

Inženýrskogeologický průzkum s názvem – Výstavba PZS (P1352) v km 24,254 trati Březnice - Strakonice



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 s názvem – Výstavba PZS (P1352) v km 24,254 trati Březnice-Strakonice

Číslo zakázky: 007-2021

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

Inženýrskogeologický průzkum s názvem – Výstavba PZS (P1352) v km 24,254 trati Březnice - Strakonice



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 úrovňový železniční přejezd	3
4.2 Vstupní údaje pro návrh konstrukce pražcového podloží	4
4.3 Laboratorní výsledky	5
4.4 Ukládání odpadů na skládku	5
4.5 Podzemní voda	6
5. Závěr	6

Přílohy:

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

Rozdělovník:

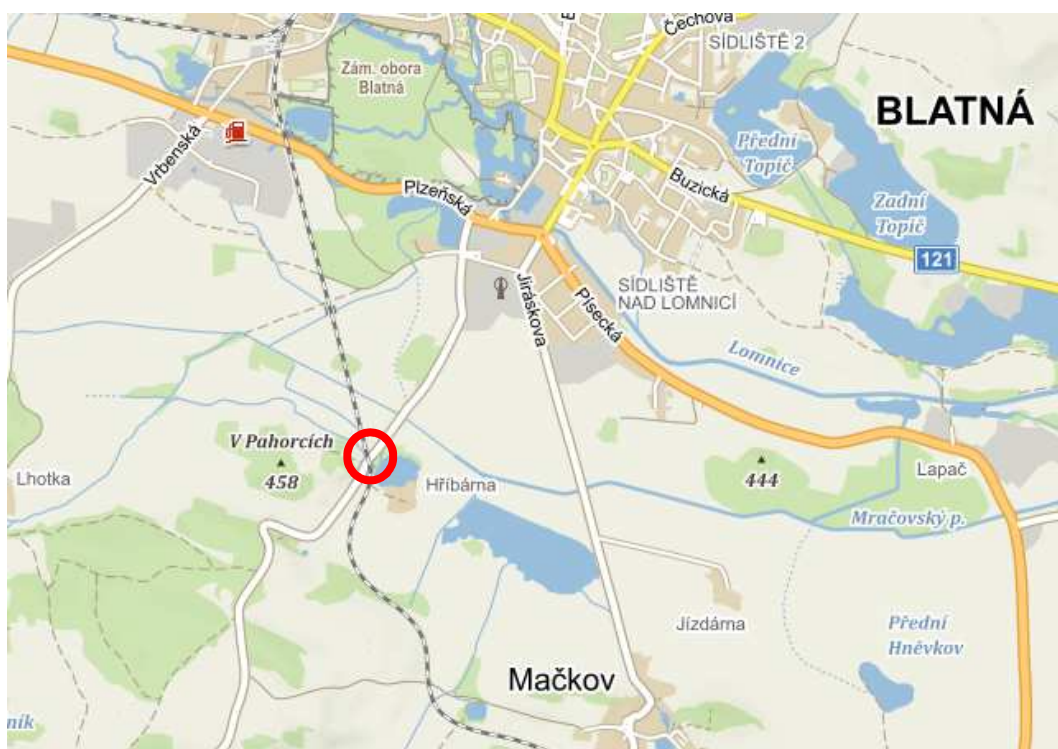
1-3 a digitálně	SAGASTA s.r.o.
Digitálně	Projekce iGEO s.r.o.

1. Úvod

Na základě smlouvy o dílo uzavřené mezi Projekce iGEO s.r.o a SAGASTA s.r.o. byl dne 04. 02. 2021 proveden geotechnický a inženýrsko-geologický průzkum železnice s názvem Výstavba PZS (P1352) v km 24,254 trati Březnice - Strakonice.

Cílem bylo poskytnout informace o složení, stavu a únosnosti konstrukčních vrstev tělesa železničního spodku v místech přechodu na úrovnňový železniční přejezd v uvedeném úseku v km 24,254 (situace vč. km viz příloha 1). Umístění zájmové oblasti je patrné z následujícího obr. 1. Na lokalitě byly realizovány 2 sondy střední dynamické penetrace, 2 kopané sondy a 2 statické zatěžovací zkoušky.

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

2. Přírodní poměry

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

Z regionálně geologického hlediska oblast spadá do moldanubika, do regionální jednotky středočeský pluton. Paleozoické podloží buduje granodiorit blatenského typu. Magmatické horniny mají vyvinutý zvětralinový plášť o variabilní mocnosti – zvětrávají na šterkovitá, písčítá a v přípovrchových částech až na jílovito-písčítá eluvia. Kvartérní pokryv je zastoupený písčito-hlinitými až hlinito-písčitými deluviálními sedimenty a fluviálními sedimenty holocenního stáří. Nejmladším členem souvrství jsou antropogenní uložení – 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, mírně vlhkém regionu – MT2. Jaro je krátké a mírné, léto je krátké, mírné až mírně chladné, mírně vlhké, podzim je krátký a mírný, zima je mírná, normálně dlouhá, suchá s normálním trváním sněhové pokrývky.

Z pedologického hlediska je území situováno na pseudoglejích 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 statické zatěžovací zkoušky v úrovni zemní pláně podle ČSN 72 1006, příloha B,
- provedení 2 středních 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 6.

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, s ohledem na morfologii terénu se bude ustálená hladina podzemní **vody vyskytovat v hloubce 2,1 m (DPM1)** pod povrchem terénu v úrovni hladiny místní drenážní báze. Bude výrazně závislá na množství atmosférických srážek vsáklých na přilehlých infiltračních územích, na morfologii okolního terénu, na vodních stavech. Mělce přípovrchová voda se v závislosti na morfologii skalního podloží vyskytuje na hranici skalního podloží a pokryvných útvarů.

Vzhledem k sondami zastiženému výskytu průlinově propustných štěrkovitých a písčitých zemin nebude podloží železničního svršku v dosahu kapilárního vztlínání. V těchto případech lze očekávat **příznivý** vodní režim.

4. Výsledky průzkumu

4.1 Pražcové podloží přechodu na úroňový železniční přejezd

Na základě projektu geologických prací byly realizovány 2 střední dynamické penetrační zkoušky (DPM1 – 2,4 m a DPM2 – 0,8 m). Tyto sondy byly doplněny o 2 kopané sondy (KS1 – 0,6 m a KS2 – 0,86 m) a 2 statické zatěžovací desky ZZB01 a ZZB02. Zatěžovací desky tvoří přílohu číslo 4. Situace s vyznačením sond na základě nivelačního měření od orientačních bodů tvoří součást přílohy č. 1).

Souhrn poznatků získaných průzkumem pražcového podloží:

Kopanými sondami (KS1 a KS2) byly zastiženy vrstvy kolejového lože a pod nimi byla zastižena vrstva písčitého štěrku až hrubozrnného písku se štěrkem. Sondami střední dynamické penetrace (DPM1 a DPM2) byly zastiženy reziduální zeminy (frakce jemnozrnného písku, písku, jemnozrnného štěrku a v hloubce 2,2 m (DPM1) a 0,6 m (DPM2) byla zastižena navětralá skalní hornina (granodiorit).

Kolejové lože

- **ŠTĚRK 32/63 (G2 GP) s příměsí organiky a kamenné drti do 2%** - čistý, zastižen v hloubce od 0,0-0,36 m (KS1), v případě KS2 do hloubky 0,18 m. Jedná se o zeminy nenamrzavé. Dle normy ČSN 73 6133 přílohy A, tab. A. 1 zemina je **klasifikována jako podmínečně vhodná do násypu i do podloží vozovky (aktivní zóny)**.

- **ŠTĚRK 32/63 hlinitý (G4 GM)** - příměs hlinitá a příměs kamenné drti cca 20%, zastiženy v sondě KS2 v hloubce 0,18 – 0,37 m, zavlhlý, barva šedočerná, středně ulehlý. Jedná se o zeminy nenamrzavé až mírně namrzavé. Dle normy ČSN 73 6133 přílohy A, tab. A. 1 zemina je **klasifikována jako podmínečně vhodná do násypu i do podloží vozovky (aktivní zóny)**.

Eluvium

- **ŠTĚRK písčité až PÍSEK hrubozrnný se štěrkem (R6 – S3 SF)** v hloubce 0,36 – 0,6 m v případě KS1 a v případě KS2 v hloubce 0,37-0,86 m, štěrk je ulehlý (KS1) v rámci K2 (kyprý až středně ulehlý), vlhký, částečně patrná původní struktura horniny (granit), dle normy ČSN 73 6133 přílohy A, tab. A. 1 je zemina **klasifikována jako vhodná do násypu a podmínečně vhodná do podloží vozovky (aktivní zóny)**.

V rámci dynamické penetrace DPM1 byly zastiženy vrstvy frakce: hlína/prach (tuhé konzistence), písek (středně ulehlý), jemnozrnný písek (kyprý), hlouběji štěrk (ulehlý). V hloubce 2,2 m byla zastižena navětralá skalní hornina (R6), tvrdé konzistence. Dynamická penetrace DPM1 byla ukončena v hloubce 2,4 m ve skalním podloží.

V rámci dynamické penetrace DPM2 byly zastiženy vrstvy frakce: hlína/prach (tuhé konzistence), písek (středně ulehlý), hlouběji štěrk (ulehlý). V hloubce 0,6 m byla zastižena navětralá skalní hornina (R6), tvrdé konzistence. Dynamická penetrace DPM2 byla ukončena v hloubce 0,8 m ve skalním podloží (viz příloha 2).

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

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

Staničení (km)	Úroveň dna sondy (m)	Zatřídění zemín	Vodní režim	Namrzavost	Modul přetvárnosti E_0 (MPa)	Modul přetvárnosti red. E_{0r} (MPa)
24,264 LS	0,6	S3 S-F	příznivý	mírně namrzavé	62,5	55,8
24,243 PS	0,86	S3 S-F	příznivý	mírně namrzavé	27,8	25

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

4.2 Vstupní údaje pro návrh konstrukce pražcového podloží

Dráha Březnice-Strakonice je jednokolejná regionální elektrizovaná trať. V dotčeném úseku trati je zavedena rychlost 50 km/h. Trať spadá mezi traťové koleje na tratích regionálních s traťovou rychlostí menší než 80 km.h⁻¹.

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

Vodní režim lze hodnotit jako příznivý.

Klimatické podmínky jsou charakterizovány indexem mrazu $I_{mn} = 475^{\circ}\text{C} \cdot \text{den}$ (dle přílohy 7, předpisu SŽ S4). $h_{pr} = 0,045 \sqrt{I_{mn}} [\text{m}]$ s **hloubkou promrzání $h_{pr} = 1,06 \text{ m}$** .

V místech přechodu tělesa železničního spodku na úroňový 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 pláš $E_0 \geq 20 \text{ MPa}$
- pláš železničního spodku $E_{pl} \geq 40 \text{ MPa}$

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

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

Výsledky měření statických zatěžovacích zkoušek **vyhovují** pro zemní pláš pro tratě regionální s traťovou rychlostí menší než $80 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ (výsledky měření statickou zatěžovací deskou viz příloha 4).

Výsledky realizace střední dynamické penetrační sondy (typ STITZ) podle normy ČSN EN ISO 22476-2 doplňují měření statickou zatěžovací zkouškou a jsou součástí přílohy 2.

4.3 Laboratorní výsledky

Byly odebrány porušené vzorky z KS1 (0,36-0,6 m) a z KS2 (0,4-0,8 m), tyto vzorky byly analyzovány v laboratoři mechaniky zemin v GEOTestu. Byly provedeny vlhkostní a zrnitostní zkoušky zemin. Umístění kopaných sond je patrné z přílohy 1. Výsledky laboratorních zkoušek tvoří přílohu 5.

Z kopané sondy KS1 byl odebrán porušený vzorek mírně jílovitého písku z hloubky 0,36 – 0,6 m. Zatřídění zeminy dle ČSN 73 6133 – S3=S-F. Koeficient filtrace je $1,412\text{E-}5$.

Z kopané sondy KS2 byl odebrán porušený vzorek z hloubky 0,4-0,8 m. Vlhkost zeminy je 12,2%. Zatřídění zeminy dle ČSN 73 6133 – S3=S-F. Koeficient filtrace je $2,039\text{E-}5$.

4.4 Ukládání odpadů na skládku

V rámci průzkumu byly odebrány vzorky na výluhové zkoušky dle 294/2005 Sb., tab. 2.1 pro určení tříd vyluhovatelnosti. 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 $<10 \text{ mm}$.

Pro zájmovou oblast PZS (P1352) v km 24,254 trati Březnice-Strakonice, byly vodné výluhy provedeny na směsných vzorcích zeminy pláň železničního spodku: (KS1 hloubka 0,36 – 0,5 m a KS2 hloubka 0,37 – 0,5 m) a na směsném vzorku pražcového lože (KS1 hloubka 0,0-0,35 a KS2 0,0-0,37 m)

Směsný vzorek pražcového lože dle příl. č. 2 k vyhl. č. 294/2005 Sb. je zařazen do třídy **vyluhovatelnosti I** a není nutné s ním nakládat jako s nebezpečným odpadem.

Směsný vzorek zeminy pláně železničního spodku dle příl. č. 2 k vyhl. č. 294/2005 Sb. je zařazen **do třídy vyluhovatelnosti III**, jelikož obsah celkového rozpuštěného uhlíku (DOC) je 98,4 mg/l. Ostatní parametry byly vyhovující pro nižší třídy, ale DOC ne, jelikož nevíme, v jakých konkrétních formách se DOC ve výluhu vyskytuje, doporučujeme odpad uložit na skládky nebezpečného odpadu, případně provést další analýzy na zjištění PAU, EOX a Uhlovodíků C10-C40. Materiál splňuje hodnoty pro III. třídu vyluhovatelnosti a je třeba s ním nakládat jako s odpadem skupiny S - nebezpečný odpad (S-NO). Na skládky skupiny S-ostatní odpad, lze nebezpečné odpady ukládat pouze tehdy, když jsou umístěny v uzavřených kontejnerech nebo nádobách, jejichž technické provedení musí doplňovat inženýrské bariéry skládky na úroveň požadavků skládky skupiny S-nebezpečný odpad.

Analytické výsledky jsou součástí přílohy č. 6 této zprávy.

4.5 Podzemní voda

Během prací byla sledována hladina podzemní vody, která **byla v rámci DPM1 zastižena v hloubce 2,1 m. Vodní stav je hodnocen jako příznivý.** Lze očekávat, že úroveň vodní hladiny bude výrazně závislá na atmosférických srážkách spadlých na přiléhající infiltrační území. Zastižené zeminy jsou průlinově propustné.

5. Závěr

Na základě objednávky od společnosti SAGASTA s.r.o. byl proveden geotechnický a inženýrsko-geologický průzkum za účelem ověření geologické stavby a mechanických vlastností zemin pro výstavbu PZS (P1352) v km 24,254 trati Březnice – Strakonice. Byly provedeny 2 střední dynamické penetrační zkoušky DPM1 (2,4 m), DPM2 (0,8 m), 2 kopané sondy KS1 (0,6 m) a KS2 (0,86 m) a 2 statické zatěžovací zkoušky ZZB01 a ZZB02. Interpretace dynamických penetrací a doporučené mechanické vlastnosti zemin jsou součástí přílohy 2. Dokumentace kopaných sond jsou součástí přílohy 3. Statické zatěžovací zkoušky jsou součástí přílohy 4, laboratorní výsledky zemin tvoří přílohu číslo 5 a výluhové zkoušky přílohu 6.

Kolejové lože je tvořeno ŠTĚRKEM (G2 GP) 32/63 s podílem hlíny a kamenné drtě cca 2%, je čistý, vlhký. Pod ŠTĚRKEM G2 GP je přítomná vrstva ŠTĚRKU hlinitého (G4 GM) s příměsí hlíny a kamenné drti do 20%, vrstva je zavlhlá, barva šedočerná, štěrk je středně ulehlý. Geologická skladba vrstev je tvořena převážně eluviálními zeminami (ŠTĚRK písčité až PÍSEK hrubozrnný), a skalním podložím (granodioritem), které bylo v rámci DPM1 zastiženo v hloubce 2,4 m a v rámci DPM2 v hloubce 0,8 m. **Zeminy jsou vlhké, kypré až ulehlé** (hodnoceno podle ČSN 73 6133). Zastižené zeminy jsou dle normy ČSN 73 6133 přílohy A, tab. A. 1 **klasifikovány jako podmíněčně vhodné do násypu i do podloží vozovky (aktivní zóny).**

Hladina podzemní vody byla zastižena sondou DPM1 v hloubce 2,1 m a je vázána na průlinově propustné klastické nesoudržné zeminy. **Vodní režim je příznivý.** Dle archivních podkladů zobrazených na stránkách České geologické služby voda v povrchových vodotečích nevykazuje agresivitu na betonové konstrukce.

Výsledky statických zatěžovacích zkoušek hodnotily zemní plán, kdy je **požadován deformační modul $E_{0r} \geq 20$ MPa – výsledky $E_{0r} = 25,2 - 55,8$ MPa vyhovují.**

Vzorek šterku pražcového lože (posouzeno podle - odpad na skládku - **výluhové zkoušky dle 294/2005 Sb., tab. 2.1** v akreditované laboratoři EMPLA AG spol s.r.o.) dle příl. č. 2 k vyhl. č. 294/2005 Sb. je zařazen do třídy **vyluhovatelnosti I** a není nutné s ním nakládat jako s nebezpečným odpadem.

Vzorek zeminy pláne žel. spodku (posouzeno podle - odpad na skládku - **výluhové zkoušky dle 294/2005 Sb., tab. 2.1** v akreditované laboratoři EMPLA AG spol s.r.o.) odpovídá kategorii III, kdy **podle zmíněné vyhlášky je odpad řazen do skupiny S - nebezpečný odpad (S-NO) a je třeba ho ukládat na skládku pro nebezpečné odpady, případně provést další analýzy, pro zjištění PAU, EOX a Uhlovodíků C10-C40.**

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

V Brně dne 22. 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: