

Výškový systém: Bpv

Dokument lze užívat pouze ve smyslu příslušné smlouvy o dílo. Žádná jeho část nemůže být dle zákona č. 121/2000 Sb. kopírována nebo jiným způsobem rozšiřována bez souhlasu Projekt-servis spol. s r.o.

Název zakázky: **Sanace skalního zářezu v km 88,630 - 88,900 v trati Pardubice – Liberec**

Odpovědný řešitel: **Mgr. Ing. Ondřej Holý, Ph.D.**
autorizovaný inženýr pro geotechniku pod č. 0012237

EKONOMICKÉ HODNOCENÍ – aktualizace 09/2019

OBSAH:

1. Identifikační údaje	1
2. Seznam vstupních podkladů	1
3. Úvod	1
4. Cíle sanačního opatření.....	3
5. Varianty sanačních opatření	3
6. Posouzení variant sanačních opatření – SWOT analýza	4
7. Závěr	5

Toto ekonomické hodnocení je zpracováno na základě
„Prováděcích pokynů pro hodnocení efektivnosti projektů dopravní infrastruktury“
podle odstavce 2, písm. p).

CHOMUTOV, ZÁŘÍ 2019

1. Identifikační údaje

Název stavby:	Sanace skalního zářezu v km 88,630 - 88,900 v trati Pardubice – Liberec
Traťový úsek:	Stará Paka – Košťálov
Km:	88,630 až 88,900
Místo stavby:	Bělá u Staré Paky
Okres:	Semily
Kraj:	Liberecký
Katastrální území:	Bělá u Staré Paky (601608)

2. Seznam vstupních podkladů

- [1] Projektová dokumentace DSP, Projekt servis spol. s r.o., 03/2019
- [2] Prováděcí pokyny pro hodnocení efektivnosti projektů dopravní infrastruktury" s platností od 15.11.2017

3. Úvod

3.1 Údaje o území

Skalní zářez se nachází na regionální jednokolejné neelektrifikované trati č. 030 Pardubice – Liberec v km 88,630-88,900, v traťovém úseku Stará Paka – Košťálov u obce Bělá u Staré Paky. Nejvyšší traťová rychlost v tomto úseku je 100 km/h. Osa koleje je ve sledovaném úseku vedena směrovém oblouku poloměru cca 2000 m a přímé, podélný sklon nivelety koleje je 1%. Jedná se o oboustranný skalní zářez. Levá strana skalního zářezu výšky až cca 17 m (plocha cca 3800 m²) a pravá strana zářezu výšky až cca 12 m (plocha cca 2100 m²), je tvořena zářezovými svahy ve sklonu cca 1:1,25 až 1:1, z kterých vystupují v několika úrovních jednotlivé větší i menší kompaktní pískovcové bloky a lavice.

Charakteristickým geotechnickým rysem hornin ve skalním zářezu je cyklické gradační zvrstvení sedimentů, kde se střídají vrstvy pevné kompaktní horniny s vrstvami silně zvětralé horniny. Pata skalního zářezu je v několika místech sledovaného úseku trati zajištěna zárubními zdmi z lomového kamene výšky 1,2 až 3,0 m. Nejvíce poškozené úseky těchto zdí byly v nedávné době nahrazeny zárubními zdmi z gabionů výšky 1,20 m.

V celé délce zářezu je plán tělesa železničního svršku skloněná a odvodnění je zajištěno podélnou HDPE drenáží umístěnou pod stezkou na levé straně koleje. Pod stezkou na pravé straně koleje je umístěno podzemní vedení kabelu SEK (DOK a TK ve společné kabelové kynetě) ve správě ČD Telematika a.s. V původním stavu byl celý skalní svah pokryt hustou náletovou vegetací (keře a stromy), která byla částečně odstraněna v průběhu přípravných prací.

Stavba je součástí chráněného ložiskového území ID 19800000 Syřenov. Stavba se nachází v ochranném pásmu dráhy a v ochranném pásmu lesa. Stavba zasahuje do ochranných pásem stávajících inženýrských sítí (ČD Telematika a.s.).

3.2 Problematika skalního řízení

Na jaře 2017 došlo k havarijnímu skalnímu řízení. Levá strana železničního zářezu ve směru staničení je evidována již od r. 1978 jako aktivní sesuvné území - plošný sesuv se suchými svahy (ID Geofondu 4181).



Obr.1 Nestabilní svah a zárubní zeď

Hornina skalního masivu podléhá erozivní činnosti atmosférických činitelů a přirozeného procesu zvětrání. Členitý skalní zářez je také rozvolňován kořenovým systémem nadměrně vzrostlých náletových dřevin. Ve skalním masivu byly vymezeny 2 základní geotechnické typy hornin s kontrastními vlastnostmi:

1. Kompaktní hrubozrnné horniny (slepence, štěrčíkové pískovce, prachovité pískovce R3-R4), které erodují podél ploch diskontinuit a opadávají ve formě úlomků a bloků.

2. Jemnozrnné silně zvětralé horniny (prachovce a jílovce R5-R6), které se rozpadají na střípky a dále na jemnozrnnou zeminu. Oproti výše uvedeným pískovcům erodují rychleji a jsou vyplavovány z podloží pískovců a tím snižují jejich stabilitu. Vedle uvedených typů se v zářezu vyskytují tektonicky porušené zóny a zóny postižené staršími sesuvy, které jsou svým charakterem podobné geotechnickému typu 2. Střídání obou geotechnických typů ve vertikálním směru způsobuje, že ani u pevnějších hornin (pískovců) nelze garantovat dlouhodobou stabilitu, protože jsou uloženy na rychleji erodujících podložních horninách (prachovcích a jílovcích), které jsou vyplavovány a nad nimi dochází k tvorbě převisů. V předmětném úseku trati dochází k vypadávání jednotlivých fragmentů nestabilních skalních bloků (kamenů) do kolejí i k lokálním sesuvům zvětralé horniny (zeminy). S těchto důvodů lze konstatovat, že výše uvedené jevy bezprostředně ohrožují bezpečnost provozu na sledovaném úseku železniční trati. Z uvedeného vyplývá, že skalní zářez není na mnoha místech stabilní a je nutné jeho trvalé statické zajištění (sanace).

3.3 Riziko a stížení dopravy na provozované koleji

V červnu 2017 bylo provedeno provizorní zajištění sledovaného skalního zářezu v rozsahu: plošné odstranění náletových dřevin a částečné očištění části skalního zářezu (odtěžení zvětralých

hornin a lokální odtěžení uvolněných bloků a převisů zvětralé horniny); nestabilní skalní bloky kompaktní horniny byly staticky zajištěny přikotvením ke stabilnímu skalnímu podloží pomocí pasivních tyčových kotev (svorníků CKT pr. 22 mm, délky 4,0 m). Podle klasifikace SMR = 31 b. (Tomás et al. 2007) náleží svahy zářezu do tř. IV – nestabilní. Riziko je třídy III – vysoké (Lysenko 1997). Stávající přepravní rychlost je snížena na 30 km.hod⁻¹.

4. Cíle vybraného sanačního opatření

Skalní zářez se nachází na regionální jednokolejné neelektrifikované trati č. 030 Pardubice – Liberec v km 88,630-88,900, v traťovém úseku Stará Paka – Košťálov u obce Bělá u Staré Paky. Po provedené sanaci trvalým technickým opatřením dojde k zabezpečení provozu a zachování nejvyšší dovolené traťové rychlosti 100 km.hod⁻¹. Životnost opatření je min. 50 let s možným prodlužováním při pravidelných revizích a údržbových opatřeních.



Obr. 2 Příklad trvalého zajištění svahu na stejné trati Pardubice – Liberec v km 97,080 - 97,250

Dojde k zachování jízdní doby souprav, zvýšení jízdního komfortu cestujících a odstranění PJ a havarijních stavů v důsledku opakujícího se skalního řícení.

5. Varianty sanačních opatření

Návrhová varianta:

Stabilita zářezových svahů bude po očištění od náletové vegetace a odstranění uvolněné a nestabilní horniny, staticky zajištěna kombinací několika způsobů statického zajištění. V požadovaném rozsahu budou u paty zářezového svahu provedeny zárubní zdi z gabionů výšky 1,20 až 2,4 m, doplněné na pravé straně zářezu o novou kamennou zárubní zeď. Stávající zárubní zídky z kamene nejsou v dobrém stavebním stavu, a proto budou odbourány. Stávající zárubní zídky z gabionů zůstanou zachovány. Svah zářezu v hornině silně náchylné ke zvětrání pod kompaktními skalními bloky pevné horniny (výška cca svislého svahu zářezu 0,5 m až 1,0 m) bude zajištěn proti dalšímu zvětrávání kamennými podezdívkami a plombami, přikotveným pomocí kotevních trnů

z betonářské oceli. Nestabilní části skalního zářezu budou zajištěny pomocí ocelových ochranných sítí kotvených ocelovými tyčovými prvky (svorníky). V nestabilních místech skalních zářezů tvořených silně zvětralou zeminou (sklonu svahu $\geq 1:1,25$) bude ochranná síť doplněna protierozní vrstvou z polypropylenových vláken. Návrh jednotlivých technických opatření respektuje morfologii svahu, jeho sklon, velikosti nestabilních částí skalních bloků hrozících pádem a stupeň rozvolnění skalního masivu. Rozsah navržených opatření vyžaduje trvalý zábor sousedních pozemků v jednotkách desítek m², řešeních věsným břemenem a odnětím ZPF a PUPFL.

Další možné varianty:

- reprofilace svahu do stabilního sklonu – nutnost odtěžení značného objemu horniny s nutnými zábory
- provedení ŽB obkladních zdí – použití značného objemu betonu a oceli
- provedení ochranné galerie – nejdražší opatření aplikovatelné téměř výhradně v alpských zemích

6. Posouzení variant sanačních opatření – SWOT analýza

Pro vyhodnocení variant sanačních opatření byla provedena SWOT analýza, zohledňující silné a slabé stránky metody sanace (analýza vnitřních vlivů) a příležitosti a hrozby sanačního opatření (analýza vnějších vlivů).

Bylo použito číselné hodnocení $Z [-]$ pro nenulové hodnoty $n = -5...5$ dle místních poměrů, násobené příslušnou váhou $k [-]$ pro $n = 0...1$, která klade důraz na danou položku. Výsledný parametr $I [-]$ popisuje čtyři části analýzy S, W, O a T.

Celkový výsledek SWOT analýzy (Tab.2) je zde představován bilančním ukazatelem – číselnou hodnotou v intervalu $\{-8;+8\}$, která je dána součtem čtyř částí analýzy $S+W+O+T$. Záporná hodnota značí špatný vývoj, bez kladných dlouhodobých vyhlídek. Nulová hodnota značí minimální zlepšení, vratkou stabilitu s potřebou zlepšování.

Dosažený výsledek (Tab.1) bilančního ukazatele dosahuje hodnot od -4,70 do 2,65. Převážná část variant řešení má tedy dlouhodobě kladný potenciál zajistit bezpečnost a stabilitu zářezu, ať již jakýmkoliv způsobem.

Vzhledem k tomu, že vnější prostředí se nejspíše moc měnit nebude, lze dovodit, že vnitřní prostředí – samotné sanační opatření je možné zlepšit maximálně o 44 %, tedy celkově na hodnotu bilančního ukazatele 4,5 z celkových 8, zatímco u hodnoty ukazatele -4,70 zlepšení nejspíše nelze očekávat vůbec.

Varianta	Bilanční ukazatel	Možné zlepšení o
Návrhová	2,65	44%
Galerie	2,30	53%
ŽB zeď	1,25	76%
Reprofilace	-4,70	160%

Tab. 1 Zhodnocení variant sanačních opatření na základě SWOT analýzy

Návrhová varianta				Reprofilace				ŽB zeď				Galerie														
Vnitřní prostředí	S	Silné stránky	Váha k ∈ {0; 1}	Hodnocení Z ∈ {1; 5}	Parametr I ∈ {0; 5}	2.15	Bilanční ukazatel S+W; O+T	Σ {-8; +8}	Váha k ∈ {0; 1}	Hodnocení Z ∈ {1; 5}	Parametr I ∈ {0; 5}	-3.50	Bilanční ukazatel S+W; O+T	Σ {-8; +8}	Váha k ∈ {0; 1}	Hodnocení Z ∈ {1; 5}	Parametr I ∈ {0; 5}	0.00	Bilanční ukazatel S+W; O+T	Σ {-8; +8}	Váha k ∈ {0; 1}	Hodnocení Z ∈ {1; 5}	Parametr I ∈ {0; 5}	1.45	Bilanční ukazatel S+W; O+T	Σ {-8; +8}
	W	Slabé stránky	Váha k ∈ {0; 1}	Hodnocení Z ∈ {-5; -1}	Parametr I ∈ {-5; 0}		Váha k ∈ {0; 1}	Hodnocení Z ∈ {-5; -1}	Parametr I ∈ {-5; 0}	Váha k ∈ {0; 1}	Hodnocení Z ∈ {-5; -1}		Parametr I ∈ {-5; 0}	Váha k ∈ {0; 1}	Hodnocení Z ∈ {-5; -1}	Parametr I ∈ {-5; 0}										
		zábory pozemků	0.25	5	1.25		0.25	1	0.25	0.25	5		1.25	0.25	5	1.25										
		periodicita údržby	0.15	2	0.30		0.15	1	0.15	0.15	5		0.75	0.15	4	0.60										
		cena sanačního opatření	0.60	5	3.00		0.60	1	0.60	0.60	1		0.60	0.60	1	0.60										
		Σ	1.00	12	4.55		1.00	3	1.00	1.00	11		2.60	1.00	10	2.45										
		trvalost opatření	0.50	-3	-1.50		0.50	-5	-2.50	0.50	-1		-0.50	0.50	-1	-0.50										
		nutnost vrtných prací	0.10	-5	-0.50		0.10	-1	-0.10	0.10	-1		-0.10	0.10	-1	-0.10										
		vliv na faunu a floru	0.30	-1	-0.30		0.30	-5	-1.50	0.30	-5		-1.50	0.30	-1	-0.30										
		změny vodního režimu	0.10	-1	-0.10		0.10	-4	-0.40	0.10	-5		-0.50	0.10	-1	-0.10										
Σ	1.00	-10.00	-2.40	1.00	-15.00	-4.50	1.00	-12.00	-2.60	1.00	-4.00	-1.00														
Vnější prostředí	O	Přiležitosti	Váha k ∈ {0; 1}	Hodnocení Z ∈ {1; 5}	Parametr I ∈ {0; 5}	0.50	2.65	-1.20	Váha k ∈ {0; 1}	Hodnocení Z ∈ {1; 5}	Parametr I ∈ {0; 5}	-4.70	1.25	Váha k ∈ {0; 1}	Hodnocení Z ∈ {1; 5}	Parametr I ∈ {0; 5}	1.25	2.30	Váha k ∈ {0; 1}	Hodnocení Z ∈ {1; 5}	Parametr I ∈ {0; 5}					
	T	Hrozby	Váha k ∈ {0; 1}	Hodnocení Z ∈ {-5; -1}	Parametr I ∈ {-5; 0}				Váha k ∈ {0; 1}	Hodnocení Z ∈ {-5; -1}	Parametr I ∈ {-5; 0}			Váha k ∈ {0; 1}	Hodnocení Z ∈ {-5; -1}	Parametr I ∈ {-5; 0}			Váha k ∈ {0; 1}	Hodnocení Z ∈ {-5; -1}	Parametr I ∈ {-5; 0}					
		pozitivní klimatické změny	0.15	5	0.75				0.15	5	0.75			0.15	1	0.15			0.15	2	0.30					
		obliba vlak. dopravy	0.85	3	2.55				0.85	2	1.70			0.85	4	3.40			0.85	4	3.40					
		Σ	1.00	8.00	3.30				1.00	7.00	2.45			1.00	5.00	3.55			1.00	6.00	3.70					
		negativní klimatické změny	0.15	-3	-0.45				0.15	-5	-0.75			0.15	-1	-0.15			0.15	-2	-0.30					
		legislativní změny	0.15	-1	-0.15				0.15	-4	-0.60			0.15	-1	-0.15			0.15	-1	-0.15					
		geologická stavba	0.40	-4	-1.60				0.40	-5	-2.00			0.40	-2	-0.80			0.40	-3	-1.20					
		požadavky živ. prostředí	0.30	-2	-0.60				0.30	-1	-0.30			0.30	-4	-1.20			0.30	-4	-1.20					
		Σ	1.00	-10.00	-2.80				1.00	-15.00	-3.65			1.00	-8.00	-2.30			1.00	-10.00	-2.85					

Tab. 2 SWOT analýza variant sanačních opatření

7. Závěr

Porovnání variant v Tab.1 plně nereflexuje skutečnou výši CIN. Pokud bychom je porovnávali poměrově pouze celkovými investičními náklady (Tab.3), je druhou nejlevnější metodou reprofily s CIN cca 42 mil., poté ŽB zeď s CIN cca 46 mil. a jako poslední bude galerie s CIN cca 80 mil. Kč.

Výsledná „návrhová“ varianta plně reflektuje požadavky investora, správce i životního prostředí. Svědčí o tom i jiné sanační zásahy realizované na předmětné trati s totožným systémem sanačního opatření.

Rezerva pro tuto stavbu je ve výši 10% vč. NAD a břemen.

Jiný investor: neurčen				Náklady celkem		Náklady dle rozdělení majetku	
C Rekapitulace nákladů						SŽDC	Ostatní
				[Kč]			
C.1	Pořizovací investiční náklady			PIN	36 887 949	36 877 949	10 000
C.1.1	z toho	Celkové investiční náklady		CIN	36 887 949	36 877 949	10 000
C.1.1.1		z toho	Náklady na přípravu a celkové zabezpečení výstavby		3 859 800	3 849 800	10 000
C.1.1.2			Náklady na realizaci stavby bez rezervy		30 449 280	30 449 280	0
C.1.1.3			Rezerva stavby		2 578 869	2 578 869	0
C.1.2		Hodnota zůstatkového majetku SŽDC s.o., který bude stavbou odstraněn				0	
C.2	Provozní náklady			PRN		0	
C.3	Příjmy generované stavbou				0	0	0
C.3.1	z toho	Zdroje z výzisku materiálu SŽDC				0	
C.3.2		Ostatní zdroje					0

Tab. 3 Celkové investiční náklady v CÚ 2019

Z výše uvedených důvodů má realizace tohoto projektu opodstatnění a je možné ji doporučit k realizaci dle odlišného postupu (kap.IV) odstavce 2, písm. p) "Prováděcích pokynů pro hodnocení efektivnosti projektů dopravní infrastruktury".

V Chomutově dne 14.9. 2019

Zpracoval:

MGR. ING. ONDŘEJ HOLÝ, PH.D.
Autorizovaný inženýr pro geotechniku

Seznam zkratek

CKT	celozávitová kotevní tyč
DSP	dokumentace pro stavební povolení
EH	ekonomické hodnocení
HDPE	vysokopevnostní polyetylen
NAD	náhradní autobusová doprava
SMR	slope mass rating
SWOT	strenghts weaknesses opportunities threats
ZPF a PUPFL	zemědělský půdní fond a pozemek určený k funkci lesa
ŽB	železobeton