

Zajištění skalních masivů na trati Hanušovice – Staré Město pod Sněžníkem/Červený Potok

SO 01-11-01, železniční spodek

Příloha č. 1 Pádové simulace

OBSAH

1. Úvod	str. 1
2. Metodika průzkumných prací	str. 1
3. Pádové simulace	str. 1
4. Závěr	str. 9

Pádová simulace na řezu 2 (km 3,934)_protokol

Pádová simulace na řezu 2 – profil

Pádová simulace na řezu (km 4,000)_protokol

Pádová simulace na řezu 4 – profil

Pádová simulace na řezu 9 (km 4,384)_protokol

Pádová simulace na řezu 9 – profil

1. Úvod

Pro upřesnění bezpečného návrhu a dimenzování záchytných konstrukcí byly v místech kritických řezů provedeny pádové simulace. Tyto pádové simulace v podobě matematického modelování trajektorie skalních bloků byly zpracovány prostřednictvím italského softwaru GeoRock 2D. Podklady a vstupní data byla získána studiem archivní dokumentace a využitím dalších dostupných materiálů:

- Geodetické zaměření stávajícího stavu včetně transformace hranic drážního pozemku
- Geodetické zaměření (SŽG Olomouc)
- Místní šetření
- Katalogy výrobců
- Příslušné normy a předpisy
- Palátová, M; Štábl, S: Posouzení svahů na traťových úsecích: Hanušovice – Červený Potok, Hanušovice – Staré Město pod Sněžníkem, SG Geoprojekt, Brno, 2015
- Štábl, S: Posouzení svahů na traťových úsecích: Hanušovice – Červený Potok, Hanušovice – Staré Město pod Sněžníkem, SG Geoprojekt, Brno, 2017
- Štábl, S: Posouzení svahů na traťových úsecích: Hanušovice – Červený Potok, Hanušovice – Staré Město pod Sněžníkem, SG Geoprojekt, Brno, 2019

2. Metodika průzkumných prací

Aktuální stav byl zdokumentován především vlastní prohlídkou skalních svahů za využití horolezecké techniky a dálkového průzkumu.

Terénní etapě v podobě fyzické prohlídky zájmového území předcházela část v podobě studia dostupných archivních materiálů doplněných informacemi z databáze ČGS a Geofondu ČR. Následovala terénní etapa v podobě dvou prohlídek zájmového území. Bylo provedeno běžné IG posouzení prostřednictvím vizuální prohlídky, prohlídky svahu za využití horolezecké techniky. V průběhu druhé prohlídky bylo využito metody dálkového průzkumu Země pomocí snímkování dronem. Dále proběhlo zaměření tří kritických příčných řezů svahem prostřednictvím laserového dálkoměru Leica Disto D510 potřebných pro provedení pádové simulace tj. matematického modelování (simulace) skalního řícení za účelem zjištění maximální dopadové energie uvolněného skalního bloku, jeho trajektorie, včetně optimalizace umístění záchytné konstrukce - dynamické bariéry v terénu a stanovení její výšky a kapacity záchytné energie. V rámci každého modelování bylo provedeno 10 iterací s posunem pozice uvolněného bloku o 0,5m. Staničení jednotlivých příčných řezů odpovídá číslování dle DPS_PDPS:

řezy pro pádové simulace

ÚSEK č. 1	řez 2 – km 3,934	řez 4 – km 4,000
ÚSEK č. 3	řez 9 – km 4,384	

3. Pádové simulace

ÚSEK č. 1 - tento úsek je lemován cca 15m vysokými skalními stěnami, které za svou horní hranou přechází do lesního porostu se vrostlými stromy. Svah pokračuje až na vrchol kóty 556 m n.m. tj. s cca 100m výškovým rozdílem. V lesním porostu byly identifikovány menší skalní výchozy, stěny a defilé s mechanickým zvětráváním výrazně narušenou strukturou.

řez 2 – km 3,934

Vyjma přilehlé skalní stěny lze za zdroj opadu skalních bloků považovat několik skalních výchozů umístěných výše po svahu. Skalní bloky se uvolňují přímo z výchozu (spouštěcím mechanismem jsou převážně objemové změny ledu v puklinách a erozní účinek srážkové vody) případně z kamenných polí pod výchozy (spouštěcím mechanismem je v tomto případě erozní účinek srážkové vody a pohyb zvěře).



Obr. 1 Pohled na hlavní skalní stěnu v úseku č. 1



Obr. 2 Celkový pohled na svah s patrnými výše situovanými skalními výchozy (červeně)



Obr. 3 Detaily skalních bloků v prostoru kamenných moří pod skalními výchozy ve svahu

Při průzkumu horolezeckou technikou bylo ověřeno, že maximální velikost bloků dosahuje objemu cca $0,5\text{m}^3$.

řez 4 – km 3,934

Je veden v místě řídkého lesního porostu, úzkou terénní depresí, která se stává primární cestou pro trajektorii pádu skalních bloků z výchozů situovaných ve svahu výše. V kolejišti a jeho okolí, dále ve dně terénní deprese a pod výchozy byly dokumentovány akumulace skalních bloků. Charakter výchozů ve svahu jakožto zdrojové oblasti skalního řízení je značně neuspokojivý. Hornina je výrazně fragmentována s výrazně blokovitým rozpadem o objemu bloků do 1m^3 . Mnohé z výchozů jsou velmi strmé s až převislými skalními stěnami, často postižené vývraty stromů s obnaženými horninovými fragmenty, vysunutými pákovým efektem kmene stromů a kořenů.

U horninových bloků převažuje hranolovitý až rombický habitus. V případě bloků ve svahu, které již prodělali částečný transport po svahu je patrná subangularita. Výhodou je v dané situaci měkký terén svahu (hrabanka s horninovou sutí), nevýhodou pak řídký porost vzrostlých stromů. Některé kmeny nesou stopy po srážce s většími skalními bloky.



Obr. 4 Pohled dolů po svahu (vlevo menší akumulace horninových bloků a úlomků)



Obr. 5 Jeden z několika zaznamenaných vývrátů stromů



Obr. 6 Dopravní pohled na jeden ze skalních výchozů ve svahu nad tratí s charakteristickými převisy

ÚSEK č. 3 - představuje oboustranný železniční zářez v pravém oblouku se zavedenou pomalou jízdou 20 km/hod. Levý svah zářezu představuje skalní svah výšky cca 6m ve sklonu cca 55° s lokálně převýslými partiemi. Pravý svah zářezu dosahuje výšky 110m, z toho obnažená skalní stěna dosahuje výšky cca 15m. První cca 4m svahu tvoří „podřízle“ vrstvy amfibolitu ve sklonu 80° (lokálně s převýslými partiemi). Následně dochází k pozitivní změně sklonu, kdy zbylou část svahu představují vrstevní plochy lavicovitě vrstevnatého amfibolitu ve sklonu 50°. Skalní stěna za svou horní hranou přechází do zalesněného svahu ve sklonu cca 40-45° s výskytem několika stupňovitě oddělených skalních výchozů tvořených výrazně blokovitě rozpadavým amfibolitem a částečně rozsuceným horninovým materiálem pod jednotlivými výchozy. Maximální velikost skalních bloků hranolovitého habitu dosahuje až 0,75m³ (viz foto níže).

řez 9 – km 4,384 – vedený v místě skalního zářezu. Nad skalní stěnou je umístěno několik zcela zvětralých a rozvolněných výchozů. Skalní stěna neposkytuje žádnou možnost tlumení energie horninových bloků, jejichž dopadová energie výrazně narůstá.



Obr. 7 Pohled z horní hrany skalní stěny do prostoru kolejí



Obr. 8 Charakter skalních výchozů nad horní hranou skalní stěny



Obr. 9 Pohled na část skalních výchozů nad horní hranou skalní stěny zářezu (snímek z dronu)



Obr. 10 Pohled na část skalních výchozů nad horní hranou skalní stěny zářezu (snímek z dronu)



Obr. 11 Pohled na menší horninové bloky uvolněné ze skalních výchozů



Obr. 12 Pohled na skalní výchoz s převislou odlučnou plochou podél hladkého průběžného puklinového systému (podél tohoto systému dochází k překlápění bloků směrem po svahu do prostoru provozované drážní cesty)

Výsledky modelování

Úsek č. 1

řez 2 – km 3,934: v místě řezu č. 2 ve staničení km 3,934 je dynamická bariéra situována v blízkosti lomu sklonu skalní stěny a částečně stoupá po menší polici (ve směru staničení). Maximální dopadová energie skalního bloku o váze 590 kg ($0,5\text{m}^3$) v bodě umístění dynamické bariéry činí 485,9 kJ při maximální výšce bloku nad úrovní terénu 0,397 m. Jako odpovídající doporučujeme realizaci dynamické bariéry s kapacitou zachytné energie 500 kJ s výškou 3,0 m.

řez 4 – km 4,000: v místě řezu č. 4 ve staničení km 4,000 je dynamická bariéra situována na patě svahu v místě vyústění mělké terénní deprese. Maximální dopadová energie skalního bloku o váze 3185 kg ($1,0\text{m}^3$) v bodě umístění dynamické bariéry činí 892,265 kJ při maximální výšce bloku nad úrovní terénu 0,567 m. Jako odpovídající doporučujeme realizaci dynamické bariéry s kapacitou zachytné energie 1000 kJ o výšce 4,0 m.

Úsek č. 2

řez 9 – km 4,384: v místě řezu č. 9 ve staničení km 4,384 je dynamická bariéra situována v místě lomu skalní stěny svahu přilehlého k žel. trati. Maximální dopadová energie skalního bloku o váze 2025 kg ($0,75\text{m}^3$) v bodě umístění dynamické bariéry činí 691,748 kJ při maximální výšce bloku nad úrovní terénu 2,018 m. Jako odpovídající doporučujeme realizaci dynamické bariéry s kapacitou zachytné energie 1000 kJ a výškou 4,0 m.

4. Závěr

V předkládané zprávě jsou shrnuty výsledky geotechnického posouzení skalních svahů trati Hanušovice – Staré město pod Sněžníkem/Červený Potok, a to v místech, kde je uvažováno s výstavbou zachytných konstrukcí – dynamických bariér. Jako podklad pro návrh těchto konstrukcí byly využity výsledky matematického modelování pádových simulací limitních skalních bloků definovaných geotechnickým posouzením. Softwarové výstupy jsou nedílnou součástí této přílohy (Přílohy č. 1 k Technické zprávě).

Praha, květen.2020

zpracovali: A. Kačora, M. Jech

