

Stavebník: STATUTÁRNÍ MĚSTO LIBEREC, Nám. Dr. E. Beneše 1, 460 59, Liberec

Stavba: **NÁVRH SANACE SKALNÍ STĚNY MEZI UL. HRADEBNÍ A DR. MILADY HORÁKOVÉ, LIBEREC**

Místo stavby: p. č. 33, 39, 40/1, 40/2, 42/1, k. ú. Horní Růžodol, 460 06 Liberec



Technická zpráva

k dokumentaci pro provedení stavby

NÁVRH SANACE SKALNÍ STĚNY MEZI UL. HRADEBNÍ A DR. MILADY HORÁKOVÉ, LIBEREC

p. č. 33, 39, 40/1, 40/2, 42/1, k. ú. Horní Růžodol, 460 06 Liberec

Brno: 07/2023

Vypracoval: Bc. Juraj Štetiar

RNDr. Mgr. Ivan Poul, Ph.D.

.....

Projekce iGEO, s. r. o.

Název zakázky:	NÁVRH SANACE SKALNÍ STĚNY MEZI UL. HRADEBNÍ A DR. MILADY HORÁKOVÉ, LIBEREC
Lokalita:	Liberec, k. ú. Horní Růžodol, p. č. 33, 39, 40/1, 40/2, 42/1
Objednatel:	STATUTÁRNÍ MĚSTO LIBEREC, Nám. Dr. E. Beneše 1, 460 59, Liberec
Zhotovitel PD:	Projekce iGEO, s.r.o., IČ: 06190499, DIČ: CZ06190499, nám. 28. října 1899/11, 602 00 Brno
Stupeň PD:	DSP
Vypracovali:	RNDr. Mgr. Ivan Poul, Ph.D. Bc. Juraj Štetiar
Zodpovědný projektant:	RNDr. Ivan Poul, Ph.D. autorizovaný ing. pro geotechniku (č.opr. 1005146)
Poznámka:	Tato PD slouží pouze pro správní řízení.

Obsah

Obsah	3
1. Úvod.....	4
2. Geotechnický průzkum a jeho doporučení	4
2. Technické řešení	5
3. Výpočtový model.....	6
4. Postup provedení	6
5. BOZP	7

1. Úvod

Předložená dokumentace řeší návrh stabilizačních opatření pro skalní stěnu mezi ul. Hradební a ul. Dr. Milady Horákové, k. ú. Horní Růžodol. Sanační opatření jsou navržena na pozemcích p. č. 33, 39, 40/1, 40/2, 42/1.

Navržené řešení vychází z platných právních předpisů a norem. **Návrh stabilizačních opatření vychází zejména z:**

ČSN EN 1990	- Zásady navrhování konstrukcí
ČSN EN 1991-1-1	- Zatížení konstrukcí
ČSN EN 1997-1	- Navrhování geotechnických konstrukcí

2. Geotechnický průzkum a jeho doporučení

(převzato z Inženýrskogeologický průzkum - Posouzení kvality skalní stěny mezi ul. Hradební a Dr. Milady Horákové, Liberec; Projekce iGEO s.r.o., 12/2021)

Na základě objednávky od statutárního města Liberec byl proveden inženýrskogeologický průzkum skalní stěny a nejbližšího okolí v prostoru mezi ul. Hradební a Dr. Milady Horákové v Liberci na pozemcích p. č. 40/1 a 42/1, k. ú. Horní Růžodol. Jednalo se o provedení *jádrových (3 ks) i nejádrových vrtů (6 ks)*, odběrů vzorků na *testování mechanických vlastností hornin* a provedení *tektonických měření diskontinuit*, doplněných o *lehké dynamické penetrace (6 bm)* a *kopanou sondu (1 ks)*. Zjištěné podklady byly vyhodnoceny podle několika modelů a klasifikací (Mohr-Coulomb, Hoek-Brown, Bienawski). Podrobnosti jsou uvedeny v textu a zejména v přílohách tohoto průzkumu.

Současné svahy jsou **stabilní až podmínečně stabilní a nedochází k významným opadům kamenů**. Stupeň stability byl odhadnut na větší než 1,1. Je nutné rozlišovat zcela zvětralou horninu charakteru lehce soudržného štěrku a horninu hodnocenou pevností v prostém tlaku jako R2. Zvětralá hornina dosahuje stabilitní FS = 1,0-1,15. Navětralá až zdravá FS > 1,5.

Odkrytá hornina (**granit**) je na povrchu zvětralá až mírně zvětralá a směrem do hloubky se jeví přibližně konstantní nebo pomalu narůstající pevnosti. Celkově lze horninový masiv charakterizovat jako horninu třídy **R4-R5 a R3** (ČSN P 73 1005) ač byly zjištěny i polohy s pevností R2 případně i zvětralé třídy R5.

Kvalita horninového masivu byla stanovena za pomoci klasifikace RMR. Granity jsou nepříliš tektonicky porušené, mírně zvětralé až zvětralé vykazující *variabilní RQD 0 - 76 % a navazující RMR s maximem 73 % u mírně zvětralých partií až 30 - 40 % u silně zvětralých částí skalního výchozu*. Slovní hodnocení horniny je špatná až dobrá kvalita.

Diskontinuity mají povrch rovinný hladký a nejsou vyhlazené, vzdálenost diskontinuit převažuje velká až velmi velká, jsou sevřené až částečně otevřené, lokálně široké spjaté s vyšším stupněm zvětrávání (ČSN EN ISO 14689-1). *Koeficient JRC se pohybuje mezi 2 - 6.*

Byly rozpoznány asi 2 systémy diskontinuit o orientaci 335/80-90, 155/80-90 a 90/80-90. Orientace jsou přibližně kolmé na směr skalního výchozu. Také byly analyzovány nejnebezpečnější převislé hranolovité bloky, co mohou odpadnout ze stěny.

Pro horninový masiv byla pomocí Hoek-Brown kritéria a průkazných laboratorních analýz stanovena smyková pevnost Mohr-Coulomb $\varphi_0 = 40^\circ$ a $c_{ef} = 105 \text{ kPa}$ stanovený úhel vnitřního tření se blíží poznatku z

laboratoře (obr. 9). Objemová tíha byla stanovena v laboratoři na $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$. tyto vlastnosti jsou doporučeny pro statické výpočty stability svahu. Zvětrávání skalní horniny se projevuje snižováním soudržnosti (pevnosti ve střihu).

Podzemní voda nebo voda tekoucí po skalní hornině *nebude působit agresivně na beton* (ČSN EN 206+A1)

2. Technické řešení

Řešení vychází z provedení statických výpočtů na základě realizovaného inženýrskogeologického průzkumu a sestaveného geologického modelu (*Projekce iGEO s.r.o., 12/2021*).

Sanace svahu spočívá v odtěžení nestabilních skalních bloků (dle doporučení geotechnického průzkumu), stabilizace svahů pomocí samozávrtných kotvených ocelových tyčí, které budou vzájemně propojeny ocelovým lanem, odolným vůči korozi. Na svah bude rovněž aplikována ocelová dvouzávitová síť s velikostí oka do 25 mm a jemná síť (UV stabilní) s velikostí oka 10 mm. Spodní (jemnější) síť bude ve vrchní části ukotvena pomocí ocelových kotvicích skob délky 0,5 m; následně bude přitížena geobuňkovým systémem GEOWEB GW30V s výškou 150 mm, výplní bude písek. Po položení vrchní sítě s většími otvory budou obě sítě ukotveny horní řadou samozávrtných kotvených pozinkovaných tyčí. Sítě budou ve vrchní i spodní části propojeny ocelovým lanem (kotveným pomocí samozávrtné ocelové tyče) průměru 12 mm (s odolností proti korozi). Ocelovým lanem budou propojeny i samozávrtné kotvené ocelové tyče. Nejnižší lano bude u paty svahu napnuto pomocí drobných závaží v osové vzdálenosti 800 mm, může se jednat o dlažební kostky, vytěžený horninový materiál a podobně...

U paty svahu je navržen liniový žlab pro zachycení padajícího kameniva. Nad svahem je navržen druhý zpevněný žlab, který má omezit erozi horninového svahu stékající vodou. Dešťové vody z terénu nad sanovaným svahem vsakují na místě. Pouze vody, které by měly přetékat přes hranu svahu, budou odvedeny liniovým zpevněným žlabem se spádem minimálně 2%. Účelem je zabránit, aby voda erodovala skalní svah. Ze zatravněné plochy nad skalním svahem nelze očekávat velký přítok dešťových srážek. Liniové odvodnění nad svahem bude vyústěno do vyhloubené jámy s rozměry 1x1x1 m, která bude vyplněna hrubozrnným kamenivem (může být použita i odtěžená hornina).

Pod svahem se nachází druhý liniový zpevněný žlab pro zachycení drobného padajícího kamení. V tomto žlabu budou mezi jednotlivými tvarovkami vynechány mezery o šířce 1 cm, které budou vyplněny drobným kamenivem (částečné vsakování, primární účel tohoto žlabu je ale zachycení padajícího kamení). Tento prostor je minimálně jednou za rok potřebné vyčistit od napadaného kamení z erodujícího svahu. Betonové zábrany pod svahem zůstanou zachovány, můžou být posunuty kvůli umístění spodního liniového žlabu.

Použitá ocelová dvouzávitová síť bude typu 8x10, ϕ 2,7 mm s vpletenými lany ϕ 8 mm ve vzdálenosti 0,3 m; povrchová úprava GALMAX (Zn + 5% Al), třída A podle EN 10244-2, plocha sítě 540 m² včetně 10% rezervy. Navržená jemná polypropylenová síť (540 m²) bude mít velikost oka do 10 mm, lehká, pružná a odolná vůči deformaci, UV stabilní, mrazuvzdorná. Upevnění na svah pomocí kotvicích skob, minimálně 2,5 skoby na m².

Samozávrtné kotevní pozinkované tyče budou průměru minimálně 28 mm, ocelové kotvicí skoby budou mít průměr minimálně 4 mm.

Konkrétní konstrukční a materiálové řešení viz výkresová část projektové dokumentace.

3. Výpočtový model

Pro sestavení výpočtového modelu byly použity mechanické vlastnosti horninového prostředí dle doporučení inženýrskogeologického průzkumu.

Statické výpočty proběhly v modulech **GEO5 - Stabilita skalního svahu** a **Stabilita svahu**. Posouzení proběhlo ve dvou příčných řezech. Tvar řešeného svahu vychází z poskytnutého geodetického zaměření. Navržené řešení dle statických výpočtů vyhoví.

Pro výpočet v modulu **GEO5 Stabilita skalního svahu** (prostředí bráno jako horninový masiv) byly použity redukované tyto mechanické a fyzikální vlastnosti horninového masivu: objemová tíha $\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$, smyková pevnost dle **Mohr-Coulombova kritéria** dána soudržností $c = 20 \text{ kPa}$ a úhel vnitřního tření $\phi = 30^\circ$.

Do výpočtu v modulu **GEO 5 Stabilita svahu** (prostředí bráno jako hornina zvětralá až na charakter soudržné zeminy) byly vloženy mechanické a fyzikální vlastnosti pro výpočty: objemová tíha $\gamma = 26 \text{ kN/m}^3$, soudržnost $c = 100 \text{ kPa}$ a úhel vnitřního tření $\phi = 40^\circ$ (z inženýrskogeologického průzkumu stanoveno dle Hoek-Brownova kritéria).

4. Postup provedení

Provádění stavby se předpokládá v následujících technologických krocích:

- očištění skalního svahu od náletových dřevin a travního pokryvu, současně budou sneseny nesoudržné svahoviny, rozvolněné kameny
- odstranění vyznačených méně stabilních dvou skalních bloků
- odtěžení části svahovin ve vrchní části svahu pro umístění systému GEOWEB a rýh pro liniové žlaby
- položení jemné sítě (otvory do 10 mm) a její ukotvení pomocí ocelových kotvících skob
- položení geobuňkového systému GEOWEB GW30V, výplň pískem
- aplikace druhé ocelové stabilizační dvouzávitové sítě, napnutí pomocí hrana na horním okraji (+ ukotvení lana pomocí samozávrtných kotvených tyčí)
- provedení samozávrtných kotvených ocelových tyčí v obou řadách
- vybudování liniových žlabů nad i pod svahem
- rozvinutí sítě, upevnění prostředního ocelového lana o řadu ocelových kotvících tyčí
- napnutí spodního lana pomocí drobných závaží

5. BOZP

Při provádění stavby se musí dodržovat osvědčené technologické postupy a dodržovat platné bezpečnostní předpisy o BOZP. Zejména zákon č. 174/1968 Sb., Zákon o státním odborném dozoru nad bezpečností práce, ve znění zákona ČNR č. 159/1992 Sb., zákona č. 47/1994 Sb., zákona č. 71/2000 Sb. a zákona č. 124/2000 Sb., č. 309/2006 Sb. - Zákon, kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci) č. 591/2006 Sb. - Nařízení vlády o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích. Zadavatel stavby zajistí, aby před zahájením prací byl zpracován plán bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na staveništi podle § 15 zák. č. 309/2006 Sb. Zejména je nutno vybavit pracovníky ochrannými pomůckami. Pro provádění prací nad 1,5 m je nutno zhotovit lešení.

Všichni pracovníci musí být proškoleni jak zacházet se svěřeným nářadím. Všichni pracovníci musí být poučeni o bezpečnosti práce a musí být vybaveni patřičnými ochrannými pomůckami. Veškeré volné okraje všech konstrukcí stropů a střechy budou opatřeny ochranným zábradlím. Materiály, které budou použity zhotovitelem stavby, musí mít doloženy doklady o tom, že k těmto výrobkům bylo vydáno prohlášení o shodě výrobcem nebo dovozcem ve smyslu nařízení vlády 163/2002 Sb. Vzniklé odpady budou využity, likvidovány resp. zneškodněny v souladu se zák. č. 275/2002 Sb. a příslušnými prováděcími vyhláškami – zvláště vyhl. MŽP č. 381/2001 Sb., kterou se vydává katalog odpadů.

V Brně 27. 07. 2023

RNDr. Mgr. Ivan Poul, Ph.D.
aut. ing. pro geotechniku č.a. 1005146
Bc. Juraj Štetiar