



3529 Miskolc, Knézich K. u. 12/A. 4/1.
e-mail: office@geonsystem.hu
tel.: 46/200-120

REGIHU-HEJŐPAPI Kft.
Miskolci Regionális Hulladéklerakó
(Hejőpapi 073/6 hrsz.)

Geotechnikai szakvélemény
2023. szeptember

REGIHU-HEJŐPAPI Kft.

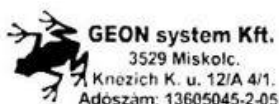
Miskolci Regionális Hulladéklerakó (Hejőpapi 073/6 hrsz.)

Geotechnikai szakvélemény

Állékonyságvizsgálat

Munkaszám: GEON-680/2023

Készítette:



Dr. Szabó Attila

Okl. környezetmérnök
Geotechnikai tervező
Ügyvezető

Veres Réka

okl. geológus mérnök
hidrogeológus mérnök

Miskolc, 2023. szeptember



Tartalomjegyzék

Előzmények	3
1. Alapadatok	5
2. Helyszíni vizsgálatok	6
3. Az állékonyságvizsgálat elméleti és gyakorlati háttere	13
4. A depónia állékonyságvizsgálata	15
4.1 Modelladatok	15
4.2 A biztonsági tényező értékei	23
4.2.1 ÖNORM és Manassero által javasolt értékek alapján	23
4.2.2 A valószínűségi változó alapján számított biztonsági tényező értékek	31
5. Összefoglaló	37

Mellékletek

1. Jogosultság igazolása
2. Részletes helyszínrajz
3. Szelvények
4. Fúrási jegyzőkönyvek



Előzmények

A REGIHU-HEJŐPAPI Regionális Hulladéklerakó Kft. (3594 Hejőpapi, külterület 073/6 hrsz.) ügyvezetője, Merkel Norbert 2022. február 6. napján kelt levelében tájékoztatta a Környezetvédelmi Hatóságot a Hejőpapi Regionális Hulladéklerakón tapasztalt földtöltés (rézsű) Keleti – Északkeleti oldalának megcsúszásáról, melynek során a depónia egy kb. 100 méter hosszú szakaszán a töltés felső rétege megcsúszott, és a zavartalan további üzemeltetésről.

A hulladékgazdálkodási hatóság 2023. február 8. napján helyszíni szemlét tartott a lerakón, majd ezt követően a Borsod-Abaúj-Zemplén Vármegyei Kormányhivatal Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Hulladékgazdálkodási Főosztályra megküldött BO/51/01182-3/2023. számú feljegyzésében javasolta az egységes környezethasználati engedély soron kívüli felülvizsgálatát

A REGIHU-HEJŐPAPI Kft. a Hejőpapi 076/3 hrsz.-ú ingatlanon (KTJ: 100811576) üzemeltetett regionális nem veszélyes hulladéklerakón végzett ártalmatlanítási tevékenységre (KTJ létesítmény: 101626995) vonatkozóan kiadott, többször módosított BO/16/367-3/2016. számú egységes környezethasználati engedélytől eltérően végzett tevékenység okán 2023. február 6-án történt havária (rézsűcsúszás) kapcsán felülvizsgálat végzésére irányuló kötelezést adott ki a Környezetvédelmi Hatóság 2023. március 2. napján BO/32/01937-1/2023 számon.

A REGIHU-HEJŐPAPI Kft. megrendelése alapján felülvizsgáltuk a létesítménynél kiépített támasztótöltés fizikai állapotát, hogy megállapíthassuk, hogy a rézsűcsúszás milyen okok következtében történt. Ezek alapján ütemezett intézkedési tervet készítettünk a megcsúszott rétegek helyreállítására.

Az állékonyságvizsgálathoz a GEO 5 programcsomag részét képező rézsűállékonyság programot használtuk.

Kihangsúlyozzuk, hogy jelen számítás modellszámításon alapszik, és dokumentációban feltüntetett geometriára vonatkozik, ebben az esetben alkalmas a depónia állékonyságának megítélésére.

A számításhoz felhasznált adatok forrása:

- Szilágyi Tamás e.v. 2023 július 23-27 talajfúrás jegyzőkönyvei
- GEO-TAX Kft. talajmechanikai labor eredményei



- GEON system Kft. geodéziai felmérés 2023. július 23-27.
- Szabó A. – Szabó I.: Hulladéklerakók rekultivációja és utógondozása (2012)
- Szabó I. és K. Tóth A. Környezetvédelmi Geotechnika (2019)

A számítások elvégzése során abból indultunk ki, hogy a hulladéktestben a depóniagáz-gyűjtés megoldott. Mind a csurgalékvíz-, mind a depóniagáz felhalmozódása az állékonyságot jelentős mértékben (negatív irányba) befolyásolja.



1. Alapadatok

Létesítmény megnevezése: Miskolci Regionális Hulladéklerakó

Létesítmény címe: Hejőpapi külterület 073/6 hrsz.

KÜJ szám: 103575919)

KTJ szám: 101626995

A nem-veszélyes hulladéklerakó a Miskolci Regionális Hulladéklerakó telephelyen, a 073/6 hrsz.-ú ingatlanon helyezkedik el.



1.1. ábra: Hejőpapi 073/6 Miskolci Regionális Hulladéklerakó elhelyezkedése

A létesítmény Hejőpapi község külterületén fekszik, a 3307. sz. közlekedési útról balra, az M30-as autópálya felé lekanyarodva közelíthető meg. A terület Hejőpapi településtől ~3 km távolságban ÉNy-i irányban található. Környezetében többségében szántóföldi művelés alatt álló területek, illetve dél fele kavicsbánya található.

A depónia kombinált aljzatszigeteléssel, csurgalékvíz elvezetéssel, depóniagáz kezelésére alkalmas létesítményekkel rendelkezik. A lerakó kialakítása dombépítéses.



2. Helyszíni vizsgálatok

A depónián 2023. július 23-27 közt geodéziai felmérést készítettünk, ezen kívül a lerakó 4 oldalán oldalanként 6 illetve 4 db, összesen 20 db talajfúrást készítettünk. A talajfúrásokkal a lerakó töltéseinek megmintázására törekedtünk négy szelvény mentén. A fúrások elhelyezkedését a **2. mellékletben** ábrázoltuk. A fúrásokból 1 és 2 m mélységből vettünk zavart talajmintákat, amelyeket a vonatkozó szabványnak megfelelően vizsgáltunk.

A fúrások koordinátáit az alábbi táblázatban foglaltuk össze:

Fúrás jele	EOV Y	EOV X	Pontmagasság
HPF01	786133.9761m	287305.9323m	112.754m
HPF02	786138.7384m	287306.7247m	109.505m
HPF03	786143.9702m	287313.5981m	105.422m
HPF04	786089.4470m	287425.7387m	111.712m
HPF05	786094.7162m	287428.5556m	109.502m
HPF06	786101.8984m	287432.6371m	105.722m
HPF07	785935.4619m	287232.0198m	112.000m
HPF08	785931.4331m	287230.3604m	105.422m
HPF09	785924.7649m	287227.7489m	105.422m
HPF10	785877.2632m	287374.4039m	105.722m
HPF11	785872.6963m	287373.2201m	105.722m
HPF12	785866.1418m	287371.5209m	105.722m
HPF13	785874.4670m	287530.6460m	104.915m
HPF14	785867.1552m	287547.1368m	104.995m
HPF15	785968.0124m	287566.3674m	102.898m
HPF16	785960.6163m	287583.0484m	102.978m
HPF17	786110.0814m	287245.9498m	101.358m
HPF18	786114.0629m	287236.9701m	101.315m
HPF19	786016.5733m	287210.1443m	103.376m
HPF20	786020.3719m	287201.5769m	103.334m

2.1. táblázat: Fúrások helyei

A talajfúrások leírását az alábbi táblázatokban foglaljuk össze:



Mélység	HPF1	Mélység	HPF2
0-0,7 m	szürkés kevert agyagos feltöltés	0-0,7 m	világosbarna agyag, laza feltöltés
0,7-1,6 m	iszapos, laza	0,7-0,9 m	szürke homok, átázott feltöltés
1,6-2,1 m	szerves festésű kevert kövér agyag	0,9-1,3 m	szürke kövéragyag feltöltés
		1,3-1,5 m	szürke homokeres kövéragyag feltöltés
		1,5-2,1 m	tömör, barna nehezen gyúrható kevert agyag

Mélység	HPF3	Mélység	HPF4
0-0,6 m	barna, kevert agyagos feltöltés	0-0,7 m	kevert barna agyag feltöltés
0,6-2,1 m	szürkés homok, finom agyageres	0,7-0,9 m	szürkés laza agyag feltöltés
		0,9-1,1 m	átázott, homokeres agyag feltöltés
		1,1-1,5 m	sötétszürke, szerves festésű kevert kövéragyag
		1,5-2,1 m	szürke, kevert kövéragyag feltöltés

2.2. táblázat: Rétegsorok leírása

Mélység	HPF5	Mélység	HPF6
0-0,8 m	agyagos feltöltés	0-0,7 m	kevert, laza agyag
0,8-1,5 m	téglatörmelékes agyagos feltöltés	0,7-1,3 m	sárgás homok, agyageres
1,5-2,1 m	tömörebb, nehezen fúrható törmelékes agyag	1,3-2,1 m	szürkés kevert agyagos feltöltés

Mélység	HPF7	Mélység	HPF8
0-1,6 m	száraz, barna, kavicsos agyag feltöltés	0-0,6 m	barna kevert agyag
1,6-1,9 m	erősen kavicsos, törmelékes, nehezen fúrható	0,6-1 m	szürke kavicsszemcsés, törmelékes agyag
1,9-2,1 m	agyagos	1-1,8 m	homogénebb agyag
		1,8-2,1 m	sötétebb szürke agyag

2.3. táblázat: Rétegsorok leírása

Mélység	HPF9	Mélység	HPF10
0-0,5 m	kevert agyag	0-0,6 m	barna agyag, kevert, kavicsos
0,5-0,9 m	szürke, kevert homok, finom iszaperes	0,6-1,6 m	szürke kevert agyag
0,9-1,4 m	szürkés kevert agyag feltöltés	1,6-2,1 m	kavicsos agyag
1,4-2,1 m	szerves festésű agyag		

Mélység	HPF11	Mélység	HPF12
0-0,7 m	kavicsos száraz agyag	0-0,3 m	agyag, kevert száraz feltöltés
0,7-1,4 m	durva kavicsos agyag	0,3-1,3 m	sárga homokos feltöltés, száraz
1,4-2,1 m	sárga, sovány, viszonylag homogén agyag	1,3-2,1 m	agyag, kevert, homokeres tömör, nehezen fúrható

2.4. táblázat: Rétegsorok leírása



Mélység	HPF13	Mélység	HPF14
0-0,8 m	barna, kevert száraz agyag	0-0,7 m	száraz, barna, kevert agyag
0,08-1 m	szemetes, nejlondarabos	0,7-0,8 m	háztartási szemét
1-1,5 m	homogén barna száraz agyag	0,8-1,2 m	száraz barna kevert agyag
1,5-2,1 m	sötétszürke agyag	1,2-2,1 m	homokos agyag, tömör, száraz, nehezen fúrható

Mélység	HPF15	Mélység	HPF16
0-0,3 m	száraz, kavicsos agyag	0-0,4 m	sárga kevert agyag
0,3-1 m	sárga száraz kavicsos homok	0,4-2,1 m	sárga homok, iszapos, kavicsos
1-1,4 m	agyageres száraz kavicsos homok		
1,4-2,1 m	világosszürke száraz agyag, kavicszemcsés		

2.5. táblázat: Rétegsorok leírása

Mélység	HPF17	Mélység	HPF18
0-0,4 m	sárga iszapos agyag, száraz	0-0,7 m	Sárga kevert száraz laza agyag
0,4-0,9 m	világosszürke agyag, sárgafoltos	0,7-0,8 m	építési törmelékes
0,9-2,1 m	szárazabb világosszürke agyag	0,8-0,3 m	homokos sárga száraz agyag
		1,3-2,1 m	sárga homok, kavicsos nehezen fúrható

Mélység	HPF19	Mélység	HPF20
0-0,5 m	sárga kevert barnafoltos száraz agyag	0-0,8 m	sárga homokos agyagos feltöltés, száraz
0,5-0,8 m	sárga laza agyag	0,8-1,2 m	építési törmelékes agyag, száraz
0,8-1,4 m	sárga állékonyabb agyag	1,2-2,1 m	nehezen fúrható
1,4-2,1 m	sötétebb szürke kövér agyag, iszaperos		

2.6. táblázat: Rétegsorok leírása

A talajmechanikai labor eredményei alapján megállapítható, hogy a töltésekbe beépítésre alkalmatlan talaj is beépítésre került, ezen talajokat rózsaszínnel jelöltük az alábbi összefoglaló táblázatban:



Fúrás jele:		HPF1		HPF2		HPF3		HPF4		HPF5	
Minta jele:		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Minta származási helye		Hejőpapi									
Minta mélysége:		1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0
Folyási határ %	Wl	29,52	38,05	42,87	25,74	41,55	28,60	40,46	84,39	22,57	23,68
Plasztikus határ %	Wp	15,17	12,99	16,30	12,06	16,51	18,41	15,46	19,48	11,46	11,73
Plasztikus index /Egyenl. Mod %	Ip / u	14,35	25,06	26,57	13,68	25,04	10,19	25,01	64,91	11,11	11,95
Természetes víztartalom %	Wn	17,45	10,46	22,26	9,16	16,01	18,56	4,63	28,41	5,91	8,89
Konzisztencia Index	Ic	0,84	1,10	0,78	1,21	1,02	0,99	1,43	0,86	1,50	1,24
Térfogat sűrűség g/cm ³ (száraz)	pd	1,67	1,88	1,68	1,90	1,79	1,72	1,96	1,52	1,87	1,83
Térfogatsűrűség g/cm ³ (nedves)	pn	1,97	2,07	2,05	2,08	2,08	2,04	2,05	1,95	1,98	1,99
Hézagtényező	e	0,61	0,46	0,63	0,42	0,53	0,57	0,40	0,83	0,45	0,48
Összenyomódási modulus MN/m ²	ES	11,05	12,09	8,29	16,07	11,21	13,76	15,76	2,60	20,66	16,84
Mértékadó hézagtényező	eM	2,92	2,36	2,42	2,81	2,36	2,92	2,36	3,48	2,86	2,81
Határfeszültség alapértéke kN/m ²	σ ₀	300	950	480	480	340	620	950	290	520	470
Súrlódási szög fok	Φ	23,53	18,63	17,94	23,84	18,64	25,43	18,65	0,38	25,01	24,63
Lineáris zsugorodás %	ZsL	7,20	10,20	10,70	6,40	10,20	5,40	10,20	13,70	5,70	6,10
Kohézió kN/m ²	c	9	140	20	31	42	12	200	220	60	30
Egyenlőtlenségi mutató	Cu										
Görbületi mutató	Cc										
A mintához kapcsolódó szemelgörbe jele											
Anyag megnevezése		homok	közepes agyag	közepes agyag	iszap	közepes agyag	iszap	közepes agyag	kövér agyag	iszap	iszap

2.7. táblázat: Talajmechanikai vizsgálatok eredményei

A HPF1 1 minta egyenlőtlen eloszlású, túl nagy a finomszemcsés frakció aránya. A HPF4 2 minta folyási határa $W_l > 80\%$, száraz állapot térfogatsűrűsége pedig $\rho_d < 1,65 \text{ g/cm}^3$, ezért nem felel meg a töltés anyagának.



Fúrás jele:		HPF6		HPF7		HPF8		HPF9		HPF10	
Minta jele:		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Minta származási helye		Hejőpapi									
Minta mélysége:		1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0
Folyási határ %	Wl		38,63	40,11	38,18	45,31	41,76	69,90	45,33	36,79	31,96
Plasztikus határ %	Wp		21,43	16,36	14,21	13,83	17,68	17,02	14,47	15,07	13,72
Plasztikus index /Egyenl. Mod %	Ip / u	3,25	17,20	23,75	23,98	31,48	24,08	52,87	30,87	21,72	18,24
Természetes víztartalom%	Wn	6,92	9,17	9,55	7,61	8,37	15,91	10,59	13,49	11,19	7,77
Konzisztencia Index	Ic		1,71	1,29	1,28	1,17	1,07	1,12	1,03	1,18	1,33
Térfogat sűrűség g/cm ³ (száraz)	ρ _o	1,77	1,79	1,84	1,87	1,91	1,77	1,87	1,83	1,86	1,91
Térfogatsűrűség g/cm ³ (nedves)	ρ _n	1,89	1,96	2,02	2,01	2,07	2,06	2,07	2,08	2,07	2,06
Hézagtényező	e	0,52	0,52	0,49	0,47	0,45	0,54	0,49	0,52	0,47	0,43
Összenyomódási modulus MN/m ²	ES	13,00	21,51	14,48	14,29	11,39	12,01	6,09	10,14	13,74	16,38
Mértékadó hézagtényező	e _M		2,36	2,92	2,92	2,36	2,98	2,64	2,36	2,81	2,36
Határfeszültség alapértéke kN/m ²	σ ₀	350	950	840	860	860	710	750	690	840	900
Súrlódási szög fok	Φ	30 / 28	22,23	19,23	19,12	15,69	19,08	5,89	15,97	20,16	21,75
Lineáris zsugorodás %	ZsL		7,80	9,70	9,80	11,70	10,00	13,70	11,60	9,20	8,10
Kohézió kN/m ²	c		230	130	120	140	42	360	63	62	78
Egyenlőtlenségi mutató	Cu	3,25									
Görbületi mutató	Cc	1,25									
A mintához kapcsolódó szemelgörbe jele		1									
Anyag megnevezése		kavics-szemcsés iszapos homok grsiSa	sovány agyag	közepes agyag	közepes agyag	kövér agyag	közepes agyag	kövér agyag	kövér agyag	közepes agyag	sovány agyag

2.8. táblázat: Talajmechanikai vizsgálatok eredményei

A HPF6 1 minta szemeloszlási görbéje egyenlőtlen, túl nagy a homok aránya.



Fúrás jele:		HPF11		HPF12		HPF13		HPF14		HPF15	
Minta jele:		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Minta származási helye		Hejőpapi									
Minta mélysége:		1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0
Folyási határ %	WI	36,61	28,94		28,94	41,68	23,22	17,45	22,39		42,34
Plasztikus határ %	Wp	16,08	15,73		13,65	16,82	11,94	10,94	12,72		14,49
Plasztikus index /Egyenl. Mod %	Ip / u	20,53	13,21	3,40	15,29	24,86	11,28	6,51	9,66	4,95	27,85
Természetes víztartalom%	Wn	9,79	9,72	1,02	5,64	10,59	11,88	3,38	4,36	5,61	3,80
Konzisztencia Index	Ic	1,31	1,46		1,52	1,25	1,01	2,16	1,87		1,38
Térfogat sűrűség g/cm ³ (száraz)	po		1,88	1,87	1,97	1,82	1,79	1,88	1,89	1,79	1,99
Térfogatsűrűség g/cm ³ (nedves)	pn		2,06	1,89	2,08	2,02	2,00	1,95	1,97	1,89	2,06
Hézagtényező	e		0,44	0,43	0,39	0,50	0,51	0,43	0,43	0,50	0,38
Összenyomódási modulus MN/m ²	ES	15,54	19,44	13,00	19,72	13,79	13,82	31,75	26,24	13,00	14,44
Mértékadó hézagtényező	eM	2,86	2,36		2,36	2,86	2,42	2,36	2,36		2,36
Határfeszültség alapértéke kN/m ²	σ0		520	350	970	830	350	700	620	350	970
Súrlódási szög fok	Φ	20,70	24,05	30 /28	23,10	18,72	24,94	27,12	25,67	30 /28	17,35
Lineáris zsugorodás %	ZsL	8,80	6,50		7,20	10,00	5,80	4,20	5,20		10,80
Kohézió kN/m ²	c	82	70		98	110	13	150	130		240
Egyenlőtlenségi mutató	Cu			3,40						4,95	
Görbületi mutató	Cc			1,13						0,90	
A mintához kapcsolódó szemelgörbe jele				2						3	
Anyag megnevezése		közepes agyag	iszap	kavics-szemcsés iszapos homok grsiSa	sovány agyag	közepes agyag	iszap	iszapos homokliszt	iszapos kavicsos homok sigrSa	közepes agyag	

2.9. táblázat: Talajmechanikai vizsgálatok eredményei

A HPF12 1 és HPF15 1 minta a szemeloszlási görbe alapján hiányos eloszlású, túl finomszemcsés.



Fúrás jele:		HPF16		HPF17		HPF18		HPF19		HPF20	
Minta jele:		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Minta származási helye		Hejőpapi									
Minta mélysége:		1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0
Folyási határ %	Wl	24,01	54,28	53,31	42,52	27,87		45,69	45,98	27,14	18,77
Plasztikus határ %	Wp	14,14	14,07	17,06	14,02	14,37		17,25	15,06	16,36	12,22
Plasztikus index /Egyenl. Mod %	Ip / u	9,87	40,22	36,24	28,50	13,50	3,52	28,44	30,92	10,78	6,55
Természetes víztartalom%	Wn	5,17	8,99	9,85	15,63	5,78	6,20	9,22	11,78	5,15	1,53
Konzisztencia Index	Ic	1,91	1,13	1,20	0,94	1,64		1,28	1,11	2,04	2,63
Térfogat sűrűség g/cm ³ (száraz)	ρ _o		1,89	1,89	1,79	1,79	1,78	1,89	1,84	1,86	
Térfogatsűrűség g/cm ³ (nedves)	ρ _n		2,06	2,07	2,07	1,89	1,89	2,06	2,05	1,95	
Hézagtényező	e		0,47	0,47	0,53	0,51	0,51	0,45	0,51	0,45	
Összenyomódási modulus MN/m ²	ES	26,76	8,96	10,49	9,72	21,75	13,00	13,22	10,86	28,24	38,65
Mértékadó hézagtényező	e _M	2,36	2,36	2,86	2,92	2,36		2,86	2,58	2,36	2,36
Határfeszültség alapértéke kN/m ²	σ ₀		430	840	640	680	350	900	730	700	
Súrlódási szög fok	Φ	25,58	11,69	13,51	17,05	23,92	30 /28	17,08	15,95	25,16	27,10
Lineáris zsugorodás %	ZsL	5,20	12,90	12,60	11,10	6,50		11,00	11,60	5,80	4,30
Kohézió kN/m ²	c	170	230	130	40	140		200	100	300	280
Egyenlőtlenségi mutató	Cu						3,52				
Görbületi mutató	Cc						1,45				
A mintához kapcsolódó szemelgörbe jele							4				
Anyag megnevezése		iszapos homok-liszt	kövér agyag	kövér agyag	közepes agyag	iszap	iszapos kavicsos homok sigrSa	közepes agyag	kövér agyag	iszap	iszapos homok-liszt

2.10. táblázat: Talajmechanikai vizsgálatok eredményei

A HPF18 2 minta a szemeloszlási görbe alapján hiányos eloszlású, a finomszemcsés frakció (iszap, homok) aránya túl nagy



A talajmechanikai vizsgálatok során meghatározásra került a talajok térfogatsűrűsége, belső súrlódási szöge, illetve kohéziója, amely értékeket az állékonyságvizsgálat során felhasználtunk.

3. Az állékonyságvizsgálat elméleti és gyakorlati háttere

A depóniatest állékonyságvizsgálatánál a geotechnikai gyakorlatban általánosan alkalmazott, bevált ún. lamellás módszerek (BISHOP, JANBU) használhatók, az elsődleges probléma a méretezésnél használt nyírószilárdsági paraméterek minél pontosabb meghatározása, ugyanis a depóniatest állékonyságvizsgálatánál elsősorban a lerakott hulladék fizikai paramétereire, elsősorban a nyírószilárdsági paraméterekre, valamint a hulladék térfogatsűrűség értékére van szükségünk.

Az állékonyságvizsgálatokhoz ismernünk kell a lerakott hulladék alábbi paramétereit:

- térfogatsűrűség;
- kohézió;
- belső súrlódási szög.

A számításaink során a fenti paramétereket a nemzetközi gyakorlatban általánosan alkalmazott és elfogadott értékek alapján vettük figyelembe.

Az állékonyságvizsgálathoz a GEO 5 programcsomag részét képező rézsúállékonyság programot használtuk.

A számoláshoz először megalkottuk a lerakó 3D modelljét AutoCAD Civil 3D-ben. A modell felállításánál alapvető követelmény, hogy ezen egyszerűsítéseket tartalmazó becsülhető hibahatár mindenképpen alatta maradjon a hulladék fizikai paramétereinek meghatározásának megbízhatóságából adódó bizonytalanságnak. Ezért a legfrissebb teljes körű geodéziai felmérést használtuk, amelynek 2023. július 23-27 közt készült. A töltések és a hulladékrétegek magasságát az előző évek geodéziai felmérései alapján vettük fel.

A 3D modellből kapott szelvények rajzát vittük át a GEO 5 programba, ahol fizikai paramétereket rendeltünk a különböző rétegeket alkotó anyagokhoz.

Az alkalmazott modellalkotási eljárás sarokpontjai a következő alapelvek:



1. *Feltételezzük, hogy a kommunális hulladékok lerakójában a különböző összetételű, tulajdonságú hulladékok elhelyezkedése véletlenszerű.*
2. *A feltételezés alapján felépíthető egy adott geometriával rendelkező lerakó modellje, tetszőlegesen választott rétegszámmal figyelembe véve az aljzat- a zárószigetelést, és az ideiglenes napi takarást.*
3. *A rendeletileg szabályozott szigetelőrétegek nyírószilárdsági paraméterei lényegesen nem térnek el az egyes lerakóknál, tehát egy adott méretezés során ezek a rétegek akár előre meghatározott, konkrét, állandó paraméterekkel vehetők figyelembe.*
4. *A hulladék véletlenszerűen változó nyírószilárdsági paramétereit úgy vesszük figyelembe, hogy a felállított modellben az egyes rétegek a nemzetközi irodalomból feldolgozott $c-\phi$ diagramból véletlenszerűen választott, de azonos előfordulási valószínűséggel rendelkező nyírószilárdság értéket adunk, és az állékonyság-vizsgálatot rétegenként mindig új-új és mindig véletlenszerűen választott értékpárral sokszor megismételjük.*
5. *A számítás végeredményeként megkapjuk a biztonsági tényezőre vonatkozó eloszlásfüggvényt, amiből meghatározzuk, hogy mi a valószínűsége egy adott vagy elvárt biztonsági tényező meglétének, illetve bekövetkezésének.*

A felsorolt öt pont közül a 4. pontbeliek alkalmazása döntő jelentőséggel bír a várható biztonsági tényező végső értékére, mert itt történik a hulladék nyírószilárdsági paraméterének figyelembevétele eloszlásfüggvények alapján, valamely szimulációs módszerrel (Monte Carlo, Latin Hypercube), rétegenként véletlenszerűen választott-, vagy a teljes $c-\phi$ értéktartományt jól reprezentáló, azonos valószínűséggel előforduló értékpárokkal. A rétegenként véletlenszerűen választott értékpárokkal többször megismételve megkapjuk a várható biztonsági tényező eloszlásfüggvényét, amiből az előfordulási valószínűséghez tartozó biztonsági tényező meghatározható.

(A számítások teljes elméleti háttere megtalálható Szabó A. – Szabó I.: *Hulladéklerakók rekultivációja és utógondozása (2012)* valamint Szabó I. és K. Tóth A. *Környezetvédelmi Geotechnika (2019)* című könyvben.)



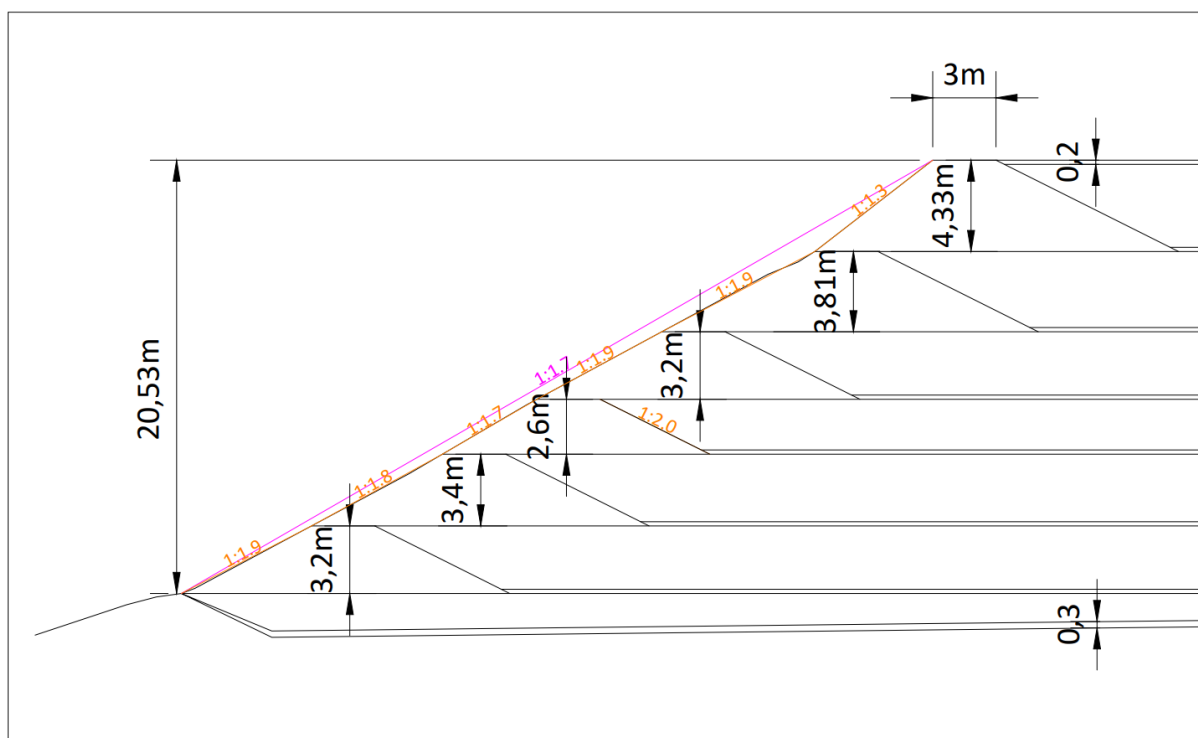
4. A depónia állékonyságvizsgálata

4.1 Modelladatok

Modellezésünkben először a lerakó legmeredekebb részsíjének állékonyságát vizsgáltuk a jelenlegi feltöltés figyelembe vételével. A lerakó jelenlegi maximális betöltési magassága 119,48 mBf. A lerakó átlagmagassága 113,93 mBf, ami 13,43 m 100,498 mBf-en levő lerakó aljzattal számolva.

A lerakó felületmodelljéből szelvényeket rajzoltunk, és ezekből kiválasztottuk a legmeredekebb (1:1,7) - az állékonysági biztonság szempontjából mértékadó –szelvényt, amelyre elvégeztük a számításokat. A szelvényezés eredményeként a 2-2 szelvény É-i oldala bizonyult a legalkalmasabbnak az állékonyságvizsgálat elvégzéséhez, melynek eredő rézsúmeredeksége 1:1.7. Ezen kívül elvégeztük a többi szelvény esetében is a fúrások alapján meghatározott töltéssparaméterekkel az állékonyságot. A vizsgált szelvények elhelyezkedését a **2. melléklet** helyszínrajzán ábrázoltuk. A töltések és a hulladék rétegek magasságát az előző évek geodéziai felmérései alapján vettük fel.

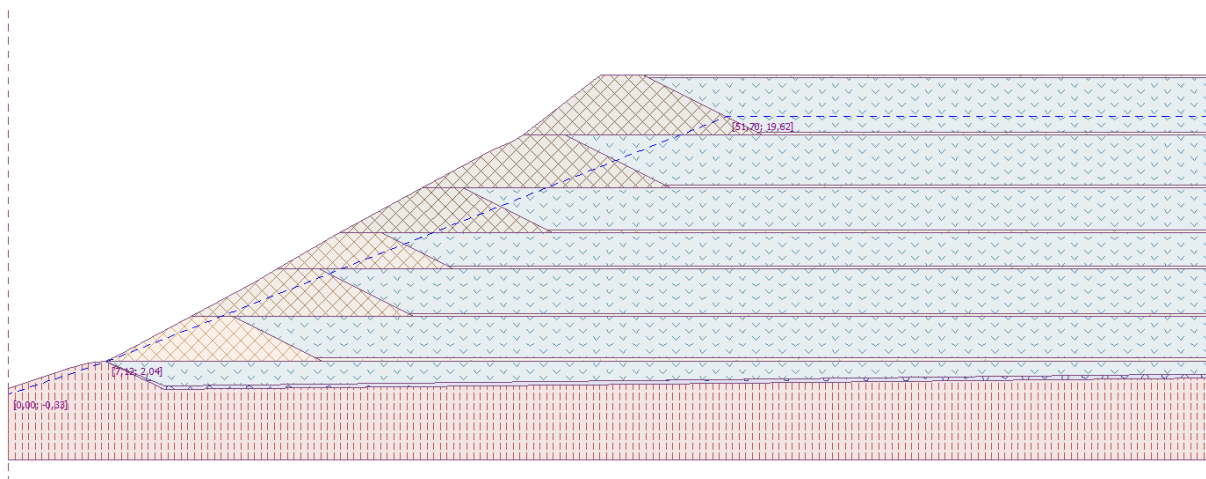
A 2-2 szelvény É-i oldala esetében a hulladékfeltöltés során változó magasságú, átlagosan 3,4 m magas, 3 m széles gátkoronájú támasztótöltéseket feltételeztünk, 1:2 belső rézsúvvel, és 0,2 m vastagságú ideiglenes takarással. A kavicsszivargó vastagságát 0,3 m-nek vettük.



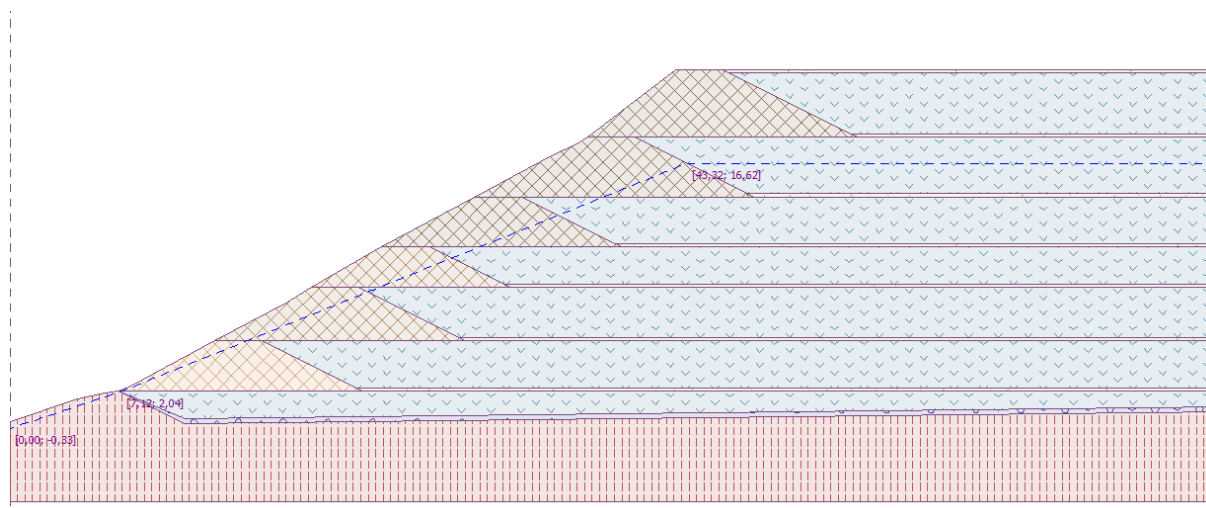
4.2. ábra: 2-2 szelvény északi oldalának modell felépítése



A mért értékpárok esetében kiszámoltuk a hulladéklerakóban levő csurgalékvíz hatását is. A csurgalékvíz szintet 3 m-el illetve 6 m-el a felszín alatt vettük fel, és feltételeztük, hogy ez alatt a szint alatt teljesen telített a közeg.



4.3. ábra: 2-2 szelvény É-i oldala, -3m felszín alatti csurgalékvíz feltételezésével



4.4. ábra: 2-2 szelvény É-i oldala, -6m felszín alatti csurgalékvíz feltételezésével



Ezen kívül megvizsgáltuk a többi szelvényt is a talajmintákból meghatározott kohézióval és belső súrlódási szögek értékével számolva és a legkedvezőtlenebb paramétereket használva is, valamint a mért paraméterekből véletlenszerűen választott kohézióval és belső súrlódási szöggel számolva is.

A rézsúállékonyság vizsgálatánál 7 hulladék réteget, 7 takaró réteget, valamint egy csurgalékvíz gyűjtő réteget (kavics szivárgó) vettünk figyelembe a következő kőzet- és hulladékfizikai paraméter értékekkel:

Réteg	Térfogatsúly, γ [kN/m ³]	Kohézió, c [kPa]	Belső súrlódási szög, φ [°]
Ideiglenes takarás	18	20	20
a) eset: Hulladék MANASSERO alapján (kis-közepes normálfeszültség)	15	0	38
b) eset: Hulladék ÖNORM alapján	15	5	25
c) eset: Hulladék valószínűségi módszerek alapján (Monte Carlo)	*	*	*
Csurgalékvíz-gyűjtő réteg (16/32 kavics)	20	0	35
Töltés	*	*	*

1. táblázat: Kőzet- és hulladékfizikai paraméterek



A töltés anyagának kohézióját és belső súrlódási szögét 3 módszerrel vizsgáltuk:

1. módszer:

A 2-2 szelvény É-i oldalán (HPF7 és HPF10 fúrás) mért értékek alapján adtuk meg.

	Térfogatsúly, γ (kN/m ³)	Belső súrlódási szög φ (°)	Kohézió, c (kPa)	Minta jelölése
Töltés1 (alsó)	20,19	21,75	78	HPF10-2
Töltés2	20,19	21,75	78	HPF10-2
Töltés3	20,27	20,16	62	HPF10-1
Töltés4	20,27	20,16	62	HPF10-1
Töltés5	19,69	19,12	120	HPF7-2
Töltés6	19,78	19,23	130	HPF7-1

4.11. táblázat: Töltés talajfizikai paraméterei a 1. módszer esetében

2. módszer:

Az összes talajminta közül a legkedvezőtlenebb nyírószilárdságú minták (HPF6 1, HPF12 1, HPF14 1, HPF15 1, HPF18 2, HPF20 2) paraméter értékeivel futtatuk le a modellezést.

	Térfogatsúly, γ (kN/m ³)	Belső súrlódási szög φ (°)	Kohézió, c (kPa)	Minta jelölése
Töltés1 (alsó)	18.5	30	0	HPF6-1
Töltés2	18.5	30	0	HPF12-1
Töltés3	18.5	30	0	HPF15-1
Töltés4	18.5	30	0	HPF18-2
Töltés5	19.1	27.12	150	HPF14-1
Töltés6	19	27.10	280	HPF20-2

4.12. táblázat: Töltés talajfizikai paraméterei a 2. módszer esetében

3. módszer:

Az állékonyágvizsgálatot elvégeztük olyan módon is, hogy a 6 db töltéshez a 40 talajmintából véletlenszerűen választott értékeket rendeltünk. A 40 véletlenszerűen választott értékpár a következő:



Minta jelölése	Belső surlódási szög φ (°)	Kohézió, c (kPa)	Minta jelölése	Belső surlódási szög φ (°)	Kohézió, c (kPa)
HP1_1	24	9	HP11_1	21	82
HP1_2	19	140	HP11_2	24	70
HP2_1	18	20	HP12_1	30	0
HP2_2	24	31	HP12_2	23	98
HP3_1	19	42	HP13_1	19	110
HP3_2	25	12	HP13_2	25	13
HP4_1	19	200	HP14_1	27	150
HP4_2	0.38	220	HP14_2	26	130
HP5_1	25	60	HP15_1	30	0
HP5_2	25	30	HP15_2	17	240
HP6_1	30	0	HP16_1	26	170
HP6_2	22	230	HP16_2	12	230
HP7_1	19	130	HP17_1	14	130
HP7_2	19	120	HP17_2	17	40
HP8_1	16	140	HP18_1	24	140
HP8_2	19	42	HP18_2	30	0
HP9_1	6	360	HP19_1	17	200
HP9_2	16	63	HP19_2	16	100
HP10_1	20	62	HP20_1	25	300
HP10_2	22	78	HP20_2	27	280

4.13. táblázat: Töltések véletlenszerűen választott c φ értékpárjai a 3. módszer esetében

Mindhárom módszer esetében a hulladékrétegek fizikai tulajdonságait valószínűségi módszerrel (Monte Carlo szimuláció) megadott paraméterekkel is elvégeztük az állékonyságvizsgálatot, a következő értékekkel:



	Megnevezés	Térfogatsúly, γ (kN/m ³)	Kohézió, c (kPa)	Belső súrlódási szög φ (°)
1	ideiglenes takarás	18	20	20
2	6. hulladékréteg	13	*	*
3	ideiglenes takarás	18	20	20
4	5. hulladékréteg	13	*	*
5	ideiglenes takarás	18	20	20
6	4. hulladékréteg	14	*	*
7	ideiglenes takarás	18	20	20
8	3. hulladékréteg	14	*	*
9	ideiglenes takarás	18	20	20
10	2. hulladékréteg	15	*	*
11	ideiglenes takarás	18	20	20
12	1. hulladékréteg	15	*	*
13	kavics szivárgó	20	0	35
14	Altalaj	20	200	45

2. táblázat: Monte Carlo szimulációnál használt fizikai paraméterek
A *-al jelölt helyekre véletlenszerűen vettük fel az alábbi táblázat értékeit

A hulladékrétegek kohézióját és belső súrlódási szögét az alábbi értékpárokkal adtuk meg.

	Belső súrlódási szög φ (°)	Kohézió, c (kPa)
1	22	25
2	18	11
3	16	36
4	31	7
5	34	16
6	34	31
7	38	1
8	2	63
9	23	1
10	24	68

4. táblázat A szimuláció során véletlenszerűen választott hulladék nyírószilárdsági paraméterek

A 2-2 szelvény D-i oldalán a töltés talajfizikai paramétereit (HPF19 és HPF20 fúrás) a mért értékek alapján adtuk meg.



	Térfogatsúly, γ (kN/m ³)	Belső súrlódási szög φ (°)	Kohézió, c (kPa)	Minta jelölése
Töltés1 (alsó)	20	27,1	280	HPF20-2
Töltés2	19	25,2	300	HPF20-1
Töltés3	20	16	100	HPF19-2
Töltés4	20	17,1	200	HPF19-1

Az 1-1 szelvény É-i oldalán a töltés talajfizikai paramétereit (HPF8 és HPF9 fúrás) a mért értékek alapján adtuk meg.

	Térfogatsúly, γ (kN/m ³)	Belső súrlódási szög φ (°)	Kohézió, c (kPa)	Minta jelölése
Töltés1 (alsó)	20,38	15,97	63	HPF9-2
Töltés2	20,25	5,89	360	HPF9-1
Töltés3	20,15	19,08	42	HPF8-2
Töltés4	20,33	15,69	140	HPF8-1
Töltés5	20,33	15,69	140	HPF8-1

Az 1-1 szelvény D-i oldalán a töltés talajfizikai tulajdonságait (HPF17 és HPF18 fúrás) mért értékek alapján adtuk meg.

	Térfogatsúly, γ (kN/m ³)	Belső súrlódási szög φ (°)	Kohézió, c (kPa)	Minta jelölése
Töltés1 (alsó)	20,31	17,05	40	HPF17-2
Töltés2	20,33	13,51	130	HPF17-1
Töltés3	18,53	30	0	HPF18-2

Az A-A szelvény Ny-i oldalán a töltés talajfizikai tulajdonságait (HPF11, HPF12 és HPF13 fúrás) mért értékek alapján adtuk meg.

	Térfogatsúly, γ (kN/m ³)	Belső súrlódási szög φ (°)	Kohézió, c (kPa)	Minta jelölése
Töltés1 (alsó)	19,58	24,94	13	HPF13-2
Töltés2	19,75	18,72	110	HPF13-1
Töltés3	20,36	23,10	98	HPF12-2
Töltés4	18,53	30	0	HPF12-1
Töltés5	20,18	24,05	70	HPF11-2



Az A-A szelvény K-i oldalán a töltés talajfizikai tulajdonságait (HPF4, HPF5 és HPF6 fúrás) mért értékek alapján adtuk meg.

	Térfogatsúly, γ (kN/m ³)	Belső súrlódási szög φ (°)	Kohézió, c (kPa)	Minta jelölése
Töltés1 (alsó)	19,17	22,23	230	HPF6-2
Töltés2	18,53	30	0	HPF6-1
Töltés3	19,50	24,63	30	HPF5-2
Töltés4	19,37	25,01	60	HPF5-1
Töltés5	19,11	0,38	220	HPF4-2

A B-B szelvény Ny-i oldalán a töltés talajfizikai tulajdonságait (HPF14, HPF15 és HPF16 fúrás) mért értékek alapján adtuk meg.

	Térfogatsúly, γ (kN/m ³)	Belső súrlódási szög φ (°)	Kohézió, c (kPa)	Minta jelölése
Töltés1 (alsó)	20,19	11,69	230	HPF16-2
Töltés2	20,19	17,35	240	HPF15-2
Töltés3	19,32	25,67	130	HPF14-2

A B-B szelvény K-i oldalán a töltés talajfizikai tulajdonságait (HPF1, HPF2 és HPF3 fúrás) mért értékek alapján adtuk meg.

	Térfogatsúly, γ (kN/m ³)	Belső súrlódási szög φ (°)	Kohézió, c (kPa)	Minta jelölése
Töltés1 (alsó)	19,99	25,43	12	HPF3-2
Töltés2	20,36	23,84	31	HPF2-2
Töltés3	20,33	18,63	140	HPF1-2

Az A-A szelvény K-i oldalát nem a csúszás után állapotra, hanem a 2023. február 7-én végzett geodéziai felmérés geodéziája alapján vizsgáltuk, hogy megállapíthassuk a csúszás előtti állapotában mennyire volt állékony.



4.2 A biztonsági tényező értékei

4.2.1 ÖNORM és Manassero által javasolt értékek alapján

Mind a 4 szelvény É-i és D-i, illetve K-i és Ny-i oldalát vizsgáltuk, a töltések fizikai tulajdonságát a fentebb bemutatott 3 módszer közül az első kettővel, a mért és a legrosszabb töltéssparaméterekkel végeztük el a rézsűállékonyság vizsgálatokat a GEO 5 szoftver rézsűállékonyság programja segítségével, meghatározva a biztonsági tényezőt.

A mért értékpárok esetében kiszámoltuk a hulladéklerakóban levő csurgalékvíz hatását is. A csurgalékvíz szintet 3 m-el illetve 6 m-el a felszín alatt vettük fel, és feltételeztük, hogy ez alatt a szint alatt teljesen telített a közeg azaz ha a lerakó csurgalékvízgyűjtő rendszere nem elég hatékony.

Az ÖNORM és Manassero által javasolt értékekkel a szelvényekre számított biztonsági tényező értékeket a **4.4. táblázat** tartalmazza.

Szelvény	Töltések	Hulladék módszer	Janbu	Bishop
2-2 szelvény É-i oldala	mért értékpárok (1. módszer)	ÖNORM	1,39	1,39
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	2,09	2,09
	mért értékpárok (1. módszer) -3 m-en vízzszinttel	ÖNORM	0,93	0,93
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	1,35	1,34
	mért értékpárok (1. módszer) -6 m-en vízzszinttel	ÖNORM	0,95	0,94
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	1,37	1,36
	legrosszabb értékpárok (2. módszer)	ÖNORM	1,35	1,35
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	1,88	1,88



Szelvény	Töltések	Hulladék módszer	Janbu	Bishop
2-2 szelvény D-i oldala	mért értékpárok (1. módszer)	ÖNORM	1,50	1,50
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	2,23	2,22
	mért értékpárok (1. módszer) -3 m-en vízzszinttel	ÖNORM	1,18	1,13
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	1,46	1,42
	mért értékpárok (1. módszer) -6 m-en vízzszinttel	ÖNORM	1,25	1,21
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	1,56	1,55
	legrosszabb értékpárok (2. módszer)	ÖNORM	1,48	1,48
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	1,96	1,97
1-1 szelvény D-i oldala	mért értékpárok (1. módszer)	ÖNORM	1,76	1,76
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	2,27	2,28
	mért értékpárok (1. módszer) -3 m-en vízzszinttel	ÖNORM	1,24	1,23
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	1,59	1,56
	mért értékpárok (1. módszer) -6 m-en vízzszinttel	ÖNORM	1,51	1,50
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	1,96	1,94
	legrosszabb értékpárok (2. módszer)	ÖNORM	1,10	1,10
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	1,15	1,15



Szelvény	Töltések	Hulladék módszer	Janbu	Bishop
1-1 szelvény É-i oldala	mért értékpárok (1. módszer)	ÖNORM	1,49	1,50
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	2,17	2,16
	mért értékpárok (1. módszer) -3 m-en vízzszinttel	ÖNORM	0,95	0,95
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	1,33	1,31
	mért értékpárok (1. módszer) -6 m-en vízzszinttel	ÖNORM	1,10	1,09
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	1,57	1,56
	legrosszabb értékpárok (2. módszer)	ÖNORM	1,42	1,43
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	1,84	1,85
A-A szelvény Ny-i oldala	mért értékpárok (1. módszer)	ÖNORM	1,68	1,69
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	2,24	2,25
	mért értékpárok (1. módszer) -3 m-en vízzszinttel	ÖNORM	1,16	1,16
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	1,59	1,58
	mért értékpárok (1. módszer) -6 m-en vízzszinttel	ÖNORM	1,32	1,32
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	1,78	1,78
	legrosszabb értékpárok (2. módszer)	ÖNORM	1,54	1,51
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	1,72	1,74



Szelvény	Töltések	Hulladék módszer	Janbu	Bishop
A-A szelvény K-i oldala	mért értékpárok (1. módszer)	ÖNORM	1,69	1,66
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	2,44	2,44
	mért értékpárok (1. módszer) -3 m-en vízzszinttel	ÖNORM	1,05	1,05
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	1,41	1,39
	mért értékpárok (1. módszer) -6 m-en vízzszinttel	ÖNORM	1,31	1,31
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	1,80	1,79
B-B szelvény Ny-i oldala	legrosszabb értékpárok (2. módszer)	ÖNORM	1,65	1,64
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	2,20	2,20
	mért értékpárok (1. módszer)	ÖNORM	2,16	2,16
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	3,06	3,06
	mért értékpárok (1. módszer) -3 m-en vízzszinttel	ÖNORM	1,83	1,81
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	2,27	2,27
	mért értékpárok (1. módszer) -6 m-en vízzszinttel	ÖNORM	1,99	1,97
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	2,51	2,51
	legrosszabb értékpárok (2. módszer)	ÖNORM	1,29	1,29
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	1,37	1,37



Szelvény	Töltések	Hulladék módszer	Janbu	Bishop
B-B szelvény K-i oldala	mért értékpárok (1. módszer)	ÖNORM	1,82	1,82
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	2,42	2,42
	mért értékpárok (1. módszer) -3 m-en vízzszinttel	ÖNORM	1,40	1,37
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	2,46	2,45
	mért értékpárok (1. módszer) -6 m-en vízzszinttel	ÖNORM	1,50	1,52
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	2,81	2,81
	legrosszabb értékpárok (2. módszer)	ÖNORM	1,22	1,22
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	1,15	1,16

4.14. táblázat: A számított biztonsági tényező értékei a Manassero és ÖNORM javaslatával számolva Narancssárgával jelölve: az $f=1,35$ -nél kisebb biztonsági tényezők (EUROCODE 7 alapján nem állékony)

Az ÖNORM és a Manassero módszerek alapján megadott hulladékfizikai paraméterek és a **mért töltésparaméterek** alapján valóban a legmeredekebb eredő részsű bizonyult a legkevésbé állékonynak.

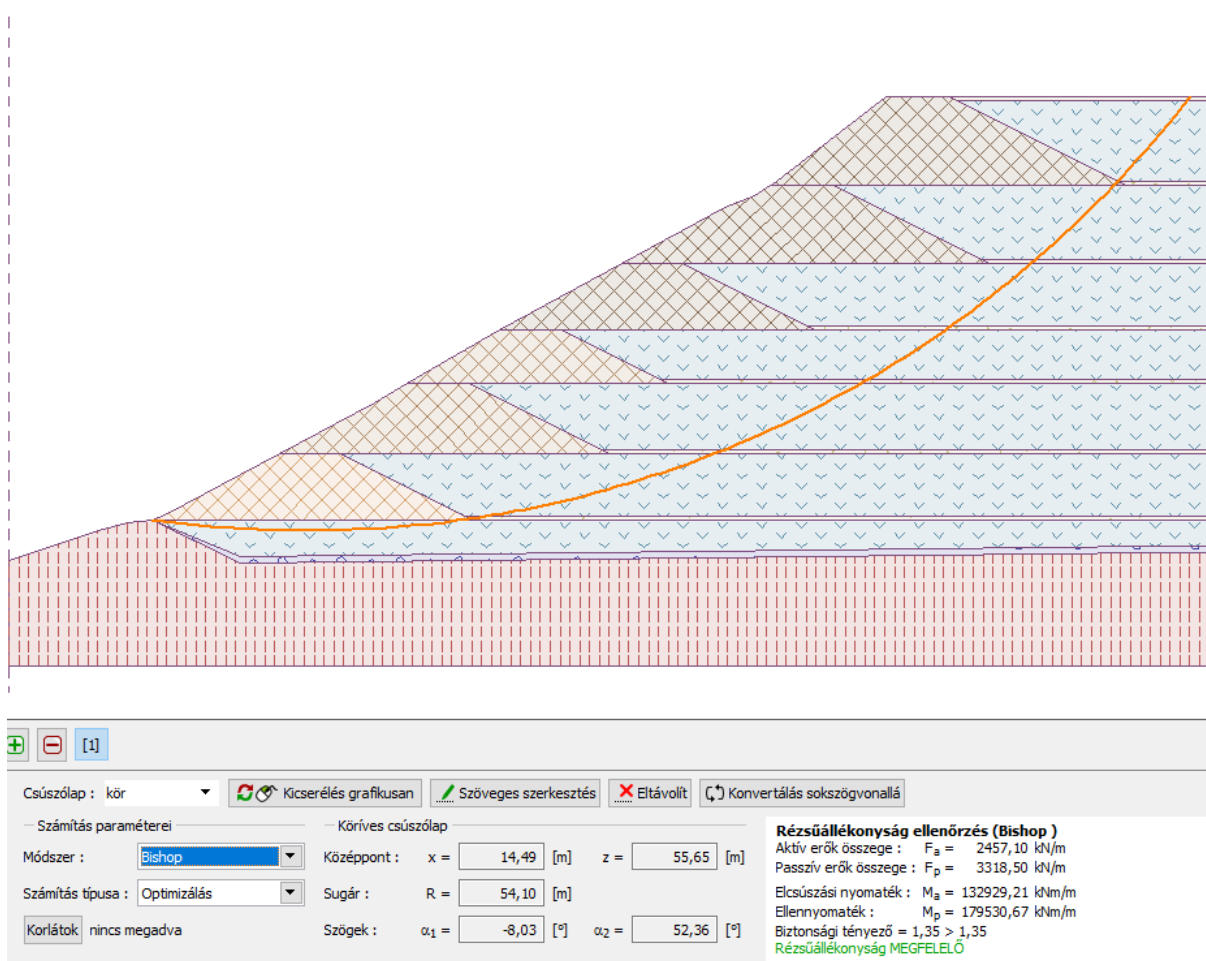
A depónián belüli csurgalékvízszint szintén negatív hatással van az állékonyyságra, minél magasabban található a vízszint, annál jelentősebb mértékben csökken az állékonyysági biztonság. Amennyiben a lerakó csurgalékvíz-elvezetése megoldott, és a lerakott hulladék nem tartalmaz nagy mennyiségű műanyagot, nem várható csurgalékvíz felgyűlés a hulladéktestben. A 2-2 szelvény É-i oldala, valamint az 1-1 szelvény É-i oldala esetében -3 m-en levő vízszint mindkét hulladékfizikai paraméterrel számolva a biztonsági tényező alatta marad az EUROCODE 7 által elvárt értéktől.

B-B szelvény Ny-i és K-i oldala esetében a -3 és -6 m-en számolt vízszinttel is megfelelő a biztonsági tényező.

Amennyiben a legrosszabb töltésparaméterekkel számoljuk az állékonyyságot, a 2-2 szelvény É-i oldalán kívül az 1-1 szelvény D-i oldala, valamint a B-B szelvény Ny-i és K-i oldala sem állékony ($f < 1,35$)

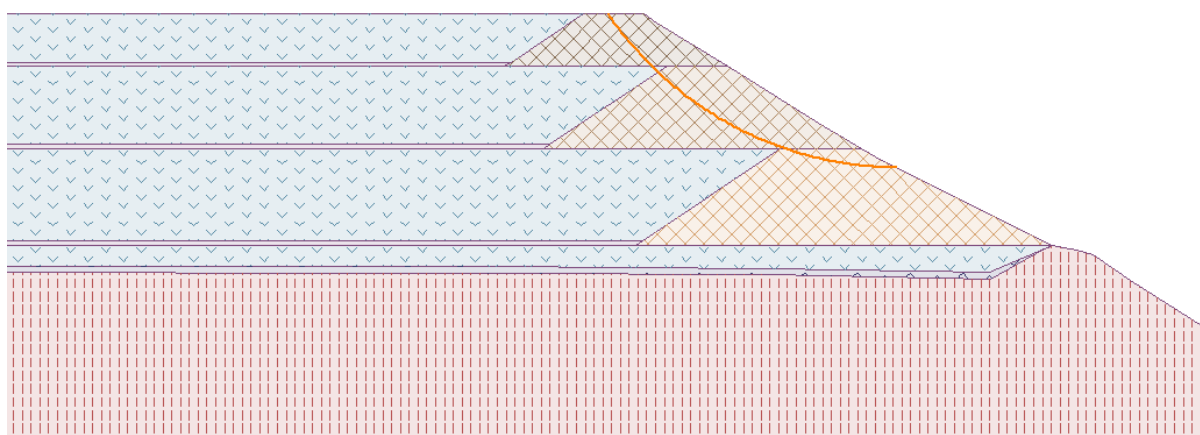
Közös ezekben az esetekben, hogy a csúszólap elsősorban nem a töltésekben alakul ki, nem a hulladéktestben. A nem állékony esetekben a csúszólapokat az alábbi ábrákon mutatjuk be:





4.5. ábra: 2-2 szelvény északi része legrosszabb töltésparaméterekkel, ÖNORM módszerrel megadott hulladék
4.6. ábra: 1-1 szelvény déli része legrosszabb töltésparaméterekkel, ÖNORM módszerrel megadott hulladék nyírószilárdsági paraméter



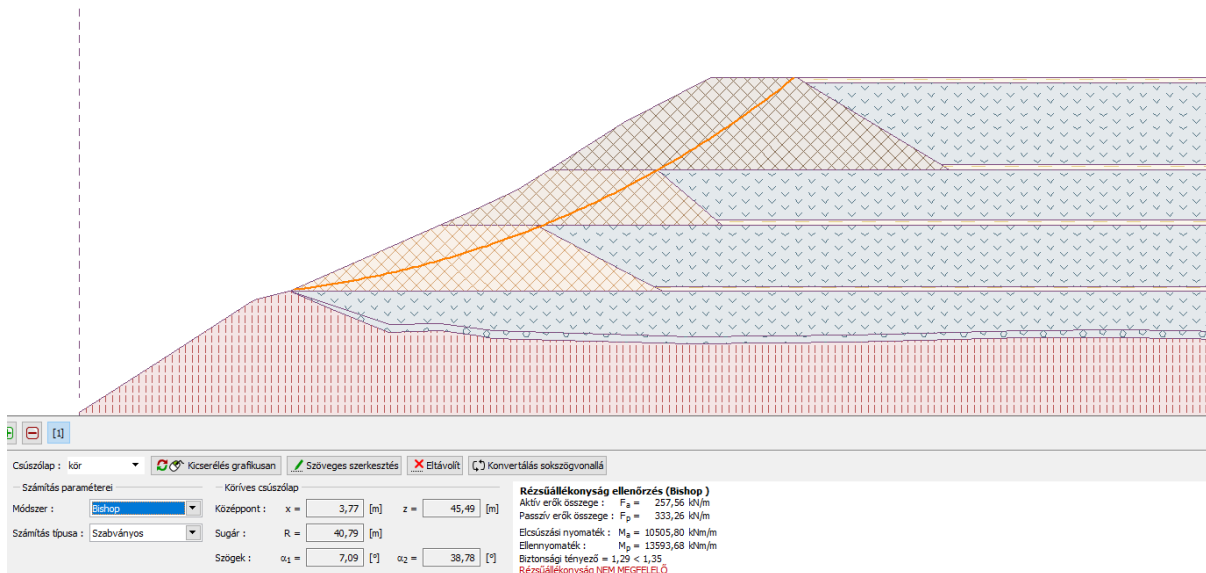


Csúszólap : kör
 Számítás paraméterei
 Módszer :
 Számítás típusa :

Köríves csúszólap
 Közeppont : x = 76,38 [m] z = 23,64 [m]
 Sugár : R = 16,31 [m]
 Szögek : $\alpha_1 = -55,45$ [°] $\alpha_2 = -0,56$ [°]

Rézsűállékonyság ellenőrzés (Bishop)
 Aktív erők összege : $F_a = 200,12$ kN/m
 Passzív erők összege : $F_p = 229,51$ kN/m
 Elcsúszási nyomaték : $M_a = 3263,96$ kNm/m
 Ellennyomaték : $M_p = 3743,29$ kNm/m
 Biztonsági tényező = 1,15 < 1,35
 Rézsűállékonyság NEM MEGFELELŐ

4.7. ábra: 1-1 szelvény déli része legrosszabb töltésszámítási paraméterekkel, Manassero módszerrel megadott hulladék nyírószilárdsági paraméter



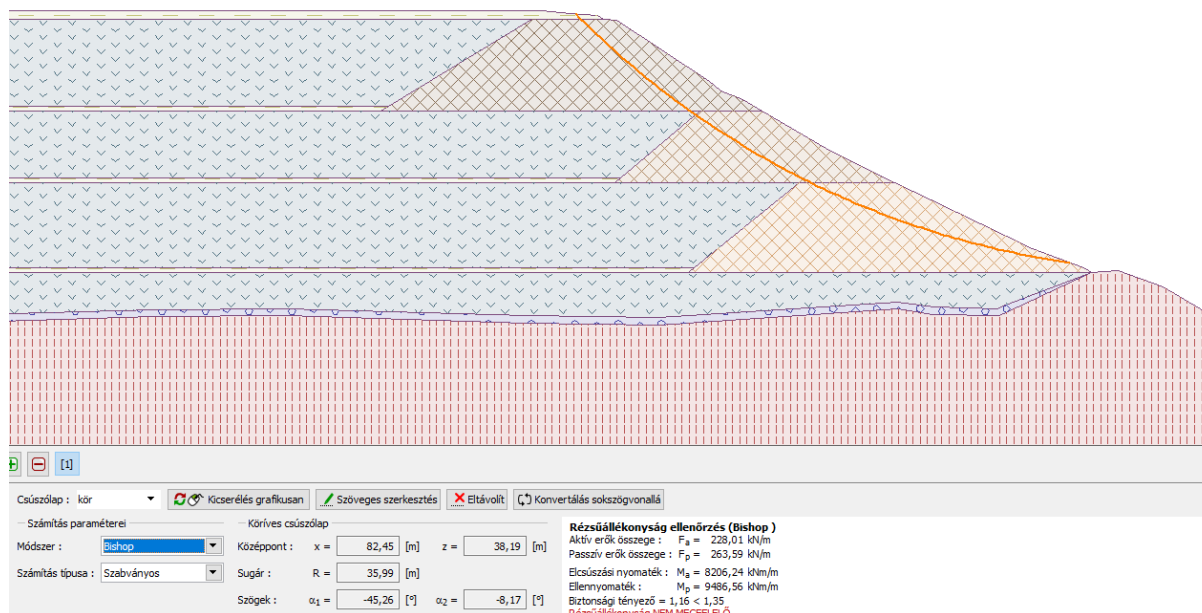
Csúszólap : kör
 Számítás paraméterei
 Módszer :
 Számítás típusa :

Köríves csúszólap
 Közeppont : x = 3,77 [m] z = 45,49 [m]
 Sugár : R = 40,79 [m]
 Szögek : $\alpha_1 = 7,09$ [°] $\alpha_2 = 38,78$ [°]

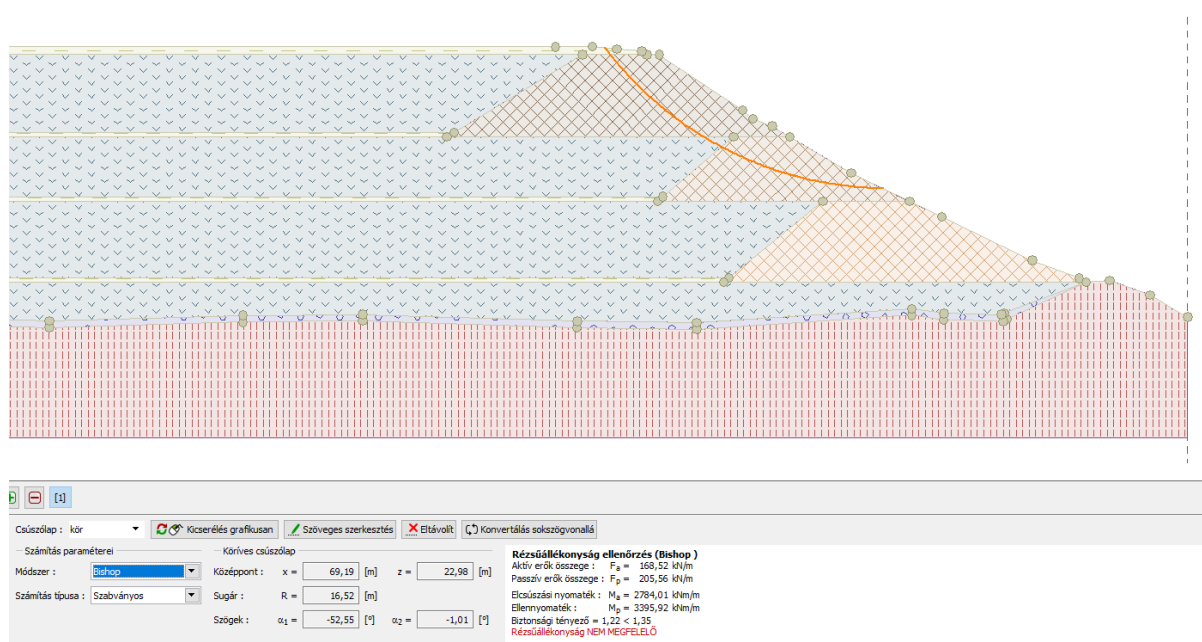
Rézsűállékonyság ellenőrzés (Bishop)
 Aktív erők összege : $F_a = 257,56$ kN/m
 Passzív erők összege : $F_p = 333,26$ kN/m
 Elcsúszási nyomaték : $M_a = 10505,80$ kNm/m
 Ellennyomaték : $M_p = 13593,68$ kNm/m
 Biztonsági tényező = 1,29 < 1,35
 Rézsűállékonyság NEM MEGFELELŐ

4.8. ábra: B-B szelvény nyugati része legrosszabb töltésszámítási paraméterekkel, ÖNORM módszerrel megadott hulladék





4.9. ábra: B-B szelvény keleti része legrosszabb töltésparaméterekkel, Manassero módszerrel megadott hulladék nyírószilárdsági paraméter



4.10. ábra: B-B szelvény keleti része legrosszabb töltésparaméterekkel, ÖNORM módszerrel megadott hulladék nyírószilárdsági paraméter



4.2.2 A valószínűségi változó alapján számított biztonsági tényező értékek

1. módszer

A 2-2 szelvényre először a mért töltéssparaméterekkel és 40 véletlenszerűen megadott, különböző hulladékrétegrendre vizsgáltuk az állékonyságot, a kapott eredményeket a **4.5. táblázat** tartalmazza. A **4.10. és 4.11., ábra** tartalmazza a véletlenszerűen választott (Monte-Carlo szimuláció) 40 különböző rétegrendre kapott *biztonsági tényezők értékeit, azok hisztogramját, empirikus eloszlásfüggvényét*, és az adathalmaz főbb statisztikai paramétereit: *számtani átlag, medián, szórás, minimum érték, maximum érték, F_{95} és F_{90}* .

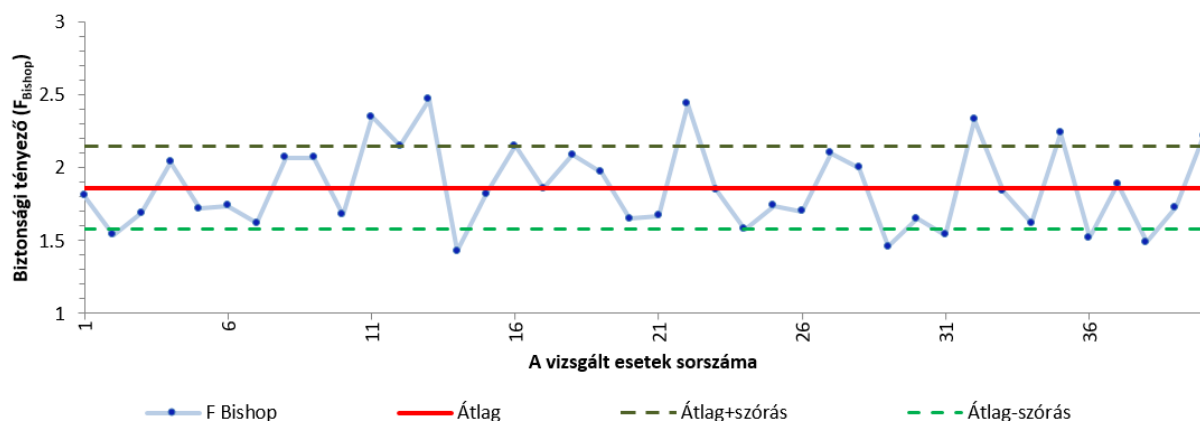
Az utóbbi két érték az empirikus eloszlásfüggvény alapján a 90% ill. 95%-os előfordulási valószínűséghez tartozó biztonsági tényező, amely **$F_{90}=1,50$; $F_{95}=1,38$** értékre adódott.

Az ábrákon csak a BISHOP módszerrel kapott biztonsági tényező értékeket tüntettük fel, de a számításainkat elvégeztük a nemzetközi gyakorlatban úgyszintén széleskörűen alkalmazott JANBU féle állékonyságvizsgálati módszerrel is, az eredményeket úgyszintén megadtuk. A két módszerrel kapott biztonsági tényezők közti kismértékű különbség a számítási módszerek eltérésének köszönhető. A számítás eredményeit az alábbi táblázat tartalmazza:

No.	Janbu	Bishop	No.	Janbu	Bishop
1.	1.76	1.81	21.	1.76	1.67
2.	1.54	1.54	22.	2.45	2.44
3.	1.66	1.69	23.	1.85	1.85
4.	2.07	2.04	24.	1.57	1.58
5.	1.66	1.72	25.	1.75	1.74
6.	1.72	1.74	26.	1.65	1.70
7.	1.64	1.62	27.	2.07	2.10
8.	2.05	2.07	28.	1.96	2.00
9.	2.08	2.07	29.	1.47	1.46
10.	1.62	1.68	30.	1.69	1.65
11.	2.36	2.35	31.	1.53	1.54
12.	2.19	2.15	32.	2.35	2.33
13.	2.47	2.47	33.	1.86	1.84
14.	1.42	1.43	34.	1.66	1.62
15.	1.84	1.82	35.	2.26	2.24
16.	2.18	2.15	36.	1.50	1.52
17.	1.86	1.86	37.	1.99	1.89
18.	2.11	2.09	38.	1.47	1.49
19.	2.05	1.97	39.	1.71	1.73
20.	1.62	1.65	40.	2.25	2.22

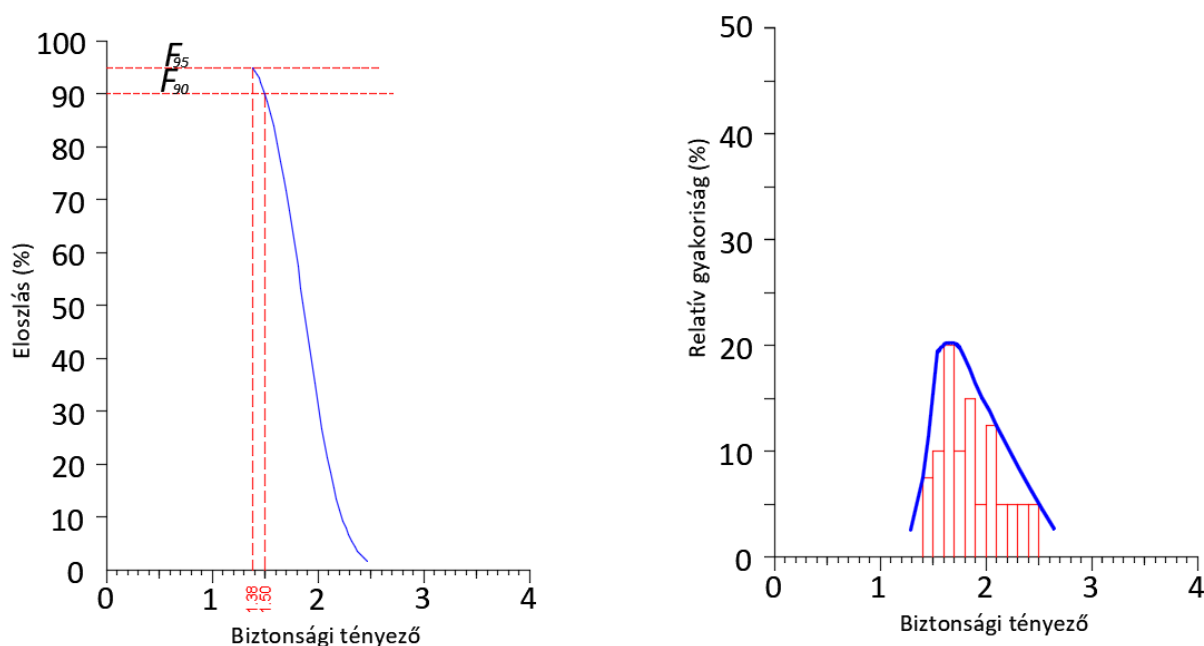
4.5. táblázat: Valószínűségi változók alapján számolt biztonsági tényezők mért töltéssparaméterekkel





4.10. ábra: Biztonsági tényező számított értékei az átlag és szóráshoz képest (F_{Bishop})

Hejőpapi 2-2 szelvény mért töltéssparaméterekkel



4.11. ábra: A számított biztonsági tényezők eloszlás- és relatív gyakoriság függvényei (F_{Bishop})



2. módszer

A 2-2 szelvényt modelleztük a legrosszabb töltéssparaméterekkel és 40 véletlenszerűen megadott, különböző hulladék rétegre vizsgáltuk az állékonyságot, a kapott eredményeket a **4.6. táblázat** tartalmazza. A **4.12. és 4.13., ábra** tartalmazza a véletlenszerűen választott (Monte-Carlo szimuláció) 40 különböző rétegre kapott *biztonsági tényezők értékeit, azok hisztogramját, empirikus eloszlásfüggvényét*, és az adathalmaz főbb statisztikai paramétereit: *számtani átlag, medián, szórás, minimum érték, maximum érték, F_{95} és F_{90}* .

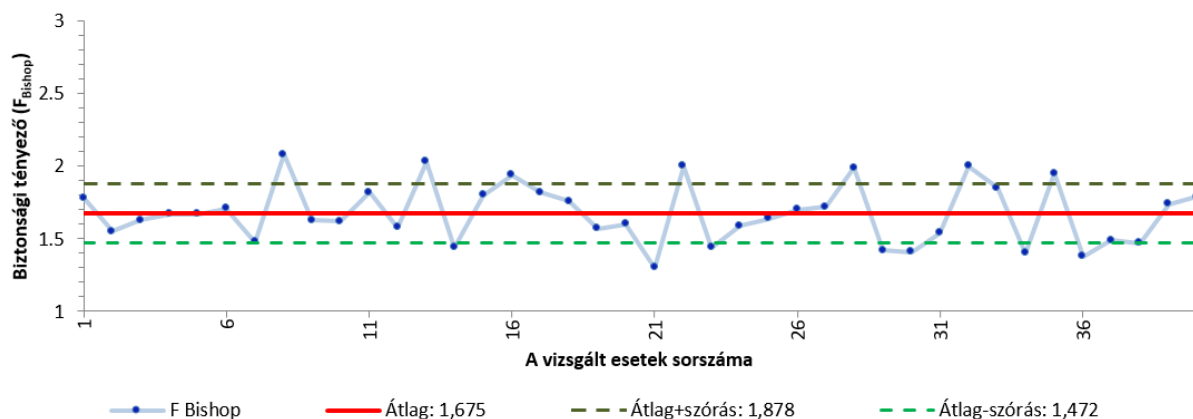
Az utóbbi két érték az empirikus eloszlásfüggvény alapján a 90% ill. 95%-os előfordulási valószínűséghez tartozó biztonsági tényező, amely **$F_{90}=1,41$; $F_{95}=1,34$** értékre adódott.

A számítás eredményeit az alábbi táblázat tartalmazza:

No.	Janbu	Bishop	No.	Janbu	Bishop
1.	1.70	1.78	21.	1.32	1.30
2.	1.54	1.55	22.	2.03	2.00
3.	1.59	1.63	23.	1.47	1.44
4.	1.67	1.67	24.	1.57	1.59
5.	1.61	1.67	25.	1.64	1.64
6.	1.70	1.71	26.	1.65	1.70
7.	1.48	1.48	27.	1.69	1.72
8.	2.06	2.08	28.	1.96	1.99
9.	1.64	1.63	29.	1.43	1.42
10.	1.56	1.62	30.	1.42	1.41
11.	1.83	1.82	31.	1.54	1.54
12.	1.61	1.58	32.	2.00	2.00
13.	2.04	2.03	33.	1.87	1.85
14.	1.43	1.44	34.	1.40	1.40
15.	1.82	1.80	35.	1.96	1.95
16.	1.97	1.94	36.	1.38	1.38
17.	1.81	1.82	37.	1.49	1.49
18.	1.77	1.76	38.	1.46	1.47
19.	1.56	1.57	39.	1.71	1.74
20.	1.59	1.60	40.	1.79	1.79

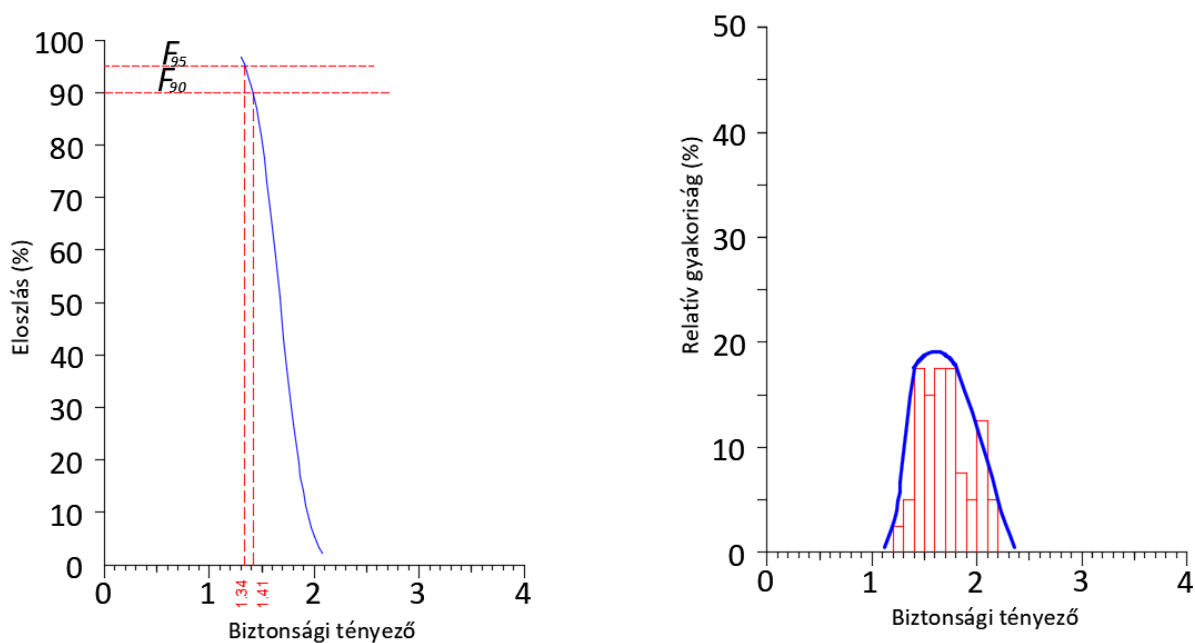
4.6. táblázat: Valószínűségi változók alapján számolt biztonsági tényezők legrosszabb töltéssparaméterekkel





4.12. ábra: Biztonsági tényező számított értékei az átlag és szóráshoz képest (F_{Bishop})

Hejőpapi 2-2 szelvény legkedvezőtlenebb töltéssparaméterekkel



4.13. ábra: A számított biztonsági tényezők eloszlás- és relatív gyakoriság függvényei (F_{Bishop})



3. módszer

A 2-2 szelvényen végül véletlenszerűen választott, kevert töltéssparaméterekkel és 40 véletlenszerűen megadott, különböző hulladékrétegre is vizsgáltuk az állékonyságot, a kapott eredményeket a **4.7. táblázat** tartalmazza. A **4.14. és 4.15., ábra** tartalmazza a véletlenszerűen választott (Monte-Carlo szimuláció) 40 különböző rétegre kapott *biztonsági tényezők értékeit, azok hisztogramját, empirikus eloszlásfüggvényét*, és az adathalmaz főbb statisztikai paramétereit: *számtani átlag, medián, szórás, minimum érték, maximum érték, F_{95} és F_{90}* .

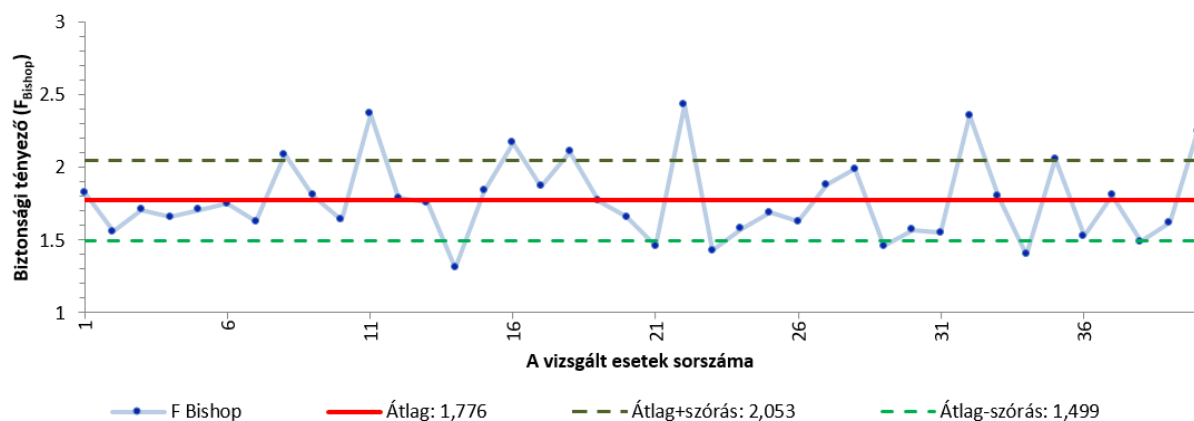
Az utóbbi két érték az empirikus eloszlásfüggvény alapján a 90% ill. 95%-os előfordulási valószínűséghez tartozó biztonsági tényező, amely **$F_{90}=1,42$; $F_{95}=1,32$** értékre adódott.

A számítás eredményeit az alábbi táblázat tartalmazza:

No.	Janbu	Bishop	No.	Janbu	Bishop
1.	1.78	1.83	21.	1.52	1.46
2.	1.55	1.56	22.	2.43	2.43
3.	1.67	1.71	23.	1.42	1.43
4.	1.65	1.66	24.	1.57	1.58
5.	1.65	1.71	25.	1.69	1.69
6.	1.74	1.75	26.	1.58	1.63
7.	1.64	1.63	27.	1.84	1.88
8.	2.07	2.09	28.	1.96	1.99
9.	1.81	1.81	29.	1.47	1.46
10.	1.69	1.64	30.	1.58	1.57
11.	2.38	2.37	31.	1.54	1.55
12.	1.74	1.79	32.	2.36	2.36
13.	1.78	1.76	33.	1.81	1.80
14.	1.29	1.31	34.	1.40	1.40
15.	1.86	1.84	35.	2.07	2.06
16.	2.20	2.17	36.	1.51	1.53
17.	1.82	1.87	37.	1.79	1.81
18.	2.13	2.11	38.	1.47	1.49
19.	1.81	1.77	39.	1.59	1.62
20.	1.63	1.66	40.	2.27	2.25

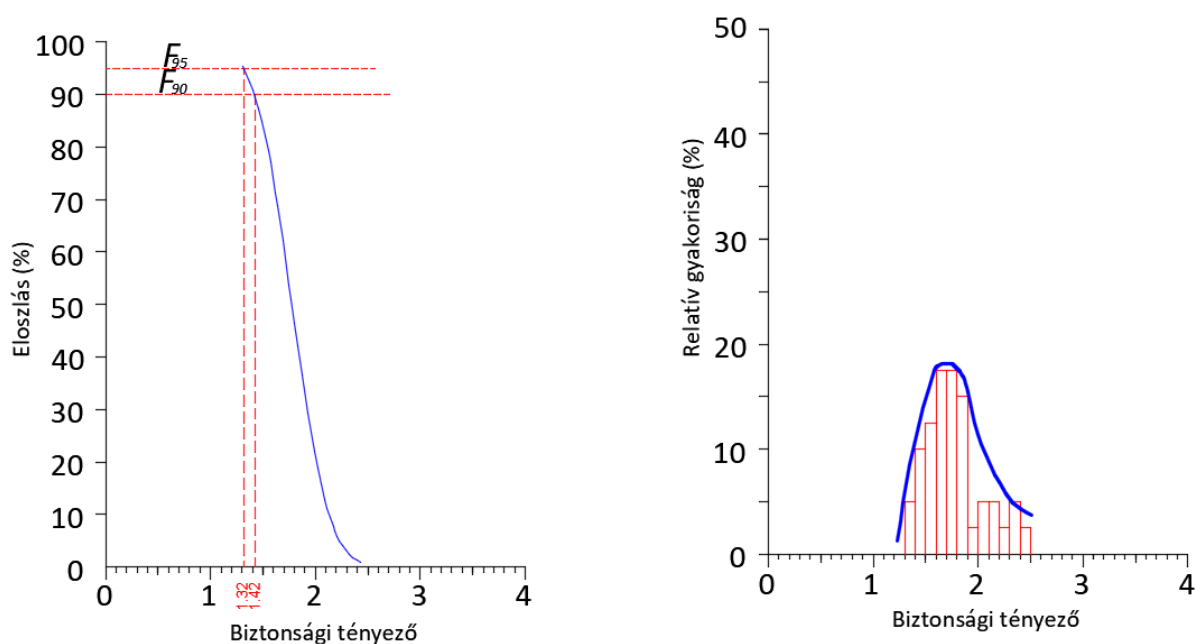
4.7. táblázat: Valószínűségi változók alapján számolt biztonsági tényezők véletlenszerűen választott töltéssparaméterekkel





4.14. ábra: Biztonsági tényező számított értékei az átlag és szóráshoz képest (F_{Bishop})

Hejőpapi 2-2 szelvény kevert eloszlású töltéssparaméterekkel



4.15. ábra: A számított biztonsági tényezők eloszlás- és relatív gyakoriság függvényei (F_{Bishop})



5. Összefoglaló

A depónián 2023. július 23-27 közt geodéziai felmérést készítettünk, ezen kívül a lerakó 4 oldalán oldalanként 6 illetve 4 db, összesen 20 db talajfúrást készítettünk. A talajfúrásokkal a lerakó töltéseinek megmintázására törekedtünk négy szelvény mentén. A fúrásokból 1 és 2 m mélységből vettünk zavart mintákat, amelyeket talajmechanikai szempontból vizsgáltunk. A talajmechanikai labor eredményei alapján töltésekbe nem beépíthető anyagokat azonosítottunk a következő fúrásokban: HPF1-1, HPF4-2, HPF6-1, HPF12-1, HPF15-1, HPF18-2.

Ezután több módszerrel is meghatároztuk a Hejőpapi 073/6 hrsz.-ú ingatlanon a nemveszélyes hulladéklerakó jelenlegi felülete esetében négy metszetben, 8 szelvény rézsúállékonyságát a mért töltéssparamétereket felhasználva, valamint a legrosszabb kőzetfizikai jellemzőkkel rendelkező töltésanyagokkal.

Az állékonyság szempontjából leginkább veszélyes metszetben (legmeredekebb rézsú) vizsgáltuk a laboreredményekből véletlenszerűen választott töltéssparaméterekkel hogyan alakul az állékonyság. (3. módszer, kevert töltéssparaméterek). A hulladék rétegek jellemzőit szintén véletlenszerűen választottuk ki, és a biztonsági tényezők eloszlásfüggvényének a karakterisztikus értékei alapján értékeltük az állékonyságot. (Monte-Carlo módszer) A kapott eredményeket a **5.1. táblázatban** foglaltuk össze.

A dokumentumban közölt összes eredmény az **EUROCODE 7** szerinti méretezés alapján, a nyírószilárdsági paraméterek karakterisztikus értékének figyelembe vételével készült, azaz az állékonyságvizsgálatok során **a biztonsági tényező elvárt minimális értéke $F_s = 1,35$** .

Szelvény	Töltések	Hulladék módszer	Janbu	Bishop
2-2 szelvény É-i oldala	mért értékpárok (1. módszer)	ÖNORM	1,39	1,39
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	2,09	2,09
		Monte-Carlo szimuláció	F90 Bishop	F95 Bishop
			1,50	1,38
	legrosszabb értékpárok (2. módszer)	ÖNORM	1,35	1,35
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	1,88	1,88
		Monte-Carlo szimuláció	F90 Bishop	F95 Bishop
			1,41	1,34
	kevert értékpárok (3. módszer)	Monte-Carlo szimuláció	F90 Bishop	F95 Bishop
			1,42	1,32



Szelvény	Töltések	Hulladék módszer	Janbu	Bishop
2-2 szelvény D-i oldala	mért értékpárok (1. módszer)	ÖNORM	1,50	1,50
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	2,23	2,22
	legrosszabb értékpárok (2. módszer)	ÖNORM	1,48	1,48
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	1,96	1,97
1-1 szelvény D-i oldala	mért értékpárok (1. módszer)	ÖNORM	1,76	1,76
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	2,27	2,28
	legrosszabb értékpárok (2. módszer)	ÖNORM	1,10	1,10
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	1,15	1,15
1-1 szelvény É-i oldala	mért értékpárok (1. módszer)	ÖNORM	1,49	1,50
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	2,17	2,16
	legrosszabb értékpárok (2. módszer)	ÖNORM	1,42	1,43
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	1,84	1,85
A-A szelvény Ny-i oldala	mért értékpárok (1. módszer)	ÖNORM	1,68	1,69
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	2,24	2,25
	legrosszabb értékpárok (2. módszer)	ÖNORM	1,54	1,51
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	1,72	1,74
A-A szelvény K-i oldala	mért értékpárok (1. módszer)	ÖNORM	1,69	1,66
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	2,44	2,44
	legrosszabb értékpárok (2. módszer)	ÖNORM	1,65	1,64
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	2,20	2,20
B-B szelvény Ny-i oldala	mért értékpárok (1. módszer)	ÖNORM	2,16	2,16
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	3,06	3,06



Szelvény	Töltések	Hulladék módszer	Janbu	Bishop
B-B szelvény K-i oldala	legrosszabb értékpárok (2. módszer)	ÖNORM	1,29	1,29
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	1,37	1,37
	mért értékpárok (1. módszer)	ÖNORM	1,82	1,82
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	2,42	2,42
	legrosszabb értékpárok (2. módszer)	ÖNORM	1,22	1,22
		Manassero (kis-közepes normálfeszültség)	1,15	1,16

5.15. táblázat: különböző számítási módszerekkel kapott biztonsági tényezők

A modellszámítások alapján elmondható, hogy mért töltésparaméterekkel számolva a legmeredekebb szelvény rézsúállékonyságának biztonsági tényezője minden esetben az EUROCODE 7 alapján elvárt $F_s = 1,35$ értéknél nagyobb, vagyis a jelenlegi feltöltési szinttel a lerakó állékony.

Abban az esetben, ha a töltések úgy kerülnek megépítésre, hogy az egymásra épülő töltések szemeloszlása egyenlőtlen és nagy a finomszemcsés frakció aránya (iszap, homok), a 2 szelvény É-i oldala, az 1 szelvény D-i oldala, a B szelvény Ny-i és K-i oldala nem bizonyul állékonyak.

A rézsú megcsúszását követően több alkalommal helyszíni szemlét tartottunk, amely során egyértelműen megállapíthatóak voltak a következők:

1. A rézsúcsúszás során kizárólag a szorítótöltés csúszott meg, a hulladéktest nem mozdult, nem csúszott meg.
2. A rézsúcsúszás okozója a fentről számított 2. töltés megcsúszása, amely ezután az érintett oldalon magával vonta a további töltések megcsúszását.
3. A csúszás hatására csurgalékvíz, hulladék nem került ki a környezetbe, a környezet szennyezése nem valósult meg.
4. Az elmúlt időszakban a teljes rézsúoldal helyreállítása megtörtént.



5. A hulladéklerakó megfelelően művelt, a deponált hulladék megfelelő tömörségű, azt rendszeresen több kompaktossal, folyamatosan tömörítik.
6. A hulladéktest rendszeres takarása megoldott.
7. A hulladéktest a szemrevételezés, bejárások során teljes mértékben stabilnak bizonyult.
8. Mint arra jelen dokumentumban is rámutatunk, a gázképződés, továbbá a csurgalékvizek felhalmozódása jelentősen tudja csökkenteni az állékonyságot, ezért a hulladéklerakó gázmentesítését mielőbb meg szükséges oldani, a hulladéktestben vélelmezhetően jelentős mennyiségű, hasznosítható depóniagáz található. A hulladéktestben, tekintettel a lerakott hulladék jellegére, kiemelten az elmúlt időszakban külső hasznosítási kapacitás hiányára, jelentős mennyiségű műanyag hulladék kerül lerakásra, amely a lerakótestre hulló csapadékvíz csurgalékvíz-gyűjtő rendszerbe történő szivárgását akadályozza. A lerakótestben csurgalékvíz szigetek alakulhatnak ki, amely így nem tud leürülni. Korábban is tettünk javaslatot ezen szigetek folyamatos átvágására, illetve szemcsés anyagból „ejtőkutak” kialakítására, amely a csurgalékvíz gazdálkodás szempontjából hatékony.
9. A lerakóra történő visszalocsolás továbbra is engedélyezhető, mivel a lerakó felülete nagy, a kiporzási kockázat magas, a lerakó lényegében egy szélcsatornában található, így a folyamatos visszalocsolást továbbra is javasoljuk, azonban annak mértéke nem okozhatja a lerakótestben a csurgalékvíz felgyülemelését. Értelemszerűen annyi csurgalékvíz locsolható vissza, amely az adott időszak alatt el tud párologni.
10. A lerakó gáttesteknél a hulladéktestet úgy kell kialakítani, hogy a csapadékvíz ne a gáttestek irányába, hanem a lerakó középvonalának irányába tudjon folyni. Ezáltal elkerülhető, hogy a gáttestek nagyobb csapadékok esetében átázzanak, illetve, hogy a gáttest mögé a hulladéktest felszínéről csapadékvíz tudjon befolyani. A kérdéses gátoldal tekintetében azt tapasztaltuk, hogy a víz a gáttest irányába tudott jutni, továbbá, hogy a gáttest koronája a hulladéktest irányába lejtett. A vizeket a gáttesttől a lehető legnagyobb mértékben távol kell tartani.
11. A süllyedésmérő pontok nem látják el megfelelően a feladatukat, ezért azok teljes újragondolását javasoljuk. Az alappont hálózat megfelelően kiépített, azokról geodéziai mérés végezhető, azonban a rézsű oldalakon is szükséges mérőpont kialakítása. A kialakítás során a pontokat a fagyhatár alá kell lealapozni, a felszínen



pedig geodéziai mérésre alkalmas csapat kell tenni. Ezt követően javasoljuk a süllyedés mérésbe bevonni ezen pontokat, amelyeket kizárólag földi geodéziai módszerekkel javasolunk folyamatosan mérni. Tekintettel arra, hogy ilyen mérés korábban nem történt, így a feladatot az alappont hálózat kiépítésével kell kezdeni, amelyet nulla állapot mérésnek kell követnie. Ezt követően a rendszeres mérések alkalmasak lesznek az időbeli esetleges változások megfigyelésére, és rögzítésére, továbbá összehasonlítások megtételére.

12. A hulladéktest, mint azt a korábbiakban említettük nem csúszott meg, a támasztó- vagy más néven szorítótöltés csúszott le a lerakó keleti oldalán, amelynek elsődleges oka véleményünk szerint a töltéstartest nem megfelelő kivitelezése, amely nem megfelelő tömörítési hatékonyságot jelent. Üzemeltető tájékoztatása alapján, a kérdéses gátrész tömörítése más módszerekkel, vélhetően kisebb hatékonysággal történt, mint a többi gátrész esetében. A csúszáshoz hozzájárult az is, hogy a töltéstartest alapja jelentős mértékben a hulladéktestre épült. Általánosan tapasztalható, hogy a hulladéklerakó szélső részein a hulladék test tömörítése alacsonyabb mértékű, mint a hulladéklerakó belső irányába haladva. Ez magyarázható azzal, hogy a kompaktorok a lerakó szélső részein már sokkal óvatosabban közlekednek, ott fordulnak meg, vagy csupán az egyik oldali kerékpár tömöríti a hulladékot. Ezért tartjuk különösen fontosnak, hogy a hulladéktestet úgy alakítsa ki az üzemeltető, hogy nagyobb csapadék esetén erre a hulladék szakaszra a lehető legkevesebb csapadék víz jusson.
13. Több hulladéklerakó csúszást vizsgálva megállapítható, hogy a csúszások döntő többségében nem maga a hulladéktestben, hanem inkább a szorító- és támasztó töltésben alakul ki. Különösen fontos arra figyelni, hogy nagyobb esőzések során a töltések oldalán kialakuló eróziós árkokat az üzemeltető szüntesse meg, adott esetben megfelelő növénytelepítést is tudunk javasolni, amely a hulladéklerakó állékonyságát növelheti. A gáttest növényzetét vizsgálva jelentős mennyiségű tartósan összegyülekezett vízre nem találtunk bizonyítékot. Általában olyan helyeken, ahol jelentős és tartós nedvesedés keletkezik, a gáttesteknél megjelenik a nádasos, sásos növényzet. Ezen hulladéklerakó esetében ilyen jellel nem találkoztunk.
14. A korábbi állékonyság vizsgálataink metodikái megegyeznek a jelenleg alkalmazott metodikával azzal különbséggel, hogy most a helyszínen vett talajminták adatait is felhasználtuk.



15. Hulladéklerakó egyes helyein mért 1:1,7 arányú rézsűmeredekségek, mint eredő rézsűmeredekségek túlságosan nagy dőlésszögűek, ezek jelenthetnek állékonysági problémát, ezért a további rézsűépítéseknel mindenképpen figyelembe kell venni a tervezett 1:2-es arányú rézsűmeredekséget. Megjegyezzük, hogy a hulladéklerakó ennél laposabb rézsűvel került korábban megtervezésre.

Miskolc, 2023. szeptember



Dr. Szabó Attila
okl. környezetmérnök
geotechnikai tervező
ügyvezető



Mellékletek

1. **melléklet:** Jogosultság igazolása
2. **melléklet:** Részletes helyszínrajz
3. **melléklet:** Szelvények
4. **melléklet:** Fúrési jegyzőkönyvek

1. melléklet

Jogosultság igazolása



Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Mérnöki Kamara

Telefon: (46) 505-483 Fax: (46) 505-484

Cím: Miskolc 3525 Kossuth Lajos u. 11.

Honlap: <http://www.bomek.hu>

Ügyszám: 05-65/2018

Kelt: 2018. március 1.

Ügyintéző neve: Balogh Babett

Tárgy: Továbbképzési kötelezettség teljesítésének igazolása

HATÓSÁGI BIZONYÍTVÁNY

Igazolom, hogy

Név: **Dr. Szabó Attila**

Lakcím: **3529 Miskolc Derkovits Gy. utca 54. fsz. 3.**

Kamarai nyilvántartási szám: **05-1399, 05-51779**

Végzettségek:

okl. környezetmérnök (száma: 56-MF/2000, kelte: 2000/06/22)

az építésügyi és az építésüggyel összefüggő szakmagyakorlási tevékenységekről szóló 266/2013. (VII. 11.) Korm. rendelet szerinti továbbképzési kötelezettségének eleget tett.

A továbbképzési kötelezettség teljesítése alapján **a 2023.03.01-ig tartó továbbképzési időszakban** a kérelmezőnek a névjegyzékben a következő jogosultsága szerepel:

GT - Geotechnikai tervezés

KB-T - Környezetmérnöki (létesítményi és technológiai)

Jelen hatósági bizonyítványt az építésügyi és építésüggyel összefüggő szakmagyakorlási tevékenységekről szóló 266/2013. (VII. 11.) Korm. rendelet 32. §-a és az általános közigazgatási rendtartásról szóló 2016. évi CL. törvény 95. § (1) bekezdése alapján, a Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Mérnöki Kamara által vezetett mérnök kamarai névjegyzéki nyilvántartásban rendelkezésre álló adatokból, valamint a jogosult kérelmére az általa benyújtott továbbképzési igazolások alapján adtam ki.

p. h.



Michnyóczy Nándor
titkár

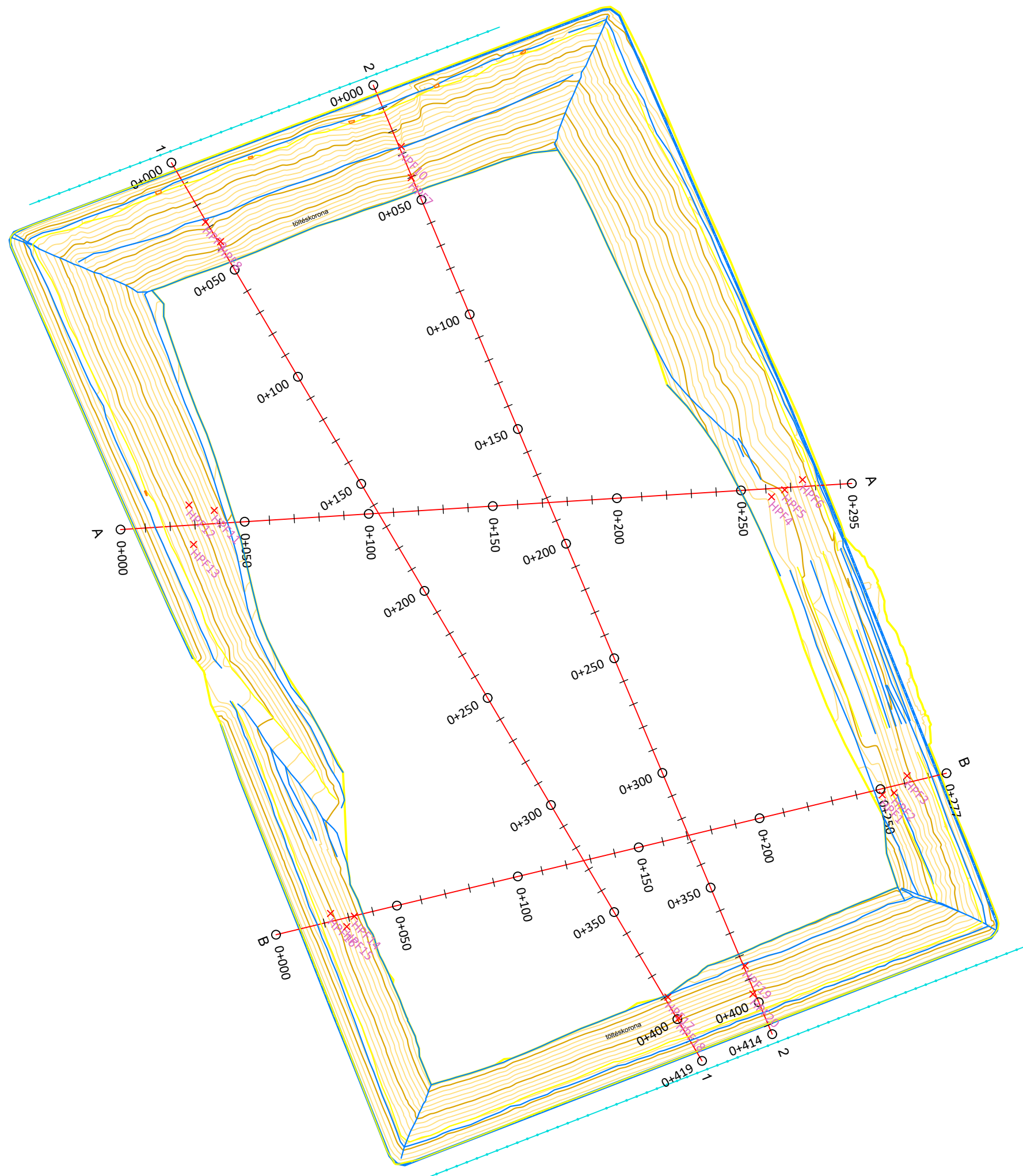
Kapják:

1. Dr. Szabó Attila

2. Irattár

2. melléklet

Részletes helyszínrajz



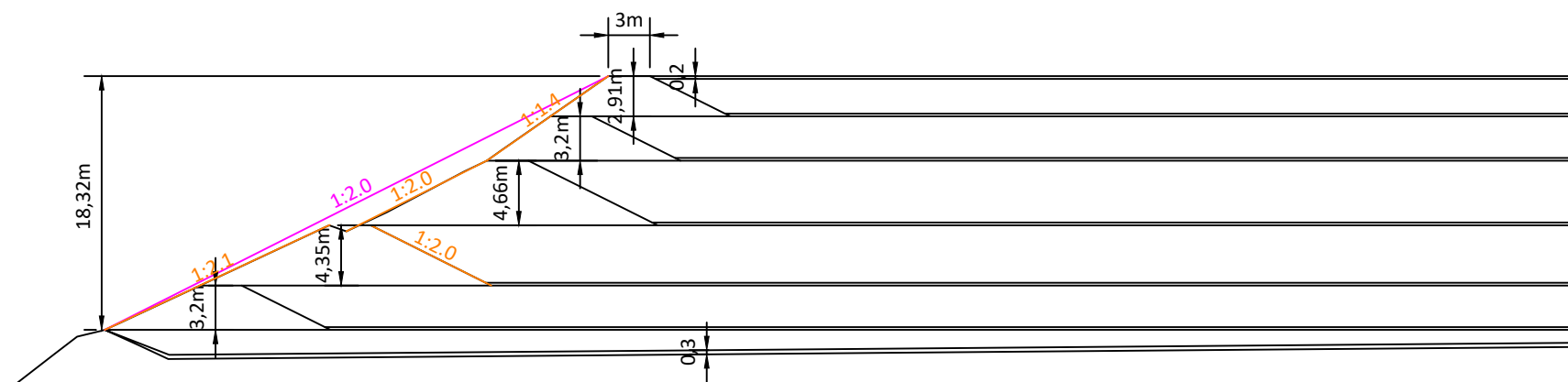
Jelmagyarázat:

- Rézsútető
- Rézsúláb
- Árok
- 115.00 Szintvonal
- Kerítés
- Fűrészpontok

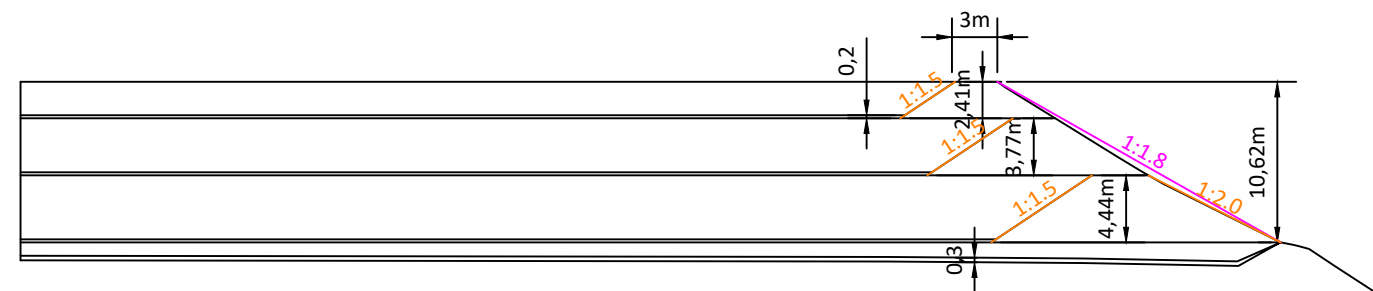
<div><div>geon</div><div>system</div></div> <div><div>3529 Miskolc, Knézich K. u. 12/A. 4/1.</div><div>Tel.:46/200-120</div><div>e-mail: office@geonsystem.hu</div></div>	
Megrendelő:	Dátum:
REGIHU HEJŐPAPI Kft.	2023. szept.
Miskolci Regionális Hulladéklerakó (Hejőpapi 073/6 hrsz.)	Munkaszám: GEON-680/2023
Geotechnikai szakvélemény	Méretarány: 1:1750
Részletes helyszínrajz	Rajzsám: 2.melléklet
Ez a terv a GEON system Kft. szellemi tulajdona, melynek védelmét jogszabály biztosítja.	

3. melléklet

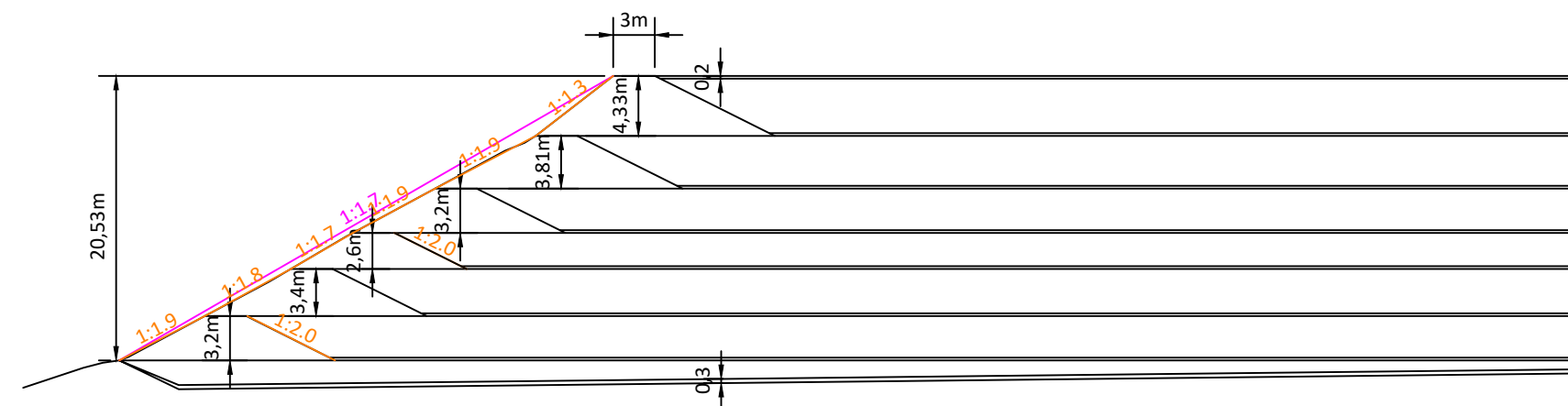
Szelvények



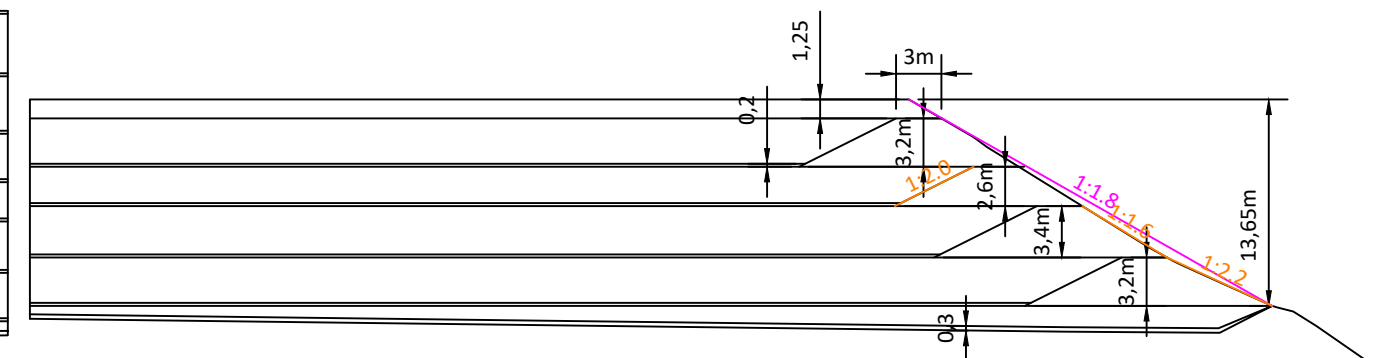
1-1 szelvény É-i oldal



1-1 szelvény D-i oldal

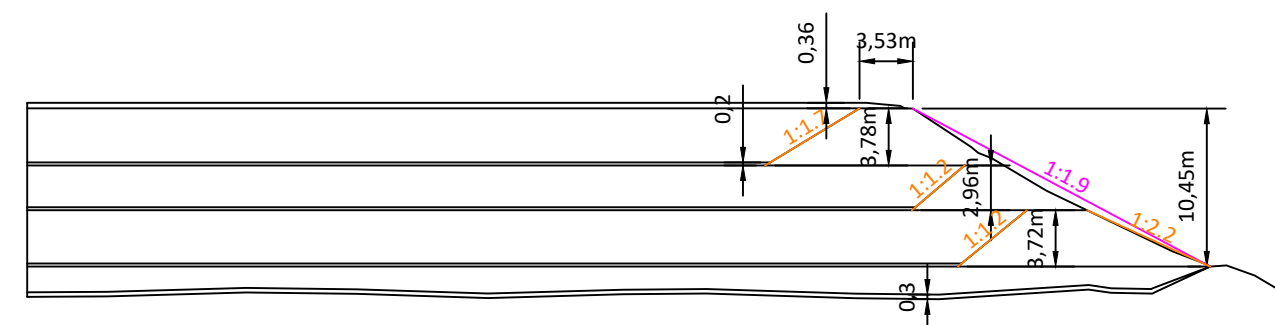
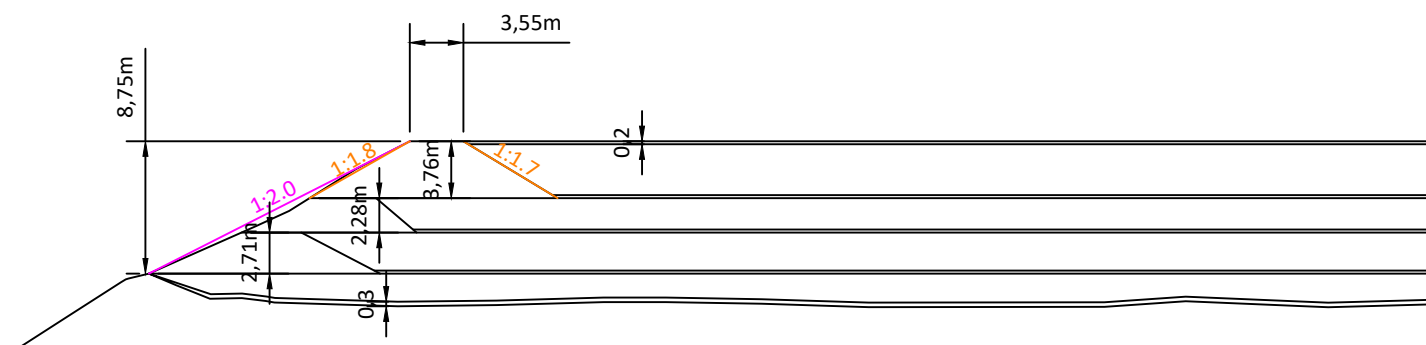
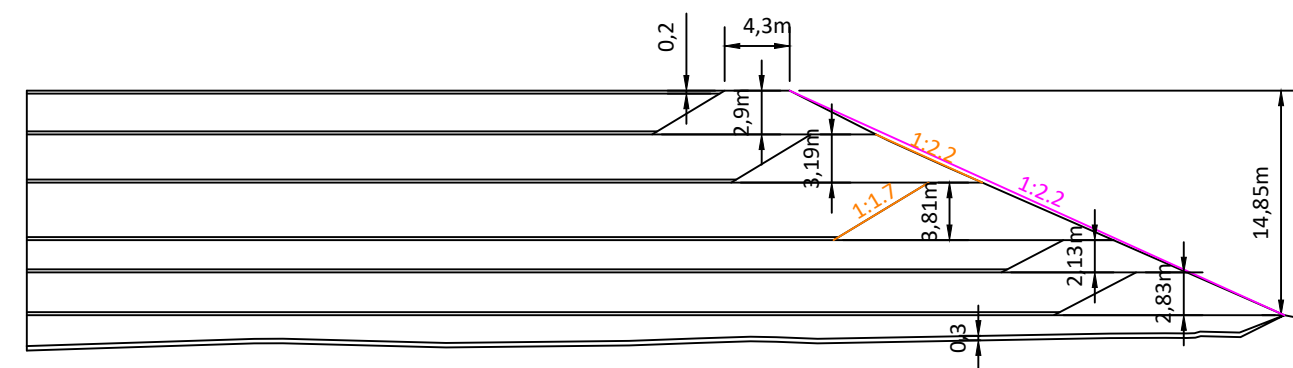
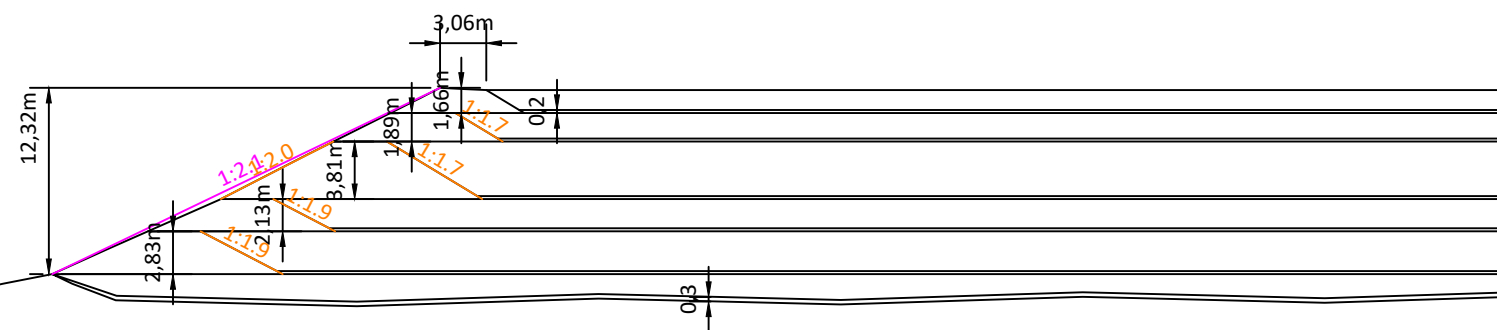


2-2 szelvény É-i oldal



2-2 szelvény D-i oldal

<div><div>geon ●●system</div><div>GEON system Kft. 3529 Miskolc, Knézych K. u. 12A. 4/1. Tel.:46/200-120 e-mail: office@geonsystem.hu</div></div>	
Megrendelő:	Dátum:
REGIHU HEJŐPAPI Kft.	2023. szept.
Miskolci Regionális Hulladéklerakó (Hejőpapi 073/6 hrsz.)	Munkaszám: GEON-680/2023
Geotechnikai szakvélemény	Méretarány: 1:500
Szelvények	Rajzsám: 3/a.melléklet
Ez a terv a GEON system Kft. szellemi tulajdona, melynek védelmét jogszabály biztosítja.	



geon
●●●system

GEON system Kft.

3529 Miskolc, Knézich K. u. 12A. 4/1.

Tel.:46/200-120

e-mail: office@geonsystem.hu

Megrendelő:	REGIHU HEJŐPAPI Kft.	Dátum:	2023. szept.
Miskolci Regionális Hulladéklerakó (Hejőpapi 073/6 hrsz.)		Munkaszám:	GEON-680/2023
Geotechnikai szakvélemény		Méretarány:	1:500
Szelvények		Rajzsám:	3/b.melléklet

Ez a terv a GEON system Kft. szellemi tulajdona, melynek védelmét jogszabály biztosítja.

4.sz. melléklet

Fúrési jegyzőkönyvek

FÚRÁSI JEGYZŐKÖNYV

Mélység	Megnevezés , szín, konzisztencia	Minta	
-0,2	Szürkés fehéres agyag		HELYSZÍN
-0,4	festett		
-0,6			
-0,8	iszapos , sárga		Fúrásszám: HPE 1
-1		1,00	
-1,2			
-1,4			Dátum: 2023. 07. 23.
-1,6			
-1,8	Szürkés festett fehéres agyag lútos	2,00	
-2			Vízmagütés. —
-2,2			
-2,4			
-2,6			Észlelt víz:
-2,8			
-3			
-3,2			Nyugalmi víz:
-3,4			
-3,6			
-3,8			Egyéb:
-4			
-4,2			
-4,4			
-4,6			
-4,8			
-5			
-5,2			
-5,4			
-5,6			
-5,8			
-6			

FÚRÁSI JEGYZŐKÖNYV

Mélység	Megnevezés , szín, konzisztencia	Minta	
-0,2	Védőbeton		HELYSZÍN
-0,4	szilárd feltöltés		
-0,6			
-0,8	Sűrű homok		Fúrásszám:
-1	Sűrű homok		
-1,2	Sűrű homok	1,00	HPF 2
-1,4	1,20 t/m ³ homok		
-1,6			
-1,8	tömör, sűrű, szilárd		
-2		2,00	
-2,2			Dátum:
-2,4			2023. 07. 27.
-2,6			Vízmagütés. -
-2,8			
-3			Észlelt víz:
-3,2			
-3,4			
-3,6			Nyugalmi víz:
-3,8			
-4			
-4,2			
-4,4			
-4,6			
-4,8			
-5			Egyéb:
-5,2			
-5,4			
-5,6			
-5,8			
-6			

FÚRÁSI JEGYZŐKÖNYV

Mélység	Megnevezés , szín, konzisztencia	Minta	
-0,2	Barna, levest aragos felt.		HELYSZÍN
-0,4			
-0,6			
-0,8	szürkés homok finom aragos	1,00	Fúrasszám: HPF 3
-1			
-1,2			
-1,4			
-1,6			
-1,8			
-2		2,00	Dátum: 2013.06.23.
-2,2			Vízmegütés.
-2,4			
-2,6			
-2,8			
-3			Észlelt víz:
-3,2			
-3,4			Nyugalmi víz:
-3,6			
-3,8			
-4			
-4,2			
-4,4			
-4,6			
-4,8			
-5			Egyéb:
-5,2			
-5,4			
-5,6			
-5,8			
-6			

FÚRÁSI JEGYZŐKÖNYV

Mélység	Megnevezés , szín, konzisztencia	Minta	
-0,2	Kékes homok agyag		HELYSZÍN
-0,4	felt.		
-0,6			
-0,8	szürke, laza		
-1	átázott, homokos	1,00	Fúrasszám: HP = 4
-1,2			
-1,4	Sötétbarna, sárga, fekete homok, agyag		
-1,6			
-1,8	Szürke, sötét, fekete agyag		
-2	felt.	2,00	Dátum: 2023. 07. 23.
-2,2			
-2,4			
-2,6			Vízmagütés. - 1,10
-2,8			
-3			
-3,2			Észlelt víz:
-3,4			
-3,6			Nyugalmi víz:
-3,8			
-4			
-4,2			
-4,4			
-4,6			
-4,8			
-5			Egyéb:
-5,2			
-5,4			
-5,6			
-5,8			
-6			

FÚRÁSI JEGYZŐKÖNYV

Mélység	Megnevezés , szín, konzisztencia	Minta	
-0,2	Agyagos festécs		HELYSZÍN
-0,4			
-0,6			
-0,8	— téglatörmelék		Fúrasszám: 5
-1		1,00	HPT 5
-1,2			
-1,4			
-1,6	— törmelék, valamint kőzet		
-1,8	törmelékös anyag		
-2		2,00	Dátum:
-2,2	—		2023. 07. 13.
-2,4			Vízmegütés.
-2,6			
-2,8			
-3			Észlelt víz:
-3,2			
-3,4			Nyugalmi víz:
-3,6			
-3,8			
-4			
-4,2			
-4,4			
-4,6			
-4,8			
-5			Egyéb:
-5,2			
-5,4			
-5,6			
-5,8			
-6			

FÚRÁSI JEGYZŐKÖNYV

Mélység	Megnevezés , szín, konzisztencia	Minta	
-0,2	Kevés agyag		HELYSZÍN
-0,4			
-0,6			
-0,8	Sárgás homok agyagos		Fúrasszám: H.P.F 6
-1		1,00	
-1,2			
-1,4	Sűrűsített agyag		Dátum: 2023. 07. 23.
-1,6			
-1,8			
-2		2,00	Vízmegetés. —
-2,2			
-2,4			
-2,6			Észlelt víz:
-2,8			
-3			
-3,2			Nyugalmi víz:
-3,4			
-3,6			
-3,8			Egyéb:
-4			
-4,2			
-4,4			
-4,6			
-4,8			
-5			
-5,2			
-5,4			
-5,6			
-5,8			
-6			

FÚRÁSI JEGYZŐKÖNYV

Mélység	Megnevezés , szín, konzisztencia	Minta	
-0,2	Szász , barna kavicsos aggreg feltöltés	1,00	HELYSZÍN
-0,4			
-0,6			
-0,8			
-1			
-1,2	Ezzen kavicsos túrmezlekes helyesen járható	2,00	Fúrasszám: HPF 7
-1,4			
-1,6			
-1,8			
-2			
-2,2	fals		Dátum: 2023.07.27
-2,4			
-2,6			
-2,8			
-3			
-3,2			
-3,4			
-3,6			
-3,8			
-4			
-4,2			
-4,4			
-4,6			
-4,8			
-5			
-5,2			
-5,4			
-5,6			
-5,8			
-6			
			Vízmagütés.
			Észlelt víz:
			Nyugalmi víz:
			Egyéb:

FÚRÁSI JEGYZŐKÖNYV

Mélység	Megnevezés , szín, konzisztencia	Minta	
-0,2	Barna levest agyag		HELYSZÍN
-0,4			
-0,6			
-0,8	Szürke kavicsos agyag , törmekek		Fúrásszám:
-1	homogén	1,00	HPF 8
-1,2			
-1,4			
-1,6			
-1,8			
-2	sötétebb szürke talp	2,00	Dátum:
-2,2			2023.07.27
-2,4			
-2,6			Vízmagütés. —
-2,8			
-3			
-3,2			Észlelt víz:
-3,4			
-3,6			Nyugalmi víz:
-3,8			
-4			
-4,2			
-4,4			
-4,6			
-4,8			
-5			Egyéb:
-5,2			
-5,4			
-5,6			
-5,8			
-6			

FÚRÁSI JEGYZŐKÖNYV

Mélység	Megnevezés , szín, konzisztencia	Minta	
-0,2	Követ agyag		HELYSZÍN
-0,4			
-0,6			
-0,8	sötét követ homok finom, izapoc		
-1	sötét követ agyag		Fúrásszám:
-1,2	set.	1,00	HPF 89
-1,4			
-1,6	sötét festőm		
-1,8			
-2		2,00	Dátum:
-2,2			2023. 07. 27.
-2,4			
-2,6			Vízmegütés. -
-2,8			
-3			
-3,2			Észlelt víz:
-3,4			
-3,6			Nyugalmi víz:
-3,8			
-4			
-4,2			
-4,4			
-4,6			
-4,8			
-5			Egyéb:
-5,2			
-5,4			
-5,6			
-5,8			
-6			

FÚRÁSI JEGYZŐKÖNYV

Mélység	Megnevezés , szín, konzisztencia	Minta	
-0,2	Barna agyag levest		HELYSZÍN
-0,4	havas		
-0,6	—————		
-0,8	Szürke levest agyag		Fúrasszám:
-1		1,00	H.P.F
-1,2			10
-1,4			
-1,6	—————		
-1,8	havas		
-2		2,00	Dátum:
-2,2	—————		2023.07.27.
-2,4			
-2,6			Vízmegütés. —
-2,8			
-3			
-3,2			Észlelt víz:
-3,4			
-3,6			Nyugalmi víz:
-3,8			
-4			
-4,2			
-4,4			
-4,6			
-4,8			
-5			Egyéb:
-5,2			
-5,4			
-5,6			
-5,8			
-6			

FÚRÁSI JEGYZŐKÖNYV

Mélység	Megnevezés , szín, konzisztencia	Minta	
-0,2	Kavicsos agyag szíve		HELYSZÍN
-0,4			
-0,6			
-0,8	— durva		Fúrásszám: HPF 11
-1		1,00	
-1,2			
-1,4	— — — — —		Dátum: 2023.07.27.
-1,6	Sárga agyag várány bizonylag homogén		
-1,8			
-2	talaj	2,00	Vízmegetés. —
-2,2			
-2,4			
-2,6			Észlelt víz:
-2,8			
-3			
-3,2			Nyugalmi víz:
-3,4			
-3,6			
-3,8			Egyéb:
-4			
-4,2			
-4,4			
-4,6			
-4,8			
-5			
-5,2			
-5,4			
-5,6			
-5,8			
-6			

FÚRÁSI JEGYZŐKÖNYV

Mélység	Megnevezés , szín, konzisztencia	Minta	
-0,2	Agrag levest ráver felt.		HELYSZÍN
-0,4	Sárga homokos felt.		
-0,6	ráver		
-0,8			
-1		1,00	Fúrasszám:
-1,2			HPF
-1,4			12
-1,6	Agrag levest homokos		
-1,8	tömör, nekizen járható		
-2		2,00	Dátum:
-2,2			2023. 07. 27.
-2,4			
-2,6			Vízmegütés. —
-2,8			
-3			
-3,2			Észlelt víz:
-3,4			
-3,6			Nyugalmi víz:
-3,8			
-4			
-4,2			
-4,4			
-4,6			
-4,8			
-5			Egyéb:
-5,2			
-5,4			
-5,6			
-5,8			
-6			

FÚRÁSI JEGYZŐKÖNYV

Mélység	Megnevezés , szín, konzisztencia	Minta	
-0,2	Barna réz réz		HELYSZÍN
-0,4	arany		
-0,6			
-0,8	0,80 kcal nyelődő, szemetes		Fúrásszám:
-1	homogénizált	1,00	
-1,2			
-1,4			HPF
-1,6	sötétzöld		13
-1,8			
-2			
-2,2			Dátum:
-2,4			2022. 07. 27.
-2,6			
-2,8			Vízmegütés.
-3			
-3,2			Észlelt víz:
-3,4			
-3,6			Nyugalmi víz:
-3,8			
-4			
-4,2			
-4,4			
-4,6			
-4,8			
-5			Egyéb:
-5,2			
-5,4			
-5,6			
-5,8			
-6			

FÚRÁSI JEGYZŐKÖNYV

Mélység	Megnevezés , szín, konzisztencia	Minta	
-0,2	Száras barna lövcs		HELYSZÍN
-0,4	agras		
-0,6			
-0,8	0,7 mm házt-1 szeméttel van tele		Fúrasszám:
-1		1,00	H.P.F
-1,2			14
-1,4	homokos, agras tömör száras, néha szeméttel		
-1,6			
-1,8			
-2		2,00	Dátum:
-2,2			2023.07.27.
-2,4			
-2,6			Vízmegetés. —
-2,8			
-3			Észlelt víz:
-3,2			
-3,4			Nyugalmi víz:
-3,6			
-3,8			
-4			
-4,2			
-4,4			
-4,6			
-4,8			
-5			Egyéb:
-5,2			
-5,4			
-5,6			
-5,8			
-6			

FÚRÁSI JEGYZŐKÖNYV

Mélység	Megnevezés , szín, konzisztencia	Minta	
-0,2	Szürkés agyag haviás		HELYSZÍN
-0,4	Sárga szürkés haviás		
-0,6	homok		
-0,8			Fúrásszám:
-1	agyagcses	1,00	H.P.F
-1,2			15
-1,4			
-1,6	Világoszürkés szürkés agyag haviás szemcsés		
-1,8			
-2		2,00	Dátum:
-2,2			2023. 07. 27
-2,4			
-2,6			Vízmegetés. -
-2,8			
-3			Észlelt víz:
-3,2			
-3,4			Nyugalmi víz:
-3,6			
-3,8			
-4			
-4,2			
-4,4			
-4,6			
-4,8			
-5			Egyéb:
-5,2			
-5,4			
-5,6			
-5,8			
-6			

FÚRÁSI JEGYZŐKÖNYV

Mélység	Megnevezés , szín, konzisztencia	Minta	
-0,2	sárga levest agyag		HELYSZÍN
-0,4	— — — — —		
-0,6	sárga homok iszapos /		
-0,8	hagyott		
-1		1,00	Fúrasszám: HPF 16
-1,2			
-1,4			
-1,6			
-1,8			
-2			Dátum: 2023. 07. 27.
-2,2			
-2,4			
-2,6			Vízmegütés. —
-2,8			
-3			
-3,2			Észlelt víz:
-3,4			
-3,6			Nyugalmi víz:
-3,8			
-4			
-4,2			
-4,4			
-4,6			
-4,8			
-5			Egyéb:
-5,2			
-5,4			
-5,6			
-5,8			
-6			

FÚRÁSI JEGYZŐKÖNYV

Mélység	Megnevezés , szín, konzisztencia	Minta	
-0,2	Sárga izapós agyag		HELYSZÍN
-0,4	—— ——— ——— ——— nároz		
-0,6	Világoszürke agyag		
-0,8	sárga pöttyös		Fúrásszám. HPF 17
-1	szárazabb	1,00	
-1,2			
-1,4			
-1,6			
-1,8			
-2			
-2,2			Dátum: 2023. 07. 27.
-2,4			
-2,6			Vízmegütés. —
-2,8			
-3			
-3,2			Észlelt víz:
-3,4			
-3,6			Nyugalmi víz:
-3,8			
-4			
-4,2			
-4,4			
-4,6			
-4,8			
-5			Egyéb:
-5,2			
-5,4			
-5,6			
-5,8			
-6			

FÚRÁSI JEGYZŐKÖNYV

Mélység	Megnevezés , szín, konzisztencia	Minta	
-0,2	Sárga levest réteg láza		HELYSZÍN
-0,4	agass		
-0,6	ép. törmelék 0,7 m		
-0,8			
-1	homokos	1,00	Fúrasszám: / HPF 18
-1,2			
-1,4			
-1,6	Sárga homok hártya		
-1,8	velocen fúrható		
-2		2,00	Dátum: 2023. 07. 27.
-2,2			
-2,4			
-2,6			Vízmegütés.
-2,8			
-3			
-3,2			Észlelt víz:
-3,4			
-3,6			Nyugalmi víz:
-3,8			
-4			
-4,2			
-4,4			
-4,6			
-4,8			
-5			Egyéb:
-5,2			
-5,4			
-5,6			
-5,8			
-6			

FÚRÁSI JEGYZŐKÖNYV

Mélység	Megnevezés , szín, konzisztencia	Minta	
-0,2	Sárga levelet tartalmazó		HELYSZÍN
-0,4	agras márv		
-0,6	laza		
-0,8			
-1	állékonyabb	1,00	Fúrasszám:
-1,2			HPF
-1,4			19
-1,6	Sötétbarna színű leveles agras		
-1,8	iszap		
-2		2,00	Dátum:
-2,2			2023.07.27.
-2,4			
-2,6			Vízmegütés.
-2,8			
-3			
-3,2			Észlelt víz.
-3,4			
-3,6			Nyugalmi víz:
-3,8			
-4			
-4,2			
-4,4			
-4,6			
-4,8			
-5			Egyéb:
-5,2			
-5,4			
-5,6			
-5,8			
-6			

FÚRÁSI JEGYZŐKÖNYV

Mélység	Megnevezés , szín, konzisztencia	Minta	
-0,2	Sárga homokos agyag,		HELYSZÍN
-0,4	feltöltés rétege		
-0,6			
-0,8			
-1	Építőanyag töméses agyag	1,00	Fúrásszám:
-1,2	rétege		HPF
-1,4			20
-1,6	nehéz fűrészt		
-1,8			
-2		2,00	Dátum:
-2,2			2022.07.27.
-2,4			
-2,6			Vízmagátás: —
-2,8			
-3			
-3,2			Észlelt víz:
-3,4			
-3,6			Nyugalmi víz:
-3,8			
-4			
-4,2			
-4,4			
-4,6			
-4,8			
-5			Egyéb:
-5,2			
-5,4			
-5,6			
-5,8			
-6			