



Operační program
Doprava



Evropská unie
Investice do vaší budoucnosti
Evropský fond pro regionální rozvoj
Fond soudržnosti

VÝŠKOVÝ SYSTÉM Bpv SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM S-JTSK

Číslo změny:	Obsah změny:	Datum změny:
01	ZAPRACOVÁNÍ PŘÍPOMÍNEK PROJEDNÁNÍ	06/2013
02	ÚPRAVA ŘEŠENÍ NA 200 KM/H	05/2020
03	-	-

Investor:



Správa železniční dopravní cesty, s.o.
Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1

Stavební správa západ se sídlem v Praze
Sokolovská 278/1955, 190 00 Praha 9

Sdružení pro projekt Modernizace trati Sudoměřice - Votice:



Vedoucí sdružení:



SUDOP PRAHA a.s.
Olšanská 1a, 130 80 Praha 3
tel.: +420 267 094 111
fax: +420 224 230 316
e-mail: praha@sudop.cz

Hlavní inženýr projektu:

ING. MILOŠ KRAMEŠ

Garant profese:

ING. JAN BONEV

Středisko:

ŽELEZNIČNÍCH TRATÍ A UZLŮ

Vedoucí střediska:

ING. JIŘÍ SYROVÝ

Odpovědný projektant SO, IO, PS:

ING. MICHAL MEČL
ING. EVA SYROVÁ

Vypracoval:

ING. MICHAL MEČL
ING. EVA SYROVÁ

Kontroloval:

ING. JAN BONEV

Název akce:

MODERNIZACE TRATI SUDOMĚŘICE - VOTICE

Číslo smlouvy:

12 106 201

Projektový stupeň:

PROJEKT

Část:

ŽELEZNIČNÍ SVRŠEK A SPODEK
SO 73-10-01 ČERVENÝ ÚJEZD - VOTICE, ŽELEZNIČNÍ SVRŠEK
SO 73-11-01 ČERVENÝ ÚJEZD - VOTICE, ŽELEZNIČNÍ SPODEK

Datum:

01 / 2013

Číslo části:

E.1.1.5

Název přílohy:

GEOTECHNICKÉ VÝPOČTY

Měřítko:

Počet formátů:

-

Číslo přílohy:

1.3

SO 73-10-01 Červený Újezd - Votice, železniční svršek
SO 73-11-01 Červený Újezd - Votice, železniční spodek

1.3 Geotechnické výpočty

Seznam příloh

Návrh pražcového podloží

Výpočet stability svahu zářezů a náspů, výpočet sedání náspů

Viz část dokumentace B.11.2.2.4 Geotechnické výpočty

Statický výpočet vyztužené zemní konstrukce v ev. km 112,379 (křížení nad potokem Mastník)

Statický výpočet, výpočet sedání vyztužené zemní konstrukce v ev. km 112,379

Statický výpočet vyztužené zemní konstrukce v km 110,325

**Návrh pražcového podloží
v km 103,221 – 111,716**

Návrh a posouzení pražcového podloží - HLAVNÍ KOLEJE

l _{mn} [°C.den]	550	Hloubka promrzání	
E ₀ [MPa]	70	h _{pr} [m]	1.055
E _{pr} [MPa]	90	min. tl. ŠD	0.5
druh tratě dle S4	A		
max. E _{or} [MPa] pro návrh výztužné geotextilie na pláni	42.0	dle S4 - Příl.6 - odst.5	

!!!!!! ZLEPŠENÉ ZEMINY POUŽITÉ V PODKLADNÍCH VRSTVÁCH NESMÍ PROMRZNOUT PŘI V>=160km/h (v neskalních zářezech to zvětšuje tloušťku)

Kolej	1.2		1.2		1.2		1.2		1.2		1.2		1.2		1.2	
Úsek N/Z	N1		Z1 zářez Dolní Dvory		Z1 zářez Dolní Dvory		N2		Z2 zářez Horní Borek		Z2 zářez Horní Borek		Z2 zářez Horní Borek		Z2 zářez Horní Borek	
Materiál podloží	vhodné násypové zeminy		km 103.630 (R5) 36.9MPa přetažení ochr. vrstvy z násypu DK tl. 0,4m		km 103.8 (R4) neměřeno ZZVC jen v případě špatných zemín v podloží		km 103.885 (R6/G5) 26.3MPa přetažení ochr. vrstvy z násypu DK tl. 0,4m		vhodné násypové zeminy		km 104.046 (G5/GC) 58MPa přetažení ochr. vrstvy z násypu DK tl. 0,4m		km 104.250 (R6/SS) 34.6MPa km 104.372 (R6/SS) 19.0MPa		km 104.450 (R4) neměřeno ZZVC jen v případě špatných zemín v podloží	
Poznámka																
Staničení [km - km]	103.221	103.611	103.611	103.620	103.620	103.880	103.880	103.900	103.900	104.040	104.040	104.055	104.055	104.445	104.445	104.484
Délka [m]	390		9		260		20		140		15		390		39	
Parametry																
Materiál podloží	zemina zlepšená vápnem v jádru															
E _{or} [MPa]	70.0		70.0		70.0		70.0		70.0		70.0		70.0		70.0	
Úprava pláně																
kontrolní řádek	-		-		-		-		-		-		-		-	
E _{or} [MPa] pod VG																
poznámka (E _{or} před vložením GS/HPV)			bez HPV		bez HPV		bez HPV		bez HPV		bez HPV		s HPV		s HPV	
E _{or} pro výpočet [MPa]	40.0		36.9		50.0		26.3		40.0		58.0		19.0		50.0	
h _k [m]	0.55		0.55		0.55		0.55		0.55		0.55		0.55		0.55	
Vodní režim	P		P		P		P		P		P		P		P	
Namrzavost	MN		NN		NN		NN		NN		NN		NN		MN	
Navržená opatření																
vrstva 1	ŠD 0/63	tl. 0.40m	ŠD 0/63	tl. 0.40m	ŠD 0/63	tl. 0.50m	ŠD 0/63	tl. 0.40m	ŠD 0/63	tl. 0.40m	ŠD 0/63	tl. 0.40m	ŠD 0/63	tl. 0.40m	ŠD 0/63	tl. 0.40m
parametry	E=95 MPa	λ=2.10 W/mK	E=95 MPa	λ=2.10 W/mK	E=95 MPa	λ=2.10 W/mK	E=95 MPa	λ=2.10 W/mK	E=95 MPa	λ=2.10 W/mK	E=95 MPa	λ=2.10 W/mK	E=95 MPa	λ=2.10 W/mK	E=95 MPa	λ=2.10 W/mK
vrstva 2	DK 0/125	tl. 0.40m	DK 0/125	tl. 0.40m	ZZVC	tl. 0.40m	DK 0/125	tl. 0.40m	DK 0/125	tl. 0.40m	DK 0/125	tl. 0.40m	SC	tl. 0.30m	ZZVC	tl. 0.40m
parametry	E=110 MPa	λ=2.00 W/mK	E=110 MPa	λ=2.00 W/mK	E=110 MPa	λ=1.50 W/mK	E=110 MPa	λ=2.00 W/mK	E=110 MPa	λ=2.00 W/mK	E=110 MPa	λ=2.00 W/mK	E=140 MPa	λ=0.35 W/mK	E=110 MPa	λ=1.50 W/mK
vrstva 3													ZZVC	tl. 0.40m		
parametry													E=110 MPa	λ=1.50 W/mK		
vrstva 4																
parametry																
zlepšená zemina	NE		NE		NE		NE		NE		NE		ANO (namrzavá)		NE	
Posouzení ochrany proti mrazu																
h _{z,doz} [m]	0.50		0.30		0.30		0.30		0.30		0.30		0.30		0.50	
h _{z,doz,Z2} [m]	0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
h _{zp} [m]	0.9		0.9		1.16		0.9		0.9		0.9		2.41		1.05	
h _{pr} [m]	1.06		1.06		1.06		1.06		1.06		1.06		1.06		1.06	
h _k + h _{zp} + h _{z,doz} [m]	1.95		1.75		2.01		1.75		1.75		1.75		3.26		2.10	
h _k + Sh ₁ + h _{z,doz,Z2} [m]	---		---		---		---		---		---		1.25		---	
Ochrana před mrazem	VYHOVUJE		VYHOVUJE		VYHOVUJE		VYHOVUJE		VYHOVUJE		VYHOVUJE		VYHOVUJE		VYHOVUJE	
Posouzení únosnosti																
na vrstvě	E [MPa]		E [MPa]		E [MPa]		E [MPa]		E [MPa]		E [MPa]		E [MPa]		E [MPa]	
podloží	40.0		36.9		50.0		26.3		40.0		58.0		19.0		50.0	
1. vrstvě	85.7	VYHOVUJE	83.5	VYHOVUJE	91.8	VYHOVUJE	74.0	VYHOVUJE	85.7	VYHOVUJE	95.6	VYHOVUJE	64.9	VYHOVUJE	91.8	VYHOVUJE
2. vrstvě	93.2		92.7		94.7		90.5		93.2		95.1		106.9		94.4	
3. vrstvě													96.8			
4. vrstvě																
Únosnost na PTŽS	VYHOVUJE	93.2	VYHOVUJE	92.7	VYHOVUJE	94.7	VYHOVUJE	90.5	VYHOVUJE	93.2	VYHOVUJE	95.1	VYHOVUJE	96.8	VYHOVUJE	94.4

tunel	1.2		1.2		1.2		1.2		1.2		1		2			
	Z3 zářez tulel Deboreč		N3		Z4 zářez přejezd Jiříkovec		N4 přísyp/násyp									
	km 105.150 (R5) 57.3 Mpa ZZVC jen v případě špatných zemín v podloží		km 105.350 (F1/MG) 18.9 Mpa km 105.389 (F3/MS) 38.9 Mpa		vhodné násypové zeminy		km 106.980 (F4/CS) 13.8 Mpa přetažení ochr. vrstvy z násypu DK tl. 0,4m		km 107.050 (R4) neměřeno KS1 km 107.071 (G4/GM) 61MPa ZZVC jen v případě špatných zemín v podloží		km 107.145 (R6/G4) 16.7 Mpa přetažení ochr. vrstvy z násypu DK tl. 0,4m		KS2 km 107.264 (G4/GM) 26 Mpa vhodné násypové zeminy			
	105.143	105.210	105.210	105.394	105.394	106.970	106.970	106.985	106.985	107.140	107.140	107.150	107.400	107.150	107.400	
	67		184		1576		15		155		10		250		250	
	70.0		70.0		70.0		70.0		70.0		70.0		70.0		70.0	
	-		-		-		-		-		-		-		-	
	bez HPV		bez HPV		bez HPV		bez HPV		bez HPV		bez HPV		bez HPV		bez HPV	
	57.3		18.9		40.0		13.8		50.0		16.7		26.0		26.0	
	0.55		0.55		0.55		0.55		0.55		0.55		0.55		0.55	
	P		P		P		P		P		P		P		P	
	NENAMRZAVÉ		NN		NN		NN		NENAMRZAVÉ		NN		N		NN	
	ŠD 0/63	tl. 0.50m	ŠD 0/63	tl. 0.40m	ŠD 0/63	tl. 0.40m	ŠD 0/63	tl. 0.40m	ŠD 0/63	tl. 0.50m	ŠD 0/63	tl. 0.40m	ŠD 0/63	tl. 0.50m	ŠD 0/63	tl. 0.40m
	E=95 MPa	λ=2.10 W/mK	E=95 MPa	λ=2.10 W/mK	E=95 MPa	λ=2.10 W/mK	E=95 MPa	λ=2.10 W/mK	E=95 MPa	λ=2.10 W/mK	E=95 MPa	λ=2.10 W/mK	E=95 MPa	λ=2.10 W/mK	E=95 MPa	λ=2.10 W/mK
	ZZVC	tl. 0.40m	SC	tl. 0.30m	DK 0/125	tl. 0.40m	DK 0/125	tl. 0.40m	ZZVC	tl. 0.40m	DK 0/125	tl. 0.40m	ZZVC	tl. 0.40m	DK 0/125	tl. 0.40m
	E=110 MPa	λ=1.50 W/mK	E=140 MPa	λ=0.35 W/mK	E=110 MPa	λ=2.00 W/mK	E=110 MPa	λ=2.00 W/mK	E=110 MPa	λ=1.50 W/mK	E=110 MPa	λ=2.00 W/mK	E=110 MPa	λ=1.50 W/mK	E=110 MPa	λ=2.00 W/mK
			ZZVC	tl. 0.40m			ZZVC	tl. 0.40m			ZZVC	tl. 0.40m				
			E=110 MPa	λ=1.50 W/mK			E=110 MPa	λ=1.50 W/mK			E=110 MPa	λ=1.50 W/mK				
	NE		ANO (namrzává)		NE		ANO (namrzává)		NE		ANO (namrzává)		ANO (namrzává)		NE	
			0.30		0.30		0.30				0.30		0.50		0.30	
	0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
	1.16		2.41		0.9		0.9		1.16		0.9		0.55		0.9	
	1.06		1.06		1.06		1.06		1.06		1.06		1.06		1.06	
	---		3.26		1.75		1.75		---		1.75		1.60		1.75	
	---		1.25		---		1.35		---		1.35		1.05		---	
	NEPOSUZUJE SE		VYHOVUJE		VYHOVUJE		VYHOVUJE		NEPOSUZUJE SE		VYHOVUJE		~VYHOVUJE		VYHOVUJE	
	E [MPa]		E [MPa]		E [MPa]		E [MPa]		E [MPa]		E [MPa]		E [MPa]		E [MPa]	
	57.3		18.9		40.0		13.8		50.0		16.7		26.0		26.0	
	95.3	VYHOVUJE	64.7	VYHOVUJE	85.7	VYHOVUJE	56.3	VYHOVUJE	91.8	VYHOVUJE	61.4	VYHOVUJE	73.6	VYHOVUJE	73.6	VYHOVUJE
	95.0		106.8		93.2		94.8		94.7		97.0		92.6		90.4	
			96.8				94.9				95.3					
	VYHOVUJE	95.0	VYHOVUJE	96.8	VYHOVUJE	93.2	VYHOVUJE	94.9	VYHOVUJE	94.7	VYHOVUJE	95.3	VYHOVUJE	92.6	VYHOVUJE	90.4

Návrh a posouzení
pražcového podloží

I _{mn} [°C.den]	550
E ₀ [MPa]	50
E _{pi} [MPa]	70
druh tratě dle S4	A

Kolej	KOLEJ Č. 1								KOLEJ Č. 2											
Staničení	110,493 - 110,660 N8		110,660 - 110,925 Z6		110,925 - 111,250 Z6		111,250 - 111,678 Z6		110,351 - 110,358 Z5		110,358 - 110,515 Z5		110,515 - 110,660 N8		110,660 - 110,925 Z6		110,925 - 111,250 Z6		110,250 - 111,723 Z6	
Parametry																				
Materiál podloží	S4/SM		R5, G5/GC, G3/G-F		R5, G5/GC, G3/G-F		R3, R4		Q2		M2, M4, M4a		vhodné násypové zeminy		M3, M4, G3, G4		M3, M4, G3, G4		M3, M4, G3, G4	
E _{or} [MPa]	63.0		47.0		50.0		-		6.0		35.0		41,3		200.0		200.0		200.0	
Úprava pláně	-		-		-		Vyrovnání pláně R- materiálem		přetažení ochranné vrstvy z násypu DK tl. 0,40m		-		-		-		-		Vyrovnání pláně R- materiálem	
E _{or} pro výpočet [MPa]	63.0		47.0		70.0		100.0		50.0		50.0		41.3		50.0		70.0		100.0	
h _k [m]	0.55		0.55		0.55		0.55		0.55		0.55		0.55		0.55		0.55		0.55	
Vodní režim	P		P		P		N		N		P		P		P		P		P	
Namrzavost	N		N		NENAMRZAVÉ		NENAMRZAVÉ		NN		NN		N		NN		NENAMRZAVÉ		NENAMRZAVÉ	
Navržená opatření																				
vrstva 1	ŠD 0/63		tl. 0.50m		ŠD 0/63		tl. 0.50m		AB		tl. 0.12m		AB		tl. 0.12m		ŠD 0/63		tl. 0.40m	
parametry	E=100 MPa		λ=2.10 W/mK		E=100 MPa		λ=2.10 W/mK		SG		tl. 0.40m		E=100 MPa		λ=2.10 W/mK		SG		tl. 0.40m	
vrstva 2																				
parametry																				
vrstva 3																				
parametry																				
vrstva 4																				
parametry																				
zlepšená zemina	NE		NE		NE		NE		NE		NE		NE		NE		NE		NE	
Posouzení ochrany proti mrazu																				
h _{z,dov} [m]	0.50		0.50		0.50		0.50		0.15		0.30		0.50		0.30		0.50		0.30	
h _{z,dov,ZZ} [m]	0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
h _{sp} [m]	0.55		0.55		0.68		0.24		0.9		0.55		0.9		0.55		0.68		0.24	
h _{pr} [m]	1.06		1.06		1.06		1.06		1.06		1.06		1.06		1.06		1.06		1.06	
h _k + h _{sp} + h _{z,dov} [m]	1.60		1.60		---		---		1.60		1.40		1.95		1.40		---		---	
h _k + Σh _i + h _{z,dov,ZZ} [m]	---		---		---		---		---		---		---		---		---		---	
Ochrana před mrazem	VYHOVUJE		VYHOVUJE		NEPOSUZUJE SE		NEPOSUZUJE SE		VYHOVUJE		VYHOVUJE		VYHOVUJE		VYHOVUJE		NEPOSUZUJE SE		NEPOSUZUJE SE	
Posouzení únosnosti																				
na vrstvě	E [MPa]		E [MPa]		E [MPa]		E [MPa]		E [MPa]		E [MPa]		E [MPa]		E [MPa]		E [MPa]		E [MPa]	
podloží	63.0		47.0		70.0		100.0		50.0		50.0		41.3		50.0		70.0		100.0	
1. vrstvě	94.8		90.2		93.1		100.0		91.8		91.2		86.6		91.2		93.1		100.0	
2. vrstvě					93.1		100.0		98.4				97.3				93.1		100.0	
3. vrstvě					93.1		100.0										93.1		100.0	
4. vrstvě					93.1		100.0										93.1		100.0	
Únosnost na PTŽS	VYHOVUJE	94.8	VYHOVUJE	90.2	VYHOVUJE	93.1	VYHOVUJE	100.0	VYHOVUJE	98.4	VYHOVUJE	91.2	VYHOVUJE	97.3	VYHOVUJE	91.2	VYHOVUJE	93.1	VYHOVUJE	100.0

STATICKÝ VÝPOČET

Akce:

Modernizace trati Sudoměřice - Votice

Objekt:

SO 73-20-16 Červený Újezd - Votice, železniční spodek

Vyztužená zemní konstrukce v ev. cca 112,379 (křížení nad potokem Mastník)

Zpracoval:

Ing. Pavel Klimeš, GEOMAT s.r.o., Tuřanka 115, 627 00 Brno

Kontroloval:

Ing. Martin Kašpar, GEOMAT s.r.o., Tuřanka 115, 627 00 Brno

Datum:

22. 01. 2013

OBSAH:

1.	Úvod	4
1.1.	Řešená problematika	4
1.2.	Identifikační údaje stavby	5
1.3.	Objednatel statického výpočtu armovaného strmého svahu	5
2.	Podklady pro statické posouzení	6
2.1.	Předané podklady	6
2.2.	Normy, předpisy, literatura	6
2.3.	Návrhové programy	6
3.	Vstupní parametry	7
3.1.	Popis konstrukce	7
3.2.	Geometrie posuzovaných řezů	8
3.3.	Morfologické a geologické poměry ^[1]	8
3.4.	Vlastnosti zemin pro geotechnické výpočty	9
3.5.	Zlepšení podloží	10
3.6.	Hladina podzemní vody	11
3.7.	Vlastnosti výztužných prvků	11
3.8.	Mechanická interakce zemina - výztuha	12
3.9.	Zatížení	12
3.10.	Zatěžovací stavy a kombinace	13
4.	Projekční specifikace použitých materiálů	14
4.1.	Výztužné prvky geomříže (typ 2 resp. typ 4)	14
4.2.	Sypanina v kontaktu s výztuhami	15
4.3.	Humózní zemina	15
4.4.	Sypanina roznášecího polštáře	16

4.5.	Trvalá protierozní georohož	16
5.	Popis návrhové metodiky	17
5.1.	Návrhová metodika programu WinSlope	17
5.2.	Deformační chování konstrukce	17
5.3.	Vymezení použitelnosti návrhové metodiky	18
6.	Návrh vyztužené zeminové konstrukce	19
7.	pososuzení vyztužené zeminové konstrukce.....	21
8.	Závěr	22

Přílohy:

1. Výstupy z výpočetního programu

Vzorové příčné řezy vyztužením v km 109,780 00 a 109,733 00.

Autorská práva pro používání tohoto návrhu náleží firmě GEOMAT s.r.o.

Dokument lze užívat ve smyslu příslušné smlouvy o dílo. Žádná jeho část nemůže být dle zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů kopírována nebo jiným způsobem rozšiřována bez souhlasu firmy GEOMAT s.r.o.

GEOMAT s.r.o. není zodpovědný za jakékoliv jiné použití statického výpočtu než s navrženými technologiemi a výrobky.

1. ÚVOD

1.1. Řešená problematika

Předmětný statický výpočet se zabývá návrhem a posouzením dimenzí objektu vyztuženého přísypu zemního tělesa v místě křížení stávající jednokolejné a nově budované dvojkolejné trati nad mostním objektem SO 73-20-16. Zemní těleso zde kříží místní vodoteč - potok Mastník. Výstavba této konstrukce je navrhována v rámci modernizace trati Sudoměřice - Votice.

Návrh řešení musí respektovat omezující okrajové podmínky především prostorových možností, které jsou definovány polohou stávající traťové koleje a budoucí dvojkolejné trati. Dalším omezujícím prvkem je návrh mostního provizoria (pod jehož ochranou bude násypové těleso realizováno) a návrh řešení úprav stávajícího kamenného mostního objektu SO 73-20-16, kdy není možné provést jeho prodloužení.

Statický výpočet stanovuje návrh dimenzí vyztužené oblasti z hlediska pevnosti a dimenze jednotlivých výztužných prvků v kritických místech před a za mostem přes potok Mastník, kde je navržen sklon násypu až 1:1,25 (38,7°). Tento sklon násypu je navržen v km 109,714 - 109,743 (v km 109,714 - 109,729 dochází ke změně sklonu z 1:1,5 na 1:1,25) vpravo ve směru staničení a v km 109,757 - 109,787 (v km 109,771 - 109,787 dochází ke změně sklonu z 1:1,25 na 1:1,5) vlevo ve směru staničení.

Podklady pro zpracování statického výpočtu byly dokumenty uvedené v odstavci č. 2.1. předané objednatelem projekčních prací.

Posouzení druhého mezního stavu nebylo objednáno a není předmětem tohoto statického výpočtu. Součástí tohoto dokumentu není posouzení mostního křídla resp. posouzení zda je stávající mostní křídlo schopno přenést přírůstek zatížení od navrhovaného přísypu a působícího zatížení.

1.2. Identifikační údaje stavby

Název stavby:	Modernizace trati Sudoměřice - Votice
Název inženýrského objektu:	SO 73-20-16 Červený Újezd - Votice, železniční spodek
Název části inženýrského objektu:	Vyztužená zemní konstrukce v ev. cca 112,379 (křížení nad potokem Mastník)
Kraj:	Středočeský
Okres:	Benešov
Generální projektant stavby:	SUDOP PRAHA a.s. Olšanská 1a, 130 80 Praha 3 Tel. / fax: 267 094 111 / 224 230 316 E-mail: praha@sudop.cz
Hlavní inženýr projektu:	Ing. Miloš Krameš, SUDOP PRAHA a.s.
Zpracovatel statického výpočtu vyztužené oblasti strmého svahu:	GEOMAT s.r.o. Tuřanka 115, 627 00 Brno – Slatina Tel. / fax: 548 218 901 / 548 218 047 E-mail: technika@geomat.cz
Projektový stupeň:	Projekt

1.3. Objednatel statického výpočtu armovaného strmého svahu

Název firmy:	SUDOP PRAHA a.s.
Adresa firmy:	Olšanská 1a, 130 80 Praha 3
Tel. kontakt ve věcech technických:	Ing. Michal Mečl e-mail: michal.mecl@sudop.cz

2. PODKLADY PRO STATICKÉ POSOUZENÍ

2.1. Předané podklady

Podklad:		Zpracovatel:
[1]	Geotechnický a stavebnětechnický pasport srpen 2012	SUDOP PRAHA a.s. středisko 207 - geotechniky Olšanská 1a, 130 80 Praha 3
[2]	Geologická dokumentace sond J664 a J665	
[3]	Geotechnický a stavebnětechnický pasport červen 2004	GEoTec - GS, a.s. Chmelová 2920/6, Praha 10
[4]	Koncept příčných řezů, situace	Ing. Michal Mečl SUDOP PRAHA a.s.

2.2. Normy, předpisy, literatura

[1N] ČSN 73 6301 - Projektování železničních drah, březen 1998

[2N] ČSN EN 1991-2 - Zatížení konstrukcí - část . Zatížení mostů dopravou, červenec 2005

[3N] ČSN 73 6133 - Navrhování a provádění zemního tělesa pozemních komunikací, 2010

[4N] TP 97 - Geosyntetika v zemním tělese pozemních komunikací, prosinec 2008

[5N] SŽDC S4 - Železniční spodek, červen 2008

[6N] TKP 2000 - kap. 03, změna 6 - Zemní práce, červenec 2008

[7N] ČSN EN 14475 – Provádění speciálních geotechnických prací – Vyztužené zemní konstrukce, květen 2006

[8N] BS 8006-1:2010 MSI British Standards, Code of practice for strengthened/reinforced soils and other fills

2.3. Návrhové programy

[1P] WinSlope, verze 1.13.01

3. VSTUPNÍ PARAMETRY

3.1. Popis konstrukce

Charakteristika objektu:

podle plánované doby trvání:	trvalá konstrukce
podle funkce:	strmý svah (max. sklon 1:1,25)

Po provedení sanačních úkonů a odtěžení části stávajícího násypového tělesa (v příčném i podélném směru) navrhovaných generálním projektantem stavby (SUDOP PRAHA a.s.), bude nově budovaná konstrukce zpevněna pomocí vyztužené zeminy.

Při realizaci navrhujeme stálý dohled inženýrského geologa nebo geotechnika stavby. V případě zastižení nevhodných zemin případně nebudou-li tyto splňovat kvalitativní parametry uvažované v tomto výpočtu (odst. 3.4), bude projekt patřičně upraven dle skutečných zastižených podmínek.

Konstrukce bude tvořena strmým svahem o navrhovaném sklonu max. 1:1,25. Rozteč výztužných prvků byla po optimalizaci zvolena 600 mm, první geomříž je umístěna do úrovně základové spáry objektu. Z hlediska dimenzí výztuh jsou navrženy dva typy výztuh (odst. 4), kdy pevnější výztuhy jsou umístěny v horní polovině konstrukce. Rozmístění jednotlivých typů výztužných prvků je patrné ve výstupech z výpočetního programu a ze vzorového řezu.

Vzhledem k navrhované rozteči výztužných prvků je pro výstavbu vyztužené konstrukce doporučen maximální hutnící krok 300 mm. Optimální hutnící krok bude určen na základě provedené hutnící zkoušky.

Na povrchu svahu navrhujeme použití trvalé trojrozměrné plastové protierozní rohože dle projekčních specifikací (odst. 4), která zabrání degradaci konstrukce vlivem působení povětrnostních činitelů.

3.2. Geometrie posuzovaných řezů

Pro účely tohoto statického výpočtu a posouzení konstrukce byly po konzultaci s objednatelem zvoleny dva charakteristické řezy:

- a) řez v km 109,780 00
- b) řez v km 109, 733 00 (řez nad mostním objektem)

Sklon svahu:	a) 1:1,38 b) 1:1,25
Výška vyztužené konstrukce:	a) 22,6 m b) 15,0 m (nad mostním objektem)
Délka vyztužené konstrukce:	určuje projekt
Výšková úroveň a směrové vedení konstrukce	určuje projekt

Tab. 1: Uvažovaná geometrie konstrukce

3.3. Morfologické a geologické poměry ^[1]

Morfologické, geologické a hydrogeologické poměry byly převzaty geotechnického a stavebně technického pasportu – podklad [1].

Pro účely geotechnického posouzení byly použity výsledky vrtaných sond J664 resp. J665, které byly prováděny skrz stávající násypové těleso. Dle těchto sond je toto tvořeno převážně navážkovitými zeminami charakteru šterku s jemnozrnnou příměsí (saGr, G3/G-FY).

V podloží zemní konstrukce se pak nachází kvartérní fluvialní sedimenty, svrchu s navážkami (mocnosti do 3,0 m). Dále byly zastiženy variabilní fluvialní náplavy o mocnostech do 1,0 m a písčité hlíny a jíly o mocnostech do 2,0 m. Hlouběji tyto přechází hlinitojílovité šterky.

Skalní podloží je svrchu tvořeno zvětralými rulami s velmi velkou hustotou diskontinuit, které poměrně rychle přecházejí do hornin zvětralých.

Na lokalitě lze definovat následující geotechnické typy zemin (převzato z podkladu [1]):

Geotechnický typ: Kvartér (Q)	
Geotechnický typ Y	Navážky středně ulehlé, charakteru překopaných místních zemin s příměsí kameniva, konstrukční vrstvy stávajícího náspu
Geotechnický typ O	Organické zeminy, charakteru tuhé písčité a jílovité hlíny, místy i hlíny se středním plasticitou, s organickými zbytky rostlin, zapáchající
Geotechnický typ Q2	Hlína a jíl písčité, tuhý až měkký
Geotechnický typ Q5	Písek hlinitý až jílovitý, středně ulehlý, středně zrnitý až jemnozrný, pod hladinou podzemní vody zvodnělý
Geotechnický typ Q6	Štěrka s jemnozrnou příměsí, středně ulehlý, středně zrnitý až hrubozrný s úlomky rul do 4 cm, zvodnělý
Geotechnický typ Q7	Štěrka hlinitá a jílovitá, středně ulehlý, středně zrnitý až hrubozrný s úlomky rul a křemene do 4 cm, ojed. 10cm, zvodnělý
Moldanubikum (M)	
Geotechnický typ M1	Ruly zcela zvětralé (R6/GM), charakteru hlinitého štěrku, silně limonitizovaná – tektonická porucha
Geotechnický typ M3	Ruly mírně zvětralé (R4), úlomkovitě až kamenitě rozpadavé, úlomky o vel. do 5 cm, místy limonitizované
Geotechnický typ M4	Ruly navětralé (R3), úlomkovitě až kamenitě rozpadavé, úlomky o vel. do 5 cm, limonitizované

3.4. Vlastnosti zemin pro geotechnické výpočty

Obecně do výpočtu vstupují charakteristiky zásypaného materiálu v kontaktu s výztuhami (S1), zemina za výztuženým blokem (S2) a zemina v podloží (S3). Geotechnické parametry zemin těchto oblastí byly voleny na základě dostupných informací a doporučení. V geotechnickém posouzení bylo uvažováno s hodnotami uvedenými v tab. 2-4.

V prostoru výztuh se jedná o kvalitní štěrkovitou sypaninou s plynulou křivkou zrnitosti s níže uvedenými geomechanickými vlastnostmi, maximální velikost zrna na výztužných prvcích $d_{\max} = 75 \text{ mm}$, maximální podíl jemnozrné frakce $f = 5 \%$.

Parametr:	štěrkovitá sypanina drcené přírodní kamenivo frakce 0-63 mm
objemová tíha	$\gamma = 20,0 \text{ kN/m}^3$
úhel vnitřního tření	$\varphi_{\text{ef}} = 35,0^\circ$
koheze	$c_{\text{ef}} = 0,0 \text{ kPa}$

Tab. 2: Parametry sypaniny v kontaktu s výztuhami „S1“ (přísyp)

Dle provedených sond je stávající násyp tvořen kvalitními štěrkovitými zeminami třídy G3/G-F. Ve výpočtu je uvažováno, že původní konstrukce násypu je stabilní a zeminám jsou tak přiřazeny následující mechanické parametry zemin.

Parametr:	navážkovité štěrkovité zeminy - ulehle
objemová tíha	$\gamma = 20,0 \text{ kN/m}^3$
úhel vnitřního tření	$\varphi_{\text{ef}} = 35,0^\circ$
koheze	$c_{\text{ef}} = 5,0 \text{ kPa}$

Tab. 3: Parametry sypaniny v kontaktu s výztuhami „S2“ (stávající násyp)

Dle podkladu [1], odstavec 6 - „Geotechnická charakteristika základových půd“ byly zastiženým zeminám přiřazeny následující parametry:

Zemina - typ	$c_{\text{ef}} \text{ (kPa)}$	$\varphi_{\text{ef}} (^\circ)$	$\gamma \text{ (kN/m}^3\text{)}$
Q5 - S4/SM, S5/SC	5,0	27,0	18,5
Q7 - G4/GM, G5/GM	3,0	30,0	19,0
M1 - R6/GM	5,0	33,0	19,5
M3 - R4	44,0	32,0	24,0

Tab. 4: Parametry sypaniny v podloží a v násypu [3]

Výše uvedené hodnoty a parametry zemin (tab. 2-4) musí být před začátkem výstavby ověřeny a musí být potvrzen soulad s předpoklady tohoto statického výpočtu. V případě, že se budou hodnoty uvažovaných smykových parametrů odlišovat ve smyslu horších parametrů (nižší hodnoty) a/nebo se bude hodnota objemové tíhy lišit o více než +5% než bylo předpokládáno, bude přizván projektant a projekt upraven dle skutečných zastižených podmínek.

3.5. Zlepšení podloží

Pod nově budovanou konstrukcí se v dostatečném rozsahu (před patu konstrukce min. 5 m) předpokládá provedení celkové sanace podloží v oblasti kvartérních náplavových sedimentů (min. 2,0 m). V této oblasti budou nevhodné zeminy nahrazeny kvalitním kamenivem tak,

aby mohlo dojít k opření konstrukce o tuto vrstvu. Tato vrstva musí být důkladně odseparována pomocí separačně filtrační geotextilie min. CBR = 4 kN tak, aby nedocházelo ke zhoršování jejích vlastností v průběhu životnosti konstrukce.

Požadovaná minimální únosnost v základové spáře vyztuženého zeminového bloku je min. $E_{\text{def},2} = 45$ MPa, při poměru $E_{\text{def},2} / E_{\text{def},1} \leq 2,5$. Základová spára opěrné konstrukce bude převzata geotechnikem nebo inženýrským geologem zápisem ve stavebním deníku.

3.6. Hladina podzemní vody

Podzemní voda byla zastižena v hloubce 0,0 - 0,20 m pod terénem. Ve statickém posouzení je tak uvažováno se souvislou HPV v úrovni základové spáry konstrukce.

V konstrukci se předpokládá provedení důkladného odvedení srážkových vod tak, aby byly tyto bezpečně odvedeny do vhodného retenčního prostoru a nedocházelo jejím vlivem ke zhoršování vlastností zemin tvořící zemní konstrukci.

3.7. Vlastnosti výztužných prvků

Polyesterové výrobky nesmí být v konstrukci použity z důvodu možného chemického a nadměrného mechanického poškození.

Ve výpočetním algoritmu jsou tak použity vlastnosti tuhých jednoosých geomříží vyrobených z vysokohustotního polyetylénu (HDPE). Ve výstupech z výpočetního programu (viz. příloha) jsou tyto označeny jako geomříž typ 2 resp. typ 4.

Geomříže vyrobené z tohoto materiálu mohou přijít do kontaktu se zásypovým materiálem o libovolném chemickém složení a kyselosti, jsou zcela inertní a nepodléhají hydrolýze a jsou odolné vůči případným úkapům vznikajícím v rámci provozu konstrukce.

Návrhová teplota zeminového prostředí byla uvažována hodnotou 10°C, navrhované procentuální pokrytí pak bylo voleno 100%.

3.8. Mechanická interakce zemina - výztuha

Stabilizace zemní hmoty pomocí jejího vyztužení vyžaduje mechanické spolupůsobení mezi výztužným prvkem a zeminou. Tato interakce může nabývat formy buď odporu ve smyku, nebo odporu proti vytažení. Toto se vyjadřuje pomocí součinitelů interakce. Jedná se o redukční součinitele, které zohledňují smyk mezi geomříží a zeminou.

Uvažované součinitele interakce ve smyku:

- pro vytržení geomříže: $\alpha_s=0,95$
- pro posunutí: $\alpha_p=0,95$

3.9. Zatížení

V souladu s ČSN EN 1991-1 je ve výpočtu uvažováno s následujícími stálými a proměnnými zatíženími.

3.9.1. Stálá zatížení

Ve výpočtu je samočinně počítáno se zatížením od vlastní tíhy zásypového materiálu. Vyztužená oblast končí v oblasti pod plání železničního spodku. Oblast nad touto úrovní je modelována jako stálé zatížení o hodnotě $15,0 \text{ kN/m}^2$. Niveleta konstrukce násypu je sníženo o cca 2,5 - 3,0 m. V návrhu je předpokládáno odtěžení konstrukce v této oblasti.

3.9.2. Proměnná zatížení

Nad konstrukcí je uvažováno s nahodilým rovnoměrným normovým zatížením od železniční dopravy o intenzitě $63,02 \text{ kN.m}^{-2}$ působící v pásu širokém 3,0 m pod oběma souběžnými kolejemi. Účinky zatížení jsou uvažovány od modelu zatížení 71 dle ČSN EN 1991-2: Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou (článek 6.3.2) s klasifikačním součinitelem 1,21.

Ve výpočtu je dále uvažováno s vodorovným nahodilým zatížením od bočních rázů vozidel o intenzitě 121 kN.m^{-1} působícím v úrovni temene kolejnice. Hodnota zatížení je stanovena dle ČSN EN 1991-2: Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou (článek 6.5.2) Tato hodnota je roznesena na délku 5,10 m (délka, na které je dosaženo nejméně poloviny z maximálního průhybu kolejnice vyvolaného bočním rázem). Dále je toto

zatížení v souladu s metodikou stanovení dlouhodobé výpočtové pevnosti geosyntetických výtuh redukováno opravným součinitelem $f_{TL} = 0,5$. Výsledná hodnota účinku nárazu má tedy velikost $12,0 \text{ kN.m}^{-1}$.

3.10. Zatěžovací stavy a kombinace

S kombinacemi nebylo ve výpočtu uvažováno. Vlastní výpočet opěrné konstrukce byl proveden na dokončené konstrukci. Jednotlivé stavy v průběhu výstavby nevyvodí takové účinky, jaké budou na konstrukci působit po jejím dokončení, protože hodnoty jak stálého, tak nahodilého zatížení nedosáhnou úrovně zatížení finální konstrukce při nezměněné geometrii. Pro návrh vyztuženého bloku je uvažován nejnepříznivější stav, kdy do výpočtu vstupují všechna výše uvedená zatížení.

Pro zajištění navázání na stávající násypové těleso je nutné provést zazubení pomocí laviček. Při odtěžování stávajícího tělesa je nutné provést zazubení rovněž v podélném směru včetně následného vzájemného provázání konstrukcí.

Výkop bude proveden dle technologických podmínek dodavatele konstrukce v závislosti na aktuálních podmínkách a charakteru zastižených zemin. Musí však být zajištěna jeho celková stabilita v průběhu výstavby (svahováním, pažením).

Pro zajištění zachování vlastností zemin po provedení výkopu nesmí být stavební práce prováděné v klimaticky nepříznivém období (deště, mrazy), jenž by způsobilo snížení smykových a deformačních vlastností zemin.

4. PROJEKČNÍ SPECIFIKACE POUŽITÝCH MATERIÁLŮ

4.1. Výztužné prvky geomříže (typ 2 resp. typ 4)

- Výztužný prvek musí být vyroben v souladu s požadavky na zajištění systému jakosti EN ISO 9001 nebo EN ISO 9002.
- Výztužným prvkem musí být geomříž vyrobená z HDPE fólie, natahované v jednom směru takovým způsobem, že vytvořená žebra mají vysoký stupeň molekulární orientace procházející oblastí integrálních spojů.
- Spoj podélného a příčného žebra nesmí být vytvořen tkaním, pletením, extruzí nebo spojováním jednotlivých vláken nebo jiných tahových prvků (např. lepením)
- Rozvinutá geomříž musí mít monolitickou strukturu s rovnoměrně rozmístěnými otvory vytvořenými podélnými a příčnými žebry.
- Geomříž musí být netečná ke všem chemikáliím běžně se nacházejícím v zeminách a nerozložitelná při teplotě okolního prostředí. Předpokládaná životnost musí být minimálně 200 let v přirozeném zemním prostředí v rozmezí $4 < \text{pH} < 9$ s teplotou zeminy $< 20^\circ\text{C}$ na základě zkoušek životnosti podle ENV ISO 13438. Geomříž nesmí podléhat hydrolýze a nesmí být biodegradabilní. Jako ochranu před UV zářením musí obsahovat min. 2% uhlíku rovnoměrně rozptýleného v polymeru (stanoveno v souladu s BS 2782).
- Geomříž musí být certifikovaná v souladu s ustanovením zákona č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění zákona č. 71/2000 Sb. a zákona č. 102/2001 Sb. a § 2 a 3 nařízení vlády č. 178/1997 Sb., ve znění nařízení vlády č. 81/1999 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na stavební výrobky.
- Geomříž z technického hlediska plně vyhovuje následujícím požadavkům:
 - a) dle EN ISO 10319 pevnost v tahu je minimálně 52,5 kN/m (typ 2) resp. 88,5 kN/m (typ 4), protažení bude max. 14 %
 - b) dle EN ISO 13431 dlouhodobá creepová pevnost je pro návrhovou životnost 120 let při 10°C zeminového prostředí minimálně 27,3 kN/m (typ 2) resp. 45,9 kN/m (typ 4)

- c) hodnota koeficientu pro porušení při instalaci pro drcené kamenivo o zrnitosti do 75 mm - maximálně 1,25 (typ 2) resp. 1,15 (typ 4)
- d) dle EN ISO 10722-1 zbytková pevnost poškození během instalace > 80%
- e) neposuvné spoje (pevnost spoje min. 95% mezní pevnosti)
- f) plošná hmotnost min. 360 g/m² (typ 2) resp. 650 g/m² (typ 4)
- g) šířka role max. 1,3 m (umožní kvalitní napnutí výrobku při instalaci)

Uvedeným specifikacím vyhovují např. geomříže Tensar RE520 (typ2) resp. Tensar RE560 (typ4).

4.2. Sypanina v kontaktu s výztuhami

V prostoru výztuh je uvažováno s použitím kvalitního štěrkovitého materiálu s plynulou křivkou zrnitosti. Kamenivo větší frakce než 75 mm nesmí být v kontaktu s výztuhami použita ($d_{\max} = 75$ mm).

Geomechanické parametry zásypových zemin jsou uvedeny v odstavci 3.3., tab.2. Hutnění bude prováděno na hodnotu dle TKP 2000, kap. 3. Navrhovaný maximální hutnicí krok je 300 mm. Počet pojezdů hutnicího zařízení a výsledný hutnicí krok bude určen na základě provedené hutnicí zkoušky.

Během výstavby je následně nutné zajistit sledování vlastností materiálů pro zásyp a jejich dokumentaci dle TKP 2000, kap. 3. Pokud se vlastnosti zemin odchýlí od vlastností uvažovaných v projektu ve smyslu snížení jejich kvalitativních parametrů, je nutné zastavit práce a svolat jednání o úpravě vyztužení za účasti investora, geotechnika a projektanta.

4.3. Humózní zemina

U konstrukce strmého svahu bude v líci v tloušťce 500 mm umístěna humózní zemina. Tato nesmí obsahovat jílovité minerály a musí dobře vázat vodu např. hlinitopísčité zemina.

4.4. Sypanina roznášecího polštáře

Pod konstrukcí z vyztužené zeminy bude proveden roznášecí polštář viz. odstavec 3.5.

4.5. Trvalá protierozní georohož

- Georohož musí být vyrobena v souladu s požadavky na zajištění systému jakosti EN ISO 9001 a EN ISO 14001.
- Předpokládaná životnost musí být minimálně 25 let v přirozeném zemním prostředí v rozmezí $4 < \text{pH} < 9$ s teplotou zeminy $< 25^\circ\text{C}$ na základě zkoušek trvanlivosti podle ENV ISO 13434.

Georohož musí dále splňovat následující požadavky:

- a) bude mít trojrozměrnou prostorovou strukturu s minimální tloušťkou 25 mm
- b) výrobní surovinou bude polypropylen (PP) + vysokohustotní polyetylén (HDPE)
- c) velikost otvoru bude max. 10 x 10 mm
- d) dle EN 956 bude minimální plošná hmotnost 320 g/m²
- e) dle EN ISO 10319 bude minimální krátkodobá pevnost při 10%-ním přetvoření 1,7 kN/m
- f) dle EN ISO 10319 bude minimální krátkodobá pevnost při 20%-ním přetvoření 3,0 kN/m
- g) kotvení rohože na povrchu svahu bude prováděno v rastru max. 1,5 m

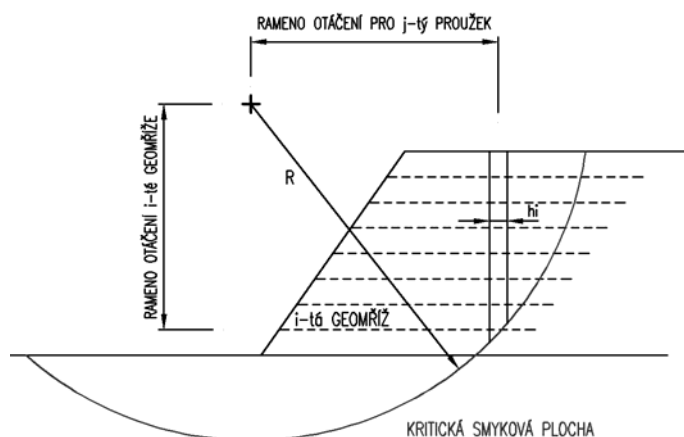
5. POPIS NÁVRHOVÉ METODIKY

5.1. Návrhová metodika programu WinSlope

Návrhová metodika programu je založena na metodice mezní rovnováhy, která vychází z předpokladu, že se stabilita svahu poruší podél určité smykové plochy. V principu se řeší rovnováha sil podél uvažované smykové plochy a postupně se vyhledává plocha s nejnižší stabilitou. Návrh vyztužení je proveden v souladu s normou ČSN 73 6301 Projektování železničních drah, tedy tak, aby bylo dosaženo minimálně stupně bezpečnosti 1,20.

Posouzení jednotlivých řezů je součástí přílohy tohoto statického výpočtu.

Statické schéma konstrukce:



Podrobnější popis výpočetních metodik je na vyžádání u zpracovatele statického výpočtu.

5.2. Deformační chování konstrukce

Návrhový postup stanovuje pro výtuhy vlastnosti, které zajišťují maximálně 1%-ní deformaci konstrukce po dobu minimální životnosti 120 let (vztaženo na geosyntetikum – max. 1%-ní protažení v dané vrstvě).

5.3. Vymezení použitelnosti návrhové metodiky

Každá návrhová metoda vychází z řady předpokladů a omezení, ke kterým je nutné při navrhování přihlédnout.

Geometrie: V programu WinSlope není geometrie konstrukce omezena.

Zeminy: Smykové parametry zemin (efektivní, totální) se volí s ohledem na funkci konstrukce. Hodnota soudržnosti u oblastí „S1“ je omezena maximální hodnotou 5 kPa;

Geomříže: Při výpočtu se uvažuje s výpočtovou hodnotou (tahová síla geomříže s ohledem na creep, vliv okolního prostředí při dané teplotě v zemině a vliv stavebních prací resp. poškození při instalaci atd.).

Navržená konstrukce zohledňuje všechny podmínky uvedené výše.

6. NÁVRH VYZTUŽENÉ ZEMINOVÉ KONSTRUKCE

a) řez km 109,780 00

Výztužné prvky: Monolitické geomříže typ 2 a typ 4 dle projekčních specifikací odstavců

4.1. Rozteč výztužných prvků je 0,60 m.

Rozmístění výztužných prvků po výšce konstrukce je následující:

vrstva	délka (m)	typ výztužného prvku
č. 1	6,0	geomříž typ 2
č. 2 - č. 3	3,0	2 x geomříž typ 2
č. 4	6,0	geomříž typ 2
č. 5 - č. 6	3,0	2 x geomříž typ 2
č. 7	6,0	geomříž typ 2
č. 8 - č. 9	3,0	2 x geomříž typ 2
č. 10	8,0	geomříž typ 2
č. 11 - č. 12	3,0	2 x geomříž typ 2
č. 13	8,0	geomříž typ 2
č. 14 - č. 15	3,0	2 x geomříž typ 2
č. 16	8,0	geomříž typ 2
č. 17 - č. 18	3,0	2 x geomříž typ 2
č. 19	10,0	geomříž typ 2
č. 20 - č. 21	3,0	2 x geomříž typ 2
č. 22	10,0	geomříž typ 2
č. 23 - č. 24	3,0	2 x geomříž typ 2
č. 25	10,0	geomříž typ 2
č. 26 - č. 27	3,0	2 x geomříž typ 2
č. 28	12,0	geomříž typ 4
č. 29 - č. 30	10,0	geomříž typ 2

Pokračování tabulky na další stránce

č. 31	12,0	geomříž typ 4
č. 32 - č. 33	10,0	geomříž typ 2
č. 34	12,0	geomříž typ 4
č. 35 - č. 36	10,0	geomříž typ 2
č. 37	12,0	geomříž typ 4
č. 38	10,0	geomříž typ 2

b) řez v km 109, 733 00

Výztužné prvky: Monolitické geomříže typ 2 a typ 4 dle projekčních specifikací odstavce 4.1. Rozteč výztužných prvků je 0,60 m.

Rozmístění výztužných prvků po výšce konstrukce je následující:

vrstva	délka (m)	typ výztužného prvku
č. 1	5,0	geomříž typ 2
č. 2 - č. 3	3,0	geomříž typ 2
č. 4	5,0	geomříž typ 2
č. 5 - č. 6	3,0	geomříž typ 2
č. 7	5,0	geomříž typ 2
č. 8 - č. 9	3,0	geomříž typ 2
č. 10	5,0	geomříž typ 2
č. 11 - č. 12	3,0	geomříž typ 2
č. 13	7,5	geomříž typ 2
č. 14 - č. 15	3,0	geomříž typ 2
č. 16	7,5	geomříž typ 2
č. 17 - č. 18	3,0	geomříž typ 2
č. 19	10,0	geomříž typ 4
č. 20 - č. 21	10,0	geomříž typ 2

Pokračování tabulky na další stránce

č. 22	10,0	geomříž typ 4
č. 23 - č. 24	10,0	geomříž typ 2
č. 25	10,0	geomříž typ 4

7. POSOUSZENÍ VYZTUŽENÉ ZEMINOVÉ KONSTRUKCE

Na základě předaných podkladů (kapitola 2.1) a předpokladů, které jsou uvedeny v předchozím textu, byl proveden návrh a posouzení dimenzí jednotlivých výztužných prvků. V případě odklonu od uvažovaných předpokladů není možné tento návrh považovat za relevantní a je nezbytné provést přepočet navržené konstrukce.

Posouzení konstrukce bylo provedeno na požadované stupně bezpečnosti s ohledem na celkovou stabilitu. Pro běžný stav byla konstrukce dimenzována dle normových zásad (minimální stupeň stability $F_{\min} = 1,20$).

Posouzení bylo ověřeno polygonálním tvarem smykové plochy pro smykové plochy procházející oblastí příspy a kruhovou smykovou plochou pro celkovou stabilitu násypu.

a) řez km 109,780 00

minimální stupeň bezpečnosti:

- polygonální smyková plocha $F_{\min} = 1,219 > 1,20$
- kruhová smyková plocha $F_{\min} = 1,305 > 1,20$

b) řez km 109,733 00

minimální stupeň bezpečnosti:

- polygonální smyková plocha $F_{\min} = 1,207 > 1,20$
- kruhová smyková plocha $F_{\min} = 1,269 > 1,20$

Výstupy z výpočetních programů a vzorové řezy vyztužením posuzovaných řezů jsou součástí přílohy tohoto statického výpočtu.

8. ZÁVĚR

Navrhovaná konstrukce inženýrského objektu vyztužené zeminy vyhoví, při splnění uvedených předpokladů, uvažovaných parametrů konstrukce a zemin, předepsaným hodnotám bezpečnosti. Výztužné prvky musí odpovídat projekčním specifikacím uvedených v odstavci 4.

Navržené vyztužení bude aplikováno na další řezy optimalizací v pohledu tak, aby na sebe výztužné prvky v každé vrstvě rovnoměrně navazovaly (tzn. odebírání výztuh v nižších než posuzovaných řezech bude probíhat od spodu). V místě mostních křídel bude vyztužení převzato z řezu v km 109,780 00, kdy výztuhy pod úrovní horní hrany mostního křídla budou odebrány. V těchto řezech je nutné projektantem objektu žel. mostu SO 73-20-15 posoudit, zda je mostní křídlo schopno přenést přírůstek zatížení od navrhovaného přísypu a zatížení.

Důležitým faktorem správné funkčnosti konstrukce je vybudování důkladného odvodnění konstrukce včetně zabránění dotování konstrukce vodou jejím vhodným utěsněním. Na povrchu svahu navrhujeme použití trvalé trojrozměrné plastové protierozní rohože dle projekčních specifikací (odst. 4), která zabráni degradaci konstrukce vlivem působení povětrnostních činitelů.

Před zahájením sypání vrstvy zemní konstrukce je nutno výztužné prvky vhodně zafixovat a vypnout tak, aby došlo k odstranění všech nerovností po celé délce geomříže. Bezprostředně po položení geosyntetického materiálu musí dojít k jeho zakrytí předepsanou sypaninou. Sypání a hutnění zásypu bude prováděno (s ohledem na navrhovanou rozteč výztužných prvků) ve vrstvách o maximální mocnosti 300 mm. Zásypový materiál bude stavebními mechanismy sypán tak, aby nepadal na geomříže z velké výšky. Mechanismy nesmí po geomřížích pojíždět přímo, minimální tloušťka vrstvy zeminy mezi koly (pásky) stroje a geosyntetickým prvkem je 150 mm.

V Brně dne 22. 01. 2013

Zpracoval:

Ing. Pavel Klimeš

Kontrolovala:

Ing. Martin Kašpar

Client:	SUDOP PRAHA a.s.
Project:	Modernizace trati Sudoměřice - Votice km 109,780 00
	SO 73-20-16 Červený Újezd - Votice, železniční spodek
Objective:	Vyztužená zemní konstrukce v ev. cca 112,379 (křížení nad potokem Mastník)

Tensar Structural Systems



IMPORTANT NOTES

This document contains an Application Suggestion which has been prepared by GEOMAT s.r.o. on a confidential basis, to enable the application of **Tensar** geogrids to be evaluated. The Application Suggestion is merely illustrative and is not a detailed design. It is specific to the unique characteristics of the **Tensar** geogrids which are referenced within the calculations.

Copyright in this document belongs to Tensar International Limited. It must not be disclosed to any third party other than for the purpose of evaluating its commercial application for the use of **Tensar** geogrids.

This Application Suggestion does not form the whole or any part of a contract. Its suitability for any project is the sole responsibility of the user and its professional advisors. Neither Tensar International Limited nor GEOMAT s.r.o. are responsible for any application of the Application Suggestion other than in conjunction with the sale of **Tensar**.

Tensar is a registered trademark.

Method of analysis	The calculation methods used to create this Application Suggestion are the simplified methods of slices given by Bishop (Géotechnique, Vol 5, No 1, 1955) using a circular slip surface, and by Janbu (Proc European Conf on Stability of Earth Slopes, 43-49, Vol 4, 1954), both modified to take into account the stabilising effect of layers of geogrid reinforcement
---------------------------	---

Reference		Date	26 Feb 2013	Page	1 of 6
------------------	--	-------------	-------------	-------------	--------

Design analysis
prepared by :

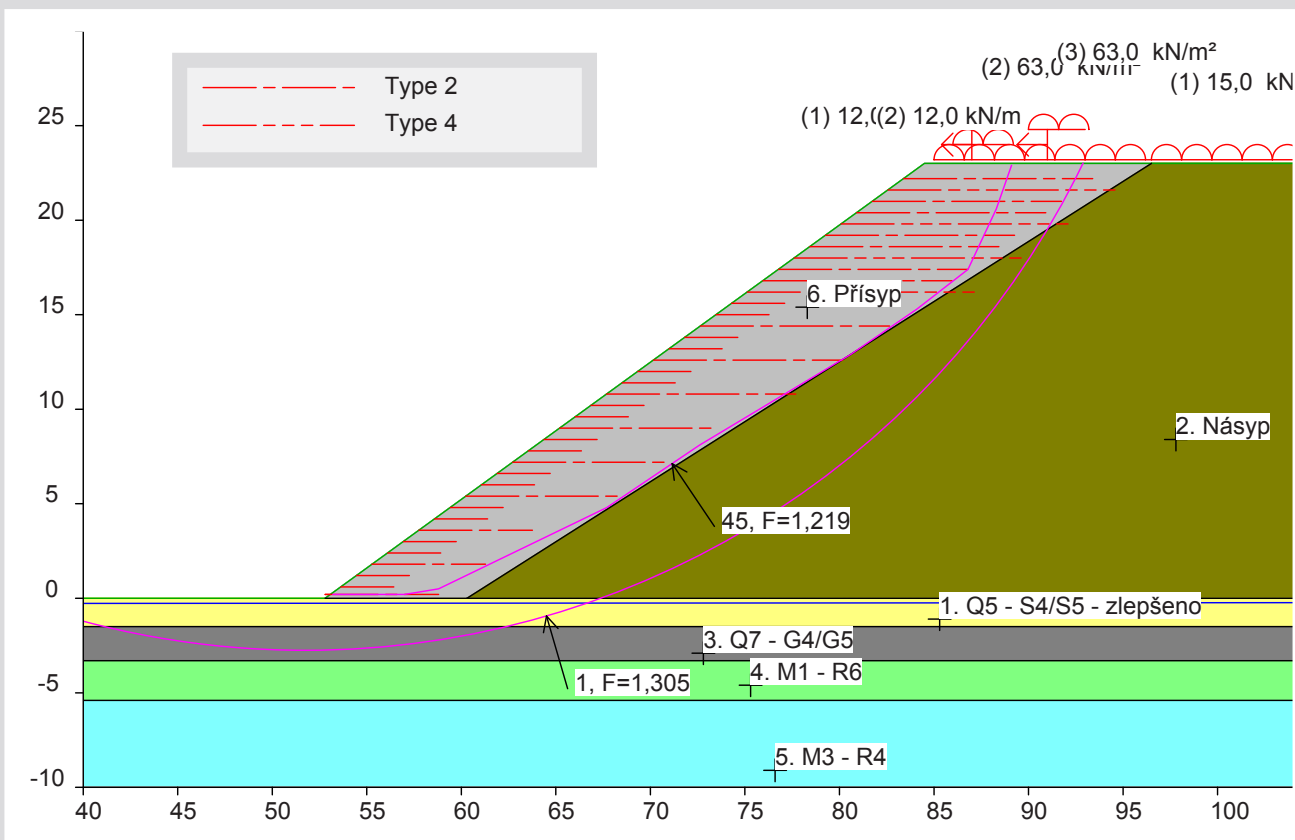
GEOMAT s.r.o.

Tel: +420 548 217 047
Fax: +420 548 218 047
E-mail: info@geomat.cz

Turanka 115
627 00 Brno
Czech Republic

Input data and Section

Project: Modernizace trati Sudoměřice - Votice



Tensar Structural Systems

Static loading case

All dimensions in metres

Scale 1:400

Soil properties

Soil zone	Drained/ undrained	c (kN/m ²)	φ (°)	γ _{bulk} (kN/m ³)
1, Q5 - S4/S5 - zlepšeno	Drained	5,0	27,0	18,5
2, Násyp	Drained	5,0	35,0	20,0
3, Q7 - G4/G5	Drained	3,0	30,0	19,0
4, M1 - R6	Drained	5,0	33,0	19,5
5, M3 - R4	Drained	44,0	32,0	24,0
6, Přísyp	Drained	0,0	35,0	20,0

Horizontal loads

Load (kN/m)	Acts at x (m)	y (m)	direction
1. 12,00	87,000	24,000	left
2. 12,00	91,000	24,000	left

Surcharges	Load	Load acts from x (m) to x (m)		Load (kN/m ²)	Live/Dead
	1	85,000	110,000	15,00	Dead
	2	86,000	89,000	63,02	Live
	3	90,000	93,000	63,02	Live

x values are measured from X=0

Stability results Moments per linear metre of structure	Circle number	Disturbing moment (kNm/m)	Resisting moment soil (kNm/m)	Resisting moment geogrids (kNm/m)	Factor of safety
	1	179455	231957	2163	1,305

Stability results Forces per linear metre of structure	Surface number	Disturbing force Disturbing force (kN/n (kN/m)	Resisting force soil	Resisting force reinforcement (kN/m)	Factor of safety F
	45	2927	3278	291	1,219

Further information relevant to this Design Analysis	Further information, specifications and bill of quantities descriptions for this Tensar Earth Retaining Structure are given in the following documents which form part of this Design Analysis	System overview Installation guide Case histories
	The current versions of these documents may be found by following the website link to "Tensar Documentation" in the Help menu of the TensarSlope program	
	For program users who do not have a link to the internet contact your nearest Tensar representative or distributor	Tensar International Limited Tel: +44 (1254) 262431 Fax: +44 (1254) 266867 E-mail: sales@tensar.co.uk Web: www.tensar.co.uk

Detailed input information

The following tables provide the detailed input information used to define the reinforced fill structure including: coordinates of soil lines and water pressure lines (both internal water pressure and external standing water), geogrid design data and geogrid layout.

In all the tables which follow, X and Y are cartesian coordinates in metres, with Y measured vertically upwards, and measured from X = 0 in the horizontal direction and Y = 0 in the vertical direction.

Soil lines

The soil type found beneath each line is indicated in the table below.

Where a facing is associated with any line, this is also indicated in the table below.

Line No.	X ₁ (m)	Y ₁ (m)	X ₂ (m)	Y ₂ (m)	Soil No.	Facing type
1	0,000	0,000	52,800	0,000	1	
2	52,800	0,000	84,500	23,000	6	
3	84,500	23,000	96,500	23,000	6	
4	109,600	23,000	144,100	0,000	2	
5	52,800	0,000	60,300	0,000	1	
6	0,000	-1,500	150,000	-1,500	3	
7	150,000	-3,300	0,000	-3,300	4	
8	0,000	-5,400	150,000	-5,400	5	
9	60,300	0,000	150,000	0,000	1	
10	96,500	23,000	109,600	23,000	2	
11	96,500	23,000	60,300	0,000	2	

Water pressure lines

Pore water pressure at a point is defined according to vertical distance from the following lines:

Line No	X ₁ (m)	Y ₁ (m)	Pressure (kN/m ²)	X ₂ (m)	Y ₂ (m)	Pressure (kN/m ²)
1	0,000	-0,300	0,000	150,100	-0,200	0,000

If there is a line above the point examined and none below, then pore pressure is taken to increase hydrostatically with depth below that water pressure line.

If there is a line above the point examined and a line below, then water pressure is interpolated between the pressures on the two lines.

Pressure at a point along a line is determined by linear interpolation

Non-circular analyses

The surfaces shown are defined by the following points:

Surface with lowest factor of safety

Point Number	x (m)	y (m)	Disturbing force (kN/m)
1	53,200	0,200	
2	57,000	0,200	
3	58,800	0,500	
4	67,700	4,800	
5	72,600	8,100	
6	76,600	10,500	
7	80,600	12,900	
8	84,100	15,300	
9	86,800	17,400	
10	88,300	20,600	
11	89,100	22,900	

Restoring Forces (kN/m):
From soil = 3278 kN/m
From grids = 291 kN/m

Factor of Safety = 1,219

Reinforcement design data

Reinforcement design strength is calculated using the strengths and factors given below

In soil type 2 - Násyp			Design life (years) 120		Design temperature (°C) 10	
Tensar Geogrid	Creep rupture strength (kN/m)	Extrapolation & manufacturing variation	Installation damage factor	Environmental effects	Characteristic design strength (kN/m)	Sliding coefficient
	P _c	f _m	f _d	f _e	P _{des}	α _s
Type 2	27,34	1,00	1,25	1,00	21,87	0,95
Type 4	45,93	1,00	1,15	1,00	39,94	0,95

Reinforcement design data

Reinforcement design strength is calculated using the strengths and factors given below

In soil type 6 - Přísyp			Design life (years) 120		Design temperature (°C) 10	
Tensar Geogrid	Creep rupture strength (kN/m)	Extrapolation & manufacturing variation	Installation damage factor	Environmental effects	Characteristic design strength (kN/m)	Sliding coefficient
	P _c	f _m	f _d	f _e	P _{des}	α _s
Type 2	27,34	1,00	1,25	1,00	21,87	0,95
Type 4	45,93	1,00	1,15	1,00	39,94	0,95

Reinforcement layout

Reinforcement level is defined by its Y co-ordinate

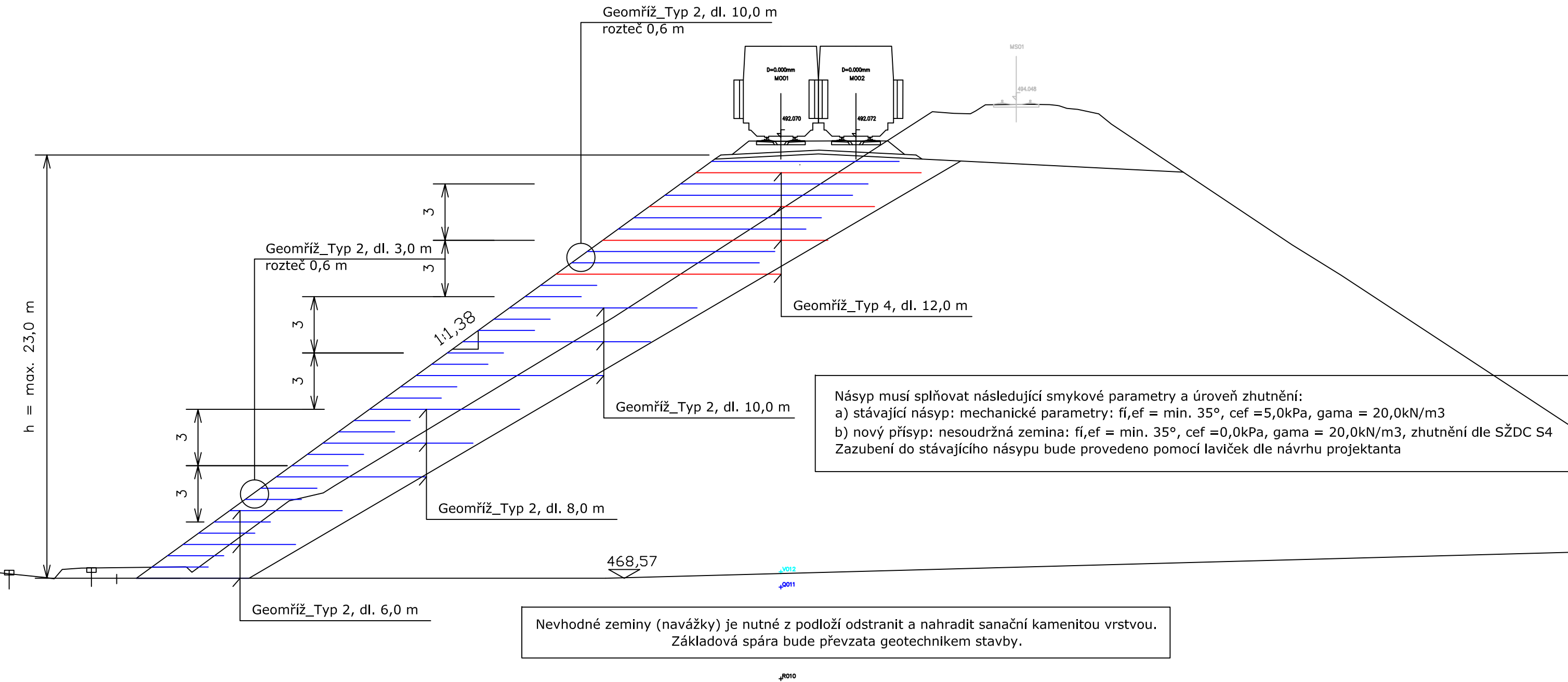
Tensar geogrid	Level	Left end	Right end	Length	Coverage	Pullout interaction factor	Fixed at	
	Y (m)	X (m)	X (m)	(m)	(%)	α _p	left	right
Type 2	0,000	52,800	58,800	6,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	0,600	53,627	56,627	3,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	1,200	54,454	57,454	3,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	1,800	55,281	61,281	6,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	2,400	56,108	59,108	3,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	3,000	56,935	59,935	3,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	3,600	57,762	63,762	6,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	4,200	58,589	61,589	3,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	4,800	59,416	62,416	3,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	5,400	60,243	68,243	8,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	6,000	61,070	64,070	3,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	6,600	61,897	64,897	3,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	7,200	62,723	70,723	8,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	7,800	63,550	66,550	3,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	8,400	64,377	67,377	3,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	9,000	65,204	73,204	8,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	9,600	66,031	69,031	3,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	10,200	66,858	69,858	3,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	10,800	67,685	77,685	10,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	11,400	68,512	71,512	3,000	100	0,95	Yes	No

Reinforcement continued on next page . . .

Reinforcement layout continued

Tensar geogrid	Level	Left end	Right end	Length	Coverage	Pullout interaction factor	Fixed at	
	Y (m)	X (m)	X (m)	(m)	(%)	α_p	left	right
Type 2	12,000	69,339	72,339	3,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	12,600	70,166	80,166	10,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	13,200	70,993	73,993	3,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	13,800	71,820	74,820	3,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	14,400	72,647	82,647	10,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	15,000	73,474	76,474	3,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	15,600	74,301	77,301	3,000	100	0,95	Yes	No
Type 4	16,200	75,128	87,128	12,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	16,800	75,955	85,955	10,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	17,400	76,782	86,782	10,000	100	0,95	Yes	No
Type 4	18,000	77,609	89,609	12,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	18,600	78,436	88,436	10,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	19,200	79,263	89,263	10,000	100	0,95	Yes	No
Type 4	19,800	80,090	92,090	12,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	20,400	80,917	90,917	10,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	21,000	81,743	91,743	10,000	100	0,95	Yes	No
Type 4	21,600	82,570	94,570	12,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	22,200	83,397	93,397	10,000	100	0,95	Yes	No

km 109,780 00



Client:	SUDOP PRAHA a.s.
Project:	Modernizace trati Sudoměřice - Votice km 109,733 vyztužený násyp nad mostem
Objective:	Vyztužená zemní konstrukce v ev. cca 112,379 (křížení nad potokem Mastník)

Tensar Structural Systems



IMPORTANT NOTES

This document contains an Application Suggestion which has been prepared by GEOMAT s.r.o. on a confidential basis, to enable the application of **Tensar** geogrids to be evaluated. The Application Suggestion is merely illustrative and is not a detailed design. It is specific to the unique characteristics of the **Tensar** geogrids which are referenced within the calculations.

Copyright in this document belongs to Tensar International Limited. It must not be disclosed to any third party other than for the purpose of evaluating its commercial application for the use of **Tensar** geogrids.

This Application Suggestion does not form the whole or any part of a contract. Its suitability for any project is the sole responsibility of the user and its professional advisors. Neither Tensar International Limited nor GEOMAT s.r.o. are responsible for any application of the Application Suggestion other than in conjunction with the sale of **Tensar**.

Tensar is a registered trademark.

Method of analysis	The calculation methods used to create this Application Suggestion are the simplified methods of slices given by Bishop (Géotechnique, Vol 5, No 1, 1955) using a circular slip surface, and by Janbu (Proc European Conf on Stability of Earth Slopes, 43-49, Vol 4, 1954), both modified to take into account the stabilising effect of layers of geogrid reinforcement
---------------------------	---

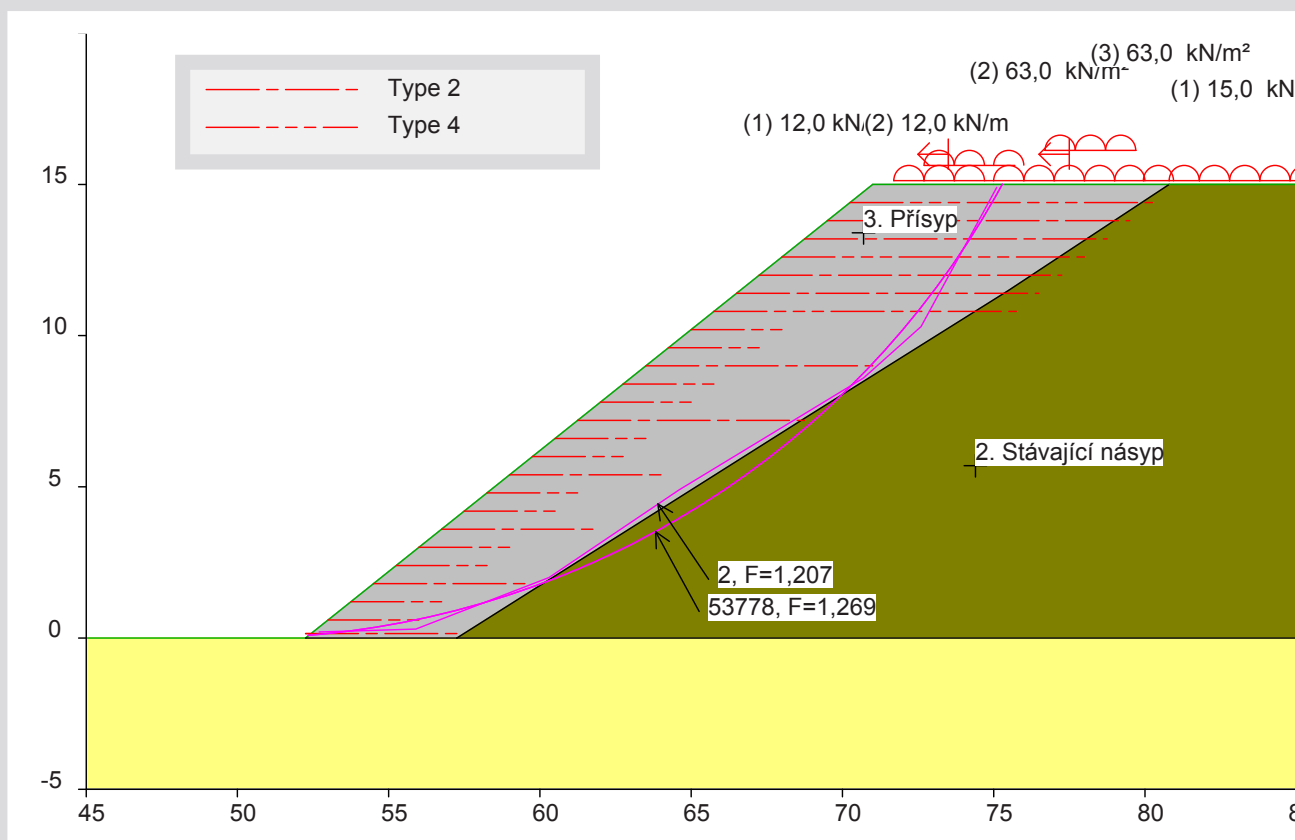
Reference	SO 73-20-16 Červený Újezd - Votice, železniční spodek	26 Feb 2013	Page	1 of 6
------------------	---	-------------	-------------	--------

Design analysis
prepared by :

GEOMAT s.r.o.

Tel: +420 548 217 047
Fax: +420 548 218 047
E-mail: info@geomat.cz

Turanka 115
627 00 Brno
Czech Republic

Input data and Section
Project:
Modernizace trati Sudoměřice - Votice


Tensar Structural Systems

Static loading case

All dimensions in metres

Scale 1:250

Soil properties

Soil zone	Drained/ undrained	c (kN/m ²)	ϕ (°)	γ_{bulk} (kN/m ³)
1, Podloží - most	Drained	20,0	40,0	24,0
2, Stávající násyp	Drained	5,0	35,0	20,0
3, Přísyp	Drained	0,0	35,0	20,0

Horizontal loads

Load (kN/m)	Acts at x (m)	y (m)	direction
1. 12,00	73,500	16,000	left
2. 12,00	77,500	16,000	left

Surcharges

Load	Load acts from x (m) To x (m)	Load (kN/m ²)	Live/Dead
1	71,700 90,000	15,00	Dead

Surcharge loads continued on next page . . .

Surcharge loads continued

Load	Load acts from x (m) to x (m)		Load (kN/m ²)	Live/Dead
2	72,700	75,700	63,02	Live
3	76,700	79,700	63,02	Live

x values are measured from X=0

Stability results

Moments per linear metre of structure

Circle number	Disturbing moment (kNm/m)	Resisting moment soil (kNm/m)	Resisting moment geogrids (kNm/m)	Factor of safety
53778	34645	40598	3358	1,269
53778	34645	40598	3358	1,269

Stability results

Forces per linear metre of structure

Surface number	Disturbing force Disturbing force (kN/n (kN/m)	Resisting force soil	Resisting force reinforcement (kN/m)	Factor of safety F
2	1588	1688	229	1,207

Further information relevant to this Design Analysis

Further information, specifications and bill of quantities descriptions for this Tensar Earth Retaining Structure are given in the following documents which form part of this Design Analysis

System overview
Installation guide
Case histories

The current versions of these documents may be found by following the website link to "Tensar Documentation" in the Help menu of the TensarSlope program

For program users who do not have a link to the internet contact your nearest Tensar representative or distributor

Tensar International Limited
Tel: +44 (1254) 262431
Fax: +44 (1254) 266867
E-mail: sales@tensar.co.uk
Web: www.tensar.co.uk

Detailed input information

The following tables provide the detailed input information used to define the reinforced fill structure including: coordinates of soil lines and water pressure lines (both internal water pressure and external standing water), geogrid design data and geogrid layout.

In all the tables which follow, X and Y are cartesian coordinates in metres, with Y measured vertically upwards, and measured from X = 0 in the horizontal direction and Y = 0 in the vertical direction.

Soil lines

The soil type found beneath each line is indicated in the table below.

Where a facing is associated with any line, this is also indicated in the table below.

Line No.	X ₁ (m)	Y ₁ (m)	X ₂ (m)	Y ₂ (m)	Soil No.	Facing type
1	0,000	0,000	52,250	0,000	1	
2	52,250	0,000	71,000	15,000	3	
3	52,250	0,000	57,250	0,000	1	
4	71,000	15,000	75,000	15,000	3	
5	91,000	15,000	112,000	0,000	2	
6	112,000	0,000	150,000	0,000	1	
7	57,250	0,000	112,000	0,000	1	
8	75,000	15,000	79,950	15,000	3	
9	79,950	15,000	80,800	15,000	3	
10	57,250	0,000	68,800	7,300	2	
11	68,800	7,300	75,500	11,500	2	
12	75,500	11,500	80,800	15,000	2	
13	80,800	15,000	91,000	15,000	2	

Water pressures

Pore pressures only exist where a soil-specific pore pressure ratio is not zero (see 'Soil properties' above).

Non-circular analyses

The surfaces shown are defined by the following points:

Surface with lowest factor of safety

Point Number	x (m)	y (m)	Disturbing force (kN/m)
1	52,700	0,200	
2	55,900	0,300	
3	60,300	2,000	
4	64,600	4,900	
5	70,700	8,600	
6	72,600	10,300	
7	75,100	14,900	

Restoring Forces (kN/m):
From soil = 1688 kN/m
From grids = 229 kN/m

Factor of Safety = 1,207

Reinforcement design data

Reinforcement design strength is calculated using the strengths and factors given below

In soil type 2 - Stávající násyp			Design life (years) 120		Design temperature (°C) 10	
Tensar Geogrid	Creep rupture strength (kN/m)	Extrapolation & manufacturing variation	Installation damage factor	Environmental effects	Characteristic design strength (kN/m)	Sliding coefficient
	P_c	f_m	f_d	f_e	P_{des}	α_s
Type 2	27,34	1,00	1,25	1,00	21,87	0,95
Type 4	45,93	1,00	1,15	1,00	39,94	0,95

Reinforcement design data

Reinforcement design strength is calculated using the strengths and factors given below

In soil type 3 - Přísyp			Design life (years) 120		Design temperature (°C) 10	
Tensar Geogrid	Creep rupture strength (kN/m)	Extrapolation & manufacturing variation	Installation damage factor	Environmental effects	Characteristic design strength (kN/m)	Sliding coefficient
	P_c	f_m	f_d	f_e	P_{des}	α_s
Type 2	27,34	1,00	1,25	1,00	21,87	0,95
Type 4	45,93	1,00	1,15	1,00	39,94	0,95

Reinforcement layout

Reinforcement level is defined by its Y co-ordinate

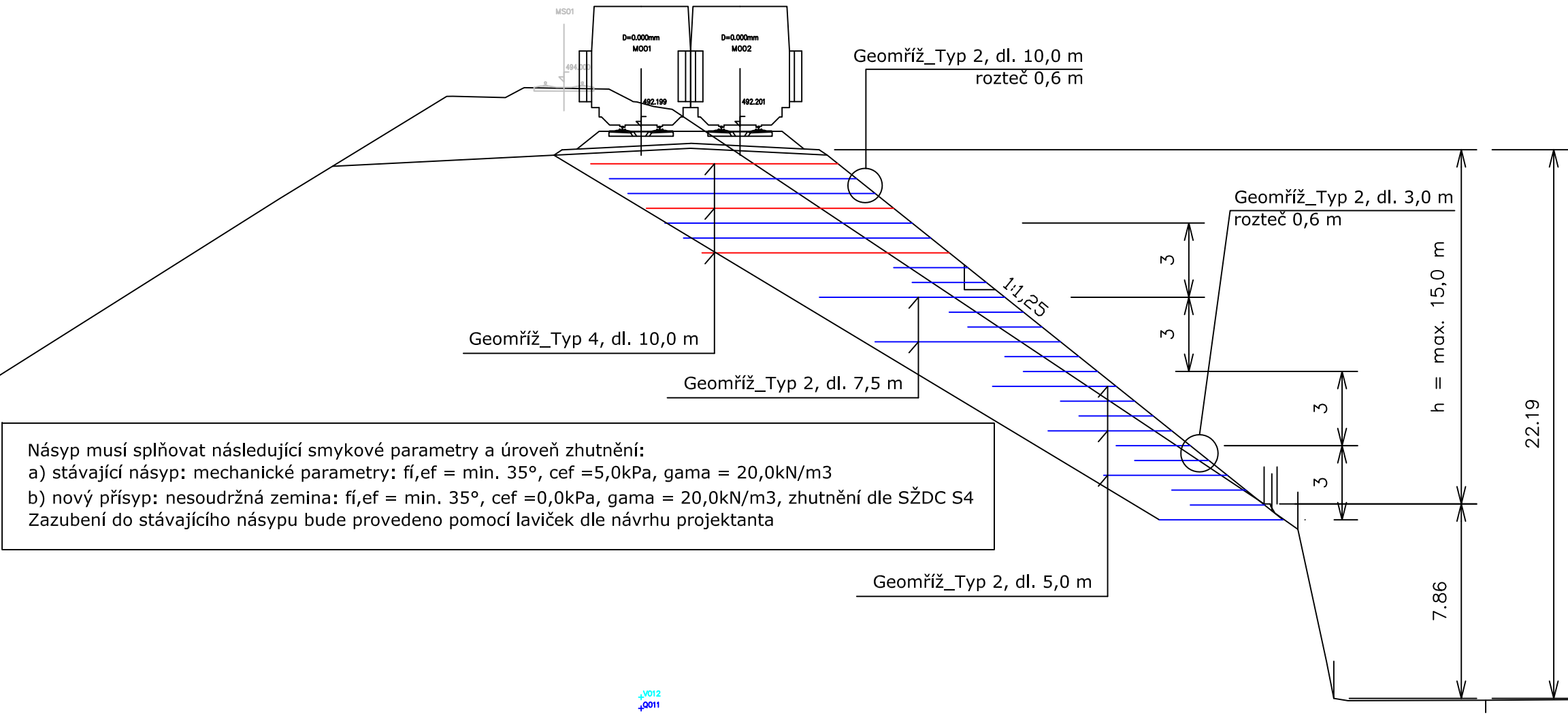
Tensar geogrid	Level	Left end	Right end	Length	Coverage	Pullout interaction factor	Fixed at	
	Y (m)	X (m)	X (m)	(m)	(%)	α_p	left	right
Type 2	0,000	52,250	57,250	5,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	0,600	53,000	56,000	3,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	1,200	53,750	56,750	3,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	1,800	54,500	59,500	5,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	2,400	55,250	58,250	3,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	3,000	56,000	59,000	3,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	3,600	56,750	61,750	5,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	4,200	57,500	60,500	3,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	4,800	58,250	61,250	3,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	5,400	59,000	64,000	5,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	6,000	59,750	62,750	3,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	6,600	60,500	63,500	3,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	7,200	61,250	68,750	7,500	100	0,95	Yes	No
Type 2	7,800	62,000	65,000	3,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	8,400	62,750	65,750	3,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	9,000	63,500	71,000	7,500	100	0,95	Yes	No
Type 2	9,600	64,250	67,250	3,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	10,200	65,000	68,000	3,000	100	0,95	Yes	No
Type 4	10,800	65,750	75,750	10,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	11,400	66,500	76,500	10,000	100	0,95	Yes	No

Reinforcement continued on next page . . .

Reinforcement layout continued

Tensar geogrid	Level	Left end	Right end	Length	Coverage	Pullout interaction factor	Fixed at	
	Y (m)	X (m)	X (m)	(m)	(%)	α_p	left	right
Type 2	12,000	67,250	77,250	10,000	100	0,95	Yes	No
Type 4	12,600	68,000	78,000	10,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	13,200	68,750	78,750	10,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	13,800	69,500	79,500	10,000	100	0,95	Yes	No
Type 4	14,400	70,250	80,250	10,000	100	0,95	Yes	No

km 109,733 00



4.V012
4.0011

4.R010

VÝPOČET SEDÁNÍ KONSTRUKCE

Akce:

Modernizace trati Sudoměřice - Votice

Objekt:

SO 73-11-01 Červený Újezd - Votice, železniční spodek

Vyztužená zemní konstrukce v ev. cca 112,379 (křížení nad potokem Mastník)

Zpracoval:

Ing. Pavel Klimeš, GEOMAT s.r.o., Tuřanka 115, 627 00 Brno

Kontroloval:

Ing. Martin Kašpar, GEOMAT s.r.o., Tuřanka 115, 627 00 Brno

Datum:

05. 08. 2013

OBSAH:

1.	Úvod	3
1.1.	Řešená problematika	3
1.2.	Identifikační údaje stavby	3
1.3.	Objednatel statického výpočtu armovaného strmého svahu	4
2.	Podklady pro statické posouzení	5
2.1.	Předané podklady	5
2.2.	Normy, předpisy, literatura	5
2.3.	Výpočtový program	5
3.	Vstupní parametry	6
3.1.	Popis konstrukce	6
3.2.	Morfologické a geologické poměry ^[1]	6
3.3.	Vlastnosti zemin pro geotechnické výpočty	7
3.4.	Zlepšení podloží	8
3.5.	Hladina podzemní vody	8
4.	Popis návrhové metodiky	9
5.	Závěr	10

Přílohy:

1. Výstupy z výpočetního programu

Autorská práva pro používání tohoto návrhu náleží firmě GEOMAT s.r.o.

Dokument lze užívat ve smyslu příslušné smlouvy o dílo. Žádná jeho část nemůže být dle zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů kopírována nebo jiným způsobem rozšiřována bez souhlasu firmy GEOMAT s.r.o.

1. ÚVOD

1.1. Řešená problematika

Předmětný statický výpočet se zabývá výpočtem sedání vyztuženého přísypu zemního tělesa v místě křížení stávající jednokolejné a nově budované dvojkolejné trati nad mostním objektem SO 73-20-16. Zemní těleso zde kříží místní vodoteč - potok Mastník. Výstavba této konstrukce je navrhována v rámci modernizace trati Sudoměřice - Votice.

Pro výpočet sedání byl po konzultaci s objednatelem vybrán řez v km 109,780, kde přísyp dosahuje maximální výšky 23,0 m a sklon líce je 1:1,38 (36°).

Podklady pro výpočet sedání byly dokumenty uvedené v odstavci č. 2.1. předané objednatelem projekčních prací.

1.2. Identifikační údaje stavby

Název stavby:	Modernizace trati Sudoměřice - Votice
Název inženýrského objektu:	SO 73-11-01 Červený Újezd - Votice, železniční spodek
Název části inženýrského objektu:	Vyztužená zemní konstrukce v ev. cca 112,379 (křížení nad potokem Mastník)
Kraj:	Středočeský
Okres:	Benešov
Generální projektant stavby:	SUDOP PRAHA a.s. Olšanská 1a, 130 80 Praha 3 Tel. / fax: 267 094 111 / 224 230 316 E-mail: praha@sudop.cz
Hlavní inženýr projektu:	Ing. Miloš Krameš, SUDOP PRAHA a.s.
Zpracovatel statického výpočtu:	GEOMAT s.r.o. Tuřanka 115, 627 00 Brno – Slatina Tel. / fax: 548 218 901 / 548 218 047 E-mail: technika@geomat.cz
Projektový stupeň:	Projekt

1.3. Objednatel statického výpočtu armovaného strmého svahu

Název firmy:	SUDOP PRAHA a.s.
Adresa firmy:	Olšanská 1a, 130 80 Praha 3
Tel. kontakt ve věcech technických:	Ing. Michal Mečl e-mail: michal.mecl@sudop.cz

2. PODKLADY PRO STATICKÉ POSOUZENÍ

2.1. Předané podklady

Podklad:		Zpracovatel:
[1]	Geotechnický a stavebnětechnický pasport, srpen 2012	SUDOP PRAHA a.s. středisko 207 - geotechniky Olšanská 1a, 130 80 Praha 3
[2]	Geologická dokumentace sond J664 a J665	
[3]	Geotechnický a stavebnětechnický pasport červen 2004	GEoTec - GS, a.s. Chmelová 2920/6, Praha 10
[4]	Koncept příčných řezů, situace	Ing. Michal Mečl SUDOP PRAHA a.s.

2.2. Normy, předpisy, literatura

[1N] ČSN 73 6133 - Navrhování a provádění zemního tělesa pozemních komunikací,
únor 2010

[2N] SŽDC S4 - Železniční spodek, červen 2008

[3N] TKP 2000 - kap. 03, změna 6 - Zemní práce, červenec 2008

[4N] ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná
pravidla, září 2006

2.3. Výpočtový program

[1P] GEO5 v9 – Sedání

3. VSTUPNÍ PARAMETRY

3.1. Popis konstrukce

Charakteristika objektu:

- podle plánované doby trvání: trvalá konstrukce
- podle funkce: strmý svah (sklon 1:1,38)

Po provedení sanačních úkonů a odtěžení části stávajícího násypového tělesa (v příčném i podélném směru) navrhovaných generálním projektantem stavby (SUDOP PRAHA a.s.), bude nově budovaná konstrukce zpevněna pomocí vyztužené zeminy. Návrh vyztužení včetně projekčních specifikací materiálů a požadavku na hutnění je definovaný ve statickém výpočtu vyztužení, který jsme zpracovali v lednu 2013. Pro výpočet sedání je tedy uvažováno s tím, že je konstrukce stabilní a materiál vyztužené oblasti je zhutněný na požadovanou míru a deformace se tedy bude odehrávat pouze v podloží zatíženým přísypem.

3.2. Morfologické a geologické poměry ^[1]

Morfologické, geologické a hydrogeologické poměry byly převzaty z geotechnického a stavebně technického pasportu – podklad [1].

Pro účely geotechnického posouzení byly použity výsledky vrtaných sond J664 resp. J665, které byly prováděny skrz stávající násypové těleso. Dle těchto sond je toto tvořeno převážně navážkovitými zeminami charakteru šterku s jemnozrnnou příměsí (saGr, G3/G-FY).

V podloží zemní konstrukce se pak nachází kvartérní fluvialní sedimenty, svrchu s navážkami (mocnosti do 3,0 m). Dále byly zastiženy variabilní fluvialní náplavy o mocnostech do 1,0 m a písčité hlíny a jíly o mocnostech do 2,0 m. Hlouběji tyto přechází hlinitojílovité šterky.

Skalní podloží je od vrchu tvořeno zvětřalými rulami s velmi velkou hustotou diskontinuit, které poměrně rychle přecházejí do hornin zvětřalých.

Na lokalitě lze definovat následující geotechnické typy zemin (převzato z podkladu [1]):

Geotechnický typ: Kvartér (Q)	
Geotechnický typ Y	Navážky středně ulehlé, charakteru překopaných místních zemin s příměsí kameniva, konstrukční vrstvy stávajícího náspu
Geotechnický typ O	Organické zeminy, charakteru tuhé písčité a jílovité hlíny, místy i hlíny se středním plasticitou, s organickými zbytky rostlin, zapáchající
Geotechnický typ Q2	Hlína a jíl písčité, tuhý až měkký
Geotechnický typ Q5	Písek hlinitý až jílovitý, středně ulehlý, středně zrnitý až jemnozrný, pod hladinou podzemní vody zvodnělý
Geotechnický typ Q6	Štěrka s jemnozrnou příměsí, středně ulehlý, středně zrnitý až hrubozrný s úlomky rul do 4 cm, zvodnělý
Geotechnický typ Q7	Štěrka hlinitá a jílovitá, středně ulehlý, středně zrnitý až hrubozrný s úlomky rul a křemene do 4 cm, ojed. 10cm, zvodnělý
Moldanubikum (M)	
Geotechnický typ M1	Ruly zcela zvětralé (R6/GM), charakteru hlinitého štěrku, silně limonitizovaná – tektonická porucha
Geotechnický typ M3	Ruly mírně zvětralé (R4), úlomkovitě až kamenitě rozpadavé, úlomky o vel. do 5 cm, místy limonitizované
Geotechnický typ M4	Ruly navětralé (R3), úlomkovitě až kamenitě rozpadavé, úlomky o vel. do 5 cm, limonitizované

3.3. Vlastnosti zemin pro geotechnické výpočty

Pro výpočet sedání jsou rozhodující deformační vlastnosti zastižených zemin v podloží a zásypaného materiálu. Ve vyztužené oblasti je předepsaný materiál štěrkufrakce 0/63 mm. V místě řezu jsou zeminy zastiženy provedeným vrtem J647 s hloubkou 8,0 m a je možné obecně říci, že se jedná o charakteristický řez podloží, protože v ostatních vrtech jsou zeminy stejného typu bez výraznější změny mocnosti.

Název zeminy	Objemová tíha [kN/m ³]	Deformační modul E _{def} [MPa]	Poissonovo číslo [-]
Přísyp – ŠD fr. 0/63 mm	20,0	80,0	0,20
Hlína písčité F3/MS a jíl písčité F4/CS	18,0	4,0	0,35
Štěrka hlinitá G4/GM	19,0	50,0	0,30
Štěrka s jemnozrnou příměsí G3/G-F	19,0	80,0	0,26
Rula mírně zvětralá R4	24,0	40,0	0,26
Rula navětralá	25,0	40,0	0,21

Tab. 1 Deformační vlastnosti zastižených zemin v podloží a v přísypu

3.4. Zlepšení podloží

Pod nově budovanou konstrukcí se v dostatečném rozsahu (před patu konstrukce min. 5 m) předpokládá provedení celkové sanace podloží v oblasti kvartérních náplavových sedimentů (min. mocnost 2,0 m). V této oblasti budou nevhodné zeminy nahrazeny kvalitním kamenivem tak, aby mohlo dojít k opření konstrukce o tuto vrstvu. Tato vrstva musí být důkladně odseparována pomocí separačně filtrační geotextilie min. CBR = 4 kN tak, aby nedocházelo ke zhoršování jejích vlastností v průběhu životnosti konstrukce.

Požadovaná minimální únosnost v základové spáře vyztuženého zeminového bloku je min. $E_{\text{def},2} = 45 \text{ MPa}$, při poměru $E_{\text{def},2} / E_{\text{def},1} \leq 2,5$. Základová spára opěrné konstrukce bude převzata geotechnikem nebo inženýrským geologem zápisem ve stavebním deníku.

3.5. Hladina podzemní vody

Podzemní voda byla zastižena v hloubce 0,0 - 0,20 m pod terénem. Ve statickém posouzení je tak uvažováno se souvislou HPV v úrovni základové spáry konstrukce.

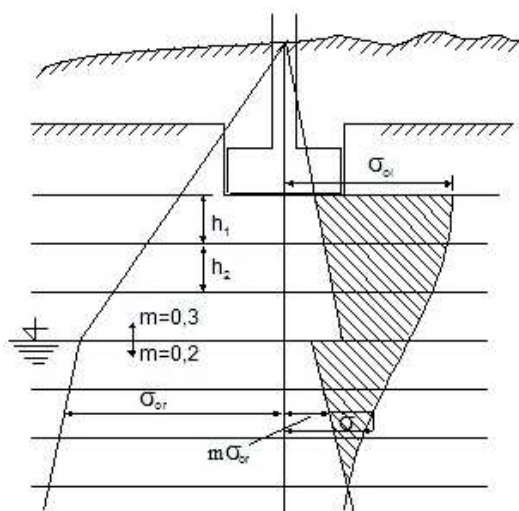
V konstrukci se předpokládá provedení důkladného odvedení srážkových vod tak, aby byly tyto bezpečně odvedeny do vhodného retenčního prostoru a nedocházelo jejím vlivem ke zhoršování vlastností zemin tvořící zemní konstrukci.

4. POPIS NÁVRHOVÉ METODIKY

Pro predikci sedání byla použita metoda výpočtu pomocí edometrického modulu. Dosah deformační zóny byl omezen využitím teorie strukturní pevnosti.

Strukturní pevnost vyjadřuje odpor zeminy proti přetvoření, a to při takovém zatížení, kdy dojde k porušování její struktury. Deformační zóna je určena hloubkou pod základovou spárou, kde je přírůstek svislého napětí σ_z rovný strukturní pevnosti zeminy (určené přenásobením původního geostatického napětí σ_{or} součinitelem strukturní pevnosti „m“). Sedání „ s_{max} “ je dáno obecným vztahem $s = f(\sigma_z, m, \sigma_{or})$

Rovnice pro výpočet stlačení vrstvy i mocnosti h vychází z definice edometrického modulu přetvárnosti E_{oed} . Výsledná hodnota sedání je pak určena dle následujících vztahů:



$$s_i = \sum \frac{\sigma_{z,i} h_i}{E_{oed,i}}$$

$$E_{oed} = \frac{E_{def}}{\beta}$$

$$\text{kde } \beta = 1 - \frac{2\nu^2}{1-\nu}$$

Pozn: Velikost deformační zóny dle teorie strukturní pevnosti (obraz účinného přitížení je vyšrafován)

5. ZÁVĚR

Výpočet sedání v posuzovaném řezu v km 109,780, kde svah dosahuje výšky 23,0 m, byl proveden programem GEO5, modul sedání. Ve výpočtu byly posuzovány tři fáze výstavby.

- První fázi je modelován stav stávajícího násypového tělesa.
- Ve druhé fázi dojde k odtěžení do požadovaného tvaru, který je daný délkou výztužných geomříží a sanací podloží.
- Ve třetí fázi dojde k vybudování přísypu z vyztužené zeminy.

Stávající těleso je uvažováno jako konsolidované a sedání bude tedy probíhat pouze vlivem stlačení podloží od přísypu. Z důvodu snížení absolutní hodnoty sedání je před samotnou výstavbou navržené nahrazení kvartérních náplavových sedimentů v mocnosti 2,0 m. Tímto dojde k odstranění nejvíce stlačitelné vrstvy a zatížení od přísypu se bude přednášet do únosných zemín štěrků a rul.

Z toho důvodu je výsledné sedání v řádu milimetrů, kdy výpočtem je definované toto sedání velikostí 10,9 mm (hloubka deformační zóny 13,81 m). Z důvodu možných nehomogenit je predikované sedání podloží vlivem přísypu cca 15,0 mm. Nicméně zeminy v podloží nejsou charakteru jílu, které pod vodou dovolují pouze pozvolnou konsolidaci. Zastížené zeminy v podloží naznačují, že konsolidace bude mít rychlý průběh a její značná část proběhne již během výstavby. Po výstavbě je možné uvažovat, že proběhlé sedání bude v řádu 75-85 % z celkové predikované hodnoty. Zbývající sedání proběhne také velmi rychle a předpoklad je takový, že do půl roku od výstavby bude těleso zcela konsolidované. Tento předpoklad je však možné dodržet pouze v případě, že během výstavby přísypu bude provedeno hutnění dle požadovaných norem a TKP tak, aby nedocházelo k sesedání v nově budovaném přísypu.

V Brně dne 09. 08. 2013

Zpracoval:

Ing. Pavel Klimeš

Kontroloval:

Ing. Martin Kašpar

Výpočet sedání

Vstupní data

Projekt

Datum : 31.7.2013

Metoda výpočtu : ČSN 73 1001 (Výpočet pomocí edometrického modulu)

Omezení deformační zóny : pomocí strukturní pevnosti

Rozhraní

Číslo	Umístění rozhraní	Souřadnice bodů rozhraní [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-80,00	26,90	-66,20	27,00	-65,00	26,20
		-54,90	26,40	-49,40	27,30	-31,70	27,30
		-31,67	27,32	-26,20	31,40	-24,40	31,90
		5,70	50,60	8,10	52,20	16,90	52,00
		47,20	32,10	54,30	29,00	54,43	29,00
		80,00	30,00				
2		53,71	26,91	54,43	29,00		
3		-80,00	24,60	-29,81	24,88	-8,30	25,00
		53,71	26,91	80,00	27,70		
4		-31,67	27,32	-31,63	27,27	-29,83	24,90
		-29,81	24,88				
5		-80,00	21,20	-8,30	21,60	80,00	24,30
6		-80,00	19,60	-8,30	20,00	80,00	22,70

Parametry zemin

Třída G1, ulehla

Objemová tíha : $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$

Edometrický modul : $E_{oed} = 478,00 \text{ MPa}$
 Koef. strukturní pevnosti : $m = 0,20$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

Třída F4, konzistence tuhá

Objemová tíha : $\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$
 Modul přetvárnosti : $E_{def} = 4,00 \text{ MPa}$
 Poissonovo číslo : $\nu = 0,35$
 Koef. strukturní pevnosti : $m = 0,10$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

Třída G4

Objemová tíha : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
 Modul přetvárnosti : $E_{def} = 50,00 \text{ MPa}$
 Poissonovo číslo : $\nu = 0,30$
 Koef. strukturní pevnosti : $m = 0,30$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

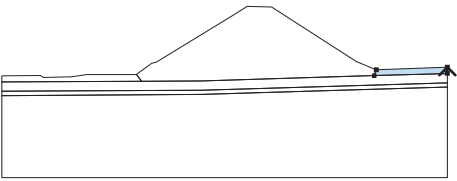
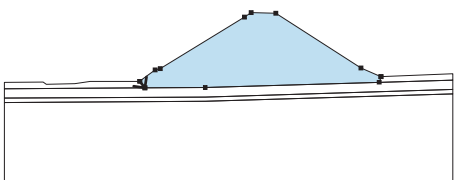
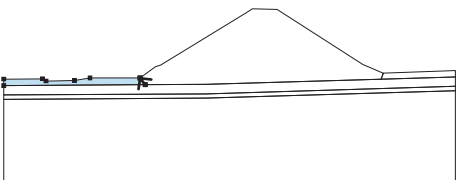
Rula mírně zvětralá R4

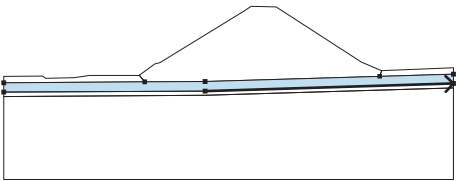
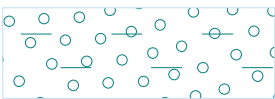
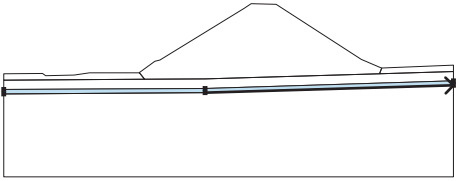
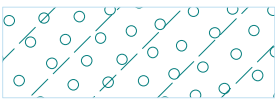
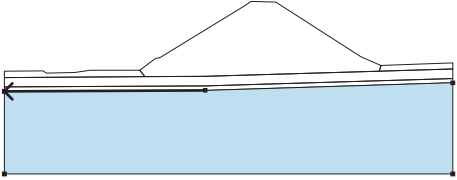
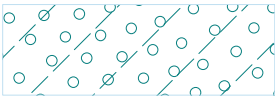
Objemová tíha : $\gamma = 24,00 \text{ kN/m}^3$
 Modul přetvárnosti : $E_{def} = 40,00 \text{ MPa}$
 Poissonovo číslo : $\nu = 0,26$
 Koef. strukturní pevnosti : $m = 0,30$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 24,20 \text{ kN/m}^3$

Rula navětralá R3

Objemová tíha : $\gamma = 25,00 \text{ kN/m}^3$
 Modul přetvárnosti : $E_{def} = 40,00 \text{ MPa}$
 Poissonovo číslo : $\nu = 0,21$
 Koef. strukturní pevnosti : $m = 0,30$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 25,20 \text{ kN/m}^3$

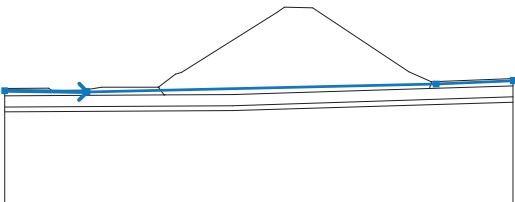
Přiřazení a plochy

Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přiřazená zemina
		x	z	x	z	
1		80,00	27,70	80,00	30,00	Třída F4, konzistence tuhá
		54,43	29,00	53,71	26,91	
2		-31,63	27,27	-29,83	24,90	Třída G1, ulehlá
		-29,81	24,88	-8,30	25,00	
		53,71	26,91	54,43	29,00	
		54,30	29,00	47,20	32,10	
		16,90	52,00	8,10	52,20	
		5,70	50,60	-24,40	31,90	
3		-26,20	31,40	-31,67	27,32	Třída F4, konzistence tuhá
		-29,83	24,90	-31,63	27,27	
		-31,67	27,32	-31,70	27,30	
		-49,40	27,30	-54,90	26,40	
		-65,00	26,20	-66,20	27,00	
		-80,00	26,90	-80,00	24,60	
		-29,81	24,88			

Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přiřazená zemina
		x	z	x	z	
4		-8,30	21,60	80,00	24,30	Třída G4 
		80,00	27,70	53,71	26,91	
		-8,30	25,00	-29,81	24,88	
		-80,00	24,60	-80,00	21,20	
5		-8,30	20,00	80,00	22,70	Rula mírně zvětřalá R4 
		80,00	24,30	-8,30	21,60	
		-80,00	21,20	-80,00	19,60	
6		-8,30	20,00	-80,00	19,60	Rula navětralá R3 
		-80,00	-10,40	80,00	-10,40	
		80,00	22,70			

Voda

Typ vody : HPV

Číslo	Umístění HPV	Souřadnice bodů HPV [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-80,00	26,19	-54,02	25,85	55,81	28,33
		80,00	29,34				

Nastavení výpočtu

Rozmístění a zahuštění sond : standardní

Horizontální rozmístění

Způsob rozmístění : přesné

Doplnění sond : počtem úseků

Počet úseků : 20

Svislé zahuštění

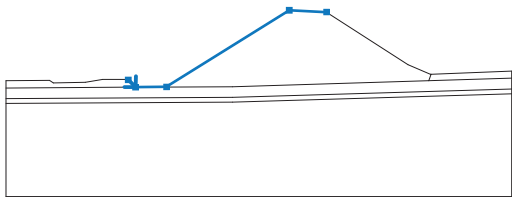
Číslo	Od hloubky [m]	Zahuštění [m]
1	0,00	0,10
2	2,00	0,30
3	5,00	0,50
4	10,00	2,00
5	30,00	10,00

Výsledky (Fáze budování 1)**Výsledky**

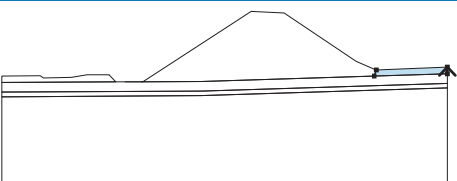
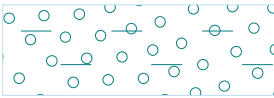
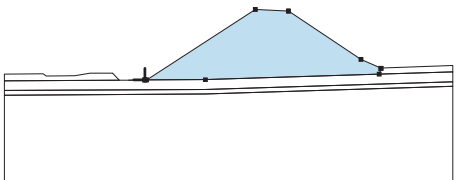
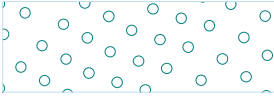
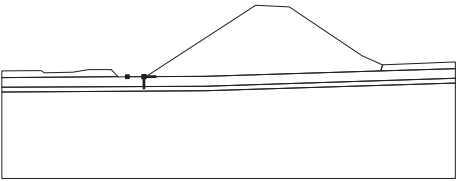

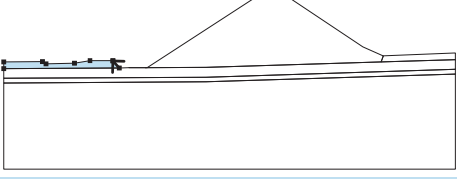
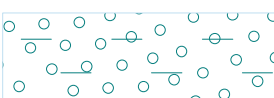
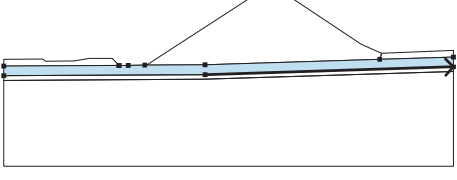
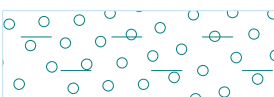
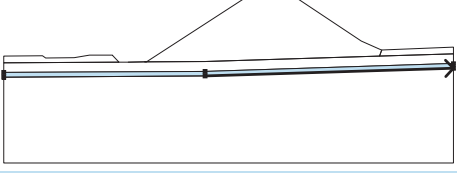

Výpočet nebyl proveden.

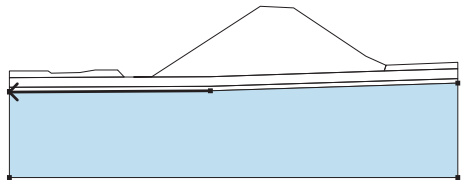

Vstupní data (Fáze budování 2)

Zářez

Číslo	Umístění zářezu	Souřadnice bodů zářezu [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-41,30	27,20	-38,98	24,81	-29,22	24,92
		9,60	49,60	21,40	49,00		

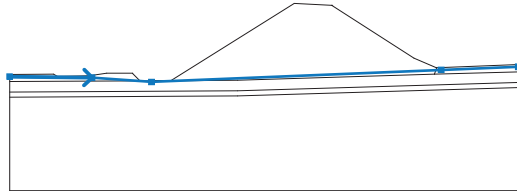
Přiřazení a plochy

Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přiřazená zemina
		x	z	x	z	
1		80,00	27,70	80,00	30,00	Třída F4, konzistence tuhá 
		54,43	29,00	53,71	26,91	
2		-29,83	24,90	-29,81	24,88	Třída G1, ulehlá 
		-8,30	25,00	53,71	26,91	
		54,43	29,00	54,30	29,00	
		47,20	32,10	21,40	49,04	
		21,40	49,00	9,60	49,60	
3		-29,83	24,90	-29,84	24,91	Třída F4, konzistence tuhá 
		-35,67	24,85	-29,81	24,88	
4		-39,00	24,83	-41,30	27,20	Třída F4, konzistence tuhá 
		-41,30	27,30	-49,40	27,30	
		-54,90	26,40	-65,00	26,20	
		-66,20	27,00	-80,00	26,90	
		-80,00	24,60			
5		-8,30	21,60	80,00	24,30	Třída G4 
		80,00	27,70	53,71	26,91	
		-8,30	25,00	-29,81	24,88	
		-35,67	24,85	-38,98	24,81	
		-39,00	24,83	-80,00	24,60	
6		-8,30	20,00	80,00	22,70	Rula mírně zvětralá R4 
		80,00	24,30	-8,30	21,60	
		-80,00	21,20	-80,00	19,60	

Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přiřazená zemina
		x	z	x	z	
7		-8,30	20,00	-80,00	19,60	Rula navětralá R3 
		-80,00	-10,40	80,00	-10,40	
		80,00	22,70			

Voda

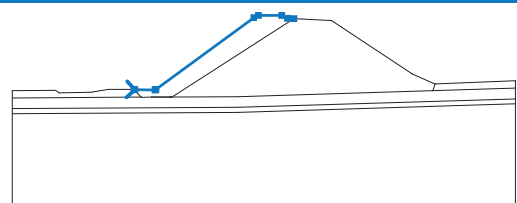
Typ vody : HPV

Číslo	Umístění HPV	Souřadnice bodů HPV [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-80,00	26,19	-54,02	25,85	-35,36	24,47
		55,81	28,33	80,00	29,34		

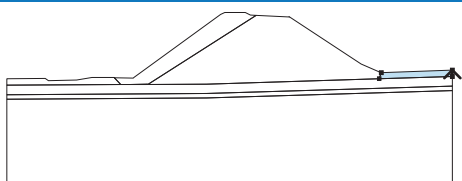
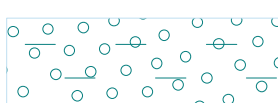
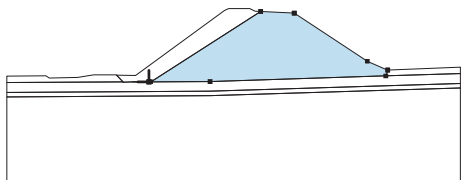
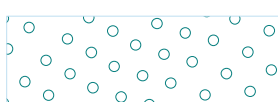
Výsledky (Fáze budování 2)**Výsledky**

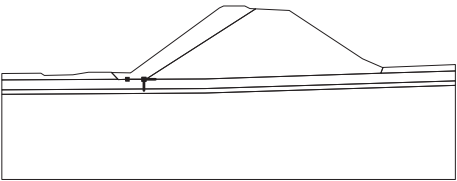
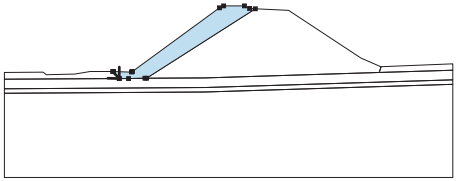
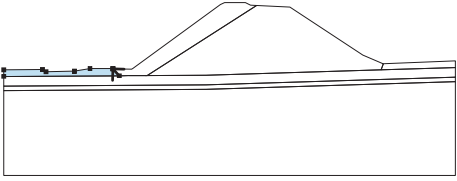
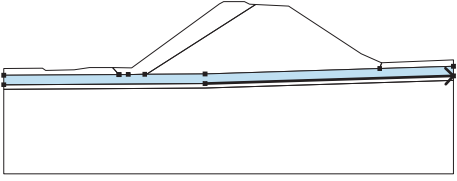
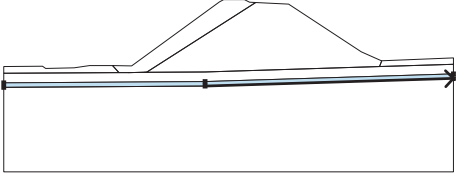
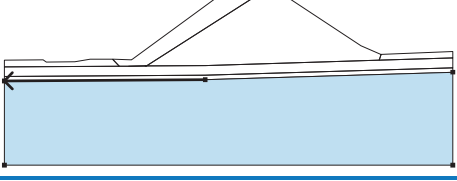
Výpočet nebyl proveden.

Vstupní data (Fáze budování 3)**Rozhraní náspu**

Číslo	Umístění rozhraní	Souřadnice bodů rozhraní [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-41,30	27,23	-40,99	27,22	-34,62	27,09
		-34,50	27,17	-34,30	27,30	-3,20	49,90
		-1,70	50,60	5,70	50,60	7,50	49,70
		9,60	49,60				

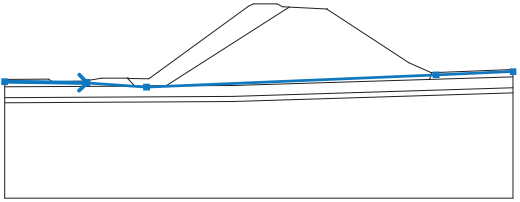
Přiřazení a plochy

Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přiřazená zemina
		x	z	x	z	
1		80,00	27,70	80,00	30,00	Třída F4, konzistence tuhá 
		54,43	29,00	53,71	26,91	
2		-29,83	24,90	-29,81	24,88	Třída G1, ulehlá 
		-8,30	25,00	53,71	26,91	
		54,43	29,00	54,30	29,00	
		47,20	32,10	21,40	49,04	
		21,40	49,00	9,60	49,60	
		-29,22	24,92	-29,84	24,91	

Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přiřazená zemina
		x	z	x	z	
3		-29,83	24,90	-29,84	24,91	Třída F4, konzistence tuhá
		-35,67	24,85	-29,81	24,88	
4		-41,30	27,20	-39,00	24,83	Třída G1, ulehlá
		-38,98	24,81	-35,67	24,85	
		-29,84	24,91	-29,22	24,92	
		9,60	49,60	7,50	49,70	
		5,70	50,60	-1,70	50,60	
		-3,20	49,90	-34,30	27,30	
		-34,50	27,17	-34,62	27,09	
5		-40,99	27,22	-41,30	27,23	Třída F4, konzistence tuhá
		-39,00	24,83	-41,30	27,20	
		-41,30	27,23	-41,30	27,30	
		-49,40	27,30	-54,90	26,40	
		-65,00	26,20	-66,20	27,00	
6		-80,00	26,90	-80,00	24,60	Třída G4
		-8,30	21,60	80,00	24,30	
		80,00	27,70	53,71	26,91	
		-8,30	25,00	-29,81	24,88	
		-35,67	24,85	-38,98	24,81	
		-39,00	24,83	-80,00	24,60	
7		-80,00	21,20			Rula mírně zvětralá R4
		-8,30	20,00	80,00	22,70	
		80,00	24,30	-8,30	21,60	
8		-80,00	21,20	-80,00	19,60	Rula navětralá R3
		-8,30	20,00	-80,00	19,60	
		-80,00	-10,40	80,00	-10,40	

Voda

Typ vody : HPV

Číslo	Umístění HPV	Souřadnice bodů HPV [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-80,00	26,19	-54,02	25,85	-35,36	24,47
		55,81	28,33	80,00	29,34		

Výsledky (Fáze budování 3)

Výsledky

Výpočet proveden, metoda ČSN 73 1001 (Výpočet pomocí edometrického modulu)

Maximální sednutí = 10,9 mm

Maximální hloubka deformační zóny = 13,81 m

STATICKÝ VÝPOČET

Akce:

Modernizace trati Sudoměřice - Votice

Objekt:

**Vyztužená zemní konstrukce ze systému pro výstavbu opěrných konstrukcí
s vegetačním lícem v km 110,325**

Zpracoval:

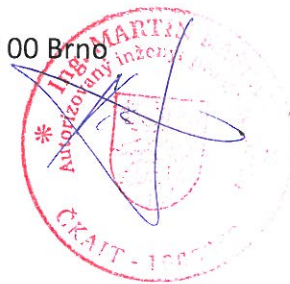
Ing. Pavel Klimeš, GEOMAT s.r.o., Tuřanka 115, 627 00 Brno

Kontroloval:

Ing. Martin Kašpar, GEOMAT s.r.o., Tuřanka 115, 627 00 Brno

Datum:

09. 08. 2013



OBSAH:

1.	Úvod	4
1.1.	Řešená problematika	4
1.2.	Identifikační údaje stavby	5
1.3.	Objednatel statického výpočtu části inženýrského objektu	5
2.	Podklady pro statické posouzení	6
2.1.	Předané podklady	6
2.2.	Normy, předpisy, literatura	6
2.3.	Návrhové programy	7
3.	Vstupní parametry	7
3.1.	Popis konstrukce	7
3.2.	Geometrie konstrukce	8
3.3.	Morfologické a geologické poměry ^[1]	8
3.4.	Vlastnosti zemín pro geotechnické výpočty	9
3.5.	Zlepšení podloží	10
3.6.	Hladina podzemní vody	10
3.7.	Vlastnosti výztužných prvků	11
3.8.	Mechanická interakce zemina - výztuha	11
3.9.	Zatížení	11
3.10.	Zatěžovací stavy a kombinace	12
4.	Projekční specifikace použitých materiálů	13
4.1.	Konstrukční systém z vyztužené zeminy	13
4.2.	Sypanina v kontaktu z výztuhami	13
4.3.	Humózní zemina	13

4.4.	Sypanina roznášecího polštáře	14
4.5.	Výztužné systémové prvky (typ 2)	14
5.	Popis návrhové metodiky	16
5.1.	Návrhová metodika programu WinWall	16
5.2.	Návrhová metodika programu WinSlope	17
5.3.	Deformační chování konstrukce	18
5.4.	Vymezení použitelnosti návrhové metodiky	18
6.	Návrh vyztužené zeminové konstrukce	19
7.	Posouzení vyztužené zeminové konstrukce	20
8.	Závěr	21

Přílohy:

1. Výstupy z výpočetního programu
2. Projekční specifikace systémové konstrukce

Autorská práva pro používání tohoto návrhu náleží firmě GEOMAT s.r.o.

Dokument lze užívat ve smyslu příslušné smlouvy o dílo. Žádná jeho část nemůže být dle zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů kopírována nebo jiným způsobem rozšiřována bez souhlasu firmy GEOMAT s.r.o.

GEOMAT s.r.o. není zodpovědný za jakékoliv jiné použití statického výpočtu než s navrženými technologiemi a výrobky.

1. ÚVOD

1.1. Řešená problematika

Statický výpočet se zabývá dílčí částí návrhu technického řešení objektu železničního spodku resp. vyztuženého násypového tělesa geosyntetiky v km 110,325. Výstavba této konstrukce je navrhována v rámci modernizace trati Sudoměřice - Votice.

Násypové těleso by při navrženém sklonu svahu 1:1,5 zasahovalo až za hranici trvalého záboru, a proto je v patě navržena opěrná vyztužená konstrukce se sklonem líce 75° od vodorovné. Předmětem tohoto statického výpočtu je návrh vlastního řešení vyztužené části násypového tělesa.

Statický výpočet stanovuje návrh dimenzí vyztužené oblasti z hlediska pevnosti a dimenze jednotlivých výztužných prvků.

Konstrukce nadnásypu je volena projektantem ve sklonu 1:1,5. V závislosti na druhu použitého zásypu a jeho smykových parametrech je nezbytně nutné provést kontrolu stability tohoto nadnásypu. V případě nevyhovujících parametrů je nutné provést jeho vyztužení. Návrh řešení nadnásypu není součástí tohoto statického výpočtu.

Podklady pro zpracování statického výpočtu byly dokumenty uvedené v odstavci č. 2.1. předané objednatelem projekčních prací. Posouzení druhého mezního stavu nebylo objednáno a není předmětem tohoto statického výpočtu.

1.2. Identifikační údaje stavby

Název stavby:	Modernizace trati Sudoměřice - Votice
Název části inženýrského objektu:	Vyztužená zemní konstrukce ze systému pro výstavby opěrných konstrukcí s vegetačním lícem v km 110,325
Kraj:	Středočeský
Okres:	Benešov
Generální projektant stavby:	SUDOP PRAHA a.s. Olšanská 1a, 130 80 Praha 3 Tel. / fax: 267 094 111 / 224 230 316 E-mail: praha@sudop.cz
Hlavní inženýr projektu:	Ing. Miloš Krameš, SUDOP PRAHA a.s.
Zpracovatel statického výpočtu vyztužené části inženýrského objektu:	GEOMAT s.r.o. Tuřanka 115, 627 00 Brno – Slatina Tel. / fax: 548 218 901 / 548 218 047 E-mail: technika@geomat.cz
Projektový stupeň:	Projekt

1.3. Objednatel statického výpočtu části inženýrského objektu

Název firmy:	SUDOP PRAHA a.s.
Adresa firmy:	Olšanská 1a, 130 80 Praha 3
Tel. kontakt ve věcech technických:	Ing. Michal Mečl Email. michal.mecl@sudop.cz

2. PODKLADY PRO STATICKÉ POSOUZENÍ

2.1. Předané podklady

Podklad:		Zpracovatel:
[1]	Koncept příčného řezu km 110,325	Ing. Michal Mečl SUDOP PRAHA a.s. Olšanská 1a, 130 80 Praha 3
[2]	Geologická dokumentace sondy J648	SUDOP PRAHA a.s. středisko 207 - geotechniky Olšanská 1a, 130 80 Praha 3
[3]	Tabulka s parametry zemin zastižených na úseku Sudoměřice - Votice	

2.2. Normy, předpisy, literatura

- [1N] ČSN 73 6301 - Projektování železničních drah, březen 1998
- [2N] ČSN EN 1991-2 - Zatížení konstrukcí - část . Zatížení mostů dopravou, červenec 2005
- [3N] ČSN 73 6133 - Navrhování a provádění zemního tělesa pozemních komunikací, 2010
- [4N] TP 97 - Geosyntetika v zemním tělese pozemních komunikací, prosinec 2008
- [5N] SŽDC S4 - Železniční spodek, červen 2008
- [6N] TKP 2000 - kap. 03, změna 6 - Zemní práce, červenec 2008
- [7N] ČSN EN 14475 – Provádění speciálních geotechnických prací – Vyztužené zemní konstrukce, květen 2006
- [8N] BS 8006-1:2010 MSI British Standards, Code of practice for strengthened/reinforced soils and other fills

2.3. Návrhové programy

[1P] WinSlope, verze 1.14.01

[2P] WinWall, version 8.31.04

3. VSTUPNÍ PARAMETRY

3.1. Popis konstrukce

Charakteristika objektu:

- podle plánované doby trvání: trvalá konstrukce
- podle funkce: opěrná konstrukce

Nově budovaná opěrná konstrukce spočívá ve vytvoření zpevněné konstrukce z certifikovaného systému vyztužené zeminy pro výstavbu opěrných konstrukcí, jenž je tvořen čtyřmi komponenty - ocelové sítě s trvalou protikorozní ochranou, monolitické geomříže, spojovací a konstrukční prvky (spojky, vzpěry).

Horizontální vrstvy monolitických plastových geomříží budou zajišťovat stabilitu a funkčnost celé opěrné konstrukce. Ocelové sítě zadržují sypaninu v čele konstrukce a zajišťují ochranu plastových výztužných prvků. Ocelová síť bude vytvořena spojením dvou ocelových panelů o rozměrech 2000 x 700 mm a bude osazena na líc vyztužené zemní konstrukce, sklon svahu je 75°. Okatost jednotlivých panelů bude 100 x 100, min. průměr drátu bude 5 mm. Všechny ocelové sítě budou zakončeny okem pro zajištění napojení jednotlivých vrstev sítí, vytvoření kloubového spoje a uchycení geomříže.

Každý takto vytvořený koš bude doplněn soustavou spojovacích prvků zajišťující napojení geomříže na požadovanou kotevní délku, vytvoření kloubového spoje (drát min. 6,0 mm) a dvou řady ocelových vzpěr (drát min. 5,0 mm) umísťovaných v rozteči min. 500 mm zajišťující konstrukční tuhost celého systému.

Všechny ocelové komponenty (panely, spojky a vzpěry) musí vykazovat trvalou protikorozní ochranu zajišťující minimální životnost 90. let (počátek korozivního procesu).

Nedílnou součástí konstrukce je rovněž zemina zásypu, jejíž smykové parametry významně ovlivňují parametry a dimenze celého systému. Pro zajištění bezpečnosti a spolehlivosti konstrukce je tedy nezbytně nutné dodržet vlastnosti zemin uvažované ve statickém posouzení (odstavec 3.4.).

V čele každého ocelového koše bude dále doplněna zelená protierozní HDPE rohož (součást systémového řešení), za kterou bude ukládán humózní materiál v tloušťce 0,5 m, s nímž bude promíchána travní směs. Pro podporu vzrůstu travního porostu je nutné, v závislosti na klimatickém období, provádět v prvotní fázi výstavby patřičnou zálivku.

3.2. Geometrie konstrukce

Pro účely tohoto statického výpočtu a posouzení konstrukce byl objednatelem zvolen charakteristický řez v km 110,325, ve kterém byl proveden návrh dimenzí vyztužené zemní konstrukce:

Sklon svahu:	určuje projekt
Výška vyztužené konstrukce:	2,88 m
Sklon vyztužené konstrukce:	75°
Výška nadnásypu:	7,30 m
Sklon nadnásypu:	1:1,5
Délka vyztužené konstrukce:	určuje projekt
Výšková úroveň a směrové vedení konstrukce	určuje projekt

Tab. 1: Uvažovaná geometrie konstrukce

3.3. Morfologické a geologické poměry ^[1]

Morfologické, geologické a hydrogeologické poměry byly převzaty ze sondy J648 [2].

V podloží byla zastížena hlína písčitá (pevná) mocnosti 0,3 m. Dále písek s jemnozrnnou příměsí, středně uhlý do hloubky 1,5 m. Pod touto vrstvou je opět hlína písčitá (pevná) do hloubky 2,25 m a kvartér je ukončen vrstvou štěrku hlinitého, uhlého do hloubky 4,8 m.

Svrchní proterozoikum tvoří amfibolit zcela zvětralý do hloubky 5,3, na který navazuje rula zcela zvětralá charakteru hlinitého písku. Vrt byl ukončen ve hloubce 6,0 m a hladina podzemní vody nebyla v této hloubce zastižena.

3.4. Vlastnosti zemín pro geotechnické výpočty

Obecně do výpočtu vstupují charakteristiky zásypaného materiálu v kontaktu s výztuhami (S1), zemina za vyztuženým blokem (S2) a zemina v podloží (S3).

V geotechnickém bylo posouzení uvažováno s hodnotami uvedené v tab. 2-4. V prostoru výztuh je uvažováno se zásypaním s kvalitní štěrkovitou sypaninou (štěrkodrt 0/63 mm) s plynulou křivkou zrnitosti a s níže uvedenými geomechanickými vlastnostmi, maximální velikost zrna $d_{\max} = 75$ mm. Velikost frakce a níže uvedené smykové parametry zemín je bezpodmínečně nutné dodržet.

Parametr:	štěrkovitá sypanina – přísyp	Násep ze zemín M1 - nadnásyp
objemová tíha	$\gamma = 20,0 \text{ kN/m}^3$	$\gamma = 21,0 \text{ kN/m}^3$
úhel vnitřního tření	$\varphi_{\text{ef}} = 32,0^\circ$	$\varphi_{\text{ef}} = 27,0^\circ$
koheze T	$c_{\text{ef}} = 0,0 \text{ kPa}$	$c_{\text{ef}} = 20,0 \text{ kPa}$ (ve výpočtu uvažováno 5,0 kPa)

ab. 2: Parametry sypaniny v kontaktu s výztuhami „S1“ (přísyp) a v nadnásypu

Smykové parametry zemín v podloží byly převzaty z podkladu [3] a mocnosti vrstev jsou zastiženy sondou J648.

Parametr:	zlepšená zemina (odst. 3.5)
objemová tíha	$\gamma = 21,0 \text{ kN/m}^3$
úhel vnitřního tření	$\varphi_{\text{ef}} = 28,0^\circ$
koheze	$c_{\text{ef}} = 12,0 \text{ kPa}$

Tab. 3: Parametry zlepšené zeminy pod vyztuženým blokem

Parametr:	F3/MSO	S3/S-F	F3/MS	G4/GM	R6/S-F	R6/SM
hloubka vrstvy (bm)	0,3	1,5	2,25	4,8	5,3	-
objemová tíha (γ kN/m ³)	18,0	17,5	18,0	19,5	20,0	20,5
úhel vnitřního tření φ_{ef} (°)	23,0	28,0	23,0	30,0	32,0	27,0
koheze (kPa)	14,0	0,0	14,0	4,0	2,0	20,0

Tab. 4: Parametry sypaniny v podloží

V případě, že se budou hodnoty uvažovaných smykových parametrů odlišovat ve smyslu horších parametrů (nižší hodnoty) a/nebo se bude hodnota objemové tíhy lišit o více než +5% než bylo předpokládáno, bude přizván projektant a projekt upraven dle skutečných zastižených podmínek.

3.5. Zlepšení podloží

Pod konstrukcí z vyztužené zeminy je projektantem (SUDOP Praha a.s.) navrženo zlepšení podloží pomocí konsolidační štěrkové vrstvy v následujícím rozsahu:

- Drenážní vrstva z drceného kameniva frakce 32/125 mm ($I_D = 0,8$) ve sklonu 2,0% s tloušťkou minimálně 300 mm. Drenážní vrstva bude zabalená do netkané separačně filtrační geotextilie min. CBR = 4 kN
- Úprava jemnozrnných zemin s předpokládanou nízkou únosností cca $E_{def,2} = 10,0$ MPa, která bude provedena ze štěrkodrti frakce 64/256 mm případně vápněním.

Požadovaná minimální únosnost na takto zlepšené vrstvě je min. $E_{def,2} = 45$ MPa, při poměru $E_{def,2} / E_{def,1} \leq 2,5$. Základová spára opěrné konstrukce (v úrovni první vrstvy geomříží) bude převzata geotechnikem nebo inženýrským geologem zápisem ve stavebním deníku.

3.6. Hladina podzemní vody

Podzemní voda nebyla sondou J648 zastižena. V konstrukci se předpokládá provedení důkladného odvedení srážkových vod tak, aby byly tyto bezpečně odvedeny do vhodného

retenčního prostoru a nedocházelo jejím vlivem ke zhoršování vlastností zemin tvořící zemní konstrukci.

3.7. Vlastnosti výztužných prvků

Ve výpočetním algoritmu jsou tak použity vlastnosti tuhých jednoosých geomříží vyrobených z vysokohustotního polyetylénu (HDPE).

Ve výstupech z výpočetního programu (viz. příloha) jsou tyto označeny jako geomříž typ 2. Geomříže vyrobené z tohoto materiálu mohou přijít do kontaktu se zásypovým materiálem o libovolném chemickém složení a kyselosti, jsou zcela inertní a nepodléhají hydrolyze a jsou odolné vůči případným úkapům vznikajícím v rámci provozu konstrukce. Polyesterové výrobky nesmí být v konstrukci použity z obavy možného chemického a nadměrného mechanického poškození.

3.8. Mechanická interakce zemina - výztuha

Stabilizace zemní hmoty pomocí jejího vyztužení vyžaduje mechanické spolupůsobení mezi výztužným prvkem a zeminou. Tato interakce může nabývat formy buď odporu ve smyku, nebo odporu proti vytažení. Toto se vyjadřuje pomocí součinitelů interakce. Jedná se o redukční součinitele, které zohledňují smyk mezi geomříží a zeminou.

Uvažované součinitele interakce ve smyku:

- pro vytržení geomříže: $\alpha_s=0,95$
- pro posunutí: $\alpha_p=0,95$

3.9. Zatížení

V souladu s [2N] je ve výpočtu uvažováno s následujícími stálými a proměnnými zatíženími.

3.9.1. Stálá zatížení

Ve výpočtu je samočinně počítáno se zatížením od vlastní tíhy zásypového materiálu. Vyztužená oblast končí v oblasti pod plání železničního spodku. Oblast nad touto úrovní je modelována jako stálé zatížení o hodnotě $15,0 \text{ kN/m}^2$.

3.9.2. Proměnná zatížení

Nad konstrukcí je uvažováno s nahodilým rovnoměrným normovým zatížením od železniční dopravy o intenzitě $63,02 \text{ kN.m}^{-2}$ působící v pásu širokém 3,0 m pod oběma souběžnými kolejemi. Účinky zatížení jsou uvažovány od modelu zatížení 71 dle ČSN EN 1991-2: Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou (článek 6.3.2) s klasifikačním součinitelem 1,21.

Ve výpočtu je dále uvažováno s vodorovným nahodilým zatížením od bočních rázů vozidel o intenzitě 121 kN.m^{-1} působícím v úrovni temene kolejnice. Hodnota zatížení je stanovena dle ČSN EN 1991-2: Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou (článek 6.5.2) Tato hodnota je roznesena na délku 5,10 m (délka, na které je dosaženo nejméně poloviny z maximálního průhybu kolejnice vyvolaného bočním rázem). Dále je toto zatížení v souladu s metodikou stanovení dlouhodobé výpočtové pevnosti geosyntetických výztuh redukováno opravným součinitelem $f_{TL} = 0,5$. Výsledná hodnota účinku nárazu má tedy velikost $12,0 \text{ kN.m}^{-1}$.

3.10. Zatěžovací stavy a kombinace

S kombinacemi nebylo ve výpočtu uvažováno. Vlastní výpočet opěrné konstrukce byl proveden na dokončené konstrukci. Jednotlivé stavy v průběhu výstavby nevyvodí takové účinky, jaké budou na konstrukci působit po jejím dokončení, protože hodnoty jak stálého, tak nahodilého zatížení nedosáhnou úrovně zatížení finální konstrukce při nezměněné geometrii. Pro návrh vyztuženého bloku je uvažován nejnepříznivější stav, kdy do výpočtu vstupují všechna výše uvedená zatížení.

Pro zajištění navázání na stávající násypové těleso je nutné provést zazubení pomocí laviček. Výkop bude proveden dle technologických podmínek dodavatele konstrukce

v závislosti na aktuálních podmínkách a charakteru zastižených zemin. Musí však být zajištěna jeho celková stabilita v průběhu výstavby (např. svahováním, pažením).

Pro zajištění zachování vlastností zemin po provedení výkopu nesmí být stavební práce prováděné v klimaticky nepříznivém období (deště, mrazy), které by způsobilo snížení smykových a deformačních vlastností zemin.

4. PROJEKČNÍ SPECIFIKACE POUŽITÝCH MATERIÁLŮ

4.1. Konstrukční systém z vyztužené zeminy

Navrhovaná opěrná konstrukce bude tvořena certifikovaným systémovým řešením. Projekční specifikace systémových konstrukcí, které musí být bezpodmínečně dodrženy jsou součástí přílohy.

4.2. Sypanina v kontaktu s výztuhami

V prostoru výztuh je uvažováno s použitím kvalitního štěrkovitého materiálu s plynulou křivkou zrnitosti. Kamenivo větší frakce než 75 mm nesmí být do zásypu použito ($d_{\max} = 75 \text{ mm}$).

Geomechanické parametry zásypových zemin jsou uvedeny v odstavci 3.3., tab.2. Hutnění bude prováděno na hodnotu dle TKP 2000, kap. 3. Navrhovaný maximální hutnicí krok je 250 mm. Počet pojezdů hutnicího zařízení a výsledný hutnicí krok bude na stavbě určen na základě provedené hutnicí zkoušky.

Během výstavby je následně nutné zajistit sledování vlastností materiálů pro zásyp a jejich dokumentaci dle TKP 2000, kap. 3. Pokud se vlastnosti zemin odchýlí od vlastností uvažovaných v projektu ve smyslu snížení jejich kvalitativních parametrů, je nutné zastavit práce a svolat jednání o úpravě vyztužení za účasti investora, geotechnika a projektanta

4.3. Humózní zemina

U konstrukce strmého svahu bude v líci v tloušťce 500 mm umístěna humózní zemina. Tato nesmí obsahovat jílovité minerály a musí dobře vázat vodu např. hlinitopísčítá zemina.

4.4. Sypanina roznášecího polštáře

Pod konstrukcí z vyztužené zeminy bude proveden roznášecí polštář viz. odstavec 3.5.

4.5. Vyztužné systémové prvky (typ 2)

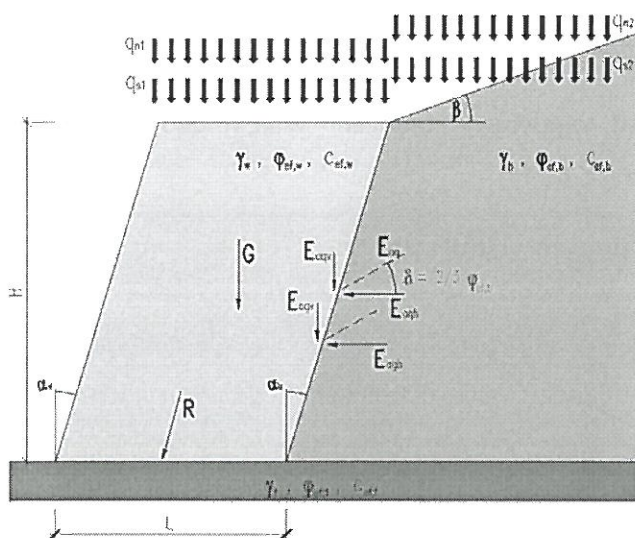
- Vyztužný prvek musí být vyroben v souladu s požadavky na zajištění systému jakosti EN ISO 9001 nebo EN ISO 9002.
- Vyztužným prvkem musí být geomříž vyrobená z HDPE fólie, natahované v jednom směru takovým způsobem, že vytvořená žebra mají vysoký stupeň molekulární orientace procházející oblastí integrálních spojů.
- Spoj podélného a příčného žebra nesmí být vytvořen tkaním, pletením, extruzí nebo spojováním jednotlivých vláken nebo jiných tahových prvků (např. lepením)
- Rozvinutá geomříž musí mít monolitickou strukturu s rovnoměrně rozmístěnými otvory vytvořenými podélnými a příčnými žebry.
- Geomříž musí být netečná ke všem chemikáliím běžně se nacházejícím v zeminách a nerozložitelná při teplotě okolního prostředí. Předpokládaná životnost musí být minimálně 200 let v přirozeném zemním prostředí v rozmezí $4 < \text{pH} < 9$ s teplotou zeminy $< 20^\circ\text{C}$ na základě zkoušek životnosti podle ENV ISO 13438. Geomříž nesmí podléhat hydrolýze a nesmí být biodegradabilní. Jako ochranu před UV zářením musí obsahovat min. 2% uhlíku rovnoměrně rozptýleného v polymeru (stanoveno v souladu s BS 2782).
- Geomříž musí být certifikovaná v souladu s ustanovením zákona č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění zákona č. 71/2000 Sb. a zákona č. 102/2001 Sb. a § 2 a 3 nařízení vlády č. 178/1997 Sb., ve znění nařízení vlády č. 81/1999 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na stavební výrobky.
- Geomříž plně vyhovuje následujícím požadavkům:
 - a) dle EN ISO 10319 pevnost v tahu je minimálně 52,5 kN/m, protažení bude max. 14 %

- b) dle EN ISO 13431 dlouhodobá creepová pevnost je pro návrhovou životnost 120 let při 10°C zeminového prostředí minimálně 27,3 kN/m
- c) hodnota koeficientu pro porušení při instalaci pro drcené kamenivo o zrnitosti do 125 mm - maximálně 1,48
- d) dle EN ISO 10722-1 zbytková pevnost poškození během instalace > 80%
- e) neposuvné spoje (pevnost spoje min. 95% mezní pevnosti)
- f) plošná hmotnost min. 360 g/m²
- g) šířka role max. 1,3 m (umožní kvalitní napnutí výrobku při instalaci)

5. POPIS NÁVRHOVÉ METODIKY

Opěrná konstrukce byla s ohledem na vnitřní stabilitu posouzena programem WinWall [2P], celková stabilita konstrukce byla posouzena programem WinSlope [1P].

Statické schéma konstrukce:



Obr. 1. Schéma konstrukce

5.1. Návrhová metodika programu WinWall

Metodikou založenou na certifikované metodě Deutsches Institut für Bautechnik se vyztužená konstrukce posuzuje na vnitřní stabilitu, jež spočívá v ověřování rovnováhy série rovin dělicí vyztužený zeminový blok vždy na dva klíny, kdy roviny jsou vedeny z definovaných míst na líci přes vyztužený blok k jeho rubu (viz. schéma vytváření klínů).

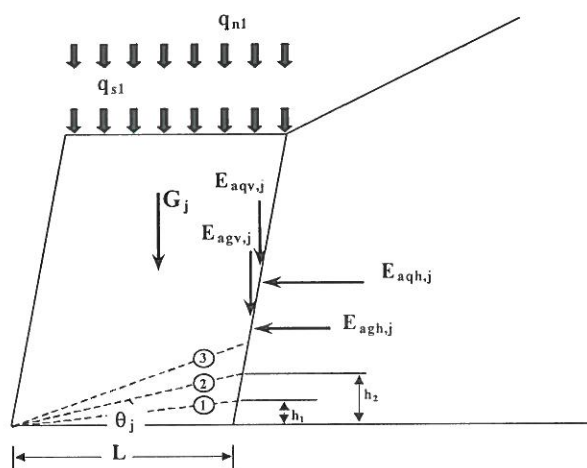
V dané metodice je pevnost geosyntetických výztuh redukována pro určení výpočtové pevnosti třemi faktory A_1 , A_2 a χ .

Faktor A_1 deklaruje redukční hodnotu zohledňující změny tahové pevnosti geosyntetických výztuh v čase při určité úrovni zatížení a teplotě, faktor A_2 potom redukční hodnotu tahové pevnosti výztuh vlivem mechanického poškození během instalace výztuh a hutnění zásypového materiálu.

Redukční faktor χ je bezpečnostní faktor zahrnující všechny ostatní vlivy bezpečnosti běžně aplikované při výpočtech založených na výpočtové metodě mezních stavů. Tedy zejména nejistoty zatížení, nejistoty parametrů zemin, výrobních a geometrických nepřesností konstrukce apod.

Posouzení vnitřní stability se provádí v místech důležitých změn – od základové spáry, od spodní úrovně geomříže, při změně rozteče mezi geomřížemi či při změně typů geomříže. Důležitou součástí výpočtu je stanovení vzájemného spolupůsobení mezi geomříží a zeminou (viz. odstavec 3.8.).

Schéma vytváření klínů při posuzování vnitřní stability:

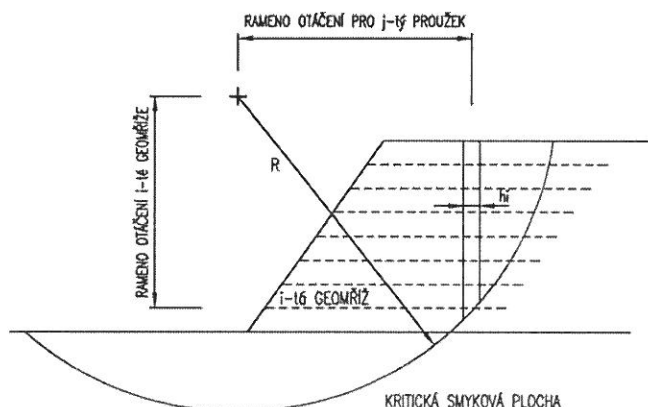


Obr. 2. Schéma vytváření klínů pro ověření vnitřní stability vyztuženého zemního bloku

5.2. Návrhová metodika programu WinSlope

Návrhová metodika programu je založena na metodice mezní rovnováhy, která vychází z předpokladu, že se stabilita svahu poruší podél určité smykové plochy. V principu řeší rovnováhu sil podél uvažované smykové plochy a postupně vyhledává plochu s nejnižší stabilitou.

Schéma konstrukce pro posouzení celkové stability násypu:



Obr. 3. Schéma konstrukce pro výpočet celkové stability konstrukce

5.3. Deformační chování konstrukce

Návrhový postup stanovuje pro výztuhy vlastnosti, které zajišťují maximálně 1%-ní deformaci konstrukce po dobu minimální životnosti 120 let (vztaženo na geosyntetikum – max. 1%-ní protažení v dané vrstvě).

5.4. Vymezení použitelnosti návrhové metodiky

Každá návrhová metoda vychází z řady předpokladů a omezení, ke kterým je nutné při navrhování přihlídnout.

Geometrie:

- V programu WinSlope není geometrie konstrukce omezena.

Zeminy:

- Smykové parametry zemin (efektivní, totální) se volí s ohledem na funkci konstrukce.
- Hodnota soudržnosti u oblastí „S1“ je omezena maximální hodnotou 5 kPa;

Geomříže:

- Při výpočtu se uvažuje s výpočtovou hodnotou (tahová síla geomříže s ohledem na creep, vliv okolního prostředí při dané teplotě v zemině a vliv stavebních prací resp. poškození při instalaci atd.).

Navržená konstrukce zohledňuje všechny podmínky uvedené výše.

6. NÁVRH VYZTUŽENÉ ZEMINOVÉ KONSTRUKCE

řez km 110,325

Vstupní údaje vyztuženého bloku:

Výška vyztužené konstrukce: 2,85 m + nadnásyp 7,30 m

Šířka vyztužené oblasti: kotevní délka 8,0 m

Minimální celková dlouhodobá pevnost systémových geomříží: $Q = 191,0 \text{ kN/bm}$

Výztužné specifikace: systémové monolitické geomříže Type_2 s integrálními spoji (projekční specifikace výztužných prvků odstavec 4.1.)

Rozmístění výztužných prvků po výšce konstrukce je vypsáno níže, rozteč výztužných prvků je odvislá od skladebné výšky ocelových panelů 0,5 m v daném sklonu 75° a je tedy 0,480 m.

Úroveň geomříží od úrovně základové spáry:

0,00 m od úrovně ZS... geomříž typ_2, kotevní délka 8,0 m

0,48 m od úrovně ZS ... geomříž typ_2, kotevní délka 8,0 m

0,96 m od úrovně ZS ... geomříž typ_2, kotevní délka 8,0 m

1,44 m od úrovně ZS ... geomříž typ_2, kotevní délka 8,0 m

1,92 m od úrovně ZS ... geomříž typ_2, kotevní délka 8,0 m

2,40 m od úrovně ZS ... geomříž typ_2, kotevní délka 8,0 m

2,88 m od úrovně ZS ... geomříž typ_2, kotevní délka 8,0 m

7. POSOUZENÍ VYZTUŽENÉ ZEMINOVÉ KONSTRUKCE

Na základě předaných podkladů (kapitola 2.1) a předpokladů, které jsou uvedeny v předchozím textu byl proveden návrh a posouzení dimenzí jednotlivých výztužných prvků. V případě odklonu od uvažovaných předpokladů není možné tento návrh považovat za relevantní a je nezbytné provést přepoččet navržené konstrukce.

Posouzení konstrukce bylo provedeno na požadované stupně bezpečnosti s ohledem na vnitřní i celkovou stabilitu. Pro běžný stav byla konstrukce dimenzována dle normových zásad (minimální stupeň stability $F_{\min} = 1,20$).

Výstupy z výpočetních programů jsou součástí přílohy tohoto statického výpočtu.

řez km 110,325

- Kontrola únosnosti v základové spáře vyztuženého zeminového bloku:

$$\text{stupeň bezpečnosti } F = 4,056 > F_{\min} = 2,0 \text{ (dle DIN 4017)}$$

- Kontrola posunutí v základové spáře vyztuženého zeminového bloku:

$$\text{stupeň bezpečnosti } F = 1,549 > F_{\min} = 1,5 \text{ (dle DIN 1054)}$$

- Ověření vnitřní stability vyztuženého bloku:

Kontrola klínů od líce konstrukce ve výšce 0,000 m

Stupeň bezpečnosti proti posunutí po geomříží v této úrovni je:

$$\text{stupeň bezpečnosti } F = 1,865 > F_{\min} = 1,5$$

Úhel nejstrmější klínu, který neprotíná žádné výztužné prvky je $3,379^\circ$

Stupeň bezpečnosti proti posunutí na tomto klínu je $1,894 > F_{\min} = 1,5$

- Ověření celkové stability:

Kruhová smyková plocha (Bishopova metoda) - $F_s = 1,227 > 1,20$

8. ZÁVĚR

Navrhovaná konstrukce inženýrského objektu vyztužené zeminy vyhoví z hlediska pevnostních parametrů výztužných prvků (při splnění uvedených předpokladů, při dodržení navržených parametrů konstrukce a geometrii konstrukce) předepsaným hodnotám bezpečnosti.

Důležitým faktorem správné funkčnosti konstrukce je vybudování důkladného odvodnění konstrukce.

Před zahájením sypání vrstvy zemní konstrukce je nutno výztužné prvky vhodně zafixovat a vypnout tak, aby došlo k odstranění všech nerovností po celé délce geomříže. Bezprostředně po položení geosyntetického materiálu musí dojít k jeho zakrytí předepsanou sypaninou. Sypání a hutnění zásypu bude prováděno (s ohledem na navrhovanou rozteč výztužných prvků) ve vrstvách o maximální mocnosti 250 mm. Zásypový materiál bude stavebními mechanismy sypan tak, aby nepadal na geomříže z velké výšky. Mechanismy nesmí po geomřížích pojíždět přímo, minimální tloušťka vrstvy zeminy mezi koly (pásky) stroje a geosyntetickým prvkem je 150 mm.

V konstrukci nadnásypu navrhujeme instalovat geobuňky tl. 150 mm, která zvyšuje protierozní schopnost konstrukce nadnásypu vlivem povětrnostních činitelů. Rovněž je nezbytně nutné provést kontrolu stability tohoto nadnásypu v závislosti na druhu použitého typu zásypu a jeho smykových parametrech. V případě dodržení smykových parametrů (koheze min. 20 kPa, úhel vnitřního tření 27°) a dodržení technologie a kvality zhutňování zásypu dle platných TKP bude tento nadnásyp splňovat normativní zásady.

V Brně dne 09. 08. 2013

Zpracoval:



Ing. Pavel Klimeš

Kontroloval:



Ing. Martin Kašpar

Tensar Grid Reinforced Soil Application Suggestion

Client: SUDOP PRAHA a.s.



Project:

Modernizace trati Sudomerice - Votice
Systémové vyztužená zemní konstrukce km 110,325

Objective:

Calculations in accordance with:
Institut für Bautechnik method

Calculations carried out using Winwall Version 8.29
Details of the theory used in this program are available on request from:
Tensar International Ltd, Cunningham Court, Shadsworth Business Park, BLACKBURN,
BB1 2QX, UK. Tel: +44 1254 262431; Fax: +44 1254 266873; E-mail design@tensar.co.uk.

This document contains an Application Suggestion which has been prepared by GEOMAT s.r.o., on a confidential basis, to enable the application of **Tensar** geogrids to be evaluated. The Application Suggestion is merely illustrative and is not a detailed design.

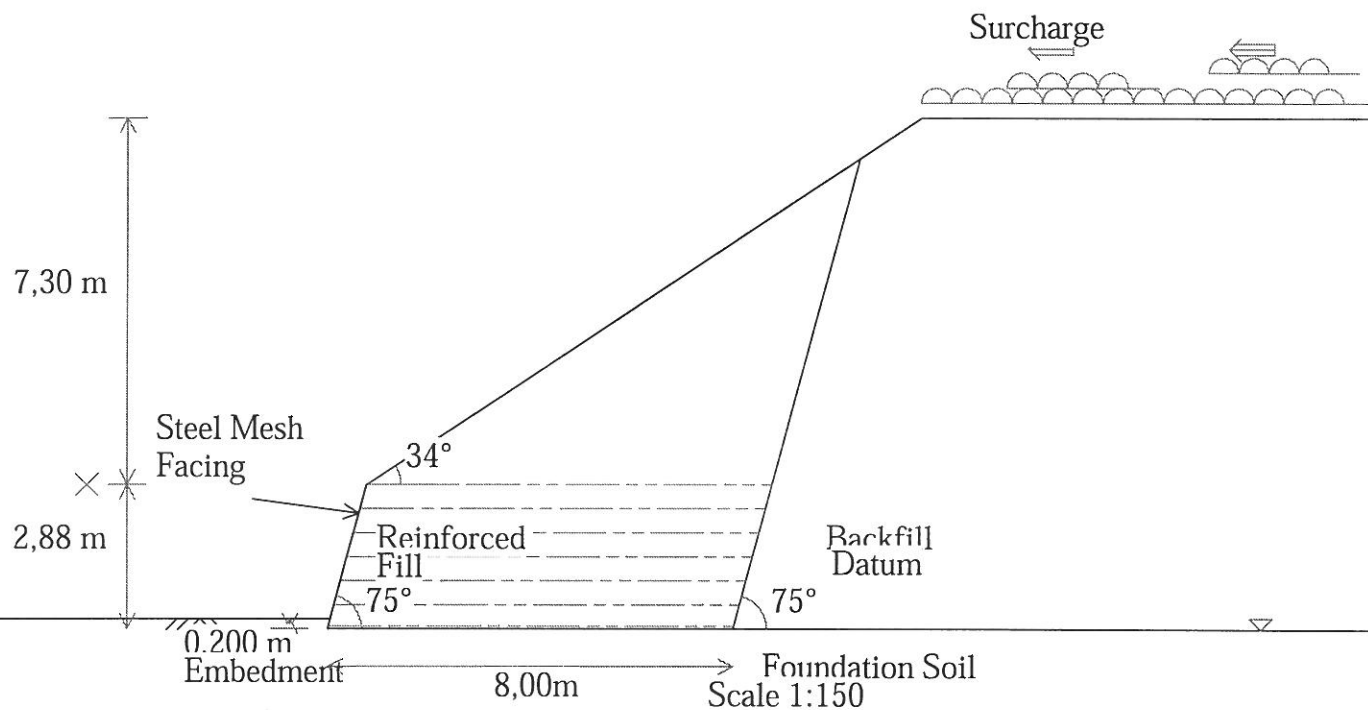
This Application Suggestion is specific to the unique characteristics of the **Tensar** geogrids which are referenced within the calculations.

Copyright in this Application Suggestion belongs to Tensar International Limited. It may not be reproduced in whole or in part without the prior written permission of Tensar International. It must not be disclosed other than for the purpose of evaluating its commercial application for the use of **Tensar** geogrids.

This Application Suggestion does not form the whole or any part of a contract. Its suitability for any project is the sole responsibility of the user and its professional advisors. Neither Tensar International Limited nor GEOMAT s.r.o. are responsible for any application of the Application Suggestion other than in conjunction with the sale of **Tensar**.

Input data

Geometry and facing details



Soil properties

Soil type	c' (kN/m ²)	ϕ'_{cv} (degrees)	Unit weight (kN/m ³)
Reinforced fill	0,00	32,00	20,00
Backfill	5,00	27,00	21,00
Foundation	5,00	28,00	21,00

Surcharges

Load acts from: x (m)	To: x (m)	Load (kN/m ²)	Temporary/ Permanent
0,000	101,390	15,000	Permanent
1,700	4,700	63,020	Temporary
5,700	8,700	63,020	Temporary

x coordinates are measured from the top of the slope.

Temporary surcharges are only used when they reduce the factor of safety.

Horizontal loads

Load acting at coordinates:		Load (kN/m)
x (m)	y (m)	
14,730	11,550	12,000
18,730	11,550	12,000

Positive loads act towards the face.

x coordinates are measured from the toe of the wall; y is the height above datum.

Reinforcement data - Design Temperature = 10°C

Grid strengths are for a design life of up to 120 years

Tensar Geogrid type	Creep limited strength F_B/A_1 (kN/m)	Installation and compaction factor A_2	Calculated safety factor γ	Permissible working load at 10°C (kN/m)
Type 2	27,34	1,25	1.75	12,50

Coefficients of interaction:

Pullout	0,950
Sliding	0,950

Reinforcement layout

Tensar geogrid	Number of geogrids	Starting level above datum (m)	Vertical spacing (m)	Finishing level above datum (m)
Type 2	6	0,480	0,480	2,880
Type 2	1	0,000	-	-

Horizontal coverage of grids is 100,000%.

There are a total of 7 layers of Tensar main reinforcement

Grid coordinates

Tensar Geogrid	Level above datum (m)	Left end (m)	Right end (m)	Length (m)
Type 2	0,000	0,000	8,000	8,000
Type 2	0,480	0,129	8,129	8,000
Type 2	0,960	0,257	8,257	8,000
Type 2	1,440	0,386	8,386	8,000
Type 2	1,920	0,514	8,514	8,000
Type 2	2,400	0,643	8,643	8,000
Type 2	2,880	0,772	8,772	8,000

RESULTS

External stability

All calculations are for 1m running length of structure with the width of the reinforced soil block = 8,000m at its base.

Calculation of forces and moments

The active forces on the back of the reinforced soil block calculated by iterative Coulomb wedge check (DIN 4085) are:

Vertical load : 16,4kN/m; Horizontal load : 312,5kN/m.

These give an overturning moment about the centre of the base of 1082,1kNm/m.

The total weight of the reinforced soil wall is 980,5kN; its overturning moment about the centre of its base is -1573,3kNm.

Permanent surcharge load on the reinforced soil wall is 0,0kN/m; this gives a moment about

the centre of the base of 0,0kNm/m.

The horizontal loads within and above the reinforced soil wall total 0,0kN/m; these produce a moment of 0,0kNm/m

Sliding resistance check

The sliding resistance is 513,0kN; this gives a factor of safety against sliding of 1,642; this is >1.5 and acceptable (DIN 1054).

The critical case for sliding is for active pressure on a block which is wider at the base than the reinforced soil block.

The width of the base of the block is 10,261 m, and the angle of the back of the block is 88,5°.

The sliding resistance is 678,8kN; this gives a factor of safety against sliding of 1,549; this is >1.5 and acceptable (DIN 1054).

Bearing capacity check

With permanent loads only:

The resultant acts at an eccentricity of -0,766 m; this lies within the middle third and is acceptable (DIN 4017).

The bearing capacity coefficients (DIN 4017) are as follows:

$$N_c = 25,80 \quad N_d = 14,72 \quad N_b = 7,29$$

WARNING: The bearing capacity calculations assume that the depth of embedment is as given throughout the construction and service life of the structure

Bearing pressure check with no live loads between the centreline of the base and the back of the wall, to give maximum overturning moment:

This resultant acts at an eccentricity of -0,493m. Check bearing pressure with this eccentricity: x_b is 0,340; this gives an ultimate bearing pressure of 505,4kN/sq.m. over an effective length of 8,000m, giving an ultimate load of 4043,0kN. With a total vertical force of 996,9kN, this gives a factor of safety on bearing capacity of 4,056. This is >2.0 and acceptable (DIN 4017).

Bearing capacity check with full surcharge load:

The resultant acts at an eccentricity of -0,493m.

x_b is 0,340; this gives an ultimate bearing pressure of 505,4kN/sq.m. over an effective length of 8,000m, giving an ultimate load of 4043,0kN. With a total vertical force of 996,9kN, this gives a factor of safety on bearing capacity of 4,056. This is >2.0 and acceptable (DIN 4017).

Internal stability check

Check of wedges at face starting at elevation = 0,000m

Wedge Angle (degrees)	Force Required for equilibrium Z (kN/m)	Force Provided by Grids R (kN/m)	Coordinates of Back of Wedge x(m) y(m)		Wedge Stability
0	-353,7	0,0	8,000	0,000	OK
3	-283,8	0,0	8,114	0,425	OK
6	-218,2	12,5	8,232	0,865	OK
9	-161,1	25,0	8,355	1,323	OK
12	-111,9	37,5	8,483	1,803	OK
15	-70,2	50,0	8,619	2,309	OK
18	-35,9	62,5	8,763	2,847	OK
21	-7,7	75,0	8,917	3,423	OK
24	14,4	75,0	9,084	4,044	OK
27	30,6	75,0	9,265	4,721	OK
30	40,8	75,0	9,464	5,464	OK
33	43,0	75,0	9,685	6,290	OK
36	33,3	75,0	9,934	7,217	OK
39	39,1	75,0	10,217	8,273	OK
42	39,0	75,0	10,131	9,122	OK
45	34,6	75,0	7,101	7,101	OK
48	30,9	75,0	5,331	5,921	OK
51	27,6	75,0	4,164	5,143	OK
54	24,5	75,0	3,334	4,589	OK
57	21,4	75,0	2,710	4,172	OK
60	18,2	75,0	2,221	3,846	OK
63	15,0	75,0	1,826	3,583	OK
66	11,6	75,0	1,498	3,364	OK
69	8,0	75,0	1,220	3,179	OK
72	4,2	75,0	0,981	3,020	OK

Angle of steepest wedge which does not intersect any grids is 3,379°

Factor of Safety against sliding on this wedge is 1,865

Factor of Safety against sliding on the grid at this elevation is 1,894

Zákazník: SUDOP PRAHA a.s.

Projekt: Modernizace trati Sodoměřice - Votice

Vyztužená zemní konstrukce ze systému pro výstavby opěrných konstrukcí s vegetačním lícem v km 110,325

Tensar
Earth Retaining



IMPORTANT NOTES

Tento dokument obsahuje Návrh řešení, který byl připraven GEOMAT s.r.o. na důvěrném základu umožňující provést za použití geomateriálu Tensar příslušný odhad. Návrh je pouze ilustrační a není detailním řešením. Tento je specifický pro charakteristické vlastnosti geomateriálu Tensar, které jsou zahrnuty ve všech výpočtech.

Autorská práva pro používání tohoto návrhu náleží firmě Tensar International Limited. Není možné jej množit zcela nebo částečně bez předchozího písemného souhlasu Tensar International. Nesmí být zveřejněn jinak než pro účely vyhodnocení jeho komerčního použití s geomateriálem Tensar.

This Application Suggestion does not form the whole or any part of a contract. Its suitability for any project is the sole responsibility of the user and its professional advisors. Neither Tensar International Limited nor GEOMAT s.r.o. are responsible for any application of the Application Suggestion other than in conjunction with the sale of Tensar.

Tensar jsou registrované ochranné známky firmy Tensar International Limited ve Velké Británii a ostatních zemích.

Method of analysis

The calculation method used to create this Application Suggestion is the simplified method of slices using a circular slip surface following the method given by Bishop (Géotechnique, Vol 5, No 1, 1955) modified to take into account the stabilising effect of layers of geogrid reinforcement

Reference

Datum 2 Srpen 2013

Strana 1 z 5

Návrh připravil:

GEOMAT s.r.o.

Telefon: +420 548 217 047

Fax: +420 548 218 047

E-mail: info@geomat.cz

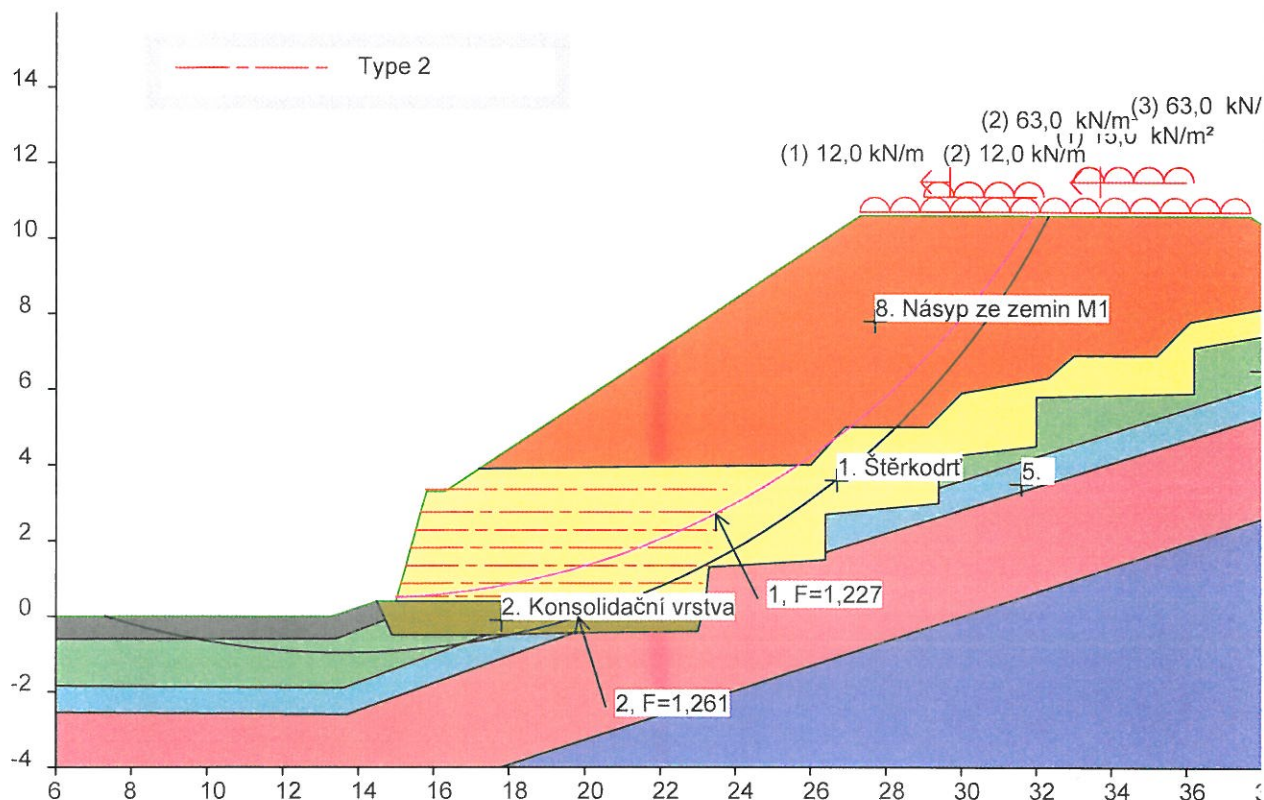
Turanka 115

627 00 Brno

Czech Republic

Vstupní údaje

Projekt: Modernizace trati Sudoměřice - Votice



Tensar Structural Systems

Static loading case

All dimensions in metres

Měřítko 1:200

Soil properties

Soil zone	Drained/ undrained	c (kN/m ²)	φ (°)	γ _{bulk} (kN/m ³)
1, Štěrkodrt	Drained	0,0	32,0	20,0
2, Mech. zlepšené z.	Drained	12,0	28,0	21,0
3, F3/MSO	Drained	14,0	23,0	18,0
4, S3/S-F	Drained	0,0	28,0	17,5
5, F3/MS	Drained	14,0	23,0	18,0
6, G4/GM	Drained	4,0	30,0	19,5
7, R6/S-F	Drained	2,0	32,0	20,0
8, Násyp ze zemín M1	Drained	5,0	27,0	21,0

Vodorovná zatížení

Load (kN/m)	Acts at x (m)	y (m)	direction
1. 12,00	29,700	11,500	left

Horizontal loads continued on next page . . .

Horizontal loads continued

Load (kN/m)	Acts at x (m)	y (m)	direction
2. 12,00	33,700	11,500	left

Přetížení

Zatížení	Zatížení působí z: (nDo: (m)		Zatížení (kN/m²)	Live/Dead
1	27,300	37,700	15,00	Dead
2	29,000	32,000	63,02	Live
3	33,000	36,000	63,02	Live

x values are measured from X=0

Stability results

Moments per linear metre of structure

Circle number	Disturbing moment (kNm/m)	Resisting moment soil (kNm/m)	Resisting moment geogrids (kNm/m)	Factor of safety
1	17578	19563	2006	1,227
2	22098	26881	990	1,261

Further information relevant to this Design Analysis

Further information, specifications and bill of quantities descriptions for this Tensar Earth Retaining Structure are given in the following documents which form part of this Design Analysis

System overview
Installation guide
Case histories

The current versions of these documents may be found by following the website link to "Tensar Documentation" in the Help menu of the TensarSlope program

For program users who do not have a link to the internet contact your nearest Tensar representative or distributor

Tensar International Limited
Tel: +1 866 2664980
Fax: +44 (1254) 266867
E-mail: sales@tensar.co.uk
Web: www.tensarinternational.com

Detailed input information

The following tables provide the detailed input information used to define the reinforced fill structure including: coordinates of soil lines and water pressure lines (both internal water pressure and external standing water), geogrid design data and geogrid layout.

In all the tables which follow, X and Y are cartesian coordinates in metres, with Y measured vertically upwards, and measured from X = 0 in the horizontal direction and Y = 0 in the vertical direction.

Soil lines

The soil type found beneath each line is indicated in the table below.

Where a facing is associated with any line, this is also indicated in the table below.

Line No.	X ₁ (m)	Y ₁ (m)	X ₂ (m)	Y ₂ (m)	Soil No.	Facing type
1	0,000	0,000	13,300	0,000	3	
2	13,300	0,000	14,500	0,400	3	
3	14,500	0,400	15,000	0,400	2	
4	15,000	0,400	15,800	3,300	1	
5	15,800	3,300	16,300	3,300	1	
6	16,300	3,300	17,201	3,898	1	
7	27,300	10,600	37,700	10,600	8	
8	37,700	10,600	40,607	8,611	8	
9	41,500	8,000	44,700	8,800	4	
10	14,500	0,400	14,719	-0,092	3	
11	23,000	-0,400	23,200	0,400	6	
12	23,200	0,400	15,000	0,400	2	
13	23,200	0,400	23,300	1,300	6	
14	23,300	1,300	26,400	1,500	6	
15	26,400	2,700	29,400	3,000	5	
16	29,400	3,000	29,400	3,400	5	
17	29,400	4,200	32,000	4,500	4	
18	32,000	4,500	32,000	5,800	4	
19	32,000	5,800	36,200	5,900	4	
20	36,200	5,900	36,200	7,100	4	
21	36,200	7,100	41,500	8,000	4	
22	0,000	-1,800	13,600	-1,900	5	
23	0,000	-0,600	13,400	-0,600	4	
24	13,400	-0,600	14,719	-0,092	4	
25	14,719	-0,092	14,900	-0,500	4	
26	0,000	-2,500	13,700	-2,600	6	
27	13,700	-2,600	19,701	-0,441	6	
28	19,701	-0,441	23,000	-0,400	6	
29	0,000	-5,100	14,100	-5,200	7	
30	14,100	-5,200	39,500	3,100	7	
31	39,500	3,100	44,700	3,600	7	
32	26,400	1,500	26,400	1,700	6	
33	26,400	1,700	26,400	2,700	5	
34	39,000	5,600	44,700	6,200	6	
35	26,400	1,700	39,000	5,600	6	
36	29,400	3,400	29,400	4,200	4	
37	29,400	3,400	38,900	6,400	5	
38	38,900	6,400	44,700	7,000	5	
39	13,600	-1,900	17,400	-0,500	5	
40	17,400	-0,500	19,701	-0,441	5	
41	14,900	-0,500	17,400	-0,500	4	
42	17,201	3,898	27,300	10,600	8	
43	17,201	3,898	26,000	4,000	1	

Soil lines continued on next page . . .

Soil lines continued

Line No.	X ₁ (m)	Y ₁ (m)	X ₂ (m)	Y ₂ (m)	Soil No.	Facing type
44	26,000	4,000	26,900	5,000	1	
45	26,900	5,000	29,100	5,000	1	
46	29,100	5,000	30,000	5,900	1	
47	30,000	5,900	32,300	6,300	1	
48	32,300	6,300	33,000	6,900	1	
49	33,000	6,900	35,200	6,900	1	
50	35,200	6,900	36,100	7,800	1	
51	40,607	8,611	41,500	8,000	1	
52	36,100	7,800	40,607	8,611	1	
53	40,607	8,611	40,607	8,611	1	

Pórové tlaky

Pore pressures only exist where a soil-specific pore pressure ratio is not zero (see 'Soil properties' above).

Reinforcement design data

Reinforcement design strength is calculated using the strengths and factors given below

In soil type 1 - Štěrkodrt'			Design life (years) 120		Design temperature (°C) 10	
Tensar Geogrid	Creep rupture strength (kN/m)	Extrapolation & manufacturing variation	Installation damage factor	Environmental effects	Characteristic design strength (kN/m)	Sliding coefficient
	P _c	f _m	f _d	f _e	P _{des}	α _s
Type 2	27,34	1,00	1,07	1,00	25,55	0,95

Reinforcement layout

Reinforcement level is defined by its Y co-ordinate

Geomotř geogrid	Úroveň nad základnou	Levý konec	Pravý konec	Délka	Coverage	Pullout interaction factor	Fixed at	
	Y (m)	X (m)	X (m)	(m)	(%)	α _p	levý	pravý
Type 2	0,400	15,000	23,000	8,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	0,870	15,130	23,130	8,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	1,340	15,259	23,259	8,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	1,810	15,389	23,389	8,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	2,280	15,519	23,519	8,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	2,750	15,648	23,648	8,000	100	0,95	Yes	No
Type 2	3,230	15,781	23,781	8,000	100	0,95	Yes	No

Konstrukční systém pro výstavbu opěrných konstrukcí zemních těles s vegetačním lícem, musí splňovat následující požadavky:

1. Certifikát systému jako uceleného komplexu vydaný akreditovanou zkušebnou v souladu s ustanovením zákona č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, v platném znění, a §2 a 3 NV č. 163/2002, ve znění NV č. 312/2005 Sbírky zákonů České republiky.
2. Systém je sestaven z následujících tří komponent
 - 2.1. Ocelové koše
 - Ocelový koš bude vytvořen z lícového panelu standardní šířky 700 mm alt. 500, 300 mm, který bude instalován v požadovaném sklonu a z báze panelu stejné šířky, který bude instalován vodorovně.
 - Lícové panely budou tvořeny svařovanou ocelovou sítí s velikostí oka 100 x 100 mm a průměrem drátu 5,0 mm v příčném i podélném směru. Panely budou ukončeny očky umožňujícími jejich spojování pomocí spojek s min. průměrem drátu 6 mm.
 - Lícové panely budou propojeny ve dvou řadách pomocí vzpěr délky odpovídající navrhovanému sklonu (lícové panely šířek 300 a 500 mm budou propojeny pouze v jedné řadě) pomocí vzpěr délky odpovídající navrhovanému sklonu. Tyto budou umístěny v podélném směru v rozteči 500 mm a na obou koncích budou zahnuty. Průměr drátu vzpěr bude 5,0 mm.
 - Vzájemné propojení jednotlivých navazujících panelů v podélném i příčném směru je provedeno pomocí montážních spojek. Průměr drátu je 6,0 mm.
 - Všechny ocelové prvky musí být prokazatelně chráněny povrchovou úpravou proti korozi zaručující životnost v běžném korozivním prostředí České Republiky minimálně 90 let.
 - 2.2. Monolitické geomříže
 - Monolitické geomříže budou napojeny pomocí spojky (drát průměru 6 mm) se stejnou povrchovou ochranou jako je uvedeno v odstavci 2.1.
 - Výrobní surovinou geomříží bude vysokohustotní polyetylén (HDPE), garantující netěčnost ke všem chemikáliím běžně se nacházejícím v zeminovém prostředí, hydrolýze a působení organismů a mikroorganismů při běžné teplotě okolního prostředí.
 - Polymer geomříže bude chráněn v celé své struktuře proti UV záření trvalou ochranou přídavkem min. 2% uhlíku.
 - Rozvinutá geomříž bude mít monolitickou strukturu s rovnoměrně rozmístěnými otvory vytvořenými podélnými a příčnými žebry.
 - Podélná a příčná žebra geomříže musí při výrobě projít procesem molekulární orientace pro zlepšení mechanických vlastností a zajištění dlouhodobé odolnosti vůči zatížení.
 - Z hlediska struktury bude mít geomříž neposuvné spoje s minimální 90%-ní mezní pevností. Spoj podélného a příčného žebra nebude vytvořen tkaním, pletením, extruzí nebo jiným spojováním jednotlivých vláken či tahových prvků.
 - 2.3. Kokosová rohož
 - V kokosové rohoži bude uchyceno travní semeno. Minimální plošná hmotnost rohože bude 550 g/m². U sklonů svahů nad 70° je tato nahrazena zelenou plastovou geosítí z HDPE se čtvercovými oky 5 x 5 mm.
3. Dimenze systému musí být stanoveny statickým výpočtem nebo projektem. Systém se rozpočtuje v m² pohledové plochy konstrukce. Jednotlivé komponenty systému nelze vypouštět ani nahrazovat.