



Dodatek č. 1 k

PRŮVODNÍ A SOUHRNNÉ TECHNICKÉ ZPRÁVĚ

**„Stabilizace skalního zářezu v úseku
mezi žst. Hronov a Teplice nad Metují (Dědov - II.vlevo)“**



Obsah

Technické řešení stavby	3
-------------------------------	---

Technické řešení stavby

Objekt řeší zabezpečení skalního zářezu podél železniční trati a návrh technického opatření, které bude minimalizovat riziko skalního řícení a opadávání skalních úlomků a balvanů na stávající železniční trať. Délka úpravy je cca 250m od km 80,240 do km 80,490 vpravo trati, délka úpravy je cca 170m od km 80,275 do km 80,445 vlevo trati. Vpravo trati bude nad hranou zářezu vybudován ochranný těžký plot, v délce 218m., výšky 1,8m.

Svah bude strojně zbaven náletových křovin, nízkého porostu, trávy a jednotlivých stromů, které se nacházejí především na horní hraně svahu. Předpokládá se odstranění křovin a travin z plochy cca o výměře 50% z celkové plochy zářezu. Jedná se o odhad na základě zkušeností z jiných staveb, inventarizace dřevin není součástí dokumentace, neboť nebyla investorem požadována. Odstraněná vegetace bude na místě zpracována mobilním drtičem. Po likvidaci vegetace bude očištěna nezbytně nutná část skalní stěny. Je nutné odstranit rozvolněnou část masivu, volné skalní bloky, převisy apod. Veškeré zemní práce budou probíhat za stálého geotechnického dozoru. Geotechnický dozor musí práce nejen kontrolovat, ale i řídit a dle aktuální situace rozhodnout o dalším způsobu a rozsahu čištění. Větší skalní bloky budou odstraňovány za přísného dodržování bezpečnostních pravidel pomocí speciálních technologií (Darda klíny, tlakové podušky). Realizace těchto prací bude prováděna horolezeckým způsobem.

Na trvalé zabezpečení skalního zářezu proti rozvolňování a povrchové erozi je navrženo pokrytí zářezu vysokopevnostní ocelovou sítí, která se předepíná stanovenou silou pomocí skalních nebo zemních hřebíků a roznášecích desek. Síť pak kopíruje morfologii terénu a zabraňuje tak nejen sesuvům a deformacím, ale i opadávání suti.

Systém sítě je po obvodě upevněný pomocí obvodových lan Ø12 mm, která jsou místně upevněna lanovými kotvami (především v rozích zajištění). Minimální pevnost ocelové sítě v tahu je **150kN/m** v podélném směru a **55 kN/m** v příčném směru.

Nosné kotvy jsou zastoupeny zavrtávacími injekčními kotevními tyčemi Ø32 mm. Požadavek na průměr vrtu pro osazení těmito tyčemi je min. Ø64mm. Zálivková hmota je zastoupena dvousložkovou elastifikovanou organicko–minerální injekční pryskyřicí. Základní nosné kotevní tyče jsou navrženy v délkách 3,0 a 4,0m (v případě větší tloušťky zvětřené horniny budou použity delší kotevní tyče, aby min. dvoumetrová část z celkové délky kotvy zasahovala do nezvětralého masivu). Únosnost základních nosných kotevních prvků bude ověřena třemi tahovými zkouškami. Kotevní prvek bude ukončen cca 15cm nad povrchem terénu. Délka kotvy je navržena s ohledem na geotechnické posouzení, který uvádí hloubku rozvolnění hornin do min. hl. 1,0m (kolmo na svah). Aby bylo zajištěno, že min. dvoumetrová část kotvy bude zasahovat do nezvětralého masivu, bylo navrženo kotvení ve výše uvedených délkách. Z důvodu minimalizace těžení, bylo navrženo očištění masivu do max. tl. 25cm. Je to hodnota průměrná, je pravděpodobné, že v některých oblastech bude nutné odtěžení větší vrstvy zvětřalého materiálu, jinde zase méně.

Kotvení bude v rastru 2,0m x 2,0m pravá strana a 2,75 x 2,75m vlevo, přičemž délka a rozmístění jednotlivých hřebů bude přesně specifikováno na místě podle místních podmínek. Pro polohu jednotlivých hřebů je všeobecně přípustná maximální odchylka +/- 10% od vzdálenosti uvedené v projektu, měřená ve vodorovné vzdálenosti a ve směru svahu. Zmenšení rozpětí pro přizpůsobení místním podmínkám aby se síť dokonale přimkla k povrchu, je vždy přípustné. Hlavní nosné kotvy mohou být doplněny **kotvami mezilehlými** Ø25mm, délky 1,5m. Jejich prostřednictvím bude dosaženo lepšího tvarování sítě a kopírování morfologie terénu skalního zářezu.

Pod vysokopevnostní sítí v místě výskytu podložních jílovců s charakteristickým střípkovitým rozpadem doporučujeme pokládku 3D protierozní rohože, odolné vůči UV záření. Důvodem je nízká odolnost slínovců proti mechanickému zvětrávání. Produkty zvětrávání v podobě drobných střípků destičkovitého habitu představují nutnost údržby a čištění odvodňovacího zařízení drážní cesty a současně jejich vyvětrávání představuje velké riziko pro stabilitu skalních vápencových věží. V důsledku nízké odolnosti zvětrávacím procesům, včetně koncentrace napětí na rozhraní vápenců a podložních slínovců, dochází ke ztrátě opory v

podloží a na patě (tudiž stability) a překlápění skalních věží nadložních bloků vápenců. Z toho důvodu je pro ochranu před plošnou erozí slínovců, vyvětrávání paty vápencových věží a zanášení odvodňovacího příkopu navrženo použití protierozní 3D rohože s UV ochranou.

Protierozní rohož je navržena na levé straně zářezu a na pravé straně do úrovně přechodu sklonu. Dle doporučení vyplývajícího ze statického výpočtu, je navrženo v místě přechodu sklonu tj. v přechodu z prostředí podložních jílovců do prostředí nadložních rigidních vápenců použít obvodové lano vedené vhodným prvkem (např. kuté oko, závěsná oka apod.) s předepnutím lan min. 1,5t. Instalace sítě bude provedena ručně horolezeckou technikou. Veškeré práce v této oblasti je nutné provádět se zvýšenou opatrností, aby nedošlo k narušení stability svahu případně lokálních rozvolněných skalních partií.

Vysokopevnostní síť představují ekonomičtější variantu k původně uvažované reprofilaci skalní stěny. Popisovaný železniční zářez je přístupný pouze po ose železnice nikoliv nákladní dopravou. Samotné položky související s reprofilací (dardování, dolamování, použití sbíjecích kladiv apod.) představují velmi nákladné prostředky. Úprava je však dále provázána s položkami naložení, přeprava po železnici, uložení na mezideponii, opětovná nakládka, doprava a uložení na skládku. V celkovém součtu tyto náklady výrazně přesahují ekonomiku navrženého řešení tj. zajištění kotvenou ocelovou sítí. Současně je nutné zdůraznit, že výsledné řešení představuje bezúdržbový systém. Doporučujeme 1x vizuální kontrolu ročně.

V úseku od km 80,240 vpravo trati je zároveň navrženo opatření pro zadržení skalních úlomků do max. vel. 30 cm, pohybujících se rychlostí do 25 m/s. Tato specifikace je uváděna v souladu se zněním evropské normy pro testování bariér a plotů (ETAG 027), kdy jeden z možných způsobů testování představuje spuštění zkušebního tělesa do testovaného plotu/bariéry tak, aby jeho dopadová rychlost činila 90km/hod (tj. 25m/s) – z výšky 31m. Výpočet dopadové energie je dán rovnicí pro výpočet potenciální energie

$$E_p = m \times g \times h$$

- E_p – potenciální energie

- m – hmotnost tělesa (v našem případě) $V = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} 3,14 \cdot 0,15^3 = 0,014 \text{ m}^3$

pozn.: při uvažované objemové hmotnosti vápence $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ činí hmotnost zkušebního tělesa $m = 35 \text{ kg}$

- g – gravitační zrychlení

Plot je navržen na dopadovou energii $E_p = 35 \times 9,81 \times 31 = 10\,644 \text{ J} = 11 \text{ kJ}$

V rámci dokumentace skalních výchozů zaznamenaných v nejvyšším místě skalního defilé byla stanovena velikost skalních bloků samovolně se uvolňujících z výchozů v důsledku účinků zvětrávacích procesů na 0,25m³. Pro ověření reálné situace a správnosti návrhu je nutný dopočet rychlosti těchto bloků při převýšení cca 20m (mezi plotem a zdrojem nestabilních skalních bloků - výchozy). Pokud má kinetická energie padajícího bloku o objemu 0,25m³ (tj. 625kg při $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$) činit 11 000J musí se pohybovat rychlostí 5,93 m.s⁻¹. Toto odpovídá reálné situaci, která může nastat v místě stavby.

Toto opatření tzv. **ochranný těžký plot** je navržený nad zasítováním na horní hraně svahu (lavici) v délce 218,0m, výška plotu je navržena 1,8m. Těžký plot je tvořený samozavrtávacími injekčními kotevními tyčemi ve vzdálenostech 3,0m, plnicích funkcí sloupků a upevňovacích kotev. Systém je doplněn napínacími lany a vysokopevnostní ocelovou sítí. Všechny prvky budou opatřeny antikorozií úpravou v barevném odstínu RAL 9005 - černá.

Polohu plotu určí na místě projektant/autorský dozor stavby dle geomorfologie očištěného svahu. Při zpracování tohoto dodatku došlo k revizi tohoto návrhu z hlediska délky plotu. V průběhu doby mezi zpracováním PD a tímto dodatkem doslo ke zhorsení stavu. Z toho důvodu je nutné, aby rozsah plotu zůstal zachován

Stavba bude kompletována odstraněním rubaniny z odvodňovacích příkopů a jejich reprofilací v celé délce zářezu. V rámci stavby bude provedena přeložka sdělovacího kabelu ve správě SDC SSZT a kabelu ve správě SŽDC, s.o. – TÚDC (řeší samostatný PS 01 a PS 02 – část dokumentace D. Technologická část).

Dle požadavku SDC – správy tratí bude obnovena v předmětném úseku výstroj trati. Dále je nutné uvažovat s případnou výměnou prážců poškozených při samotné realizaci, vyčištěním kolejového lože a jeho případným doplněním. V případě nutnosti bude upravena GPK.

Technické detaily

Sít'

Rozměry sítě Hmotnost sítě	3 dimenzionální, vysokopevnostní ocelová síť s rozměrem oka cca 143 x 83 mm 30 x 3,5 (105m ²) / 1bal cca 1,65 kg/m ² – cca 175 kg / 1 bal
Ocelový drát: Průměr drátu Tahová pevnost	3 mm min. 1 770 MPa
Pevnost v tahu	150 kN/bm
Antikorozní ochrana: Ochranná vrstva Složení Vrstva	SUPERCOATING 95% Zn, 5% Al 150 g/m ²

Ocelová síť je hlavní součástí systému. Zatížení, která vznikají vypadávajícími bloky a kameny se sítí přenášejí na roznášecí desky a kotevní systém. Díky trojrozměrné struktuře, síť ideálním způsobem přiléhá k povrchu terénu. Síť se pokládá shora dolů v pásech, s přesahem za horní hranu zářezu min. 1,0m, jednotlivé pásy se spojují pomocí stlačovacích sponek s přesahem min. jednoho oka. Síť je zabezpečena proti korozi pláštěm ve složení 95%Zn, 5%Al (způsob SUPERCOATING). Tloušťka ochranné vrstvy je 150 g/m². Od klasického pozinkování se tento způsob ochrany liší přibližně 3 násobně vyšší životností.

Rožnášecí desky

Hlavní funkci je fixovat síť k podkladu pomocí hřebů (kotev). Těsným přitáhnutím sítě k podkladu a tam, kde je to možné i mírným zatlačením do podkladu, dochází k požadované stabilizaci – síť je předeprnutá optimálním způsobem. Navržený prvek je chráněn proti korozi, po dobu jeho životnosti se nepředpokládá údržba.

Hřeby

Hřeby pro zasíťování jsou navrženy jako zavrtávací kotevní tyče průměru 32mm, délky 3 a 4m, do vrtů průměru 64mm (únosnost na mezi pevnosti = 360 kN) Z hlediska trvanlivosti budou hřeby navrženy jako trvalé. Jako injekční směs je navržena dvousložková elastifikovaná organicko – minerální injekční pryskyřice. Je navrženo použití otestovaného a certifikovaného systému samozavrtávacích skalních a zemních hřebíků (EU- ETA – 08/0277).

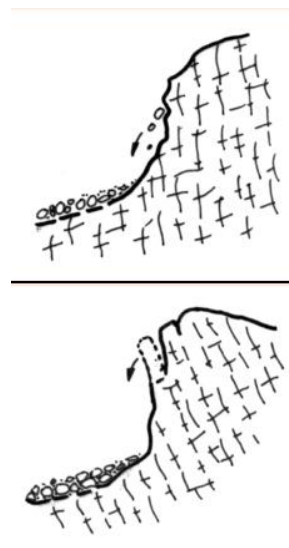
Zdůvodnění navrženého technického řešení za použití vysokopevnostních ocelových sítí

V rámci lokality Dědov lze dle členění svahových deformací projev svahových deformací klasifikovat jako skalní řízení. V předmětné lokalitě lze vyčlenit dva základní principy možných vzniků skalního řízení:

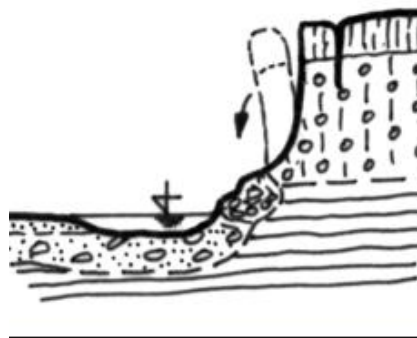
1) řízení bloků nadložních vápenců v důsledku činnosti exogenních činitelů (eroze) a vedoucí ke ztrátě stability (překlápění bloků, sesouvání apod.)

ŘÍCENÍ

- náhlý, krátkodobý pohyb horninových hmot na strmých svazích, přičemž postihnuté hmoty se rozvolní a ztratí krátkodobě kontakt s podložím. Při pohybu se uplatňuje volný pád. Vzdálenost přemístěných hmot je vzhledem k prostorovým rozměrům říceného materiálu mnohonásobně větší.



2) ztráta stability a překlápění skalních věží a nadložních bloků vápenců v důsledku ztráty opory v podloží a na patě



Statický výpočet řeší především stabilitu svahu v místě řezu s kotevními prvky (bodový stabilizační prvek), kdy je vzdorující síla na smykové ploše zvýšena instalací kotev a pro ztrátu stability by bylo nutné jejich porušení smykovým namáháním. V oblasti nezajištěné kotvami (rastr 2 x 2m, případně 2,75 x 2,75m) tj. v mezilehlém prostoru tuto funkci přejímá plošný stabilizační prvek ocelová síť.

Ta musí být dimenzována na předpokládanou sílu očekávanou při sesutí materiálu z prostoru mezi kotvami (buď po planární případně rotační smykové ploše). S ohledem na charakter těchto sil byla navržena vysokopevnostní síť, kterou lze aktivně předepnout prostřednictvím předepínaných ocelových svorníků. Tímto způsobem síť vnáší do masivu statické napětí a udržuje skalní věže, bloky a partie podléhající erozi ve stavu stabilním.

Současně byl tento typ sítě navržen z důvodu eliminace objemu těženého materiálu. V případě, že by se sklon svahu měl upravit do stabilní polohy musela by být míra odtěžení výrazně větší. S ohledem na nepřístupnost lokality pro těžkou mechanizaci by tyto práce musely být prováděny ručně, což představuje neefektivní náročnost jak finanční, tak ponejvíce časovou.