
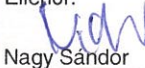





Felelős tervező: GT  Kondor János 01-0394	 FEJLESZTÉSI ÉS BERUHÁZÁSI FŐIGAZGATÓSÁG MŰSZAKI TERVEZÉS Budapest, I. Mészáros u. 19. Telefon: (1) 511-7712, 511-7766 Telefax: (1) 511-7881		
Tervező: GT Kondor János 01-0394			
Leíró: Kondor János	Megbízó: MÁV Zrt. FEJLESZTÉSI ÉS BERUHÁZÁSI FŐIGAZGATÓSÁG MŰSZAKI LEBONYOLÍTÁS 1087 BUDAPEST KÖNYVES K. KRT. 54-60.		
Ellenőr: GT  Nagy Sándor 01-10290	Tárgy: Tiszafüred – Poroszló vonalszakasz 745 – 755 hm. szelvények közötti árvízvédelmi károk helyreállításának kiviteli terve GEOTECHNIKA		
Irodavezető: KÖ-T  Rónai Attila 13-3061	Téma: Talajvizsgálati jelentés és Geotechnikai tervezési beszámoló		
Projektfelelős: KÖ-T  Rónai Attila 13-3061			
Vezető  Kuna Ferenc	Projektszám: 2014-61002-14012 Alfeladat: 2000-0007-00000000-58941		
	Tervszám: 226/2014/2	Módosítások:	Budapest, 2014.07.30.
			Oldalszám: 28

Ez a terv kizárólag a MÁV Zrt. szellemi tulajdona, írásbeli hozzájárulásunk nélkül sem sokszorosítani, sem harmadik személynek átengedni, vagy hozzáférhetővé tenni nem szabad. Engedély nélkül tilos minden további építés vagy gyártás a terv alapján.

Tartalomjegyzék

- 1./ Előzmények, megbízás, tervezési adatok
 - 2./ Talajvizsgálati jelentés
 - 2.1 Az információk bemutatása
 - 2.1.1 Természetföldrajz, földtani viszonyok
 - 2.1.2 Szeizmicitás
 - 2.1.3 Tervezési munkában résztvevők
 - 2.1.4 Geodéziai felmérés
 - 2.1.5 Geotechnikai terepi és laboratóriumi vizsgálatok
 - 2.1.6 Helyszíni viszonyok
 - 2.1.7 Talajviszonyok, talajrétegződés
 - 2.1.8 Talajvíz-viszonyok
 - 2.2 Geotechnikai információk értékelése
 - 2.2.1 Talajfizikai jellemzők, talajrétegek ismertetése, értékelése
 - 2.2.2. Talajvíz-viszonyok értékelése
 - 2.2.3. A feltárt talajok minősítése, besorolása
 - 3./ Geotechnikai tervezési beszámoló
 - 3.1 A tervezett partvédelem
 - 3.2 Nyírószilárdság
 - 3.3 Terhelések és parciális tényezők
 - 3.4 Állékonysági vizsgálatok
 - 3.5 javaslatok
 - 3.6 Földmunka és minőségbiztosítási előírások
 - 4./ Biztonságtechnika, munkavédelem
- Tervezői nyilatkozat
Függelék
- CD mellékletek:
- Fényképfelvételek
 - Fúrasi jegyzőkönyvek
 - Laborvizsgálatok
- Rajzi mellékletek:
- G-1. Fúraskitűzési helyszínrajz
 - G-2.1 – G-2.13 Fúrásszelvények (13 db)
 - G-3. Hossz-rétegszelvény
 - G-4. Keresztszelvények

1./ Előzmények, megbízás, tervezési adatok

A 2012. évi árvíz jelentős károkat okozott 2006-évben egyszer már helyreállított Tiszafüred és Poroszló vonalszakasz Tisza-tóval érintkező jobb oldali rézsűjében. A további károk megelőzése érdekében a MÁV Zrt. Műszaki Lebonyolítás Területi Mérnöki Központ Debrecen a helyreállítás előkészítését kezdeményezte. A 2012 őszen lefolytatott bejárásán a **MÁV Zrt. FBF Műszaki Tervezés részleget** bízták meg azzal, hogy tegyén javaslatot a helyreállításra.

A szakmai egyeztetéseken kialakult álláspont szerint a legfontosabb a szabályos földműprofil helyreállítása.

„...Ennek érdekében a jelenlegi töltést ki kell egészíteni. A helyreállított rézsű védelmére az alábbi három megoldást javasoltuk:

- kőmatrac vagy
- geoműanyag alkalmazását, illetve
- hagyományos humuszos védelmet.

Mindhárom esetben műszaki szövet beépítését javasoltuk, a rézsű lábánál rőzshengerek és kőrakatok alkalmazásával.

A Műszaki Lebonyolítás elfogadta a javaslatot és megbízta a Műszaki Tervezést, hogy vázlatteven mutassa be a számba jöhető változatokat, és adja meg ezek várható költségét.

A tervezést megelőzően részletesen felmértük a vasúti pálya érintett szakaszát és talajfeltárást végeztünk. A helyszínen tapasztaltak mérlegelése alapján a korábban javasolt humuszos rézsűvédelmet elvetettük, mert nem várható, hogy a terület használatának korlátozása vagy ésszerű szabályozása és az ellenőrzés eredményes lehet a jövőben. Vázlattevenket így két változatban dolgoztuk ki...” (Idézet a korábbi vázlattevenből.)

A **Műszaki Tervezés az említett megbízás keretében** készített vázlattevenben, a következő javaslatokat adta.

„...A hullámok a kőkosarak és az osztópadka közötti rézsűn törnek meg nagyobb vízállásnál, ezért a rézsűt meg kell védeni az erózió ellen. A rézsűvédelemre két javaslatot teszünk. Részleteit a P.3. rajzszerű mintakeresztszelvényeken mutatjuk meg.

1. változat, kőmatracos rézsűvédelem

Az osztópadkát és a rézsűt 23 cm vastag kőmatraccal védjük meg az erózió ellen. A kőmatrac alá műszaki szövetet kell teríteni, ez megakadályozza a talaj finom szemcséinek kimosódását. A kőmatrac szokásos rögzítése mellett célszerű 0,5x0,5 m keresztmetszetű kőkosaras bordákat beépíteni a rézsűélre merőlegesen legalább 5 m-ként. A bordákhoz rögzített kőmatrac jobban ellen tud állni az igénybevételeknek szélsőséges körülmények között – erős szél, uszadékos vagy jeges ár idején.

2. változat, geocellás rézsűvédelem

Az osztópadka és a rézsű erózió elleni védelme itt 20 cm vastag geoműanyag. A helyreállított rézsűre ebben az esetben is műszaki szövetet kell teríteni a rézsűt alkotó talaj finom szemcséinek kimosódása ellen. A geoműanyag celláit folytonos szemeloszlású, éles szemű zúzalékkal kell kitölteni. ...”

A Közép-Tisza - vidéki Vízügyi Igazgatóságon (5000 Szolnok, Boldog Sándor István krt. 4.) 2014.03.19-én történt egyeztetésen az érdekeltek az **1. változat megvalósítását** fogadták el, melyhez a Vízügyi Igazgatóság KP-1007-002/2014 számon elvi vagyonkezelői hozzájárulást adott.

A jelen geotechnikai tervünk célja, hogy az 1. változat megvalósításához geotechnikai adatokat szolgáltatson, továbbá megvizsgálja a geotechnikai veszélyeket és az üzemeltetés geotechnikai vonatkozásait.

A vasúti pálya felújításával külön geotechnikai terv foglalkozik.

A tervezési határok:

hosszirányban: 745+90-754+54 hm szelvények között 864 m hosszon,
keresztirányban: a T szelvényű támfal vízoldali függőleges síkja és a tervezett part él

A mértékadó tiszafüredi vízmérce adatai:

helye:	430,5 fkm
„0” pontja:	83,17 m Bf
az eddig mért legnagyobb vízszint (LNV)	91,98 m Bf
mértékadó árvízszint (MÁSZ):	91,31 m Bf
nyári duzzasztási vízszint:	88,60 m Bf ±10 cm
várható téli duzzasztási vízszint:	86,50-87,70 m Bf

A vízügyi ajánlások a tovább tervezéshez:

- a kőkosár alapsíkja 87,50 m Bf legyen
- a kőkosár vízoldalán a vízépítési terméskörakat rézsűhajlása 1:1,5 vagy 1:2 lehet
- a jelenlegi rézsűn teljes hosszban fakitermelés és tuskó eltávolítás szükséges
- rézsű helyreállítása vízzáró anyagból legyen

A geotechnikai tervezéshez az alábbi dokumentációk állnak a rendelkezésünkre:

- 1./ 15-T/2006 tervszámú Tiszafüred-Poroszló vasútvonal, „Vasúti töltés árvízi kára végleges töltés-helyreállítása”, Komplex Mérnöki Iroda,
- 2./ 68/2012 tervszámú Debrecen-Füzesabony vasútvonal, Tiszafüred-Poroszló vonalszakasz, Földmű helyreállítása a 745-755 pályaszakaszon, Vázlatterv, Műszaki Tervezés,
- 3./ A Közép-Tisza - vidéki Vízügyi Igazgatóság KP-1007-002/2014 számú elvi vagyonkezelői hozzájárulása
- 4./ 2012. 06.25-i helyszíni bejárás Emlékeztetője

2./ Talajvizsgálati jelentés

A töltésrézsű helyreállításának tervezéséhez szükséges *geotechnikai tervezési feladat* az MSZ EN 1997-1 (Eurocode 7: Geotechnikai tervezés) szabvány alapján a **2. geotechnikai kategóriába** sorolható. Ennek megfelelően a kiviteli tervezéshez, – létesítmény tervezője és a geotechnikai tervező együttes döntése alapján, – **Geotechnikai terv** (Talajvizsgálati jelentés + geotechnikai tervezési beszámoló) készül.

2.1 Az információk bemutatása

2.1.1 Természetföldrajz, földtani viszonyok [4]

A Tisza-tó, vagy a korabeli vízügyi elnevezés szerint a Kiskörei-víztározó Magyarország legnagyobb mesterséges tava. Hazánk keleti régiójában a Tisza 404 fkm-re (Kisköre) és 440,5 fkm-re (Tiszabábolna) között, a Tisza hullámterében kialakított mesterséges víztározó. Kiterjedését tekintve a Kárpát-medence második legnagyobb állóvize. Területe 127 km², 27 km hosszú és 9 km széles. 1973-ban jött létre, amikor is üzembe helyezték a Kiskörei-vízlépcsőt.

A területen az elöntés előtt puhafás ligeterdők, galériaerdők váltakoztak legelőkkal és kaszálókkal, holtágakkal, morotvakkal, illetve nagy kiterjedésű gyümölcsösökkel, szántókkal.

A Kiskörei-vízlépcsőt a Jászsági és a Nagykunsági főcsatornák megfelelő vízhozamának biztosítására és a térség villamos energia biztosításának céljából hozták létre. Emellett szerencsésen betölti a térség turisztikai és vízi sport centrumának szerepét is.

Az erőmű beruházási munkái 1968-ban kezdődtek, ezzel egy időben kezdték el a gátak építését, és az erdők valamint a terület fáinak letermelését. Az információk szerint a kivágott fák és a tuskók az idő rövidsége miatt sok helyen bent maradtak. A kiszállítatlan fák napjainkban is uszadékfa formájában a tó területén vannak, és sok élőlénynek adnak kiváló élelteret. (Az Óhalászi holtágban a tuskókon dankasirályok és küszvágó csérek költenek, a kiálló fatorzókra pedig a kárókatona pihennek.)

A rendszertani felosztása alapján a Tisza-tavat és a kapcsolódó területeket a *Közép-Tisza-vidék* középtáj három kistájához lehet sorolni. Ezek a Közép-tiszai-ártér kistájcsoporthoz tartozó *Hevesi-ártér* és *Borsodi-ártér*, valamint a Nagykunság kistájcsoporthoz tartozó *Tiszafüred-Kunhegyesi-sík* (Marosi – Somogyi 1990). Ezek a kistajak Tiszasülytől Tiszavalkon át Tiszapalkonyáig kb. 75 km hosszúságban, a Tisza jobb és bal partján kb. 15-15 km szélességben terülnek el.

A Közép-Tisza-vidék fejlődéstörténetét a harmadidőszak végétől érdemes nyomon követnünk. A miocén közepétől a holocénig intenzív süllyedő és nagy vastagságban feltöltődött térszínként kell értelmezni. A miocén pannon emeletében a folyamatosan kiédesedő vizű Pannon beltengerből kb. 2000 méter vastag pannon homokos, kavicsos üledék akumulálódott e területen. A felsőpannon emelet végére a Bükk és a Mátra hegységekből kifutó patakok hordalékkúp építő tevékenysége révén a beltenger, majd később a beltó fokozatosan feltöltődött, és mind nagyobb terület vált szárazulattá.

A pleisztocén folyamán folytatódott a Bükkből és Mátrából kifutó vízfolyások (Sajó, Hernád, Eger, Tarna) hordalékkúp építése, amelynek következtében a területen 100-170 m vastag folyóvízi üledéksor rakódott le. Ez a pleisztocén folyóvízi üledékösszet északról dél felé folyamatosan finomodik. Kezdetben még kavicsos és homokos üledékek akumulálódtak, a Nagykunság területén azonban már csaknem kizárólag közép- és aprószemű homok, valamint iszap rakódott le.

A felső-pleisztocén folyamán a folyóvíz felszínformáló munkája mellett egyes területeken jelentős volt a szél tevékenysége is. A felső-pleisztocén második felében a Nagykunságot érintő vízfolyások hordalékszállításában változás következett be, a szállított hordalék már egészen finom szeművé vált. Ez az agyagos, iszapos, illetve finomhomokos üledék 2-8 m vastagságban fedte be a korábbi durvább pleisztocén

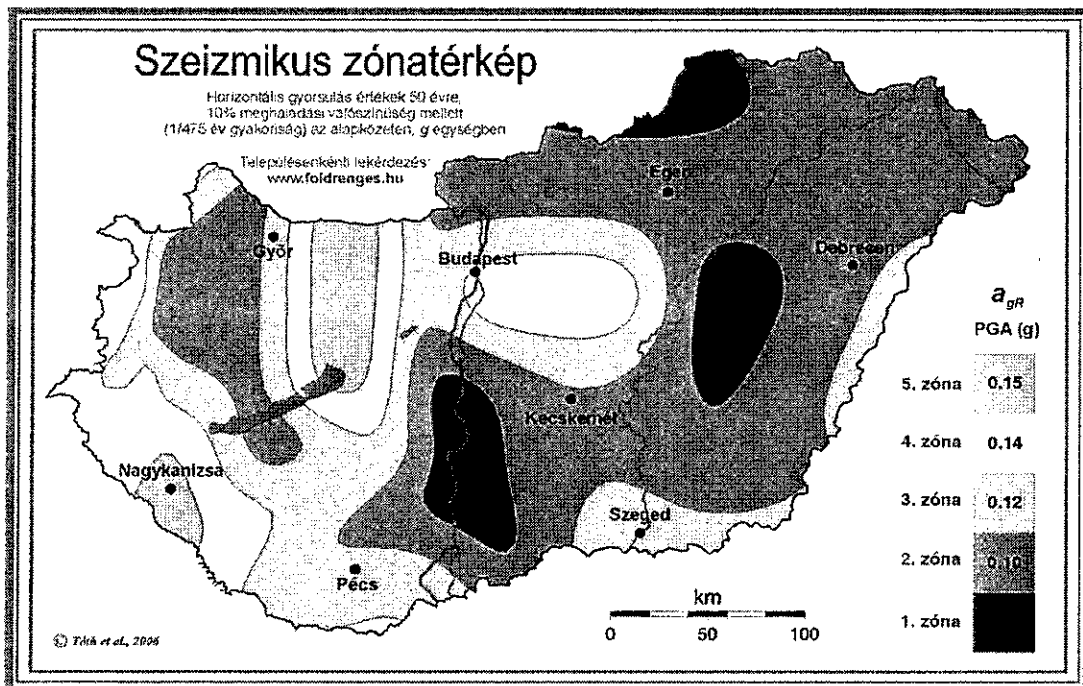
rétegeket. A felső-pleisztocén periglaciális éghajlaton ez a finomszemű üledékösszlet löszszerkezetű alakult.

A holocén folyamán a terület felszínfejlődésében jelentős változás következett be. Az egyik legfontosabb változást az jelentette, hogy Sajó és Zagyva torkolatvidéki szerkezeti süllyedések következtében a Tisza megjelent a Nagykunság északi részén. A Tisza kanyarulatfejlesztő tevékenysége révén oldalazó erózióval az összefüggő hordalékkúpi homokfelszíneket nagy területekről letarolta, az egységes hordalékkúpot kettévágta a hegylábi és a nagykunsági részre. A Tisza a letarolás mellett finom holocén üledéket is felhalmozott az árterén, így a mai Hevesi- és Borsodi-ártér felszínén a pleisztocén üledékek mellett sok helyen a legfiatalabb holocén képződmények (öntés- és rétiagyag, öntésiszap) található meg.

2.1.2 Szeizmicitás

A vizsgált terület, - a vonatkozó irodalom szerint -, szeizmológiailag kevésbé veszélyeztetett zónába (2. zóna) tartozik. A kistájon a szeizmikus zónatérkép (1. ábra) szerint a horizontális gyorsulás értéke 50 évre, 10% meghaladási valószínűség mellett (1/475 év gyakoriság) az alapközetben, „g” egységben **0,10**.

Az MSZ EN 1998-1: 2008 (Eurocode 8) szabvány a felszíni rétegek módosító hatásának figyelembevételére — a felső 30 m-es rétegösszlet tulajdonságait alapul véve — az alábbi táblázatban leírt talajkategóriákat vezette be. A kategóriák elkülönítésére legmegbízhatóbbnak a $V_{s,30}$, vagyis a felső 30 m-es összlet nyíróhullám átlagsebessége tekinthető, de a besorolás megtehető a rétegleírás, az SPT szondázás ütésszámai illetve a drénezetlen nyírószilárdság alapján.



1. ábra

MSZ EN 1998-1:2008, 3.1. táblázat: A talajviszonyok osztályozása

Altalaj osztály	A rétegszelvény leírása	Paraméterek		
		$V_{s,30}$	N_{SPT}	c_u
		[m/s]	[üt.sz./30 cm]	[kPa]
A	Szilárd közet vagy közetszerűen viselkedő geológiai képződmény, amely felett legfeljebb 5 m gyengébb fedőréteg van	>800	-	-
B	Nagyon tömör homok-, kavics- vagy kemény agyagrétegek, legalább több 10 m vastagságban, a mechanikai jellemzők a mélységgel fokozatosan növekednek	360-800	> 50	>250
C	Tömör vagy közepesen tömör homok-, kavics- vagy merev agyagrétegek, több 10 vagy akár 100 m vastagságban	180-360	15-50	70-250
D	Laza, közepesen tömör kohézió nélküli (némi puha kötött réteggel vagy anélkül), vagy túlnyomóan puha-gyúrható kötött talaj	< 180	< 15	< 70
E	Felszíni üledékréteg, amely a V_s érték szerint C vagy D osztályú, 5 és 20 m közötti vastagságú, alatta 800 m/s-nál nagyobb nyíróhullám-sebességű, merevebb anyag			
S_1	Nagy plaszticitású ($I_p > 40$) és víztartalmú, puha agyagból/iszapból álló vagy legalább 10 m vastag ilyen agyagot/iszapot tartalmazó réteg	< 100 (az érték figyelmeztető)	-	10--20
S_2	Folyósódásra hajlamos talajok, érzékeny agyagok vagy más olyan talajrétegek, amelyek nem sorolhatók az A-E vagy S_1 osztályba			

1. táblázat

A vizsgált töltésszakaszon a több fúrásunk a töltés anyagában elakadt, a legmélyebb fúrásunk 6,0 m mélységű, így mélyebb fúrások és szondázások hiányában a fentiek alapján a környezetet a szeizmikus hatás lokális módosulásának figyelembe vételéhez a geológia adatokból becsülve az E altalaj osztályba soroljuk.

2.1.3 Tervezési munkában résztvevők

Megbízó: MÁV ZRt Fejlesztési és Beruházási Főigazgatóság Műszaki Lebonyolítás egysége, 1087 Budapest, Könyves Kálmán krt. 54-60.

Generál tervező: MÁV ZRt Fejlesztési és Beruházási Főigazgatóság Műszaki Tervezés egysége, 1016. Budapest, Mészáros utca 19.

Szakági tervezők: Vázlatterv: Műszaki Tervezés 1. iroda,
Partvédelem, rézsűvédelem: Műszaki Tervezés 2. iroda,
Geotechnika: Műszaki Tervezés 5. Iroda,
Fúrások: Fugro Consult Kft 1115 Bp. Kelenföldi u. 2.
Geodézia: MÁV ZRt PLK Budapest geodéziai felmérő csoportja

A laboratóriumi vizsgálatokat az 5. Iroda talajmechanikai laboratóriuma végezte.

2.1.4 Geodéziai felmérés

A felmérési munkát a MÁV ZRt PLK Budapest geodéziai felmérő csoportja végezte. A teljes tervezési terület EOY koordináta rendszerben van felmérve.

A Fugro Kft., a fúrások helyét a vágánytengelyhez mérőszalaggal, magasságát a sínkoronához viszonyítva szintezéssel állapította meg.

A közölt fúrási térszintek Balti tenger feletti rendszerben értendők, a csatolt geotechnikai rajzi mellékleteken is Balti tenger feletti magasságok szerepelnek.

2.1.5 Geotechnikai terepi és laboratóriumi vizsgálatok

A 864 m hosszú tervezési szakaszon 7 szelvényben összesen 13 db kisátmérőjű, száraz, bélésű és öblítés nélküli fúrás készült.

A fúrásokat a MÁV Zrt. alvállalkozásában a Fugro Kft. munkatársai készítették 2013.10.08-10. között.

A fúrások „Borró” típusú fúrógéppel készültek. A fúrási jegyzőkönyvek tanúsága szerint a P1-P9 jelű fúrásoknál Ø60 mm átmérőjű spirálfúrót, a P10-P13 jelű fúrásoknál Ø55 mm átmérőjű spirálfúrót alkalmazott a fúró alvállalkozó.

A fúrások tervezett mélysége 6 m volt, de ezt a mélységet csak 2 fúrásnál sikerült teljesíteni, a fúrások többsége (a jegyzőkönyv tanúsága szerint) kavicsban, köves homokban, gyúrható iszapban, és kövér agyagban akadtak el.

A talajfeltáró fúrásból kb. 0,50 m-ként zavart mintavétel történt, a mintákat dupla pvc zacskóban, azonosításra alkalmas felirattal látták el. Ezen kívül a kötöttebb rétegekből terveztünk zavartalan mintavételt, de ez csak a P1 és a P2-s fúrásban sikerült teljesíteni. A 2 magmintát acél hengerben, légmentesen lezárva, feliratozva szállították a MÁV Zrt. Műszaki Tervezés talajmechanikai laboratóriumába.

A fúrási információkat az alábbi 2. sz. táblázatban, a fúrások eredményeit a Fúrásszelvények megnevezésű, G.2.1 – G.2.13 számú rajzon ábrázoltuk.

sorszám	szelvény	fúrás jele	táv. a vgt.-től	mélysége	magminta	q _u
	hm		m			
1	746+00	P1	jobbra 12,0	6,0	1	1
2	747+00	P2	jobbra 3,0	5,0	1	1
3		P3	jobbra 9,0	2,7	0	0
4		P4	jobbra 16,0	1,3	0	0
5	748+50	P5	jobbra 10,0	6,0	0	0
6	749+70	P6	jobbra 3,0	5,0	0	0
7		P7	jobbra 9,0	1,8	0	0
8		P8	jobbra 12,5	3,1	0	0
9	751+50	P9	jobbra 9,0	2,7	0	0
10	753+10	P10	jobbra 4,5	3,0	0	0
11		P11	jobbra 10,0	2,6	0	0
12		P12	jobbra 18,0	1,8	0	0
13	754+35	P13	jobbra 10,0	2,6	0	0

megjegyzés: q_u egyirányú nyomószilárdsági vizsgálat

2.táblázat

A talajmintákon az alábbi vizsgálatokat végeztük el:

- MSZ 14043-3:1979:Talajmechanikai vizsgálatok. Szemeloszlás meghatározása
- MSZ 14043-4:1980:Talajmechanikai vizsgálat. Konzisztencia határok
- MSZ 14043-5:1980:Talajmechanikai vizsgálatok. A talaj anyagsűrűsége

- MSZ 14043-6:1980:Talajmechanikai vizsgálatok. A talajt alkotó fázisok térfogat és tömegarányai
- Egyirányú nyomószilárdsági vizsgálat, Kézdi Á. talajmechanikai praktikum 2.7.5 pont szerint
- A szerves talajokból, salakokból izzítási veszteségi vizsgálat (Kézdi Á. talajmechanikai praktikum szerint)

2.1.6 Helyszíni viszonyok

A Debrecen – Füzesabony vasútvonal kelet-nyugat irányban, Tiszafüred és Poroszló között keresztezi a Tisza-tavat.

A 2012. évi árvíz jelentős kárt okozott a töltés támfal alatti rézsűjében. A hullámvész elmosta a töltés alsó részét, az osztópadka zöme hiányzik. A további kártétel veszélyeztetheti a földmű állékonyságát.

A 33. számú főút a vasúttal párhuzamosan halad, a két létesítményt közös töltésre helyezték ezen a szakaszon, a víztározó feltöltése előtt. A víztározót átszelő töltésbe két hidat építettek be a vasúti pálya 745 és 758 szelvények közötti szakaszán. A kezdőponthoz közelebbi műtárgy közel 80 m hosszú, a másik hossza 285 m. A műtárgyak közötti 864 m hosszú töltést a tó fogja közre.

Az út a töltés déli oldalán, a vasút az északi oldalon épült meg. Az uralkodó szélirány északi, így a vasúti pálya földművét határoló rézsút éri leginkább a szél keltette hullámverés. A rézsű védelméről nem gondoskodtak megfelelően, amikor a földművet átépítették a tározó feltöltését megelőzően, ezért a hullámvész károsítja a töltés északi rézsűjét. Különösen nagy kárt okozott a hullámvész 2006 tavaszán, az akkori magas árvíz idején.

Az árvíz levonulása után a sérült földművet helyreállították. A rézsún 80 cm magas fordított T alakú vasbeton támfalat építettek. A rézsűbe 80 cm átmérőjű – fűrészfog szerűen kiosztott kutakat süllyesztettek, erre támaszkodik a fordított „T” szelvényű vasbeton fal. A kiviteli terv szerint a kutak alapozási síkja 89,74 m Bf magasságon van. A vasbeton fal alátámasztási síkja (a kútalapok teteje) a legmagasabb árvíz szintjére került.

A támfal víz felőli oldalán ~3 m széles osztópadkát alakítottak ki, a rézsűre használt betonlapokat raktak. A vasúti pálya és a támfal között kiegészítették a töltést, így a támfal fölött ~1:4 hajlású rézsű alakult ki. A lapos rézsút (habarcsosított) geocellás védelemmel látták el.

A támfal fölötti enyhe hajlású rézsű állapota jó. Ebből arra lehet következtetni, hogy a hullámtörő szerepet is betöltő támfal mérete és térbeli helyzete megfelelő.

A betonlapokból kialakított rézsűvédelem ellenben nem vált be. Megfelelő alapozás és védelem hiányában a hullámvész kimosta a talaj finom szemcséit az aljak alól, az aljak ettől megbillentek, a rézsűfelület torzult, az aljak alatt üregek alakultak ki, ez elősegítette a további kimosódást.



1. kép, a támfal építésekor



2. kép, 2013. 08. havi felvétel

Nagymértékben hozzájárult a hullámszás kártételéhez, hogy horgászhelyeket alakítottak ki a vízparti rézsú lábánál. Ezek némelyike folyamatos táborhely a nyári időszakban. A tartós emberi jelenlét káros következményei nyilvánvalóak a természeti környezetben (lásd még a CD melléklet képeit). A növényzetet kiirtják, a rézsút megbontják, emiatt a hullámszás eróziója felgyorsul.

A területen – a támfal építését követően – a vizet kedvelő cserjék, bokrok, fák sűrű vegetációja fejlődött ki, lásd az 1. és 2. képeket.

A tervezési területen – a vizes szakági tervező kolléga tájékoztatása szerint 30 cm-nél nagyobb átmérőjű fából cca. 60 db-t, a 15 cm –s átmérőjű fából kb. 80-100 db-t lehetett megszámolni.

2.1.7 Talajviszonyok, talajrétegződés

A töltés anyagát sárgásbarna agyagos homok és szürke, sárgásszürke homokos agyag váltakozó, 0,6-2,4 m vastag rétegei alkotják. Az agyagos homok a felső zónában, közepesen tömör és köves frakciót is tartalmaz, míg lejjebb tömör, rozsdás eres sávjaikat figyelték meg a mintákban. A gyúrható konzisztencia állapotú agyrétegek 0,6-1,1 m és 2,6-5,0 m mélységben fordultak elő. A 749+70 szelvény P6-s fúrás rétegsorában 3,1 -3,6 m mélységben szürke közep tömör salakréteget azonosítottak. Ugyanitt a vágánytengelytől 9,0 m-re mélyített P7 fúrásban a barnássárga tömör iszapos kavicsfeltöltésben 1,8 m-en akadt el a spirálfúró.

A támfal környezetében készült fúrásokban hasonlóan a töltés talajaihoz barnássárga, sárgásszürke agyagos homok és szürke iszapos, homokos (esetenként rozsdás eres) sötétszürke agyagrétegek váltják egymást. A homok és agyagrétegek felső zónája köves, a P3-as jelű fúrás a közepesen tömör homok töltéstalajban 2,7 m-en elakadt.

A P6-os és P10-es fúrások 1,6-3,6 m-es sávjában 0,5 és 1,3 m vastag szürke, sötétbarna közepesen tömör salakrétegeket azonosítottak.

A mélyebb, illetve a rézsú alsó részén mélyített fúrások alsó sávjaiban (P5, P12) sötétszürke, kissé szerves, kemény, közepes és kövér agyagokat, a P8-as fúrás alsó részén sötétszürke kissé szerves gyúrható iszapot azonosítottunk. Ezek rétegek nagy valószínűséggel, a terület eredeti talaját képezik és szinte kivétel nélkül szerves alkotórészeket is tartalmaznak, ugyanakkor a jelentős lineáris zsugorodási tulajdonságot mutatnak, $\varepsilon_s=10-12\%$.

2.1.8 Talajvíz-viszonyok

A 2.1.5 pontban már említettük, hogy a 2013 év 10. hóban mélyített fúrások egyikében sem talált talajvizet a fúró vállalkozó, (így vízvizsgálatra sem került sor). Mindazonáltal több fúrás is az üzemeltető által jelzett téli (legkisebb) vízszint alatt végződik. Sajnálatos módon a feltáráskori vízszintet nem jegyezték fel. Feltételezhető azonban, hogy a vízszint valamivel a nyári 88,58 m Bf. szint alatt lehetett.

2.2 Geotechnikai információk értékelése

2.2.1 Talajfizikai jellemzők, talajrétegek ismertetése, értékelése

A feltárt talajok mért talajfizikai jellemzőit részletezve a fúrásszelvények (G.2.1—G.2.13 sz. rajz) tartalmazzák. A jellemző értékeket összevontan az alábbiakban ismertetjük.

A talajosztályozást az MSZ EN ISO 14688-1, MSZ EN ISO 14688-2 és harmonizált MSZ 14043-2: 2006 szerint végeztük.

A szemeloszlás 4 frakcióból áll: kavics = Gr; homok = Sa; iszap = Si; agyag = Cl, az egyenlőtlenlenségi mutató jele: C_u . A rajzokon és a jelen beszámolóban alkalmazott jelölések az MSZ EN ISO 14688-1 szerint:

w	feltáráskori víztartalom
C_u	egyenlőtlenlenségi mutató
C_c	görbületi mutató
Gr	kavics
Sa	homok
Si	iszap
Cl	agyag
D_m	mértékadó szemcseátmérő
e	hézagtéynyező
S_r	relatív telítettségi fok
ρ	nedves térfogatsűrűség
ρ_d	száraz térfogatsűrűség
q_u	egyirányú nyomószilárdság
I_p	plasztikus index
I_c	konzisztencia index
w_p	plasztikus határ
w_L	folyási határ
I_v	izzítási veszteség
k	vízáteresztő-képességi együttható,
I_{om}	szerves anyag tartalom

Szürke, sötétbarna SALAK:

w = 17-28%; D_m = 0,12-1,5 mm; C_u = 4,3-300; Gr = 2-40%; Sa = 32-85%; Si = 13-23%; Cl = 0%-5%; I_v = 5,7 – 14,3%

Sárgásbarna homokos, iszapos, KAVICS FELTÖLTÉS

w = 5-20%; D_m = 5-7 mm; C_u = 112,3-1500; C_c = 1,22-4,0; Gr = 48-78%; Sa = 14- 32%; Si = 8-23 %; Cl = 0-6%;

Sárgásbarna, szürke, tömör, iszapos, (köves) HOMOK és HOMOK FELTÖLTÉS

w = 6 – 18%; D_m = 0,063 – 0,1 mm; C_u = 5,9 – 314,8; C_c = 1,08-2,84; Gr = 0-9%;

Sa = 45-72%; Si = 20 -40 %; Cl =3-16%; (P5- s és P6 -s fúrásban meszes)

Sötétszürke, sárga, merev, homokos, kissé szerves ISZAP

w =12 – 27%; D_m = 0,003 – 0,063 mm; C_u = 15,2-75; Gr =2-12%, Sa = 31-48%; Si = 36 - 69%; Cl =0-4%; I_p=12,3%; I_c=0,82; I_v=7,66%

Sárgásbarna, kissé szerves, kemény, térfogatváltozó sovány AGYAG

w = 20,5%; I_p = 16,8 %; I_c = 1,15; w_p = 23,0%; w_L = 40 %; □_s=13,2%

Sötétszürke, kissé szerves, kemény, térfogatváltozó közepes AGYAG

w = 27 – 40%; I_p = 21,3 – 29,9%; I_c = 1,08 – 1,51; w_p = 32 – 30 %; w_L = 59,7 – 68,6%; I_v = 6,36-9,89%; ε_s = 12,0 – 12,9%

w = 39%; e = 1,16; S_r = 0,93; ρ = 1,29 g/cm³; ρ_{dmax} = 1,8 g/cm³, q_u=126,4 kPa

Szürke, sötétszürke, kissé szerves, térfogatváltozó kövér AGYAG

w = 31-40%; I_p = 32,4 – 35,5%; I_c = 0,96 – 1,29; w_p = 30 – 43%; w_L = 65,5 – 78,5%
ε_s = 12,6 – 13,6%, I_v=4,63-9,8%

w = 34%; e = 0,89; S_r = 0,95; ρ = 1,48 g/cm³; ρ_{dmax} = 1,93 g/cm³, q_u=186,4 kPa

Az agyagrétegek szinte kivétel nélkül szerves alkotókat is tartalmaznak, az I_v izzítási vizsgálat szerint kissé szervesnek minősülnek. A szerves komponensek mellett homokszemcséket is azonosítottak. Az agyagok a lineáris zsugorodás alapján **különösen D-5 térfogatváltozó kategóriába** tartoznak. A konzisztencia index alapján kemény és merev állapotúak, a hézagtenyezőből ítélve laza állapotúak, a visszatöltött sávjai ugyancsak lazák. A két magminta vizsgálatából következően a nyírószilárdság a plasztikus index-el növekedő, de a térfogatváltozó tulajdonság arra utal, hogy a nyírószilárdság erősen függ a víztartalomtól.

Sajnálatos, hogy a fúrásokból összesen 2 magmintát sikerült csak venni, így a nyírószilárdsági vizsgálatok száma elmarad a feladathoz szükséges mértéktől.

A talajfizikai jellemzők részletesen a fúrásszelvényeken szerepelnek.

2.2.2. Talajvíz-viszonyok értékelése

A környezetből megállapítható, hogy a töltésben elhelyezkedő talajvízszintet egyértelműen a Tisza-tó szabályozott vízszintjéből kapjuk.

Az üzemeltető adatszolgáltatása alapján az 1. pontban már megadott szinteket e helyütt is megemlítjük:

- az eddig mért legnagyobb vízszint (LNV) 91,98 m Bf
- a mértékadó árvízszint (MÁSZ): 91,31 m Bf
- a nyári duzzasztási vízszint: 88,60 m Bf ±10 cm
- a várható téli duzzasztási vízszint: 86,50-87,70 m Bf

2.2.3. A feltárt talajok minősítése, besorolása

A talajok besorolása fejthetőség szempontjából:

A salak F-II-es, a homok, iszapos homokok, homokos kavics F-II-es, az iszap, a sovány agyag az F- III-as, közepes és a kövér agyagok az F-IV-es fejthetőségi kategóriába tartoznak. Ahol a fúrás elakadt ott F-VI-s is lehet.

A talajok besorolása tömöríthetőség szempontjából:

A homokos kavics és a megfelelő iszapos homok a jól tömöríthető (T-1) talajok közé sorolható kivéve ha $C_u < 6$, a homokos iszap, iszap és sovány agyag közepesen tömöríthető (T-2), a közepes és kövér agyagok a nehezen (T-3) kategóriába tartoznak.

A talajok besorolása fagyveszélyesség szempontjából:

A sovány –közepes kövér agyagok és ezek szerves változatai a fagyérzékeny (X-2), a salak, az iszap, az iszapos homok, a fagyveszélyes (X-3) talajok közé sorolhatók.

A talajok besorolása vízvezető-képesség szempontjából:

A homokos kavics jó vízvezető (V-2) talaj, az iszap, homokos iszap, iszapos homok, közepesen vízvezető (V-3) talaj, sovány agyag és közepes agyag gyengén (V-4) vízvezető talaj, a kövér agyagok vízzáró (V-5) talajok.

A talajok besorolása erózióérzékenység szempontjából:

A homok, homokos iszap talajok erózió érzékenyek (E-1), az iszap – agyagtalajok nem erózió érzékenyek (E-2).

A salakokat nem minősítettük, amennyiben a helyreállítás során előbukkan salak, azt a beépítésre javasolt talajjal kell kicserélni.

A besorolásokat az ÚT 2-1.222:2007 szerint végeztük.

3./ Geotechnikai tervezési beszámoló

3.1. A tervezett partvédelem

Mint azt az 1. pontban már jeleztük a Közép-Tisza - vidéki Vízügyi Igazgatóságon (5000 Szolnok, Boldog Sándor István krt. 4.) 2014.03.19-i egyeztetésen az érdekeltek a Vázlaterv **1. változatát** fogadták el.

Emlékeztetőül az 1. változat: kőmatracos rézsűvédelem

Az osztópadkát és a rézsűt 23 cm vastag kőmatracokkal védjük meg az erózió ellen. A kőmatrac alá műszaki szövetet kell teríteni, ez megakadályozza a talaj finom szemcséinek kimosódását. A kőmatrac szokásos rögzítése mellett célszerű 0,5x0,5 m keresztmetszetű kőkosaras bordákat beépíteni a rézsűélre merőlegesen legalább 5 m-ként. A bordákhoz rögzített kőmatrac jobban ellen tud állni az igénybevételeknek szélsőséges körülmények között – erős szél, uszadékos vagy jeges ár idején.

A tájékoztatás szerint időközben a tervet a vizes szakági tervező szakmai megfontolások alapján az alábbiak szerint módosította:

a./ a rézsűhajlás 1:2,5

b./ a rézsű előtti kőkosarak (gabionládák) alsó síkját 1,0 m-el lejjebb 87,00 m Bf szintre helyezte, keresztmetszete lépcsős kialakítású, szélességi mérete alul 1,5 m, felül 1,0 m

c./a kőszórás alsó síkja 87,90 m Bf. magasságra kerül

d./ az 1:2,5 –s hajlású rézsű tervezett burkolatának rétegei:

- 23 cm vastag kőmatrac, a szokásos lehorgonyzással
- geotextília terítés
- 20 cm vastag homokos kavics ágyazat
- töltés pótlás 50 cm –s lépcsőképzéssel
- burkolat alá a rézsűélre merőlegesen 5 m-ként, 50x50 cm méretű kőkosaras bordákat építenek

A rézsűvédelmet a tervezési szakasz teljes hosszában tervezik megépíteni (lásd még a keresztmetszvényeket G.4. rajz).

3.2. Nyírószilárdság

A tervezett megoldás állékonysági vizsgálatához szükséges a töltést alkotó talajok nyírószilárdságának ismerete.

Mint azt a 2. pontban már jeleztük, hogy a kövér és (közepes) agyagrétegből a P1 és P2-s fúrásból származó magmintákon 2 db egyirányú nyomószilárdsági vizsgálat készült.

A mérések szerint a P1-s fúrásban $I_p=29,9\%$ $q_u=126,4 \text{ kN/m}^2$, a P2 –s fúrásban $I_p=35,5\%$ $q_u=186,4 \text{ kN/m}^2$, a középértékük $q_{um} = \frac{124,6 + 184,6}{2} = 154,6 \text{ kN/m}^2$

Ezekből becsülhető a drénezetlen nyírószilárdság $\varphi'=0$ feltételezéssel:

$$c_m = \frac{q_{um}}{2} \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi'}{2}\right) = \frac{154,6}{2} = 77,3 \text{ kN/m}^2$$

A karakterisztikus értéke: $c_{uk} = c_m \cdot (1 - k_n \cdot v_{cu})$

v_{cu} : a relatív szórás ($v_{cu}=0,4$),

k_n : a relatív szórás szorzója 95%-s konfidencia szinten, $n=2$ mintaszám esetén az átlag

becsléséhez $k_{n=2} = 1,64 \cdot \sqrt{\frac{1}{2}} = 1,16$, a karakterisztikus érték:

$$c_{uk} = 77,3 \cdot (1 - 1,16 \cdot 0,4) = 41,4 \text{ kN/m}^2.$$

A sötétszürke, sárga, merev, homokos, kissé szerves ISZAP és a sovány agyag nyírószilárdságának karakterisztikus értékét $\varphi_k=18^\circ$ és $c_k=24 \text{ kN/m}^2$ –re becsüljük.

A durva szemcsés talajok súrlódási szögének karakterisztikus értéke a következők szerint vehető fel:

- a sárgásbarna homokos, iszapos, kavics feltöltés: $\varphi_k=35^\circ$
- sárgásbarna, szürke, tömör, iszapos, (köves) homok és homok feltöltés: $\varphi_k=28^\circ$ $c_k=10 \text{ kN/m}^2$

3.3 Terhelések és parciális tényezők

Az önsúlyterheket a rézsűállékonysági vizsgálatnál $\gamma = g \cdot \rho \cong 10 \cdot 2,0 = 20 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ értékkel, a

rézsűburkolat vizsgálatánál $16 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ -el vesszük figyelembe.

A közlekedési helyettesítő teher a támfal előtti sávban $L=3,0$ m szélességben, $p=24$ kN/m^2 intenzitással (közúti felszíni teher).

Földrengés teherként az alapkőzeten megadott gyorsulást vesszük figyelembe a gyorsulási vektor vízszintessel bezárt szöge: 0 fok, nagysága:

$$b = g \cdot 0,1 \cong 10 \cdot 0,1 = 1 \text{ ms}^{-2}.$$

Parciális tényezők a 3. tervezési módszerhez:

Elcsúszásra: $\gamma_C = 1,10$

Rézsúállékonysági vizsgálatnál

Hatékony nyírószilárdsághoz: $\gamma_\phi = 1,35$

Drénezetlen nyírószilárdsághoz: $\gamma_{cu} = 1,50$

Önsúlyhoz: $\gamma_G = 1,0$

Közlekedési terhekhez: $\gamma_Q = 1,30$

szeizmikus teherhez: $\gamma_{sz} = 1,00$

A nyírószilárdság tervezési értékei: $\tan \varphi_d = \frac{\tan \varphi_k}{\gamma_\phi}$ és/vagy $c_{ud} = \frac{c_{uk}}{\gamma_{cu}}$

3.4 Állékonysági vizsgálatok

A vizsgálatot a 3.2 pont szerinti nyírószilárdsági paraméterekkel – a 746+50, 750+00, és a 753+00 hm szelvényekben – végeztünk el a Bishop-féle módszerrel [2], amely az egyik legpontosabbnak tekinthető eljárás.

A Bishop-féle módszer lényege, hogy a rézsű síkja és a körhenger csúszólappal határolt földtömeget függőleges síkokkal lamellákra osztjuk, majd minden lamellának vizsgáljuk az egyensúlyát.

A csúszólapon keletkező reakcióerők nagyságát és irányát a Coulomb-féle törési feltételből kapjuk:

$$\tau = \frac{1}{v} [\sigma' \operatorname{tg} \varphi + c]$$

Az összefüggésben τ a talaj nyírószilárdsága, σ' a vizsgált pontban működő hatékony normálfeszültség, φ a talaj belső súrlódási szöge, c a talaj kohéziója, v a nyírószilárdság mobilizálásának mértéke, vagyis a biztonsági tényező.

Az egyes lamellákra működő E_i földnyomási erők irányát a lamella felszíne és a lamellát határoló csúszólap által bezárt szög felezőjében – a [2] ajánlása szerint – vesszük fel.

A lamellákra felírt egyensúlyi egyenletekből: $\Sigma F_{ix} = 0$ és $\Sigma F_{iy} = 0$, minden lamellán számítható a földnyomás. Mivel a mobilizálás mértékét nem ismerjük ezért a feladat statikailag határozatlan, csak fokozatos közelítéssel lehet megoldani.

Azt a v_0 biztonsági tényezőt, amely az adott csúszólaphoz tartozó mobilizált nyírószilárdságot adja, abból a feltételből számítjuk, hogy utolsó lamellán a földnyomás zérus ($i=n$ és $E_n = 0$).

Az $E_n = f(h, G_i, \beta, V_i, \varphi, c) = z(v_0)$ függvény gyök helyét húrmódszerrel lehet meghatározni.

A számítógépes vizsgálat részletes leírását az [5] – ben találjuk. A kinematikailag lehetséges csúszólapok közül az lesz a kritikus csúszólap amelynél $v_0 = \min!$ Ezt a

legkisebb biztonsági tényezőt ($v_{\min} - t$) és az ehhez tartozó kritikus csúszólapot gradiens módszerrel keressük meg.

A víznyomásokat az árvízszintet követő vízszintsüllyedés nyomán keletkező áramlási nyomásból számítjuk. A földrengés hatását „pseudo statikus” módszerrel vettük figyelembe.

A vizsgálatot számítógéppel végeztük el, a szoftver a [5] szerzőjének fejlesztése.

Az eredményeket a Függelék F1-F3. ábrák táblázatában találjuk, eszerint a **biztonsági tényezőre $v=1,45-1,73-1,96$** értékeket kaptunk, tehát a rézsűk a tervezett geometria szerint, és a kőkosarak megépítésével megfelelnek.

A rézsűburkolat egyensúlyát a rézsűirányú csúsztató erőre vizsgáltuk. A vizsgálatok eredményeit a Függelékben találjuk, a **biztonsági tényező $v=1,157$** , tehát a burkolat mozgásától sem kell tartani. Megjegyezzük, hogy a kőmatracot ettől függetlenül a tervben előírt módon javasoljuk lehorgonyozni.

3.5 Javaslatok

Első lépésben a szabályos 1:2,5 hajlású rézsűs földmű profil helyreállítása történik. A munka a korábban elhelyezett betonlajak eltávolításával valamint a fa-és bozótirtással kezdődik. A fakitermelésből visszamaradó, vagy már korábban benn hagyott **tuskókat a későbbi kiüregelődés veszélye** miatt teljes egészében el kell távolítani.

Az így keletkezett üregeket, valamint a hiányzó földmű részeket vissza kell tölteni. Visszatöltés előtt a meglévő szabálytalan rézsűt lépcsőzni kell. A lépcsők magassága ne legyen nagyobb 50 cm-nél. A szélesítést a lépcsőkhöz igazított rétegenként, gondosan tömörítve kell elkészíteni, a lehetőségek szerint túltöltéssel és a túltöltött rézsű „visszaszedésével”. Egy-egy lépcsőt 2x25 cm-s rétegben könnyű vibrohengerrel vagy a szűkebb helyeken vibrolappal lehet/célszerű tömöríteni. Az így kialakított felületre terítve, és gondosan tömörítve készül 20 cm vastagságban a homokos kavics szűrőréteg.

Az 2,0 x1,5 m keresztmetszetű kőkosarak helyét rézsűláb előtt víz alatti kotrással alakítják ki (lásd még a keresztmetsvényeket). A kőmatrac elemeket a kőkosarak folytatásaként helyezik a már előkészített felületre. A kőmatracot elemenként legalább 2 db 60 -80 cm hosszú kampósan kialakított Ø16 mm átmérőjű betonacél horgonyzó tüskékkel rögzíteni kell a rézsűhöz (a tervben ennél sűrűbb rögzítés is előfordulhat).

A 23 cm vastag kőmatrac elemek alá geotextila kerül.

A hullázás okozta alámosás elkerülésére a kőkosarak víz felőli oldalán kőszórást kell készíteni.

A tervezett nádtelepítés csökkenti a hullázás energiáját, így az ebből a szempontból is indokolt.

3.6 Földmunka és minőségbiztosítási előírások

A meglévő földművek szélesítésénél – lásd részletesen a terv mintakeresztmetszvényeiben, – az **MSZ 15105 – 65** előírásai a mértékadók.

A földmunka építésénél, tömörítésnél, a méretek ellenőrzésénél, tömörség és teherbírásméréseknél a beépített anyagok ellenőrzésénél a vonatkozó **MSZ** szabványok előírásait is be kell tartani.

A töltés kiegészítése és a szélesítés 25 cm vastagságú rétegekben, rétegenkénti tömörítéssel $T_{rp} = 97\%$ tömörség betartásával és ellenőrzésével készüljön.

Földmunkát csak földmunkavégzésre alkalmas időszakban lehet és szabad végezni. Téli, kora tavaszi, hóolvadási időszakban, amikor a talaj átfagyása felenged, illetve csapadékos időszakban a földletermelést nem szabad végezni, mert maga a gépekkel történő munkavégzés teszi elfogadhatatlanná a földmű minőségét, ezért többlet talajcsere, vagy talajjavítás igénye merülhet fel.

Felhívjuk a figyelmet, hogy a tervezett rézsűvédelmi munkák egy része **térfogatváltozó talajokat is érint.** A **térfogatváltozó talajok fokozottan érzékenyek a vízre.** Ezért a földmunkákat úgy kell szervezni és végrehajtani, hogy kivitelezés közben a csapadék és egyéb víz a földműben és környezetében ne okozzon kárt. A tuskók kiemelését követően törekedni kell a keletkezett üregeket minél előbbi visszatöltésére.

Talajazonosító vizsgálat 200 m³-ként, tömörségmérés 25 cm-es rétegenként, 50 m távolságonként, egy keresztmetszetben legalább 2 helyen mérve ajánlott.

Valamennyi beépíteni tervezett anyagnak, és szerkezetnek meg kell felelni a 3/2003.(I.25.) BM-GKM-KvVM sz. együttes rendelet az építési termékek műszaki követelményeinek, megfelelőség igazolásnak, forgalomba hozatalának és felhasználásának részletes szabályairól szóló rendelet, valamint a 36/2006.(VI.21.) GKM rendelet előírásainak.

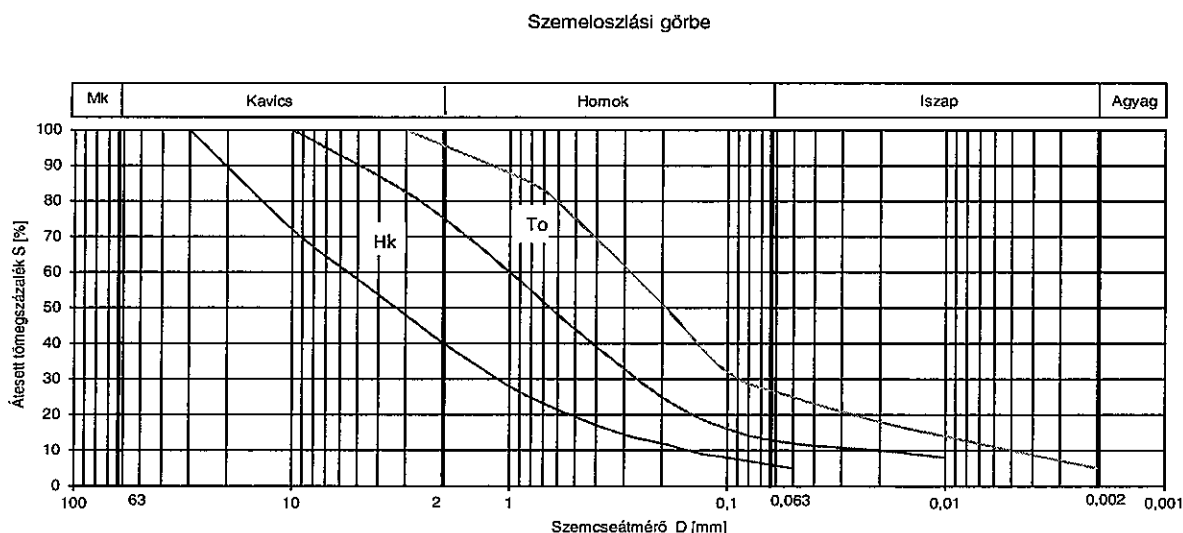
Az általános töltésképző anyag $\rho_{dmax} \geq 1,75 \text{ t/m}^3$, szervesanyag tartalom nélkül.

Hk jelű homokos kavics ágyazat a kőmatracok alá

A Hk jelű talaj szemeloszlása az 1. ábrán a Hk tartományt határoló görbék közé esik. Környékbeli anyagnyerő helyről javasoljuk a beszerzését. Minősítése szemeloszlási -és Proctor-vizsgálattal történik. A szemeloszlása a megadott határoktól – a Mérnök engedélyétől függően – kismértékben eltérhet.

To jelű töltésképző talaj

A To jelű töltésképző talaj szemeloszlása az 1. ábrán a To tartományt határoló görbék közé esik.. Környékbeli anyagnyerő helyről javasoljuk a beszerzését. Minősítése szemeloszlási -és Proctor-vizsgálattal történik. A szemeloszlása a megadott határoktól – a Mérnök engedélyétől függően – kismértékben eltérhet



1. ábra: Hk hom .kav. ágyazat és To töltésképző talaj szemeloszlási határgörbéi

Geotextília a kőmatracok és a kőkosarak alá

A kőmatracok és a kőkosarak alá helyezett geotextiliának a beépítés során és a végleges állapotában is jelentős mechanikai igénybevételt kell elviselnie, ezért annak tulajdonságait a GRK4 robusztussági kategóriának megfelelően kell megválasztani, figyelemmel a várható mikrobiológiai hatásokra is.

A tervezett élettartama alatt a talaj, illetve a vizes környezet pH értéke a következő határokat nem lépheti át: $4 < \text{pH} < 9$. A beépítés során a takarás nélküli időtartama várhatóan $t < 30$ nap. Cementtel vagy mésszel nem érintkezhet.

Az előbbieken túl a geotextiliának erózió védelmi funkciót is el kell látnia. A várható élettartama $t > 25$ év.

Csak olyan termék építhető be, amelyik CE jelzéssel vagy építőipari műszaki engedéllyel (ÉME) rendelkezik.

Karbantartás

A megbízható rézsűvédelem kulcsa a kőmatracok és kőkosarak rendszeres legalább évenként egyszeri felülvizsgálata, de a rongálásnak kitett szakaszokon ajánlott a gyakoribb felülvizsgálat is. A felülvizsgálat során ellenőrizni kell az acélhálók épségét, folytonosságát. Az esetleges kő, vagy földhiányt haladéktalanul pótolni kell. Az esetlegesen megbontott, vagy korrodált hálórészeket a kosár élekgig történő visszabontással célszerű helyreállítani.

4./ Biztonságtechnika, munkavédelem

Geotechnikai tervünk az érvényben lévő munkavédelmi és biztonságtechnikai előírások betartásával készült.

Munkavégzéskor valamennyi munkafolyamat esetében be kell tartani a vonatkozó balesetvédelmi utasítások előírásait.

Munkavégzés a helyszínen csak az adott munkanemben és technológiában jártas felelős vezető jelenlétével, illetve irányításával történhet. Az alkalmazott gépeknek és eszközöknek üzemeltetése munkavédelmi és biztonságtechnikai minősítéshez kötött.

Közművek helyzetét a munka indítása előtt a kezelőkkel egyeztetni kell, és szükség esetén az építés időtartamára külön szakfelügyeletet kell biztosítani.

A munkagépekre vonatkozó főbb előírások:

Munkahely üzemében a felelős műszaki vezető állandó jelenléte kötelező, kényszerű távolléte esetén köteles helyettesítéséről gondoskodni.

Köteles továbbá a munka megkezdése előtt a dolgozóknak baleset-elhárítási és tűzvédelmi oktatást tartani, különös hangsúllyal a helyi baleseti veszélyekre.

A gép magasfeszültségű vezeték alá nem telepíthető. A gép felvonulása előtt a Megbízótól, beruházótól, üzemeltetőtől írásbeli nyilatkozatot kell kapni arra vonatkozólag, hogy a tervezett beavatkozások helyén elektromos kábel, postakábel, víz-, csatorna-, gázvezeték vagy egyéb földalatti létesítmény nem található.

Meg kell győződni arról, hogy a tervezett munkahely víztelenítése, vízelvezetése megoldott-e.

*Nem szabad a munkagépet felázott, megsüllyedt, egyenetlen talajra telepíteni.
A szűk közlekedő sávban a munkagépek mozgását különösen gondosan kell megszervezni,
figyelemmel az építési járműforgalomra is. A rendelkezésre álló keskeny sávban csak az
arra kijelölt személyek tartózkodhatnak.*

Szabványok, irodalom:

MSZ EN 1997-1 EC 7-1 Geotechnikai tervezés 1. rész

MSZ EN 1997-2 EC 7-2 Geotechnikai tervezés 2. rész

MSZ EN ISO 14688-1 Geotechnikai vizsgálatok, Talajok osztályozása és azonosítása

MSZ EN 1998-1 EC 8-1 Tartószerkezetek tervezése földrengésre 1. rész

Útügyi Műszaki előírás: ÚT 2-1.222: Utak és autópályák létesítésének általános szabályai

[1] Kézdi Árpád, Talajmechanikai praktikum, Tankönyvkiadó, Bp. 1976

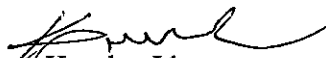
[2] Kézdi Árpád, Talajmechanika II. Tankönyvkiadó, Bp. 1975.

[3] Szepesházi Róbert, Geotechnikai tervezés, Tervezés az EC7 és a kapcsolódó európai geotechnikai szabványok alapján, Bp. 2008 szept. B.M. Magyarország Kft.

[4] Oláh M. – Tóth Cs. 2008: A Tisza-tó természetrajza, In: (szerk.: Michalkó G. – Dávid L.) A Tisza-tó turizmusa. Budapest. pp. 18-30. ISBN 978-963-06-4883-7, <http://geogis.detek.unideb.hu>

[5] Kondor J. Rézsűállékonysági vizsgálat számítógéppel, Mélyépítéstudományi Szemle, 1980. 1.sz.

Budapest, 2014. július hó



Kondor János
geotechnikai tervező



**FEJLESZTÉSI ÉS BERUHÁZÁSI FŐIGAZGATÓSÁG
MŰSZAKI TERVEZÉS**

Tervezői Nyilatkozat

A terv megnevezése: Tiszafüred-Poroszló 745–755 szlv közötti árvízvédelmi károk helyreállítása

Geotechnikai terv

Tervszám: 226/2014/2

**Megbízó: MÁV Zrt. Fejlesztési és Beruházási Főigazgatóság
Műszaki Lebonyolítás**

Szakmai nyilatkozat:

Alulírott Kondor János büntetőjogi felelősségem tudatában kijelentem, hogy a csatolt tartalomjegyzék szerinti tervek kidolgozáshoz megfelelő szakképzettséggel rendelkezem. Az általam aláírt terveket a tervezés időpontjában érvényben lévő törvényekben (a vasúti közlekedésről szóló 2005. évi CLXXXIII tv., a munkavédelemről szóló 1993. évi XCIII. tv., és a „Környezet védelmének általános szabályairól” hozott 1995. évi LIII. tv.), jogszabállyal közzétett szabályzatokban (Országos Vasúti Szabályzat, Országos Településrendezési és Építési Követelmények, Országos Tűzvédelmi Szabályzat, Országos Közforgalmú Vasutak Pályatervezési Szabályzata), utasításokban előírtak, továbbá az egyes tervrészleteken megadott nemzeti szabványok előírásai szerint készítettem. Előírások hiányában a szakma elismert szabályai szerint jártam el.

Budapest, 2014.07.30.

Kondor János
GT- 01-0394
felelős tervező

Függelék

F1a,b ábra: Rézsűállékonysági vizsgálat a 746+50 szelvényben

F2,a,b ábra: Rézsűállékonysági vizsgálat a 750+00 szelvényben

F3a,b ábra: Rézsűállékonysági vizsgálat a 753+00 szelvényben

F4 ábra: Rézsűburkolat egyensúlyi vizsgálata

A rézsű geometriai adatai						
a rézsűt alkotó tereppontok koordinátái	s.szám	x	y			
	-	[m]	[m]			
a "0" sorszámú pont a rézsű talppontja előtt	0	-2,00	0,00			
a rézsű talppontja	1	0,00	0,00			
egy pont a rézsűn	2	3,00	0,81			
egy pont a rézsűn	3	4,00	0,81			
a rézsű körömpontja	4	10,30	3,40			
az "5" sorszámú pont a rézsű körömpontja mögött	5	13,40	3,60			
a "6" sorszámú pont a túloldali rézsű talppontja	6	14,05	3,60			
terephajlás a rézsű előtt	$tg\epsilon_e$	-	0,000			
1.rézsű magassága	Δh_1	m	0,8			
1.rézsű hajlása	$tg\beta_1$	-	0,270			
2.rézsű magassága	Δh_2	m	0,0			
2.rézsű hajlása	$tg\beta_2$	-	0,000			
3.rézsű magassága	Δh_3	m	2,6			
3.rézsű hajlása	$tg\beta_3$	-	0,411			
terephajlás a rézsű fölött	$tg\epsilon$	-	0,065			
kontroll: $\Sigma\Delta h_i=y_4$	h_3	-	3,40			
az eredő rézsűhajlás	$tg\beta_o$	-	0,330			
A rétegek helyzete és talajfizikai jellemzői						
talajrétegek	s.szám	z	$tg\epsilon$	γ	ϕ	c
	-	[m]	-	[kN/m ³]	[fok]	[kN/m ²]
barnássárga töm. isz. homok	1	2,7	0,00	20,0	21,5	7,4
sötétszürke köz. szerv. agyag	2	4,6	0,00	20,0	0	27,3
szürke köz. szerv. köv. agyag	3	6,0	0,00	20,0	0	27,3
szürke köz. szerv. köv. agyag	4	6,0	0,00	20,0	0	27,3
szürke köz. szerv. köv. agyag	5	6,0	0,00	20,0	0	27,3
a pórusvíznyomás függvény koordinátái	s.szám	x	y			
	-	[m]	[m]			
	1	0,8	0,2			
	2	7	2,8			
	3	14	3,6			
a körhenger csúszólap sugara	R	m	10,30			
csúszólap és a terep metszéspont a rézsűkoronán	x_r	m	13,30			
csúszólap és a terep metszéspont a rézsű előtt	x_t	m	-0,50			
terhelés a rézsűn						
megoszló teher eleje a rézsű körömpontjától	x_o	m	0,00			
megoszló teher szélessége	Δx	m	3,00			
megoszló (jármű) teher alapértéke	p_o	kN/m ²	24			
a megoszló (jármű) teher intenzitása	p_j	kN/m ²	31,20			
a teher kezdőpontja	$x_e=x_4+x_o$	m	10,30			
a teher végpontja	$x_v=x_4+x_o+\Delta x$	m	13,30			

F1/a.ábra, Rézsűállékonysági vizsgálat a 746+50 szelvényben

A rézsű geometriai adatai						
a rézsűt alkotó tereppontok koordinátái	s.szám	x	y			
	-	[m]	[m]			
a "0" sorszámú pont a rézsű talppontja előtt	0	-2,20	-0,20			
a rézsű talppontja	1	0,00	0,00			
egy pont a rézsűn	2	2,90	0,92			
egy pont a rézsűn	3	3,90	0,92			
a rézsű körömpontja	4	8,90	3,38			
az "5" sorszámú pont a rézsű körömpontja mögött	5	12,50	3,52			
a "6" sorszámú pont a túloldali rézsű talppontja	6	12,52	4,27			
terephajlás a rézsű előtt	$tg\epsilon_e$	-	0,091			
1.rézsű magassága	Δh_1	m	0,9			
1.rézsű hajlása	$tg\beta_1$	-	0,317			
2.rézsű magassága	Δh_2	m	0,0			
2.rézsű hajlása	$tg\beta_2$	-	0,000			
3.rézsű magassága	Δh_3	m	2,5			
3.rézsű hajlása	$tg\beta_3$	-	0,492			
terephajlás a rézsű fölött	$tg\epsilon$	-	0,039			
kontroll: $\Sigma\Delta h_i=y_4$	h_3	-	3,38			
az eredő rézsűhajlás	$tg\beta_0$	-	0,380			
A rétegek helyzete és talajfizikai jellemzői						
talajrétegek	s.szám	z	tgε	γ	φ	c
	-	[m]	-	[kN/m ³]	[fok]	[kN/m ²]
barnássárga töm. hom. kavics	1	2,5	0,00	20,0	27,4	0
sötétszürke kem.kövérgyag	2	6,0	0,00	20,0	0	27,3
sötétszürke kem.kövérgyag	3	6,0	0,00	20,0	0	27,3
sötétszürke kem.kövérgyag	4	6,0	0,00	20,0	0	27,3
sötétszürke kem.kövérgyag	5	6,0	0,00	20,0	0	27,3
a pórusvíznyomás függvény koordinátái	s.szám	x	y			
	-	[m]	[m]			
	1	0,8	0,2			
	2	8,0	3,0			
	3	14,0	3,6			
a körhenger csúszólap sugara	R	m	9,80			
csúszólap és a terep metszéspont a rézsűkoronán	x_r	m	11,90			
csúszólap és a terep metszéspont a rézsű előtt	x_t	m	-0,80			
terhelés a rézsűn						
megoszló teher eleje a rézsű körömpontjától	x_0	m	0,00			
megoszló teher szélessége	ΔX	m	3,00			
megoszló (jármű) teher alapértéke	p_0	kN/m ²	24			
a megoszló (jármű) teher intenzitása	p_j	kN/m ²	31,20			
a teher kezdőpontja $x_e=x_4+x_0$	x_e	m	8,90			
a teher végpontja $x_v=x_4+x_0+\Delta X$	x_v	m	11,90			

F2/a.ábra, Rézsűállékonysági vizsgálat a 750+00 szelvényben

A rézsű geometriai adatai						
a rézsűt alkotó tereppontok koordinátái	s.szám	x	y			
	-	[m]	[m]			
a "0" sorszámú pont a rézsű talppontja előtt	0	-2,00	0,00			
a rézsű talppontja	1	0,00	0,00			
egy pont a rézsűn	2	3,00	0,75			
egy pont a rézsűn	3	4,00	0,75			
a rézsű körömpontja	4	10,30	3,25			
az "5" sorszámú pont a rézsű körömpontja mögött	5	13,75	3,37			
a "6" sorszámú pont a túloldali rézsű talppontja	6	13,75	4,26			
terephajlás a rézsű előtt	$tg\epsilon_0$	-	0,000			
1.rézsű magassága	Δh_1	m	0,8			
1.rézsű hajlása	$tg\beta_1$	-	0,250			
2.rézsű magassága	Δh_2	m	0,0			
2.rézsű hajlása	$tg\beta_2$	-	0,000			
3.rézsű magassága	Δh_3	m	2,5			
3.rézsű hajlása	$tg\beta_3$	-	0,397			
terephajlás a rézsű fölött	$tg\epsilon$	-	0,035			
kontroll: $\Sigma\Delta h_i=y_4$	h_3	-	3,25			
az eredő rézsűhajlás	$tg\beta_0$	-	0,316			
A rétegek helyzete és talajfizikai jellemzői						
talajrétegek	s.szám	z	$tg\epsilon$	γ	φ	c
	-	[m]	-	[kN/m ³]	[fok]	[kN/m ²]
barnássárga töm. isz. homok	1	2,7	0,00	20,0	21,5	7,4
sötétszürke köz. szerv. agyag	2	4,6	0,00	20,0	0	27,3
szürke köz. szerv. köv. agyag	3	6,0	0,00	20,0	0	27,3
szürke köz. szerv. köv. agyag	4	6,0	0,00	20,0	0	27,3
szürke köz. szerv. köv. agyag	5	6,0	0,00	20,0	0	27,3
a pórusvíznyomás függvény koordinátái	s.szám	x	y			
	-	[m]	[m]			
	1	0,8	0,2			
	2	10	2,8			
3	14	3,6				
a körhenger csúszólap sugara	R	m	10,80			
csúszólap és a terep metszéspont a rézsűkoronán	x_r	m	13,30			
csúszólap és a terep metszéspont a rézsű előtt	x_t	m	-0,80			
terhelés a rézsűn						
megoszló teher eleje a rézsű körömpontjától	x_0	m	0,00			
megoszló teher szélessége	Δx	m	3,00			
megoszló (jármű) teher alapértéke	p_0	kN/m ²	24			
a megoszló (jármű) teher intenzitása	p_j	kN/m ²	31,20			
a teher kezdőpontja $x_e=x_4+x_0$	x_e	m	10,30			
a teher végpontja $x_v=x_4+x_0+\Delta x$	x_v	m	13,30			

F3/a.ábra, Rézsűállékonysági vizsgálat a 753+00 szelvényben

Rézsúállékonysági vizsgálat
Tiszafüred-Poroszló állomások között, 746+50 hm szelvény

a rézsú magassága $h = 3,40$ m az eredő rézsúhajlás $\text{tg}\beta_0 = 0,330$

szabadfelszíni pórusvíz				piesztikus pórusvíz				nincs pórusvíz					
n	x	y	h	z	ρ	φ	c	p	b	α_0	pv. f(x)	φ_0	c_0
-	m	m	m	m	g/cm ³	fok	kN/m ²	kN/m ²	ms ⁻²	fok	m	fok	kN/m ²
0	13,30	3,59	0,00	3,59	-	-	-	-	-	-	3,55	-	-
1	12,30	3,53	1,30	2,23	2,00	21,5	7,4	0	0,98	0,00	3,46	15,2	5,1
2	11,30	3,46	2,23	1,23	2,00	21,5	7,4	0	0,98	0,00	3,36	15,2	5,1
3	10,64	3,42	2,94	0,70	2,00	21,5	7,4	0	0,98	0,00	3,28	15,2	5,1
4	9,40	3,03	3,11	-0,08	2,00	0,0	27,3	0	0,98	0,00	3,03	0,0	18,8
5	8,50	2,66	3,17	-0,51	2,00	0,0	27,3	0	0,98	0,00	2,66	0,0	18,8
6	7,60	2,29	3,13	-0,84	2,00	0,0	27,3	0	0,98	0,00	2,29	0,0	18,8
7	6,70	1,92	3,00	-1,08	2,00	0,0	27,3	0	0,98	0,00	1,92	0,0	18,8
8	6,03	1,64	2,78	-1,20	2,00	0,0	27,3	0	0,98	0,00	1,64	0,0	18,8
9	4,90	1,18	2,48	-1,30	2,00	0,0	27,3	0	0,98	0,00	1,18	0,0	18,8
10	4,00	0,81	2,11	-1,30	2,00	0,0	27,3	0	0,98	0,00	0,81	0,0	18,8
11	3,00	0,81	2,01	-1,20	2,00	0,0	27,3	0	0,98	0,00	0,81	0,0	18,8
12	2,00	0,54	1,54	-1,00	2,00	0,0	27,3	0	0,98	0,00	0,54	0,0	18,8
13	1,00	0,27	0,96	-0,69	2,00	0,0	27,3	0	0,98	0,00	0,27	0,0	18,8
14	0,00	0,00	0,26	-0,26	2,00	0,0	27,3	0	0,98	0,00	0,00	0,0	18,8
15	-0,50	0,00	0,00	0,00	2,00	0,0	27,3	0	0,98	0,00	0,00	0,0	18,8

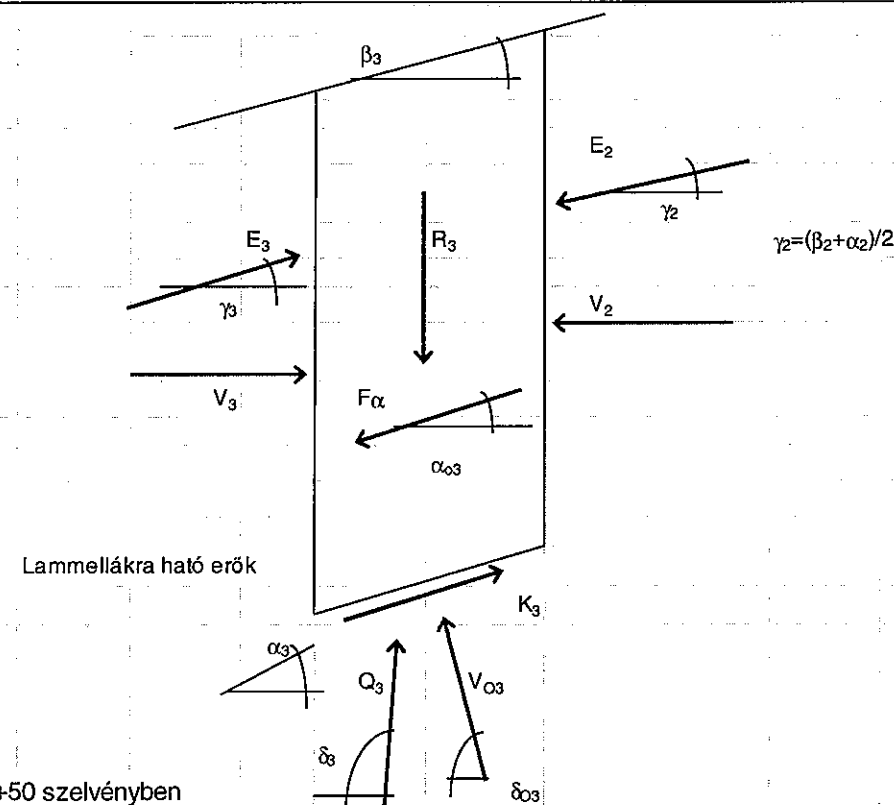
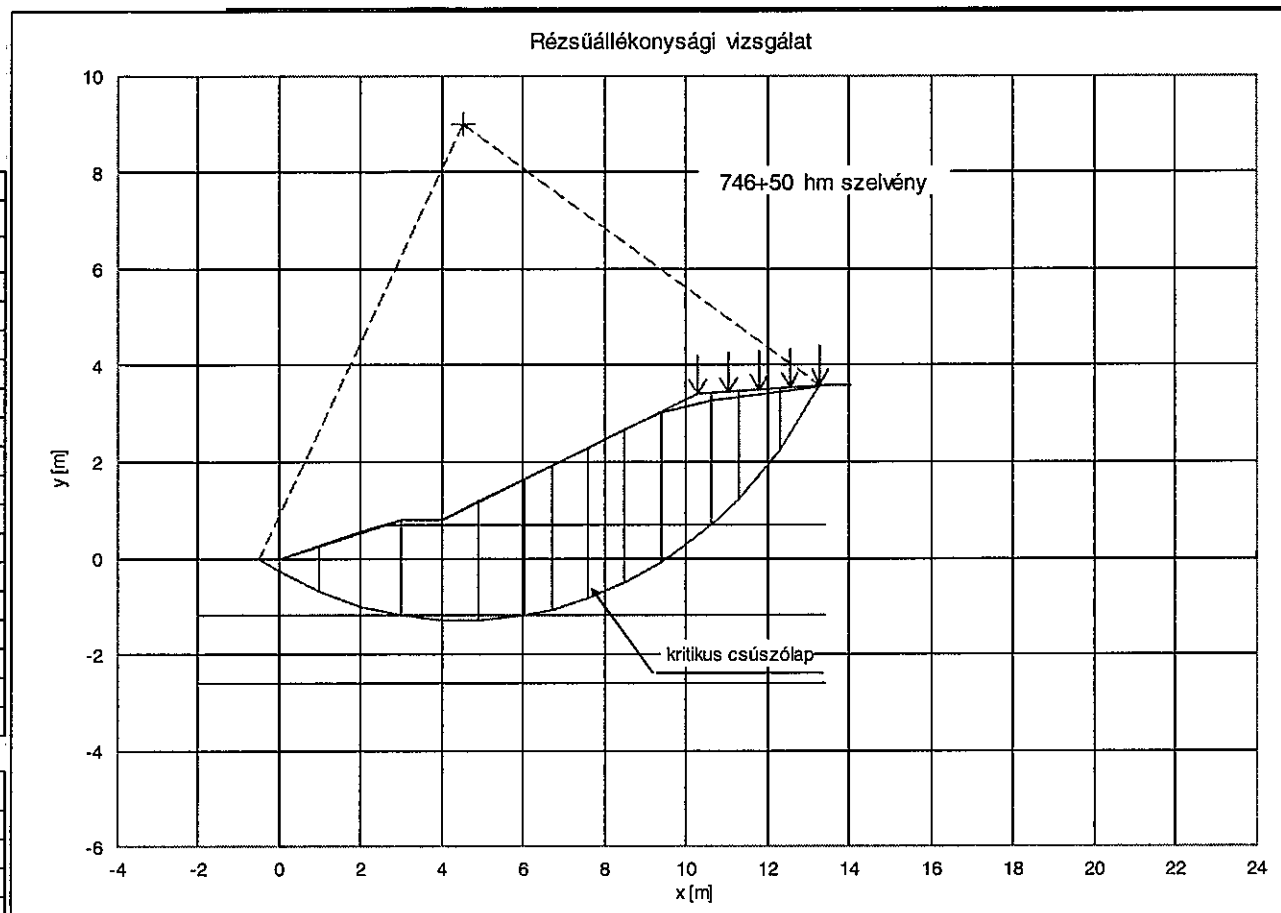
n	G+p Δ x	q=p Δ x	R=G+q	F α	β	α	K	V	V $_0$	Q	E	$\delta_0=90-\alpha$	$\delta=90-\alpha+\varphi$
-	kN/m	kN/m	m	kN/m	fok	fok	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	fok	fok
1	13,0	31,2	44,2	1,3	3,7	53,7	8,6	7,50	10,0	30,6	17,4	36,30	51,46
2	35,3	31,2	66,5	3,5	3,7	45,1	7,2	22,59	23,7	44,8	40,3	44,94	60,11
3	34,2	20,6	54,8	3,4	3,7	38,8	4,3	33,39	19,9	37,9	56,6	51,24	66,40
4	75,0	10,6	85,6	7,4	17,5	32,3	27,6	48,49	41,8	36,6	69,0	57,68	57,68
5	56,6	0,0	56,6	5,6	22,3	25,5	18,7	50,33	31,3	22,0	78,5	64,54	64,54
6	56,7	0,0	56,7	5,6	22,3	20,0	18,0	49,01	30,2	26,2	86,6	69,98	69,98
7	55,2	0,0	55,2	5,4	22,3	14,8	17,5	44,94	28,5	27,4	92,1	75,23	75,23
8	38,8	0,0	38,8	3,8	22,3	10,3	12,8	40,43	20,0	20,8	94,0	79,72	79,72
9	59,4	0,0	59,4	5,8	22,3	5,2	21,3	30,83	30,2	32,4	92,8	84,77	84,77
10	41,3	0,0	41,3	4,1	22,3	-0,4	16,9	22,19	20,7	26,3	87,2	90,43	90,43
11	41,1	0,0	41,1	4,0	0,0	-5,7	18,9	20,12	20,7	42,2	66,7	95,73	95,73
12	35,4	0,0	35,4	3,5	15,1	-11,4	19,2	11,78	18,1	16,0	52,9	101,36	101,36
13	24,9	0,0	24,9	2,4	15,1	-17,1	19,7	4,58	13,0	20,8	33,7	107,11	107,11
14	12,2	0,0	12,2	1,2	15,1	-23,0	20,4	0,34	6,6	15,0	11,8	113,05	113,05
15	1,3	0,0	1,3	0,1	0,0	-27,6	10,6	0,00	0,7	5,3	0,0	117,64	117,64

biztonsági tényező: $v = 1,453$

Jelmagyarázat:

- x: a terep, a rézsú, és a csúszólap vízszintes koordinátái
- y: a terep és a rézsú pontjainak függőleges koordinátái
- z: a csúszólap pontjainak függőleges koordinátái
- pv.f(x): a pórusvíznyomás függvény értékei
- h: a lamella oldalainak magassága
- φ, c : nyírószilárdság értékei a csúszólapon
- p: végtelen nagy alapterületű megoszló teher intenzitása
- q: a véges alapterületű megoszló teher intenzitása

- φ_0, c_0 : a csúszólapon mobilizált nyírószilárdság
- b: a gyorsulásvektor
- α_0 : a gyorsulásvektor vízszintessel bezárt szöge
- F α : a gyorsulási erő
- E: földnyomás a lamella oldalán
- K és Q: csúszólapon fellépő reakcióerők
- V, és V $_0$: a lamellára működő víznyomás



F1/b. ábra, Rézsúállékonysági vizsgálat a 746+50 szelvényben

Rézsúállékonysági vizsgálat

Tiszafüred-Poroszló állomások között, 750+00 hm szelvény

a rézsú magassága h= 3,38 m az eredő rézsúhajlás $tg\beta_0 = 0,380$

szabadfelszínű pórusvíz	+ piesztikus pórusvíz							nincs pórusvíz						
n	x	y	h	z	ρ	φ	c	p	b	α_0	pv. f(x)	φ_c	c_u	
-	m	m	m	m	g/cm ³	fok	kN/m ²	kN/m ²	ms ⁻²	fok	m	fok	kN/m ²	
0	11,90	3,50	0,00	3,50	-	-	-	-	-	-	3,44	-	-	
1	11,15	3,47	1,01	2,45	2,00	27,4	0,0	0	0,98	0,0	3,36	16,7	0,0	
2	10,40	3,44	1,80	1,64	2,00	27,4	0,0	0	0,98	0,0	3,28	16,7	0,0	
3	9,51	3,40	2,42	0,88	2,00	27,4	0,0	0	0,98	0,0	3,17	16,7	0,0	
4	8,90	3,38	2,93	0,45	2,00	0,0	27,3	0	0,98	0,0	3,09	0,0	15,8	
5	8,07	2,97	3,00	-0,03	2,00	0,0	27,3	0	0,98	0,0	2,97	0,0	15,8	
6	7,23	2,56	2,97	-0,41	2,00	0,0	27,3	0	0,98	0,0	2,56	0,0	15,8	
7	6,40	2,15	2,85	-0,70	2,00	0,0	27,3	0	0,98	0,0	2,15	0,0	15,8	
8	5,57	1,74	2,65	-0,91	2,00	0,0	27,3	0	0,98	0,0	1,74	0,0	15,8	
9	4,73	1,33	2,37	-1,04	2,00	0,0	27,3	0	0,98	0,0	1,33	0,0	15,8	
10	3,90	0,92	2,03	-1,11	2,00	0,0	27,3	0	0,98	0,0	0,92	0,0	15,8	
11	2,90	0,92	2,01	-1,09	2,00	0,0	27,3	0	0,98	0,0	0,92	0,0	15,8	
12	1,93	0,61	1,58	-0,97	2,00	0,0	27,3	0	0,98	0,0	0,61	0,0	15,8	
13	0,97	0,31	1,06	-0,75	2,00	0,0	27,3	0	0,98	0,0	0,31	0,0	15,8	
14	0,00	0,00	0,43	-0,43	2,00	0,0	27,3	0	0,98	0,0	0,00	0,0	15,8	
15	-0,80	-0,07	0,00	-0,07	2,00	0,0	27,3	0	0,98	0,0	0,00	0,0	15,8	

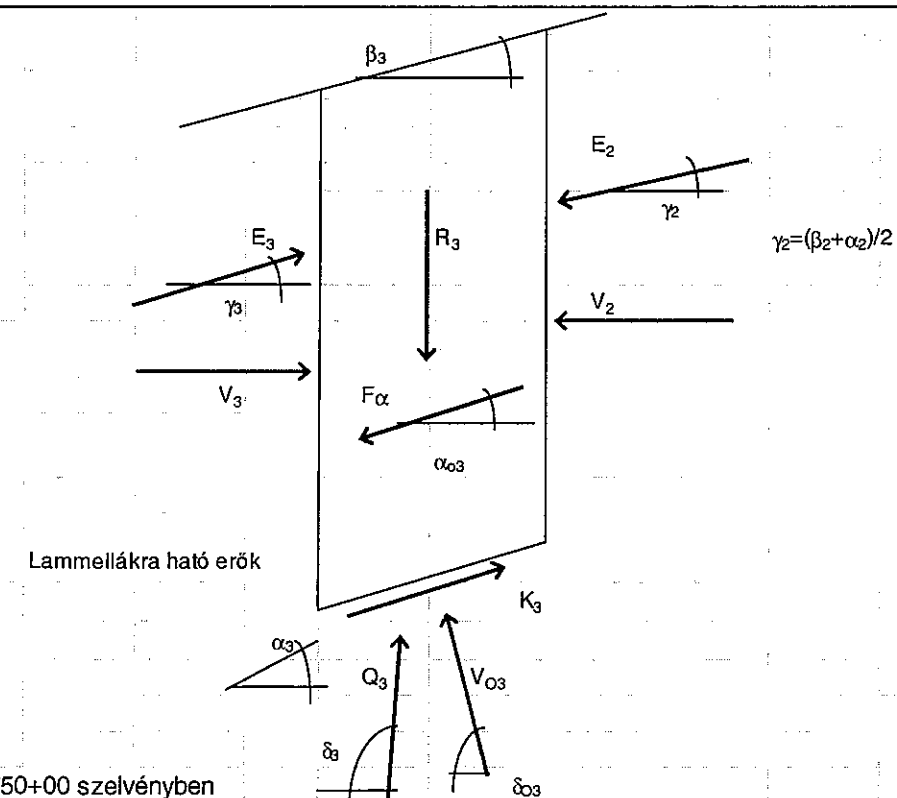
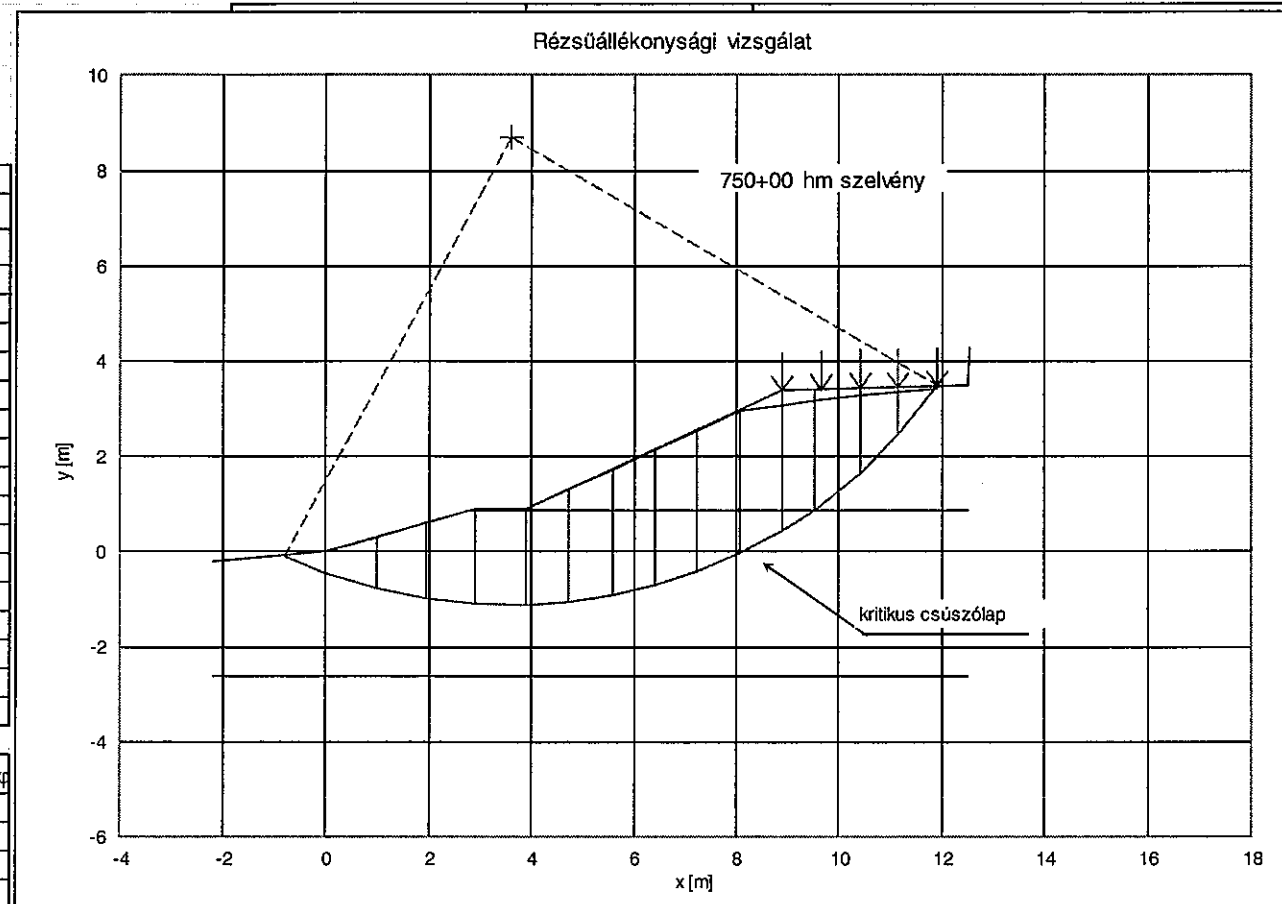
n	G+p Δ x	q=p Δ x	R=G+q	F α	β	α	K	V	V $_0$	Q	E	$\delta_0=90-\alpha$	$\delta=90-\alpha+\varphi$
-	kN/m	kN/m	m	kN/m	fok	fok	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	fok	fok
1	7,6	23,4	31,0	1,3	2,2	54,2	0,0	4,08	5,4	24,7	17,5	35,75	52,42
2	21,1	23,4	44,5	2,1	2,2	47,3	0,0	13,32	14,0	32,5	36,3	42,74	59,41
3	37,5	27,8	65,3	3,7	2,2	40,6	0,0	26,18	23,0	46,0	57,7	49,40	66,07
4	32,6	19,0	51,6	3,2	2,2	35,0	11,7	34,73	18,3	35,0	69,8	55,01	55,01
5	49,4	0,0	49,4	4,8	26,2	30,0	15,2	44,93	27,1	9,3	69,2	60,00	60,00
6	49,7	0,0	49,7	4,9	26,2	24,5	14,4	44,03	27,3	20,8	76,0	65,49	65,49
7	48,5	0,0	48,5	4,8	26,2	19,3	13,9	40,57	25,7	22,1	81,1	70,75	70,75
8	45,8	0,0	45,8	4,5	26,2	14,2	13,5	35,08	23,6	22,8	83,6	75,84	75,84
9	41,9	0,0	41,9	4,1	26,2	9,2	13,3	28,17	21,2	22,7	83,2	80,83	80,83
10	36,7	0,0	36,7	3,6	26,2	4,3	13,2	20,51	18,4	21,8	79,6	85,74	85,74
11	40,3	0,0	40,3	4,0	0,0	-1,1	15,8	20,12	20,2	42,0	60,2	91,11	91,11
12	34,7	0,0	34,7	3,4	17,6	-6,9	15,3	12,53	17,5	14,1	49,0	96,88	96,88
13	25,5	0,0	25,5	2,5	17,6	-12,6	15,6	5,62	13,1	19,8	33,3	102,62	102,62
14	14,4	0,0	14,4	1,4	17,6	-18,5	16,1	0,92	7,6	14,6	15,7	108,50	108,50
15	3,4	0,0	3,4	0,3	5,2	-24,0	13,8	0,03	0,0	9,8	0,0	114,04	114,04

biztonsági tényező: $\gamma = 1,732$

Jelmagyarázat:

- x: a terep, a rézsú, és a csúszólap vízszintes koordinátái
- y: a terep és a rézsú pontjainak függőleges koordinátái
- z: a csúszólap pontjainak függőleges koordinátái
- pv.f(x): a pórusvíznyomás függvény értékei
- h: a lamella oldalainak magassága
- φ_c : nyírószilárdság értékei a csúszólapon
- p: végtelen nagy alapterületű megoszló teher intenzitása
- q: a véges alapterületű megoszló teher intenzitása

- φ_0, c_0 : a csúszólapon mobilizált nyírószilárdság
- b: a gyorsulásvektor
- α_0 : a gyorsulásvektor vízszintessel bezárt szöge
- F α : a gyorsulási erő
- E: földnyomás a lamella oldalapján
- K és Q: csúszólapon fellépő reakcióerők
- V, és V $_0$: a lamellára működő víznyomás



F2/b. ábra, Rézsúállékonysági vizsgálat a 750+00 szelvényben

Rézsúállékonysági vizsgálat
Tiszafüred-Poroszló állomások között, 753+00 hm szelvény

a rézsú magassága $h = 3,25$ m az eredő rézsúhajlás $\text{tg}\beta_0 = 0,316$

szabadfelszíni pórusvíz			piesztikus pórusvíz					nincs pórusvíz					
n	x	y	h	z	ρ	φ	c	p	b	α_0	pv. f(x)	φ_0	c_0
-	m	m	m	m	g/cm ³	fok	kN/m ²	kN/m ²	ms ⁻²	fok	m	fok	kN/m ²
0	13,30	3,35	0,00	3,35	-	-	-	-	-	-	3,35	-	-
1	12,30	3,32	1,21	2,11	2,00	21,5	7,4	0	0,98	0,0	3,26	11,3	3,8
2	11,30	3,28	2,12	1,16	2,00	21,5	7,4	0	0,98	0,0	3,16	11,3	3,8
3	10,49	3,26	2,83	0,55	2,00	21,5	7,4	0	0,98	0,0	3,08	11,3	3,8
4	9,40	2,89	3,00	-0,10	2,00	0,0	27,3	0	0,98	0,0	2,89	0,0	13,9
5	8,50	2,54	3,06	-0,52	2,00	0,0	27,3	0	0,98	0,0	2,54	0,0	13,9
6	7,60	2,18	3,03	-0,85	2,00	0,0	27,3	0	0,98	0,0	2,18	0,0	13,9
7	6,70	1,82	2,91	-1,08	2,00	0,0	27,3	0	0,98	0,0	1,82	0,0	13,9
8	5,80	1,46	2,71	-1,24	2,00	0,0	27,3	0	0,98	0,0	1,46	0,0	13,9
9	4,90	1,11	2,43	-1,32	2,00	0,0	27,3	0	0,98	0,0	1,11	0,0	13,9
10	4,00	0,75	2,08	-1,33	2,00	0,0	27,3	0	0,98	0,0	0,75	0,0	13,9
11	3,00	0,75	1,99	-1,24	2,00	0,0	27,3	0	0,98	0,0	0,75	0,0	13,9
12	2,00	0,50	1,56	-1,06	2,00	0,0	27,3	0	0,98	0,0	0,50	0,0	13,9
13	1,00	0,25	1,03	-0,78	2,00	0,0	27,3	0	0,98	0,0	0,25	0,0	13,9
14	0,00	0,00	0,40	-0,40	2,00	0,0	27,3	0	0,98	0,0	0,00	0,0	13,9
15	-0,80	0,00	0,00	0,00	2,00	0,0	27,3	0	0,98	0,0	0,00	0,0	13,9

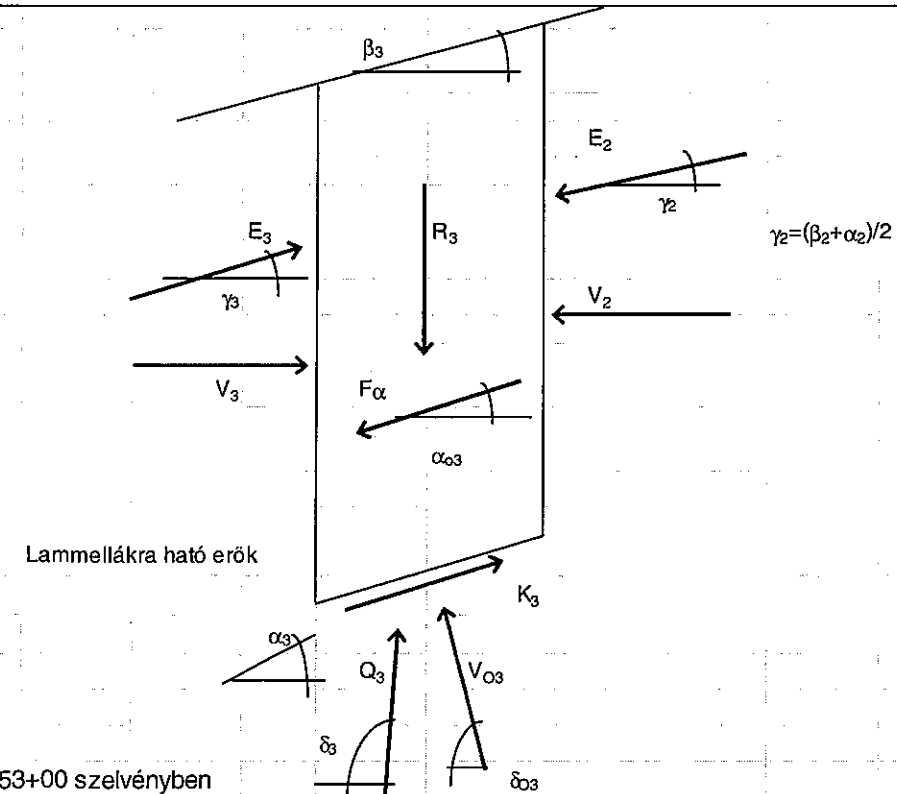
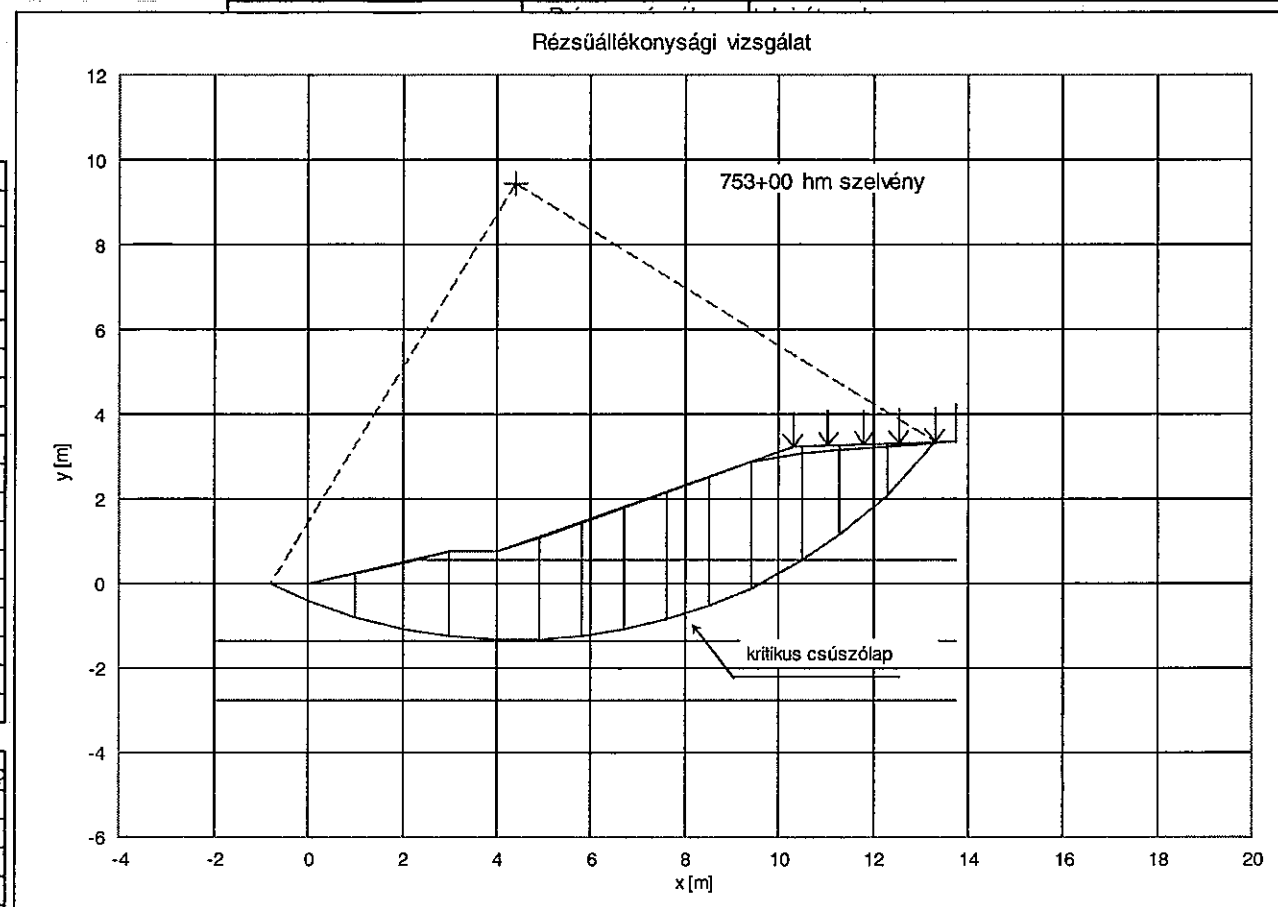
n	G+p Δ x	q=p Δ x	R=G+q	F α	β	α	K	V	V ₀	Q	E	$\delta_0=90-\alpha$	$\delta=90-\alpha+\varphi$
-	kN/m	kN/m	m	kN/m	fok	fok	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	fok	fok
1	12,1	31,2	43,3	1,2	2,0	51,3	6,0	6,61	9,1	31,7	19,2	38,72	50,04
2	33,4	31,2	64,6	3,3	2,0	43,4	5,2	19,99	21,7	44,5	41,7	46,62	57,93
3	40,1	25,3	65,4	3,9	2,0	37,0	3,8	31,93	23,0	45,2	60,4	52,96	64,28
4	63,4	5,9	69,3	6,2	18,5	31,0	17,6	44,89	35,1	26,3	66,6	59,03	59,03
5	54,5	0,0	54,5	5,3	21,6	25,0	13,8	46,77	30,1	22,0	74,1	65,04	65,04
6	54,8	0,0	54,8	5,4	21,6	19,8	13,3	45,75	29,1	25,3	80,2	70,21	70,21
7	53,4	0,0	53,4	5,2	21,6	14,8	12,9	42,21	27,6	26,4	84,1	75,22	75,22
8	50,5	0,0	50,5	5,0	21,6	9,9	12,7	36,59	25,6	26,6	85,2	80,11	80,11
9	46,2	0,0	46,2	4,5	21,6	5,1	12,5	29,47	23,2	26,0	83,2	84,93	84,93
10	40,5	0,0	40,5	4,0	21,6	0,3	12,5	21,53	20,3	24,6	78,0	89,72	89,72
11	40,7	0,0	40,7	4,0	0,0	-4,8	13,9	19,84	20,4	38,9	59,6	94,77	94,77
12	35,5	0,0	35,5	3,5	14,0	-10,1	14,1	12,22	18,1	16,4	47,2	100,13	100,13
13	26,0	0,0	26,0	2,5	14,0	-15,6	14,4	5,35	13,5	19,6	31,3	105,58	105,58
14	14,3	0,0	14,3	1,4	14,0	-21,2	14,9	0,79	7,7	13,9	14,2	111,18	111,18
15	3,2	0,0	3,2	0,3	0,0	-26,4	12,4	0,00	1,8	6,9	0,0	116,39	116,39

biztonsági tényező: $\nu = 1,968$

Jelmagyarázat:

- x: a terep, a rézsú, és a csúszólap vízszintes koordinátái
- y: a terep és a rézsú pontjainak függőleges koordinátái
- z: a csúszólap pontjainak függőleges koordinátái
- pv.f(x): a pórusvíznyomás függvény értékei
- h: a lamella oldalainak magassága
- φ_0 : nyírószilárdság értékei a csúszólapon
- p: végtelen nagy alapterületű megoszló teher intenzitása
- q: a véges alapterületű megoszló teher intenzitása

- φ_0, c_0 : a csúszólapon mobilizált nyírószilárdság
- b: a gyorsulásvektor
- α_0 : a gyorsulásvektor vízszintessel bezárt szöge
- F α : a gyorsulási erő
- E: földnyomás a lamella oldalapján
- K és Q: csúszólapon fellépő reakcióerők
- V, és V₀: a lamellára működő víznyomás



F3/b. ábra, Rézsúállékonysági vizsgálat a 753+00 szelvényben

F.4 ábra

Rézsűburkolat ellenőrzése csúszásra

1. Geometriai és a talaj adatok

a reno matrac térfogatsúlya $\gamma_{\text{ren}} := 16 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ vastagsága: $v := 0.23\text{m}$

a víz térfogatsúlya: $\gamma_{\text{víz}} := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

a rézsű hajlása: $\beta := \text{atan}\left(\frac{1}{2.5}\right) = 21.801^\circ$

a vizsgált szélesség $b_r := 1.0\text{m}$

A burkolat alatti hom. kavics súrlódási szögének karakterisztikus értéke: $\phi_k := 32^\circ$

kohézió karakterisztikus értéke: $c_k := 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

A parciális tényező elcsúszásra $\gamma_C := 1.10$

A hatékony nyírószilárdság parciális tényezője: $\gamma_\phi := 1.35$

A tervezési értékek: $\phi_d := \text{atan}\left(\frac{\tan(\phi_k)}{\gamma_\phi}\right) = 24.838^\circ$ $c_d := \frac{c_k}{\gamma_\phi} = 0$

2. A csúszató erők

$G_{\text{ren}} := b_r \cdot v \cdot \gamma_{\text{ren}} = 3.68 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ a rézsűirányú csúszatóerő $T_r := G_{\text{ren}} \cdot \sin(\beta) = 1.367 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

a normálerő $N_r := G_{\text{ren}} \cdot \cos(\beta) = 3.417 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

A csúszást akadályozó súrlódási és adhéziós erő $S_r := N_r \cdot \tan(\phi_d) + b_r \cdot \frac{c_d}{2} = 1.582 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Az elcsúszás elleni biztonság: $v := \frac{S_r}{T_r} = 1.157$

$x := \left(\begin{array}{l} \text{"megfelel"} \text{ if } \gamma_C \leq v \\ \text{"nem felel meg"} \text{ otherwise} \end{array} \right)$ a burkolat elcsúszására: $x = \text{"megfelel"}$

Budapest, 2014. július

Kondor János
GT 01-0394