

Objednatel:

Správa železniční dopravní cesty, státní organizace
Dlážděná 1003/7
110 00 Praha 1, Nové Město

Sanace skal v km 77,600 – 77,700 v úseku Rožná – Nedvědice

B. Souhrnná technická zpráva

Rekonstrukce opěrných zdí v km 77,715 – 78,861 v úseku Rožná – Nedvědice

Pasport skalního masívu, zdí a svahů
Odborný geotechnický průzkum

Brno, srpen 2019

B 268-10/1

Obsah:

1.	Identifikační údaje stavby	4
1.1	Údaje o stavbě:	4
2.	Popis území stavby	4
3.	Popis stavby	5
3.1	Technický popis stavby a jejího technického zařízení	5
3.1.1	Úsek km 77,580 – 77,700	5
3.1.2	Úsek km 77,710 – 77,836	5
3.1.3	Úsek v km 77,836 – 78,065	6
3.1.4	Úsek v km 78,065 – 78,206	6
3.1.5	Úsek v km 78,206 – 78,721	6
3.1.6	Úsek v km 78,721 – 78,861	7
3.1.7	Úsek v km 78,861 – 79,140	7
4.	Zhodnocení stávajícího stavebně – technického stavu	7
4.1	Geodetické zaměření	7
4.2	Geologické zhodnocení	8
4.2.1	Hydrogeologie	10
4.3	Geotechnické zhodnocení	10
4.3.1	Skalní řízení a principy jeho vzniku	10
4.3.2	Doporučený postup průzkumných geologických prací	11
4.3.3	Analýza rizika skalního řízení	13
4.4	Geologické posouzení jednotlivých úseků	14
4.4.1	Posouzení zářezu trati v km 77,650-77,700	14
4.4.1.1	Horninové klasifikace	16
4.4.2	Popis skalních stěn km 77,580 – 77,700	17
4.4.2.1	Severní stěna	17
4.4.2.2	Jižní stěna	17
4.4.3	Úsek km 77,580 – 77,700	18
4.4.4	Úsek km 77,710 – 77,836	19
4.4.5	Úsek v km 77,836 – 78,065	20
4.4.6	Úsek v km 78,065 – 78,206	20
4.4.7	Úsek v km 78,206 – 78,721	20
4.4.8	Úsek v km 78,721 – 78,861	21
4.4.9	Úsek v km 78,861 – 79,140	21
4.5	Osyp materiálu kolejového lože – přehled úseků	21
4.6	Pasport umělých staveb	22
4.6.1	Propustek v km 77,686	22
4.6.2	Opěrná zeď v km 77,730 – 77,829	23
4.6.3	Propustek v km 77,935	24
4.6.4	Propustek v km 78,054	25
4.6.5	Opěrná zeď v km 78,072 – 78,203	25
4.6.6	Most v km 78,510	26
4.6.7	Opěrná zeď v km 78,724 – 78,856	27
4.6.8	Most v km 78,832	28
4.6.9	Propustek v km 79,046	29

4.7	Vyhodnocení úseku z hlediska zřízení drážní stezky	30
4.7.1	Úsek km 77,580 – 77,700	30
4.7.2	Úsek km 77,710 – 77,836	30
4.7.3	Úsek v km 77,836 – 78,065	31
4.7.4	Úsek v km 78,065 – 78,206	31
4.7.5	Úsek v km 78,206 – 78,721	32
4.7.6	Úsek v km 78,721 – 78,861	33
4.7.7	Úsek v km 78,861 – 79,140	33
4.8	Možná řešení projektu sanace nestabilních skalních svahů	34
4.8.1	Vegetační protierozní úpravy	34
4.8.2	Sítě proti kutálejícím se kamenům	34
4.8.3	Vertikální stěny	35
5.	Napojení na dopravní a technickou infrastrukturu	35
6.	Ochranná a bezpečnostní pásma	35
7.	Vliv stavby na životní prostředí a ochrana zvláštních zájmů	35
8.	Orientační náklady stavby.....	36
9.	Orientační náklady průzkumných prací	37

1. Identifikační údaje stavby

1.1 Údaje o stavbě:

Název stavby: Sanace skal v km 77,600 – 77,700 v úseku Rožná – Nedvědice;
Rekonstrukce opěrných zdí v km 77,715 – 78,861 v úseku Rožná – Nedvědice

Okres: Brno – venkov, Žďár nad Sázavou

Katastrální území: Nedvědice (okres Brno-venkov); 596175,
Sejřek (okres Žďár nad Sázavou); 596710

Kraj: Jihomoravský kraj, Kraj Vysočina

Kategorie dráhy podle zák. č. 266/1994 Sb.:

regionální dráha

Datum dokončení stavby: 1905

Označení tratě dle JŘ: 251 Žďár nad Sázavou – Tišnov

Označení tratě dle nákrešného JŘ: 325A

Traťový úsek: 2071 Žďár nad Sázavou (mimo) – Tišnov (mimo)

Definiční úsek: 16

Číslo trati dle Prohl. o dráze: 701 00

Kategorie trati dle TSI INF: P6/F4

Součást sítě TEN-T: ne

Počet kolejí: 1

Traťová třída zatížení^{*)}: C3

Nejvyšší traťová rychlost^{*)}: 60 km/h

Trakční soustava: nezávislá trakce

Průjezdový průřez: Z-GČD

^{*)} dle prohlášení o dráze celostátní a regionální 2019 (<https://www.szdc.cz/dopravci/prohlaseni-o-draze/prohlaseni-o-draze-2019>).

2. Popis území stavby

Předmětný úsek trati se nachází v extravilánu městyse Nedvědice mezi částmi Nedvědice a osadou Pernštejn. Trať je vedena po úbočí prudkého svahu podél potoka Nedvědička.

Trať v tomto úseku probíhá mimo zvláště chráněná území nebo jejich ochranná pásma. Nachází se v ochranném pásmu dráhy. Svahy násypů zasahují do pozemků určených k plnění funkcí lesa. Trať se nachází mimo památkovou zónu, památkovou rezervaci a ochranné pásmo nemovité kulturní památky.

Těleso trati částečně zasahuje do aktivní zóny záplavového území potoka Nedvědička.

3. Popis stavby

Jedná se o trvalou stavbu dráhy. Stavba je součástí železniční trati Žďár nad Sázavou – Tišnov. Předmětný úsek se nachází mezi zastávkou Věžná a žst. Nedvědice v obtížně přístupném terénu na svahu. Trať je v řešeném úseku vedena převážně v pravostranném odřezu a levostranném násypu. Těleso trati je v délce cca 400 m zajištěno masivními opěrnými zdmi, které tvoří zčásti i nábrežní zeď potoka Nedvědička.

Řešený úsek se nachází ve staničení cca km 77,580 – 79,120 trati. Délka úseku je cca 1,54 km.

Stavba nemá nároky na energie. Dešťová voda je odváděna vsakem a příkopy podél trati do potoka Nedvědička. Stavba neprodukuje odpady.

3.1 Technický popis stavby a jejího technického zařízení

Trať byla podle ZTP rozdělena na úsek 1 – 4. V rámci požadavku investora na prověření volného schůdného a manipulačního prostoru (dále VMP) v celém úseku trati a také na základě zjištěných skutečností při zapracování pasportu je popsán celý úsek v km 77,580 – 79,150.

3.1.1 Úsek km 77,580 – 77,700

Trať vedena v oboustranném zářezu. Vpravo trati skalní zářez výšky do 12 m, vlevo trati zářez do výšky cca 3 m.

Umělé stavby:

Propustek v km 77,686. Kamenná zděná konstrukce obdélníkového světlého profilu cca 0,6 x 1,0 m. Vtokový objekt kamenný, zděný na maltu. Výtokový objekt má nadbetonované čelo a římsu.

3.1.2 Úsek km 77,710 – 77,836

Trať vedena v pravostranném odřezu a levostranném násypu. Vpravo trati prudký zalesněný svah odřezu s pokryvnými vrstvami na skále. Vlevo trati prudký svah násypu mimo opěrnou zeď sklonu až 1,4:1. Výška svahu k potoku až 11,7 m.

Umělé stavby:

V km 77,730 – 77,829 podle aktuálního zaměření probíhá levostranná **opěrná zeď** délky cca 99 m. Archivní podklady pro tuto zeď nebyly k dispozici. Podle dostupných archivních podkladů ze zdí obdobné konstrukce v průběhu této trati lze usuzovat, že se jedná o masivní opěrnou zeď z kamenné rovnaniny bez pojiva. Rub zdi začíná cca pod levou kolejnicí. Sklon líce je cca 2:1, výška max. cca 6,8 m. Koruna zdi je cca 1,5 – 3,5 m pod niveletou koleje. Svah nad korunou zdi je ve sklonu cca 1:1,6 –

1,1:1. Záchytné zařízení chybí.

3.1.3 Úsek v km 77,836 – 78,065

Do km cca 77,836 trať vedena v pravostranném odřezu a levostranném násypu. V km 77,836 – 77,992 oboustranný zářez, dále do km 78,020 pravostranný zářez a levostranný násyp. V km 78,020 – 78,065 trať v násypu.

Umělé stavby:

Propustek v km 77,935. Trubní propust průměru 1,25 m. Vtokový i výtokový objekt betonová čelní zeď s římsou, kamenná dlažba do betonu.

Propustek v km 78,054. Archivní podklady nebyly k dispozici. Kamenný klenbový propust s přibližně rovnoběžnými křídly světlé šířky cca 1 m, výška k vrchlíku klenby 1,37 – 2,16 m – zvyšuje se ve směru od vtoku k výtoku.

3.1.4 Úsek v km 78,065 – 78,206

Do km cca 78,153 trať vedena v oboustranném násypu. Dále do konce úseku v pravostranném odřezu a levostranném násypu.

Umělé stavby:

V km 78,072 – 78,203 podle aktuálního zaměření probíhá levostranná **opěrná zeď** délky cca 131 m. Archivní podklady pro tuto zeď nebyly k dispozici. Podle dostupných archivních podkladů ze zdí obdobné konstrukce v průběhu této trati lze usuzovat, že se jedná o masivní opěrnou zeď z kamenné rovnániny bez pojiva. Rub zdi začíná cca pod levou kolejnicí. Sklon líce je cca 2:1, výška max. cca 8,4 m. Od začátku zdi v délce cca 42,2 m pokračuje zeď s lavičkou šířky 1 – 1,5 m jako nábrežní potoka Nedvědička – výška cca 1,4 – 2 m. Koruna zdi je cca 0,75 – 1,4 m pod niveletou koleje. Svah nad korunou zdi je ve sklonu cca 1:1,6 – 1:1. Podél trati mimo korunu zdi ve vzdálenosti cca 2,63 – 2,75 m od osy koleje je umístěno ocelové zábradlí.

3.1.5 Úsek v km 78,206 – 78,721

Do km cca 78,452 trať vedena v pravostranném odřezu a levostranném násypu. Část svahu nad potokem Nedvědička v délce cca 50 m v prudkém sklonu až 1:1. V km 78,452 – 78,547 oboustranný násyp kolem mostu v km 78,510. Dále do konce úseku pravostranný odřez a levostranný násyp. Kolem km 77,600 pravostranný odřez ve sklonu až 1:1,1.

Umělé stavby:

Most v km 78,510. Klenbový kamenný most světlého rozpětí 3 m. Světlá výška max. 3,4 m. Křídla kamenná, přibližně rovnoběžná s osou mostu. Nad čelní zdí mostu přesyp výšky cca 1 m. Stávající zábradlí podél trati je deformované, umístěné ve vzdálenosti cca 2,75 – 2,9 m od osy koleje.

3.1.6 Úsek v km 78,721 – 78,861

Do km cca 78,805 trať vedena v pravostranném odřezu a levostranném násypu. V km cca 78,805 – 78,848 oboustranný násyp kolem mostu v km 78,832. Dále do konce úseku pravostranný odřez a levostranný násyp.

Umělé stavby:

V km cca 78,724 – 78,856 podle aktuálního zaměření probíhá levostranná **opěrná zeď** délky cca 132 m. Archivní podklady pro tuto zeď obsahuje zčásti původní dokumentace mostu v km 78,832. Podle této dokumentace se jedná o masivní opěrnou zeď z kamenné rovnaniny bez pojiva. Rub zdi začíná cca pod levou kolejnicí. Sklon líce je cca 2:1, výška max. cca 8,2 m. Kolem mostu v délce cca 84,1 m pokračuje zeď s lavičkou šířky cca 2 m jako nábrežní potoka Nedvědička – výška do 2,3 m. Koruna zdi je cca 0,75 – 1,4 m pod niveletou koleje. Svah nad korunou zdi je dle původní PD ve sklonu 1:1,25, dle zaměření je však ve sklonu cca 1:1,5 – 1,4:1. Podél trati mimo korunu zdi ve vzdálenosti 2,33 – 2,52 m od osy koleje je umístěno ocelové zábradlí.

Most v km 78,832. K dispozici je původní dokumentace objektu. Klenbový kamenný most světlého rozpětí 3 m. Světlá výška proměnná – klenba je zalomená. Křídla kamenná, přibližně rovnoběžná s osou mostu. Na výtokové straně vlevo trati navazují na průběžnou kamennou opěrnou zeď. Nad čelní zdí mostu přesyp výšky cca 1,45 m. Ve dně je kamenná dlažba volně ložená bez pojiva – slouží jako propustek, v kamenné dlažbě zaústěno do potoka přes cca 1 m vysoký stupeň nábrežní zídky rovněž z kamenné rovnaniny. Zábradlí podél trati 2,52 – 2,99 m od osy koleje.

3.1.7 Úsek v km 78,861 – 79,140

Trať vedena v pravostranném odřezu a levostranném násypu. Vpravo trati zalesněný svah odřezu s pokryvnými vrstvami na skále, u trati do výšky cca 1,5 m nad niveletu viditelné skalní výchozy. Vlevo trati od km cca 79,030 zasahuje těleso svahu až ke břehu meandru potoka Nedvědička. V tomto úseku velmi prudký svah násypu, přecházející v původní rostlý terén. Násyp sklonu až 1:1. V patě svahu podél potoka místy téměř svislé skalní výchozy výšky do 4 m. Výška svahu k potoku až 10,3 m.

Umělé stavby:

Propustek v km cca 79,046. Archivní podklady nebyly k dispozici. Kamenná zděná konstrukce obdélníkového světlého profilu cca 0,6 x 1,0 m. Vtokový i výtokový objekt kamenný, zděný na maltu. Záchytné zařízení není třeba.

4. Zhodnocení stávajícího stavebně – technického stavu

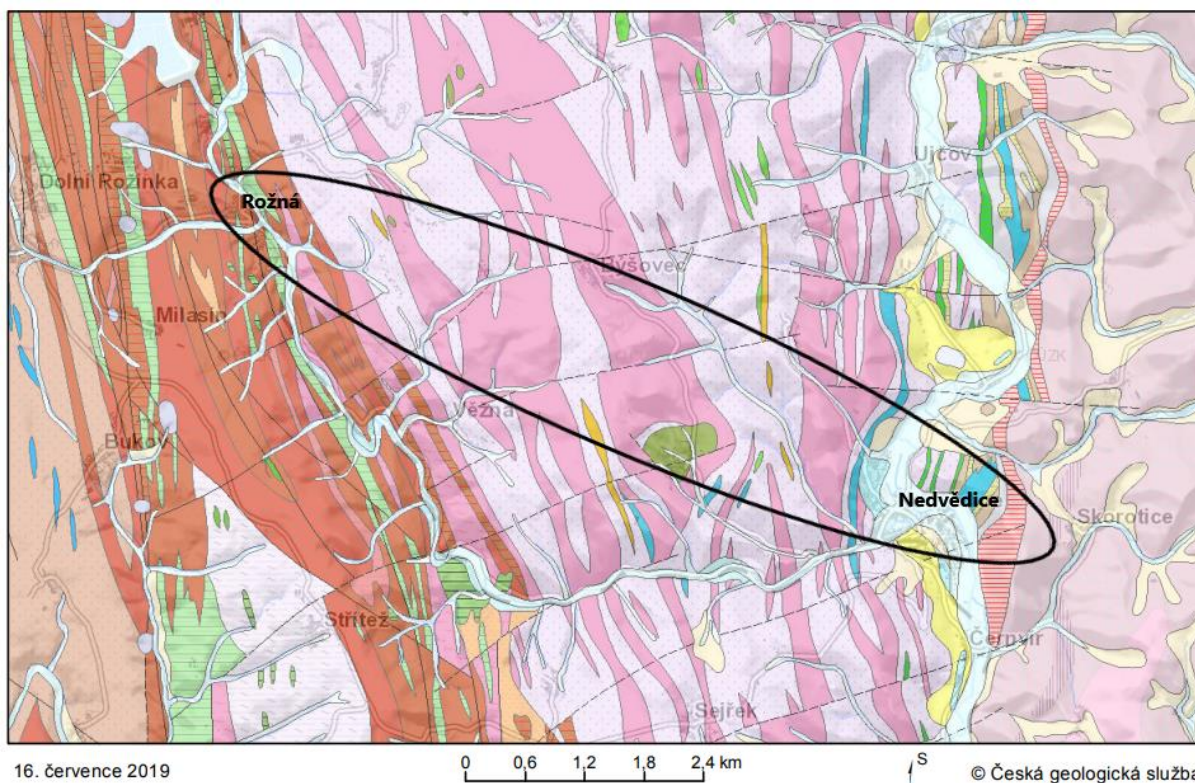
4.1 Geodetické zaměření

Měření proběhla za pomoci 3D scanneru a GPS dronu. Na začátku května proběhla dvoudenní geodetická dokumentace povrchu za využití 3D scanneru a totální stanice. Další etapa proběhla na konci května a poslední etapa (na doplnění dříve nespecifikovaných úseků) v polovině července. Výsledkem je konstrukce příčných řezů, 3D modelu povrchu svahu převedeného do vrstevnic a 3D modelu povrchu skály ve vrstevnicích a mračnech bodů (statisíce bodů). Svah byl analyzován na

velikost sklonu, kdy spádnice svahu představuje vektor pravděpodobného skalního řícení (nebo rolování). Více viz příloha C.

4.2 Geologické zhodnocení

Z geologického hlediska je zkoumaná parcela v místě středoevropských variscid (Český masiv). Český masiv je pozůstatkem horstva, které bylo vytvořeno během variské orogeneze v mladších prvohorách (během 380 až 310 miliónů let před současností) konsolidací různých geotektonických celků.



Geologická mapa 1 : 50 000

Horniny GeoČR50

kvartér

KENOZOIKUM

KVARTÉR

- 1 navážka, halda, výsypka, odval
- 6 nivní sediment
- 7 smíšený sediment
- 12 písčito-hlinitý až hlinito-písčitý sediment
- 13 kamenitý až hlinito-kamenitý sediment
- 19 sprašová hlína
- 22 písek, štěrk

kvartér - terciér

KENOZOIKUM

NEOGEN-KVARTÉR

- 49 písek, štěrk

moravskoslezská oblast

moravikum

PROTEROZOIKUM-PALEOZOIKUM

- 1045 dvojslídny svor s granátem
- 1038 dvojslídá pararula s granátem
- 1047 muskovitický kvarcit až kvarcitická rula
- 1046 dolomitický vápenec krystalický

PROTEROZOIKUM

NEOPROTEROZOIKUM

- 1054 porfyroblastická, muskovitická ortorula místy s biotitem a granátem
- 1055 porfyroblastická dvojslídá ortorula
- 1063 dvojslídá až biotitická ortorula s polohami amfibolitu

středočeská oblast (bohemikum)

poličské krystalinikum

PROTEROZOIKUM

NEOPROTEROZOIKUM

- 1226 amfibolit

kutnohorská-svratecká oblast

kutnohorské krystalinikum, svratecké krystalinikum

PROTEROZOIKUM-PALEOZOIKUM

NEOPROTEROZOIKUM-KAMBRIUM

- 1195 dvojslídny migmatit až ortorula
- 1205 dvojslídny svor
- 1208 kvarcit
- 1199 amfibolit

svratecké krystalinikum

PROTEROZOIKUM-PALEOZOIKUM

NEOPROTEROZOIKUM-KAMBRIUM

- 1209 serpentinit
- 1214 krystalický vápenec

moldanubická oblast (moldanubikum)

magmatity v moldanubiku

PALEOZOIKUM

- 2210 aplopegmatit, žilný granit, turmalinický aplit

neznámé stáří

- 1592 gabro

metamorfní jednotky v moldanubiku

PROTEROZOIKUM-PALEOZOIKUM

- 1265 vápenec, erlan
- 2207 amfibolit, místy granitizovaný
- 1307 migmatit, rohovec
- 1320 rula
- 2206 rula až migmatit (arterit)
- 1342 pararula
- 2208 serpentinizovaný peridotit, serpentinit
- 1179 migmatit až ortorula

PROTEROZOIKUM-PALEOZOIKUM

- 2215 granulit světlý, místy páskovaný

Obr. 1: Výřez geologické mapy 1:50000 s legendou. Zdroj: http://mapy.geology.cz/geocr_50/

Geologické podloží Hornosvratecké vrchoviny je tvořeno krystalickými horninami, permokarbonskými a křídovými usazeninami.

Území náleží Kutnohorská-svratecké oblasti, která je typická nižší regionální metamorfózou. Charakteristickým znakem jsou horniny ortorulového typu a migmatity, a dále existence metabazitů. Bazické metavulkanity se často střídají s polohami erlánů. Z části je svratecké krystalinikum na tomto území zastoupeno pestrá litologická náplň dvojslídny středně až hrubě lepidoblastické ruly, migmatity a červené ortoruly střídající se s vložkami jemnozrnných svorů až rul.

Pokryvné útvary tvoří písčito-hlinité až hlinito-písčité sedimenty, místy jsou doloženy také výskyty sprašových hlín. Ve studovaných úsecích se jemnované zeminy vyskytují v minimálním rozsahu. Jedná se o mocnosti max. několika decimetrů.

Podél vodních toků bývají po stranách vyvinuty pruhy fluviálních uloženin, nivních sedimentů. Při bázi tohoto kvartérního sedimentárního souboru bývají vyvinuty hlinité, písčité a štěrkovité uloženiny.

4.2.1 Hydrogeologie

Území je součástí hydrogeologického rajónu základní vrstvy 6560 krystalinikum v povodí Svratky – střední část, číslo hydrogeologického pořadí je 4-15-01-066.

Oblast lze charakterizovat střední rychlostí infiltrace i při úplném nasycení půd. Rychlost infiltrace v daném území odpovídá 0,15-0,20 mm.min⁻¹. Hodnota koeficientu hydraulické difuzivity (filtrace) se v hydrogeologickém masívu tvořeném krystalickými horninami a jejich zvětralinami obecně pohybuje v řádu $X.10^{-7}$ m.s.⁻¹.

Zvodněný systém je jednokolektorový, tvořený nespojitým kolektorem přípovrchové zóny zvětralin a rozevřených puklin krystalinických hornin nebo zpevněných sedimentů; z hlediska tvorby odtoku podzemní vody jsou zvětralinu obvykle významnější než rozpukané horniny. Dlouhodobý specifický odtok podzemní vody dosahuje středních hodnot. Výše specifického odtoku podzemní vody se pohybuje v jednotkách 2-3 ls⁻¹km⁻². Podzemní voda nejsvrchnějšího mělkého oběhu drénuje směrem k vodoteči Nedvědička.

4.3 Geotechnické zhodnocení

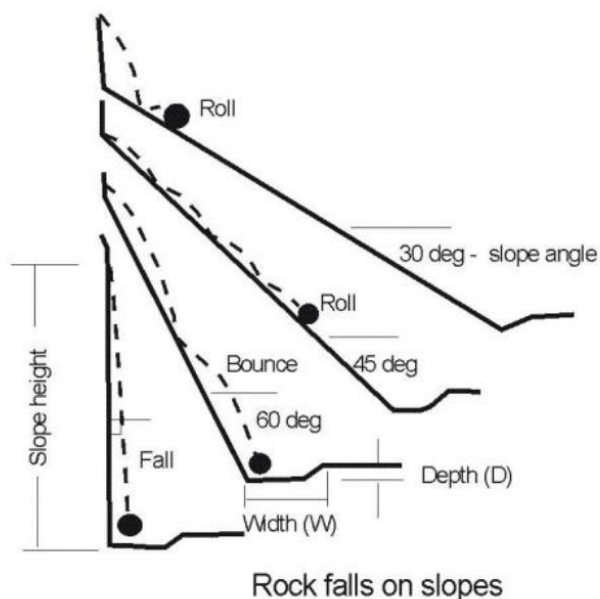
Geotechnické zhodnocení se opírá o zajištěné přírodní poměry, technický stav daného úseku nebo objektu a mechanické vlastnosti zemin, hornin a jejich porušení diskontinuitami.

4.3.1 Skalní řízení a principy jeho vzniku

Posuzování stability skalního svahu je velmi náročná činnost, neboť většina skalních svahů je porušena nejrůznějšími diskontinuitami (pukliny, zlomy, vrstevnatost), kdy každá diskontinuita představuje potenciální nebezpečí. Diskontinuity jsou průběžné, křivé, hrubé, pokryté výplní, může z nich vytékat voda. K nejběžnějším jevům dochází křížením minimálně 3 diskontinuit a vyjíždění nebo opadávání klínů. Pokud dojde ke vhodnému překřížení diskontinuit a ta, která je situována nejnižší směrem ke středu Země a je dostatečně strmá a málo hrubá (případně vyplněná měkkou výplní, nebo mokrá), může dojít k usmýknutí a vypadnutí klínu. Nalezení potenciálně nestabilního klínu není příliš obtížné, pokud není hornina protkána velkým množstvím diskontinuit. Pokud je hornina velmi silně porušovaná, potom je k posuzování a popisu pozorovaných jevů využití velkého množství metodik.

Skalní řízení nastává při změně klimatu nebo vlivem biologického zásahu, kdy se změní síly, které působí na skalní masiv. Tento vliv je největší na skalní horninu porušovanou diskontinuitami, do kterých je umožněno zatékání dešťové vody způsobující pórové tlaky. Taková voda může navíc mrznout a skálu trhat. Zároveň voda napomáhá růstu vegetace, která svými kořeny skálu rozrušuje. V rámci povrchových sutí působí negativně pohyb lidí a zvířat, kteří přidáním energie (nakopnutí, odskočení kamenu...) způsobí pád kamenů. Pád menších částic velikosti písku a štěrku může způsobit i silný vítr. Nárůst rychlosti eroze způsobuje také odlesnění.

Je nutné rozlišovat několik různých typů svahových pohybů vznikajících ve skalním svahu. V případě skalního svahu na trati Rožná – Nedvědice se jedná zejména o 1) saltaci (rolování, pád, skok) kamenů rozvolněných v akumulacích sutí, dále 2) vypadávání kamenů ze skalní stěny vlivem rozvětrání a otřesů a potom také 3) překročení smykové pevnosti na existujících smykových plochách a sesutí bloků a skalních stěn.

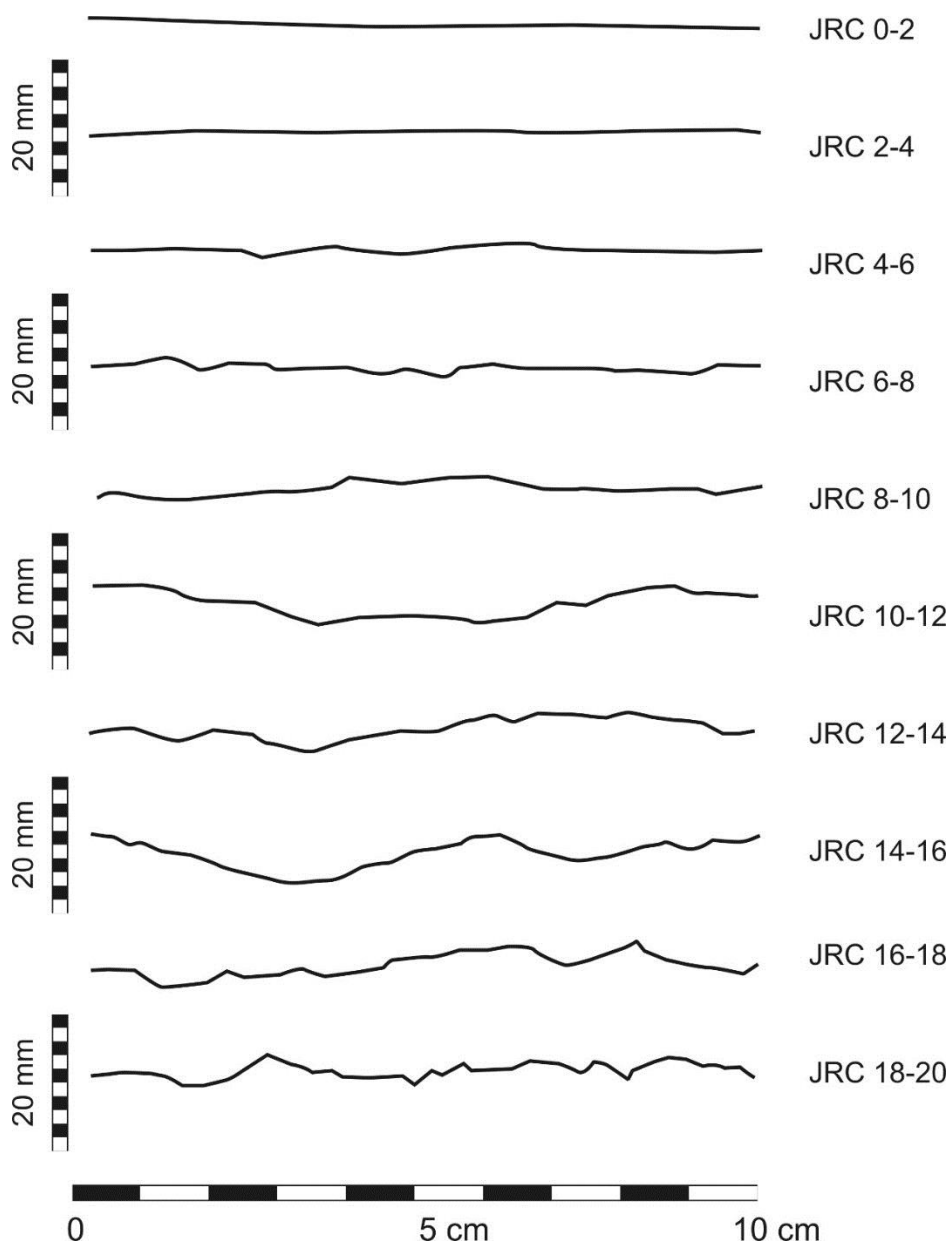


Obr. 2: Vliv sklonu svahů na pohyb kamenů a balvanů a obecný návrh tvaru záchytného příkopu.
Vysvětlivky: roll – kutálení, bounce – odraz, fall – pád (FHWA manuál Rock Slopes, 1991)

4.3.2 Doporučený postup průzkumných geologických prací

Dle etapového průzkumu spojeného s činnostmi dalších profesí by mělo být realizováno zhodnocení stabilitního stavu skalních svahů. Stanovení hrubosti a vlhkosti puklin. Současně také mapování rozvolněných bloků hornin a svahových sutí.

$$\tau = \sigma_n \tan \left(\phi_b + JRC \log_{10} \left(\frac{JCS}{\sigma_n} \right) \right)$$



Obr. 3: Graficky vyjádřená hrubost puklin JRC podle Bartona a Choubeye 1977

Pro potřeby hodnocení kvality skalního masívu v zářezu je doporučeno využívat Index RQD (Rock quality designation index). Je to číselnou klasifikací, která vyjadřuje procentuální porušení horniny diskontinuitami podle Palmströma (1982). Kvalita horninového masívu lze hodnotit dle indexové klasifikace RMR (Rock mass rating system) upravené pro skalní odkryvy podle Bieniawského (1989). Poslední metoda hodnocení SMR (Slope mass rating system) je rozšířením původní metody RMR Romanou (1993) tak, aby bylo možné určit stabilitu skalních svahů a umělých zářezů. Pro průkazné výpočty bylo využíváno metodiky vycházející z Bartonovy klasifikace Tunnelling Quality Index Q (Barton et al. 1974) popisující kvalitu horninového masívu. Je vhodné použít zejména parametru J_w pro popis vlhkosti na plochách diskontinuit (mrznoucí voda silně rozrušuje sklaní horninu). Pro hrubost diskontinuit by měl být využit parametr JRC (Joint Roughness Coefficient), který vstupuje do Bartonova vztahu (Bartona a Choubeye 1977) pro smykovou pevnost na nerovné

dilatující smykové ploše, kde JCS je pevnost v prostém tlaku (kterou lze stanovit laboratorně nebo např. Schmidovým kladívkem). Používání klasického Mohr-Coulombova modelu, kde vstupuje jen úhel vnitřního tření je pro povrchy smykových ploch s $JRC > 2-4$ nevhodné. Takové plochy mají dilatantní chování zvyšující tření, které nelze pouze u reziduálního úhlu vnitřního tření (stanoveného laboratorně) pro malý rozměr testovacího tělesa efektivně využít. Takové výsledky jsou potom značně podhodnocené.

4.3.3 Analýza rizika skalního řícení

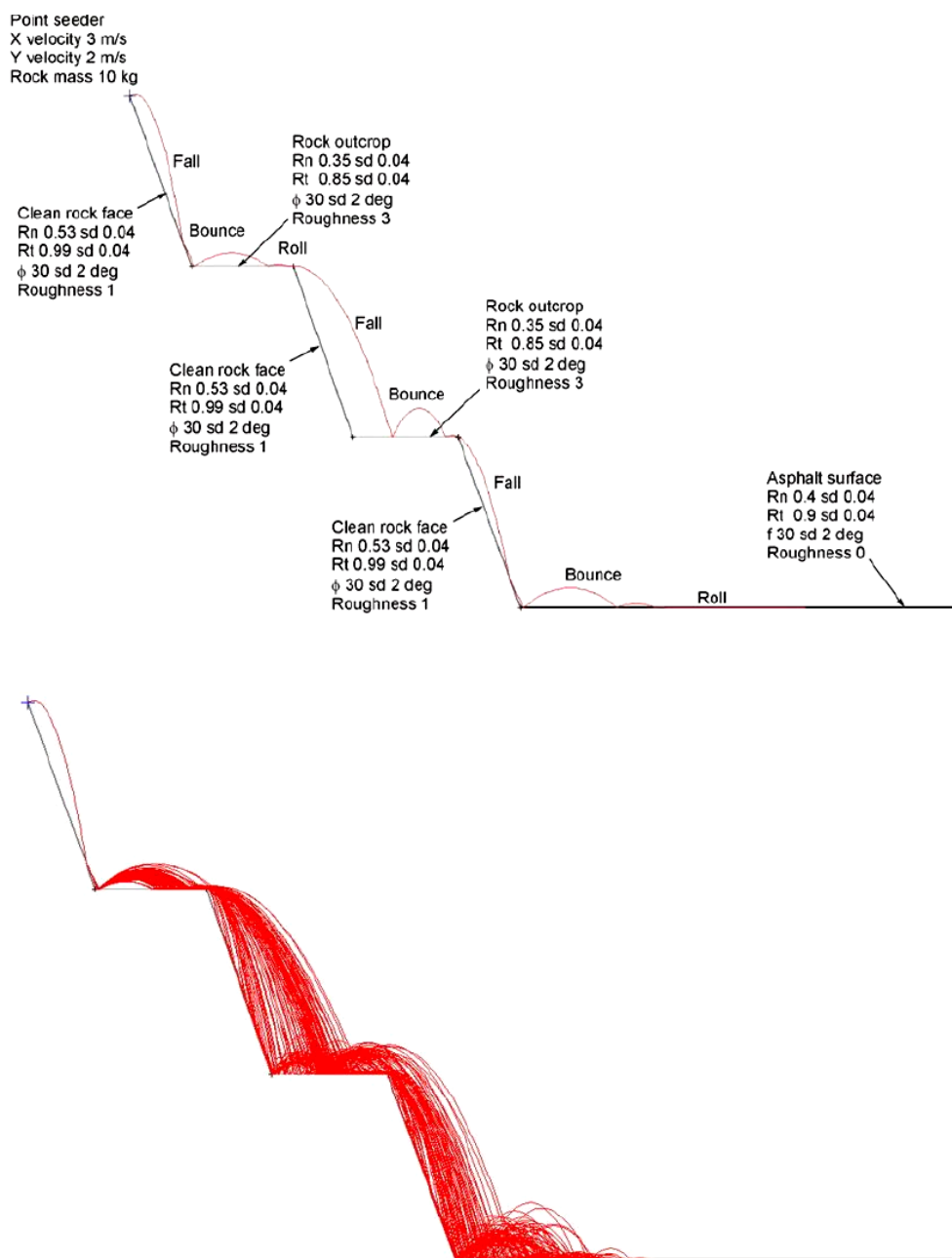
Celá trasa je v našem pasportním posudku rozdělena na skalní svahy a na svahy budované sutí a svahy pokryté vegetací. Jak bylo uvedeno v předešlých odstavcích, svahové nestability jsou rozděleny na 1) saltaci, 2) pád a 3) smyk. Nejnebezpečnější se jeví porušení stability překročením smykové pevnosti na diskontinuitě 3). K tomu dochází obvykle po hladkých plochách tektonické kliváže, kdy může dojít k sesuvu i celého svahu.

V obecné rovině je sanace ujíždějícího skalního svahu technicky extrémně obtížně řešitelná a finančně nákladná. Nezřídka dochází k situacím, kdy je po technické stránce v některých postižených partiích nemožné uplatnit sanační opatření, nebo lze realizovat sanační opatření za vynaložení značných finančních prostředků.

Pády bloků a rozvolněných kamenů je možné řešit mnoha způsoby, kdy nejefektivnější je zabránění pádu odstraněním takového kamene/bloků. Pokud to není možné, potom je možné využívat velkého množství bariér zabráňujícím bloku/kameni v pokračujícím pohybu. Může se jednat o síťové bariéry, bariéry z dřevěných, ocelových případně betonových vertikálních bariér propojených sítěmi, ocelovými lany nebo výdřevami.

Vypadávání kamenů ze skalní stěny se řeší jejich odstraněním a předcházením možného rozvolnění podepřením skalního svahu sítěmi, které jsou uchyceny ke skále ocelovými svorníky. Sítě se svorníky tak zvyšují tření mezi jednotlivými bloky a snižují tak riziko pádu.

Česká republika nemá stanovenou normu pro posuzování stability skalního svahu mimo výpočtu podle příslušné normy ČSN EN 1997-1 nebo ČSN 73 6133. Pro klasifikaci pravděpodobnosti pádu je možné použít např. RHRSSystém (Rockfall Hazard Rating System), který vyvinula organizace Oregon State Highway Division (Pierson et al. 1990). Do analýzy vstupuje zejména výška svahu, geologická charakteristika (typ diskontinuity, hrubost, eroze) a velikost možných bloků hrozících pádem a samozřejmě pozorování již vzniklých pádů vzhledem k malému povědomí odborné veřejnosti v ČR s využitím uvedeného systému nebyl tento pro klasifikaci použit. Některé geologické společnosti k charakteristice nebezpečnosti využívají např. metodiku RSR-PR (ozn. NEMETON 2013).



Obr. 5: Statistická analýza kutálení a odskoku rozvolněných kamenů pro zachycení kamenů bariérou (Hoek 2018), manuál softwaru Rockfall.

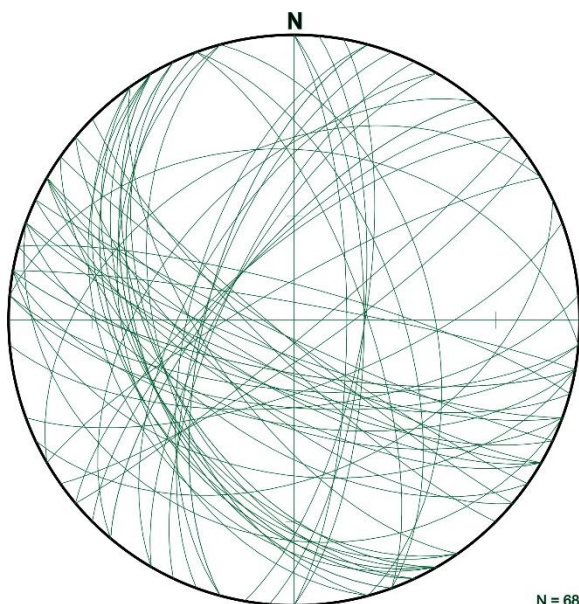
4.4 Geologické posouzení jednotlivých úseků

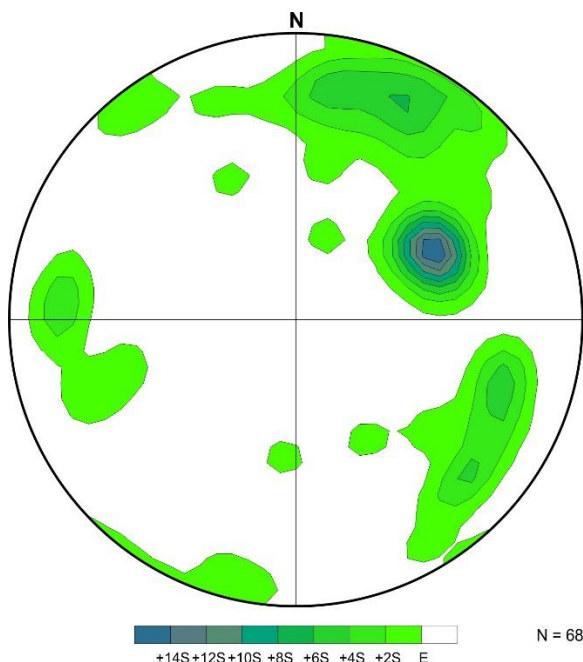
4.4.1 Posouzení zářezu trati v km 77,650-77,700

V tomto úseku prochází trať v pravotočivé zatáčce ve směru staničení zářezem do skalního podloží ve směru JZ-SV. Levá (severní) strana zářezu dosahuje výšky 2-3 m se sklonem $\pm 60^\circ$. Pravá (jižní) strana zářezu je výrazně vyšší 4-15 m, ve spodní části strmá až 75° a ve svrchní je pozvolnější $45-60^\circ$.

Vystupující skalní podloží je budováno převážně dvojslídnyými ortorulami střídajícími se s intenzivně foliovanými dvojslídnyými svory. Kvartérní pokryv je zastoupen pouze několik decimetrů mocnými polohami zvětralin, které volně navazují na rozpadavý skalní masiv. Intenzita zvětrání směrem od povrchu klesá, samotné skalní odkvyvy v zářezu indukují zvětrání ve stupni odbarvená až rozmělněná (ve foliovaných polohách se slídami). Pevnost zcela zvětralých hornin je variabilní, konzistence (nikoli pevnost v prostém tlaku) převážně měkká až středně pevná, masivnější polohy hornin jsou až pevné, naopak silně slídnaté foliované polohy až velmi měkké.

Skalní masiv je prostoupen několika typy diskontinuit, které tvoří predisponované plochy případných nestabilit. Dominantním systémem je zvlněná metamorfní foliace, která má přednostní orientaci azimutu sklonu $230-250^{\circ}/35-50^{\circ}$. V tomto směru je současně horninový masiv přednostně usměrněn včetně uložení jednotlivých vrstviček slíd (muskovitu a biotitu) a dalších minerálů. Další systémy diskontinuit jsou odrazem napjatostního porušení masívu v geologické minulosti a lze definovat následující hlavní systémy křehkého porušení hornin (zlomy a pukliny). Nejvýraznější je systém strmých diskontinuit mírně kosých k foliaci – směru SZ-JZ se sklonem k jihu, další výrazný je systém kolmý na předchozí směru SV-JZ se větším sklonem k severozápadu a třetím systémem je přibližně severojižní se sklonem k východu. Všechny výše uvedené systémy vytváří na jižní stěně zářezu výrazné plochy predispozice pro případné svahové nestability. Měření orientace diskontinuit jsou prezentovány v diagramu zobrazujícího plochy diskontinuit v plochojevné projekci na spodní polokouli Lambertova zobrazení. Statistické zpracování pak formou konturového/hustotního diagramu. Výrazná koncentrace pólů ploch v severovýchodním kvadrantu představuje především metamorfní foliaci.





Obr. 6: Diagramy orientace diskontinuit ve stereografické projekci na spodní polokouli. Oblouky jednotlivých ploch vlevo, konturový graf četnosti ploch vpravo.

Dokumentace skalního odkryvu byla prováděna v extrémně suchém a teplém období. Byly tak ovlivněny pozorování případných výronů přípovrchové podzemní vody, zavlhlост ploch diskontinuit, a především případný vliv promrzání na stabilitu skalní stěny.

4.4.1.1 Horninové klasifikace

Pro potřeby hodnocení kvality skalní masívu v zářezu byly použity horninové klasifikace. Index RQD (Rock quality designation index) je číselnou klasifikací, která vyjadřuje procentuální porušení horniny diskontinuitami podle Palmströma (1982). Kvalita horninového masívu byla hodnocena dle indexové klasifikace RMR (Rock mass rating system) upravené pro skalní odkryvy podle Bieniawskeho (1989). Poslední metoda hodnocení SMR (Slope mass rating system) je rozšířením původní metody RMR Romanou (1993) tak, aby bylo možné určit stabilitu skalních svahů a umělých zářezů.

Vzhledem k tomu že zářez železnice tvoří mírný oblouk a jednotlivé klasifikace RMR a SMR pracují s orientací diskontinuit, resp. svahů, byl hodnocen celý zářez postupně a jednotlivé hodnoty jsou tedy uváděny v rozptylu. Obdobně se nechová celý skalní masív homogenně a hodnota indexu porušení RQD dosahuje rozdílných hodnot.

Index RQD		30-75%
Index RMR		35-65
Index SMR	Severní stěna	20-70
	Jižní stěna	65-70

Jednotlivé kategorie podle hodnocení klasifikací uvádí následující tabulka s barevným vyznačením tříd, do kterých hodnocení spadá.

RQD		RMR		SMR		
100-90 %	výborná	100-81	výborná kvalita horniny	100-81	1.	kompletně stabilní
90-75 %	dobrá	80-61	velmi dobrá kvalita horniny	80-61	2.	stabilní
75-50 %	střední	60-41	dobrá kvalita horniny	60-41	3.	částečně stabilní
50-25 %	nízká	40-21	špatná kvalita horniny	40-21	4.	nestabilní
25-0 %	velmi nízká	20-0	velmi špatná kvalita horniny	20-0	5.	kompletně nestabilní

4.4.2 Popis skalních stěn km 77,580 – 77,700

4.4.2.1 Severní stěna

Severní stěna zářezu trati dosahuje maximální výšky 3 m. Větší část je v deluviálním pokryvu skalního masívu, reprezentovaném štěrkovitohlinitými kávrovitými sedimenty s výrazným zastoupením rozvolněných kamenů ze skalního podloží. Samotné skalní odkryvy jsou zastoupeny minoritně v necelé třetině délky zářezu. Orientace diskontinuit je analogicky totožná a je popsána výše. Díky jejich orientaci v kombinaci se směrem a sklonem zářezu nepředstavují výraznější riziko větších svahových pohybů – maximálně odvalení menších horninových bloků, které však může zasáhnout až drážního tělesa.



Obr. 5: Schématický náčrt severní stěny zářezu. Tečkované – zvětralý povrch, mřížované – ochranné síť, černé linie – křehké porušení (zlomy a pukliny), červené – výrazné plochy foliace.

Doporučení pro další postup

V rámci úprav lze doporučit odstranění náletové vegetace společně s očištěním skalních výchozů. Trvalou stabilizaci hlinitých svahů by měly zajistit např. suché travní rohože, zasíťování skalních výchozů, případně osazením stabilizačních dřevin.

4.4.2.2 Jižní stěna

Jižní stěna zářezu trati dosahuje výrazně vyšší výšky cca 4-15 m podle pozice. Svrchní partie s výrazně nižším sklonem a vertikální výškou v řádech dm prvních m je tvořena písčito-hlinitým pokryvem s rozvolněnými kameny a je intenzivně porostlá náletovými dřevinami. Spodní část je tvořena odkryvem skalního masívu dvojslídých svorů až rul. Jejich odlučnost je podmíněna zejména výskytem diskontinuit – zejména metamorfní foliací a křehkými rupturami (zlomy a puklinami). Jejich orientovaná analýza je uváděna výše.

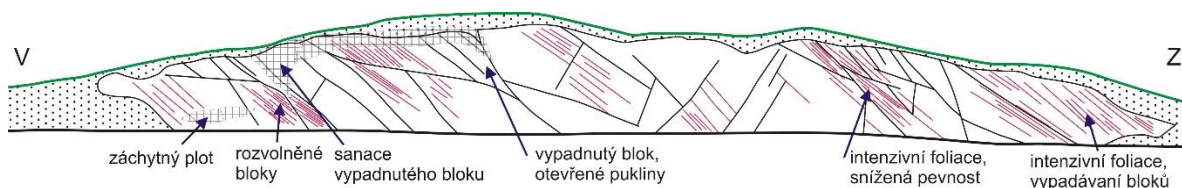
Západní část zářezu je postižena intenzivní foliací s přednostní orientací „po svahu“, tato foliace má místy až téměř penetrativní charakter a vzdálenost jednotlivých ploch

je tak v řádech mm až centimetrů. Tento faktor ovlivňuje rozpadavost masívu a pozorovatelné rozvolňování bloků a jejich sesouvání do prostoru kolejového svršku. Tato část má kvalitu horninového masívu dle RMR při hranici špatné a dobré kvality horniny, současně dle klasifikace SMR je svah nestabilní až částečně stabilní.

Střední část odkryvu vykazuje kvalitativně nejlepší hodnocení skalního masívu – jak pevnosti, tak indexů RQD, RMR i SMR. Střídají se polohy masivnějších dvojslídých rul s menší frekvencí foliačních ploch s intenzivněji prostoupenými polohami v řádově decimetrové mocnosti. Nestability jsou v této části především podmíněny otevřenými puklinami, které omezují horninové klíny (bloky). V době dokumentace se žádné však nejevili jako vysloveně nestabilní.

Východní část odkryvu je postižena historickým sesunutím horninového klínu a je stabilně zajišťována kotvami, sítěmi a krátkou sloupkovou bariérou. Nestabilita je podmíněna intenzivně foliovanou polohou dvojslídých svorů až svorových rul. V této poloze je pravděpodobně absorbována podzemní voda, která chemicky a mechanicky zvětrává jednotlivé minerály a vytváří tak smykové plochy. Rozvolňování bloků horniny i přes sanační opatření je stále aktivní. Okolní horninový masív je lepší kvality.

Vyznačení problematických úseků je znázorněno na následujícím obrázku.



Obr. 5: Schématický náčrt jižní stěny zářezu s vyznačenými jevy. Tečkovaně – zvětralínový pokryv, mřížovaně – ochranné sítě, černé linie – křehké porušení (zlomy a pukliny), červeně – výrazné plochy foliace.

Doporučení pro další postup

Před samotnými úpravami se doporučuje podrobný průzkum skalního odkryvu, podrobného zmapování a zhodnocení nestabilit. V celém profilu je nutné provést očištění od rozvolněných bloků a náletových dřevin. Ve svrchní části s kvartérním pokryvem je opět vhodné uložit suché travní rohože. Oblasti s nízkou stabilitou opatřit sítěmi případně společně s kotvením kolmo na plochy diskontinuit, podložené stabilitním výpočtem kotevních sil. V příští etapě je také vhodné posoudit možnost kutálejších se (rolujících) kamenů po svahu nad železničním zářezem za pomoci výpočtu. Pokud by bylo nebezpečí potvrzeno, vhodným řešením by bylo vyprojektovat bariéry proti dynamickým účinkům. Více viz kapitola 5 této zprávy.

4.4.3 Úsek km 77,580 – 77,700

km 77,584 – 77,602

potenciálně nestabilní těleso násypu vlevo. Dochází zde k osypu materiálu kolejového lože.

Doporučení pro další postup:

Stanovit mechanické vlastnosti a vypočítat stabilitu svahu, dynamické penetrační sondování, geofyzika (georadar, mělká refrakční seismika), bagrované sondy, smykové pevnosti hornin.

km 77,579 – 77,706

vpravo zářez v masivu, možné osypy ze svrchních partií skalního výchozu, skalní stěna není zajištěna, je protkána sítí diskontinuit, které se navzájem kříží a dochází na ní k opadu rozvolněných hornin, posouzení stability skalního svahu (např. RQD).

Doporučení pro další postup – viz. bod 4.4.1 a podkapitoly.

km 77,630 – 77,675

vlevo zářez, rozvolněná skála porostlá vegetací se suťovým krytím, v případě rozšíření do zářezu

Doporučení pro další postup – posouzení stability skalního svahu (např. RQD).

4.4.4 Úsek km 77,710 – 77,836

km 77,725 – 77,767

odřez vpravo trati.

Doporučení pro další postup:

v případě rozšíření zářezu posouzení stability svahu, geofyzika (georadar, mělká refrakční seismika), bagrované sondy (MUV), smykové pevnosti hornin.

Opěrná zeď v km 77,730 – 77,829 vlevo

Opěrná zeď je situovaná poblíž vodního toku, který svojí erozivní činností ohrožuje stabilitu přiléhajícího svahu a na něm usazené opěrnou stěnu. Není zřejmá hloubka základové spáry opěrné zdi a současně není jasné, zda je základová půda složena z deluviálních osypů, nebo zda se jedná o skalní horninu. Svah mezi zdí a vodním tokem je evidentně nestabilní, což indikují stromy, které nerostou vertikálně (náznak tzv. opilého lesa). V km 77,725 – 77,829 dochází k osypu materiálu kolejového lože.

Doporučení pro další postup:

provedení průzkumných šachtic, které prozkoumají charakter základové půdy. Je předpokladem, že se jedná o skalní horninu neznámého zvětrání a smykové pevnosti. Pokud to bude možné, doporučujeme odebrat vzorky horniny, aby bylo možné stanovit smykovou pevnost na foliačních plochách. Dále je nezbytné ověřit průběh skalního podloží. Toto lze prozkoumat využitím těžké dynamické penetrace a případně geofyzikálních měření (odporová tomografie, mělká refrakční seismika). Na základě získaných podkladů stanovit stabilitu svahu se zdí podle podmínek ČSN 73 6301.

km 77,829 – 77,840

vlevo zjištěn velmi příkrý svah násypu přiléhající k opěrné zdi – potenciálně nestabilní. V úrovni paty opěrné zdi zjištěna šachta (sklep) do svahu ve skalní hornině s možným negativním dopadem na stabilitu svahu.

Doporučení pro další postup:

ověření přítomnosti případných dutin, nakypření a smykových ploch z důvodu možného propadání násypu do „sklepa“ (využití geofyziky georadar, mělká refrakční seismika). Případně stanovení mechanických vlastností a výpočet stability s využitím dynamického penetračního sondování, bagrovaných sond, smykové pevnosti hornin.

4.4.5 Úsek v km 77,836 – 78,065

Bez přítomných geodynamických jevů.

4.4.6 Úsek v km 78,065 – 78,206

Km 78,075 – 78,206 vlevo, opěrná zeď má výšku asi 9 m. Je hustě porostlá vegetací a náletovými dřevinami okolo km 78,100 lehce vyboulená stěna (foto 9). Může se jednat o indikaci překročení únosnosti základové konstrukce, případně také deformace zdi samotné, která je způsobena nerovnoměrným sedáním. Při patě zdi se nachází napojení zdi lavicí šířky okolo 1 m (lavice uskočená na spáře o cca 0,5 m, zřejmě účel realizace) tvořící břeh potoka Nedvědička s náznaky podemílání paty svahu vodním tokem. Nestabilní svah mezi korunou zdi a tělesem železničního svršku s osypem materiálu kolejového lože. Doporučení pro další postup – provedení průzkumných šachtic a ověření charakteru základové spáry. Diagnostika násypu a podloží za využití geofyzikálního profilování, bagrovaných sond, stanovení smykové pevnosti hornin. V případě pochybností stanovit stabilitu podloží se současným zatížením od násypu a pohybu drážních vozidel za pomoci geotechnického výpočtu.

4.4.7 Úsek v km 78,206 – 78,721

km 78,206 – 78,300

vlevo trati násyp, lokálně nahnuté náletové dřeviny, patrné mělké odlučné plochy při okraji koruny násypu, osypy kamenina z koruny násypu a kolejového lože.

Doporučení pro další postup:

prověřit možný dopad na hlubší stabilitu svahu výpočtem, dynamické penetrační sondování, geofyzika (georadar, mělká refrakční seismika), bagrované sondy. Příliš strmý svah by bylo vhodné snížit.

km 78,610 – 78,650

vlevo trati násyp, lokálně nahnuté náletové dřeviny, patrné mělké odlučné plochy při okraji koruny násypu, osypy kamenina z koruny násypu.

Doporučení pro další postup:

prověřit možný dopad na hlubší stabilitu svahu výpočtem, dynamické penetrační sondování, geofyzika (georadar, mělká refrakční seismika), bagrované sondy. Osypům kolejového lože (km 78,400), z důvodu strmého sklonu (postupného zvýšení z důvodu rekonstrukcí/podbíjení) by zabránilo zvýšení současné skládané stěny násypu za současného snížení sklonu štěrkového lože.

km 78,350 – 78,380

skalní výchoz vpravo, potenciální osypy kameniva do kolejiště.

Doporučení pro další postup:

posouzení stability skalního svahu (např. RQD).

4.4.8 Úsek v km 78,721 – 78,861

Km 78,724 – 78,856 levostranná opěrná zeď. Porostlá mechem a drobnou vegetací, místy náletovou vegetací, bez viditelných známek posunů, rozvolněných kamenných bloků apod. Svah drážního tělesa nad korunou zdi nestabilní s osypy materiálu kolejového lože. V km 78,760 – 78,780 možné podemílání paty svahu vodním tokem.

Doporučení pro další postup:

provedení průzkumných šachtic a ověření charakteru základové spáry.

4.4.9 Úsek v km 78,861 – 79,140

Km 79,050 – 79,120 násyp vlevo, velmi prudký svah bez zajištění. V km cca 79,070 chybějící část svahu po odtržení části tělesa násypu, pravděpodobně více zvětralý pruh skalní horniny, který byl splachem erodován nebo v kombinaci s vyjždějícími bloky po foliaci ve svahu pod drážním tělesem. V km 79,024 – 79,145 dochází k osypu materiálu kolejového lože.

Doporučení pro další postup:

stanovit mechanické vlastnosti a vypočítat stabilitu svahu, dynamické penetrační sondování, geofyzika (georadar, mělká refrakční seismika), bagrované sondy, smykové pevnosti hornin. Nutný návrh sanace koruny svahu a zajištění stability svahu umělým stavebním objektem např. opěrnou zdí.

4.5 Osyp materiálu kolejového lože – přehled úseků

Staničení (km)	Číslo geodetického řezu
77,583 – 77,595	2, 3
77,725 – 77,829	11–18
78,103 – 78,121	31, 32
78,197 – 78,202	38, 39
78,417 – 78,461	51–53
78,737 – 78,857	67–74
79,024 – 79,145	75–81

Poznámka: Geodetické řezy viz část E. Geodetická dokumentace

4.6 Pasport umělých staveb

4.6.1 Propustek v km 77,686



Foto 1: Pohled na výtokové čelo



Foto 2 : Pohled do propustku

Propustek funkční, částečně zanesený – cca z 10 %. Kamenné části částečně zvětralé pojivo, kámen neporušený. Betonový výtokový objekt poškozený, hrany římsy převážně ulomené. Hrana římsy cca 2 m od osy koleje – **chybí prostor pro strojní čištění kolejového lože**. Vtokový objekt – čelo propustku 2,86 m od osy koleje.

Doporučení pro další postup / technické řešení

Normový VMP	Bez normového VMP
Nový propust rozšířený oproti současnému stavu	Vyčištění, přespárování zdiva, úprava vtokové a výtokové oblasti, reprofilace betonu. Vzhledem k obtížně stanovitelné zatížitelnosti a stáří objektu se ovšem preferuje celková přestavba.

4.6.2 Opěrná zeď v km 77,730 – 77,829



Foto 3: Nestabilní svah pod patou zdi



Foto 4: Prostor pro VMP nad korunou zdi

Zaměřená viditelná délka cca 99 m neodpovídá evidenční délce 126 m. Pravděpodobným důvodem jsou značné objemy přesypaného materiálu z prostoru kolejíště. Cca kolem km 77,740 pod patou opěrné zdi vysoké příspy (zřejmě původní štěrkové lože a další materiál z trati), strmý svah k říčce Nedvědičce vykazující možné známky nestability. Svrchní část zdi je smykově porušená (vyjetá z roviny) – nutno lokálně opravit. Svah nad korunou zdi ve sklonu až 1,1:1 neumožňuje zřízení drážní stezky bez umělých staveb, zajišťujících prostor mezi korunou zdi a tělesem žel, svršku. Bude třeba prověřit stabilitu svahu pod patou zdi a případně zajistit i tuto oblast. Nutno doplnit záchytné zařízení.

Doporučení pro další postup / technické řešení

Normový VMP (3,0 m)	Bez normového VMP
Rekonstrukce zdi jako v případě bez normového VMP +: Zajištění drážní stezky s kabelovými chráničkami např. gabiony Montáž záchytného zařízení (zábradlí) Pro VMP 2,5 m nutné stejné úpravy	Rekonstrukce v rozsahu: Očištění zdi od náletových rostlin Odtěžení dodatečně dosypaného materiálu ze svahu Zajištění nestabilních svahů nad korunou zdi Oprava smykově porušených částí zdi Zajištění nestabilních svahů pod patou zdi

4.6.3 Propustek v km 77,935



Foto 5: Pohled na výtokové čelo se stojící vodou



Foto 6: Pohled na zanesený vtok

Propustek funkční, silně zanesený – cca z 50–60 %. Betonové konstrukce se jeví bez větších známek poškození. Kamenný žlab pod výtokem silně zanesený do protispádu – stojící voda. Dále ve svahu pod tratí žlab málo znatelný, silně zanesený – na cizích pozemcích. Svah nad čelem propustku nutno pro zřízení drážní stezky zajistit navýšením čela. Záchytné zařízení chybí.

Doporučení pro další postup / technické řešení

Normový VMP (3,0 m)	Bez normového VMP
Navýšení římsy propustku vhodným způsobem, který zajistí zachování stability čela propustku a v případě, že římsa v novém stavu bude ve výšce větší jak 2m nad dnem toku, bude doplněno zábradlí	Vyčištění, reprofilace betonu, úprava vtokové a výtokové oblasti včetně případného přespádování, doporučeno vyčištění žlabu i ve svahu násypu

4.6.4 Propustek v km 78,054



Foto 7: Pohled na vtokové čelo



Foto 8: Pohled na trať nad propustkem

Propustek funkční, pouze povrchové usazeniny. Kamenné zdivo klenby i křídel částečně zvětralé spárování, místy náletové rostliny. Záchytné zařízení není nutné.

Doporučení pro další postup / technické řešení

Normový VMP (3,0 m)	Bez normového VMP
Drobná zemní úprava pláň žel. svršku. Šířka dostačující.	Vyčištění, odstranění náletové zeleně, přespárování vypadaných spár

4.6.5 Opěrná zeď v km 78,072 – 78,203



Foto 9: Přesýpaný začátek zdi s nábrežní zídkou

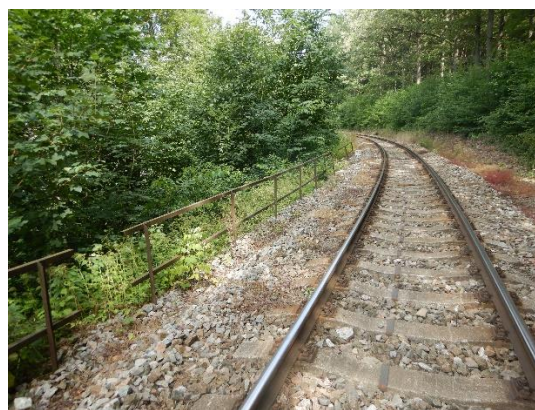


Foto 10: Pohled na trať u konce zdi

Zaměřená viditelná délka cca 131 m neodpovídá evidenční délce 141 m. Pravděpodobným důvodem je přesýpaný materiálu z prostoru kolejiště – svah nad korunou zdi má sklon až 1:1. Tento svah je dlouhodobě nestabilní a neumožňuje zřízení drážní stezky bez umělých staveb, zajišťujících prostor mezi korunou zdi a tělesem žel, svršku. Nábrežní zeď pod lavičkou v patě opěrné zdi je značně poškozena vzrostlými náletovými stromy. Kolem km 78,100 je viditelné vyboulení opěrné zdi. Bude třeba prověřit v potencionálně nestabilním úseku geologii v oblasti

pod patou zdi a případně zajistit i tuto oblast. Nutno obnovit záchytné zařízení v normové poloze – původní je ve vzdálenosti cca 2,63 – 3,0 m od osy koleje.

Doporučení pro další postup / technické řešení

Normový VMP (3,0 m)	Bez normového VMP
<p>Rekonstrukce zdi jako v případě bez normového VMP +:</p> <p>Zajištění drážní stezky s kabelovými chráničkami např. gabiony.</p> <p>Pro VMP 2,5 m postačí úprava stávajícího terénu</p>	<p>Rekonstrukce v rozsahu:</p> <p>Očištění zdi od náletových rostlin, zejména nábrežní zeď pod lavičkou</p> <p>Zajištění nestabilních svahů nad korunou zdi</p> <p>Zajištění vybouleného úseku zdi</p> <p>Rekonstrukce nábrežní zdi v částech, poškozených náletovými stromy, případné úpravy proti podemílání – zátopové území potoka</p> <p>Montáž záchytného zařízení (zábradlí)</p>

4.6.6 Most v km 78,510



Foto 11: Pohled na portál vlevo trati



Foto 12: Pohled na trať nad mostem

Kamenné zdivo klenby i křídel částečně zvětralé spárování, značně porostlé náletovými rostlinami. Statické poruchy nejsou viditelné. Nutno obnovit záchytné zařízení v normové poloze. Stávající zábradlí je deformované, umístěné ve vzdálenosti cca 2,75 – 2,9 m od osy koleje.

Doporučení pro další postup / technické řešení

Normový VMP (3,0 m)	Bez normového VMP
<p>Nutné doplnění nových říms a zábradlí; šířkové řešení přizpůsobit buď přechodu koleje s otevřeným</p>	<p>Odstranění náletové zeleně, přespárování vypadaných spár (případně izolace rubu klenby??)</p>

kol.ložem (nutnost rozšíření říms) nebo uzavřeným kol.ložem (nutno dořešit přechody z otevřeného kol.lože na uzavřené); současně s tím řešit nový systém vodotěsné izolace.

4.6.7 Opěrná zeď v km 78,724 – 78,856



Foto 13: Pohled na zeď



Foto 14: Místo pro VMP v koruně zdi

Zaměřená viditelná délka cca 132 m neodpovídá evidenční délce 140 m. Pravděpodobným důvodem je přesypání materiálu z prostoru kolejiště – svah nad korunou zdi má sklon až 1,4:1. Tento svah je dlouhodobě nestabilní a neumožňuje zřízení drážní stezky bez umělých staveb, zajišťujících prostor mezi korunou zdi a tělesem žel, svršku. Vzdálenost zábradlí od osy koleje je zcela nedostatečná. Je třeba provést podrobnou kontrolu nábrežní části zdi z hlediska možného podemílání meandrem potoka. Stávající zábradlí ve vzdálenosti 2,33 – 2,52 m od osy koleje.

Doporučení pro další postup / technické řešení

Normový VMP (3,0 m)	Bez normového VMP
Rekonstrukce zdi jako v případě bez normového VMP +: Zajištění drážní stezky s kabelovými chráničkami např. gabiony Montáž záchytného zařízení (zábradlí) Pro VMP 2,5 m nutné stejné úpravy Případně zvážit zřízení stezky	Rekonstrukce v rozsahu: Očištění zdi od náletových rostlin, zejména nábrežní zeď pod lavičkou Zajištění nestabilních svahů nad korunou zdi Rekonstrukce nábrežní zdi v částech, poškozených náletovými stromy Revize nábrežní etáže zdi, případné úpravy proti podemílání – zátopové území potoka Montáž záchytného zařízení (zábradlí)

vpravo trati

4.6.8 Most v km 78,832



Foto 15: Pohled na portál vlevo trati



Foto 16: Pohled na trať nad mostem

Kamenné zdivo klenby i křídel částečně zvětralé spárování s výluhy, křídla i čela značně porostlá náletovými rostlinami. Vlivem vyluhovaného pojiva se objevuje silně zvětralá oblast v zalomení klenby. Zábradlí 2,52 – 2,99 m od osy koleje.

Doporučení pro další postup / technické řešení

Normový VMP (3,0 m)	Bez normového VMP
<p>Nadvýšení čela mostu – nové římsy a zábradlí. Šířka dostačující.</p> <p>Nová poloha zábradlí v návaznosti na zábradlí na opěrné stěně a požadovaném VMP.</p> <p>+ další opatření jako pro případ „bez normového VMP“</p>	<p>Odstranění náletové zeleně, přespárování vypadaných spár, nový systém vodotěsné izolace. Doporučena injektáž klenby v zalomení.</p>

4.6.9 Propustek v km 79,046



Foto 17: Pohled na vtok



Foto 18: Pohled na výtok s kabelovou chráničkou

Propustek funkční, částečně zanesený – cca z 20 %. Kamenné části částečně zvětralé pojivo, kámen neporušený. Výtokový objekt cca 1,9 m od osy koleje – **chybí prostor pro strojní čištění kolejového lože**. Vtokový objekt – čelo propustku 2,6 m od osy koleje.

Doporučení pro další postup / technické řešení

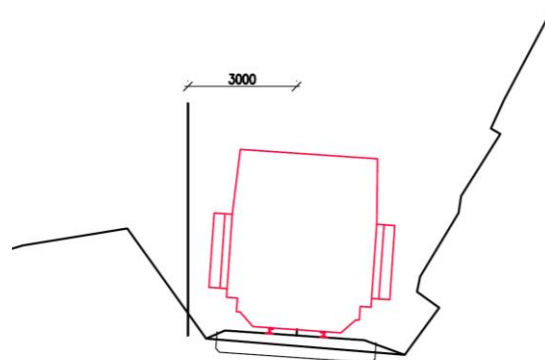
Normový VMP	Bez normového VMP
Nový propust rozšířený oproti současnému stavu.	Vyčištění, přespárování zdiva, úprava vtokové a výtokové oblasti, reprofilace betonu. Vzhledem k obtížně stanovitelné zatížitelnosti a stáří objektu se ovšem preferuje celková přestavba.

4.7 Vyhodnocení úseku z hlediska zřízení drážní stezky

4.7.1 Úsek km 77,580 – 77,700



Foto 19: Trať cca kolem km 77,635



Obr. 6: Schéma zásahu VMP do svahu – řez v km 77,635

Do km 77,600 zasahuje do VMP vlevo svah nad korunou opěrné zdi – možné zřízení drážní stezky zajištěním svahu nad korunou zdí, např. gabiony.

V km 77,600 – 77,700 možnost zřízení drážní stezky vlevo úpravou levého svahu. Prostor pro strojní čištění kolejového lože dostatečný – viz schéma na obr. 6.

Propustek v km 77,686 – nutno prodloužit vlevo trati o 1 m.

4.7.2 Úsek km 77,710 – 77,836

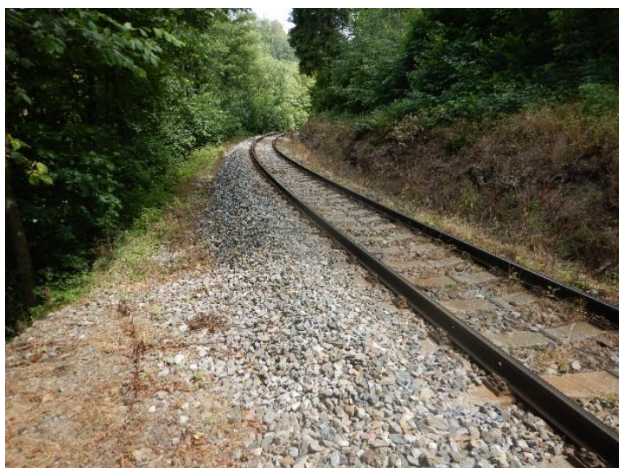
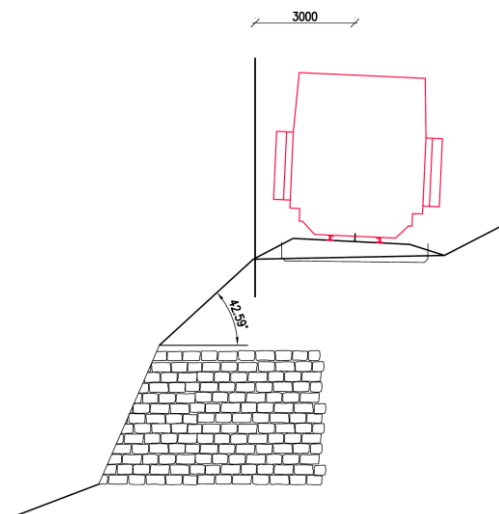


Foto 20: Trať v začátku úseku



Obr. 7: Schéma VMP nad zdí – řez v km 77,781

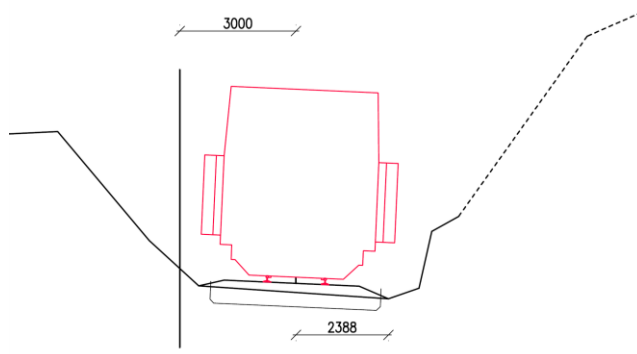
Do km cca 77,725 VMP vlevo trati dostatečný – viz foto 18. Dále nutná úprava výšky pláň nad korunou opěrné zdi – možné zřízení drážní stezky zajištěním např.

gabiony. Prostor pro strojní čištění kolejového lože dostatečný. Schéma viz obr.7. Nutno doplnit zábradlí.

4.7.3 Úsek v km 77,836 – 78,065



Foto 21: Trať v začátku úseku



Obr. 8: Schéma VMP – řez v km 77,856

V km 77,836 – 78,992 oboustranný zářez. VMP vlevo trati možný po úpravě svahu zářezu. Prostor pro strojní čištění kolejového lože nedostatečný – zasahuje do příkopu – osa příkopu cca 2,4 m od osy koleje. Schéma viz obr.8.

Propustek v km 77,935 – šířka pro VMP dostatečná, nutno zvýšit čelo, doplnit zábradlí. Prostor pro strojní čištění kolejového lože dostatečný.

Dále do km 78,020 pravostranný zářez a levostranný násyp – VMP vlevo možno zřídit s drobnými terénními úpravami. Prostor pro strojní čištění kolejového lože dostatečný.

V km 78,020 – 78,065 trať v násypu – VMP vlevo možno zřídit s drobnými terénními úpravami, včetně místa propustku v km 78,054.

4.7.4 Úsek v km 78,065 – 78,206

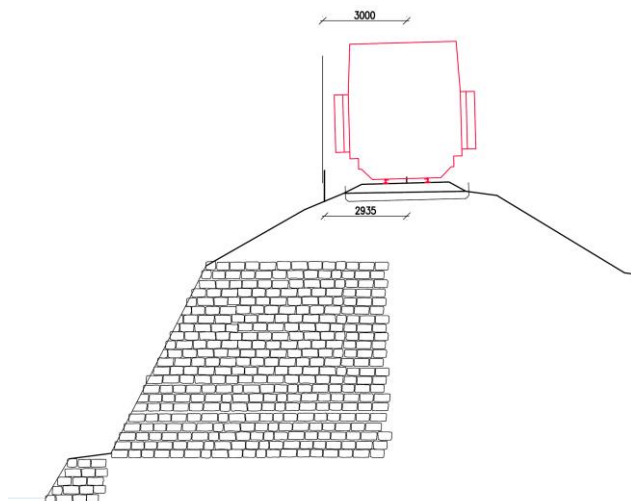
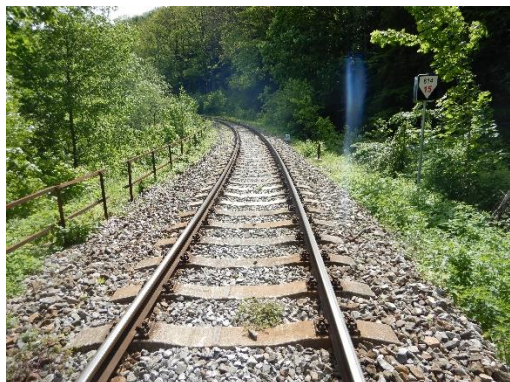


Foto 182: Trať v začátku úseku cca km 78,080

Obr. 9: Schéma VMP – řez v km 78,089

Do km cca 78,153 trať vedena v oboustranném násypu. Nad korunou zdi nutno upravit výšku pláně – možné zřízení drážní stezky zajištěním např. gabiony. Prostor pro strojní čištění kolejového lože dostatečný. Schéma viz obr.9.

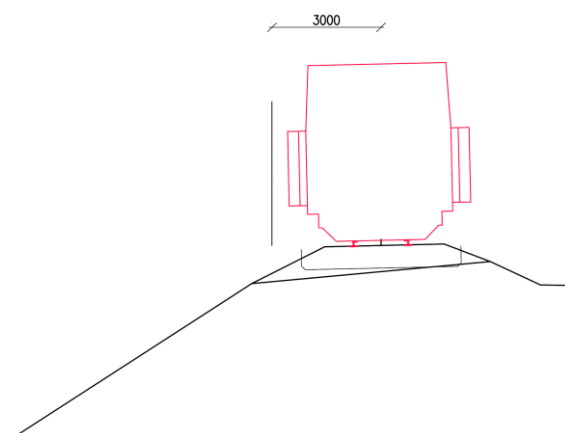
Dále do konce úseku v pravostranném odřezu a levostranném násypu. Možnost zřízení VMP vlevo trati stejná.

Nutno obnovit zábradlí v normové poloze – v celém úseku.

4.7.5 Úsek v km 78,206 – 78,721



Foto 193: Trať v km cca 78,400



Obr. 10: Schéma VMP – řez v km 78,462

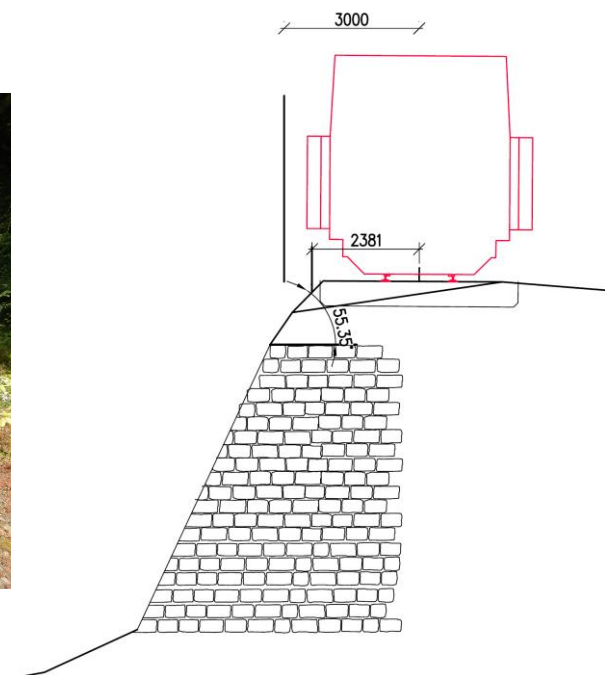
Mezi km 78,400 – 78,721 nutno upravit šířku pláně – možné zřízení drážní stezky zajištěním např. gabiony. Prostor pro strojní čištění kolejového lože dostatečný. Schéma viz obr. 10.

Ve zbývajcí části úseku možno zřídit VMP vlevo s drobnými terénními úpravami

4.7.6 Úsek v km 78,721 – 78,861



Foto 24: Trať v km 78,800



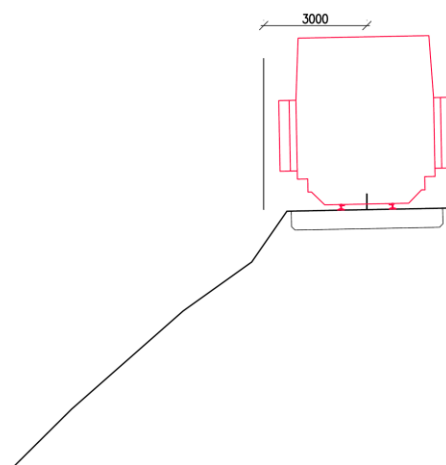
Obr. 11: Schéma VMP – řez v km 78,752

Kromě úseku v násypu kolem mostu v km cca 78,805 – 78,848 trať vedena v pravostranném odřezu a levostranném násypu. V celé délce zdi nutno upravit prostor nad korunou zdi pro vytvoření drážní stezky. Prostor pro strojní čištění kolejového lože místy nedostatečný. Schéma viz obr. 11.

4.7.7 Úsek v km 78,861 – 79,140



Foto 25: Trať v km 78,800



Obr. 12: Schéma VMP – řez v km 78,752

Trať vedena v pravostranném odřezu a levostranném násypu. Prostor pro drážní stezku s drobnými terénními úpravami plně dostatečný do km cca 79,025. V oblasti

s odtrženou horní hranou násypu prostor nedostatečný – nutná sanace koruny svahu a vytvoření prostoru umělou stavbou. Prostor pro strojní čištění kolejového lože dostatečný. Schéma viz obr. 12.

V místě propustku v km cca 79,046 nedostatečný VMP i prostor pro strojní čištění kolejového lože – čelo propustku ve vzdálenosti cca 2,08 m od osy koleje

4.8 Možná řešení projektu sanace nestabilních skalních svahů

Rozsah průzkumu je pouze pasport současného stavu a doporučení, jak dále postupovat. Provedenou etapu lze označit jako orientační. Geodetické zaměření a měření orientace puklin lze označit za podrobné. U hornin nebyla stanovena smyková pevnost hornin na existujících smykových plochách. Není známá metodika výpočtů a způsob projektování, a tak případná další etapa průzkumu bude vycházet z požadavků projektanta.

S ohledem na ochranu krajinného rázu není doporučeno celé defilé svahu zbytečně zasítovat, resp. zasítovat pouze nezbytně nutná místa. Pro všechny skalní svahy je doporučeno očištění od náletové vegetace a od rozvolněných a uvolněných bloků a kamenů, které mohou vypadnout. Toto je nezbytné téměř u všech posuzovaných svahů, neboť dle archívních fotografií během zimních měsíců dochází k vytékání podzemní vody z puklin a jejímu mrznutí. Led potom svým krystalizačním tlakem skálu rozrušuje. Samotné sanační práce budou vycházet z požadavku na rozšíření průjezdního profilu VMP, kdy zřejmě bude proveden zásah do stávajícího stavu.

4.8.1 Vegetační protierozní úpravy

Svahy s rozvolněným horninovým masivem, případně s nesoudržným kvartérním pokryvem je vhodné opatřit vegetačním protierozním pokryvem. Ideální jsou suché travní rohože – jde o nosný materiál (textilie, buničina, kokosová vlákna...) do kterého je zapraveno travní semeno. Nosný materiál je rozložitelný a může být v rámci prokořeňování humifikován. Jejich aplikace je rychlá, ukládají se do vlhkého podloží a připevněny sponami. Obdobného výsledku je možné dosáhnout i jinými metodami, např. hydroosevem, drnováním či hydroosevem.

4.8.2 Sítě proti kutálejícím se kamenům

Svahy doporučujeme opatřit vertikální až mírně skloněnou ocelovou sloupkovou pružnou bariérou s oky o velikosti 50x50 mm (nebo podle výrobce) pro opady stěrku a drobných kamenů zejména ze svahu nad skalními svahy. Tyto záchytné sítě doporučuji umístit blízko horní hrany (1-2 m od hrany) skalních stěn a budou bránit kutálení kamenů ze zalesněného svahu. Míra nebezpečnosti byla stanovena na základě sklonu svahu. Směr kutálení kamenů je prezentován vektorem s barvou nebezpečnosti (viz geodetické zaměření). Dle průzkumu nehrozí kutálení kamene hmotnějšího než 20 kg (spíše štěrky a kameny do velikosti 10 cm). Sítě by byly kloubově uchyceny na patky, sloupky podle členitosti terénu o osové vzdálenosti 3-5 m. Dostačená výška pro zachycení drobnějších kamenů bude 1 - 1,5 m. Na horním a dolním kraji sítě by bylo vhodné umístit vyztužovací lano. Ukončení sítí může být za využití absorbentu energie. Tyto záchytné sítě bude nutné čas od času čistit od napadaného kameniva, dřeva a listů. Orientační výpočty jsou uvedeny v příloze 3.

4.8.3 Vertikální stěny

Pod skalními svahy, které jsou vertikální a převíslé, dochází čas od času k vypadávání a odskakování kamenů. Je to způsobeno postupným rozpadem skalních stěn. Pro vertikální a strmé svahy doporučujeme provést očištění od náletové vegetace a uvolněných kamenů, posléze stabilizovat skalní stěnu sítí s oky max. 100x100 mm vyztuženou pramencovými lany respektující tvar skalních stěn tak, aby síť a zejména lana podpíraly stěnu před rozvolněním a vypadnutím kamenů (typ dle návrhu projektanta a výrobce). Síť by měla být pozinkována případně i poplastována se životností 50 let. Přichycení sítě je vhodné ocelovými svorníky, které budou pro delší životnost ošetřeny antikoročním nátěrem, nebo galvanizovány (ČSN EN ISO 1461).

5. Napojení na dopravní a technickou infrastrukturu

Příjezd ke stavbě je možný po stávající trati. Stavbou nedojde ke změně dopravního systému.

6. Ochranná a bezpečnostní pásma

Stavba se nachází mimo zvláště chráněná území nebo jejich ochranná pásma na pozemcích ve správě SŽDC, s.o.

Stavba je situována v ochranném pásmu dráhy.

Nejsou navrhována nová ochranná pásma.

7. Vliv stavby na životní prostředí a ochrana zvláštních zájmů

Úpravami stávající trati nedojde ke změnám v proudění spodních vod a nedojde ke zhoršení jejich kvality.

Budoucí rekonstrukce nebude mít na životní prostředí negativní dopad.

Stavba nebude produkovat nebezpečné ani jiné odpady, mající negativní vliv na životní prostředí.

Stavba se nachází v blízkosti osady Pernštejn cca 20 m od nejbližšího obydlí. V projektu sanace a rekonstrukce bude třeba řešit ochranu obyvatel před hlukem a nežádoucími vibracemi.

8. Orientační náklady stavby

Sanace skal v km 77,600 – 77,700 v úseku Rožná – Nedvědice Rekonstrukce opěrných zdí v km 77,715 – 78,861 v úseku Rožná – Nedvědice			
	Popis práce, klasifikace výkonu	CIN	Poznámka
1	Opěrná zeď v km 77,730 – 77,829	9 100 000,-	Demontáž a montáž koleje/svršku 140 bm, dočasné i trvalé přeložky kabelů
2	Opěrná zeď v km 78,072 - 78,203	10 400 000,-	Demontáž a montáž koleje/svršku 145 bm, dočasné i trvalé přeložky kabelů
3	Opěrná zeď v km 78,724-78,856	10 000 000,-	Demontáž a montáž koleje/svršku 150 bm, dočasné i trvalé přeložky kabelů
4	Propustek v km 77,686	1 100 000,-	kamenný
5	Propustek v km 77,935	200 000,-	betonový trubní
6	Propustek v km 78,054	1 000 000,-	kamenná klenba hluboko pod tratí dl 27 m
7	Most v km 78,510	1 800 000,-	kamenný, rozpětí 3 m, výška 3,4 m
8	Most v km 78,832	1 900 000,-	Demontáž a montáž koleje/svršku 20 bm kamenný, rozpětí 3 m, výška proměnná, součást opěrky
9	Propustek v km 79,046	1 100 000,-	Demontáž a montáž koleje/svršku 20 bm kamenný, krátký – délka jen cca 4,2 m
10	Svah v km 77,580 - 77,700	5 400 000,-	
11	Svah v km 78,861-79,140	3 500 000,-	
Σ	Celkem	45 500 000,-	
	DPH 21 %	9 555 000,-	
Σ	Celkem včetně DPH	55 055 000,-	

Výrazný vliv na CIN mají náklady na rekonstrukci žel. svršku. Ve výše uvedené tabulce je započítáno cca 475 m pro demontáž a zpětnou montáž žel svršku s novým materiálem, celý úsek má pak délku 1 560 m.

Demontáž a montáž koleje/svršku	Stávající návrh	Celý úsek
	475 bm	1 560 bm
	11 856 000,-	38 937 600,-
Při rekonstrukci svršku a úpravách pláně v celém úseku je nutno připočíst (bez DPH)		27 081 600,-

9. Orientační náklady průzkumných prací

Sanace skal v km 77,600 – 77,700 v úseku Rožná – Nedvědice Rekonstrukce opěrných zdí v km 77,715 – 78,861 v úseku Rožná – Nedvědice			
	Popis práce, klasifikace výkonu	CIN	Poznámka
1	Úsek km 77,580 – 77,700	x,-	Dynamická penetrace, georadar, seismická tomografie, posouzení stability
2	Úsek km 77,700 – 77,836	x,-	Dynamická penetrace, georadar, seismická tomografie, bagrované sondy
3	Úsek km 77,836 – 78,206	x,-	Dynamická penetrace, georadar, seismická tomografie, bagrované sondy, průzkum sklepa
4	Úsek km 78,206 – 78,721	x,-	Dynamická penetrace, georadar, seismická tomografie, bagrované sondy, posouzení stability
5	Úsek km 78,721 – 78,861	x,-	Georadar, seismická tomografie
6	Úsek km 78,861 – 79,140	x,-	Dynamická penetrace, georadar, seismická tomografie, bagrované sondy
Σ	Celkem	x,-	
	DPH 21 %	x,-	
Σ	Celkem včetně DPH	x,-	

Vypracovali:

Ing. Jaroslav Lacina

AMBERG Engineering Brno, a.s.

Mgr. Josef Víšek

Mgr. Martin Knížek, Ph.D.

RNDr. Mgr. Ivan Poul, PhD.

Projekce iGEO, s.r.o.