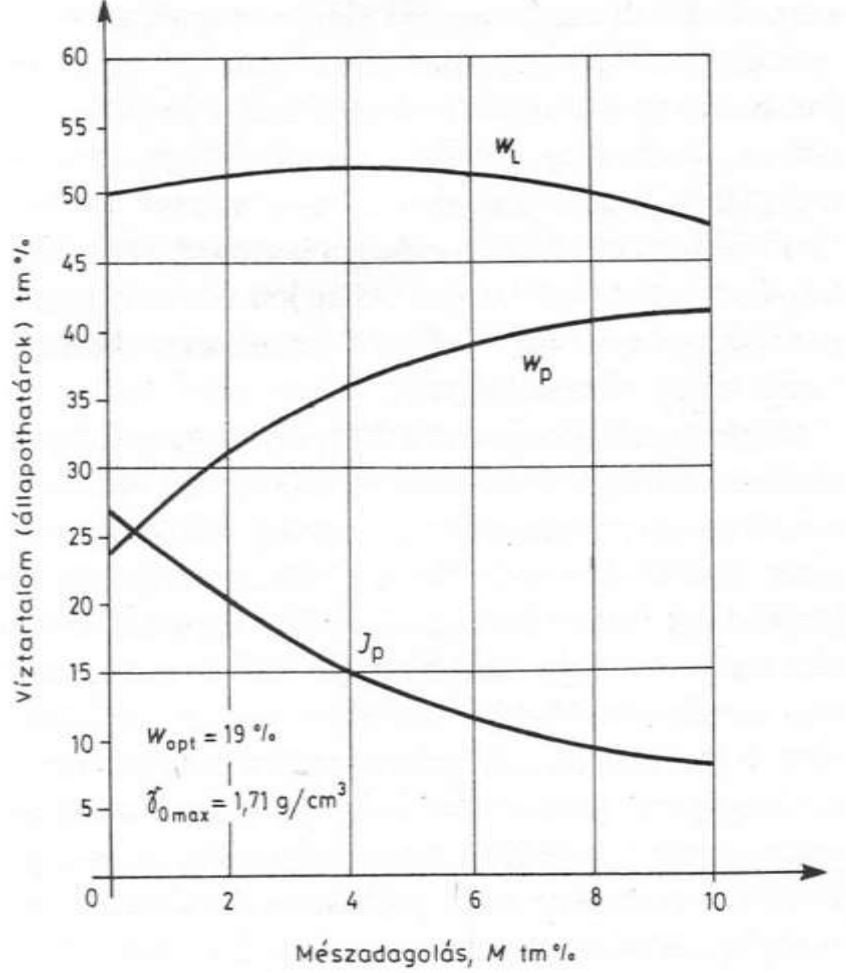
W_p = sodrási határ



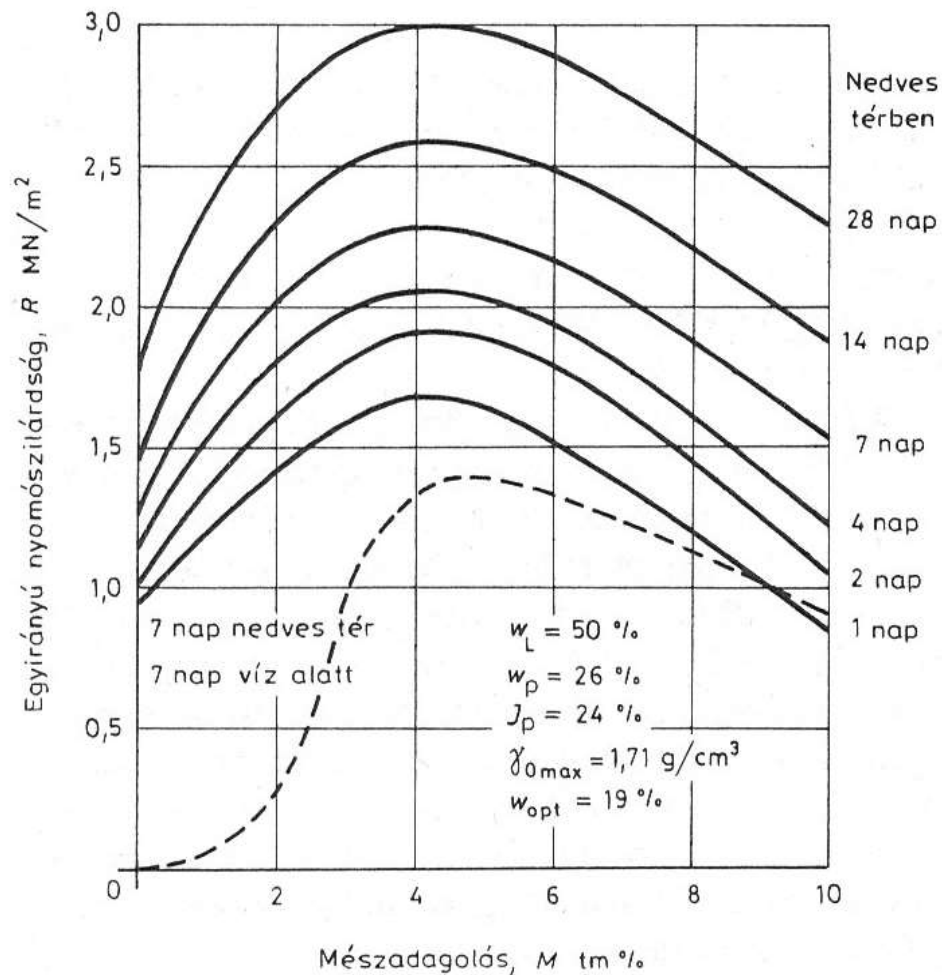


4.14. ábra. Egy kövér agyagtalaj Proctor-görbéje eredeti állapotában és 4% mésszel való keverés után

4.13. ábra. A meszadagolás növekedésének hatása a talaj konzisztenciájára és plastikus indexére



4.15. ábra. A nyomószilárdságok alakulása meszes talajstabilizációnál az $M\%$ mészadagolás és a tárolási idő függvényében (kifejezett maximumhely adódik)



Megrendelő (ügyfél): Inreco Hungary Kft.	M lk M
Kivitelező (vállalkozó): Inreco Hungary Kft.	
Azonosítója: 3T-2	
Beépítés vagy származás helye: 3 sz. fkl. út 192+830/Bal, burkolat széle+1,3 m	
Kapcsolódó dokumentumok azonosítói:	Mintavétel időp
Mintavételi jegyzőkönyv: 04/01/3228.9990	Mintavétel mód
Mérési lapok: 04/01/3228.***	Beérkezés időp
	Vizsgálat elvég

Réteg: **Altalaj**

Vizsgálati eredmények:

Megnevezés (szabványos)	Közepes agyag	
Származási hely (gyártómű)	helyi anyag	
Talajok tömöríthetőségi és tömörségének vizsgálata MSZ 14043-7:1991	ρ_d max érték (g/cm^3)	1,72
Talajmechanikai vizsgálatok MSZ 14043-8:1997 4.2	Optimális víztart. W_{opt} (%)	18,1
A talaj ölejtő térfogat- és tömegarányai MSZ 14043-6:1990 3.2 szerint	Szervesanyag tart. I_{om} (%)	1,7
Talajmechanikai vizsgálatok Konzisztenciahatárak MSZ 14043-4:1980 4.3	Természetes víztart. W_t (%)	21,5
	Folyási határ (W_L) (%)	43,0
	Sodrési határ (W_p) (%)	13,8
	Plasztikus index (I_p) (%)	29,2
	Konzisztencia index (I_c)	0,7
	Szemcseaprózódás	—
	Clorid tartalom	—
	Mállás	—
	pH-érték	—
	Szulfát-ion tartalom (SO_4)	—

Proctor vizsgálat

Vizsgálat azonosítási száma								
Víztartalom (%)	15,3	17,2	19,6	21,7	23,6			
Száraz térfogatsűrűség ρ_d (g/cm^3)	1,69	1,72	1,71	1,65	1,59			
Összetétel	Kavics %	Homok %	H. liszt %	Iszap %	Agyag %	d_{60}	d_{10}	U
Jellemzők	—	—	—	—	—	—	—	*** +++

Vizsgálati eredmények

1. táblázat

A minta	
jellemzői	jele:
	3T-2
iktatószáma: .../2004	5448
megnevezése:	sötétbarna kavicsszórványos sovány agyag
természetes víztartalma: w (%)	18,3
mészadagolás mértéke: (%)	3
mészsel kevert minta jellemzői	
víztartalma: w (%)	17,9
folyási határa: w_L (%)	42,7
sodrési határa: w_p (%)	26,2
plasztikus indexe: I_p (%)	16,5
konzisztenciaindex: I_c	1,5
lineáris zsugorodása: w_{zSL} (%)	0,2
mészsel kevert, betömörített minta jellemzői	
hézagtérfogata: e	0,72
hézagterfoga: n (%)	41,9
telítettsége: S_r	0,68
nedves térfogatsűrűsége: ρ_n (kg/m^3)	1890
száraz térfogatsűrűség: ρ_d (kg/m^3)	1600
duzzadás ödométerben (vízzel elárasztva)	nem duzzad



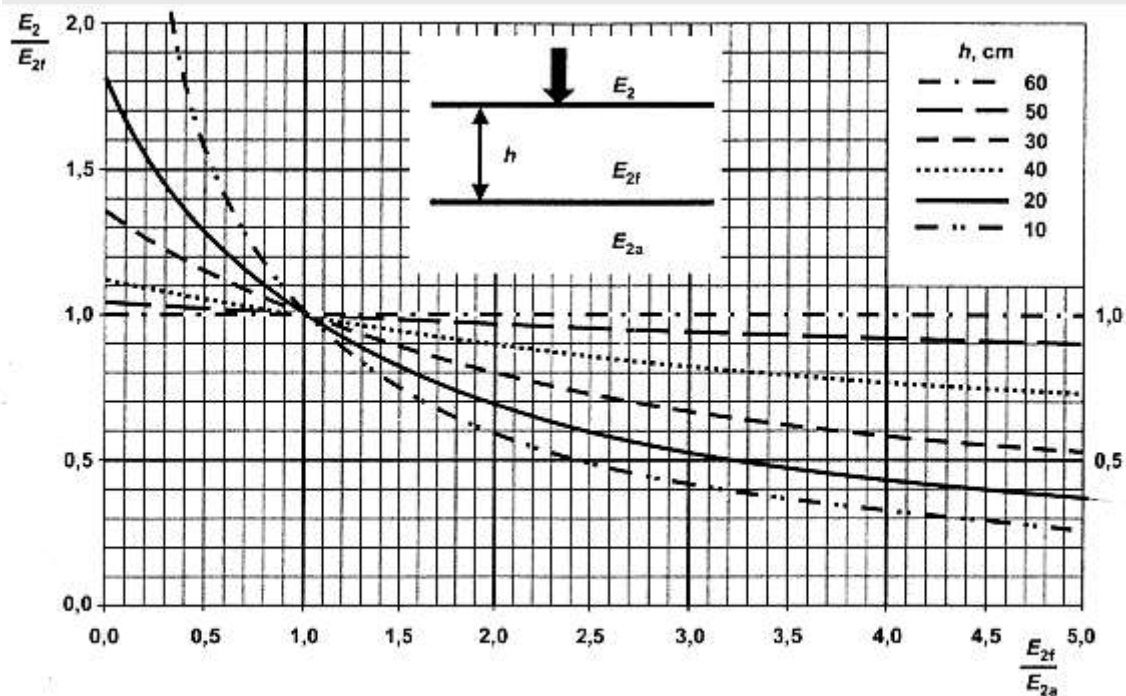
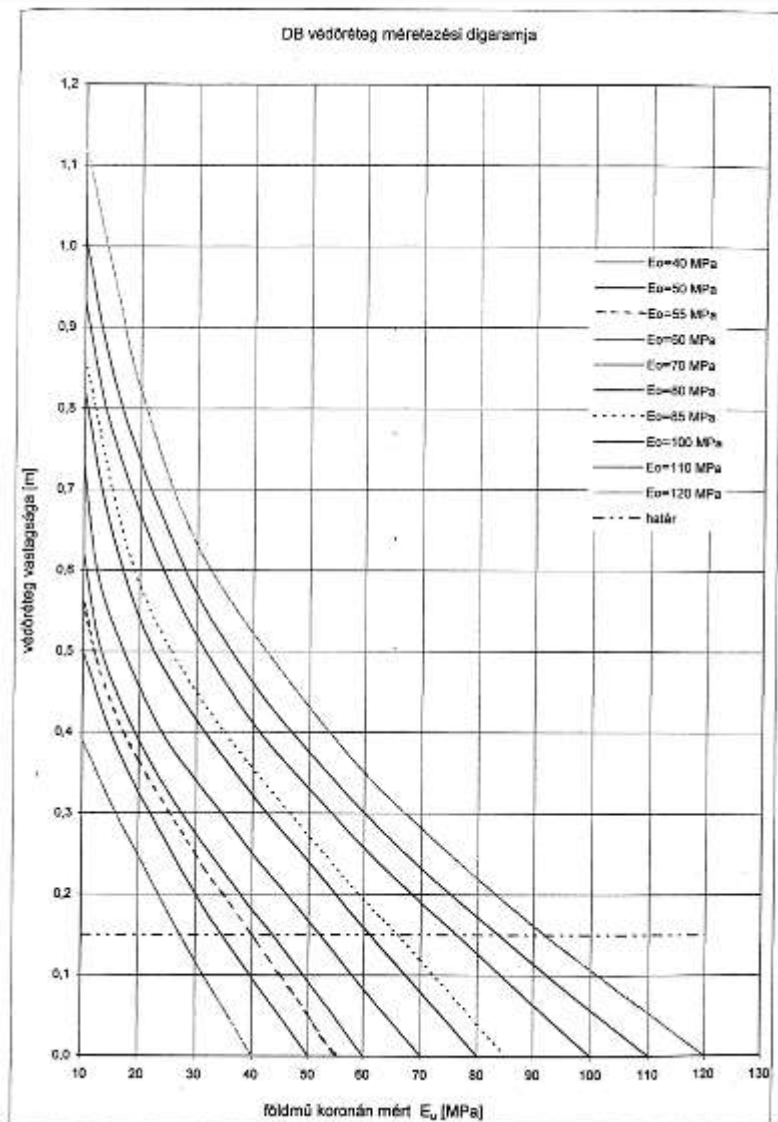
Őrölt, égetett mész (CaO)	Porrá oltott mész (Ca(OH ₂))	Oltott mézspép (mésztej)
$W_n \gg W_{opt}$	$W_n \geq W_{opt}$	$W_n < W_{opt}$



Természetes víztartalom, w (%)	Javasolt kötőanyag-mennyiség (%)	Plasztikus Index, Ip (%)	Javasolt kötőanyag-mennyiség (%)
< 15	2	< 20	2
15 - 20	4	20 - 40	4
> 20	6	> 40	6

Német Vasutak

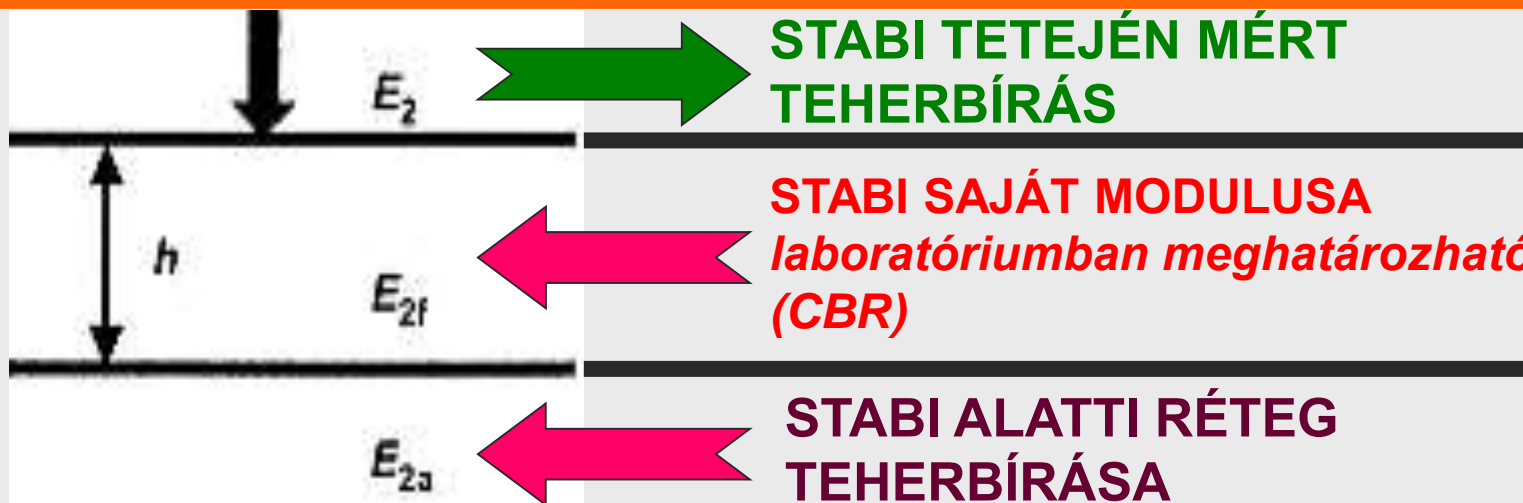
Magyar Útügyi Műszaki Előírás



Ábra – Az egyenértékű teherbírási modulus meghatározása két talajréteg esetén

STABILIZÁCIÓK TERVEZÉSE

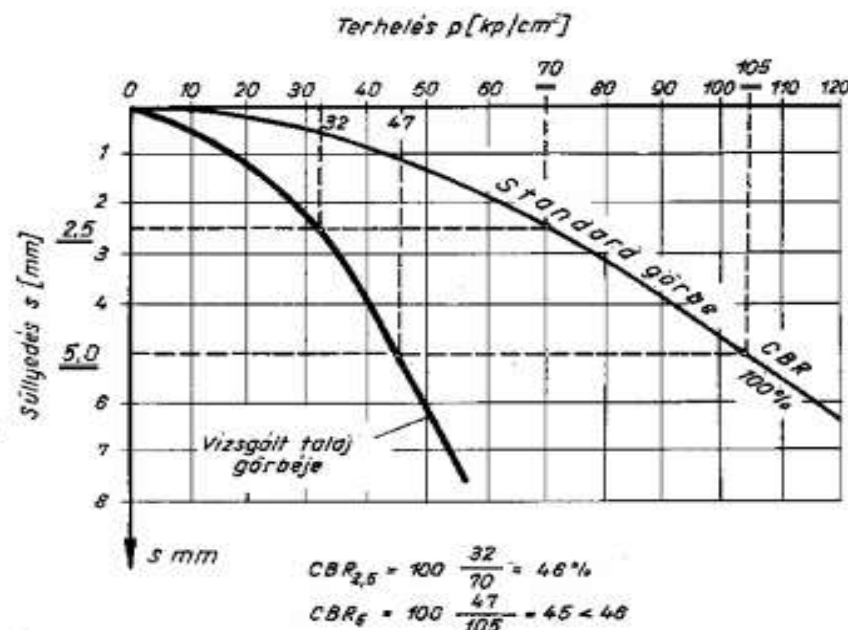
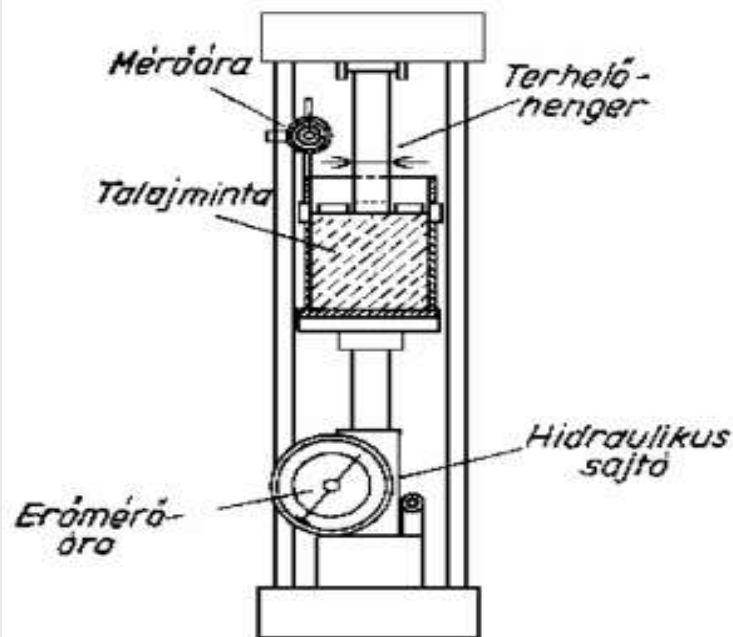
TEHERBÍRÁS



**STABI TETEJÉN MÉRT
TEHERBÍRÁS**

STABI SAJÁT MODULUSA
*laboratóriumban meghatározható
(CBR)*

**STABI ALATTI RÉTEG
TEHERBÍRÁSA**



Kavicsos – homok

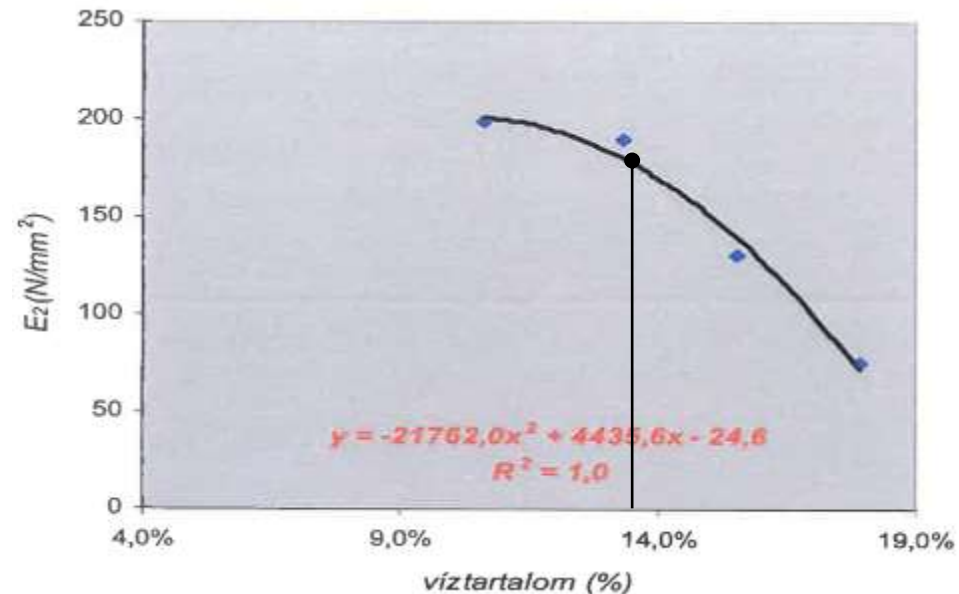
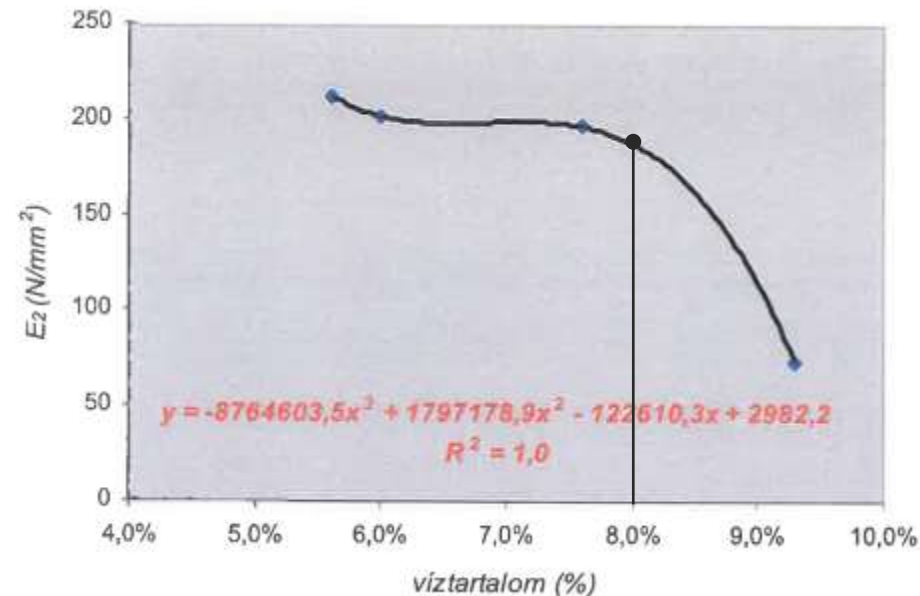
Iszapos - homokliszt

A vizsgálat száma:	1	2	3	4
Átlagos víztartalom (w %)	5,6%	6,0%	7,6%	9,3%
Száraz térfogatsűrűség (ρ_d Mg/m ³)	2,02	1,99	2,08	2,02
ρ_d (max)	2,08			
w (opt)	8,0			
CBR ÉRTÉK (%)	98,1	91,0	87,4	19,9
Számított E_2 modulus (N/mm ²)	212,8	202,3	196,9	73,4

1. Táblázat: Az 1. számú talaj Proctor- és CBR eredményei

A vizsgálat száma:	1	2	3	4
Átlagos víztartalom (w %)	10,6%	13,3%	15,5%	17,9%
Száraz térfogatsűrűség (ρ_d Mg/m ³)	1,79	1,83	1,81	1,74
rd (max)	1,83			
w (opt)	13,5			
CBR ÉRTÉK (%)	88,5	82,5	47,1	20,6
Számított E_2 modulus (N/mm ²)	198,5	189,5	130,5	75,2

3. Táblázat: A 2. számú talaj Proctor- és CBR eredményei



$$E_{2f} = E_{2stabi} = 10 \cdot (CBR)^{2/3}$$

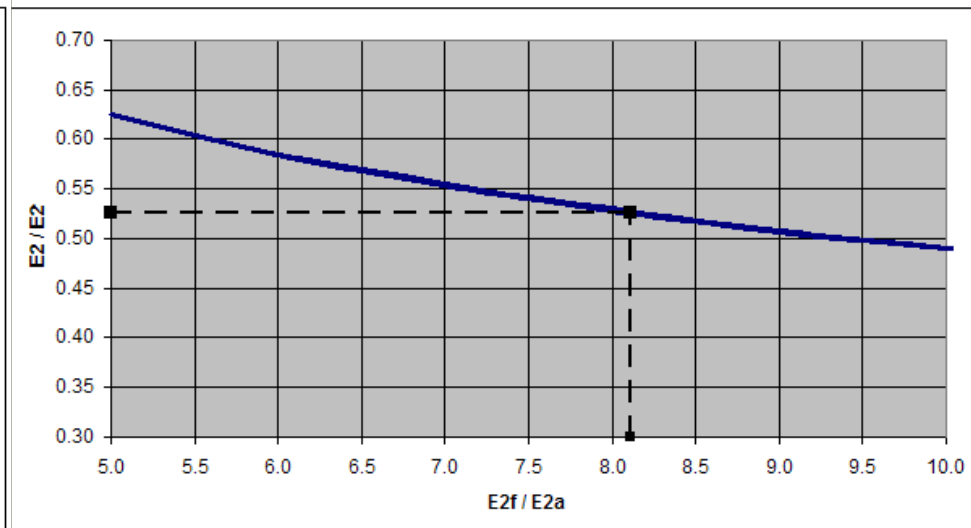
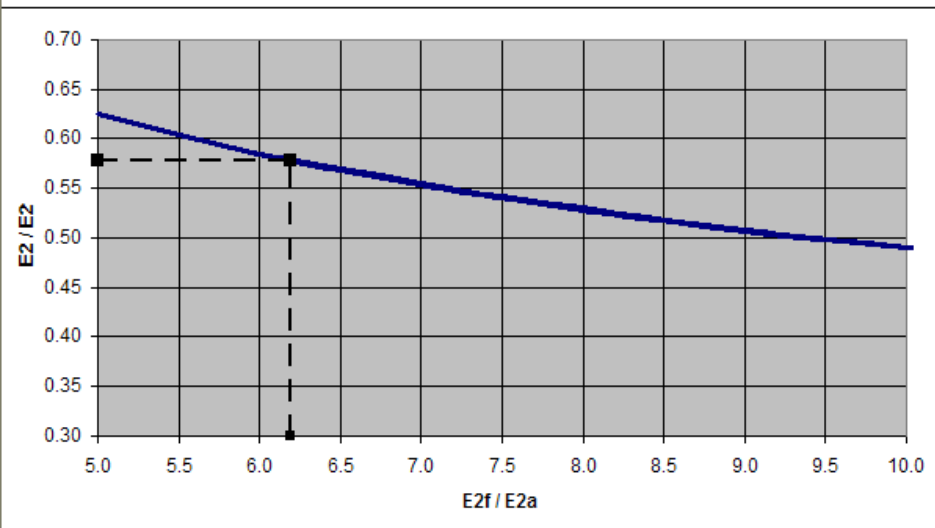
Talajcsoport			Tájékoztató tervezési teherbírási modulus E_{2wq} , MPa		Víztartalom-növekmény W_{opt} -hoz képest Δw , %		Teherbíráscsökkenés mértéke $\Delta E_2/\Delta w$ MPa/%
jelle	neve	jellemzése	NK	K	NK	K	
III	Kavics, homok	csoportha nem sorolható szemcsés talajok	40	45			0
IV	Iszapos homok	$80\% < S_{2,0}$ $0,63 < d_{max} < 6,3$ mm $15 < S_{0,075} < 40\%$ $3 < C_u$	35	40			9
V	Iszapos finom homok	$80\% < S_{0,2}$ $0,20 < d_{max} < 0,63$ mm $15 < S_{0,075} < 40\%$ $I_p < 5\%$	30	35			12
VI	Homokos iszap	$80\% < S_{0,2}$ $0,20 < d_{max} < 0,63$ mm $40 < S_{0,075} < 70\%$ $5 < I_p < 10\%$	25	30	3	2	15
VII	Iszap	$10 < I_p < 15\%$	20	25	4	3	18
VIII	Sovány agyag	$15 < I_p < 20\%$	25	30	5	4	15
IX	Közepes agyag	$20 < I_p < 30\%$			6	5	12
X	Kövr agyag	$30 < I_p < 40\%$	20	25	7	6	9



KÖTŐANYAG TARTALOM HATÁSA

Talajtípus:	iszapos homok (alsó réteg)
Tervezett kötőanyag adagolás:	3 % cement
Tervezett rétegvastagság (cm):	35
Kezelés alatti felület becsült teherbírása (E2):	30
Kezelt réteg saját CBR % értéke:	80

Talajtípus:	iszapos homok (alsó réteg)
Tervezett kötőanyag adagolás:	4 % cement
Tervezett rétegvastagság (cm):	35
Kezelés alatti felület becsült teherbírása (E2):	30
Kezelt réteg saját CBR % értéke:	120



2. SZÁMÍTÁS 1,2-szeres !

Kezelt réteg saját E2 értéke (E2f):	186
E2f / E2a hányados:	6.19
E2 / E2f hányados:	0.58
Kezelt réteg tervezett E2 értéke (MPa):	107

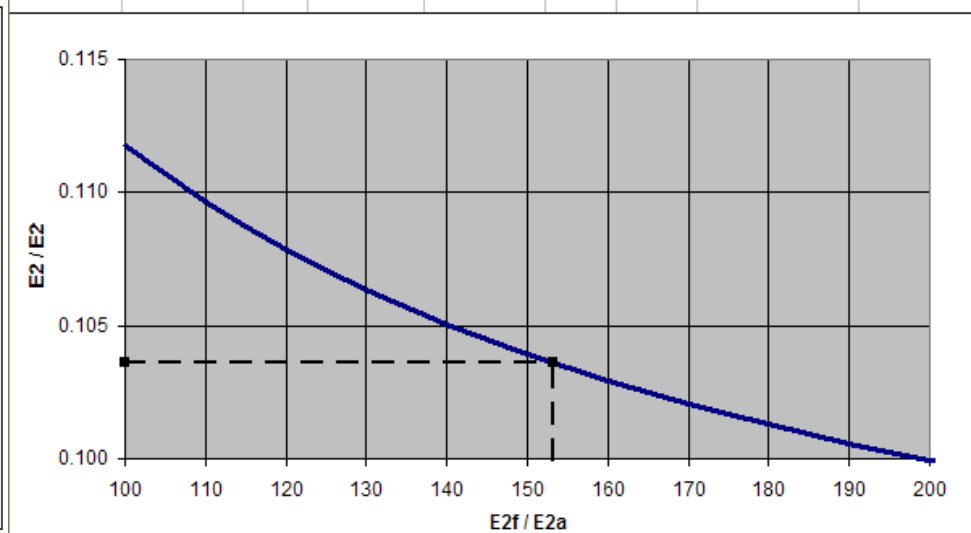
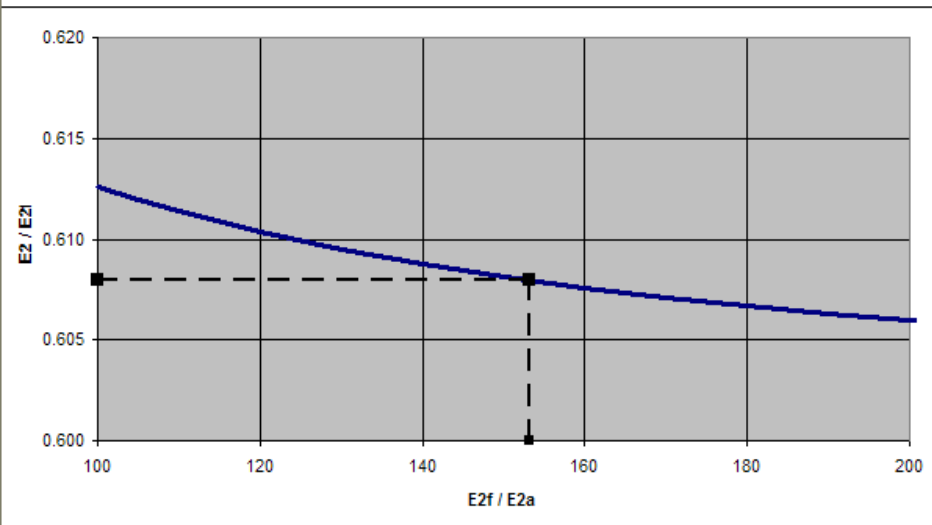
2. SZÁMÍTÁS

Kezelt réteg saját E2 értéke (E2f):	243
E2f / E2a hányados:	8.11
E2 / E2f hányados:	0.53
Kezelt réteg tervezett E2 értéke (MPa):	128

RÉTEGVASTAGSÁG HATÁSA

Talajtípus:	elázott agyagos, iszapos homokliszt
Tervezett kötőanyag adagolás:	2 % mész + 2 % cement
Tervezett rétegvastagság (cm):	45
Talajkezelés alatti felület teherbírása (E2a):	1
Kezelt réteg saját CBR % értéke:	60

Talajtípus:	elázott agyagos, iszapos homokliszt
Tervezett kötőanyag adagolás:	2 % mész + 2 % cement
Tervezett rétegvastagság (cm):	25
Kezelés alatti felület becsült teherbírása (E2a):	1
Kezelt réteg saját CBR % értéke:	60



2. SZÁMÍTÁS 5,8 szoros !

Kezelt réteg saját E2 értéke (E2f):	153
E2f / E2a hányados:	153.3
E2 / E2f hányados:	0.608
Kezelt réteg tervezett E2 értéke (MPa):	93

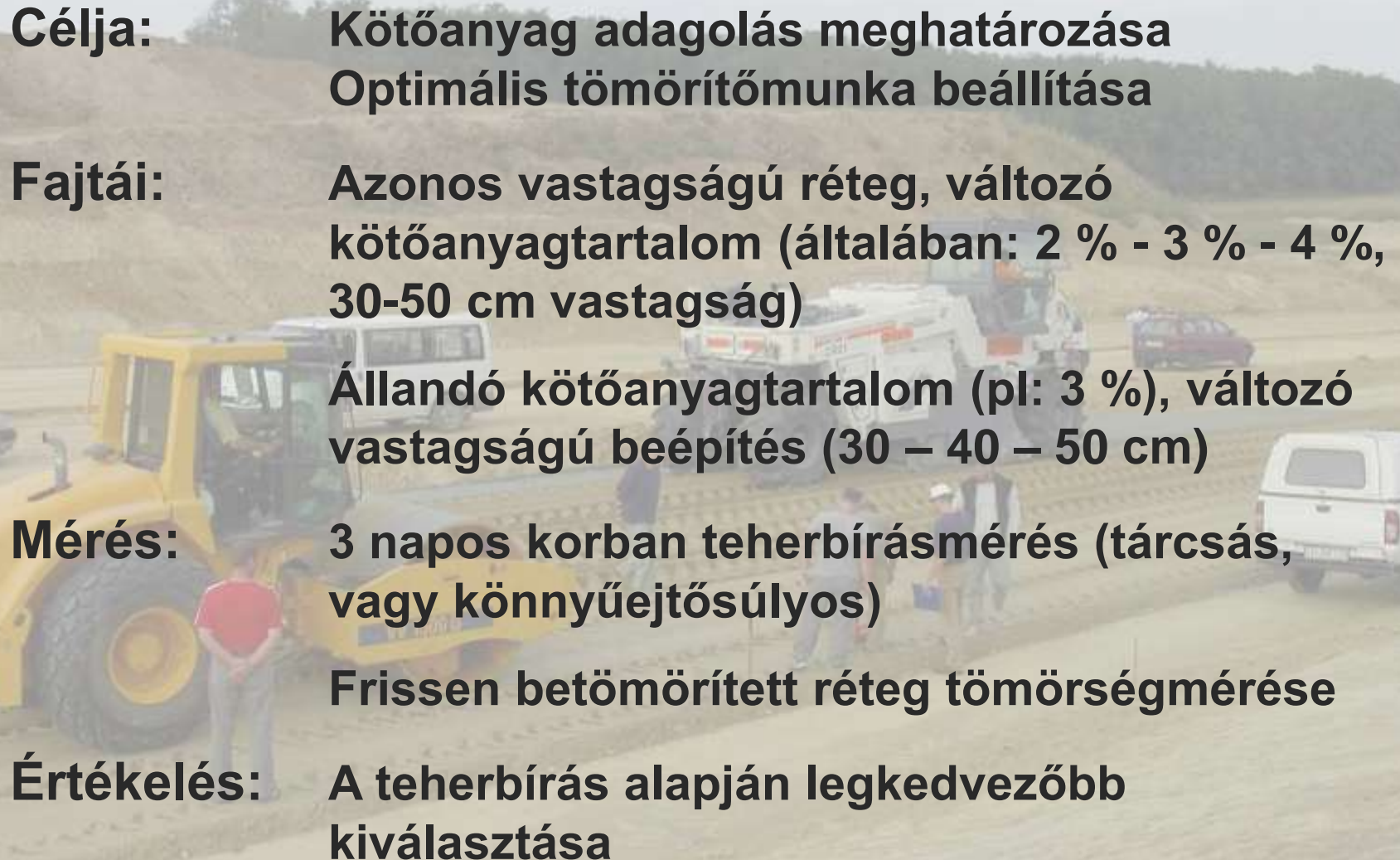
2. SZÁMÍTÁS

Kezelt réteg saját E2 értéke (E2f):	153
E2f / E2a hányados:	153.26
E2 / E2f hányados:	0.10
Kezelt réteg tervezett E2 értéke (MPa):	16

ÚT 2-1.222:2007 szerint:

„... a fenti előírásokat felső kritériumnak lehet tekinteni, a földmű javítása ezeknél egyszerűbb szabályozással és technológiákkal is megoldható. Elegendő, ha az adagolást az összehasonlító tapasztalatok alapján veszik fel és próbabeépítéssel igazolják, hogy teljesülnek azok a követelmények, melyek arra a földműrészre vonatkoznak ...”



- 
- Célja:** Kötőanyag adagolás meghatározása
Optimális tömörítőmunka beállítása
- Fajtái:** Azonos vastagságú réteg, változó kötőanyagtartalom (általában: 2 % - 3 % - 4 %, 30-50 cm vastagság)
Állandó kötőanyagtartalom (pl: 3 %), változó vastagságú beépítés (30 – 40 – 50 cm)
- Mérés:** 3 napos korban teherbírásmérés (tárcsás, vagy könnyűejtősúlyos)
Frissen betömörített réteg tömörségmérése
- Értékelés:** A teherbírás alapján legkedvezőbb kiválasztása

A felület előkészítése



A kötőanyag kiszórása



A kötőanyag homogenizálása a talajjal



Vibrótömörítés és gréderes profilozás



Profilozás utáni nedvesítés, majd utókezelés

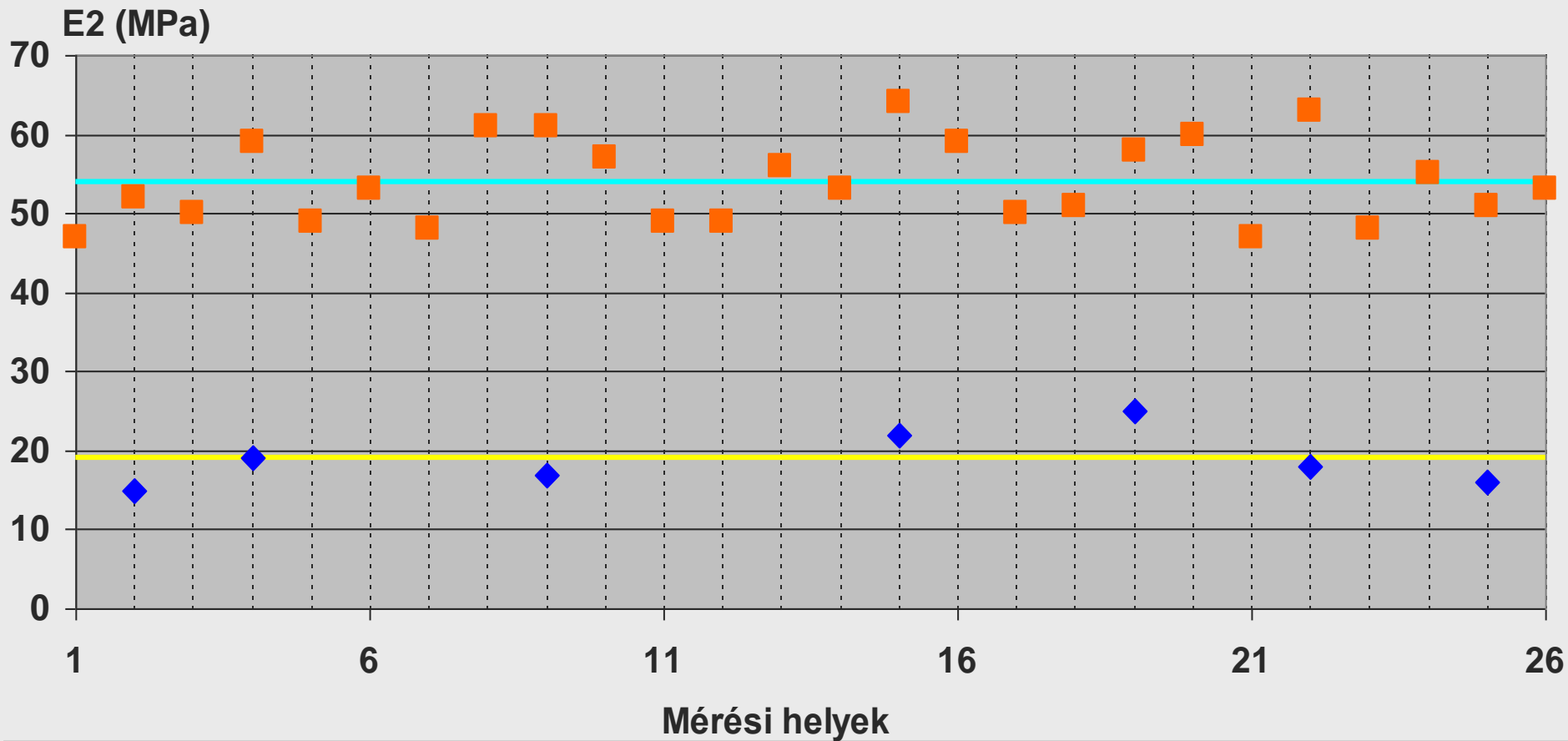


Záró simítóhengerlés



M_{TH} : Tárcsás teherbírásmérés, Hatvan, Bosch telep bővítés 2006.

30 cm vastagságban, 3 % őrölt, égetett mész adagolással



◆ Stabilizáció előtt
— Átlag előtte

■ Stabilizáció után 3 napos korban
— Átlag utána

1. MÉSZOLTÓDÁS (szárítás)

Égetett mész + Víz \longrightarrow Oltott mész

CaO + 2H₂O \longrightarrow Ca(OH)₂

Kálciumoxid + Víz \longrightarrow Kálcium-Hidroxid

2. PUCCOLÁN REAKCIÓ (kötés)

Mészhidrát + Szilícium \longrightarrow Kálcium-szilikát-hidrát

Mészhidrát + Aluminium \longrightarrow Kálcium-aluminát-hidrát



A mész +
víz

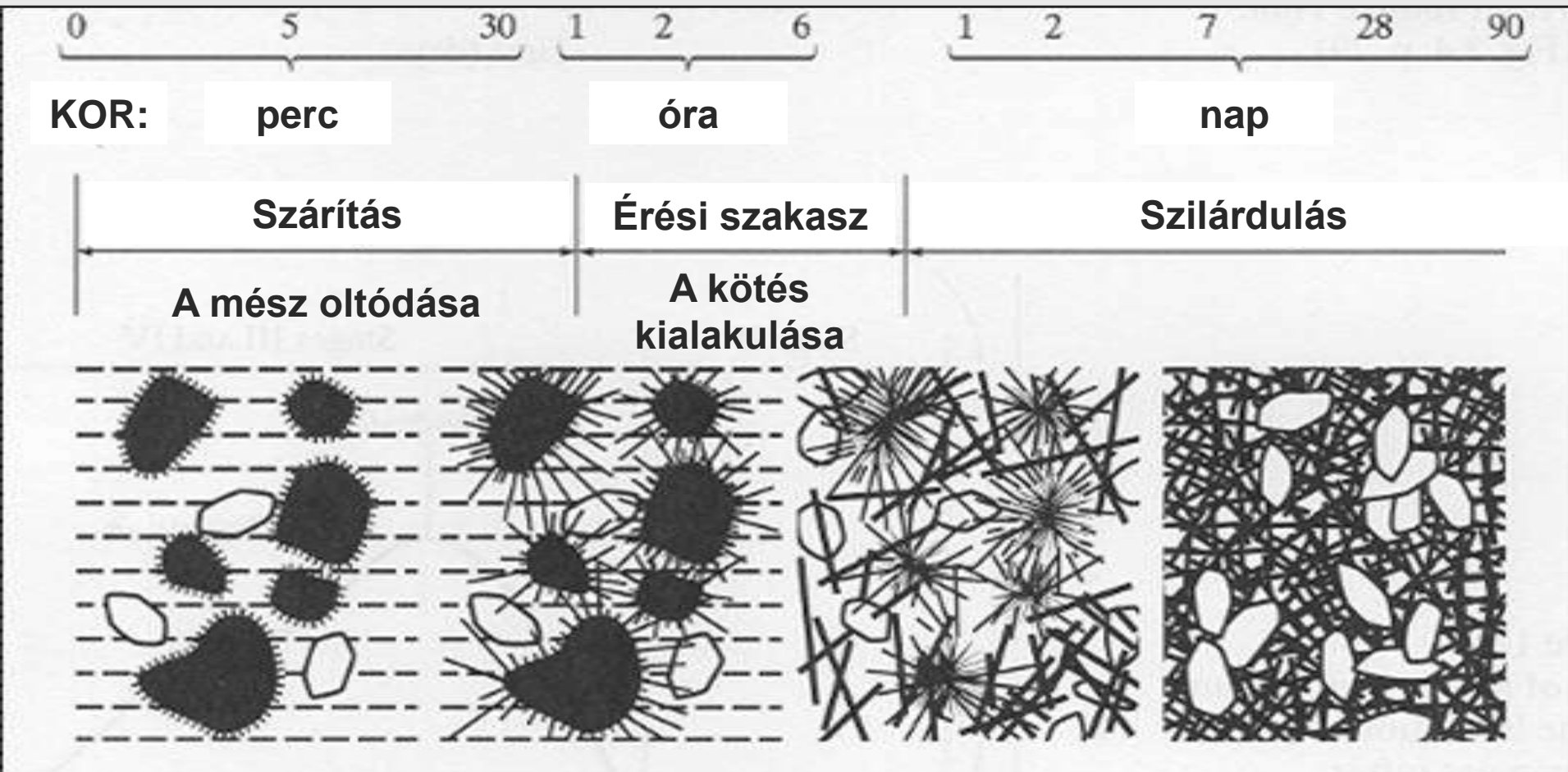


Ezek az
agyag
ásványok



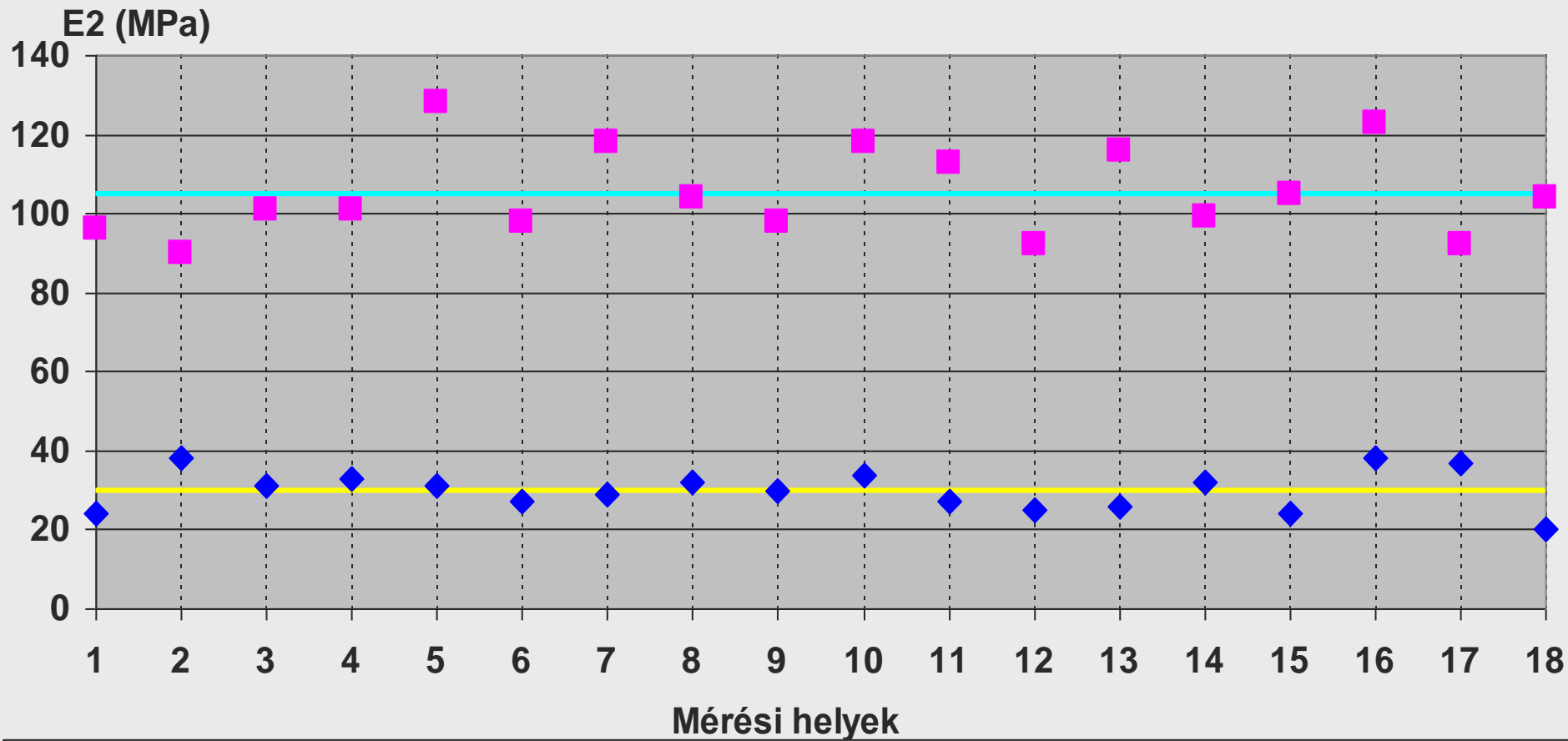
Ez pedig a kialakult,
majd megszilárduló
cementes gél

A stabilizációs folyamat időbeni alakulása



C_{TH} : Tárcsás teherbírásmérés, Szigetszentmiklós 2006.

30 cm vastagságban, 6 % CEM III/A 32,5 cementadagolással



◆ Stabilizáció előtt
— Átlag előtte

■ Stabilizáció után 3 napos korban
— Átlag utána

Azonnal érzékelhető hatások:

- ✓ Morzsaképződés
- ✓ A víztartalom csökkenése a szárító hatás következtében
- ✓ A plaszticitási tulajdonságok javítása
- ✓ A tömörítési tulajdonságok javítása

Hosszú távon érzékelhető hatások:

- ✓ Térfogatállandóság
- ✓ A szilárdság hosszútávú növekedése
- ✓ Tartós teherbíró képesség
- ✓ Érzéketlenség a vízre
- ✓ Fagyállóság

A. Talajcsere:

Kiemelt föld a depóniára: $0,4 \text{ m} \times 10.000 \text{ m}^2 \times 2,0 \text{ to} / \text{m}^3 = 8.000 \text{ to}$

Új anyag: $0,4 \text{ m} \times 10.000 \text{ m}^2 \times 2,0 \text{ to} / \text{m}^3 = 8.000 \text{ to}$

Összes anyagszállítás = 16.000 to

Összes szállítási igény (25 to/tgk.) = **640 Tgk.**

B. Talajstabilizálás:

Kötőanyag hozzáadagolás (kb. 5 %)

$0,4 \text{ m} \times 10.000 \text{ m}^2 \times 2,0 \text{ to} / \text{m}^3 \times 0,05 = 400 \text{ to}$

Összes szállítási igény (25 to/tgk.) = **16 Tgk.**

97% -al kisebb szállítási igény

A. Talajcsere:

Lerakóhelyi díj (8.000 to x 300 Ft/to)	= ~ 2.400.000 Ft
Új anyag költség (8.000 to x 700 Ft/to)	= ~ 5.600.000 Ft
Szállítási költség (2 x 8.000 to x 15 km x 15 Ft/to/km)	= ~ 3.600.000 Ft
Összes költség	= 11.600.000 Ft

B. Talajstabilizálás:

Kötőanyag hozzáadagolás (kb. 5 %)	
Összes anyag költség (400 to x 20.000 Ft/to)	= ~ 8.000.000 Ft
Összes szállítási költség (100 km x 15 Ft/to/km)	= ~ 600.000 Ft
Összes költség	= 8.600.000 Ft

25 % -al kisebb anyagköltség

A. Talajcsere:

Talaj kitermelése (2 db nagyteljesítményű kotró)	=	5 nap
Talaj visszaterítése, tömörítése	=	5 nap
Összes átfutás	=	10 nap

B. Talajstabilizálás:

Stabilizációs réteg építése komplett (5000 m ² /nap)	=	2 nap
Összes átfutás	=	2 nap

80 % -al rövidebb átfutási idő



**HARKÁNY elkerülő út
új nyomvonal létesítése
altalaj javítás meszes
stabilizációval
30 cm vastag, 3 % mész**



$E_{2\text{köv}}$:
 $\geq 25 \text{ MPa}$

$E_{2\text{átl}}$:
42 MPa

$T_{\text{tátl}}$:
1,7 MPa





4 sz. fkl. út
Cegléd, négynyomúsítás

töltésalapozás meszes
talajstabilizációval



Vastagság:
30 cm

Adagolás:
3 %



SZÉLESÍTÉSEK

4 sz. fkl. út
122 – 125 km szelvény



Előtte

Utána





BURKOLAT FELÚJÍTÁSOK

4631. j. út

MTH + CRX



VASÚTÉPÍTÉSEK SZOLNOK-CEGLÉD vasútvonal



Meszes stabilizáció

Vastagság: 30 cm

Adagolás: 4 %



Teherbírás 1 naposan

Előírt érték: 30 MPa

Átlagérték: 44 MPa



Oroszlány, Musashi csarnok

Meszes talajstabilizáció 50 cm / 3 %



E_{vd} átl:
56 MPa

E_2 átl:
90 MPa





MAGASÉPÍTÉS

**Százhalombatta,
Toyo csarnok**



Előtte

Utána





VEGYES KÖTŐANYAGÚ

**56 sz. fkl. út
Szekszárd elkerülő**



**1% égetett
mész**

3% cement

**30 cm
vastag**





ROMÂNIA Remetea Mare DOROSOL C30

Numarul raportului:	95/ 15.06.2007
Numarul contractului :	2007
Client :	S.C.Inreco Remix SRL Tg.Mures
Locul determinarii :	Remetea Mare
	punct 1
	nivel pamint stabilizat cu DOROSOL C30
	30 cm grosime , 3 zile
	cer senin , 29 °C

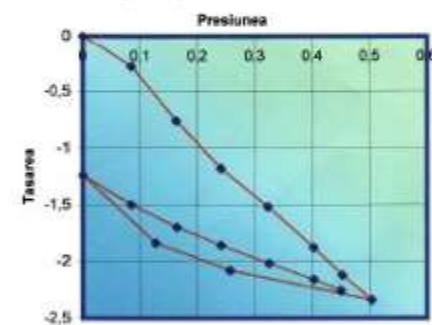


REZULTATELE OBTINUTE :

Nr.ort	Presiune MN/mp	Tasare mm
1	0	0
2	0,0844	0,28
3	0,1626	0,76
4	0,2406	1,18
5	0,3224	1,52
6	0,4024	1,88
7	0,4522	2,12
8	0,5037	2,34
9	0,2566	2,08
10	0,1266	1,84
11	0	1,24
12	0,0843	1,5
13	0,1641	1,7
14	0,241	1,88
15	0,3245	2,02
16	0,4027	2,16
17	0,4504	2,26

Tas.max	mm
S1	2,34
S2	2,26

Diagrama presiune -tasare



Valoare modul de deformare liniara MN/mp	EV1 =	44,89 MN/mp
	EV2=	106,04 MN/mp
	EV2/EV1	2,36

Valoare modul de deformare liniara MPa	EV1 =	44,89 MPa
	EV2=	106,04 MPa
	EV2/EV1	2,36



Köszönöm megtisztelő figyelmüket!