


# GEOTECHNICKÁ ZPRÁVA

Vedoucí projektant	Ing. Martin Kašpar	 GEOMAT s.r.o. Pražákova 1008/69, 639 00, Brno +420 548 218 901, technika@geomat.cz	
Vypracovala	Ing. Veronika Libosvárová		
Kontroloval	Ing. Ondřej Vodáček		
Objednatel	Krajská správa a údržba silnic Vysočiny, p. o.	Datum	03/2025
Město	Štěpánov nad Svratkou	Formát	34x A4
Stavba	II/387 Štěpánov nad Svratkou – Ujčov, zabezpečení svahu	Stupeň	DSP
		ID	51510_P1
		Měřítko	-
Objekt	Svah z vyztužené zeminy ve sklonu 50 °		
Příloha	Geotechnická zpráva	Číslo pare	Číslo přílohy 01

## Obsah zprávy

1	Informace o projektu.....	3
1.1	Základní informace .....	3
1.2	Reference .....	3
2	Úvod .....	5
3	Zhodnocení dostupných podkladů .....	6
4	Geotechnická konstrukce .....	7
5	Zásady návrhu .....	8
5.1	Návrhové situace .....	8
5.2	Mezní stavy .....	8
5.3	Zatížení a jejich kombinace .....	8
5.4	Geotechnická kategorie .....	9
5.5	Kritický profil konstrukce .....	10
5.6	Geotechnický model .....	11
5.7	Geosyntetické výztuže .....	11
5.8	Dopady v rámci zóny vlivu .....	12
5.9	Další aspekty návrhu .....	12
5.10	Omezující podmínky .....	12
5.11	Předpoklady a zjednodušení .....	13
5.12	Návrhová metoda .....	13
6	Geotechnická analýza .....	14
6.1	Předpokládaný rámec očekávaných výsledků .....	14
6.2	Analýza geotechnické konstrukce .....	14
6.3	Zhodnocení výsledků .....	16
6.4	Navržená konstrukce .....	17
7	Technické a technologické požadavky .....	18
7.1	Specifikace materiálů .....	18
7.2	Výkresy, schémata .....	18
8	Závěr .....	19
8.1	Seznam příloh .....	19

## 1 Informace o projektu

### 1.1 Základní informace

Název projektu: **II/387 Štěpánov nad Svratkou – Ujčov, zabezpečení svahu**

Název objektu: **Svah z vyztužené zeminy ve sklonu 50 °**

Lokalita: **Kraj Vysočina**  
**Obec Štěpánov nad Svratkou [596884]**  
**Katastrální území: Olešnička [763454]**

Objednatel: **Krajská správa a údržba silnic Vysočiny, p. o.**  
**Kosovská 1122/16**  
**586 01 Jihlava**

Zpracovatel: **GEOMAT s.r.o.**  
**Pražákova 1008/69**  
**639 00, Brno**

### 1.2 Reference

#### 1.2.1 Normy

- [1N] ČSN EN 1990:2004. *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí.*
- [2N] ČSN EN 1991-1-1:2004. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb.*
- [3N] ČSN EN 1991-2:2005. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou.*
- [4N] ČSN EN 1997-1:2006. *Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla.*
- [5N] ČSN EN 1998-1:2006. *Eurokód 8: Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení – Část 1: Obecná pravidla, seizmická zatížení a pravidla pro pozemní stavby.*
- [6N] ČSN EN 1998-5:2006. *Eurokód 8: Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení – Část 5: Základy, opěrné a zárubní zdi a geotechnická hlediska.*
- [7N] ČSN P 73 1005:2016. *Inženýrskogeologický průzkum.*
- [8N] ČSN 73 6133:2010. *Návrh a provádění tělesa pozemních komunikací.*
- [9N] ČSN 72 1006:2015. *Kontrola zhutnění zemin a sypanin.*
- [10N] ČSN EN 14475:2006. *Provádění speciálních geotechnických prací – Vyztužené zemní konstrukce.*
- [11N] ČSN EN ISO 10318-1:2015. *Geosyntetika – Část 1: Termíny a definice.*

#### 1.2.2 Zahraniční normy

- [12N] BS 8006-1:2010+A1:2016. *Code of practice for strengthened/reinforced soils and other fills.*
- [13N] ISO/TR 18228-7:2021. *Design using geosynthetics — Part 7: Reinforcement.*
- [14N] ISO/TS 20432: 2022. *Guidelines for the determination of the long-term strength of geosynthetics for soil reinforcement.*

#### 1.2.3 Předpisy

- [15N] TP 97:2021. *Geosyntetika v zemním tělese pozemních komunikací.*
- [16N] TKP 4: 2009. *Kapitola 4 Zemní práce.*
- [17N] TKP 30: 2020. *Kapitola 30 Speciální zemní konstrukce.*
- [18N] *Recommendations for design and analysis of earth structures using geosynthetic reinforcements – EB GEO. 1.* Berlin: Ernst, 2011. ISBN 978-3-433-02983-1.

- [19N] FHWA-NHI-00-043. *Mechanically Stabilised Earth Walls and Reinforced Soil Slopes: Design & Construction Guidelines*. 1. Washington D.C.: National Highway Institute, Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation, 2001.
- [20N] FHWA-HIF-17-004. *Limit Equilibrium Design Framework for MSE Structures with Extensible Reinforcement*. 1. Washington D.C.: National Highway Institute, Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation, 2016.

#### 1.2.4 Literatura

- [21N] CARTER, Michael a Stephen P. BENTLEY. *Soil properties and their correlations*. Second edition. Chichester, West Sussex, United Kingdom: Wiley, 2016. ISBN 978-111-9130-871.
- [22N] CIRIA. *Soil reinforcement with geotextiles: CIRIA Special Publication 123*. 1. London: CIRIA, 1996. ISBN 0 86017 425 5.

#### 1.2.5 Ostatní

- [23N] British Board of Agrément (BBA). *HAPAS Certificate 15/H231: TenCate Geosynthetics: Miragrid GX Geogrids*. Watford, 2020.
- [24N] ReSSA+. *Reinforced soil stability analysis*.

#### 1.2.6 Projektové podklady

- [1P] GEODEZIE, sdružení podnikatelů, Jaroslav Maršálek. *Zaměření zájmového úseku komunikace*, 02/2025
- [2P] CONSULTTEST, s.r.o. *Diagnostika vozovky*, 08/2018

## 2 Úvod

Komunikace II. třídy procházející obcí Štěpánov nad Svratkou, místní část Olešnička, je zbudována v odřezu, kde v části tělesa, která je v násypu, dochází jak k viditelným deformacím povrchu komunikace, tak ke změně polohy svodidel. Deformace jsou patrné na přiloženém Obr. 1.

Z tohoto důvodu dojde, při výměně krytu a konstrukčních vrstev vozovky, ke stabilizaci a rozšíření násypového tělesa tak, aby byla šířka nezpevněné krajnice 1,5 m. Sklon líce násypového tělesa bude proveden ve sklonu 50 °. Konstrukce strmého svahu bude provedena jako vyztužená zemní konstrukce s měkkými lícovými prvky, která bude následně ozeleněna.



**Obr. 1.** Stávající stav komunikace

Předmětem geotechnické analýzy je návrh a posouzení násypového tělesa z vyztužené zeminy v rozsahu dle Tab. 1.

**Tab. 1.** Rámec náplně geotechnické analýzy

Předmět návrhu anebo posouzení	Komentář
Návrh vyztužení na MSÚ	Návrh geosyntetických výztuží dle ČSN EN 1997-1 a TP 97.
Návrh vyztužení na MSP	Návrh výztuží dle FHWA-HIF-17-004, jako limit celkového protažení je přijato 1 % kotevní délky výztuží, dle BS 8006-1, s odhlédnutím od izochronních křivek <sup>1</sup> .
Výpočet sedání konstrukce	Zhodnocení celkové hodnoty sedání.

Metoda návrhu a posouzení pro tuto geotechnickou analýzu je ověření mezních stavů výpočtem v souladu s ČSN EN 1997-1, a to v analytickém výpočetním modelu.

Pravidla pro vyztužené zemní konstrukce upravuje předpis Ministerstva dopravy TP 97 Geosyntetika v zemním tělese pozemních komunikací, revidovaný v roce 2021, který je v souladu se současnými českými

<sup>1</sup> je-li zatížení do výztuže blízké hodnotě creepové pevnosti, je přetvoření maximálně 1 %.



technickými normami a zároveň vychází z norem připravovaných, jmenovitě z druhé generace Eurokódů prEN 1997-1 a prEN 1997-3.

### 3 Zhodnocení dostupných podkladů

Na zájmové lokalitě nebyl proveden inženýrskogeologický ani geotechnický průzkum, byla však provedena diagnostika vozovky, v jejímž rámci byly provedeny jádrové vývrty zasahující až do tělesa násypu [2P].

Dále byla provedena osobní prohlídka geotechnikem společnosti GEOMAT s.r.o., kdy bylo zjištěno, že zářezová část tělesa, a pravděpodobně i podloží násypové části, jsou tvořeny skalní horninou.

Z výsledků diagnostiky komunikace vyplývá, že materiál použitý pro výstavbu násypového tělesa je charakteru štěrkovitých hlín až jílů, Obr. 2. Vytvořením odřezu ve skalní hornině historicky vznikla předurčená smyková plocha, která může způsobovat postupnou ztrátu stability tělesa komunikace, zvláště dochází-li na tomto rozhraní k průsakům nebo vývěrům podzemní vody.



Foto - Sonda S 1



Foto - Sonda S 2



Foto - Sonda S 3

**Obr. 2. Vrtná jádra**

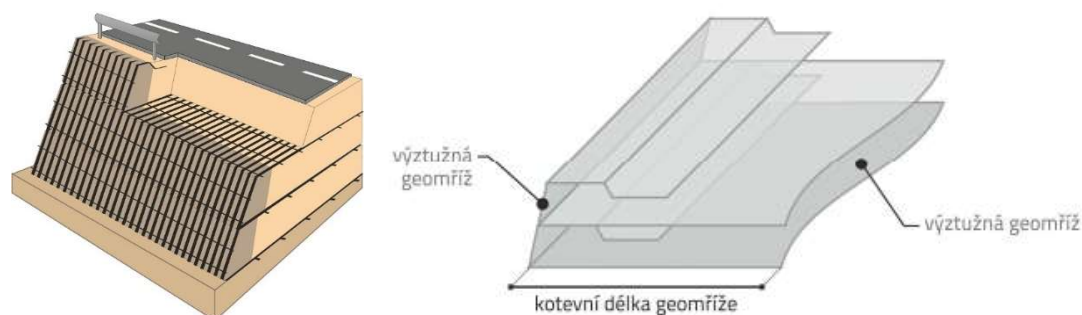
Další relevantní informace:

- Podzemní voda je vázaná na hladinu řeky Svatky, vzdálenou cca 100 m od zájmového úseku, nelze ji ale vyloučit ani v nadzářezových partiích, ať už z důvodu srážek, nebo např. skrytých pramenů.
- přírodní seismická aktivita není v okrese Žďár nad Sázavou evidována,
- na komunikaci je uvažováno zatížení v souladu s TP 97:2021,
- geometrie svahu je dána hranicí pozemku v patě svahu a šířkovým uspořádáním komunikace v koruně svahu dle podkladu [1P].

## 4 Geotechnická konstrukce

Vyztužené násypy jsou ve smyslu TP 97 vyztuženou zemní konstrukcí, konkrétně se jedná o vyztužený svah se sklonem líce 50 °, lícové opevnění konstrukce je měkké. Geotechnická (vyztužená zemní) konstrukce je schematicky znázorněna na Obr. 3 a pro ilustraci na Obr. 4 a Obr. 5 a sestává z následujících konstrukčních prvků:

- Geosyntetické výztuže; geomříže ve smyslu ČSN EN ISO 10318-1,
- měkké lícové opevnění; balená zemina ve smyslu ČSN EN 14475,
- sypanina; hrubozrnná sypanina Typ 3a nebo kvalitnější dle ČSN EN 14475.



**Obr. 3.** Schéma geotechnické (vyztužené zemní) konstrukce

Zhodnocení geotechnické konstrukce ve smyslu interakce sypaniny s ostatními prvky je obsaženo v normě ČSN EN 14475, Tabulce A.1, jejíž relevantní výběr je uveden v Tab. 2. Lícové opevnění je pružné, ve smyslu Tabulky C.11 zmíněné normy se jedná o balenou zeminu (s bedněním) nebo pytlouvanou zeminu.

**Tab. 2.** Kombinace sypaniny, výztuží a lícového opevnění dle ČSN EN 14475

Druh sypaniny – Typ		1	2		3		4
Druh sypaniny		Propustný	Hrubozrnný		Smíšený		Jemnozrnný
Geomechanické vlastnosti	% propadu pod 0,08 mm	< 5	< 12	12 až 35	< 12 až 35	> 35	ostatní
	% propadu pod 0,02 mm	-	-	< 10	> 10	< 40	
	Index plasticity	-	-	-	< 25	< 25	
Konstrukce	Běžné opěrné stěny a svahy	A	A	A	B	C	C
Výztuž	Tyčové rohože, žebříky, sítě, mříže, textilie (kovové, polymerové)	A	A	A	B	C	D
Lícové opevnění	Pružné	A	A	A	A	B	C
A obvykle se používá B někdy se používá C nutno provést odbornou studii D nedoporučuje se							

Z tabulky plyne, že pokud nemá konstrukce při dané výšce, sklonu a lícovém opevnění představovat technické ani technologické riziko, musí se použít smíšená sypanina Typ 3a nebo kvalitnější.

V případě použití jakékoliv jiné sypaniny do kontaktu s geomřížemi hrozí riziko nadměrných deformací vyztužené zemní konstrukce (např. boulení) a jiné poruchy, které indikují dosažení druhého mezního stavu konstrukce, v krajním případě i prvního mezního stavu lícového opevnění.



**Obr. 4.** Bučovice (2009)



**Obr. 5.** Praha – Lysolaje (2018)

## 5 Zásady návrhu

### 5.1 Návrhové situace

Uvažují se následující návrhové situace:

Situace	Uvažuje se	Důvod
Dočasná	✓	výkop
Trvalá	✓	je vyvolaná účinky stálých a proměnných zatížení
Mimořádná	X	mimořádné vnější vlivy se nevyskytují
Seismická	X	přírodní seismická není evidována, technická se nevyskytuje

### 5.2 Mezní stavy

Jsou ověřeny následující mezní stavy:

Skupina	Situace	Mezní stav (mechanismus porušení)
Mezní stavy porušení	Trvalá	Kombinovaná stabilita na válcové a neválcové smykové ploše
		Přímý smyk
	Dočasná	Vytržení
Mezní stav použitelnosti	-	Celková stabilita výkopu
		Deformace vyztužené zemní konstrukce
		Sedání konstrukce a jeho časový průběh

### 5.3 Zatížení a jejich kombinace

#### 5.3.1 Zatížení

Uvažují se následující zatížení:

Zatížení	Uvažuje se	Důvod
Vlastní tíha	✓	vlastní tíha vyztužené zemní konstrukce
Stálé	X	stálá zatížení se nevyskytují
Proměnné	✓	dopravní zatížení dle TP 97
Mimořádné	X	mimořádná zatížení se nevyskytují
Seismické	X	přírodní seismická není evidována, technická se nevyskytuje



### 5.3.1.1 Vlastní tíha

Vlastní tíha násypového tělesa.

### 5.3.1.2 Proměnné zatížení

Proměnné zatížení se dle TP 97, Kapitoly 7, Tabulky 33, uvažuje pro opěrné konstrukce (vyztužený svah se sklonem líce 45–70 °) v charakteristické hodnotě dle vztahu (1) a (2).

$$q_{k,1} = 20 \text{ kPa} \quad (1)$$

$$q_{k,r} = 9 \text{ kPa} \quad (2)$$

### 5.3.1.3 Seismické zatížení

Pro okres Žďár nad Sázavou není přírodní seismická evidována a seismické zatížení tedy není v posouzení, v souladu s ČSN EN 1998-1, zohledněno.



Obr. 6. Mapa seismických oblastí ČR s vyznačenou lokalitou

### 5.3.2 Kombinace zatížení

Uvažují se následující kombinace zatížení:

Kombinace	Uvažuje se	Důvod
Základní	X	vyskytuje se pouze jedno proměnné zatížení
Mimořádná	X	nevyskytuje se mimořádné zatížení
Seismická	X	přírodní seismická není evidována, technická se nevyskytuje
Charakter.	X	vyskytuje se pouze jedno proměnné zatížení
Častá	X	vyskytuje se pouze jedno proměnné zatížení
Kvazistálá	X	vyskytuje se pouze jedno proměnné zatížení

## 5.4 Geotechnická kategorie

Podle normy ČSN EN 1997-1 jsou geotechnické kategorie odlišeny na základě typu konstrukce, míry rizika a základových podmínek, podrobněji viz Tab. 3.

**Tab. 3. Geotechnické kategorie podle ČSN EN 1997-1**

GK	Charakteristika
1	Malé a relativně jednoduché konstrukce, pro které je možné zajistit, že základní požadavky budou splněny na základě zkušenosti a kvalitního geotechnického průzkumu, a se zanedbatelným rizikem.
2	Konvenční typy konstrukcí a základů s běžným rizikem nebo jednoduchými základovými poměry či zatěžovacími podmínkami (plošné základy, výkopy, násypy a zemní práce, ...).
3	Konstrukce nebo části konstrukcí, které nespádají do 1. a 2. geotechnické kategorie (velmi velké nebo neobvyklé konstrukce, konstrukce vyvolávající abnormální riziko, ...).

Norma ČSN 73 6133 je ze své podstaty zúžená na zemní těleso a geotechnické kategorie odlišuje na základě výšky násypu / hloubky zářezu, dále uvádí specifická hlediska pro přesnější začlenění (Tab. 4).

**Tab. 4. Geotechnické kategorie podle ČSN 73 6133 (výběr)**

GK	Charakteristika
1	Násyp/zářez do 3 m; není v kontaktu s tekoucí vodou, není na rizikovém podloží (stlačitelném, poddolovaném), těleso není z upravených zemin, není vyztužené, nejedná se o vrstevnatý násyp.
2	Násyp/zářez nad 3 m; zemní těleso nesplňující podmínky pro 1. GK, potenciálně ohrožující stabilitu území nebo potenciálně ovlivňující jiné konstrukce a jejich mezní stavy.
3	Zemní těleso nesplňující podmínky pro 1. a 2. GK; vysoké, členité nebo neobvykle zatížené zemní konstrukce, těleso v sesuvném území, z nestandardních materiálů.

Norma ČSN P 73 1005 asociuje geotechnickou kategorii s třídou rizika. Geotechnická konstrukce spadá do 2. třídy rizika (Tab. 5) dle zhodnocení klíčových ukazatelů pro stupeň 3 pravděpodobnosti vzniku nežádoucího jevu (vznik i neuskutečnění nežádoucího jevu jsou stejně pravděpodobné) a stupeň 3 relativní míry velikosti škody (střední škody).

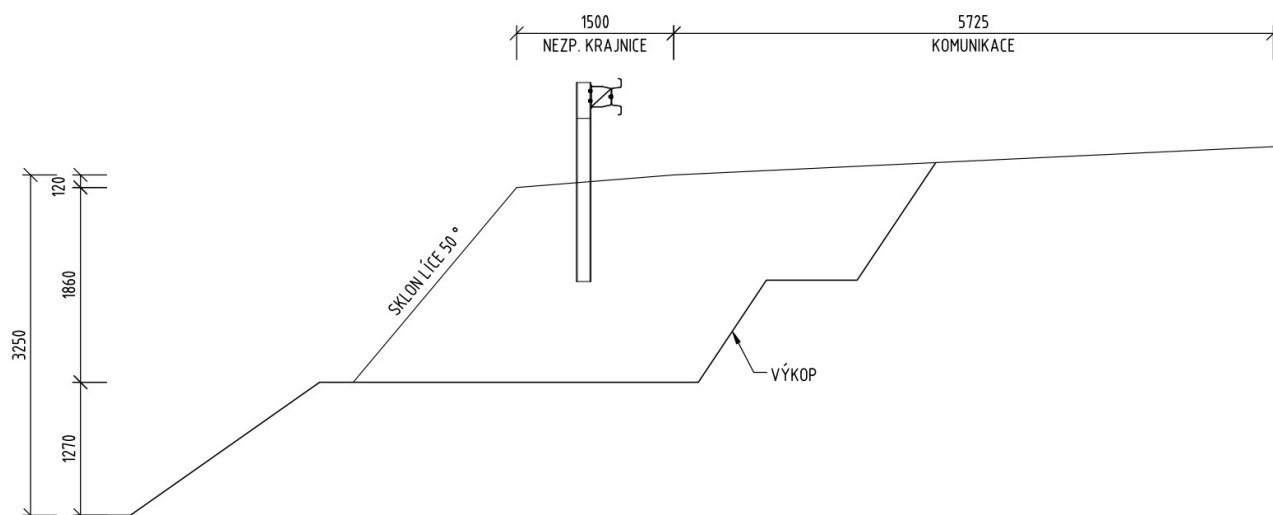
**Tab. 5. Třída rizika podle ČSN P 73 1005**

Třída rizika (TR)		Relativní míra škody				
		1	2	3	4	5
Pravděpodobnost vzniku nežádoucího jevu	1	1. TR	1. TR	2. TR	2. TR	3. TR
	2	1. TR	1. TR	2. TR	2. TR	3. TR
	3	1. TR	2. TR	<b>2. TR</b>	3. TR	3. TR
	4	1. TR	2. TR	2. TR	3. TR	3. TR
	5	2. TR	2. TR	3. TR	3. TR	3. TR

Podle ČSN EN 1997-1 a ČSN 73 6133 spadá geotechnická konstrukce do 2. geotechnické kategorie, a to i ve vztahu k třídě rizika dle ČSN P 73 1005. Dle diferenciací spolehlivosti v souladu s ČSN EN 1990 se konstrukce řadí do kategorie třídy následků CC2 (střední následky ohledem na ztráty lidských životů nebo značné následky ekonomické, sociální nebo pro prostředí).

## 5.5 Kritický profil konstrukce

Pro posouzení konstrukce je zvolen řez s největší výškou násypového tělesa 3,25 m přibližně v polovině zájmového úseku komunikace, Obr. 7.



**Obr. 7.** Kritický profil konstrukce

## 5.6 Geotechnický model

### 5.6.1 Základová půda

Základová půda je tvořena zeminami charakteru šterku hlinitého až jílovitého. Vstupní parametry pro výpočet jsou uvedeny v Tab. 6.

**Tab. 6.** Základní parametry zemin

Geotechnický typ	Třída (ČSN P 73 1005)	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c [kPa]
Stávající násypové těleso	G5 GC / F2 CG	19	27	10

### 5.6.2 Sypaniny

Ve vyztužené oblasti násypového tělesa bude použita sypanina Typ 3a v souladu s ČSN EN 14475. Předpokládá se zpětné použití vytěženého materiálu původního násypového tělesa. Vstupní parametry uvádí Tab. 7.

**Tab. 7.** Základní parametry sypanin

Sypanina	$d_{90}$ [mm]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c [kPa]
Vyztužený blok	63	19	27	1

### 5.6.3 Podzemní voda

S hladinou podzemní vody, která je pravděpodobně vázána na hladinu vody v přilehlé vodoteči, a dále s možnými průsaky vody ze svahu nad zemním tělesem, je uvažováno na rozhraní stávajícího a nového násypového tělesa a dále v úrovni původní terénu před patou konstrukce.

## 5.7 Geosyntetické vyztuže

Je navržen jeden druh geomříží ve smyslu výrobní suroviny a technologie výroby, v jedné úrovni pevnosti. Reprezentativní a charakteristické vlastnosti uvažované v analýze uvádí souhrnná Tab. 8, podmínky uložení a jiné aspekty obsahuje Tab. 9.

**Tab. 8. Vlastnosti geomříží**

Vlastnost	Značka	Jednotka	Typ 80
Reprezentativní odpor v tahu	$R_{t,rep,el}$	kN/m	$\geq 35,1$
Reprezentativní odpor proti vytržení	$R_{rep,po}$	kN/m	$\geq 2 \int_0^{L_{po}} \mu_{po} \sigma'_n(x) dx$
	$\mu_{po}$	–	$\geq 0,187$
Charakteristický odpor v přímém smyku	$R_{k,ds}$	kN/m	$\geq 1 \int_0^{L_{ds}} \mu_{ds} \sigma'_n(x) dx$
	$\mu_{ds}$	–	$\geq 0,470$
Charakteristický odpor ve spoji	$R_{k,con}$	kN/m	$\geq 35,1$
Charakteristický odpor ve spojení	$R_{k,con}$	kN/m	$\geq \eta_{con} \cdot R_{t,rep,el}$
	$\eta_{con}$	–	0,8
Tuhost při 1% protažení	$J_{1\%}$	kN/m	$\geq 800$

**Tab. 9. Aspekty vztahující se ke geomřížím**

Vztažná vlastnost	Ovlivňuje	Popis
Návrhová teplota	$\eta_{cr}$	Návrhová teplota pro zohlednění redukčního faktoru tahového creepu se uvažuje $\vartheta = 20^\circ\text{C}$ .
Návrhové období	$\eta_{cr}$	Návrhové období pro extrapolaci laboratorních dat stran tahového creepu se uvažuje 120 let.
Zrno sypaniny při 90% propadu	$\eta_{id}$	Maximální velikost zrna sypaniny při 90% propadu je $d_{90} = 63\text{ mm}$ .
pH zemního prostředí	$\eta_{ch}$	Agresivita zemního prostředí vůči geosyntetickým výztužím se uvažuje v rozmezí pH 4 až 9.
Maximální doba expozice	$\eta_w$	Geosyntetické výztuže se musejí zakrýt dle prohlášení o trvanlivosti (součást PoV), z důvodu působení UV záření.

## 5.8 Dopady v rámci zóny vlivu

Výstavbou násypového tělesa dojde k úpravě stávajícího tělesa ve smyslu nastrmení svahu oproti původnímu terénu do výsledného sklonu  $50^\circ$  a zároveň dojde ke snížení nivelety komunikace o 200 mm. Z důvodu rozdílného sklonu stávajícího a nového líce dojde v oblasti líce konstrukce k sedání násypového tělesa.

Z technického hlediska bude nutné provést skrývku ornice tam, kde je přítomna, odtěžit část stávajícího násypového tělesa a vytvořit svahové stupně ve sklonu 1:0,8, sklon byl ověřen ve výpočetním modelu.

## 5.9 Další aspekty návrhu

Návrhová životnost vyztužené zemní konstrukce se dle trvanlivosti dílčích geosyntetik stanovuje na minimálně 50 let v přírodních zeminách s hodnotou  $4 \leq \text{pH} \leq 9$  a při teplotách zeminy  $\leq 25^\circ\text{C}$ .

## 5.10 Omezující podmínky

Geosyntetika během manipulace, skladování, výstavby ani v průběhu své životnosti

- nesmějí přijít do styku s kyselými nebo zásaditými látkami ( $\text{pH} < 4$ ,  $\text{pH} > 9$ ),
- nesmějí být vystavena účinkům požáru nebo obdobným zdrojům extrémního tepla,
- nesmějí být mechanicky poškozena, s výjimkou manipulace se sypaninami v souladu se schváleným technologickým předpisem,
- nesmějí být exponována přímým účinkům UV záření po dobu delší, než uvádí prohlášení o trvanlivosti v Prohlášení o vlastnostech výrobku, vyjma lícového opevnění, kde se uvažuje 20% oslabení dle ISO/TS 20432.

## 5.11 Předpoklady a zjednodušení

Geotechnická analýza, zpracování dat a sestavování modelů podléhá následujícím předpokladům, v rámci kterých, anebo nad rámec kterých, byla přijata následující zjednodušení:

- Materiál základové půdy byl stanoven na základě osobní obhlídky na stavbě a diagnostiky vozovky a jejího podloží,
- vlastnosti geosyntetických výztuží byly stanoveny z legislativně platných dokumentů a v souladu s požadavky TP 97,
- všechny výpočetní modely jsou dvourozměrná úloha rovinné deformace,
- mezní stavy únosnosti jsou ověřeny příslušnými analytickými postupy; stabilita je ověřena proužkovou metodou dle Bishopa a Spencera,
- tíhové zrychlení je uvažováno v hodnotě  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ .

## 5.12 Návrhová metoda

Mezní stavy jsou ověřeny výpočtem.

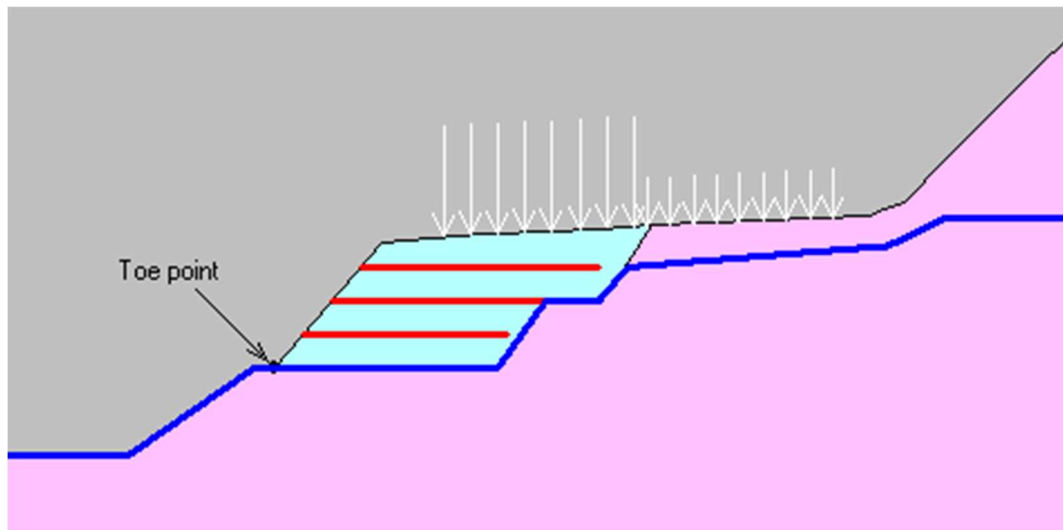
### 5.12.1 Ověření výpočtem

Ověření mezních stavů výpočtem podle metody dílčích součinitelů je provedeno v souladu s ČSN EN 1997-1, Návrhovým přístupem 3 (kombinace A2 + M2 + R3).

Nad rámec ČSN EN 1997-1 se uplatní dílčí součinitele pro geosyntetické výztuže dle TP 97.

#### 5.12.1.1 Výpočetní model

Výpočetní model byl sestaven podle tvaru kritického řezu uvedeného v kap. 5.5 a je zobrazen na Obr. 8.



Obr. 8. Výpočetní model (MSÚ-trvalá)

##### 5.12.1.1.1 Fáze výpočtu

Analytický výpočetní model pro ověření mezních stavů porušení konstrukce byl nastaven na okamžik dosažení návrhové životnosti geosyntetických výztuží, tedy 120 let od jejich zabudování; návrhová životnost konstrukce je 50 let.

Dále byl posouzen dočasný stav představující výkop pro vybudování vyztuženého svahu.



## 6 Geotechnická analýza

### 6.1 Předpokládaný rámec očekávaných výsledků

Výpočtový odpor v tahu geosyntetických výztuží v hodnotě 31 kN/m se z dosavadní srovnatelné zkušenosti očekává dostatečný, modulární výškové rozteče budou 0,5 m.

Vyztužení (odpory, rozteče, délky) je navrženo tak, aby celkové osově protažení žádné geosyntetické výztuže nepřesáhlo 1 % její kotevní délky v okamžiku dokončení konstrukce, což je návrhové kritérium přijaté pro MSP konstrukce. Creepové přetvoření nepřesáhne 1 % kotevní délky, takto se předpokládá z obecné znalosti laboratorních zkoušek pro různé výrobní suroviny, potažmo z izochronních křivek. Dosažení této hranice je teoreticky možné v případě, kdy bude daná výztuž zatížena konstantní silou blízkou creepové pevnosti, což je pro podmínky MSP kontrolováno návrhem; reálné creepové přetvoření bude nižší.

Stlačení základové půdy a s ním spojené sedání konstrukce se očekává v řádu prvních jednotek milimetrů s tím, že dosažení celkového sedání lze očekávat nejpozději v okamžiku dokončení konstrukce.

### 6.2 Analýza geotechnické konstrukce

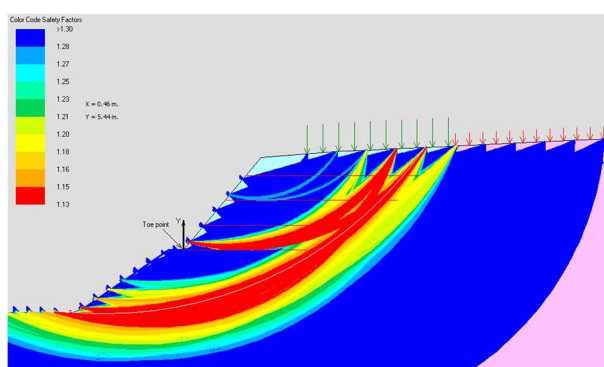
#### 6.2.1 Mezní stavy únosnosti

##### 6.2.1.1 Vyztužená zemní konstrukce

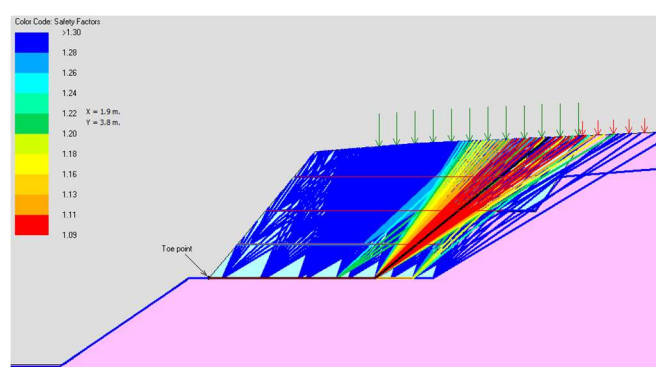
Detekované využití potenciálu stability na smykových plochách je uvedeno v souhrnné Tab. 10. Na následujících Obr. 9 a Obr. 10 je barevným gradientem zobrazena množina analyzovaných ploch, u kterých byl detekován nejvyšší potenciál využití stability. Výstup z výpočetního programu je uveden v Příl. 1.

**Tab. 10.** Využití potenciálu stability, trvalý stav

Situace	Válcová plocha [%]	Přímý smyk [%]	Neválcová plocha [%]
Trvalá	88,5	91,7	84,7



**Obr. 9.** Mapa smykových ploch (válcová plocha)



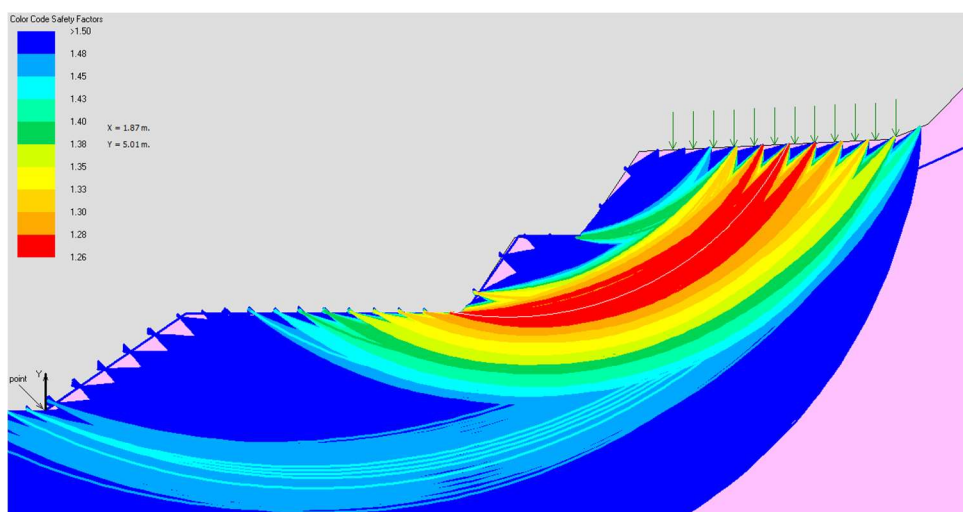
**Obr. 10.** Mapa smykových ploch (přímý smyk)

##### 6.2.1.2 Výkop

Stabilita výkopu v navrženém sklonu 1:0,8 s jedním svahovým stupněm byla ověřena výpočtem. Využití potenciálu stability na smykových plochách je uvedeno v Tab. 11. Na Obr. 11 je barevným gradientem zobrazena množina analyzovaných ploch, u kterých byl detekován nejvyšší potenciál využití stability. Výpočet je uložen v archivu zpracovatele posouzení.

**Tab. 11.** Využití potenciálu stability, dočasný stav

Situace	Válcová plocha [%]	Neválcová plocha [%]
Dočasná	79,4	84,7



**Obr. 11.** Mapa smykových ploch (válcová plocha), dočasný stav

## 6.2.2 Mezní stavy použitelnosti

### 6.2.2.1 Deformace konstrukce

Deformace vyztužené zemní konstrukce sestává z horizontálních a vertikálních složek, jak uvádí Tab. 12.

**Tab. 12.** Deformace vyztužené zemní konstrukce, obecné schéma

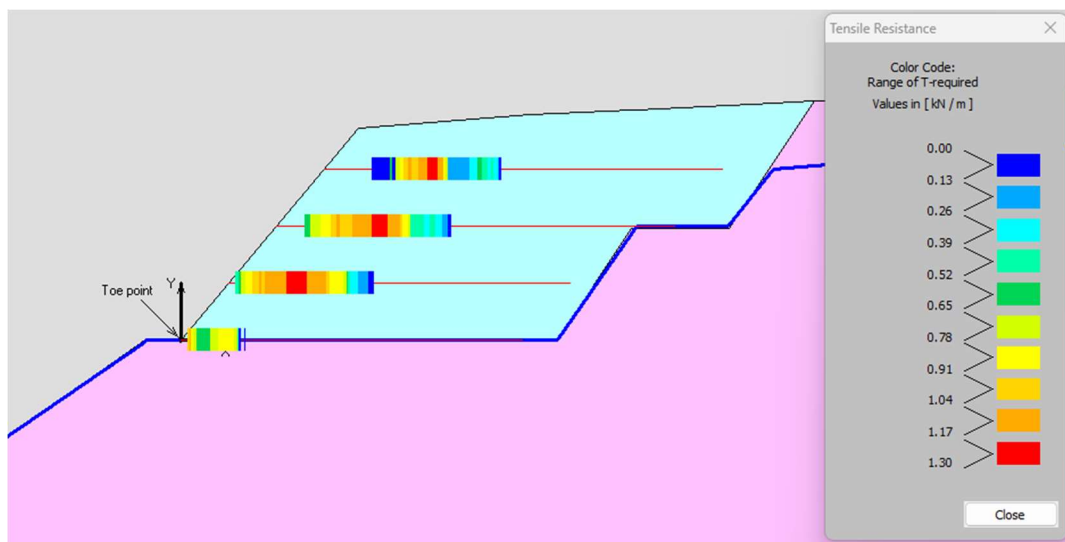
Složka deformace	Symbol	Hodnota	
Horizontální deformace líce	$v_h$	stanoveno výpočtem	
Sedání základové půdy	$v_u$	stanoveno výpočtem	
Vnitřní sedání sypaniny	$v_e$	0,2 až 1 % výšky násypu	
Smyková deformace v koruně	$v_s$	30 až 50 % horizontální deformace	

#### 6.2.2.1.1 Horizontální deformace líce

Celkové protažení výztužných prvků, které indikuje teoretickou horizontální deformaci líce je uvedeno v Tab. 13. Tyto hodnoty jsou získány integrací distribučního obrazce mobilizovaných tahových sil spočítaných metodou mezní rovnováhy, viz Obr. 12. Výpočet je uložen v archivu zpracovatele posouzení.

**Tab. 13.** Horizontální deformace líce vyztužené zemní konstrukce

Vrstva geomříže	Poloha geomříže od paty konstrukce	Výpočtový odpor v tahu	Tuhost při 1% protažení	Horizontální deformace na líci svahu
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[mm]
1	0,0	31	800	0,42
2	0,5	31	800	1,29
3	1,0	31	800	1,30
4	1,5	31	800	0,81



**Obr. 12.** Tahové namáhání výztužných prvků

Hodnoty predikovaných deformací jsou uvedeny v Tab. 14, včetně maximální horizontální deformace, která byla stanovena výpočtem.

**Tab. 14.** Predikované deformace vyztužené zemní konstrukce

Profil	Maximální horizontální deformace [mm]	Vnitřní sedání sypaniny [mm]	Smyková deformace koruny [mm]
Kritický řez	1,3*	6,5 až 32,5	0,4 až 0,7

\* Jedná se o výpočtovou deformaci danou osovým protažením geomíří, technologické deformace (boulení aj.) nelze výpočtem stanovit. V normě ČSN EN 14475 je, pro balenou zeminu s bedněním, povolená odchylka  $\pm 100$  mm od teoretické roviny líce konstrukce.

#### 6.2.2.2 Sedání konstrukce

Velikost sedání byla stanovena zjednodušeným, lineárně elastickým výpočtem, metodou edometrického modulu přetvárnosti.

$$s = \frac{\sigma \cdot d}{E_{oed}}; \quad E_{oed} = \frac{E_{def}}{\beta}; \quad \beta = 1 - \frac{2 \cdot \nu^2}{1 - \nu}; \quad \sigma = h \cdot \gamma$$

$\gamma$  ... objemová tíha sypaniny a tělesa – 19,0 kN/m<sup>3</sup>

$E_{def}$  ... modul přetvárnosti – 18 MPa

$\nu$  ... Poissonovo číslo – 0,35

$h$  ... rozdíl výšek původního a nového násypového tělesa – 0,6 m

$d$  ... mocnost stlačitelné vrstvy – 2,6 m

$E_{oed}$  ... edometrický modul přetvárnosti (MPa)

$\sigma$  ... napětí (kPa)

$s$  ... sedání (mm)

Sedání bylo spočítáno ve svislém průmětu hrany nezpevněné krajnice, kde je největší rozdíl mezi výškou původního a nového násypového tělesa. Rozdíl výšek činí cca 0,6 m. Spočtená hodnota sedání je 1,0 mm.

### 6.3 Zhodnocení výsledků

Výsledky obdržené z výpočtů naplňují předpoklady kapitoly 6.1.

Ve smyslu mezních stavů únosnosti je vyztužená zemní konstrukce **stabilní**. Úhel vnitřního tření sypaniny ve vyztuženém bloku nesmí klesnout pod hodnotu  $\varphi_{ef} = 27^\circ$ .

Výpočtem bylo prokázáno splnění bezpečnosti konstrukce v souladu s Eurokódem 7 (ve shodě s TP97, dle Návrhového přístupu 3) pro mezní stav GEO/STR. Je však nutné dodržet hodnoty všech vstupních parametrů pro výpočet, zejména fyzikální a mechanické vlastnosti sypaniny, pevnost, polohu a délku výztužných geomříží.

V případě odchýlení od předpokladů tohoto statického výpočtu je nutné provést nové statické posouzení konstrukce.

#### 6.4 Navržená konstrukce

Armovaný svah je navržen jako vyztužená zemní konstrukce s pružným lícovým opevněním (balenou zeminou) tvořeným výztužnou geomříží.

Geomříže jsou navrženy tkané z PET s výpočtovým odporem v tahu  $R_{td,el} = 31 \text{ kN/m}$ , zohlednění vlivu tahového creepu je zavedeno redukčním součinitelem pro návrhové období 120 let a teplotu  $20^\circ\text{C}$ , vliv poškození sypaninou vychází z požadavku  $d_{90} \leq 63 \text{ mm}$ , redukce vlivem chemických a biologických vlivů je stanovena pro pH 4 až 9 a teplotu prostředí maximálně  $25^\circ\text{C}$ ; geomříže jsou povrchově chráněny povlakem z PVC. Dále je zohledněn modelový součinitel pro zavedení vlivu extrapolace dat a dílčí součinitel dle TP 97.

Geomříže jsou navrženy ve výškových roztečích á 500 mm, kotevní délka geomříží je 3,0 m a 3,5 m, rozložení výztuh po výšce je znázorněno ve Vzorovém příčném řezu v příloze. První vrstva geomříží bude založena cca 200 mm pod úroveň upraveného terénu. Svahové stupně, po odtěžení části násypu, jsou navrženy ve sklonu 1:0,8.

Sypanina vyztuženého bloku bude tvořena zeminou Typ 3a nebo kvalitnější dle Tabulky A.1 normy ČSN EN 14475. Přednostně se použije zemina vytěžená z tělesa, eventuálně upravená hydraulickými pojivy, nebude-li splňovat zde uvedené požadavky a ustanovení článku 4.1.3 normy ČSN 73 6133.

Na rozhraní nového a stávajícího zemního tělesa bude umístěna 250 mm mocná drenážní vrstva z kameniva nebo recyklovaného betonu frakce 16/32 mm, která bude vyvedena na líc svahu.

Na zemní pláš, zejména přes rozhraní původního a nového tělesa, bude umístěna dvouosá výztužná monolitická geomříž z PP s tahovou pevností 30/30 kN/m v podélném i příčném směru (MD i CMD).

## 7 Technické a technologické požadavky

### 7.1 Specifikace materiálů

#### 7.1.1 Geosyntetika

Specifikace geomříží obsahuje Tab. 15, uvedené hodnoty jsou po odečtení výrobních tolerancí, musejí být doloženy Prohlášením o vlastnostech (DoP) a/nebo certifikátem vydaným třetí stranou.

**Tab. 15. Specifikace geosyntetik**

Vlastnost	Norma	Jednotka	Geomříž Typ 80	Typ BX 40/40
Výrobek	ČSN EN ISO 10318-1	–	GGR	GGR
Zamýšlené použití	ČSN EN ISO 10318-1	–	vyztužování	vyztužování
Pevnost v tahu (MD/CMD)	ČSN EN 10319	kN/m	–	40/40
Výpočtový odpor v tahu	TP 97	kN/m	≥ 31	–
Návrhová životnost	ČSN EN 13251	rok	≥ 50	≥ 50
Návrhová teplota	TP 97	°C	= 20	= 20

#### 7.1.2 Sypaniny

Do vyztuženého bloku bude použita sypanina Typ 3a nebo lepší dle ČSN EN 14475, tab. A.1, která bude zároveň plnit ustanovení článku 4.1.3 normy ČSN 73 6133 a vyhoví vlastnostem požadovaným v Tab. 16.

**Tab. 16. Specifikace sypaniny ve vyztuženém bloku**

Vlastnost	Jednotka	Hodnota
Úhel vnitřního tření	°	≥ 27
d <sub>90</sub>	mm	≤ 63

Hutnění sypaniny vyztuženého bloku bude provedeno na míru zhutnění v souladu s ČSN 73 6133 pro hutnění v aktivní zóně. Případnou korelaci s jinými ukazateli míry zhutnění (např.  $E_{def,2}/E_{def,1}$ ) lze předběžně provést dle ČSN 72 1006, Přílohy E, a následně ověřit zhutňovací zkouškou dle téže normy. Hutnění sypaniny bude prováděno s krokem maximálně 250 mm po zhutnění.

#### 7.1.3 Opatření na líci

Na líci konstrukce, pod obalením výztužnou geomříží, bude umístěna biodegradační protierozní georohož, která bude sloužit jako protierozní ochrana chránící sypaninu před povětrnostními vlivy a podporující růst zeleně. Ozelenění bude provedeno buď již v průběhu výstavby nebo bezprostředně po jejím dokončení vysázením půdopokryvných rostlin.

#### 7.1.4 Drenážní vrstva

Na rozhraní stávajícího a nového násypového tělesa bude provedena drenážní vrstva o mocnosti 250 mm ze štěrkodrti nebo betonového recyklátu frakce 16/32 mm, která bude v kontaktu se základovou spárou nového násypového tělesa vyspádována ve sklonu 3 % směrem ven z konstrukce.

## 7.2 Výkresy, schémata

Způsob vyztužení a opatření na líci jsou zobrazeny ve Vzorovém příčném řezu v příloze.



## 8 Závěr

Geotechnická zpráva se zabývá návrhem a posouzením vyztužené zemní konstrukce se sklonem líce 50 °. Navržená konstrukce bude tvořit násypové těleso rekonstruovaného úseku silnice č II/387 v obci Štěpánov, místní část Olešnička, v okrese Žďár nad Sázavou, kraj Vysočina. Správcem komunikace je Krajská správa a údržba silnic Vysočiny, která je zároveň objednatelem tohoto návrhu.

Ověření mezních stavů konstrukce bylo provedeno výpočtem v souladu s Eurokódem 7 a TP 97, v analytických výpočetních modelech.

Výpočet prokázal, že konstrukce splňuje požadavky na mechanickou odolnost a stabilitu.

Pro rekonstruovaný úsek se přednostně použije zemina vytěžená ze stávajícího tělesa tak, aby došlo k minimalizaci přesunu hmot a pořízování nové sypaniny.

Při provádění je nutné dbát technických a technologických požadavků zde uvedených a dále ustanovení norem a předpisů, zejména ČSN EN 14475, ČSN 73 6133, TKP 4, TKP 30, TP 94, TP 97 a dalších.

Shrnutí výsledků posouzení je uvedeno v 6.4.

### 8.1 Seznam příloh

Příloha	Název přílohy
Příloha č. 1	Protokol výpočtu – posouzení stability
Příloha č. 2	Vzorový příčný řez

V Brně, dne 07. 03. 2025.

Vypracovala: Ing. Veronika Libosvárová  
projektantka ve společnosti GEOMAT s.r.o.

Kontroloval: Ing. Ondřej Vodáček  
projektant ve společnosti GEOMAT s.r.o.

Schválil: Ing. Martin Kašpar  
autorizovaný inženýr v oboru geotechnika  
GEOMAT s.r.o.  
ČKAIT: 1005289

## PŘÍLOHA Č. 1

---

# PROTOKOL VÝPOČTU – POSOUZENÍ STABILITY

II/387 Stepanov nad Svratkou – Ujcov

ReSSA+: Update #0.180  
Report created by ReSSA+: Copyright (c) 2001-2024, ADAMA Engineering, Inc.

PROJECT IDENTIFICATION

Title: II/387 Stepanov nad Svratkou – Ujcov  
Project Number: 51510 - Zabezpeceni svahu  
Client:  
Designer: VeL  
Station Number: GEO\_PC32

Description:  
Svah z vyztužené zeminy ve sklonu 50 °, vyska pricneho rezu 3,25 m

Company's information:

Name: GEOMAT s.r.o.

PROGRAM MODE: Analysis of a General Slope using GEOSYNTHETIC as reinforcing material.

INPUT DATA (EXCLUDING REINFORCEMENT LAYOUT)

SOIL DATA

===== Soil Layer #: =====		Unit weight, $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Internal angle of friction, $\phi$ [deg.] RFtan=1.25		Cohesion, c [kPa] RFcoh=1.25	
1.....	Vyztuzene nasypove teleso.....	19.0	27.0	22.2	1.0	0.8
2.....	Stavajici zemni teleso.....	19.0	27.0	22.2	10.0	8.0

REINFORCEMENT

Reinforcement		Ultimate Strength, Tult [kN/m]	Reduction Factor for Installation Damage, RFid	Reduction Factor for Durability, RFd	Reduction Factor for Creep, RFc	Additional Reduction Factor, RFa	Coverage Ratio, Rc
Type #	Geosynthetic Designated Name						
1	80	31.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Interaction Parameters		== Direct Sliding ==		==== Pullout ====	
Type #	Geosynthetic Designated Name	Cds-phi	Cds-c	Ci	Alpha
1	80	0.88	0.00	0.35	0.80

Relative Orientation of Reinforcement Force, ROR = 0.00. Assigned Factor of Safety to resist pullout, Fs-po = 1.25  
Design method for Global Stability: Comprehensive Bishop.

WATER

Unit weight of water = 9.81 [kN/m<sup>3</sup>]  
Water pressure is defined by phreatic surface in Effective Stress Analysis.

SEISMICITY

Not Applicable

**DRAWING OF SPECIFIED GEOMETRY - GENERAL**

-- Problem geometry is defined along sections selected by user at x,y coordinates.

-- X1,Y1 represents the coordinates of soil surface. X2,Y2 represent the coordinates of the end of soil layer 1 and start of soil layer 2, and so on.

-- Xw,Yw represents the coordinates of phreatic surface.

**GEOMETRY**

Soil profile contains 2 layers (see details in next page)

**WATER GEOMETRY**

Phreatic line was specified.

**UNIFORM SURCHARGE**

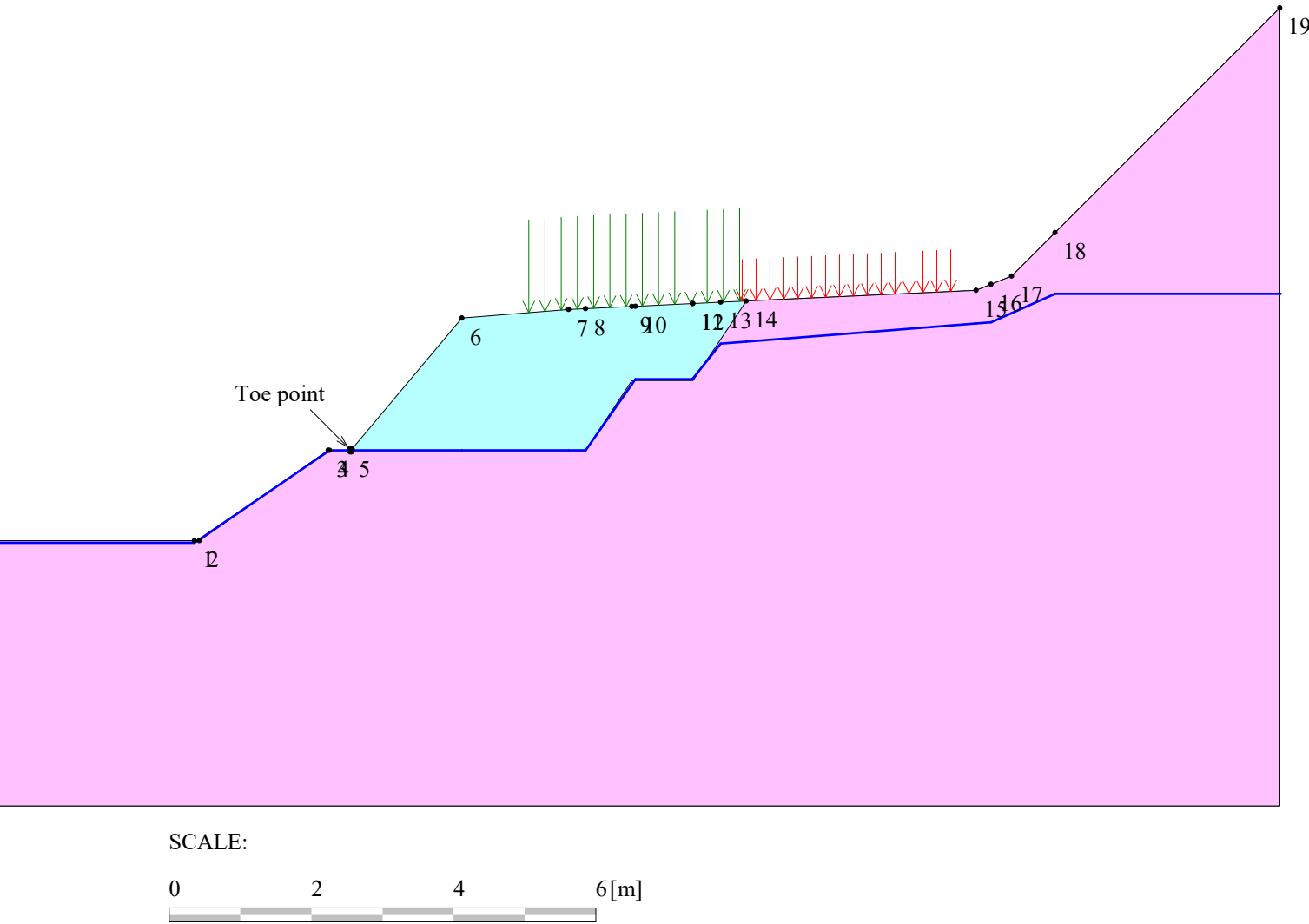
Load Q1 = 26.00 [kPa] inclined from verical at 0.00 degrees, starts at X1s = 2.50 and ends at X1e = 5.50 [m].

Load Q2 = 11.70 [kPa] inclined from verical at 0.00 degrees, starts at X2s = 5.50 and ends at X2e = 8.50 [m].

Surcharge load, Q3 .....None

**STRIP LOAD**

.....None.....





TABULATED DETAILS OF GENERAL SPECIFIED GEOMETRY

Soil profile contains 2 layers. Coordinates in [m.]  
Water was described by phreatic line.

	#	Xi	Yi
Top of Layer 1	1	-2.13	-1.27
	2	-0.32	0.00
	3	0.00	0.00
	4	1.56	1.86
	5	3.06	1.98
	6	5.56	2.10
	7	8.79	2.25
	8	9.29	2.45
	9	13.06	6.22
Top of Layer 2	10	-2.13	-1.27
	11	-0.32	0.00
	12	0.00	0.00
	13	3.30	0.00
	14	3.95	0.98
	15	4.81	0.98
	16	5.56	2.10
	17	8.79	2.25
	18	9.29	2.45
Top of Phreatic Line	19	13.06	6.22
	21	-2.20	-1.30
	22	-0.30	0.00
	23	3.30	0.00
	24	4.00	1.00
	25	4.80	1.00
	26	5.20	1.50
	27	9.00	1.80
	28	9.90	2.20

TABULATED DETAILS OF SPECIFIED GEOMETRY

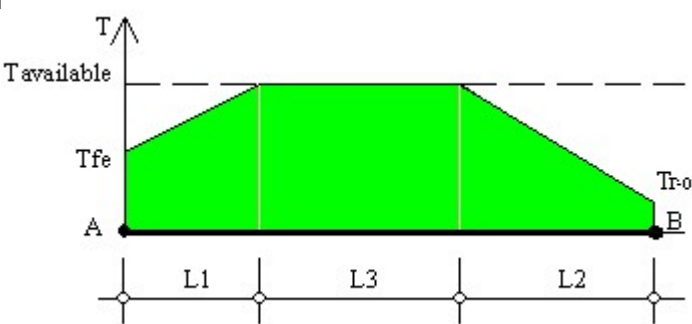
Soil profile contains 2 layers. Coordinates in [m.]

Water was described by phreatic line. Y values are tabulated in the right most column.

(phreatic)

#	X	Y1	Y2	Yw
1	-2.20	-1.27	-1.27	-1.30
2	-2.13	-1.27	-1.27	-1.25
3	-0.32	0.00	0.00	-0.01
4	-0.30	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00
6	1.56	1.86	0.00	0.00
7	3.06	1.98	0.00	0.00
8	3.30	1.99	0.00	0.00
9	3.95	2.02	0.98	0.93
10	4.00	2.03	0.98	1.00
11	4.80	2.06	0.98	1.00
12	4.81	2.06	0.98	1.01
13	5.20	2.08	1.56	1.50
14	5.56	2.10	2.10	1.53
15	8.79	2.25	2.25	1.78
16	9.00	2.33	2.33	1.80
17	9.29	2.45	2.45	1.93
18	9.90	3.06	3.06	2.20
19	13.06	6.22	6.22	2.20

DISTRIBUTION OF AVAILABLE STRENGTH ALONG EACH REINFORCEMENT LAYER



A = Front-end of reinforcement (at face of slope)  
B = Rear-end of reinforcement  
AB = L1 + L2 + L3 = Embedded length of reinforcement

Tavailable = Long-term strength of reinforcement  
Tfe = Available front-end strength (e.g., connection to facing)  
Tr-o = Pullout resistance at rear-end

L1 = Front-end 'pullout' length  
L2 = Rear-end pullout length  
Tavailable prevails along L3

Factor of safety on resistance to pullout on either end of reinforcement, Fs-po = 1.25

Reinforcement Layer #	Designated Name	Height Relative to Toe [m]	L [m]	L1 [m]	L2 [m]	L3 [m]	Tfe [kN/m]	Tr-o [kN/m]	Tavailable [kN/m]	
1		80	0.00	3.00	0.00	3.00	0.00	15.75	0.00	15.75 (*)
2		80	0.50	3.00	0.00	3.00	0.00	13.06	0.00	13.06 (*)
3		80	1.00	3.50	0.00	3.50	0.00	11.65	0.00	11.65 (*)
4		80	1.50	3.50	0.00	3.50	0.00	6.73	0.00	6.73 (*)

(\*) This Tavailable is dictated by the pullout resistance capacity, which is smaller than the long-term strength of the reinforcement that is related to its specified ultimate strength.

RESULTS OF ROTATIONAL STABILITY ANALYSIS

Results in the tables below represent critical circles identified between specified points on entry and exit. (Theta-exit set to 50.00 deg.)  
The most critical circle is obtained from a search considering all the combinations of input entry and exit points.

Critical circles for each entry point (considering all specified exit points)									
Entry Point #	Entry Point (X, Y) [m]		Exit Point (X, Y) [m]		Critical Circle (Xc, Yc, R) [m]			Fs	STATUS
1	2.50	1.94	-2.30	-1.26	-0.97	1.95	3.47	1.73	OK
2	3.10	1.98	0.91	1.12	1.42	3.05	1.99	1.28	
3	3.70	2.01	0.11	0.17	0.97	2.90	2.87	1.19	
4	4.30	2.04	-2.30	-1.26	-0.77	3.94	5.42	1.13	
5	4.90	2.07	-2.30	-1.27	-1.58	6.61	7.91	1.13	
6	5.50	2.10	-2.18	-1.27	-2.27	9.37	10.64	1.18	
7	6.10	2.13	-2.30	-1.26	-0.41	6.17	7.67	1.33	
8	6.70	2.15	-3.62	-1.26	-0.33	6.09	8.05	1.39	
9	7.30	2.18	-4.23	-1.22	-0.28	6.63	8.79	1.45	
10	7.90	2.21	-4.69	-1.26	-0.22	7.10	9.48	1.50	
11	8.50	2.24	-5.24	-1.25	-0.21	7.74	10.30	1.55	

Note: In the 'Status' column, OK means the critical circle was identified within the specified search domain. 'On extreme X-entry' means that the critical result is on the edge of the search domain; a lower Fs may result if the search domain is expanded.

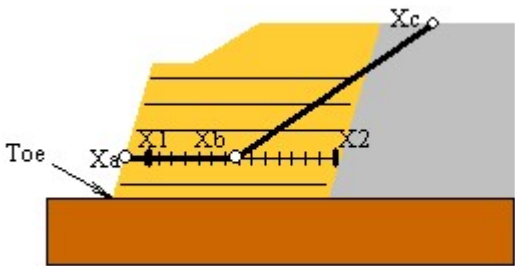
\*\*\*\*\*

Results in the tables below represent critical circles identified between specified points on entry and exit. (Theta-exit set to 50.00 deg.)  
The most critical circle is obtained from a search considering all the combinations of input entry and exit points.

Critical circles for each exit point (considering all specified entry points).									
Exit Point #	Exit Point (X, Y) [m]		Entry Point (X, Y) [m]		Critical Circle (Xc, Yc, R) [m]			Fs	STATUS
1	-5.21	-1.27	4.90	2.07	-2.26	6.80	8.58	1.30	OK
2	-4.98	-1.25	4.90	2.07	-2.17	6.75	8.48	1.28	
3	-4.76	-1.22	4.30	2.04	-1.61	4.25	6.31	1.27	
4	-4.49	-1.22	4.30	2.04	-1.50	4.19	6.18	1.25	
5	-4.22	-1.23	4.30	2.04	-1.38	4.13	6.06	1.23	
6	-3.94	-1.23	4.30	2.04	-1.27	4.05	5.92	1.22	
7	-3.66	-1.24	4.30	2.04	-1.21	4.10	5.88	1.20	
8	-3.37	-1.26	4.30	2.04	-1.09	4.01	5.74	1.18	
9	-3.07	-1.27	4.30	2.04	-1.03	4.04	5.69	1.17	
10	-2.85	-1.25	4.30	2.04	-0.91	3.94	5.54	1.16	
11	-2.54	-1.27	4.30	2.04	-0.84	3.94	5.48	1.14	
12	-2.30	-1.27	4.90	2.07	-1.58	6.61	7.91	1.13	
13	-2.01	-1.18	4.90	2.07	-1.34	6.37	7.58	1.13	
14	-1.80	-0.98	4.90	2.07	-0.99	6.11	7.14	1.16	
15	-1.48	-0.80	4.90	2.07	-0.56	5.67	6.54	1.20	
16	-1.22	-0.61	4.90	2.07	-0.24	5.47	6.16	1.24	
17	-0.97	-0.42	4.90	2.07	0.07	5.28	5.80	1.29	
18	-0.71	-0.23	4.90	2.07	0.44	4.96	5.31	1.35	
19	-0.44	-0.04	4.90	2.07	0.88	4.42	4.65	1.44	
20	-0.14	0.00	4.90	2.07	1.03	4.33	4.49	1.47	
21	0.12	0.16	4.30	2.04	0.94	3.94	3.86	1.13	
22	0.38	0.49	4.90	2.07	1.72	3.91	3.68	1.32	
23	0.67	0.80	4.30	2.04	1.71	3.67	3.06	1.38	
24	0.91	1.12	3.10	1.98	1.42	3.05	1.99	1.28	
25	1.20	1.43	3.70	2.01	2.17	2.93	1.78	1.58	

Note: In the 'Status' column, OK means the critical circle was identified within the specified search domain. 'On extreme X-exit' means that the critical result is on the edge of the search domain; a lower Fs may result if the search domain is expanded.

RESULTS OF TRANSLATIONAL ANALYSIS

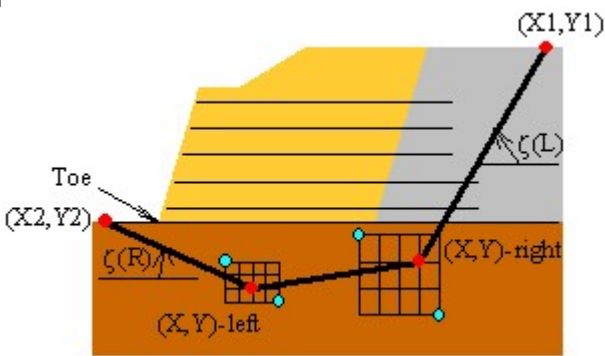


Results in the table below represent critical two-part wedges identified between specified starting (X1) and ending (X2) search points. Wedges along all reinforcement layers and at elevation zero are reported. The critical two-part wedge, one for each predetermined elevation, is defined by Xa, Xb and Xc where Xa is the front end of the passive wedge (slope face), Xb is where the passive wedge ends and the active one starts, and Xc is the X-ordinate at which the active wedge starts.

Critical two-part wedge along each interface:									
Interface	Height Relative to Toe [m]	( Xa, Ya ) [m]		( Xb, Yb ) [m]		( Xc, Yc ) [m]		Fs	STATUS
At toe elevation	0.00	0.00	0.00	1.44	0.00	5.03	2.07	1.37	OK
Reinf. Layer #1	0.00	0.00	0.00	2.44	0.00	5.00	2.07	1.09	OK
Reinf. Layer #2	0.50	0.42	0.50	2.28	0.50	4.25	2.04	1.26	OK
Reinf. Layer #3	1.00	0.84	1.00	2.32	1.00	3.61	2.01	1.40	OK
Reinf. Layer #4	1.50	1.26	1.50	2.82	1.50	3.41	2.00	1.61	OK

Note: In the 'Status' column, OK means the critical two part-wedge was identified within the specified search domain. 'Minimum on Edge' means the critical result corresponds to a minimum on the edge of the search domain; i.e., either on X1 or X2 or the internally preset limits on Xc.

RESULTS OF 3-PART WEDGE ANALYSIS



Results in the table below represent the critical slip surface composed of a three-part wedge and identified by the specified points (X-left, Y-left) and (X-right, Y-right) and angles Zeta(L) and Zeta(R). ReSSA finds the (X,Y) coordinates, as well as the angles Zeta, based on user-specified search domain. The trace of the critical three-part wedge is fully defined by four points: (X1, Y1), (X-left, Y-left), (X-right, Y-right), (X2, Y2).

Critical 3-part wedge (Automatic search):						
(X2, Y2) [m]	Zeta(L) [degrees]	( X-left, Y-left ) [m]	( X-right, Y-right ) [m]	Zeta(R) [degrees]	( X1, Y1 ) [m]	Fs
(-1.75, -1.01)	10.00	(-0.65, -1.20)	(2.23, -0.37)	40.00	(5.14, 2.08)	1.179



CRITICAL RESULTS OF ROTATIONAL AND TRANSLATIONAL STABILITY ANALYSES

Rotational (Circular Arc; Bishop) Stability Analysis

Minimum Factor of Safety = 1.13  
Critical Circle: Xc = -1.58[m], Yc = 6.61[m], R = 7.91[m]. (Number of slices used = 59 )

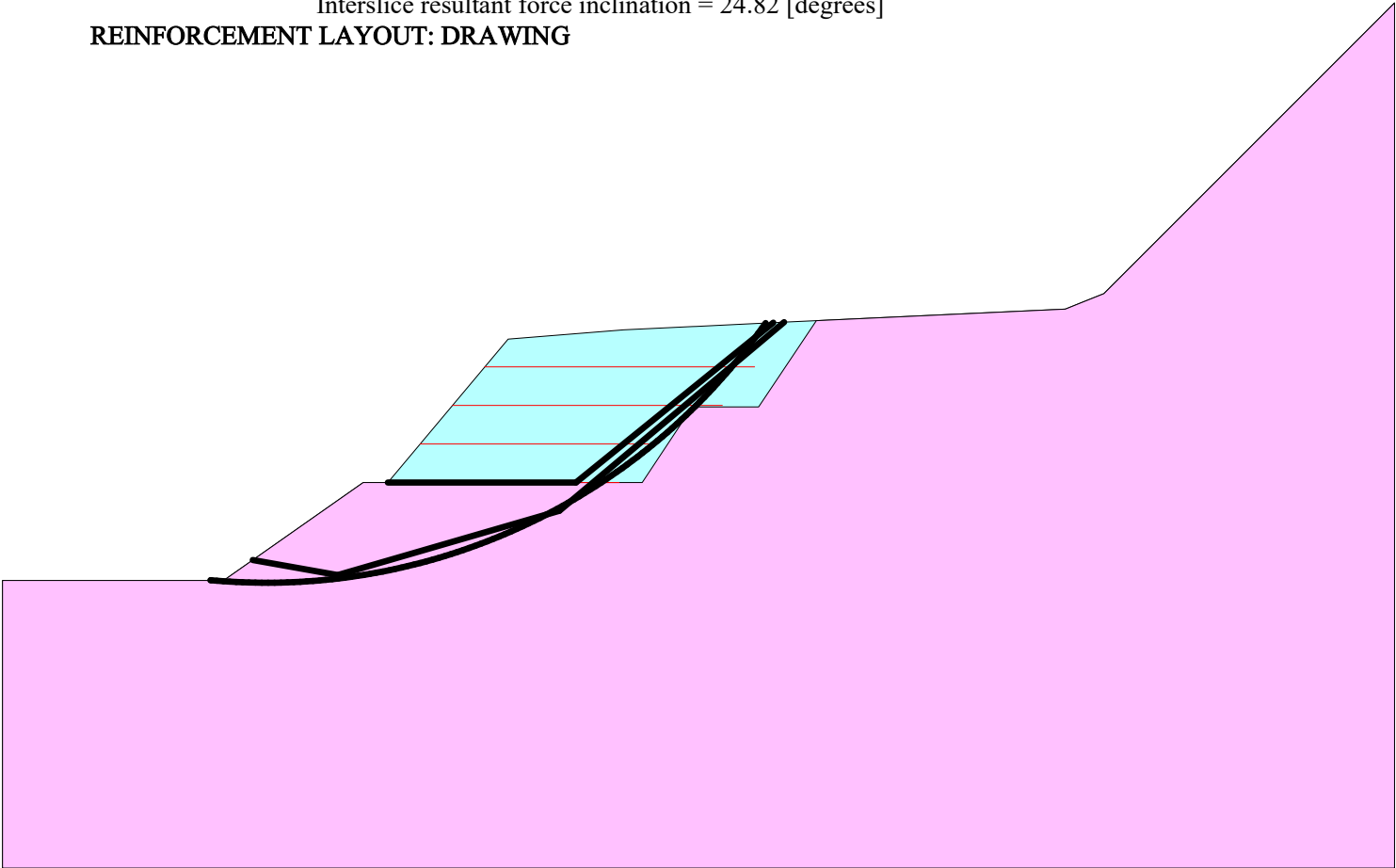
Translational (2-Part Wedge; Spencer), Direct Sliding, Stability Analysis

Minimum Factor of Safety = 1.09  
Critical Two-Part Wedge: (Xa = 0.00, Ya = 0.00) [m]  
(Xb = 2.44, Yb = 0.00) [m]  
(Xc = 5.00, Yc = 2.07) [m]  
(Number of slices used = 30 )  
Interslice resultant force inclination = 25.23 [degrees]

Three-Part Wedge Stability Analysis

Minimum Factor of Safety = 1.18  
Critical Three-Part Wedge: (X2 = -1.75, Y2 = -1.01) [m]  
(X-left = -0.65, Y-left = -1.20) [m]  
(X-right = 2.23, Y-right = -0.37) [m]  
(X1 = 5.14, Y1 = 2.08) [m]  
(Number of slices used = 45 )  
Interslice resultant force inclination = 24.82 [degrees]

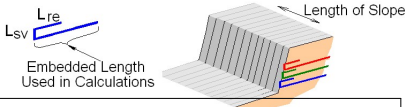
REINFORCEMENT LAYOUT: DRAWING



SCALE:



REINFORCEMENT LAYOUT: TABULATED DATA & QUANTITIES



Layer #	Reinf. Type #	Geosynthetic Designated Name	Height Relative to Toe [m]	Embedded Length [m]	Covergae Ratio, Rc	( X, Y ) front [m]	( X, Y ) rear [m]	Lsv * [m]	Lre [m]
1	1	80	0.00	3.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1	80	0.50	3.00	1.00	0.42	0.50	0.00	0.00
3	1	80	1.00	3.50	1.00	0.84	1.00	0.00	0.00
4	1	80	1.50	3.50	1.00	1.26	1.50	0.00	0.00

\* Vertical distance between layers.

QUANTITIES

Reinf. Type #	Designated Name	Coverage Ratio	Area of reinforcemnt [m²] / length of slope [m]
1	80	1.00	13.00

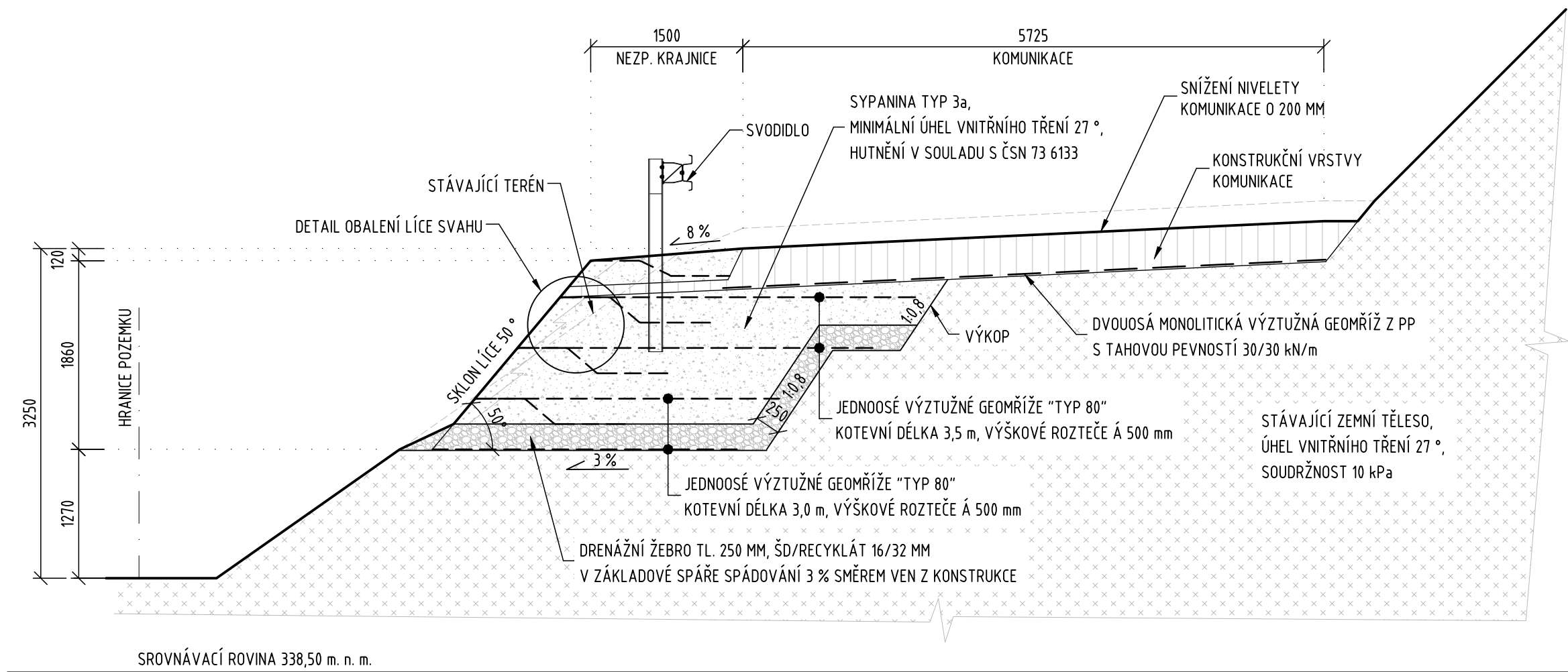
## PŘÍLOHA Č. 2

---

# VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ

# VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ

## M 1:50



### STRMÝ SVAH Z VYZTUŽENÉ ZEMINY S OBALOVANÝM ČELEM

- VYZTUŽENÍ KONSTRUKCE A OBALENÍ LÍCE JE TVOŘENO SOUVISLÝM PÁSEM VÝZTUŽNÉ GEOMŘÍŽE, JEHOŽ JEDNA ČÁST TVOŘÍ VODOROVNOU KOTEVNÍ DÉLKA GEOMŘÍŽE A DRUHÁ ČÁST OBALENÍ LÍCE A ZAKOTVENÍ DO ZEMINY V ÚROVNI NÁSLEDUJÍCÍ VRSTVY VÝZTUŽNÉ GEOMŘÍŽE
- ZA ČÁSTÍ GEOMŘÍŽE, KTERÁ OBALUJE ČELO KONSTRUKCE, JE UMÍSTĚNA BIODEGRADAČNÍ GEORHOŽ S PLOŠNOU HMOTNOSTÍ 600 g/m<sup>2</sup>
- VÝZTUŽNÁ GEOMŘÍŽ JE TKANÁ Z POLYESTERU (PET) S VÝPOČTOVÝM ODPOREM V TAHU 31 kN/m
- VÝŠKOVÉ ROZTEČE GEOMŘÍŽÍ JSOU 500 mm
- SKLON LÍCE VYZTUŽENÝCH SVAHŮ JE 50 °. SKLON BUDE BĚHEM VÝSTAVBY ZAJIŠTĚN POMOCÍ DOČASNÉHO POSUVNÉHO BEDNĚNÍ NEBO BEDNĚNÍ NA PLNou VÝŠKU
- LÍC SVAHU BUDE OZELENĚN

### SYPANINA NÁSYPOVÉHO TĚLESA

- SMÍŠENÁ SYPANINA TYP 3a DLE ČSN EN 14475 S VELIKOSTÍ ZRNA DO 63 mm, ÚHEL VNITŘNÍHO TŘENÍ MIN. 27 °, V PŘÍPADĚ VHODNOSTI MŮŽE BÝT POUŽITA MÍSTNÍ VYTĚŽENÁ ZEMINA
- HUTNĚNÍ VRSTEV SYPANINY Á 250 mm, MÍRA ZHUTNĚNÍ V SOULADU S ČSN 73 6133 PRO HUTNĚNÍ V AKTIVNÍ ZÓNĚ
- HUMÓZNÍ VRSTVA V LÍCI O MOCNOSTI 100 - 200 mm

### ZALOŽENÍ KONSTRUKCE

- NA ODKOPU STÁVAJÍCÍHO ZEMNÍHO TĚLESA, PŘEHUTNĚNÍ ZEMNÍ PLÁNĚ NA 95 % PS

### ODVODNĚNÍ RUBU KONSTRUKCE

- NA ROZHRAŇÍ VÝKOPU VE STÁVAJÍCÍM ZEMNÍM TĚLESE A NOVĚ BUDOVANÉ KONSTRUKCE BUDE VYTVOŘENA DRENÁŽNÍ VRSTVA ZE ŠD NEBO RECYKLOVANÉHO BETONU FRAKCE 16/32 mm TLOUŠTKY 250 mm

### DETAIL OBALENÍ LÍCE SVAHU

#### M 1:20

