

Inženýrskogeologický průzkum pro rekonstrukci náspu v km 72,250 – 72,320 v úseku Blíževedly – Česká Lípa



2021

Projekce iGEO s.r.o.

Nám. 28. října 1899/11, 602 00 Brno Černá Pole

IČ: 061 90 499, DIČ: CZ061 90 499

tel.: 608022443

web: www.igeo.cz

e-mail: ivan.poul@igeo.cz

Geotechnika, statika, inženýrská a stavební geologie, hydrogeologie

Název zakázky: Inženýrskogeologický průzkum pro rekonstrukci náspu v km 72,250 – 72,320 v úseku Blíževedly – Česká Lípa

Číslo zakázky: 060-2021

Objednatel: **SAGASTA s.r.o.**, Praha 4, Novodvorská 1010/14, PSČ 142 00

Inženýrskogeologický průzkum pro rekonstrukci náspu v km 72,250 – 72,320 v úseku Blíževedly – Česká Lípa

ČGS/2021



Zodpovědný řešitel: **RNDr. Mgr. Ivan Poul, Ph.D.**

Brno, září 2021

Obsah

1. Úvod	1
2. Přírodní poměry	2
3. Metodika průzkumu a provedené průzkumné práce	3
4. Závěr	6

Přílohy:

1. Situace s vyznačením umístění sond
2. IG řez B-B' a C-C'
3. Penetrační sondy DPH a jejich vyhodnocení
4. Dokumentace bagrovaných a kopaných sond
5. Protokol statických zatěžovacích zkoušek
6. Laboratorní analýzy zemin
7. Geotechnické výpočty
8. Archivní sondy
9. Fotodokumentace

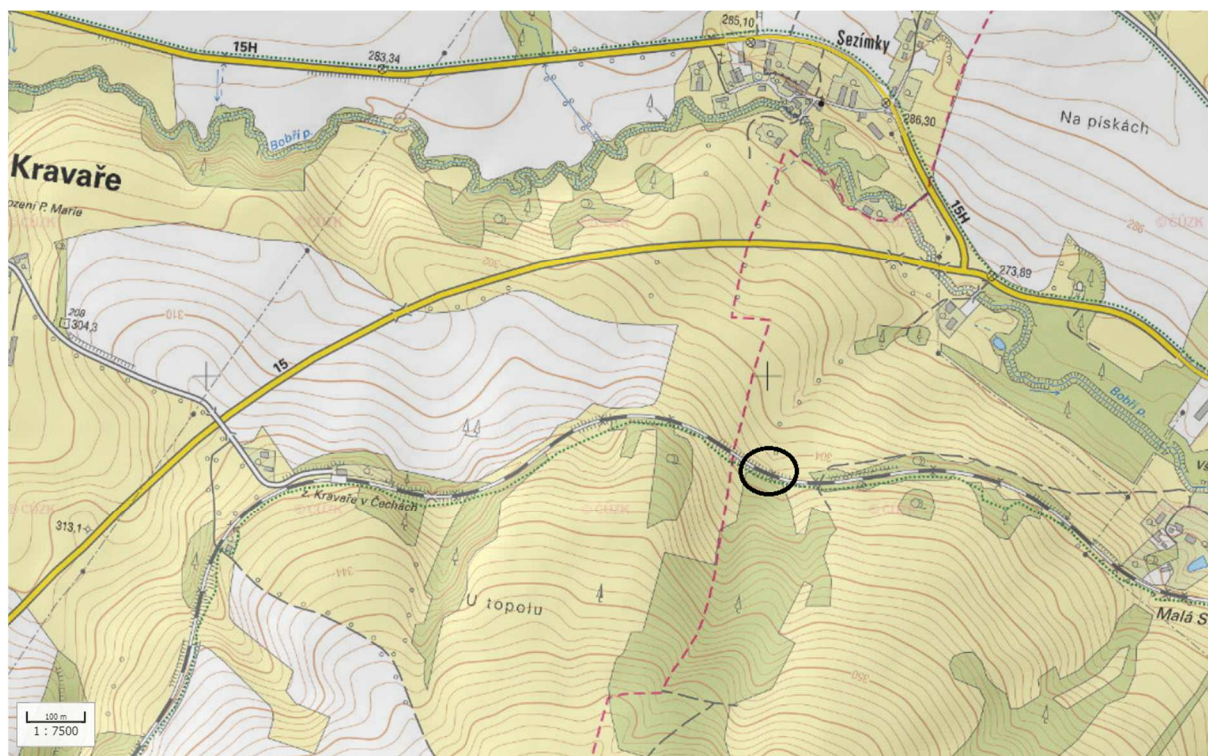
Rozdělovník:

1 -2 digitálně	SAGASTA s.r.o.
3	Česká geologická služba
Digitálně	Projekce iGEO s.r.o.

1. Úvod

Na základě objednávky od společnosti SAGASTA s.r.o. byl ve dnech 19.8. a 20.8.2021 proveden inženýrskogeologický průzkum s cílem poskytnout informace o podloží železničního násypu a násypovém tělese pro projekci rekonstrukce násypu v km 72,250 – 72,320 na trati Blíževedly – Česká Lípa.

Hlavním účelem bylo sestavení geologického modelu (skladba podloží, hladina podzemní vody) a ověření mechanických vlastností zemin a provedení všech nezbytných analýz pro sestavení geotechnického modelu pro projektování. Místění zájmové oblasti je patrné z následujícího obr. 1.



Obr. 1: Přehledná mapa, zkoumaná část železniční trati je vyznačena černou elipsou, upraveno z <https://geoportal.gov.cz/>.

Bylo provedeno základní ověření stávajících průzkumů, které jsou k dispozici v databázi České geologické služby (www.geology.cz).

Průzkum byl registrován na České geologické službě pod číslem ČGS/2021.

Použité normy, předpisy a zdroje:

BS 1377-7:1990. Methods of test for soils for civil engineering purposes. Shear strength tests (total stress)

ČSN 73 6133 Navrhování a provádění zemního tělesa pozemních komunikací

ČSN 73 3050 – Zemné práce (zrušena)

ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla

ČSN EN 1997-2 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 2: Průzkum a zkoušení základové půdy

ČSN EN 1998-1 Eurokód 8: Část 1: Obecná pravidla, seizmická zatížení a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN ISO 14688-1 – Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování zemin – Část 1: Pojmenování a popis

ČSN EN ISO 17892-5 Geotechnický průzkum a zkoušení - Laboratorní zkoušky zemin - Část 5: Stanovení stlačitelnosti zemin v oedometru

ČSN EN ISO 17892-10 Geotechnický průzkum a zkoušení - Laboratorní zkoušky zemin - Část 10: Krabicová smyková zkouška

ČSN EN ISO 22476-2 Geotechnický průzkum a zkoušení - Terénní zkoušky - Část 2: Dynamická penetrační zkouška

ČSN 72 1006 - Kontrola zhutnění zemin a sypanin

ČSN P 73 1005 Inženýrskogeologický průzkum

SŽ S4 – železniční spodek (2021)

SŽDC S3 – železniční svršek

SŽDC Ž4 – vzorový list železničního spodku (pražcové poldoží)

TP76A – Geotechnický průzkum

294/2005Sb. Vyhláška o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady

541/2020 Sb. Zákon o odpadech

2. Přírodní poměry

Geomorfologie

Dle geomorfologického členění (Demek et al. 1987) náleží zájmové území v rámci České vysočiny do soustavy (subprovincie) Česká tabule, oblasti Severočeská tabule, celku Ralská pahorkatina, podcelku Dokeská pahorkatina a okrsku Jestřebská kotlina. Ta je budována středoturonskými pískovci, méně písčitymi slínovci a svrchnoturonskými až koniackými slínovci a vápnitými jílovci a třetihorními vulkanity. Vlastní zájmové území leží při severním úpatí výrazného neovulkanického suku Ronov. Nejnížší stupeň reliéfu tvoří niva Bobřího potoka. Terén se poměrně výrazně zvedá k jihovýchodu a klesá k severu a severozápadu.

Geologie

Předkvartérní podklad širšího zájmového území budují sedimenty svrchní křídý březenského souvrství prorážené vulkanickými horninami terciéru. Z křídových sedimentárních hornin jsou zde zastoupeny převážně slabě zpevněné šedé vápnité jílovce, při povrchu zcela až silně zvětralé, rozpadavé na jílovité zeminy s málo pevnými úlomky. V oslabených polohách mohou obsahovat krystalky a výkvěty sádrovců. Pískovce jsou mapovány i prozkoumány v podloží a jsou to bělavé a žlutavé, jemnozrnné a stejnozrnné, mírně až silně zvětralé, slabě zpevněné téměř bez tmelu, velmi snadno zvětrávající. Místy se v pískovcích vyskytují v polohách silně prokřemenělé lavice. Terciérní vulkanické horniny jsou zastoupeny alkalickými bazalty a bazanity.

Kvartérní pokryv tvoří především deluviální, eolicko-deluviální a v okolí vodotečí fluviální sedimenty. Deluviální zeminy zahrnují především vlivem gravitačních sil transportované produkty zvětrávání předkvartérních hornin s proměnlivou mocností v řádu prvních metrů. Eolické a příp. eolicko-deluviální sedimenty jsou zastoupené sprašemi a sprašovými hlínami - zeminy jsou jílovité a jílovito-písčité s klastickou příměsí. V údolní nivě Bobřího potoka lze očekávat různorodé fluviální sedimenty povodňové hlíny, jíly, písky, štěrky a jejich přechody, při bázi pak převážně klastické štěrkovité zeminy. Nejmladším členem jsou antropogenní uloženy.

Poddolování – ne

Sesuvy – ano – dočasně uklidněné svahové nestability přírodního původu postihují, podle informací z archívu Geofondu, severozápadní svahy vrchu Ronov.

Zemětřesení (ČSN EN 1998, 1998-5) – ano (0,04 g) – v normě (možné zanedbat)

Hydrogeologie

Lokalita se nachází v základní vrstvě v hydrogeologickém rajónu 4640 Křída Horní Ploučnice v sedimentech svrchní křídly. Zájmová oblast se nachází v ochranném pásmu vodního zdroje II. stupně.

Mělká hladina podzemní vody se vyskytuje v údolní nivě Bobřího potoka, který se nachází asi 450 m severovýchodně od zájmové oblasti a také o cca 50 m níže než zájmové území. Jedná se o souvislou hladinu podzemní vody v hydraulické spojitosti s vodním tokem vázanou na propustné štěrkovité fluviální sedimenty. Další mělké zvodně v kvarténních jílovitých sedimentech pokryvných útvarů budou tvořit nesouvislé a vzájemně izolované hladiny podzemní vody. Ty se budou vyskytovat především v mělkých terénních depresích, do kterých se gravitačně stahuje povrchová voda. V místech se špatnými odtokovými poměry se voda zadržuje a podle rostoucí vlhkostní vegetace je povrch území minimálně po část roku zamokřený a podmáčený.

V křídových horninách předkvarténního podkladu je oběh podzemní vody vázán především na propustnější písčité horniny, naproti tomu jílovito-písčité a jílovité facie hornin budují izolátory. Kolektor je puklinovo-průlinový s nesouvislou a často mírně napjatou hladinou.

Záplavová oblast – ne

Klima

Dle Quitta (1971) se zájmový koridor nachází v mírně teplé oblasti MT9. Klimatická jednotka MT9 je charakterizována dlouhým teplým až suchým létem, s přechodným obdobím krátkým, s krátkou, mírnou a suchou zimou s krátkým trváním sněhové pokrývky. Průměrná roční teplota vzduchu se pohybuje mezi 7 a 8 °C. Průměrné roční úhrny srážek se pohybují v rozmezí od 600 mm do 700 mm. Průměrný počet mrazových dnů v roce je 110 – 130. Průměrný počet dnů se sněhovou pokrývkou se pohybuje mezi 60 – 80.

3. Metodika průzkumu a provedené průzkumné práce

Lokalizace průzkumných sond je patrná z přílohy 1. Výsledky dynamických penetrací, bagrovaných a kopaných sond včetně vyhodnocení jsou součástí přílohy 3 a 4. Ze zjištěných geologických podmínek byl sestaven geologický řez – které tvoří přílohu 2. Laboratorní analýzy jsou v příloze 6. V příloze č. 7 jsou k nahlédnutí geotechnické výpočty stability svahu. Bez úprav byly použity smykové parametry získané laboratorním rozbořem. Archivní sondy jsou obsahem přílohy 8. Fotodokumentace je součástí přílohy 9.

Výsledky penetračních sond byly korigovány za pomoci výsledků průkazných laboratorních analýz mechaniky zemin (smyková pevnost, stlačitelnost).

Kopané, bagrované sondy. Průzkum byl za účelem ověření mechanických vlastností zemin v podzákladích, se opírá o realizaci bagrovaných sond BG2, BG3, BG4 a kopaných sond KS3 a KS4.

Tyto sondy sloužily k popisu jednotlivých geologických vrstev a k odebrání neporušených vzorků zemin pro následné laboratorní analýzy (smyková krabicová zkouška a edometrická zkouška stlačitelnosti). Popis zemin probíhal podle normy ČSN 73 6133 a případně podle ČSN EN ISO 14688-1. Stanovení neodvodněné smykové pevnosti bylo provedeno vrtulkovou zkouškou na odkrytých stěnách sond podle BS 1377-7 a ČSN EN 1997-2. Po přepočtu byla stanovena konzistence (NZS 4401). Pro získání modulu přetvárnosti v úrovni zemní pláně byly provedeny 2 statické zatěžovací zkoušky podle ČSN 72 1006, příloha B.

V rámci průzkumu byla v sondách sledována hladina podzemní vody. Podzemní voda (volná hladina) nebyla zastižena. Na základě archivních sond V-2 a V-4 (rok 1973) se ustálená hladina podzemní vody nacházela v úrovni 307,3 až 308,6 m n.m. v závislosti na morfologii terénu, tyto výsledky by však kladly hladinu podzemní vody do tělesa násypu, což je nereálné.

Dynamické penetrace. Průzkum byl za účelem ověření mechanických vlastností zemin v podzákladí, opřen o 6 těžkých dynamických penetrací typu STITZ, postup byl zvolen podle ČSN EN ISO 22476-2 a průzkum byl vyhodnocen podle ČSN EN 1997-2 a případně dalších publikovaných postupů (např. Matys a kol. 1991). Metoda dynamického penetračního sondování spočívá v zarážení soutyčí, opatřeného koncovým kalibrovaným hrotem do zeminy. K zarážení soutyčí slouží beranidlo padající z konstantní výšky při konstantní frekvenci. Při sondování je registrován počet úderů N_{10} potřebný k zaražení soutyčí o 10 cm. Výpočtem je zjišťována hodnota měrného dynamického odporu q_{dyn} (MPa). Těžká dynamická penetrační souprava DPH má tíhu beranidla 0,5 kN (hmotnost 50 kg), výška pádu 0,5 m, průřez hrotu 15 cm² s vrcholovým úhlem 90°.

Laboratorní analýzy. Laboratorní analýzy byly provedeny v laboratoři mechaniky zemin Projekce iGEO s.r.o.. Jedná se o stanovení stlačitelnosti v edometru (ČSN EN ISO 17892-5) a efektivní smykové pevnosti v krabicovém smykovém přístroji (ČSN EN ISO 17892-10). Pro orientační posouzení možné kontaminace materiálu kolejového lože a zemin zemní pláně byl proveden odběr směsných vzorků pro výluhové zkoušky dle 294/2005 Sb., tab. 2.1. pro železniční svršek a spodek viz příloha 6. Laboratorní chemické analýzy byly provedeny v analytické laboratoři – EMPLA AG spol. s.r.o., zkušební laboratoř č. 1110 akreditovaná ČIA. Vodný výluh byl připraven podle ČSN EN 12457-4. Vzorek byl před loužením podrcen na velikost částic <10 mm.

Geotechnické výpočty. Pro stanovení stability svahu byl využit geotechnický software GEO 5 – Stabilita svahu a MKP od společnosti FINE s.r.o. Výpočetní návrh byl podle ČSN EN 1997-1 DA3 GEO. Výpočty jsou k dispozici v příloze č. 7.

Výsledky průzkumu

Informace o trati. Výška daného náspu je cca 5 m. Vpravo se terén svažuje k trati. Svah vede od vrcholku Ronov (552 m.n.m.). Celý svah je porostlý vzrostlou vegetací a při trati je tato vegetace až neprostupná. ☐ paty náspu není zřízeno otevřené odvodnění. Vlevo od tratí terén pokračuje v původním sklonu až k Bobřímu potoku. Svah náspu a přilehlého terénu je porostlý i neprostupnou vegetací. Na levé straně náspu je svah porostlý rákosím. V km 72,300 je klenbový kamenný propustek. Na jeho čelech je zřízen gabión z důvodů zachování tvaru kolejového lože. Tloušťka kolejového lože je v současné době 0,3 - 0,4 m. V rámci dřívější sanace byla provedena konstrukční vrstva ze škváry, tato konstrukce již neplní svoji původní funkci a

únosnost pláň tělesa železničního spodku není dostatečná. (ZTP „Rekonstrukce násypu v km 72,300 – 71,350 v úseku Blíževedly – Česká Lípa“ 2021).

Geologie

Násyp je okolo km 72,260 vysoký asi 4 m vpravo a okolo 5,5 m vlevo. V **násypovém tělese** byla kombinací odkryvných prací a dynamického penetračního sondování zjištěna vrstva kyprých štěrků kolejového lože (G2 GP) a konstruční vrstva tvořená škvárou charakteru kyprého štěrku písčitého (třída G3 G-F). Pláň železničního spodku až do hloubky cca 4,0 m pod niveletou osy koleje buduje zemina charakteru kyprých jemnozrnných štěrků (G3 G-F až G2 GP). Jedná se vzhledem k odlišnosti materiálu, oproti ostatním úsekům trati, nejspíše o sanační materiál násypového tělesa. Zeminy mohou být podle ČSN 736133 (SŽ S4) hodnoceny jako podmíněčně vhodné do násypu bez úpravy a jsou mírně namrzavé. Zjištěný deformační modul (podle ČSN 72 1006, příloha B) na povrchu těchto štěrků se pohybuje okolo $E_{def2} = 53$ MPa, orientačně používaná míra zhutnění $E_{def2}/E_{def1} > 3$ ukazuje na slabou ulehlost materiálu. Tyto nesoudržné zeminy jsou kypré, místy snad středně ulehlé. Zeminy jsou podmíněčně vhodné až nevhodné do podloží násypu a do násypu bez úpravy a jsou namrzavé. Na levé straně násypu byly bagrovanou sondou zjištěny naplocho položené staré a poničené betonové pražce spočívající na podloží násypu tvořeném jílovitými zeminami.

Okolo km 72,290 na hranici přechodové oblasti propustku v km 72,300 vysoký asi 4 m vpravo a okolo 6 m vlevo. V této kilometrži byla v **násypovém tělese** zjištěna vrstva kyprých štěrků kolejového lože (G2 GP) a konstruční vrstva tvořená škvárou charakteru kyprého štěrku písčitého (třída G3 G-F). Materiál násypového tělesa byl ověřen sondou BG2. Zjištěny byly jílovité a jílovito-prachovité zeminy (třída F6 až F8) měkké, místy tuhé konzistence. Zeminy jsou podle ČSN 736133 (SŽ S4) hodnoceny jako nevhodné do násypu bez úpravy a jsou namrzavé.

V **podloží násypu** byly, v obou sondovaných úsecích, od hloubky cca 4,0 m pod niveletou osy koleje, zastíženy deluviální jílovité a jílovito-prachovité zeminy (třída F6 až F8) tuhé konzistence. Podle klasifikace ČSN 73 6133 se jedná o podmíněčně vhodné až nevhodné zeminy do podloží násypu a zeminy nevhodné do násypu. Hlouběji přechází tyto do zvětralých jílovců charakteru zemin - jílu (F7 – F8 pevné konzistence) s pozvolným přechodem do zcela zvětralé až navětralé poloskalní horniny – nejspíše jílovec třídy R6. Od hloubky 16,8 až 18 m pod niveletou osy koleje lze uvažovat s výskytem zpevněnějších slínovců, příp. pískovců třídy (R5-R4).

Hladina podzemní vody nebyla zjištěna. Jedná se o důsledek nízké propustnosti zemin/hornin, kdy podzemní voda nevytéká z pórů zemin a ve vrtu tak netvoří volnou hladinu. **Puklinová propustnost nebyla zjištěna.** Na základě nepřímě pozorované vlhkosti na soutyčí používané aparatury, lze očekávat v dlouhodobém časovém horizontu ustálenou hladinu podzemní vody nacházející se v úrovni 305,5 m n.m.. V případě archivních podkladů (sond V-2 a V-4 z roku 1973) se ustálená hladina podzemní vody nacházela v úrovni 307,3 až 308,6 m n.m. v závislosti na morfologii terénu, což jsou zjištění minimálně problematická, protože by se HPV nacházela zavěšená v tělese násypu.

Mechanické vlastnosti zemin

Podloží. Pro účely projektování a posuzování násypu lze slínovce, příp. pískovce od hloubky 17-18 m pod niveletou osy koleje považovat za nestlačitelné podloží. Nadloží zcela až silně zvětralé jílovce charakteru jílovité zeminy (F7 – F8) se budou vyznačovat objemovou nestálostí

– obsahují expandabilní jílové minerály. V jejich nadloží se vyskytují deluviální jílovité zeminy (F6 místy až F8) budující přímé podloží násypu. Laboratorně zjištěná objemová tíha se pohybuje okolo $17,5 \text{ kNm}^{-3}$, efektivní úhel vnitřního tření $\phi_{ef} = 25,9^\circ$, efektivní soudržnost $c_{ef} = 15,8 \text{ kPa}$. Zjištěný eodometrický modul (průměrný výsledek ze zatěžovacích kroků) $E_{od} = 6,5 \text{ MPa}$ při saturaci 87 %. Zeminy v podloží násypu v km okolo 72,310 mají podle laboratorního posouzení $E_{od} = 4,33 \text{ MPa}$ (průměrný výsledek ze zatěžovacích kroků) při saturaci 92 %.

Násyp. Zeminy v násypu jsou v km 72,290 srovnatelné s charakterem a vlastnostmi se zeminami v podloží. Vykazují nižší stupeň konzistence. Laboratorně zjištěné smykové parametry jílovitých zemin jsou - objemová tíha $18,7 \text{ kNm}^{-3}$, efektivní úhel vnitřního tření $\phi_{ef} = 17,7^\circ$ a efektivní soudržnost $c_{ef} = 18,6 \text{ kPa}$ (jedná se zřejmě o reziduální smykové parametry). Pro jemnozrnný štěr, vyskytující se kolem km 72,260, je doporučeno použít objemovou tíhu $18,2 \text{ kNm}^{-3}$, efektivní úhel vnitřního tření $\phi_{ef} = 37,2^\circ$ a soudržnost $c_{ef} = 12,9 \text{ kPa}$.

Doporučené mechanické vlastnosti těchto zemin v celém profilu jsou součástí přílohy 3 - Penetrační sondy DPM a jejich vyhodnocení a přílohy 6 - Laboratorní analýzy zemin.

Těžitelnost a vrtatelnost zemin

Součástí geologických průzkumů bývá stanovení těžitelnosti zemin pro stanovení ceny zemních prací. Jediná platná česká norma pro stanovení těžitelnosti je ČSN 73 6133 (pro dopravní stavby). Zeminy spadají do I. třídy těžitelnosti. V případě zrušené normy ČSN 73 3050 se jedná o 2. až 3. třídu. Vrtatelnost podle TP 76A (nebo ČSN P 73 1005) je 1. až 2. Vrtatelnost křídových jílovců, slínovců a prachovců je 3-4.

☑ kládání odpadů na skládku. V rámci průzkumu byly odebrány vzorky na výluhové zkoušky dle 294/2005 Sb., tab. 2.1 pro třídy vyluhovatelnosti. Tato norma již k 1.1.2021 není platná a je nahrazená zákonem o odpadech č. 541/2020 Sb. Pro zájmovou oblast v km 72,250 – 72,320 trati Blíževedly – Česká Lípa, byl vodný výluh proveden na směsných vzorcích pražcového lože a dále na zemině pláň železničního spodku (sondy KS3 a KS4). Směsný vzorek kolejového lože i pláň železničního spodku dle příl. č. 2 k vyhl. č. 294/2005 Sb. **splňuje hodnoty pro IIb. třídu vyluhovatelnosti.** Pokud se bude jednat o odpad kategorie ostatní, může být tento odstraněn na skládce skupiny S-OO (ostatních odpadů) a vyšší. Analytické výsledky jsou součástí přílohy č. 6 této zprávy.

Geotechnické výpočty

Pro stanovení stability svahu byl využit geotechnický software GEO 5 moduly – Stabilita svahu, od společnosti FINE s.r.o. Výpočetní návrh byl podle ČSN EN 1997-1 DA3 GEO. Pro dlouhodobou stabilitu, objemové změny a sedání byly využity odvozené (efektivní) smykové parametry. Provedené výpočty poukazují na situaci, kdy násyp a svahy jsou stabilní bez přetížení. Po započítání přetížení $q=120 \text{ kPa}$ se stabilita svahu snižuje pod požadovaný faktor 1,3.

4. Závěr

Předkládaná zpráva shrnuje výsledky inženýrskogeologického průzkumu pro projektování rekonstrukce železničního násypu v km 71,250 – 71,280 na trati Blíževedly – Česká Lípa. **Výsledky a interpretace po opírají o odkryvné sondy, penetrační sondy, laboratorní analýzy a v některých ohledech i o archivní podklady.**

V podloží násypu byly penetračním sondováním zjištěny jílovité až jílovito-prachovité zeminy v mocnosti asi 3,0 m, které pozvolně přecházejí do poloskalní horniny R6-R4 (jílovec, slínovec). Zeminy jsou tuhé konzistence a podle klasifikace ČSN 73 6133 se jedná o zeminy F6 až F8. **V násypu se jedná o zeminy občasně měkké, převážně tuhé konzistence tříd F6 až F8 a kypré až středně ulehlé štěrky s jemnozrnnou příměsí (G3 G-F) pravděpodobně dřívější sanace násypu. Hladina podzemní vody (volná) nebyla zjištěna. Zeminy jsou namrzavé až nebezpečně namrzavé a vodní režim je nepříznivý (pendulární) až velmi nepříznivý.**

Na základě provedených průzkumných prací a předběžných výpočtů je evidentní, že **problémy násypového tělesa přímo souvisí s objemovou nestálostí a namrzavostí použitých zemin.** Zeminy třídy F6 jsou podmíněčně použitelné do násypu – je nutné jejich upravení. Zeminy třídy F8 jsou obtížně upravitelné a pokud by se mělo jednat o **zeminy F8 CV, CE, tyto zeminy jsou nepoužitelné** z důvodu objemové nestálosti (obsahují expandabilní jílové minerály).

Důvodem nestabilního násypu jsou **pravděpodobně objemové změny zeminy spojené s promrzáním a vysycháním zemin se vznikem trhlin.** Dalším nepříznivým faktorem je **nahodilé přetížení od pohybujících se vlakových souprav, kdy přetížení zásadně snižuje stabilitu svahu (kdy FS <1,3).** V zeminách vznikají trhliny vysycháním a při dešťových obdobích v trhlínách narůstají pórové tlaky a dochází k rozplavování, které se projevuje povrchovou smykovou nestálostí, creepem a objemovými změnami ve směrech x a z.

Možný způsob sanace – kompletní rekonstrukce a vybudování násypového tělesa ze zemin vhodných do násypu podle SŽ S4 (ČSN 73 6133), příp. spolu s vyztužením násypu geomřížemi.

Vzhledem k nevhodným objemově nestálým zeminám lze **doporučit dva způsoby sanace:**

- 1) odstranění celého násypu, stabilizace podloží za pomoci vyztužené zeminy a provedení násypu z vhodné sypaniny (podle S4),
- 2) odstranění celého násypu, stabilizace podloží za pomoci vyztužené zeminy a provedení násypu ze stabilizované sypaniny (podle S4). Stabilizaci lze provést smísením zemin F6 + F8 + G2 se 2-3 % cementu.

Za zvolení vhodného postupu je zodpovědný projektant sanačních prací na základě finančního a materiálového rozboru dostupných materiálů.

V Brně dne 6.9.2021

Vyhotovil: Mgr. Josef Víšek

odborná způsobilost v inženýrské geologii a hydrogeologii 2483/2021

RNDr. Mgr. Ivan Poul, Ph.D., aut. ing., GIPENZ

(jednatel Projekce iGEO, s.r.o.)

autorizovaný inženýr pro geotechniku, č.a. 1005148

PŘÍLOHY: