

MAUT

12. Útépítési Akadémia

Útépítés és geotechnika - szabályok és tapasztalatok
Budapest, 2007. 11. 21.

Szepesházi Róbert

Széchenyi István Egyetem

ÚT 2.1-222.

Újdonságok az útépítési geotechnikában

www.sze.hu/~szepesr

**Állami Közúti Műszaki és Információs Kht.
Kutatás- fejlesztési pályázat
1997**

Az útépítési projektek műszaki dokumentációinak
geotechnikai tartalmai

Kutatási jelentés

Készítette:

SZIF Építő- és Településmérnöki Tanszék

Útépítési szabályzatok

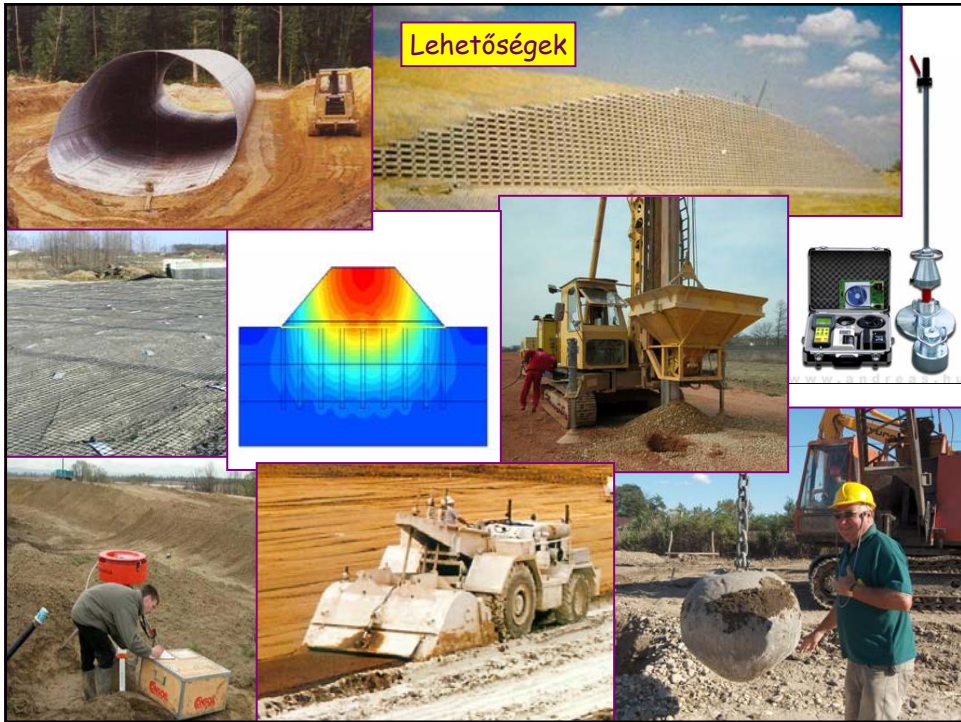
- Közutak Tervezési Szabályzata
- Közúti Hídszabályzat
- Pályaszerkezetek Méretezési Szabályzata
- Földművek Tervezési Szabályzata

Dr. Keleti Imre:

Csökkenthető-e az útépítés ára hazánkban

Közúti és Mélyépítéstudományi Szemle
1999. október

- A földmunkák ára 1992-98 időszakban 10-szeres lett, míg egyéb útépítési munkáké legfeljebb 3-szoros.
- Új utak árában kb. 40 % lett a földmunka.
- A töltésanyag árindexe 1992-98 időszakban 1100 lett, míg másoké legfeljebb 500.
- Az elnagyolt geotechnikai tervek óvatosságra és ezzel árnövelésre készítetik a vállalkozót.
- Kevés lehetőség van a jobb alternatívák kidolgozására az új lebonyolítási rendben.





ÚT 2-3.101:1993 Útépitési földmunkák		ÚT 2-3.102:1998 Útpályaszerkezetek védelme fagy- és olvadási kár ellen		
Szabályozáshiány (töltésalapozás, rézsú, támfal, geoműanyag)	Földárak növekedése (földanyag, elfoglalt terület)	Geotechnikai hibák, károk (támfal- és burkolatkárok)	Új technológiák meghonosodás a (talajjavítás, geoműanyag)	Új geotechnikai kihívások (M7 – M6 ap: domborzat, tőzeg)
ÚT 2-1.222:2002 Utak geotechnikai tervezésének általános szabályai				
Szokásos felül- vizsgálat	Harmonizálás az új európai geotechnikai szabványokkal	Autópályaépítés geotechnikai tapasztalatai	Bővítési igények (lebonyolítás, földmunka, töltésalapozás)	
ÚT 2-1.222:2006 Utak és autópályák létesítésének általános geotechnikai szabályai				

2002

konzulens:

Schultz Margit

témafelelős:

Szepesházi Róbert

közreműködők:

Benák Ferenc

Boromisza Tibor

Farkas József

Lazányi István

Pozsár László

Scharle Péter

Szilvági László

Tárczy László

Varga László †

2006

konzulens:

Schultz Margit

témafelelős:

Szepesházi Róbert

közreműködők:

Boromisza Tibor

Fáy Miklós

Fehér Zsuzsanna

Lazányi István

Pozsár László

Subert István

Szilvági László

Tárczy László

Trenka Sándor

Vízi E. Zoltánné

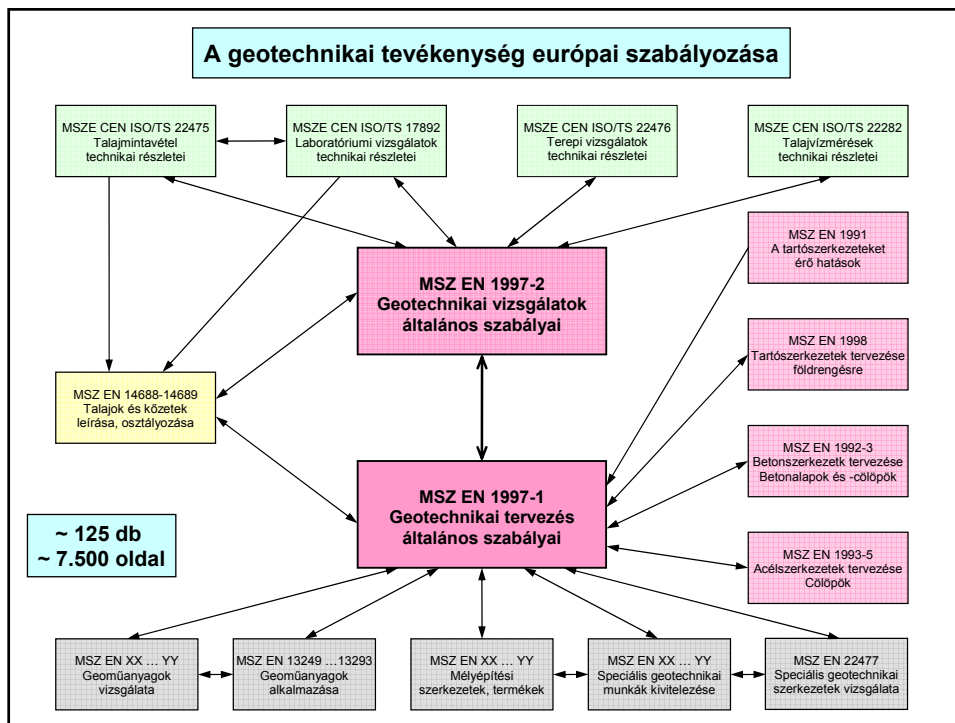
Tartalom

1. Általános elvek, követelmények	17 o.
2. A tervezés alapjai és általános szabályai	18 o.
3. Tervezési rend, a tervek tartalma	10 o.
4. A földművek anyaga, szerkezete és építése	40 o.
5. Rézsűk állékonyságának biztosítása	18 o.
6. Töltésalapozás kedvezőtlen talajon	12 o.
7. Támszerkezetek tervezése	15 o.
	130 o.

1. Általános elvek, követelmények, fogalmak

- 1.1 Az előírás célja, tartalma
- 1.2 A tervezési rend alapelvei
- 1.3 Kapcsolat más szabályozó anyagokkal
- 1.4 Fogalommeghatározások

Jogszabályok, szabványok, előírások
Az Eurocode fogalomrendszere
Szakkifejezések jegyzéke



2. A tervezés alapjai és általános szabályai

- 2.1 Tervezési követelmények
- 2.2 A tervezés során vizsgálandó adottságok
- 2.3 A feladat kategóriába sorolása
- 2.4 A talajadottságok vizsgálata és jellemzése
- 2.5 Tervezési módszerek
- 2.6 Technológiai és minőségtervek

Az Eurocode 7 előírásainak alkalmazása
a földművekre és a kapcsolódó szerkezetekre.
Szempontok, követelmények, módszerek checklistjei.

Tervezési módszerek

- tervezés számítások alapján
 - a legfőbb méretezési módszer marad
 - parciális tényezők az EC 7 nemzeti mellékletéből
- tervezés megelőző intézkedésekkel szokások alapján
 - az alapvető döntések, a kiindulási megoldások
 - földműanyag választása, fagyvédelem, rézsűhajlás
- tervezés próbaterhelések alapján
 - próbabeépítések, próbatömörítések
 - horgonyzások
- tervezés megfigyeléses módszerrel
 - töltésalapozás lépcsős építéssel
 - bevágási rézsűk állékonysága

Technológiai tervek, utasítások

- a technológiai terv (utasítás) célja, érvényessége, az alapját képező terv,
- felhasználandó anyagok és minőségük,
- az alkalmazandó gépek, eszközök adatai, követelményei,
- a munkát végző személyek adatai, követelményei,
- előkészítő munkák, a munkaterület elrendezése,
- főmunkák rendje, időbeli ütemezése,
- műszaki felügyelet, ellenőrzések, jegyzőkönyvek,
- munkavédelem,
- környezetvédelem.

Minőségtervek

- az alkalmas mintavétel és mérés módszerei és a gyakorisága,
- vizsgálati eredmények értékelésének módja és elfogadási kritériumai,
- a minőség összefoglaló értékelésének rendje.

Minőségvizsgálat

- alkalmassági vizsgálatok a beépítésre tervezett anyagok és eljárások megfelelőségének bemutatására, igazolására a vállalkozó, ill. beszállítója részéről,
- ellenőrző vizsgálatok az elkészült földmű megfelelőségének igazolására a vállalkozó részéről,
- kontrollvizsgálatok a megbízó részéről a megfelelőség ellenőrzésére.

3. A tervezési rend és a tervek tartalma

3.1 Tervezési rend

3.2 A tervek célja és a geotechnikai tervezés követelményei

3.3 A geotechnikai szolgáltatások tartalmi követelményei

A tervezők kompetenciája és kooperációja
Projektfázisok és tervdokumentációk

műszaki tervfázis	a geotechnikai szolgáltatás		
	talajvizsgálati jelentés	geotechnikai szakvélemény	geotechnikai terv
tanulmányterv	előkészítő talajvizsgálati jelentés	előkészítő geotechnikai szakvélemény	geotechnikai megvalósíthatósági tanulmány
díszpozíciós terv	előkészítő talajvizsgálati jelentés	előkészítő geotechnikai szakvélemény	geotechnikai megvalósíthatósági tanulmány
engedélyezési terv	engedélyezési talajvizsgálati jelentés	engedélyezési geotechnikai szakvélemény	geotechnikai engedélyezési terv
tenderterv	tervezési talajvizsgálati jelentés	részletes geotechnikai szakvélemény	geotechnikai tenderterv
ajánlat műszaki terve	kiegészítő talajvizsgálati jelentés	kiegészítő geotechnikai szakvélemény	geotechnikai ajánlati terv
kiviteli terv	tervezési (kiegészített) talajvizsgálati jelentés	részletes (kiegészített) geotechnikai szakvélemény	geotechnikai kiviteli terv
megvalósulási dokumentum	ellenőrző talajvizsgálati jelentés	összefoglaló geotechnikai szakvélemény	geotechnikai megvalósulási dokumentum
üzemelési-fenntartási utasítás	ellenőrző talajvizsgálati jelentés	állapotvizsgálati geotechnikai szakvélemény	geotechnikai fenntartási utasítás
korszerűsítési-helyreállítási terv	ellenőrző talajvizsgálati jelentés	állapot- (kár-) vizsgálati geotechnikai szakvélemény	korszerűsítési-helyreállítási geotechnikai terv

2010 -

A Talajvizsgálati jelentés (TVJ) elvárt tartalma	
I. Az információk bemutatása	1. A vizsgálatok tárgya és célja
	2. A hely, a létesítmény (méretek, szerkezetek, hatások) ismertetése
	3. Geodéziai információk (adatok, térképek, esetleg légi felvételek)
	4. A feltételezett (egyeztetett) geotechnikai kategória
	5. A terepi és laboratóriumi vizsgálatok ideje, módja, helye és eszközei
	6. A közreműködők adatai
	7. A helyszíni bejárásakor szerzett adatok (talajvíz, szomszédos építmények, növényzet, stb.)
	8. A helyszíni története, korábbi építési tapasztalatok
	9. Geológiai adottságok, szeizmicitás
	10. A terepi és laboratóriumi mérések eredményei
	11. Talajvíz-, belvíz- és élővízadatok
	12. Fúrásnaplók a fúrás közbeni megfigyelésekkel együtt
	13. Az eredmények közlése grafikusán, táblázatokban, jegyzőkönyvekben
II. Az információk értékelése	1. A terepi és labormunka és egyéb információgyűjtés értékelése
	2. A hibásnak vélt, vagy hiányos adatok ismertetése
	3. Javaslat további (kiegészítő) vizsgálatokra - indoklással, programmal
	4. A geológiai adottságok és a szeizmicitás értékelése a további teendők tekintetében
	5. Az eredmények célszerű grafikus és táblázatos ábrázolása
	6. A változó adatok statisztikai értékelése a geotechnikai kategóriához igazodóan
	7. Talajszelvények bemutatása a különböző formációk megkülönböztetésével
	8. A talajrétegek szöveges ismertetése (osztályozó, hidraulikai és mechanikai jellemzők)
	9. A talajvízviszonyok bemutatása (mélység, ingadozás, áramlások, kémiai jellemzők)
	10. A tervezési paraméterek felvételére alkalmas adatbemutató

A geotechnikai terv (GT) tartalma

1. A feladat ismertetése (a terv tárgya, célja, funkciója)
2. A projekt közreműködői, a tervelőzmények, a megrendelő díszpozíciók, egyeztetett tartalmak
3. Az építési helyszín és a környezete bemutatása
4. A tervezett építmény bemutatása (méretek, szerkezet, hatások, geodéziai adatok)
5. A talaj- és talajvízviszonyok ismertetése a korábbi geotechnikai szolgáltatások alapján
6. A geotechnikai kategória a körülmények, a kockázatok és nehézségek vázolásával indokolva
7. A geotechnikai szerkezetek szöveges ismertetése, rajzai az anyagminőségekkel,
8. A tervezéshez alkalmazott talajkörnyezeti modellek, tervezési állapotok vázolása
9. A tervezési követelmények rögzítése
10. A geotechnikai számítások ismertetése
11. A technológiai, organizációs, ütemezési követelmények bemutatása
12. A biztonságtechnikai és környezetvédelmi követelmények ismertetése
13. Minőség szabályozási (minőségi és minőségellenőrzési) követelmények és módszerek ismertetése
14. A műszaki felügyelet terve
15. Az építmény viselkedésének megfigyelési terve
16. Fenntartási és üzemelési utasítások
17. A tervezéshez használt szabályozási anyagok, specifikációk, számítógépes programok, szakirodalom

4. Földművek szerkezetének és építésének tervezése

- 4.1 Alapvető elvek, követelmények, eljárási rend
- 4.2 Földműanyagok osztályozása, minősítése
- 4.3 A földművek szerkezeti kialakítása
- 4.4 A földműépítés egyes technológiai részfeladatai
- 4.5 A földművek minőségellenőrzése

Az új talajosztályozási rendszer

Földanyagok minősítése és jelölése sokféle szempontból
Geoműanyagok típusai, minősítése, funkciója és méretezése
Földműrészek szerkezete, építése, minőségi követelményei
A tömörség- és teherbírás ellenőrzésének korszerű módszerei

Földművek anyagának minősítése

A földműanyagok általános osztályozása

A talajok (új) szabványos osztályozása

A talajok minősítése a földműanyagként való általános alkalmasság szerint

Építéstechnológiai célú minősítések

A terep és a feltalaj minősítése

A földanyagok fejthetőségének minősítése

A földanyagok tömöríthetőségének minősítése

Vízmozgásokkal kapcsolatos minősítések

A talajok vízvezető-képességének minősítése földművekhez

A talajok erózióérzékenységének minősítése földművekhez

A fagyveszélyesség minősítése

A talajok térfogat-változási hajlamának minősítése

Egyéb földműanyagok alkalmasságának megítélése

Kohósalakok

Újrahasznosítandó építőanyagok

Származékanyagok

Geoműanyagok

Az alkalmazható geoműanyagok funkciói és fajtái

Geoműanyagok előírandó jellemzői az egyes útépitési alkalmazásokhoz

Geotextíliák erősségének osztályozása

A terep és a feltalaj minősítése

A-1 Kedvező minősítés adható, ha

- nagytömegű gumikerekes földmunkagéppel jól járható a terület,
- a terep becsült vagy mért teherbírási modulusa $E_2 > 15$ MPa,
- durva szemcséjű talajok alkotják a felső 50 cm-t,
- olyan finom szemcséjű talajok alkotják a felső 50 cm-t, melyekre $I_c > 0,9$.

A-2 Bizonytalan minősítés adható, ha

- a terület csak néhány napos szárazság után járható gumikerekes nagy munkagépekkel, de terepjárók és lánctalpas eszközök nedves időben is közlekedhetnek,
- a terep becsült vagy mért teherbírási modulusa $7,5 < E_2 \leq 15$ MPa,
- olyan finom szemcséjű talajok alkotják a felső 50 cm-t, melyekre $0,75 < I_c \leq 0,9$.

A-3 Kedvezőtlen minősítés adható, ha

- magas talajvíz van,
- csak kisebb munkagépekkel, terepjárókkal járható a terület,
- becsült vagy mért teherbírási modulusa $2,5 < E_2 \leq 7,5$ MPa,
- olyan finom szemcséjű talajok alkotják a felső 50 cm-t, melyekre $0,5 < I_c \leq 0,75$.

A-4 Gyenge minősítés adható, ha

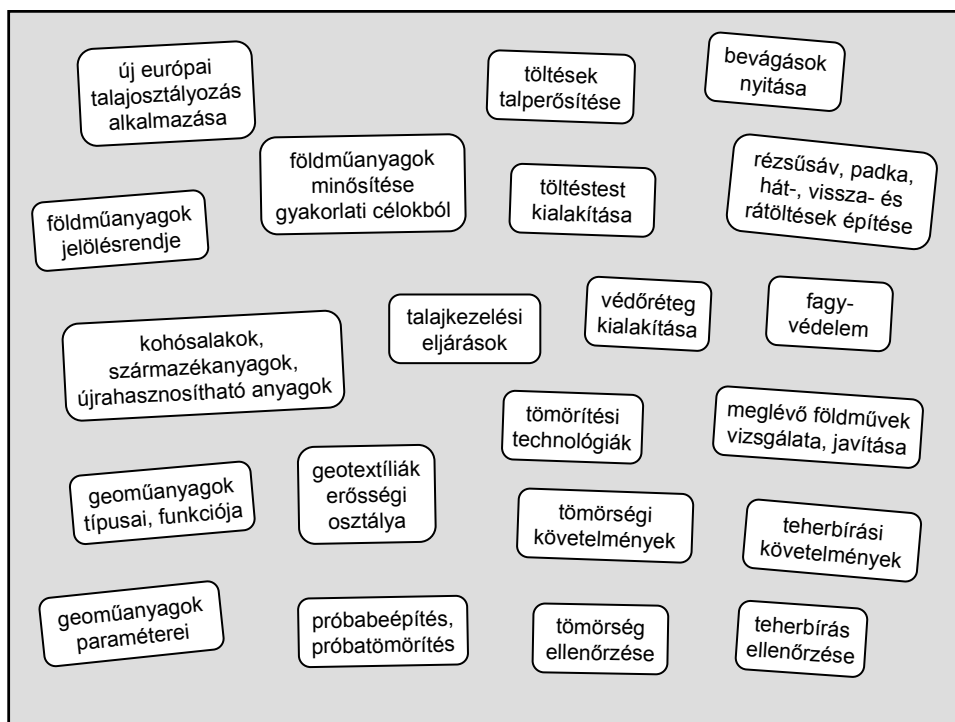
- tartósan belvizes a terület,
- csak gyalogosan és speciális járművekkel járható a terület,
- becsült vagy mért teherbírási modulusa $E_2 \leq 2,5$ MPa,
- olyan finom szemcséjű talajok alkotják a felső 50 cm-t, melyekre $I_c \leq 0,5$.

Geotextília			Jellemző paraméter		GRK1	GRK2	GRK3	GRK4	GRK5
típus	szerkezet	anyag			ha a paraméter nagyobb, mint				
nem-szőtt ⁵⁾⁶⁾	bármely típus	bármely polimer	átszakítási ellenállás ¹⁾	kN	0,5	1,0	1,5	2,5	3,5
			területi sűrűség ²⁾	g/m ²	80	100	150	250	300
szőtt	fóliaszalag, hasított szál	polipropilén polietilén	szakítószilárdság ¹⁾³⁾	kN/m	20	30	35	45	50
			területi sűrűség ¹⁾	g/m ²	100	160	180	220	250
	multifilamens szálak	általában poliészter	szakítószilárdság ¹⁾⁴⁾	kN/m	60	90	150	180	250
			területi sűrűség ¹⁾	g/m ²	230	280	320	400	550

¹⁾ az átlag egyszeres szórással csökkentett értéke ²⁾ átlagérték ³⁾ a gyengébbik irányra vonatkozik
⁴⁾ az erősebb irányra vonatkozik, míg a gyengébbikben min. 50 kN/m szakítószilárdság
⁵⁾ min. 25 kN/m szilárdságú georácscsal erősített termékek esetében egy kategóriával javítható a minősítés
⁶⁾ szőtt geotextíliás erősítés esetén a területi sűrűség növekedése vehető figyelembe

Finomszemcsés, puha talajra fektetett geotextília fölé kerülő talaj jellemzője		AB3	AB1	AB2	AB4
		kézi beépítés	gépi beépítés	gépi beépítés	gépi beépítés
		jelentéktelen építési forgalom	kis nyommélységű építési forgalom	5-15 cm nyommélységű építési forgalom	>15 cm nyommélységű építési forgalom
AS1	kedvező, nem okozhat sérülést	GRK1			
AS2	durva v. vegyes szemcsékből álló talaj	GRK2	GRK2	GRK3	GRK4
AS3	élesszélű, durva v. vegyes szemcsékből álló talaj < 40 % görgeteggel	GRK3	GRK3	GRK4	GRK5
AS4	élesszélű, durva v. vegyes szemcsékből álló talaj > 40 % görgeteggel	GRK4	GRK4	GRK5	P
AS5	durva vagy vegyes szemcsékből álló talaj > 40 % éles görgeteggel	GRK5	GRK5	P	P

P póbbeépítés szükséges a geotextília kiválasztásához a sérülések mennyiségének kibontás utáni felmérése alapján



Régi utak korszerűsítése

Alapkérdés:

Elég a burkolaterősítés?

Kell-e földműjavítás?



Az útmérnök és a geotechnikus szemléletmódjának különbözősége

	útmérnök	geotechnikus mérnök
a tönkremenetel értelmezése	forgalom okozta szabályos leromlás	földmű teherbírás-csökkenése miatt bekövetkezett hiba
szemléletmód jellemzői	rendszerek szabványok, típusmegoldások	egyedi esetek, szakértői munka, spec. megoldások
a megoldás tartománya	szakaszokban, egy időszakra	lokálisan, véglegesen
preferált technológia	erősítés aszfaltrétegekkel	víztelenítés, teljes újjáépítés
elsődleges követelmény	gyorsan, kis zavarással	tartós megoldást

6. RÉZSŰK ÁLLÉKONYSÁGÁNAK BIZTOSÍTÁSA

- 5.1 Általános követelmények és szempontok
- 5.2 A rézsűállékonyság vizsgálata
- 5.3 A rézsűállékonyság javításának lehetőségei
- 5.4 Rézsűtípusok tervezési sajátosságai

Lamellás vagy véges elemes állékonyságvizsgálat

Állékonyságjavítás

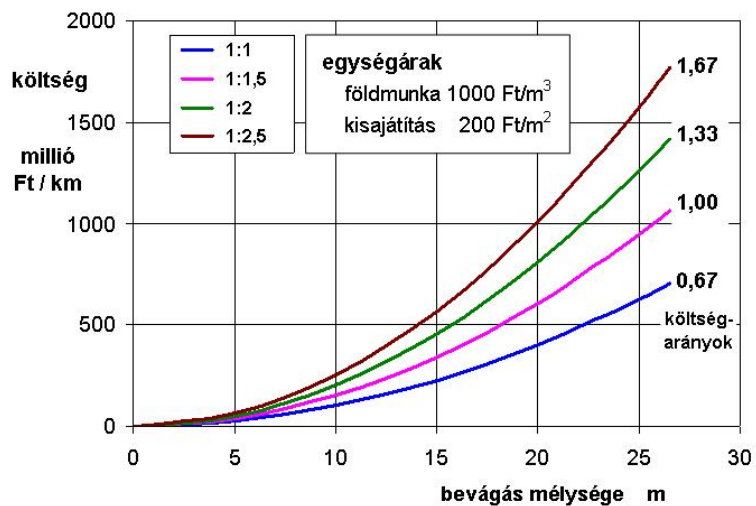
víztelenítési, geometriai és mérnökbiológiai módszerekkel,
támszerkezetekkel, georácsokkal, talajszegekkel

Lejtő, bevágás, szikla, töltés, -szélesítés, anyagnyerő, lerakó.

A rézsűállékonyság kérdései - az ÚT 2-1.222 megközelítésmódja

- A rézsűhajlás költségvonzata sokkal nagyobb, mint azt a mérnökök általában, s főként az állami földtulajdonon nevelkedettek „érik”.
- Az M7 ap. ~20 m-es bevágásai közül csak egyetlen egy csúszott meg, (ez is a késői víztelenítés miatt) ami túlzott óvatosságra vall.
- Nagyobb kockázatvállalás is elfogadható, mert az építés alatti mozgások kezelhetők, s csúszás esetén sem fenyeget életveszély.
- Rendelkezésre állnak már könnyen, gyorsan kezelhető, olcsó, megbízható állékonyságvizsgáló számítógépes programok.
- A nyírószilárdság karakterisztikus értéke a csúszólap egészére vonatkozó „óvatos átlagérték” lehet, s az erre elvárt biztonság 1,35.
- Ha a lehetséges legkisebb nyírószilárdsággal számolunk, akkor ennél kisebb biztonság is elegendő.
- A megfigyeléses módszer - a szomszédos rézsűkön tapasztaltakból kiindulva s a mélyítés hatásait figyelve - jól alkalmazható.
- A meredekebbre vett hajlás miatt fenyegető erózió elleni védekezésre ma már jó termékek (geotextília, geoháló, juta-, kókuszpokróc) vannak.
- Az üzemeltetés (kaszálás) lapos rézsűhajlásra vonatkozó igényét újra kell gondolni, keressük adekvát növénytelepítésben a megoldást.

A földmű költségeinek alakulása a rézsúhajlás és a bevágásmélység függvényében



Számítógépes programok

Rézsúállékonyság vizsgálata

Total displacement (mm)
Extreme Value 17,37 m

PLAXIS
Sapientsoft
© 2002

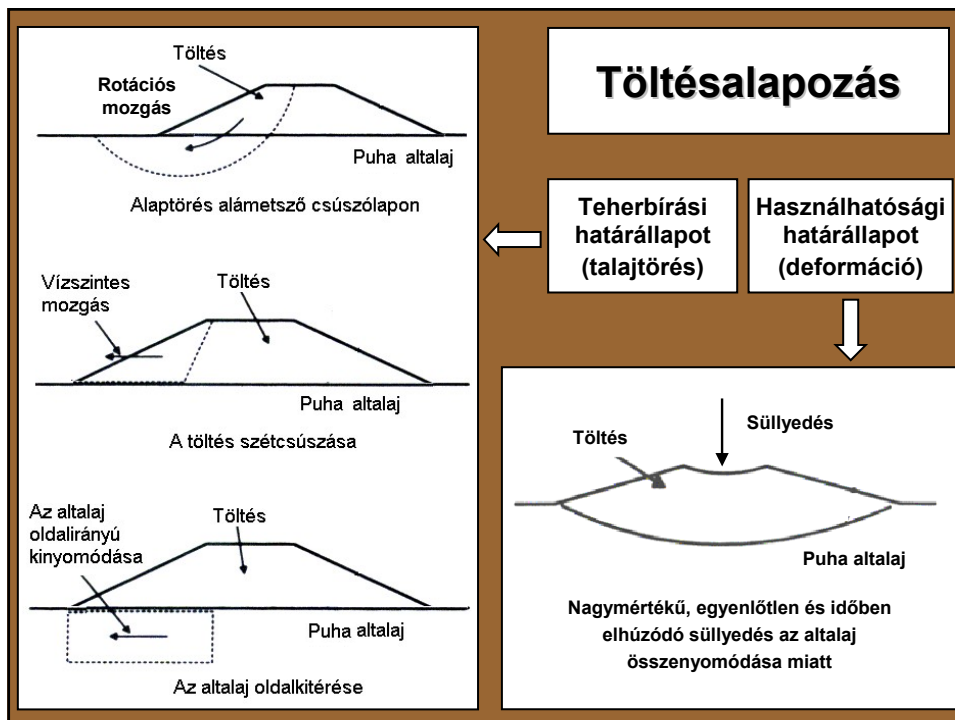
6. TÖLTÉSALAPOZÁS

- 6.1 A töltésalapozás tervezési követelményei
- 6.2 A töltésalapozások tervezése
- 6.3 Töltésalapozási megoldások irányelvei

Töltésalapozás értelmezése

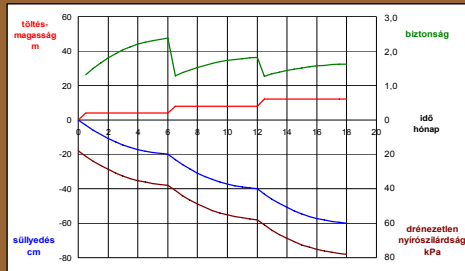
M7 autópályán alkalmazott összes módszer megjelenése

Monitoring (süllyedésmérés követelményei)



Töltésalapozás Építésszervezési megoldások

Lépcsős építés



Többlettöltés



Töltésalapozás Szerkezeti megoldások

Töltésmagasság optimalizálása (3-4 m)

- dinamikus hatások már nem érik az altalajt
- süllyedés még nem túl nagy
- talajtörés veszélye viszonylag csekély
- kiegyenlíti az alsó és felső egyenetlen hatásokat

Töltéssúly csökkentése

- süllyedés és talajtörés ellen is jó
- geohab (nem tartós)
- pernye (1 g/cm³ sűrűség)
- égetett agyaggömböcskék
- kikönnyítés csövekkel

Geoműanyagok alkalmazása

- talajtörés csökkentésére
- erős georács (több rétegben) (100 kN/m)
- geocella

Töltésrézsű laposítása

- osztó-nyomópadkával is kialakítható
- csak a talajtörés ellen hatékony

Töltésalapozás Talajjavítások

Vibrációs
mélytömörítés

Döngöléses
mélytömörítés

Hagyományos
talajcsere

Kavics-
cölöpözés

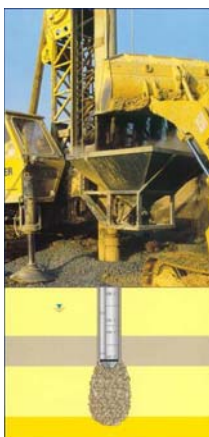
Dinamikus
talajcsere

Szalag-
drénezés

Mély-
keverés

Jet-
habarcsosítás

Váuumos
konszolidáció



7. Támszerkezetek

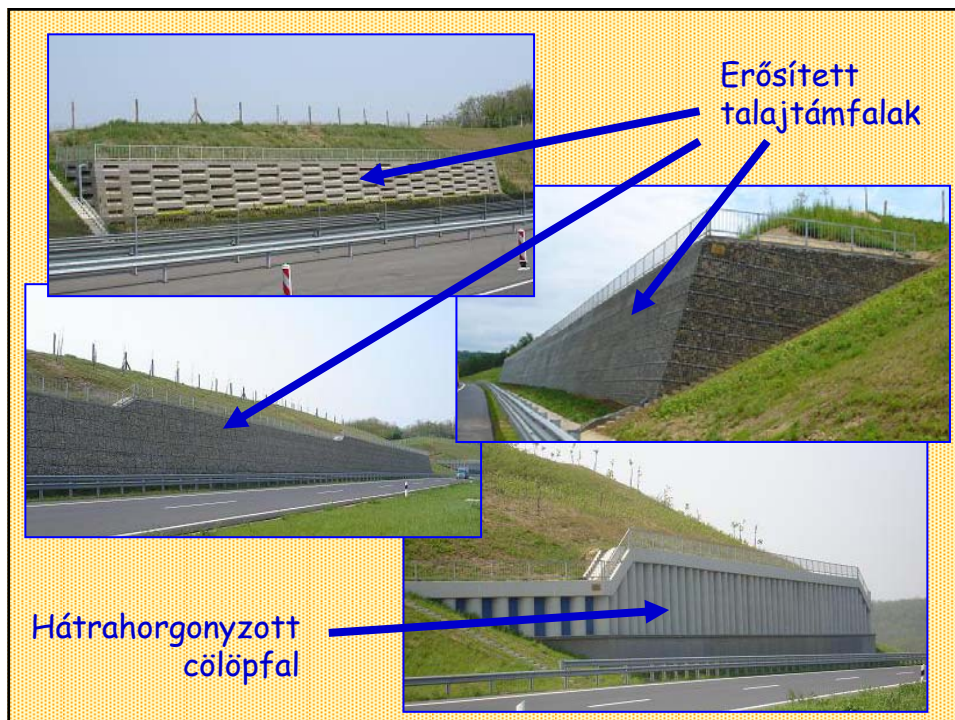
- 7.1 Általános tervezési követelmények és szempontok
- 7.2 Támfalak típusai és tervezésük alapjai
- 7.3 Befogott támszerkezetek
- 7.4 Horgonyzott szerkezetek

Súlytámfal, szögtámfal, vasalt talaj, szegezett talaj, gabion, máglyafal

Befogott cölöpfalak és szádfalak (résfalak)

Horgonyzott szerkezetek

Ökölszabályok, méretezési követelmények



A támszerkezetek két vonatkozása az ÚT 2-1.222-ben

- Támfal vagy rézsű
 - a magyar dombvidékekhez inkább a bokros, erdős rézsű illik, kőburkolatú támfalak sziklás hegyvidékre valók,
 - Ausztria szinte csak „bezöldített” máglyafalakat épít, nálunk az üzemeltető viszolyog a növényzettől,
 - bevágásokat támasztunk meg töltésbe való szerkezetekkel, az építéshez kinyitott bevágás gyakorta véglegesen is jó lenne,
 - támszerkezet esetén is az általános állékonyság lehet a meghatározó, csúszásveszélyes rézsűt csak magas támszerkezet tud stabilizálni,
 - az előírás preferálja a rézsűt.
- Támszerkezetek tartóssága
 - az Alpokban (főleg a vasutak mentén) 100-150 éves támfalak vannak, de például a pesti partfalak is hasonló korúak,
 - támszerkezetet nem egyszerű felújítani vagy javítani,
 - a víztelenítés „örökös” működése kétséges,
 - a betonelemek esetében a „kitettsé” jelentősége mára világossá vált, az acélelemek korrózióját, a faszervezetek térfogatváltozását és a műanyagok öregedését még újra kell értékelni,
 - az előírás az ajánlott 100 év élettartam alatt csak felületjavítást és tisztítást tart elfogadhatónak.

ÚT 2-1.222 - Ütügyi előírás

Kinek? Milyen célra?

Nem csak, nem elsősorban a geotechnikusok számára!

Nem csak, nem elsősorban a tervezők számára!

A geotechnikai tervezők (talán) többet tudnak ennél, számukra az előírás minimumkövetelmény, útmutató, checklist, hivatkozás, segítség a tervezői szabadság és felelősség elsődlegessége mellett.

A konkrét projekt tekintetében a konkrét terv az irányadó, nem az előírás, de a terven számon kell kérni az előírás követelményeinek teljesítését.

A geotechnikai tevékenység szabályozása az útprojektek illetékesei számára
Tulajdonos - Finanszírozó - Építtető - Hatóság - Tendereztető - Mérnök
Geotechnikus - Úttervező

Fővállalkozó - Alvállalkozó - Beszállító - Üzemeltető

A szabályozás a szakma védelme is a megrendelővel (a politikával) szemben, feltéve, hogy az „elég” jó és feltéve, hogy a szakma azt betartja.