

II/169 Radešov – Rejštejn

PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE PRO ÚZEMNÍ ROZHODNUTÍ

DOKLADOVÁ ČÁST 05 Stabilitní výpočty

Objednatel:

*Správa a údržba silnic Plzeňského kraje,
příspěvková organizace,
Koterovská 462/162, Koterov, 326 00 Plzeň*

DATUM

5/2022

ARCH. ČÍSLO

21.0101.262Z24

Obsah

1. Úvod.....	4
2. Vstupní data a okrajové podmínky návrhu.....	4
3. Návrh úpravy vlevo ve směru staničení – zářezy.....	5
4. Návrh úpravy vpravo ve směru staničení – přísypy	8
4.1 <u>Úsek km 0,475 – 0,625.....</u>	8
4.2 <u>Úsek km 0,0 – 0,325.....</u>	11
5. Závěr.....	15

1. Úvod

Naše společnost SG Geotechnika, a.s. provedla návrh a posouzení úpravy svahů zářezů a přísypů pro rekonstrukci silnice II/169 na úseku Radešov – Rejštejn v rámci DÚR.

2. Vstupní data a okrajové podmínky návrhu

Celková délka řešeného úseku je cca 1,2 km. Začátek rekonstrukce (km 0,0) je situován do křižovatky se silnicí II/145 na Kašperské Hory. Rekonstruovaný úsek je ukončen v obci Rejštejn (km 1,21827). Na základě terénní rekognoskace a provedeného inženýrskogeologického průzkumu byl řešený úsek rozčleněn na úseky dle možných úprav komunikace, které umožní rozšíření na kategorii S6,5.

Vzhledem k prostorovým možnostem byla navržena úprava svahu vlevo v celé délce úseku, respektive v km 0,0-0,950, kdy zářez v km cca 0,0-0,225 je proveden ve skalních horninách. Z hlediska prostorového uspořádání je nutná i úprava vpravo, a to na úseku km 0,475 – 0,625.

Pro návrh úprav byly použity příčné řezy konstrukcí silnice zpracované v rámci výkresů pro DÚR. Geologické poměry lokality byly převzaty/odvozeny z provedeného inženýrskogeologického průzkumu. Výpočetní parametry byly stanoveny odborným odhadem ze zatřídění zemin dle ČSN 73 6133. Přehled použitých výpočetních parametrů uvádí následující tabulka č. 1.

Tabulka č. 1 Přehled použitých výpočetních parametrů

Zemina/materiál	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	c (kPa)
sutě	19	33	3
písčitá hlína	19	26	5
materiál původního násypu	20	30	3
materiál přísypu	19	32	3
zásyp gabionu	19	36	1
skalní podloží	22	40	15

Návrh úpravy svahů (zářezů i přísypu) je proveden v souladu s ČSN 73 6133, kde jsou stanoveny požadavky na minimální stupně dlouhodobé stability. Pro zářezy v hrubozrnných zeminách (zde na lokalitě sutě) je požadován minimální stupeň stability $F_s \geq 1,2$, pro násypy z hrubozrnné sypaniny (předpokládáme využití výkopku – sutí ze zářezů) rovněž $F_s \geq 1,2$. Požadavky na krátkodobou stabilitu tato ČSN neuvádí, proto byly jednotlivé fáze výstavby posuzovány dle ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí Část 1: Obecná pravidla, kdy byl použit návrhový přístup 2. Při postupu dle Eurokódu 7 (EC7) návrhového přístupu NP2 musí pro všechny posuzované návrhové situace být součinitel odolnosti svahu (stupeň stability) $\gamma_R (F_s) \geq 1,1$.

Hladina podzemní vody nebyla průzkumem zastižena, ve svazích zářezu bylo uvažováno dočasné přípovrchové zvodnění užitím součinitele pórového tlaku $r_u = 0,1$. Ve výpočtech bylo uvažováno dopravní zatížení komunikace hodnotou 10 kPa.

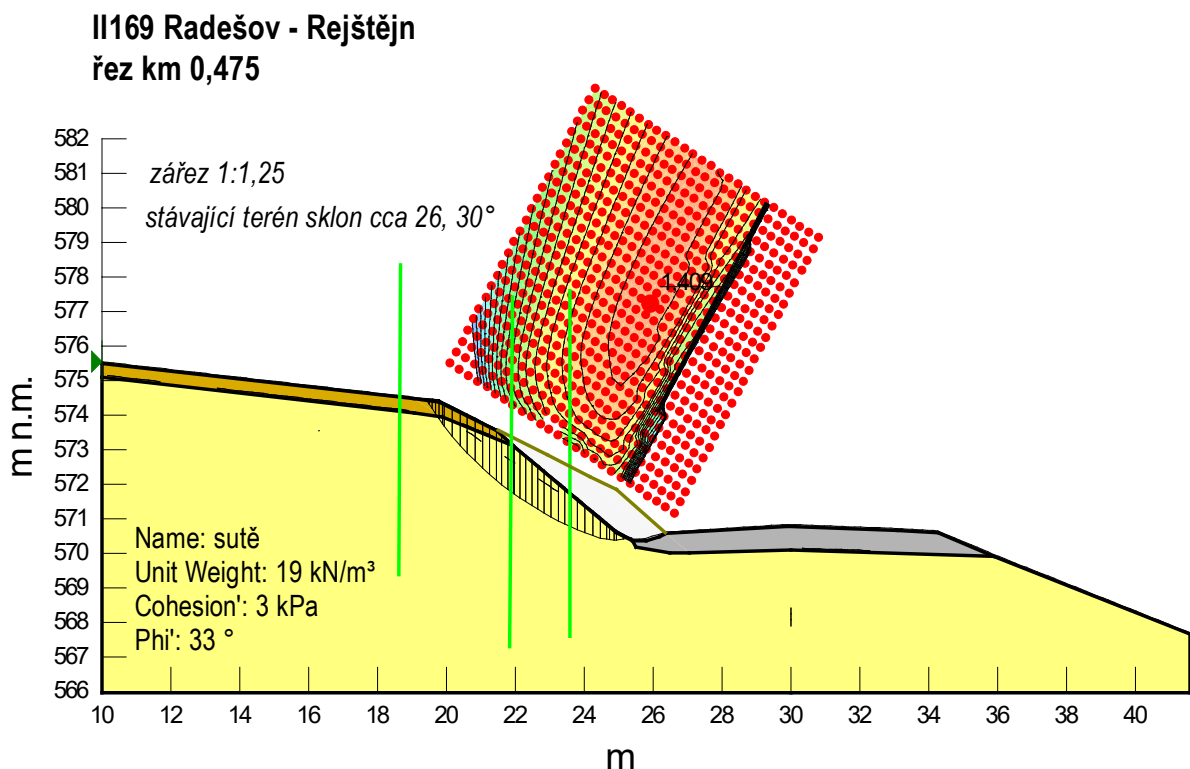
3. Návrh úpravy vlevo ve směru staničení – zářezy

Na úseku km 0,225 – 0,950 byly prověřeny možnosti úpravy svahu zářezu svahováním nebo zajištění pomocí gabionové zídky. Na úseku km 0,750 – 0,850 je řešení limitováno dodržením hranice pozemku. Přehled výsledků provedených analýz je uveden v následující tabulce č. 2. Vybrané analýzy jsou doloženy graficky v následujících obrázcích.

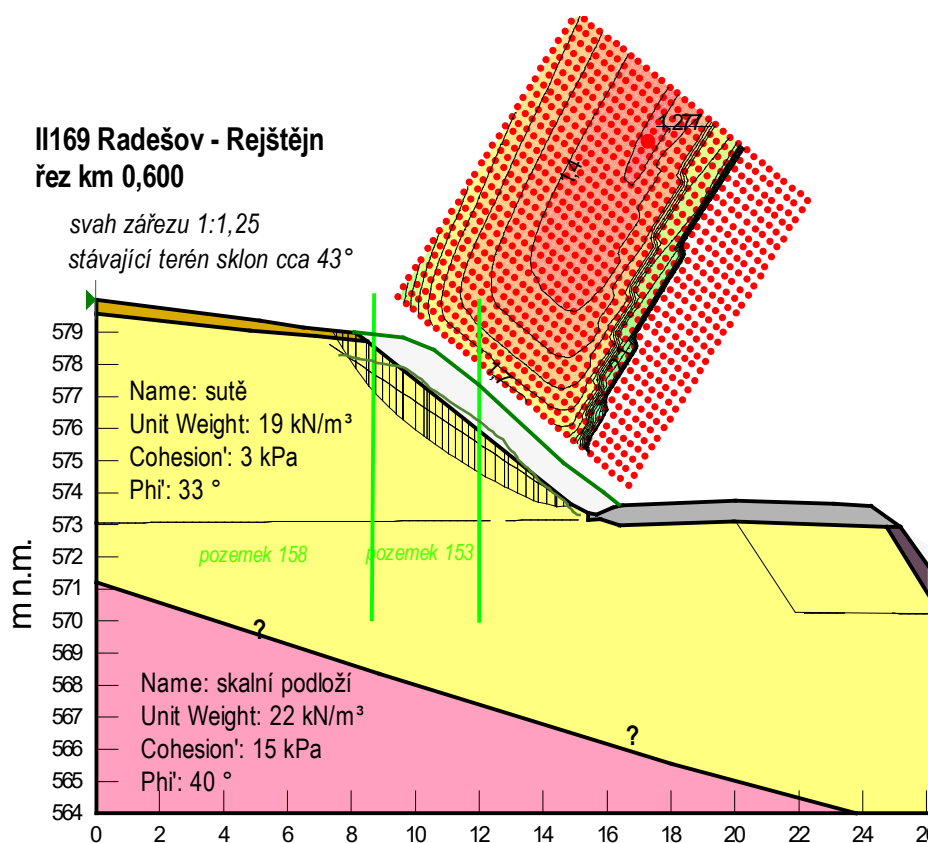
Tabulka č. 2 Přehled výsledků provedených analýz pro návrh úpravy vlevo ve směru staničení

Navržená úprava	posuzovaný stav	posuzovaný řez			
		km 0,475	km 0,600	km 0,625	km 0,800
svah 1:1,25	suchý	1,409	1,277	1,247	-
	$r_u = 0,1$	1,266	1,134	1,109	-
gabion výška 3,5 m	globální stabilita	-	1,086	-	1,403
	odkop 50°	-	0,963	-	-*
	odkop 70°	-	0,676	-	0,845

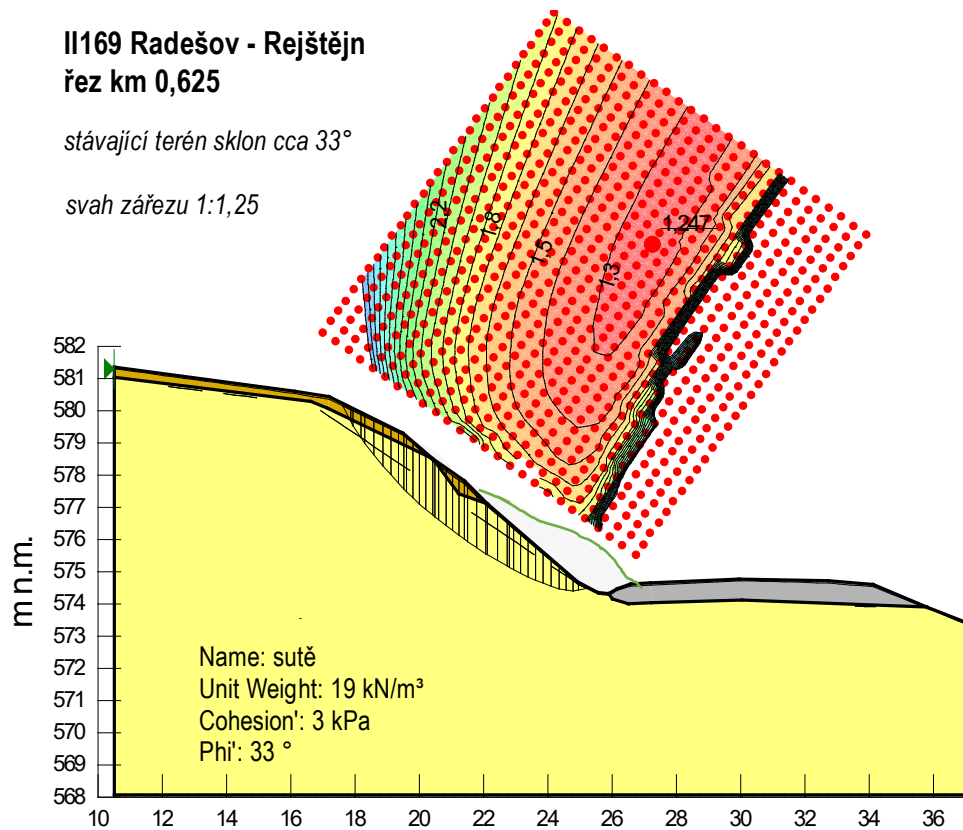
* nelze s ohledem na hranici pozemku



Obr. 1 Návrh svahu zářezu 1:1,25 v řezu km 0,475, výška svahu zářezu 4,2 m



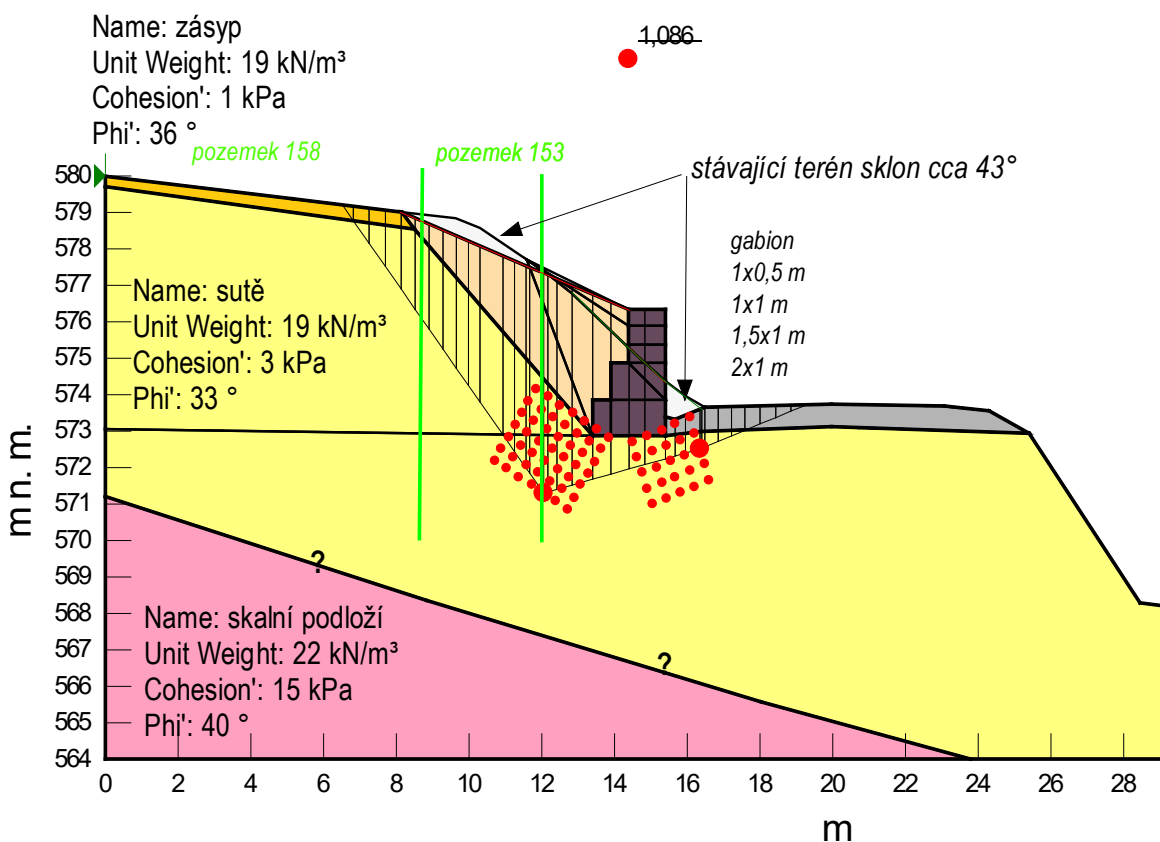
Obr. 2 Návrh svahu zářezu 1:1,25 v řezu km 0,6, výška svahu zářezu 5,9 m



Obr. 3 Návrh svahu zářezu 1:1,25 v řezu km 0,625, výška svahu zářezu 6,2 m

II169 Radešov - Rejštejn

řez km 0,600

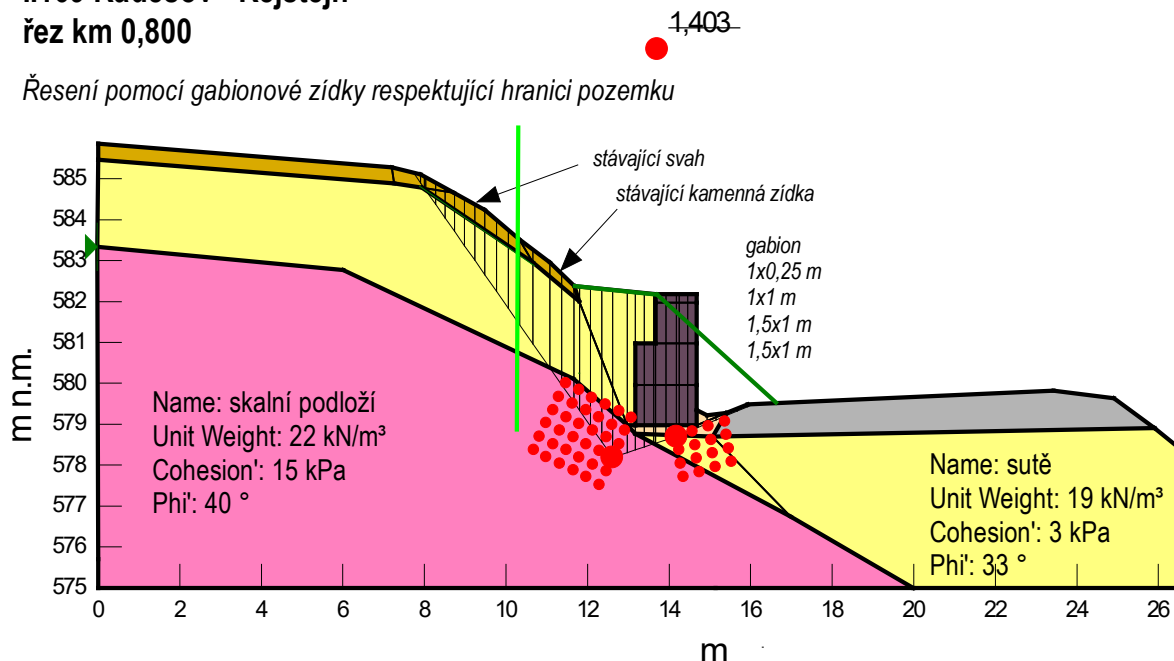


Obr. 4 Návrh gabionové zídky výšky 3,5 m v řezu km 0,600

II169 Radešov - Rejštejn

řez km 0,800

Řešení pomocí gabionové zídky respektující hranici pozemku



Obr. 5 Návrh gabionové zídky výšky 3,25 m v řezu km 0,800

Vysvětlivky k obrázkům 1-5:

- stávající terén
- hranice pozemku

Na základě provedených stabilitních analýz byla jako nejvýhodnější vyhodnocena varianta úpravy svahů zářezů ve sklonu 1:1,25. Tato úprava vyvolá nejmenší zásah do stávajícího prostředí. Sklony nových svahů zářezů odpovídají cca stávajícím. Posouzení bylo provedeno ve třech řezech, a to km 0,475, km 0,600 a km 0,625.

Pro realizaci gabionů vychází jako stabilní dočasný výkop ve sklonu 50°, tj. rozsáhlejší výkop než pro svahování. Stabilita výkopu je navíc podmíněna prováděním odkopu po sekcích.

V úseku km 0,750 – 0,850 je prostor pro úpravu omezen hranicí pozemku a zachováním přístupových cest. Proto zde byla navržena úprava pomocí gabionové zídky v patě (výška do 3,5 m). Odkop pro gabion s ohledem na hranici pozemku vychází ve sklonu 69°. Dle výsledků provedeného inženýrskogeologického průzkumu by se skalní podloží mělo v této oblasti dostávat blíže k povrchu (cca 2-3 m pod stávajícím terénem), tudíž při výkopu směrem do svahu lze očekávat zlepšení stabilitních poměrů. Nicméně výkop bude nutné provádět po sekcích. Při zahájení výkopových prací je doporučena účast geologa, který postup upřesní dle aktuálně zjištěných podmínek.

4. Návrh úpravy vpravo ve směru staničení – přísypy

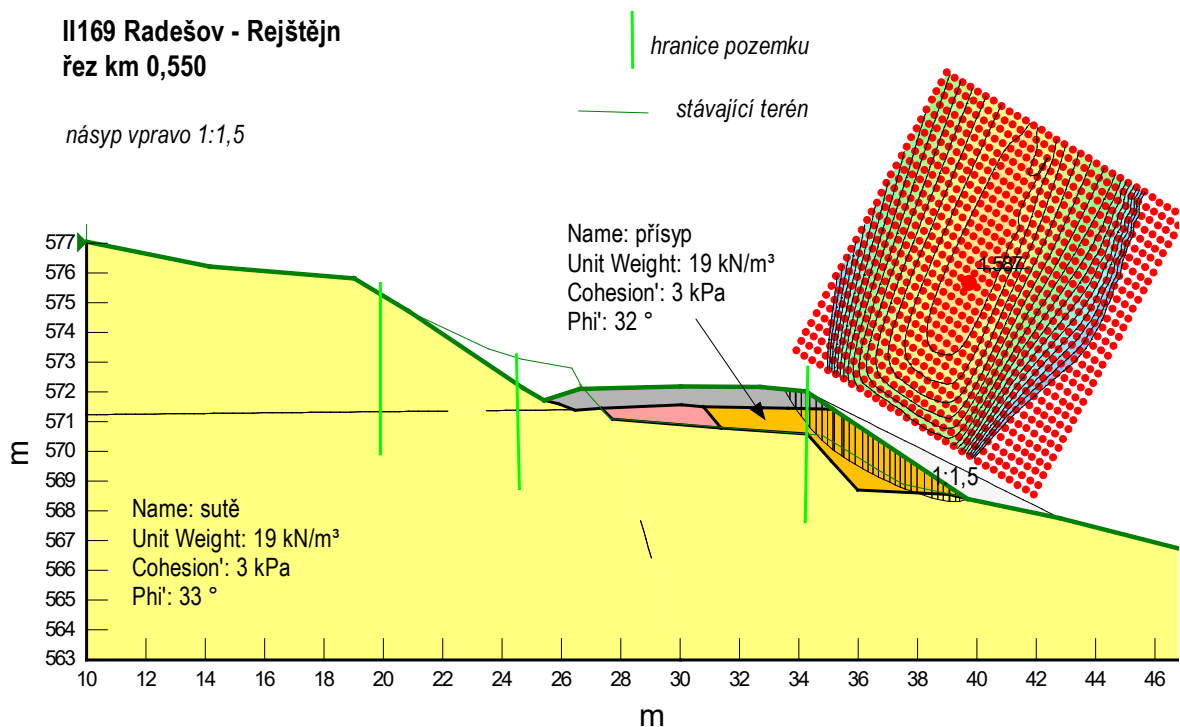
4.1 Úsek km 0,475 – 0,625

Na úseku km 0,475 – 0,625 byly prověřeny možnosti úpravy svahu přísypu svahováním nebo pomocí vyztužené konstrukce. Při svahování a použití vytěženého materiálu ze zářezu (hlinito kamenité sutě G3 GF, G4 GM) vychází jako stabilní sklon přísypu 1:1,5. Tato varianta byla posouzena v řezech km 0,475, km 0,550 a km 0,600. Dále byla prověřena možnost realizace vyztužené konstrukce s lícem ve sklonu 50° a 70°.

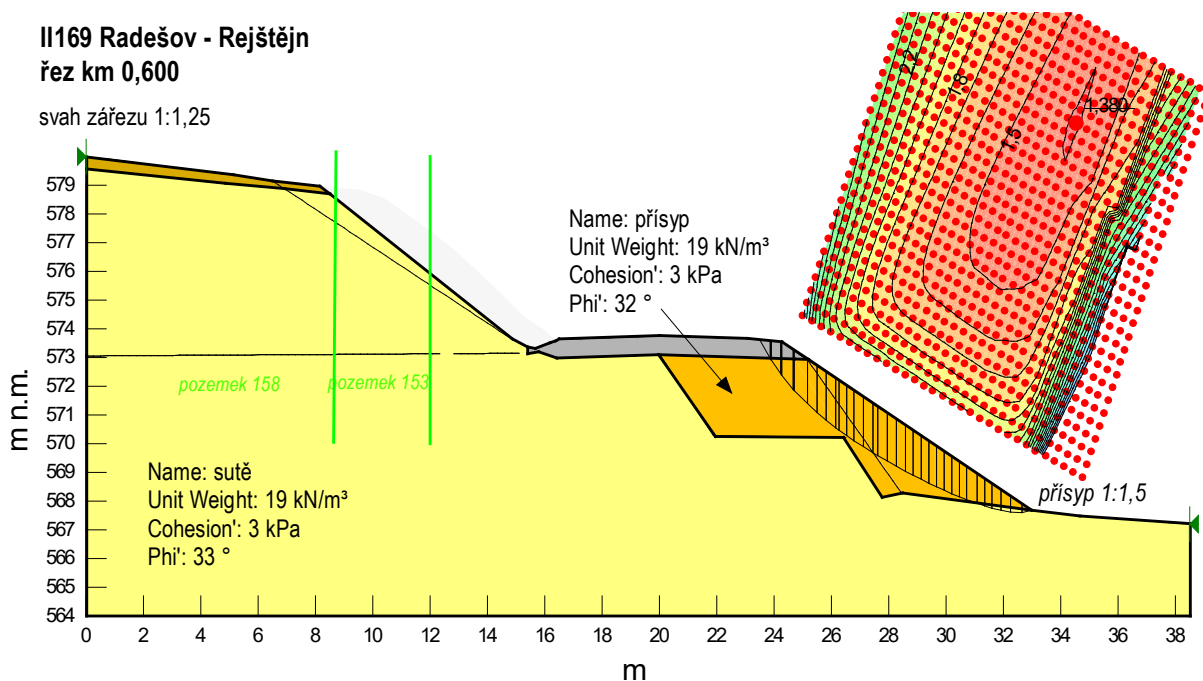
Přehled výsledků provedených analýz je uveden v následující tabulce č. 3, vybrané analýzy jsou graficky doloženy na následujících obrázcích.

Tabulka č. 3 Přehled výsledků provedených analýz pro návrh úpravy vpravo ve směru staničení

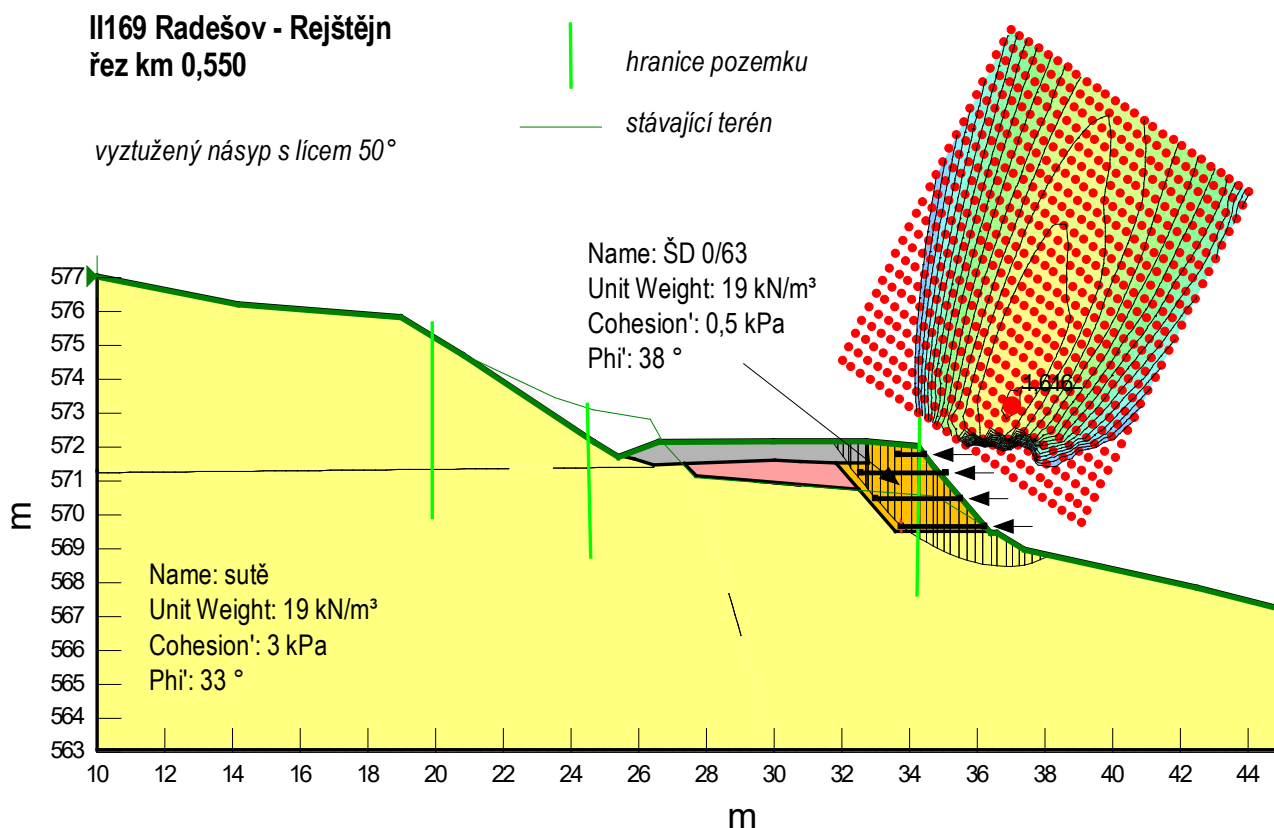
Navržená úprava	posuzovaný řez		
	km 0,475	km 0,550	km 0,600
svah 1:1,5	1,902	1,587	1,380
vyztužení – líc 50°	2,001	1,616	-
vyztužení – líc 70°	-	1,682	-



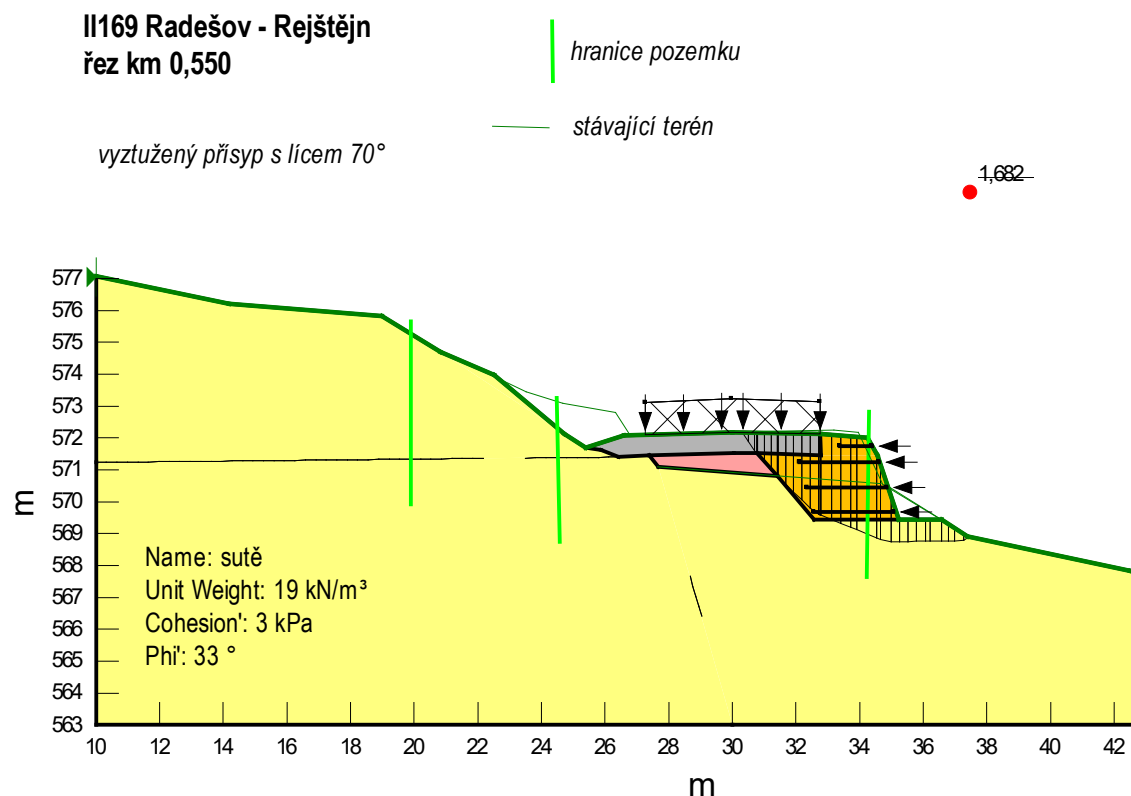
Obr. 6 Návrh a posouzení přísypu vpravo ve sklonu 1:1,5 v řezu km 0,550



Obr. 7 Návrh a posouzení přísypu 1:1,5 v místě bývalého lomu, km 0,600



Obr. 8 Posouzení vyztuženého příspy vpravo ve sklonu 50° v řezu km 0,550



Obr. 9 Posouzení vyztuženého příspy vpravo ve sklonu 70° v řezu km 0,550

Z hlediska napětíodeformačního stavu (kdy přetížení stávajícího svahu je rovnoměrné), tvaru terénu a případné možnosti zřízení přístupových cest na přilehlé pozemky považujeme za nejvýhodnější variantu se svahovaným násypem ve sklonu 1:1,5. Do násypu lze použít materiál vytěžený ze zářezů, při sklonu 1:1,5 je přísyp stabilní. Při strmějším lici přísypu (50°, 70°) je do svahu vneseno koncentrované napětí na malém úseku. Navíc svahy budou náročnější na údržbu než svahovaný přísyp.

4.2 Úsek km 0,0 – 0,325

Orientační posouzení stability stávajícího svahu vpravo na tomto úseku bylo provedeno v řezech km 0,175, km 0,200, km 0,300. Vzhledem k předpokladu rozšíření silnice vlevo a pokud možno minimálnímu omezení provozu byly kopané sondy a penetrace pro ověření geologických poměrů situovány do svahů vlevo od komunikace. Tudíž geologické poměry, rozsah zídek a dalších případných úprav stávající komunikace vpravo jsou v posuzovaných řezech spíše ideové. Hloubka skalního podloží, hloubka založení a mocnost opěrných zídek, zeminy v patě svahu byly stanoveny odborným odhadem z popisu provedených sond, zaměření, rekognoskace. Některé řezy byly zpracovány a posouzeny variantně pro možné interpretace inženýrskogeologických poměrů, respektive úrovně skalního podloží a založení opěrných zídek.

Svahy stávajících svahů sice vychází jako stabilní (stupeň stability $F > 1$), avšak nesplňují požadavek ČSN 73 6133 na dlouhodobou stabilitu. Přehled výsledků posouzení svahů uvádí tabulka č. 4.

Tabulka č. 4 Přehled výsledků posouzení stability svahu vpravo ve směru staničení na úseku km 0,0 – 0,325

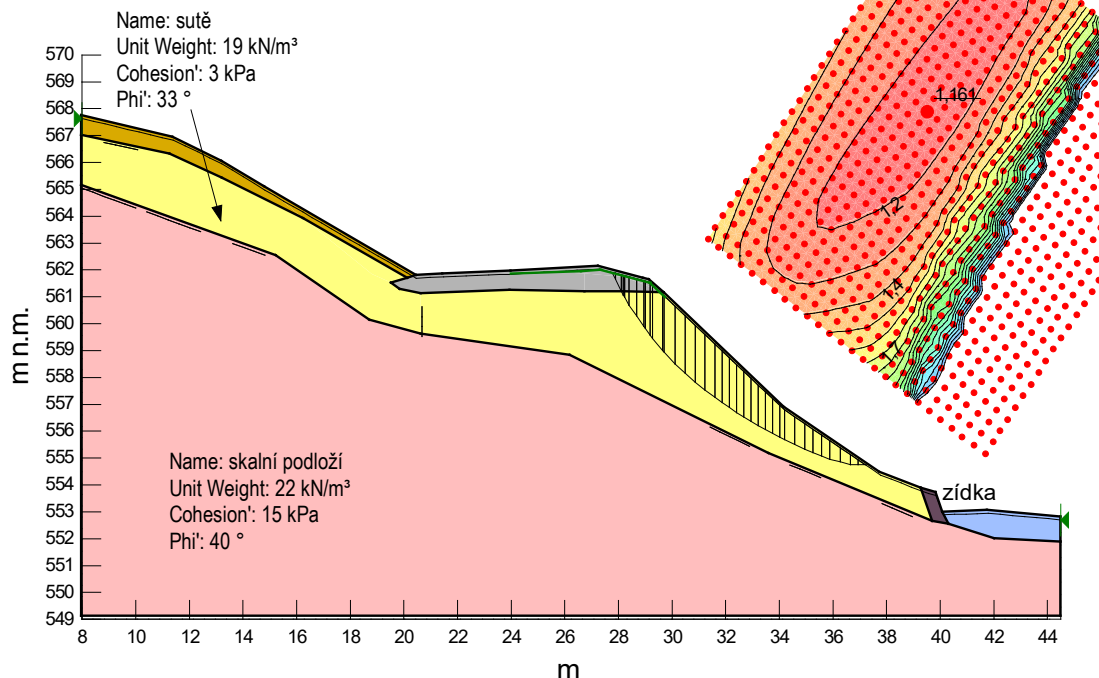
Posuzovaný stav			posuzovaný řez		
	zvodnění	dopravní zatížení	km 0,175	km 0,200	km 0,300
stávající svah	suchý	-	1,161	1,064	1,187
	$r_u=0,1$	-	1,022	0,928	1,054
posun komunikace vlevo	suchý	ano	1,172	1,052/1,017*	1,21
mikropilota	suchý	ano	1,863/1,168**	1,783/1,139**	1,845/1,186**

*globální stabilita svahu se zatížením komunikace/lokální stabilita svahu před zídkou mimo komunikaci

** globální stabilita svahu s mikropilotou/ lokální stabilita svahu před mikropilotou

**II169 Radešov - Rejštejn
řez km 0,175**

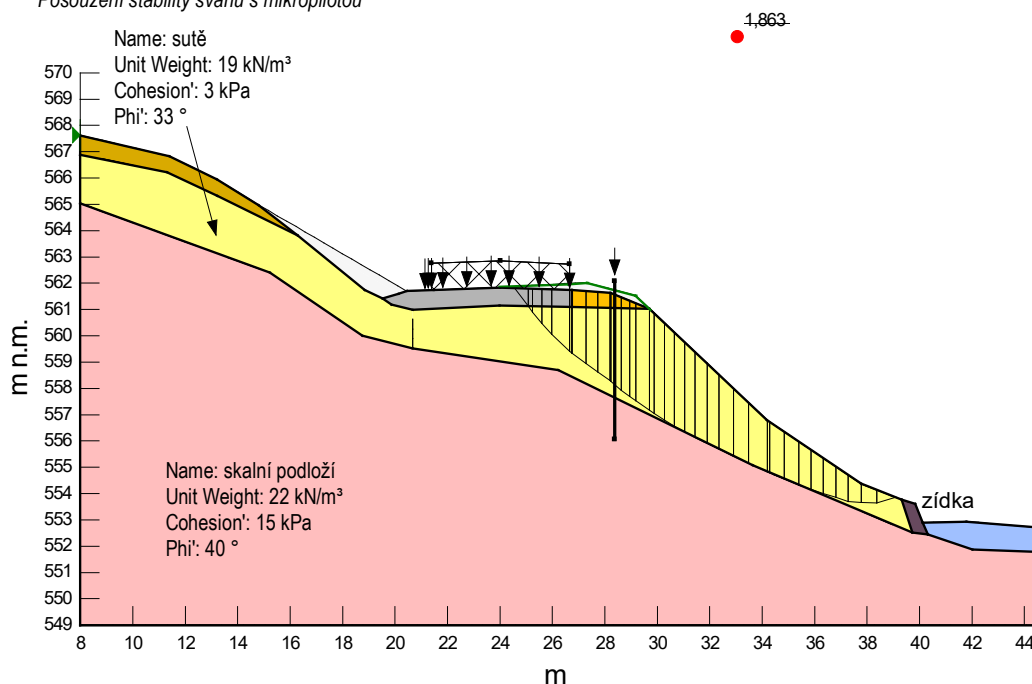
Posouzení stávající stability svahu



Obr. 10 Posouzení stávajícího svahu vpravo pod komunikací v km 0,175

**II169 Radešov - Rejštejn
řez km 0,175**

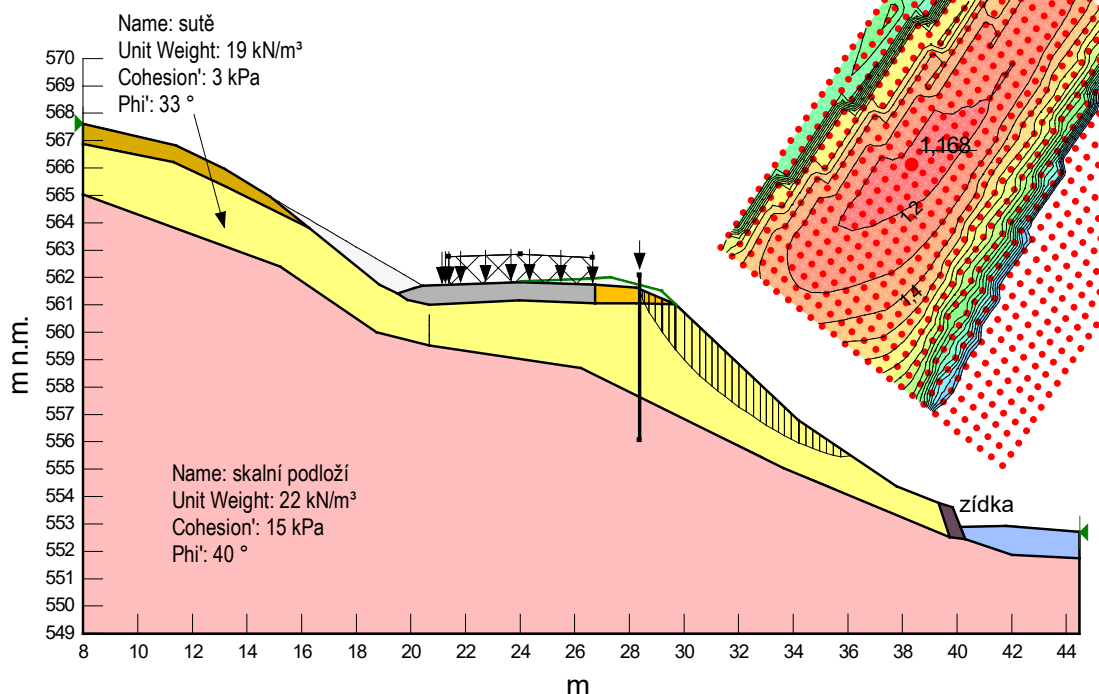
Posouzení stability svahu s mikropilotou



Obr. 11 Posouzení svahu s mikropilotou vpravo pod komunikací v km 0,175

**II169 Radešov - Rejštejn
řez km 0,175**

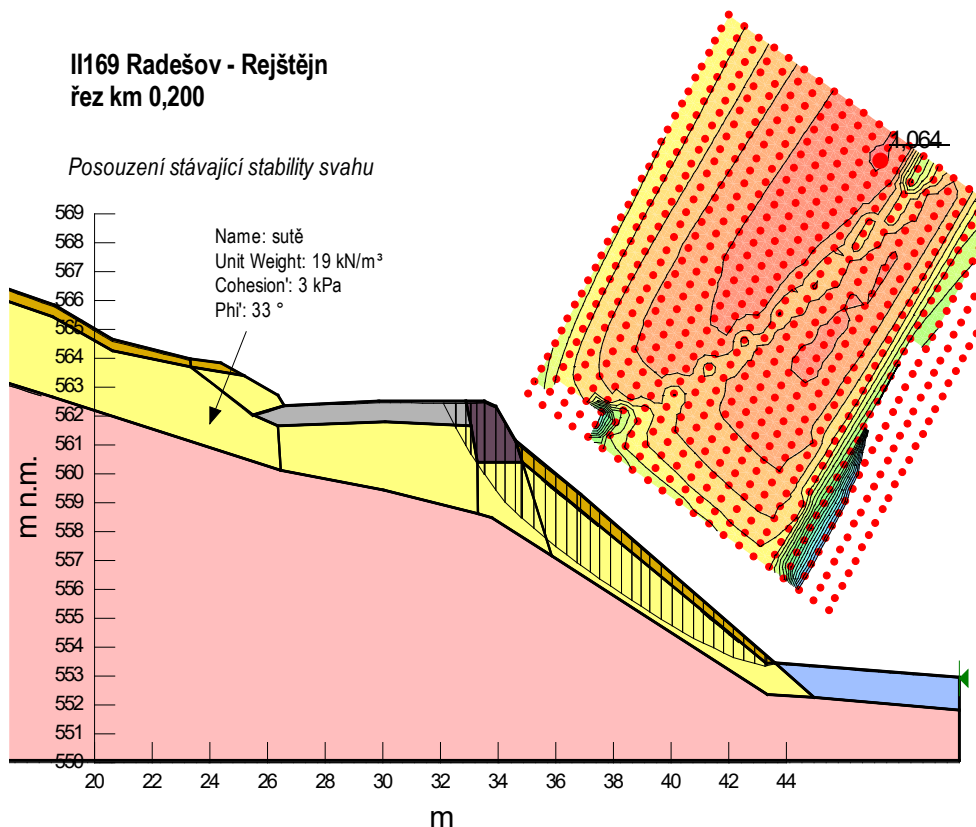
Posouzení stability svahu s mikropilotou



Obr. 12 Posouzení svahu s mikropilotou vpravo pod komunikací v km 0,175

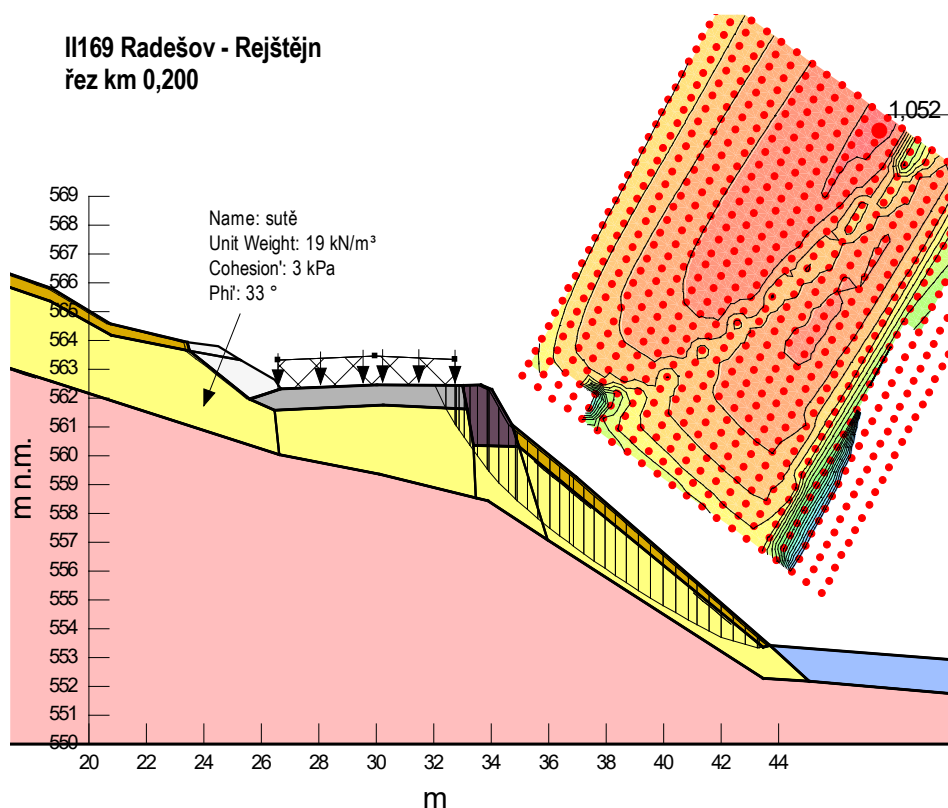
**II169 Radešov - Rejštejn
řez km 0,200**

Posouzení stávající stability svahu



Obr. 13 Posouzení stávajícího svahu vpravo v km 0,200

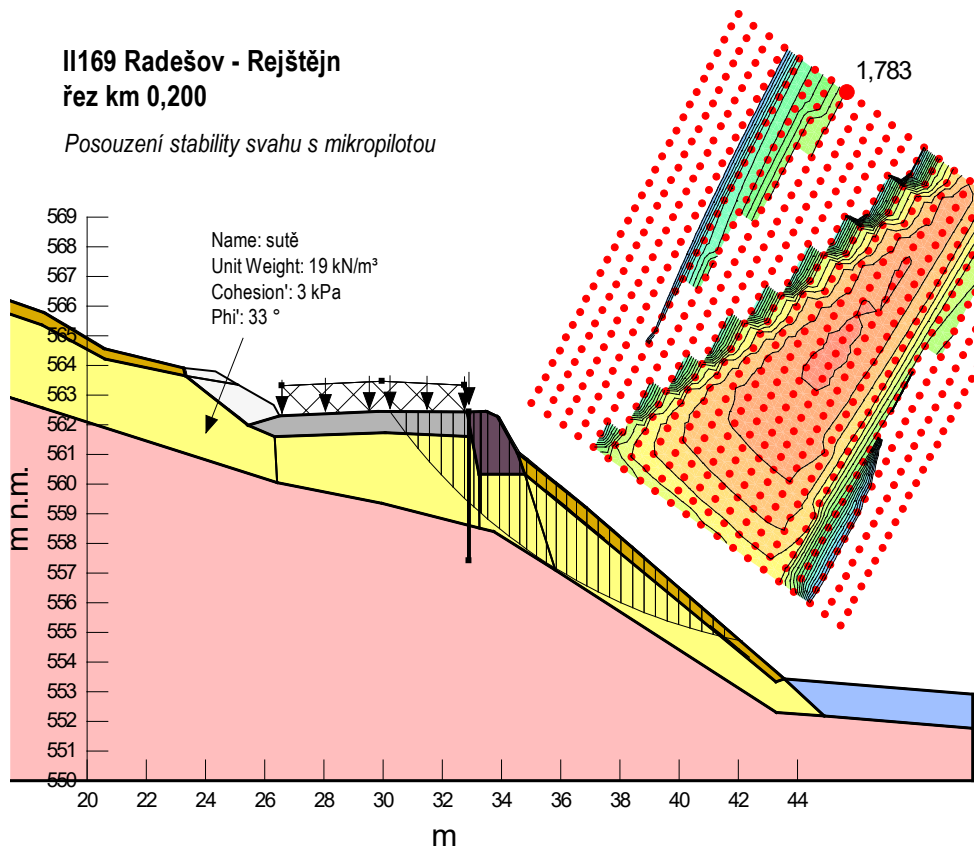
II169 Radešov - Rejštejn
řez km 0,200



Obr. 14 Posouzení stability svahu vpravo při posunutí komunikace vlevo do svahu v km 0,200

II169 Radešov - Rejštejn
řez km 0,200

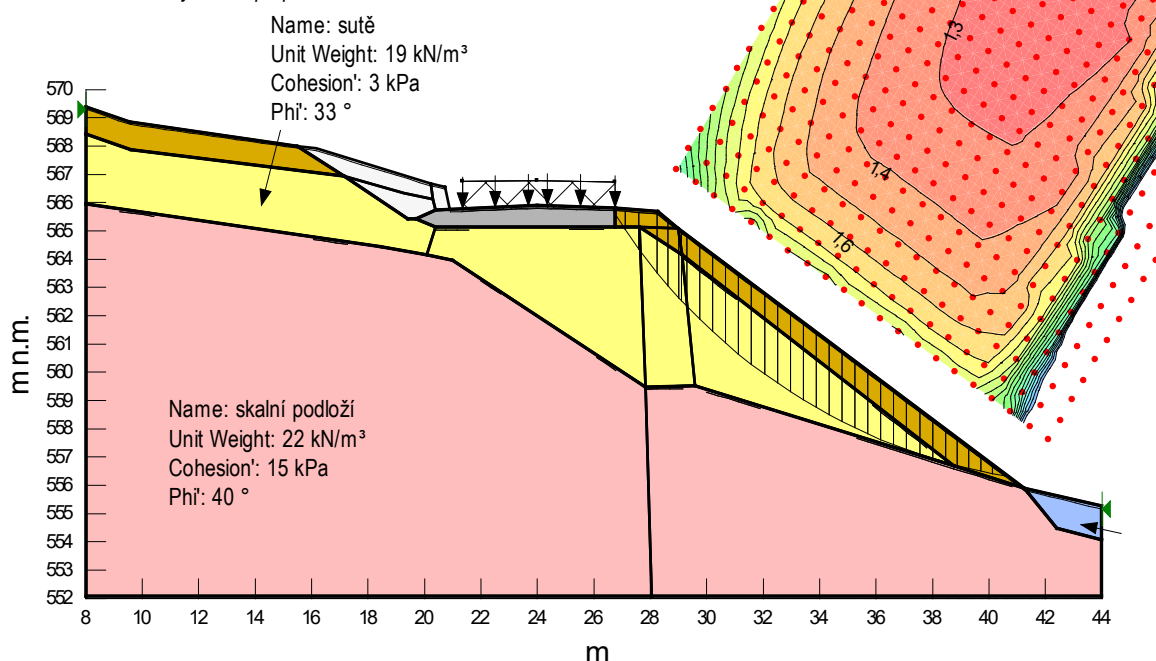
Posouzení stability svahu s mikropilotou



Obr. 15 Posouzení stability svahu s mikropilotou vpravo v km 0,200

**II169 Radešov - Rejštejn
řez km 0,300**

Posouzení stability svahu při posunu komunikace vlevo



Obr. 16 Posouzení stability svahu při posunu komunikace vlevo do svahu v km 0,300

Z výsledků provedených stabilitních analýz vyplývá, že i za předpokladu posunu komunikace vlevo do svahu stále není splněno požadované kritérium pro dlouhodobou stabilitu. Při zavedení povrchového zvodnění (součinitel pórového tlaku $r_u=0,1$) se stupeň stability blíží 1. Nevyhovující potenciální smykové plochy většinou zasahují do nezpevněné krajnice či k okraji nového asfaltu, avšak při porušení může docházet k dalším deformacím dále do svahu. Nelze tedy zaručit dlouhodobou bezpečnost provozu na komunikaci. Výchozy modelovaných smykových ploch s nejnižšími stupni stability dobře korespondují s pozorovanými trhlinami v krajnici.

Proto bylo navrženo zabezpečení komunikace vpravo pomocí mikropilot (vzdálenost 1 m) s železobetonovou římsou. Tímto je zajištěna stabilita komunikace, nicméně lokální svahy před mikropilotami jsou stále z hlediska požadavku ČSN, EC 7 nevyhovující.

Vzhledem k nedostatečné znalosti inženýrskogeologických poměrů je navržené řešení s mikropilotami pouze ideové. Pro finální návrh je nutné v řešeném úseku ověřit úroveň skalního podloží pod pravou krajnicí komunikace.

5. Závěr

Předložená zpráva řeší možnosti rekonstrukce úseku silnice II/169 Radešov – Rejštejn délky cca 1,2 km z hlediska optimálního výběru řešení. V rámci rekonstrukce bude provedeno rozšíření stávající komunikace na S 6,5. Pro zajištění tohoto průjezdního profilu je v převážné části řešeného

úseku komunikace rozšířena směrem vlevo do svahu, ve střední části jsou navrženy přísypy vpravo. Navržené úpravy svahů byly stabilně posouzeny v charakteristických profilech.

Rozšíření zářezů komunikace vlevo doporučujeme provést jako svahované ve sklonu 1:1,25. Do cca km 0,225 se předpokládá provedení zářezu ve skalních horninách, kde bude nutné uvažovat se zasíťováním skalního masivu při prudších sklonech, od km 0,225 vysvahováním ve sklonu 1:1,25 v sutích. Vzhledem k stísněným prostorovým podmínkám pro průzkum nebylo možné z provedených sond jednoznačně stanovit rozhraní skalního masivu a sutí v rozšíření zářezu. Rozhraní pro volbu typu zajištění zářezu bylo stanoveno dle výsledků kopaných sond, zaměření a rekognoskace. Při rozšiřování zářezů se tedy můžou lokálně geologické podmínky mírně lišit. Na stavbě by měl být přítomen geolog, který posoudí shodu předpokládaných geologických podmínek řešení s aktuálními podmínkami pro daný typ řešení.

Ve střední části km 0,475 – 0,625 pro zajištění průjezdního profilu bylo jako nejvýhodnější doporučeno provedení přísypu ze sutí vytěžených v zářezu ve sklonu 1:1,5.

Na úseku km 0 – 0,325 bylo předběžně doporučeno i při posunutí komunikace vlevo do zářezu zajištění svahu pod komunikací vpravo pomocí mikropilot s železobetonovou římsou. Pro finální návrh řešení je nutné doplnit znalosti inženýrskogeologických podmínek pod krajnicí vpravo, zejména průběh skalního podloží.

Vypracovala: Ing. Ivona Novotná, 10/2021