

## II/199 TACHOV – OPRAVA SVAHU

**STUPEŇ: STUDIE**

Zpráva o předběžném návrhu opravy svahu a komunikace  
II/199 v Tachově na základě provedených výpočtů stability

ČÍSLO ZAKÁZKY: 19.0240.215Z24

únor 2020



**Identifikace zakázky:**

Název zakázky: „II/199 Tachov – oprava svahu“, studie

Číslo zakázky: 19.0240.215Z24

Objednatel: **SÚS Plzeňského kraje**  
Koterovská 462/162  
326 00 PlzeňStav zpracování: **Čistopis**Zhotovitel: **SG Geotechnika a.s.**  
Geologická 988/4  
152 00 Praha 5  
Česká republika  
T: +420 234 654 111

V Praze dne: 28. února 2020

Jméno:

Podpis:

Zpracovali: Ing. Monika Lidmilová



Schválil/a: Ing. Ivona Novotná

**SG Geotechnika a.s.**  
Geologická 988/4, 152 00 Praha 5  
IČO 41192168 DIČ CZ41192168  
(29)

## Obsah

<b>1. Úvod.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Použité podklady .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Metodika geotechnických výpočtů .....</b>	<b>4</b>
<b>4. Výsledky výpočtů.....</b>	<b>6</b>
4.1 Svah v km 0,130 .....	6
4.2 Svah v km 0,220 .....	10
4.3 Svah v km 0,260 .....	14
<b>5. Závěr a doporučení, zhodnocení navržených úprav .....</b>	<b>16</b>

### Tabulky v textu:

Tabulka 1: Přehled použitých výpočetních parametrů

Tabulka 2: Výsledné hodnoty stupně stability v km 0,130

Tabulka 3: Výsledné hodnoty stupně stability v km 0,220

Tabulka 4: Výsledné hodnoty stupně stability v km 0,260

Tabulka 5: Orientační zhodnocení variant

### Přílohy:

1. Přehledná situace
2. Koordinační situace
3. Charakteristické řezy – návrh úpravy svahu
4. Zpráva o výsledcích IG průzkumu
5. Předběžný statický návrh opěrné zdi v km 0,220
6. Vyjádření o existenci inženýrských sítí, vedení a zařízení
7. Geodetické zaměření



## 1. Úvod

Na základě objednávky SÚS PK bylo provedeno posouzení stability svahu pod silnicí II/199 v obci Tachov a zpracování návrhu jeho sanace ve dvou variantách. Pro zpracování této studie byl naší společností proveden inženýrskogeologický průzkum.

## 2. Použité podklady

Pro výpočet stability svahu a následný návrh úpravy jsme použili následující podklady:

- 1) Zprávu inženýrskogeologického průzkumu pro studii opravy svahu komunikace II/199 v obci Tachov, SG Geotechnika, a.s., 02/2020 (viz příloha 4),
- 2) Situaci a charakteristické příčné řezy silnicí ze zaměření, GEODÉZIE JIHOZÁPAD, s.r.o. 10/2019.

Při sestavení geometrie výpočetních řezů jsme vycházeli z aktuálního zaměření a geologických profilů z IGP. Posuzovány byly řezy ve staničení km 0,130, km 0,220 a km 0,260.

Při návrhu opravy a posouzení stability bylo postupováno dle následujících norem:

- 1) ČSN 73 6133 Návrh a provádění tělesa pozemních komunikací
- 2) ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí, Část 1: Obecná pravidla

## 3. Metodika geotechnických výpočtů

Na základě předběžného požadavku SÚS PK byl návrh úpravy svahu zpracován ve variantách s využitím svahování (km 0,130 a 0,260), vyztužení svahu pomocí konstrukce Green Terramesh (km 0,130 a km 0,220), pomocí opěrné betonové zídky (km 0,220) a kombinací piloty s protihlukovou zdí (km 0,220).

Výpočetní parametry byly stanoveny z návrhu charakteristických hodnot ve smyslu ČSN EN 1997-2 a ČSN P 73 1005, následně upraveny odborným odhadem na základě analogických staveb a zpětnou analýzou současného stavu.

Hladina podzemní vody nebyla při průzkumu kopanými sondami zastižena, proto není ve výpočtech uvažována. Možné krátkodobé zvodnění je do výpočtů zavedeno pomocí součinitele pórového tlaku  $r_u = 0,1$ , který představuje cca 20% zvodnění zeminy nad modelovanou smykovou plochou. Parametry použité ve výpočtech jsou uvedeny v tabulce 1.

Dopravní zatížení bylo modelováno rovnoměrným pásovým zatížením na komunikaci o hodnotě 10 kN/m.

**Tabulka 1: Přehled použitých výpočetních parametrů**

geotyp	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	c (kPa)
GT1 – O humózní horizont	18	22	4
GT2 – Y antropogenní navážky	18	23	2
GT3 – Qdsf jílovité písky a jíly	18,5	26	2
GT4 – Qdg svahové sutě	19	30	2
GT5 – Pz pararula zvětralá	22	30	10
GT6 – pararula navětralá	25	35	20
komunikace	20	35	15
hutněný zásyp	18	28	2
betonová zídka	22	45	20

Při posouzení dlouhodobé stability svahu pod komunikací bylo postupováno dle ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“. Při použití efektivních vrcholových parametrů ve výpočtu je z hlediska dlouhodobé stability pro násyp z jemnozrnné zeminy požadován  $F_{s,min} \geq 1,3$ , pro násyp z hrubozrnné zeminy  $F_{s,min} \geq 1,2$ , pro zářez v hrubozrnných zeminách  $F_{s,min} \geq 1,3$  a pro zářez v jemnozrnných zeminách  $F_{s,min} \geq 1,5$ . Řešený svah byl posouzen dle kritérií pro násyp. Při zohlednění možného dočasného zvodnění zemin při povrchu bylo použito kritérium dle Eurokódu 7 návrhového přístupu DA 2, kdy pro všechny návrhové situace je požadována minimální odolnost svahu  $\gamma_R \geq 1,1$ .

Geotechnické výpočty byly provedeny užitím programového vybavení Geo-Slope od firmy GEOSLOPE International, Calgary, Canada. Programový systém sestává z 7 modulů (Sigma/W, Slope/W, Seep/W, Temp/W, Ctran/W, Quake/W, Air/W), které umožňují velmi výstižně modelovat chování zemního prostředí, interakci konstrukce se zemním prostředím, proudění vody a kontaminantů, výpar, vliv tepelných změn, vliv seismicity, což vede ke komplexnímu řešení dané

úlohy. Program využívá k řešení stabilitních úloh (1. mezní stav) přesné matematické metody mezní rovnováhy. Pro výpočty deformací se používají moduly, které pracují s metodou konečných prvků.

K posouzení stability bylo použito modulu Slope/W. Modelovány byly kruhové smykové plochy s užitím optimalizace tvaru smykové plochy. Výpočet byl proveden v efektivních vrcholových parametrech smykové pevnosti.

## 4. Výsledky výpočtů

### 4.1 Svah v km 0,130

Řez v km 0,130 reprezentuje část svahu od odbočky z Plzeňské ulice k objektu č.p. 719 k opěrné zdi nad tímto objektem, tj. km 0,040 – 0,167 700. V tomto staničení je současná stabilita svahu relativně vysoká. Stupeň stability kritické smykové plochy je roven hodnotě  $F_S = 1,270$  pro přirozeně suchý stav a hodnotě  $F_S = 1,213$  pro krátkodobé nasycení horních vrstev.

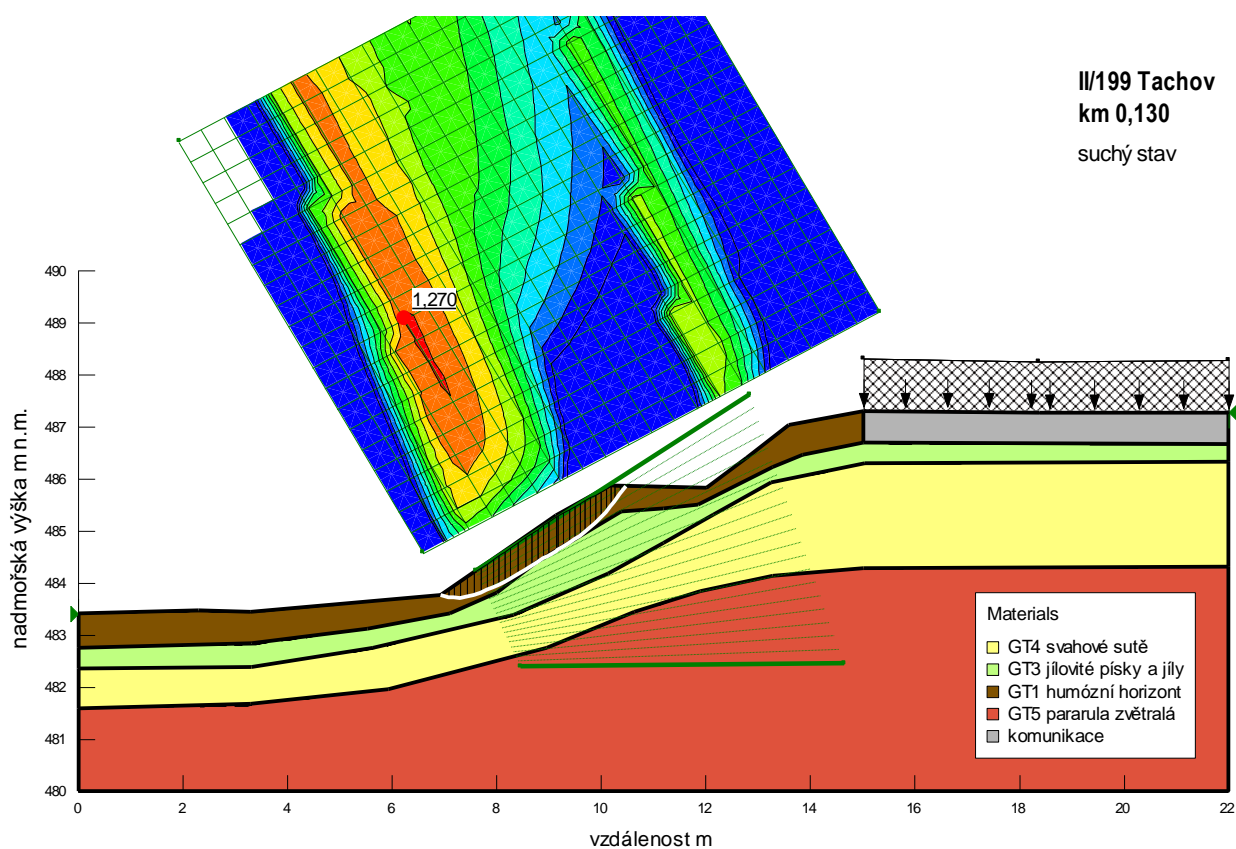
Navržené opatření (návrh 1) zde spočívá pouze ve zmírnění a sjednocení sklonu na cca 27° a výměnu horního klínu zeminy u nezpevněné krajnice za lepší hutněný materiál (např. šterkodrt 0/63 mm, šterkopísek). Stupeň stability upraveného svahu je potom roven hodnotě  $F_S = 1,409$ . Vzhledem k dostatečné stabilitě stávajícího svahu by v případě požadavku minimalizace rozsahu úprav a kácení bylo možné zvážit pouze úpravu svahu v horní části u krajnice, a to výměnou zeminy a zmírněním sklonu.

Pokud horní část svahu (návrh 2) vyztužíme dvěma etážemi geomříží s minimální tahovou pevností 40 kN/m a délkami cca 2 m v kombinaci s lícovými prvky, např. Green Terramesh se sklonem líce 60°, po 60 cm, kritická smyková plocha má stupeň stability roven hodnotě  $F_S = 1,602$ .

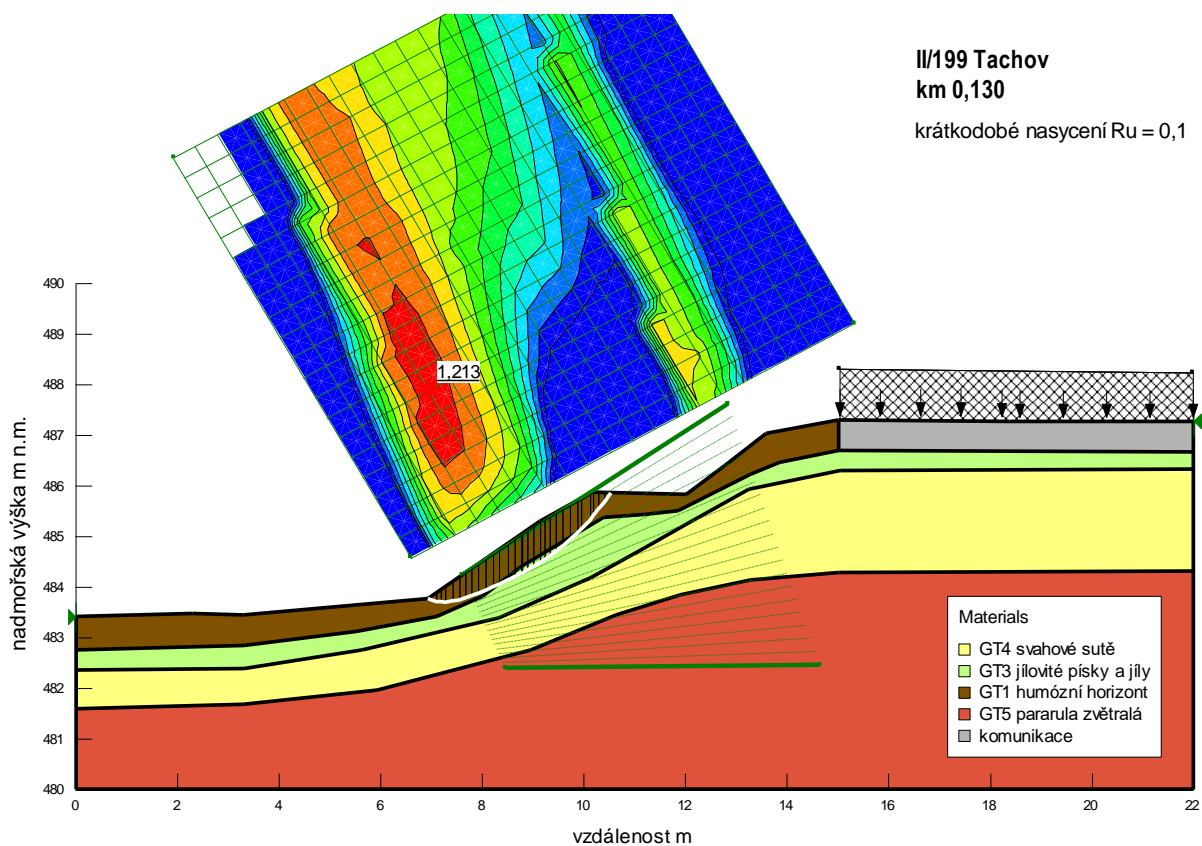
Stabilita je krátkodobě dostatečná i pro odkop poloviny komunikace při provádění při zachování provozu v jednom pruhu ( $F_S = 1,264$ ) pro oba návrhy úpravy.

**Tabulka 2: Výsledné hodnoty stupně stability v km 0,130**

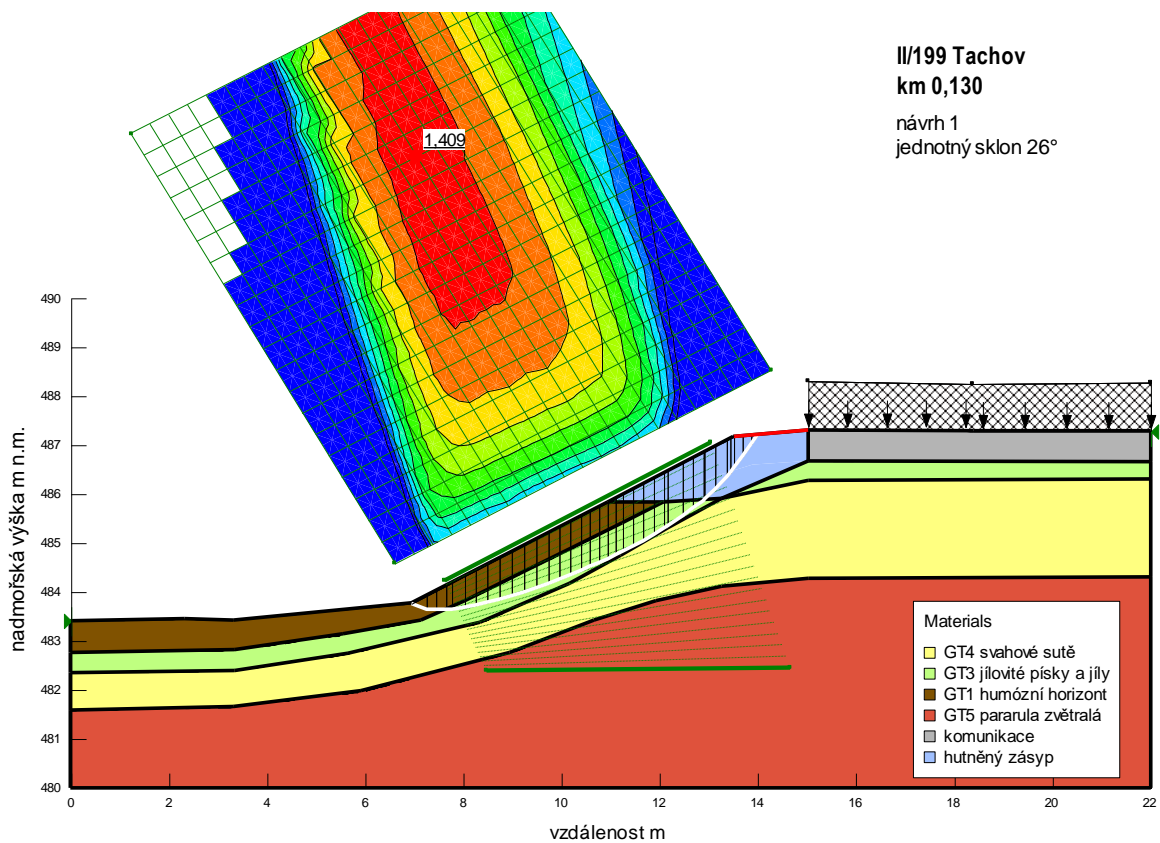
posuzovaný stav	nasycení	Fs
současný stav	suchý	1,270
	$R_u = 0,1$	1,213
návrh 1 – sklon 26°	suchý	1,409
návrh 2 – green terramesh	suchý	1,602
odkop pro provádění prací	suchý	1,264



**Obrázek 1** Posouzení stávajícího stavu, suchý svah

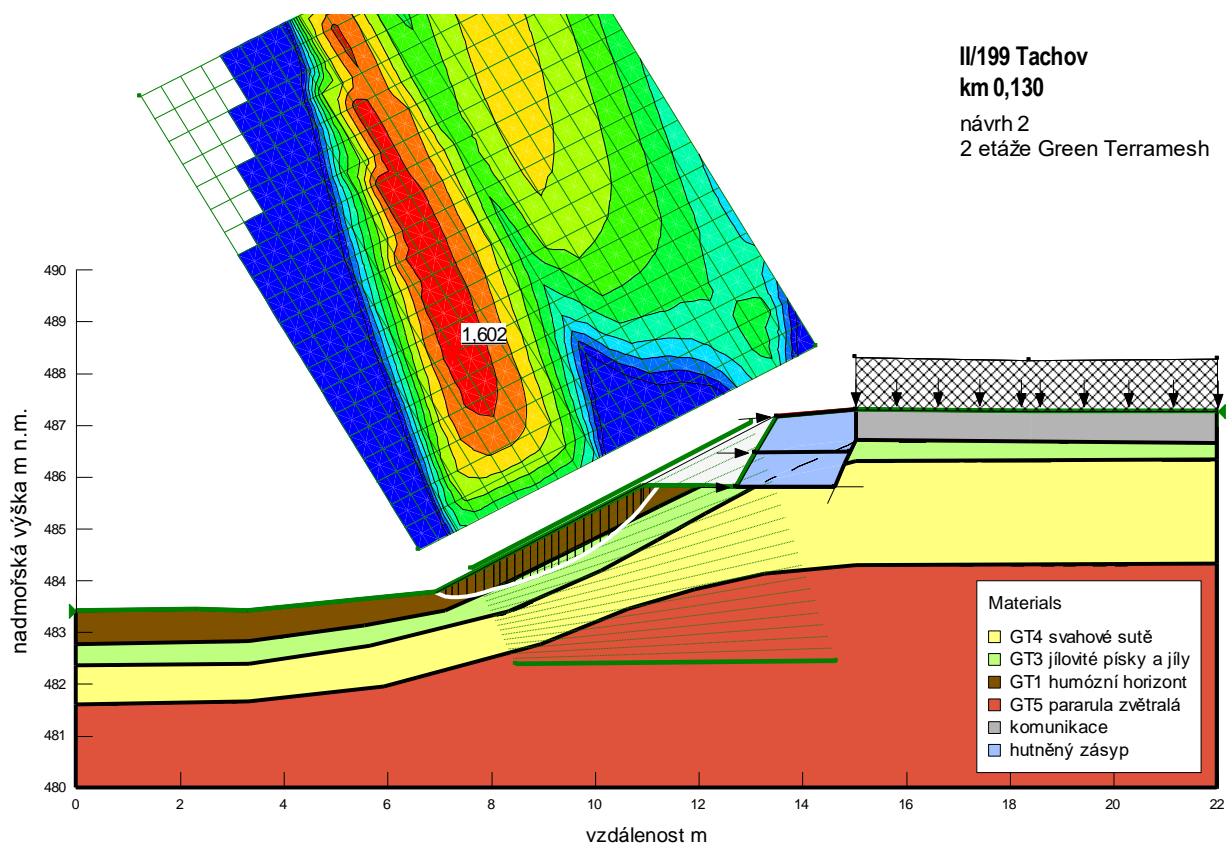


Obrázek 2 Posouzení stávajícího stavu,  $r_u = 0,1$

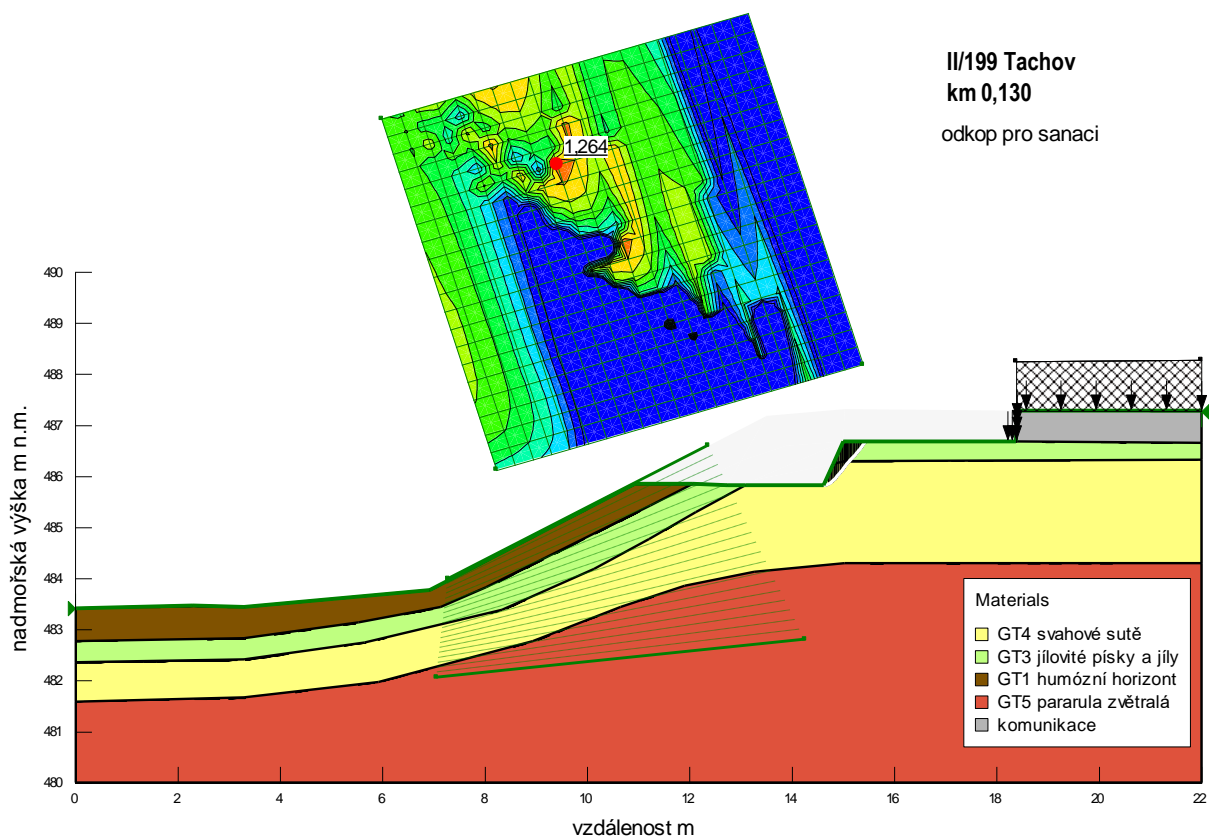


Obrázek 3 Posouzení návrhu úpravy – 1, jednotný sklon svahu  $27^\circ$





Obrázek 4 Posouzení návrhu úpravy – 2, vyztužená zemní konstrukce



Obrázek 5 Posouzení dočasného odkopu pro úpravu svahu a komunikace pro návrh 2

## 4.2 Svah v km 0,220

Řez km 0,220 reprezentuje část svahu zajištěnou betonovou zídou. V tomto profilu není současná stabilita svahu příliš vysoká. Stupeň stability kritické smykové plochy je roven hodnotě  $F_s = 1,177$  pro přirozeně suchý stav a hodnotě  $F_s = 1,050$  pro krátkodobé nasycení horních vrstev. Modelované smykové plochy prochází pod předpokládanou úrovní založení stávající železobetonové prefabrikované zdi/panelu.

Sanační návrh 1 uvažuje nahrazení stávající betonové zídky za vyztuženou zemní konstrukcí výšky cca 2,2 m. Bylo navrženo vyztužení horní části svahu třemi etážemi geomříží s minimální tahovou pevností 40 kN/m a délkami cca 2,5 m a 2 x 3,0 m (odspodu) v kombinaci s lícovými prvky, např. Green Terramesh, skladebné výšky 60 cm a sklonu líce 60°. Spodní část svahu je upravena do sklonu cca 30°. Zjištěná kritická smyková plocha má stupeň stability roven hodnotě  $F_s = 1,301$ .

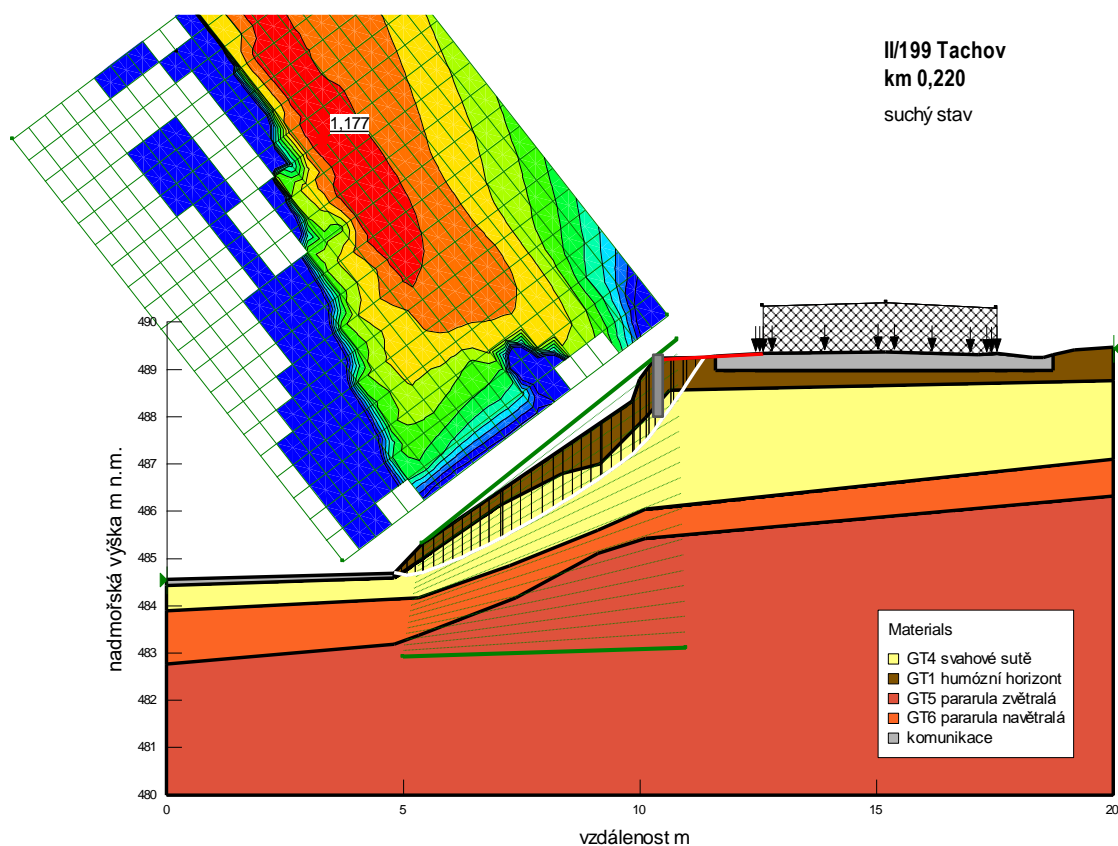
Druhý návrh předpokládá nahrazení stávající opěrné betonové zídky za novou. V návrhu je uvažována prefabrikovaná úhlová zídka šířky 1350 mm a výšky 2300 mm, založená na vrstvě podkladního betonu v úrovni 487,6 m n.m. Horní hrana zídky je vysazena nad stávající terén/krajnici cca 0,7 m. Spodní část svahu je ponechána v původním sklonu cca 35°. Za zídou je uvažován hutněný zásyp.

Třetí návrh uvažuje s pilotami průměru 600 mm, které budou sloužit zároveň pro zajištění svahu a jako základ pro protihlukovou stěnu místo stávajícího plotu. Prostor mezi pilotami lze pak zajistit zastříkáním, obkládovými panely apod.

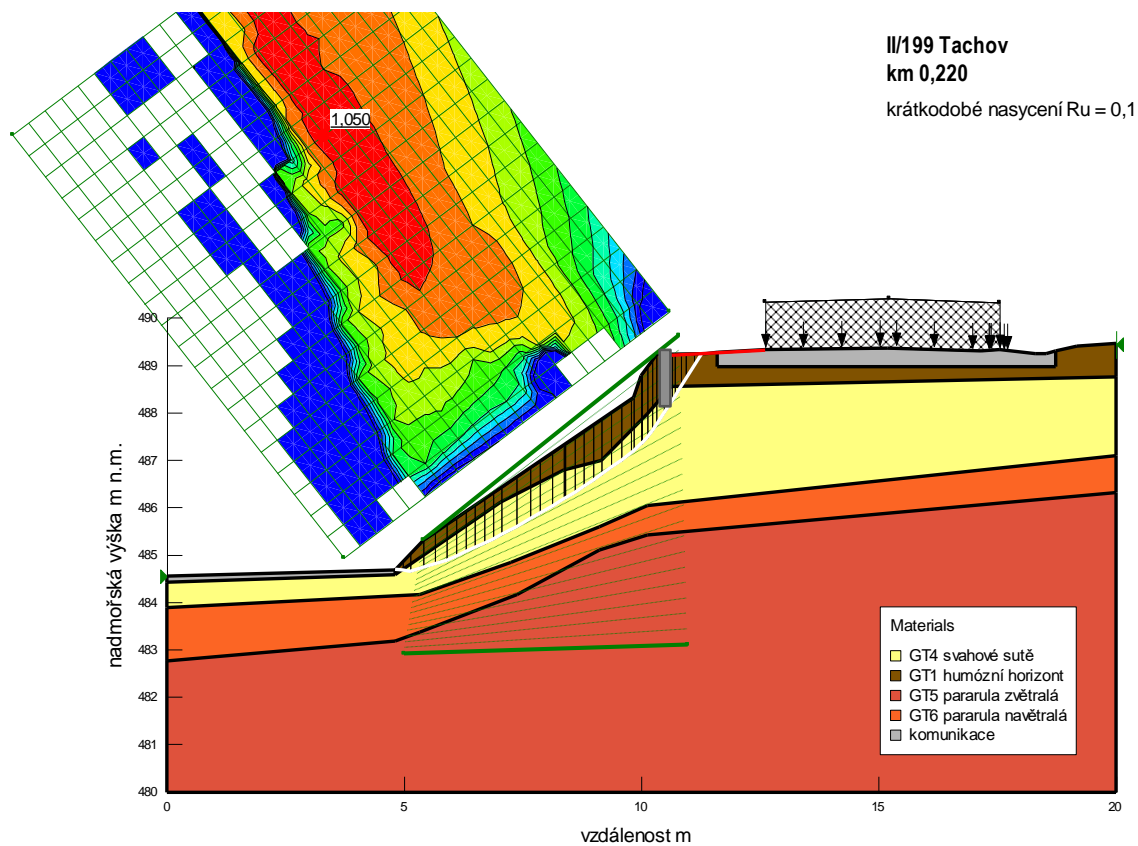
Stabilita je dostatečná i pro odkop poloviny komunikace při provádění prací při zachování provozu v jednom pruhu pro všechny varianty řešení.

**Tabulka 3: Výsledné hodnoty stupně stability v km 0,220**

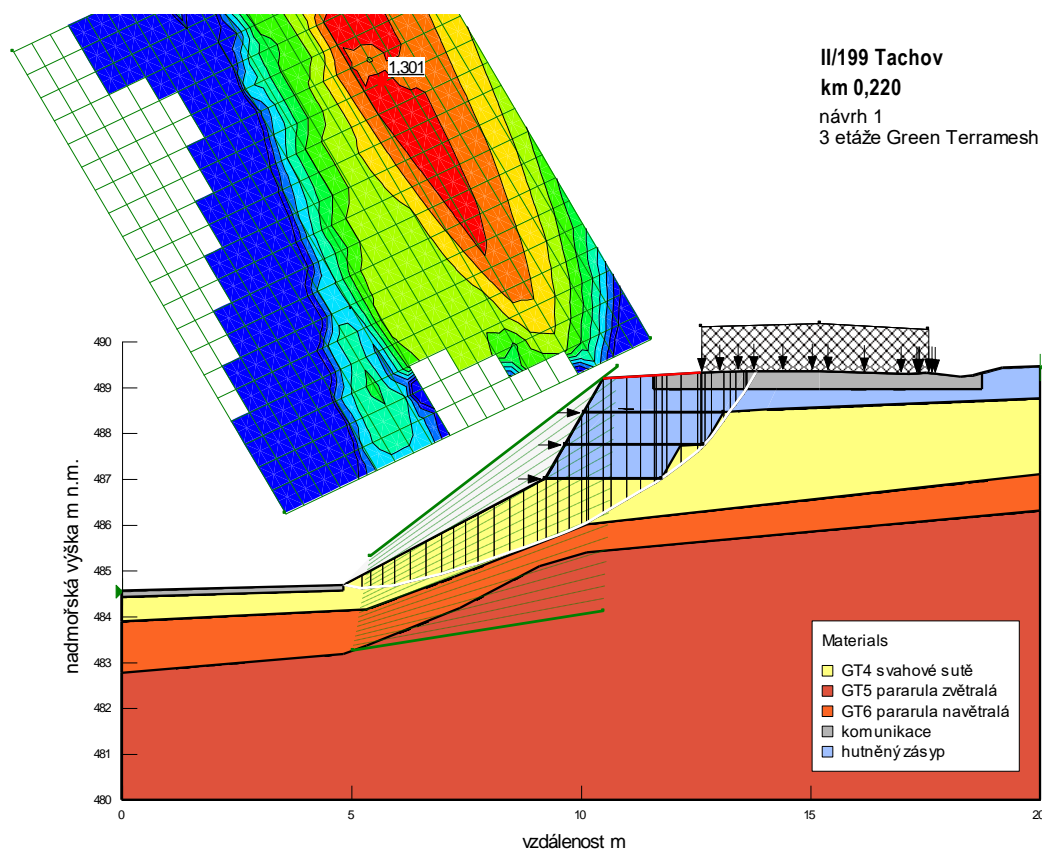
posuzovaný stav	nasycení	$F_s$
současný stav	suchý	1,177
	$R_u = 0,1$	1,050
návrh 1 – green terramesh	suchý	1,301
návrh 2 – úhlová zídka	suchý	1,298
návrh 3 – pilota s PHS	suchý	1,361
odkop pro green terramesh	suchý	1,384
odkop pro novou zídou	suchý	1,388



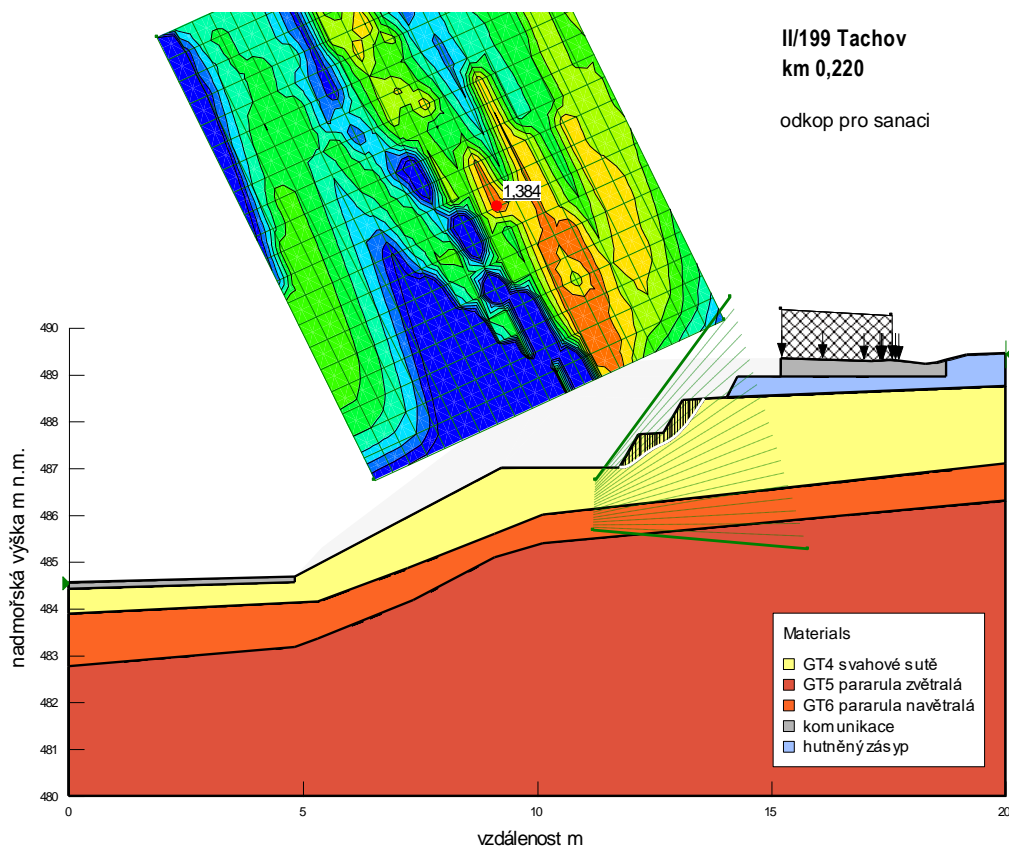
Obrázek 6 Posouzení stávajícího stavu svahu se zídou, suchý svah



Obrázek 7 Posouzení stávajícího stavu svahu se zídou,  $r_u = 0,1$

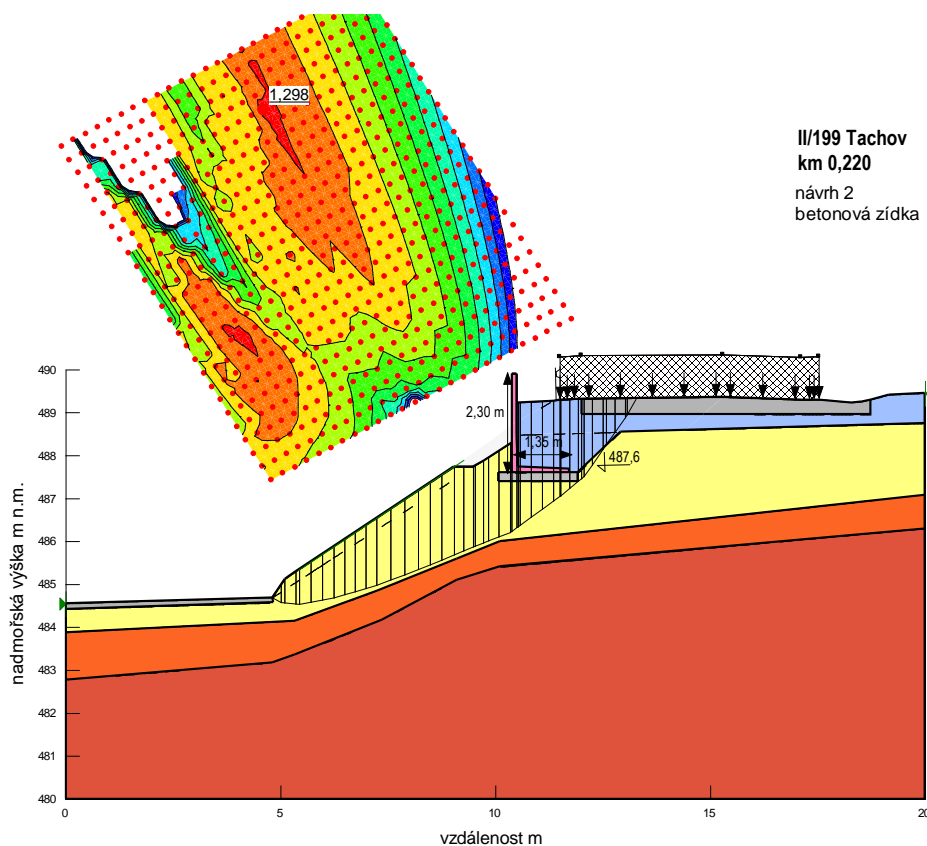


Obrázek 8 Posouzení návrhu 1 – vyztužená zemní konstrukce

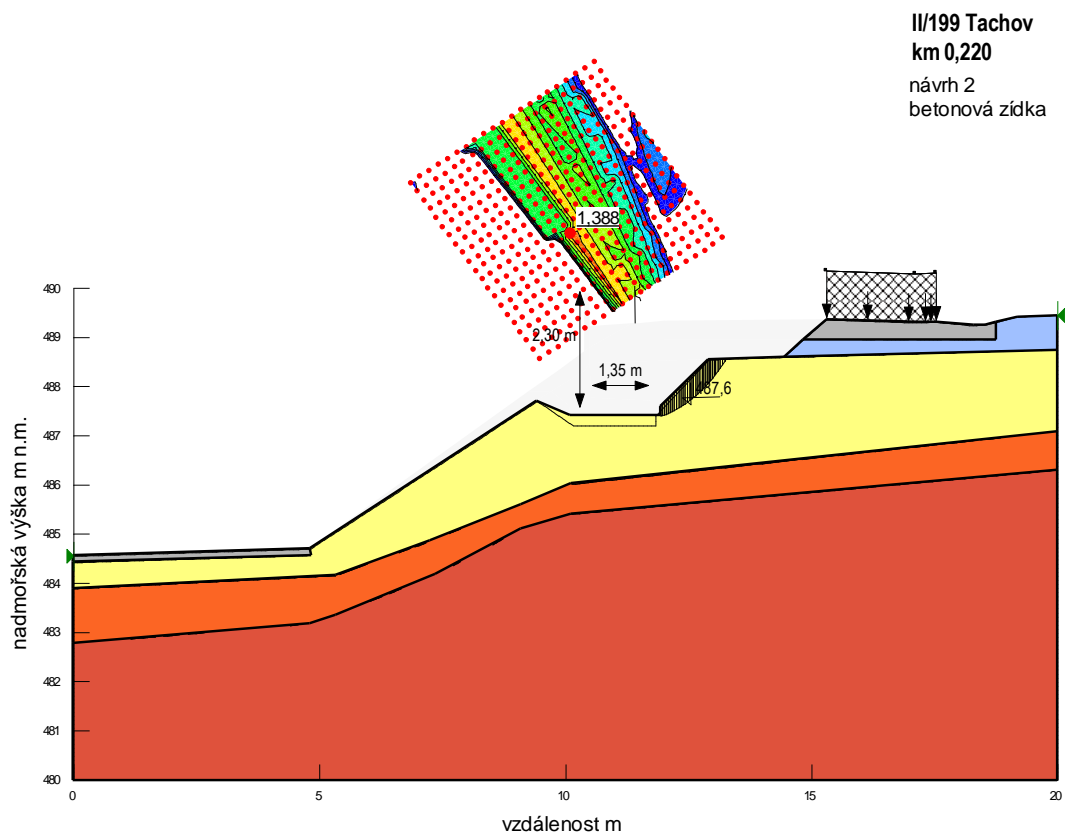


Obrázek 9 Posouzení návrhu 1, odkop pro výstavbu vyztužené zemní konstrukce

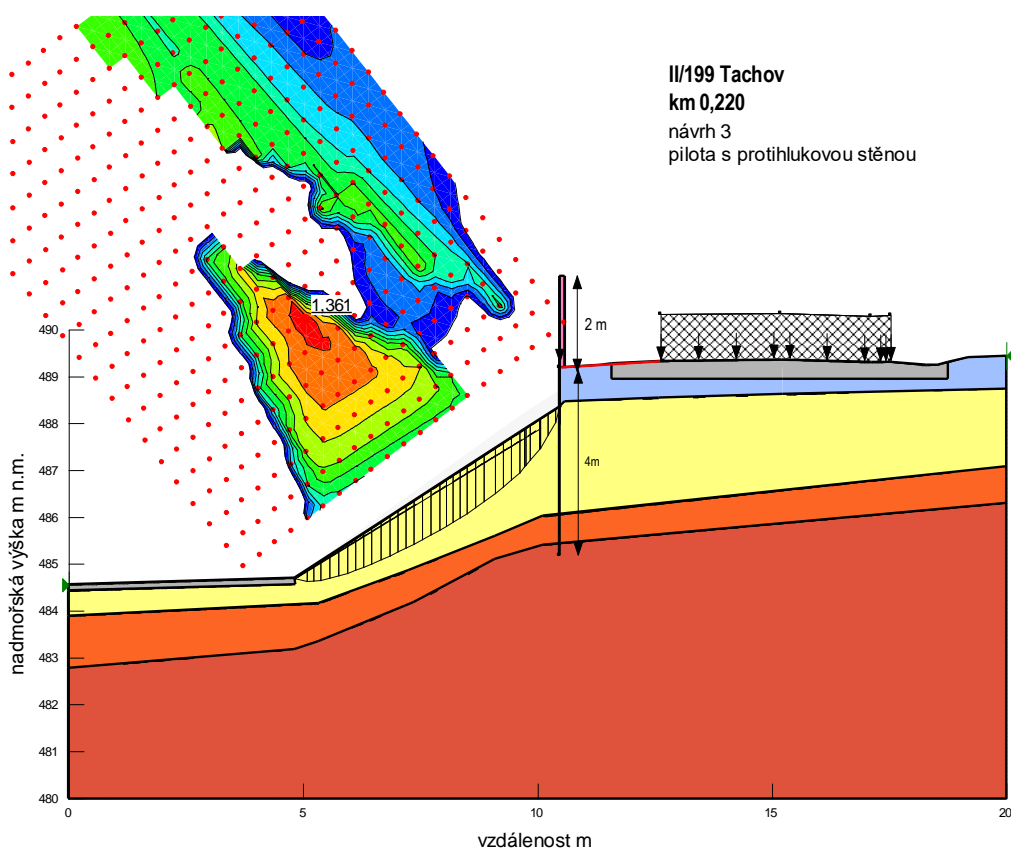




Obrázek 10 Posouzení návrhu 2, úhlová zídka



Obrázek 11 Posouzení návrhu 2, odkop pro výstavbu



Obrázek 12 posouzení návrhu 3, PHS založená na pilotách

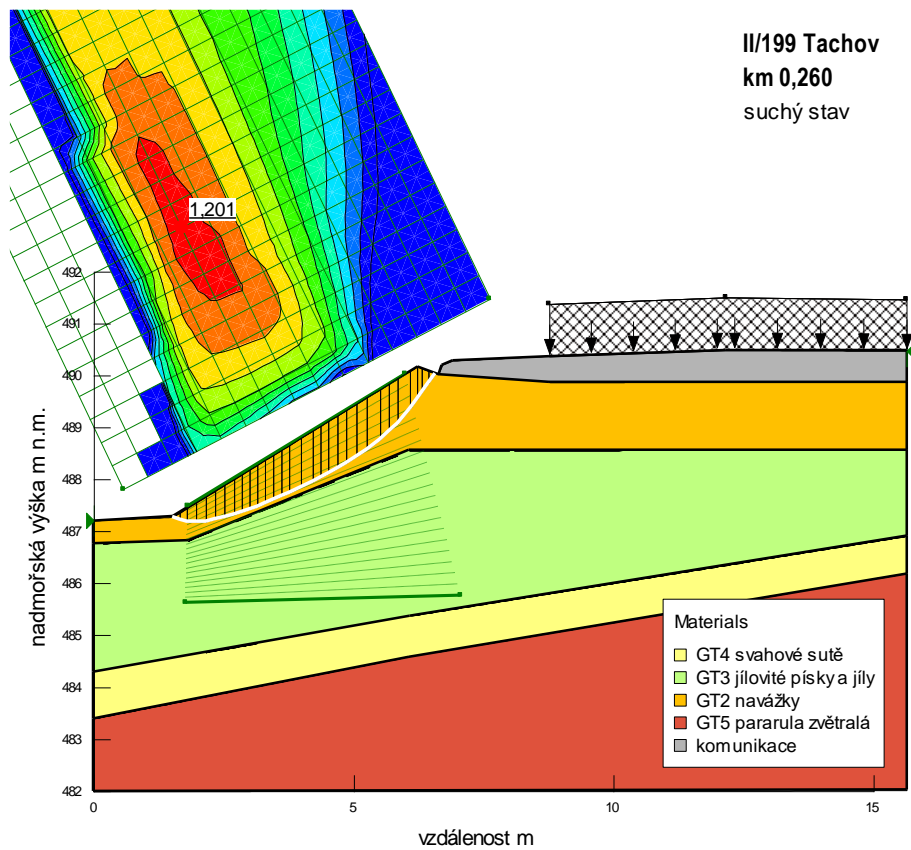
### 4.3 Svah v km 0,260

V tomto profilu se současná stabilita svahu rovná hodnotě  $F_s = 1,201$  pro přirozeně suchý stav a hodnotě  $F_s = 1,098$  pro krátkodobé nasycení horních geologických vrstev. Vzhledem k tomu, že vrchní vrstvu tvoří antropogenní navážky, stabilita bude závislá na konkrétním složení a může být lokálně proměnlivá. Sanační návrh uvažuje pro novou geometrii silnice s urovnáním svahu do jednotného sklonu cca  $27^\circ$ . Stupeň stability návrhu je roven hodnotě  $F_s = 1,417$ .

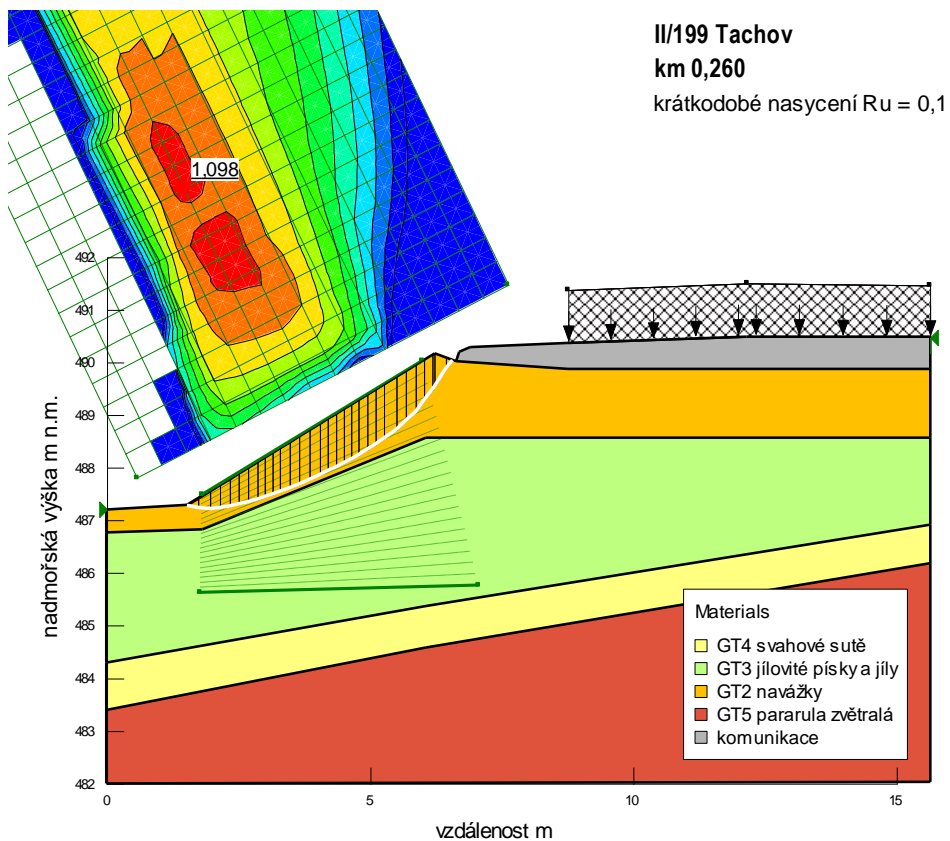
Stabilita svahu je dostatečná pro odkop poloviny komunikace při provádění prací při zachování provozu v jednom pruhu.

Tabulka 4: Výsledné hodnoty stupně stability v km 0,260

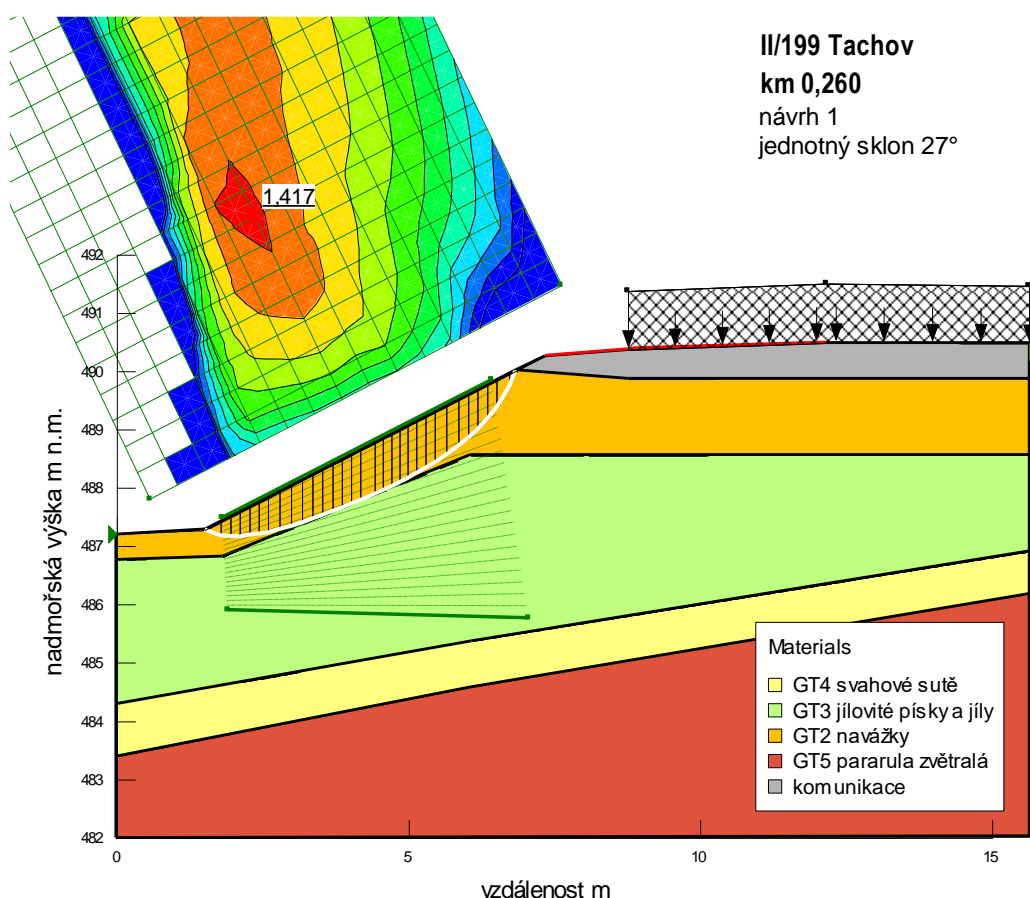
posuzovaný stav	nasycení	$F_s$
současný stav	suchý	1,201
	$R_u = 0,1$	1,098
návrh 1 – sklon $27^\circ$	suchý	1,417



Obrázek 13 Posouzení stávajícího stavu, suchý svah



Obrázek 14 Posouzení stávajícího stavu,  $r_u = 0,1$



Obrázek 15 Posouzení návrhu úpravy svahu – 1, zmírnění sklonu na 27°

## 5. Závěr a doporučení, zhodnocení navržených úprav

Cílem předložené zprávy byl předběžný návrh opravy svahu a komunikace II/199 v Tachově v Plzeňské ulici od odbočky k objektu č.p. 719 ke křižovatce s ulicí Oldřichovská. Návrh byl proveden variantně ve 3 profilech charakteristických pro dané úseky komunikace/svahu. Začátek úpravy byl umístěn cca 40 m před odbočku k objektu č.p. 719 směrem do centra.

### Úsek km 0,000 – 0,167 700

Pro tento úsek byl návrh a zhodnocení možných úprav svahu proveden v jednom řezu ve staničení km 0,130. Navrženy a posouzeny byly dvě varianty. V první variantě je navrženo svahování v jednotném sklonu cca 27° a výměna materiálu navážek v horní části svahu pod nezpevněnou krajnicí do mocnosti cca 1,3 m. Úprava sklonu svahu je uvažována v úseku km cca 0,100 (sloup v patě svahu) - 0,167 7 (začátek betonové zídky). Výměnu materiálu krajnice lze doporučit v celé délce opravovaného úseku. V případě požadavku minimalizace rozsahu úprav a kácení stromů je



možné zvážit pouze úpravu svahu v horní části u krajnice, a to výměnou zeminy a zmírněním sklonu vzhledem k dostatečné stabilitě stávajícího svahu.

V druhé variantě je navržena úprava vyztužení horní části svahu pomocí 2 etáží vyztužené konstrukce, např. Green Terramesh, s nepatrným zmírněním sklonu svahu v dolní části.

Schéma navržených úprav je uvedeno v příloze č.3. U žádné varianty nedochází ke střetu se stávajícími sloupy, obě varianty jsou proveditelné při zachování jednosměrného provozu v Plzeňské ulici. Z hlediska ceny, snazšího a rychlejšího provedení lze doporučit variantu 1.

### **Úsek km 0,167 700 – 0,256 600**

Návrh řešení na úseku s betonovou zídou byl proveden v řezu km 0,220. U profilu km 0,220 lze buď rozšířit vyztuženou konstrukci (Green Terramesh) z předešlého úseku na 3 etáže nebo použít betonové opěrné zídky obdobně jako v současnosti.

V předběžných návrzích byla uvažována prefabrikovaná zídka katalogového tvaru výšky 2300 mm určená pro použití u veřejných komunikací. Zídka je založená na vrstvě podkladního betonu v úrovni 487,6 m n.m., horní hrana zídky je vysazena nad stávající terén/krajnicí cca 0,7 m. Při použití prefabrikátu je nutné vybrat takové, které umožní dodatečné zmonolitnění stěny v podélném směru, aby nedocházelo k drobným deformacím/pootočení apod. jednotlivých dílců zdi. Ve finálním návrhu je třeba parametry dílců staticky posoudit, případně po konzultaci s výrobcem navrhnout tvar dílce do výroby. Ačkoliv nebyla průzkumnými pracemi zastižena hladina podzemní vody, je nutné počítat s možným prouděním/průsakem vody pod komunikací, kdy betonová stěna tvoří bariéru, je tedy nutné vyřešit odvodnění prostoru za zdí.

Řešení pomocí vyztužené zemní konstrukce poskytuje omezené možnosti ohledně umístění plotu a řešení odvodnění. Odvodnění komunikace v tomto případě je odtokem z povrchu komunikace či průsakem konstrukcí. Sloupky plotu lze umístit v krajnici, kdy dojde ke střetu s výztužemi, proto je nutné volit spíše subtilnější oplocení. Možným současným řešením odvodnění a plotu by bylo zřízení betonové římsy se žlabem na hraně konstrukce. Toto řešení s římsou bychom však spíše nedoporučili. Navíc vyztužená konstrukce již zasahuje mimo pozemek SÚSPK. K dodržení hranice pozemku nebo alespoň v oblasti garáže by bylo nutné místo ozeleněných prvků ve sklonu 60° použít svislé lícové prvky, např. betonové panely.

Při řešení pomocí betonové úhlové zdi je možné umístění plotu přímo na zídce nebo před zídkou, kdy je tato pak nedostupná a plot leží na pozemku SÚSPK. Na základě diskuse tohoto problému vznikl požadavek SÚSPK vyřešit oplocení jako protihlukovou ochranu. V současné době jsou k dispozici plotové dílce, které mohou zároveň plnit funkci protihlukové ochrany. Nosné sloupky pro plotová pole je nutné založit do nezámrazné hloubky, cca 0,8 m, tj. buď před betonovou zídkou nebo řešit jejich kotvení do zídky současně při návrhu zídky.

Dalším řešením je „pilotová stěna“ s osovou vzdáleností pilot rovné vzdálenosti sloupků protihlukové stěny namísto stávajícího plotu. Návrh pilot musí být proveden tak, aby splnil funkci bezpečného založení PHS a současně zajištění svahu. V závislosti na vzdálenosti pilot se navrhne úprava líce stěny, např. betonové tvárnice, obklady, zastříkání apod. Při návrhu protihlukové stěny v intravilánu doporučujeme ověřit, zda je stěna „pohltivá“, aby naopak nedocházelo k odrazu hluku do zástavby.

Všechna uvedená řešení jsou proveditelná při zachování jednosměrného provozu. Schéma navržených řešení jsou zakreslena v příloze 3. Z hlediska bezpečného zajištění svahu a nejmenšího zásahu do sousedního soukromého pozemku bychom jako optimální variantu doporučili variantu zajištění pomocí pilot s protihlukovou stěnou.

### **Úsek km 0,256 600 – 0,321 850**

V tomto úseku vyšla stabilita stávajícího svahu dostatečná, respektive při zohlednění možného zvodnění zemin se zavedením spíše konzervativních parametrů navážek do výpočtu není striktně splněno kritérium stability. V řešeném úseku (charakteristický profil km 0,260) lze doporučit vysvahování v jednotném sklonu 27°. V případě požadavku zachování stávající šířky krajnice (odpočívka) vzhledem k tomu, že v současné době nejsou patrné žádné deformace svahu či komunikace, je možné ponechat svah bez úpravy sklonu, pouze s úpravou zemin v krajnici komunikace a zvážením odvodnění svahu.

Schéma návrhu úpravy je uvedeno v příloze č.3.

Všechny výpočty jsou platné za dodržení vstupních parametrů a okrajových podmínek a dodržení souvisejících předpisů a norem při provádění zemních prací.

**Tabulka 5: Orientační zhodnocení variant**

Řešený úsek km	varianta – návrh úpravy	Výhody	Nevýhody
<b>svah km 0,0-0,167</b>	svahování v jednotném sklonu cca 27° a výměna materiálu navážek v horní části svahu	<ul style="list-style-type: none"> <li>rychlé, jednoduché provedení</li> <li>nejlevnější varianta svahu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>nutnost kácení stromů v krajnici</li> <li>zrušením lavičky = jednotný sklon, přerozdělení aktivních a pasivních hmot ve svahu</li> </ul>
	vyztužená zemní konstrukce v horní části	<ul style="list-style-type: none"> <li>řešení málo citlivé na deformace svahu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>kácení stromů v horní části</li> <li>svodidlo ve střetu s výztužemi</li> <li>pracnější oproti svahování</li> <li>oplocení – možný střet s výztužemi</li> </ul>
<b>zeď km 0,167-0,257</b>	vyztužená zemní konstrukce v horní části	<ul style="list-style-type: none"> <li>kce méně citlivá na deformace</li> <li>stejná technologie jako v předchozím úseku</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zasahuje mimo pozemek SÚSPK</li> <li>nutnost použít svislé lícové prvky místo ozelenění, aby kce byla na pozemku SÚSPK</li> <li>porušení výztuh při instalaci svodidla</li> <li>odvod vody krajnicí a kcí na sousední pozemek</li> </ul>
	betonová úhlová prefabrikovaná zeď	<ul style="list-style-type: none"> <li>montáž z prefabrikovaných dílů (případně na míru)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>kce citlivá na dfce, při špatném zmonolitnění možnost pootočení jednotlivých dílců</li> <li>problematické odvodnění, nutnost drénu za zdí</li> <li>plot nutno umístit před zeď nebo na zeď</li> </ul>
	pilota s PHS	<ul style="list-style-type: none"> <li>řešení zajištění svahu, plotu a protihlukové opatření jednou konstrukcí</li> <li>nejbezpečnější varianta na tomto úseku</li> <li>bez zásahu do sousedního pozemku (minimální zásah)</li> <li>odvodnění prostoru za zdí lze řešit výběrem úpravy líce/mezilehlých prvků mezi pilotami</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>nutnost dimenzovat piloty na zajištění svahu + založení PHS (účinky větru)</li> <li>nutná úprava líce ve svahu</li> </ul>