

Inženýrskogeologický průzkum s názvem – Zvýšení bezpečnosti na přejezdu P6322 v km 20,180 na trati Tábor-Bechyně



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 železnice na přejezdu P6322 v km 20,180 na trati Tábor - Bechyně

Číslo zakázky: 004-2021

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

Inženýrskogeologický průzkum s názvem – Zvýšení bezpečnosti na přejezdu P6322 v km 20,180 na trati Tábor-Bechyně



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

Brno, únor 2021

Obsah

1. Úvod	1
2. Přírodní poměry	2
3. Provedené průzkumné práce	2
4. Výsledky průzkumu	3
4.1 Pražcové podloží přechodu na úrovněový železniční přejezd.....	3
4.2 Laboratorní výsledky	5
4.3 Ukládání odpadů na skládku.....	5
4.4 Podzemní voda	6
4.5 Vstupní údaje pro návrh konstrukce pražcového podloží	6
5. Závěr a doporučení.....	7

Přílohy:

1. Situace s vyznačením umístění sond
2. Penetrační sondy DPM a jejich vyhodnocení
3. Dokumentace kopaných sond
4. Laboratorní analýzy zemín
5. Výluhové zkoušky
6. Fotodokumentace

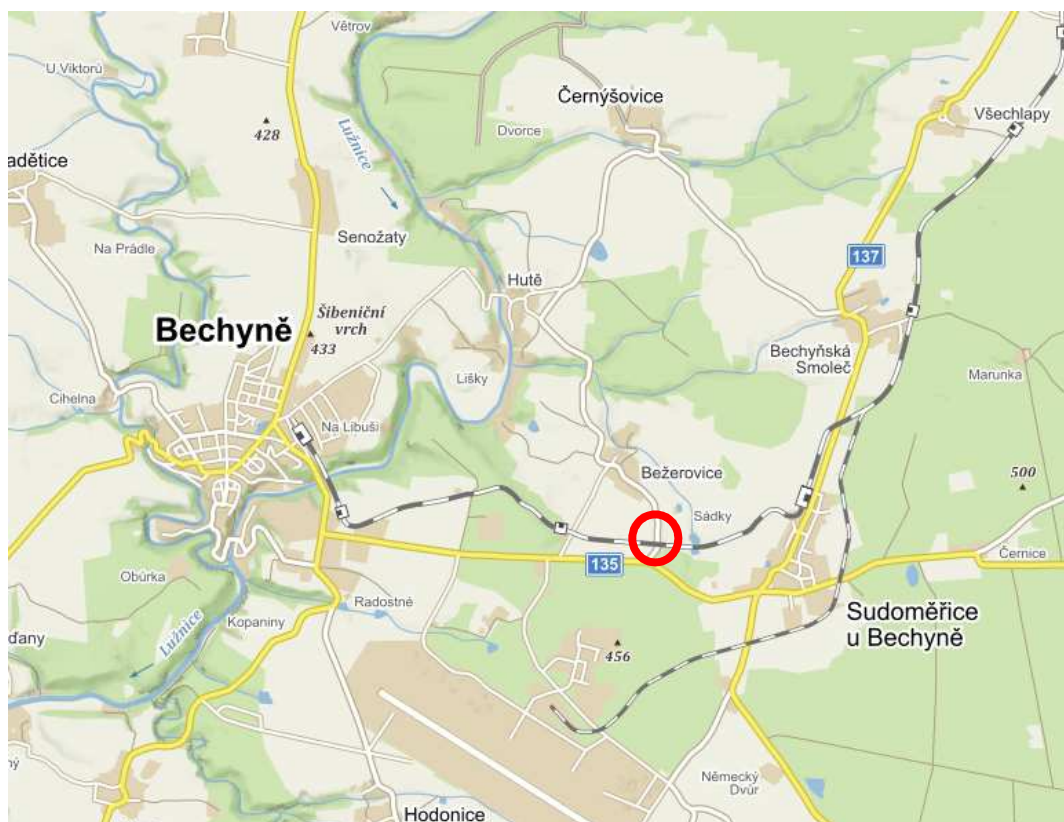
Rozdělovník:

1 -3 a digitálně	SAGASTA s.r.o.
Digitálně	Projekce iGEO s.r.o.

1. Úvod

Na základě smlouvy o dílo uzavřené mezi Projekce iGEO s.r.o a SAGASTA s.r.o. byl dne 08. 02. 2021 proveden geotechnický průzkum na přejezdu P6322 v km 20,180 na trati Tábor – Bechyně. Cílem bylo poskytnout informace o složení, stavu a únosnosti konstrukčních vrstev tělesa železničního spodku v místech přechodu na úrovněvý železniční přejezd v uvedeném úseku v km 20,180 (situace vč. km viz příloha 1). Na lokalitě byly realizovány 2 sondy střední dynamické penetrace a 2 kopané sondy, zatěžovací zkoušky byly z důvodu selhání techniky nahrazeny edometrickými zkouškami v laboratoři, kdy byly odebrány neporušené vzorky zeminy z povrchu zemní pláně a následně analyzovány.

Situace širšího okolí je znázorněna na následujícím obr. 1.



Obr. 1: Mapa širšího okolí, železniční přejezd je vyznačen červenou kružnicí, upraveno z <https://geoportal.gov.cz/>.

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

ČSN EN 1998-1 Eurokód 8: Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení - Část 1: Obecná pravidla, seizmická zatížení a pravidla pro pozemní stavby

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

ČSN EN ISO 17892-4: Geotechnický průzkum a zkoušení - Laboratorní zkoušky zemin - Část 4: Stanovení zrnitosti

ČSN 72 1006 - Kontrola zhutnění zemin a sypanin

ČSN EN 206+A1 – Beton- specifikace, vlastnosti, výroba a shoda

ČSN 73 3050 – Zemné práce

SŽ S4 – železniční spodek

SŽDC S3 – železniční svršek

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

Z geomorfologického hlediska zájmová oblast náleží do Česko-moravské subprovincie do Středočeské pahorkatiny – celku Tábořská pahorkatina.

Z regionálně geologického hlediska oblast spadá do moldanubika. Proterozoické až paleozoické podloží buduje pararula až migmatit. Metamorfní horniny mají vyvinutý zvětralinový plášť o variabilní mocnosti – zvětrávají na šterkovité, písčité a v přípovrchových částech až na jílovito-písčité eluvia. Na paleozoikum nasedá křída, jedná se o pískovce, slepence, jílovce a prachovce svrchnokřídového stáří. Kvartérní pokryv je zastoupený deluviofluviálními sedimenty holocenního stáří. Nejmladším členem souvrství jsou antropogenní uloženiny – navážky.

Oblast se řadí k hydrogeologické rajonizaci 6320 Krystalinikum v povodí Střední Vltavy, v horninách krystalinika, proterozoika a paleozoika.

Klimaticky se obec nachází v mírně teplém, vlhkém regionu – MT4. Jaro je krátké a mírné, léto je mírné, mírně suché a normálně dlouhé, podzim je krátký a mírně teplý, zima je mírně chladná, suchá až mírně suchá a normálně dlouhá.

Z pedologického hlediska je území situováno na pseudogleji s všesměrnou expozicí, jedná se o půdy hluboké až středně hluboké. Sondy byly situovány v místě vedoucí železnice, tedy zde jako první byly zastiženy vrstvy kolejového lože.

Zemětřesení (ČSN EN 1998) – ne.

Záplavová oblast – ne.

Poddolování – ne.

Sesuvy – ne.

3. Provedené průzkumné práce

Práce na železničním spodku byly zaměřeny na ověření skladby drážního tělesa, geotechnických vlastností zemin tvořících pražcové podloží, ověření úrovně hladiny podzemní vody a zjištění vsakovacích poměrů. Zrnitostní analýzy provedla akreditovaná laboratoř mechanicky zemin GEOtest a.s..

Geotechnický průzkum byl proveden v souladu s následujícími předpisy:

- předpisy SŽDC S3 a SŽ S4,
- vzorové řezy Z1, Z2, Z3 a Z4
- „Technické kvalitativní podmínky staveb celostátních drah“ (kapitoly 3, 6, 7 a 18),
- příslušnými ČSN, na které se výše uvedené předpisy odvolávají,
- příslušnými ČSN, souvisejícími s prováděnými průzkumnými pracemi.

Práce při provádění průzkumu (dle ZTP nutno provést návrh ZKPP) pražcového podloží spočívaly v:

- provedení 2 kopaných sond mezi hlavami pražců pod úroveň pláň tělesa železničního spodku a jejich dokumentace,
- pro získání modulu přetvárnosti byly provedeny 2 edometrické zkoušky stlačitelnosti z neporušených vzorků zemin, které byly odebrány z povrchu zemní pláň
- provedení dynamických penetračních zkoušek v blízkém okolí kopaných sond střední dynamickou penetrační soupravou (STITZ), pro ověření mechanických vlastností zemin pražcového podloží, postup byl zvolen podle ČSN EN ISO 22476-2,
- laboratorní stanovení základních fyzikálních vlastností zemin na 2 vzorcích,
- odběr a výluhové zkoušky dle 294/2005 Sb., tab. 2.1. pro železniční svršek a spodek (celkem 2 směsné vzorky) viz příloha 5.

Kopané sondy a dokumentace o provedených zkouškách je v textové části a přílohách označována staničením. Výškové údaje v dokumentaci sond a odběrů vzorků zemin jsou vztaženy k úložné ploše pražce nepřevýšeného kolejnicového pásu příslušné koleje. Dynamické penetrační zkoušky jsou vztaženy k povrchu kolejového lože.

Během prací byla sledována **hladina podzemní vody**, která **nebyla v průběhu průzkumu zastižena**. Zaznamenány byly drobné přítoky vody do výkopu z hranice vrstev (KL/podloží). Hladina podzemní vody bude výrazně závislá na množství atmosferických srážek vsáklých na přilehlých infiltračních územích, na morfologii okolního terénu. Mělce přípovrchová voda se bude v závislosti na morfologii terénu vyskytovat na hranici skalního podloží a pokryvných útvarů.

Vzhledem k sondami zastiženému výskytu průlinově propustných převážně písčitých zemin nebude podloží železničního svršku v dosahu kapilárního vztlínání. Vodní režim lze očekávat v případě výskytu písčito-jílovitých a hlinito-písčitých zemin, s ohledem na konzistenci zemin – **příznivý**.

4. Výsledky průzkumu

4.1 Pražcové podloží přechodu na úroňový železniční přejezd

Výsledky průzkumných prací pražcového podloží v blízkosti plánované rekonstrukce přejezdu P63222 v km 20,180 za účelem zvýšení bezpečnosti, jsou doloženy v přílohové části této zprávy a přehledně též v následujících tab. 1.

Na základě projektu geologických prací byly realizovány 2 střední dynamické penetrační zkoušky (DPM5 – 2 m a DPM6 – 2 m). Tyto sondy byly doplněny o 2 kopané sondy (KS5 – 0,6 m a KS6 – 0,6 m). Situace s vyznačením sond na základě nivelačního měření od orientačních bodů tvoří součást přílohy č. 1)

Souhrn poznatků získaných průzkumem pražcového podloží:

Kopanými sondami (KS5 a KS6) byly zastiženy vrstvy kolejového lože a pod nimi byla zastižena vrstva písčitého jílu až jílovitého písku. Sondami střední dynamické penetrace (DPM5 a DPM6) byly zastiženy reziduální zeminy (frakce jemnozrnného písku – velmi kyprého, kyprého až středně ulehlého).

Kolejové lože

- **ŠTĚRK 32/63 s hlinitou příměsí (G3 G-F až G4 GM) – podíl hlíny + kamenné drtě cca 10%**, štěrk je kyprý až středně ulehlý, klasty jsou ostrohranné až **poloostrohranné, zavlhlý, barva hnědá, štěrk je přítomen v hloubce 0,0-0,33 m**. Dle normy ČSN 73 6133 přílohy A, tab. A. 1 je zemina **klasifikována jako vhodná až podmíněčně vhodná do násypu i do podloží vozovky (aktivní zóny)**

Eluvium

- **JÍL písčité (F4 CS), (ojediněle až PÍSEK jílovitý)** s ojedinělými kameny až balvany, pevná konzistence $C_u = 125$ kPa, s hloubkou klesá na tuhou $C_u = 68$ kPa, jíl je zavlhlý až vlhký, barva je oranžovošedorezavá, černě šmouhovaná – vrstva je zastižena v hloubce 0,33 – 0,6 m od kolejového pražce, dle normy ČSN 73 6133 přílohy A, tab. A. 1 je zemina **klasifikována jako podmíněčně vhodná do násypu i do podloží vozovky (aktivní zóny)**.

Dynamickými penetracemi byly zastiženy vrstvy písčité frakce – jemnozrnný písek, který je velmi kyprý, kyprý a středně ulehlý (Edef se pohybuje v rozmezí od 2-21,5 MPa.). Dynamické penetrace byly ukončeny v hloubce 2 m.

Skalní podloží

- **Skalní podloží (zde přechází pararula v křídové horniny jihočeské pánve – pískovce, slepence, jílovce a prachovce, tedy podloží mohou tvořit buď paleozoické, nebo křídové horniny)** – Navětralou až zvětralou skalní horninu můžeme na základě studia archivních podkladů očekávat od hloubky okolo 3,5 m. Kvalita hornin skalního masivu bude s hloubkou narůstat.

Vodní režim lze s ohledem na zrnitost a konzistenci zemin hodnotit jako příznivý, v případě výskytu zemin v dosahu kapilárního vztlínání přípovrchové vody vyskytující se na hranici skalního podloží bude nutné redukovat vodní režim na nepříznivý,

Hladina podzemní vody nebyla kopanými sondami ani dynamickým penetračním sondováním **zastižena – je závislá na množství srážek a ročnímu období**. Lze očekávat, že bude ležet při povrchu navětraleho skalního podloží.

- dosažené statické moduly přetvárnosti zemní pláně $E_{2,IGP}$ jsou v rozmezí 17 – 19,4 MPa, redukované jsou uvedeny v následující tab. 1.

Staničení (km)	Úroveň dna sondy (m)	Zatřídění zemin	Vodní režim	Namrzavost	Statický modul přetvárnosti $E_{2,IGP}$ (MPa)	Modul přetvárnosti red. E_r (MPa)
20,173	0,60	F4 CS	příznivý	nebezpečně namrzavé	19,4	16
20,187	0,6	F4 CS	příznivý	nebezpečně namrzavé	17	13,6

Tab. 1: Přehled výsledků a interpretací zemin zemní pláně.

Podrobný popis doporučených mechanických vlastností pro dimenzování únosnosti základových konstrukcí jsou uvedeny v příloze 2. Podrobné popisy jednotlivých vrstev zemin na základě provedených kopaných sond jsou součástí přílohy 3.

Kopané sondy sloužily k podrobnému geologickému popisu jednotlivých vrstev, a dále k odběru vzorků zeminy pro laboratorní analýzy.

4.2 Laboratorní výsledky

Byly odebrány porušené vzorky z KS5 (0,3-0,6 m) a z KS6 (0,4-0,6 m), tyto vzorky byly analyzovány v laboratoři mechaniky zemin v GEOTestu a v laboratoři Projekce iGEO. Byly provedeny vlhkostní a zrnitostní zkoušky zemin, byl určen index plasticity a stupeň konzistence, zatřídění zemin a propustnost. V laboratoři Projekce iGEO byly provedeny edometrické zkoušky zemin. Umístění kopaných sond je patrné z přílohy 1. Výsledky laboratorních zkoušek tvoří přílohu 4.

Z kopané sondy KS5 byl odebrán porušený vzorek písčité hlíny z hloubky 0,3 – 0,6 m. Vlhkost zeminy je 17,5%, index plasticity I_p je 15%, stupeň konzistence I_c je 0,91. Zatřídění zeminy dle ČSN 73 6133 – F4 CS. Propustnost zeminy z křivky zrnitosti je $<3,0E-8$.

Z kopané sondy KS6 byl odebrán porušený vzorek z hloubky 0,4-0,6 m. Vlhkost zeminy je 19,9%, index plasticity I_p je 21%, stupeň konzistence I_c je 0,88. Zatřídění zeminy dle ČSN 73 6133 – F6 Cl. Propustnost zeminy z křivky zrnitosti je $<3,0E-8$.

Edometrické zkoušky stlačitelnosti byly dle ČSN EN ISO 17892-5 provedeny na neporušených vzorcích KS5 (0,7-0,8 m) a KS6 (0,54-0,64 m). Eoed (průměr) vyšel 19,39 MPa pro KS5 a 17,1 MPa pro KS6.

4.3 Ukládání 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 období, než budou vydány nové vyhlášky, platí následující: Pokud budou povinné subjekty postupovat tam, kde zákon č. 541/2020 Sb. odkazuje na provádějící právní předpis, v souladu s dosavadními provádějícími předpisy, má se za to, že postupují v souladu s požadavky nového zákona. To navíc platí v řadě případů nejen pro dobu, než budou vydány nové vyhlášky, ale s ohledem na v návrzích vyhlášek obsažená přechodná ustanovení, i pro značnou dobu po jejich vydání.

Proto jsou výluhové zkoušky posuzovány podle 294/2005 Sb., tab. 2.1. 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.

Pro zájmovou oblast PZS (P6311) v km 12,993 trati Tábor-Bechyně, byl vodný výluh proveden na směsných vzorcích pražcového lože (KS5 hloubka 0,0 – 0,25 m a KS6 hloubka 0,0 – 0,18 m) a dále na zemině pláň železničního spodku (KS5 hloubka 0,25-0,4 a KS6 hloubka 0,33-0,45 m).

Směsný vzorek pražcového lože dle příl. č. 2 k vyhl. č. 294/2005 Sb. **splňuje hodnoty pro I. třídu vyluhovatelnosti** a není třeba s ním nakládat jako s odpadem skupiny S - nebezpečný odpad (S-NO).

Směsný vzorek zeminy pláně železničního spodku dle příl. č. 2 k vyhl. č. 294/2005 Sb. **splňuje hodnoty pro I. třídu vyluhovatelnosti** a není třeba s ním nakládat jako s odpadem skupiny S - nebezpečný odpad (S-NO).

Analytické výsledky jsou součástí přílohy č. 6 této zprávy.

4.4 Podzemní voda

Během prací byla sledována hladina podzemní vody, která **nebyla v průběhu průzkumu zastižena**. Lze očekávat, že úroveň vodní hladiny bude výrazně závislá na atmosferických srážkách spadlých na přiléhající infiltrační území. Zastižené zeminy jsou průlinově propustné.

4.5 Vstupní údaje pro návrh konstrukce pražcového podloží

Dráha Tábor - Bechyně je jednokolejná elektrizovaná trať. V dotčeném úseku trati je zavedena traťová rychlost 60 km/h. Trať spadá mezi traťové koleje na tratích regionálních s traťovou rychlostí menší než 80 km.h⁻¹.

Zeminy zastižené v úrovni zemní pláně jsou na základě laboratorního posouzení nebezpečně namrzavé.

Dle tabulky 1, přílohy 21 SŽ S4 je skladba konstrukce pražcového podloží 1.

V okolí úrovnového přejezdu lze vodní režim, vzhledem ke zjištěné konzistenci zemin, hodnotit jako příznivý.

Klimatické podmínky jsou charakterizovány indexem mrazu $I_{mn} = 475^{\circ}\text{C}.\text{den}$ (dle přílohy 7, tab. 1, předpisu SŽ S4). $h_{pr} = 0,045 \sqrt{I_{mn}}[\text{m}]$ s **hloubkou promrzání $h_{pr} = 0,98 \text{ m}$** .

V místech přechodu tělesa železničního spodku na úrovnový železniční přejezd se navrhuje zesílená konstrukční vrstva tělesa železničního spodku na délku minimálně 5,00 m, podrobnosti řeší vzorový list železničního spodku Ž 4.2..

Požadované parametry modulu přetvárnosti jsou stanoveny dle tabulky 1, přílohy 6 předpisu SŽ S4 – Železniční spodek:

- zemní pláň $E_{\min,ZP} \geq 20 \text{ MPa}$
- pláň železničního spodku $E_{\min,PL} \geq 40 \text{ MPa}$

Pro návrh zesílené konstrukce pražcového podloží (ZKPP) v oblasti úrovnového přejezdu je hodnota statického modulu přetvárnosti stanovena podle přílohy 24 k SŽ S4:

- pláň železničního spodku $E_{pl} \geq 60 \text{ MPa}$

Výsledky měření edometrických zkoušek, které byly vyhodnoceny jako statické zatěžovací zkoušky **nevyhovují** pro zemní pláň pro tratě s maximální navrhovanou rychlostí v koleji $V_{\max} \leq 80 \text{ km.h}^{-1}$ (výsledky měření viz příloha 4).

Výsledky realizace střední dynamické penetrační sondy (typ STITZ) podle normy ČSN EN ISO 22476-2 jsou součástí přílohy 2.

5. Závěr a doporučení

Předkládaná zpráva shrnuje výsledky inženýrskogeologického průzkumu pro projekci úrovně přejezdu v km 20,180 pod ev. číslem P6322 na trati Tábor - Bechyně. Dle požadavku objednatele byly realizovány 2 kopané sondy, 2 edometrické zkoušky, které sloužily jako náhrada statických zatěžovacích zkoušek, realizovány a vyhodnoceny byly 2 střední dynamické penetrace (DPM) a byly odebrány vzorky zemin pro laboratorní testování základních fyzikálních vlastností a 2 směsné vzorky byly podrobeny výluhovým zkouškám dle 294/2005 Sb..

Byly provedeny 2 střední dynamické penetrační zkoušky DPM5 (2 m), DPM6 (2 m) a 2 kopané sondy KS5 (0,6 m) a KS6 (0,6 m). Interpretace dynamických penetrací a doporučené mechanické vlastnosti zemin jsou součástí přílohy 2. Dokumentace kopaných sond jsou součástí přílohy 3.

Kolejové lože je tvořeno ŠTĚRKEM 32/63 s hlinitou příměsí a kamennou drtí cca 20 %. Geologická skladba vrstev je tvořena převážně reziduálními zeminami (JÍL písčité), a dále skalním podložím (pararulou, nebo pískovcem). **Zeminy jsou vlhké, velmi kypré, kypré a středně ulehle** (hodnoceno podle ČSN 73 6133). Zastižené zeminy jsou dle normy ČSN 73 6133 přílohy A, tab. A. 1 **klasifikovány jako vhodné až podmínečně vhodné do násypu i do podloží vozovky (aktivní zóny)**.

Skalní hornina nebyla průzkumnými sondami zastižena. **Vodní režim je příznivý.** Hladina podzemní vody nebyla zastižena, nachází se nejspíše v hloubce 2 - 6 m pod úložnou plochou pražce na hranici sklaního podloží. Zeminy budující zemní pláš jsou na základě laboratorních rozborů hodnoceny jako nebezpečně namrzavé.

Výsledky edometrických zkoušek hodnotily zemní pláš, kdy je **požadován deformační modul $E_{min,ZP} \geq 20 \text{ MPa}$ – výsledky $E_{or} = 19,4 \text{ MPa}$ nevyhovují, $E_{or} = 17 \text{ MPa}$ nevyhovují.**

Vzorky šterku pražcového lože i pláň železničního spodku dle příl. č. 2 k vyhl. č. 294/2005 Sb. **splňují hodnoty pro I. třídu vyluhovatelnosti** a není třeba s nimi nakládat jako s odpadem skupiny S - nebezpečný odpad (S-NO).

Návrh zesílené konstrukce pražcového podloží je plně v kompetenci projektanta stavby.

V Brně dne 18. 02. 2021

Vyhotovili: Mgr. Michaela Buršíková

Odborný řešitel:

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

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

autorizovaný inženýr pro geotechniku, č.a. 1005148

odborná způsobilost v inženýrské geologii 2101/2009

PŘÍLOHY: