

OBSAH

Textová část:

- 1. Úvod** - str. 2
- 2. Metodika průzkumných prací** - str. 2
 - 2.1 Technické práce v terénu - str. 2
 - 2.2 Zjištění modulu přetvárnosti - str. 3
 - 2.3 Vzorkovací a laboratorní práce - str. 3
 - 2.4 Stanovení vodního režimu zemní pláně - str. 4
- 3. Geologické a hydrogeologické poměry území** - str. 4
- 4. Výsledky geotechnického průzkumu** - str. 6
 - 4.1 Přejezd P 946 - str. 6
 - 4.2 Přechodové oblasti mostu v km 2,316 - str.8
- 5. Závěr** - str. 8

Tabulky v textu:

1. Přehled geotechnických vlastností místních zemin/sypanin - str. 4
2. Souhrn výsledků zjištěných GTP - str. 7

Přílohy:

1. Přehledná situace M 1 : 10 000
2. Situace realizovaných sond M 1 : 2 000
3. Geologická dokumentace kopaných sond
 - 3.1 Dokumentace sondy K 2.170
 - 3.2 Dokumentace sondy K 2.304
 - 3.3 Dokumentace sondy K 2.326
4. Protokoly statických zatěžovacích zkoušek
 - 4.1 SZZ č.1 v K 2.170
 - 4.2 SZZ č.2 v K 2.304
 - 4.3 SZZ č.3 v K 2.326
5. Laboratorní rozbory zemin
6. Návrh a posouzení ZKPP na únosnost a před účinky mrazu
 - 6.1 Přejezd P 946
 - 6.2 Most km 2,316

1. ÚVOD

Předmětem zprávy je vyhodnocení geotechnického průzkumu železničního spodku (pražcového podloží) na přejezdu P 946 - křížení s polní cestou a v přechodových oblastech mostu v km 2,316 trati Strakonice - Volary, který převádí železniční trať přes Svaryšovský potok (viz. přehledná situace v příloze č.1).

Zájmový úsek trati je součástí trati regionální, s požadovanou únosností zemní pláně $E_0 = 15 \text{ MPa}$, pláně železničního spodku $E_{pl} = 30 \text{ MPa}$ a v přechodových oblastech se ZKPP s únosností $E_{pl} = 50 \text{ MPa}$.

Získané poznatky a výsledky slouží jako podklad k vypracování projektové dokumentace pro návrh ZKPP obou staveb.

Objednatel: TOP CON SERVIS, s.r.o., Ke Stírce 1824/56, 182 00 Praha 8

Zhotovitel: Global - Geo, s.r.o., Ak. Heyrovského 1178, 500 03 Hradec Králové

Kraj: Jihočeský

Katastrální území: Radošovice u Strakonice - kód 738590

K vyhodnocení zakázky zadavatel poskytl v elektronické podobě odkaz na mapu KN s označenými místy, kontakt na správce trati, IG průzkum mostu v km 2,316 a část GTP PP trati Strakonice - Volary.

2. METODIKA PRŮZKUMNÝCH PRACÍ

Náplň geotechnického průzkumu vychází z přílohy 9 předpisu SŽDC S4 - Železniční spodek (účinnost od 1. 10. 2008).

Každé ověřované místo pro návrh nové skladby PP zahrnuje následující dílčí operace:

- kopanou sondu na pláň železničního spodku,
- makroskopické posouzení stavu pražcového podloží a změření mocnosti štěrkového lože,
- petrografický popis všech zastižených vrstev a zaznamenání případného výskytu podzemní vody,
- statickou zatěžovací zkoušku v úrovni pláně železničního spodku (SZZ),
- zjištění hlubšího podloží prohloubením kopané sondy dalším výkopem a ruční souppravou G-10.

2.1 TECHNICKÉ PRÁCE V TERÉNU

Se uskutečnily dne 6.5.2021, po předchozím projednání podmínek s příslušným správcem trati a zajištění protizátěže - drážního vozidla MUV 75-023. Sondy v kolejišti bylo možné, s ohledem na aktuální traťovou výlukou provozu, realizovat kontinuálně.

Svrchní partie sond přes drážní štěrk do úrovně pláně železničního spodku vyhloubil pracovník SŽ s.o. dálkově ovládaným hydraulickým drapákem, s ručním dočištěním

pracovníky zhotovitele GTP. Po změření SZZ byly sondy podle možnosti následně prohloubeny drapákem po jeho hloubkový dosah a odvrtem ruční soupravou G-10, se spirálovým vrtným nástrojem \varnothing 60 mm. Sonda K 2.326 byla ukončena v 1,30 m od TK po dosažení ruční technikou dále neprostupného prostředí (velký valoun, či kámen).

Po popisu geologem se na závěr technických prací sondy likvidovaly zpětným záhozem výkopkem, v opačném pořadí než byl získávaný, s finálním urovnáním povrchu ŠL do původní podoby. Veškeré hloubkové údaje profilů jsou vztaženy k hlavám kolejnic.

Pozice všech tří zhotovených sond, označených kilometrickým staničením trati, je znázorněna v podrobné situaci v příloze č. 2, jejich dokumentace doložena v přílohách č. 3.1 až 3.3 předkládané zprávy.

2.2 ZJIŠTĚNÍ MODULU PŘETVÁRNOSTI

Modul přetvárnosti, jako základní kritérium únosnosti, je určený statickou zatěžovací zkouškou postupem ve znění přílohy 5 SŽDC S4, resp. dle ČSN 72 1006 „Kontrola zhutnění zemin a sypanin“. Modul vyjadřuje závislost mezi statickým zatížením vrstev kruhovou zatěžovací deskou a hodnotou jejího zatlačení v průběhu zkoušky. K vyvození předepsaného tlaku se používá hydraulického lisu opřeného o protizátěž, v konkrétním případě o rám drážního vozidla MUV.

Statická zatěžovací zkoušky byly zhotoveny zařízením ECM Static, výr. č. 100. Pro určení statického modulu přetvárnosti plně se použila zatěžovací deska kruhového průřezu o průměru 0,30 m se středovým snímačem zatlačení a maximální měrný tlak $p = 0,2$ MPa, stupňovaně zvyšovaný (snižovaný) po 0,05 MPa.

Měření hodnot zatížení a odlehčení je uskutečněno ve dvou cyklech, výpočty modulů přetvárnosti z prvního i z druhého zatěžovacího cyklu E_1 a E_2 , dle vztahu čl. 15 přílohy 5 SŽDC S4, vyhodnocovací jednotkou na základě průběžně elektronicky snímaných a zaznamenávaných dat. Dále je stanovený poměr deformačních modulů E_2/E_1 jako kritérium zhutnění zemin a sypanin.

Protokoly statických zatěžovacích zkoušek tvoří samostatné přílohy č. 4.1 - 4.3.

2.3 VZORKOVACÍ A LABORATORNÍ PRÁCE

Pro klasifikaci zeminového prostředí a vodního režimu v sondách byly průběžně odebrány 3 vzorky místních zemin (po jednom vzorku z každé sondy), uložené ihned po odběru do plastových obalů pro zachování přirozené vlhkosti.

Z hlediska kvality získaných vzorků, ve znění normy ČSN EN ISO 22475-1 „Geotechnický průzkum a zkoušení-Odběry vzorků a měření podzemní vody-Část 1: Zásady provádění“, patří vzorky zemin do 3. třídy kategorie B (dříve tzv. porušené vzorky).

Vzorky zpracovala a vyhodnotila laboratoř mechaniky zemin a analýzy stavebních vod Lahučká Blanka, Pardubice, laboratorními rozbory v souladu s postupy specifikovanými:

ČSN CEN ISO/TS 17892-4 Stanovení zrnitosti zemin

ČSN CEN ISO/TS 17892-1 Stanovení vlhkosti zemin

ČSN CEN ISO/TS 17892-12 Stanovení konzistenčních mezí

Na základě zrnitostních rozborů je primárně provedena klasifikace vzorků zemin podle ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“, která používá stejnou klasifikaci jako předpis SŽDC S4 a ze zrnitostních analýz odvozeny hodnoty filtračního součinitele metodou Mallet-Paquant a namrzavost.

Výsledky laboratorních rozborů, křivky zrnitosti, klasifikace a hodnoty filtračního součinitele „ k “ (m.s^{-1}), obsahuje příloha č. 5.

Tabulka č. 1 Přehled geotechnických vlastností místních zemin/sypanin

Vzorek číslo / sonda	Hloubka odběru (m)	Zemina	I_c	k (m.s^{-1})	h_s (m)	Propustnost zeminy	Namrzavost zeminy
103 / K 2.170	0,60 - 0,70	G3 G-F	-	$2,0 \cdot 10^{-4}$	-	propustná	mírně namrzavá
104 / K 2.304	1,30 - 1,60	S5 SC	1.34	$1,7 \cdot 10^{-6}$	1,20	málo propustná	namrzavá
105 / K 2.326	1,10 - 1,30	S5 SC	1.19	$1,7 \cdot 10^{-6}$	1,30	málo propustná	namrzavá

I_c ... stupeň konzistence k ... filtrační součinitel (odvozený ze zrnitostních rozborů)

h_s ... výška kapilárního výstupu vody při 100 % saturaci zeminy

Přiřazené hodnoty součinitele filtrace odpovídají tabulce 6, přílohy 10 SŽDC S4.

2.4 STANOVENÍ VODNÍHO REŽIMU ZEMNÍ PLÁNĚ

Pro vyhodnocení vodního režimu byly určeny následující parametry:

h_{pv} - poloha hladiny podzemní vody

h_{pv} - nebyla sondami zastižena

h_{pr} - hloubka promrzání pražcového podloží dle návrhové hodnoty indexu I_{mn} ($^{\circ}\text{C.den}$)

$h_{pr} = 0,045 \sqrt{I_{mn}}$, kde I_{mn} pro území Strakonice - Radošovice dle obr. 1, příl. 7 k SŽDC S4 činí 500°C.den

$h_{pr} = 1,01 \text{ m}$

Vyhodnocení vodního režimu zemní pláň je provedeno s přihlédnutím ke kritériím čl. 10, přílohy 7 citovaného předpisu podle konzistence zemin. V sondách K 2.304 a K 2.326 je stanovený jako příznivý (konzistence pevná), v sondě K 2.170 jako nepříznivý (konzistence tuhá).

3. GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY ÚZEMÍ

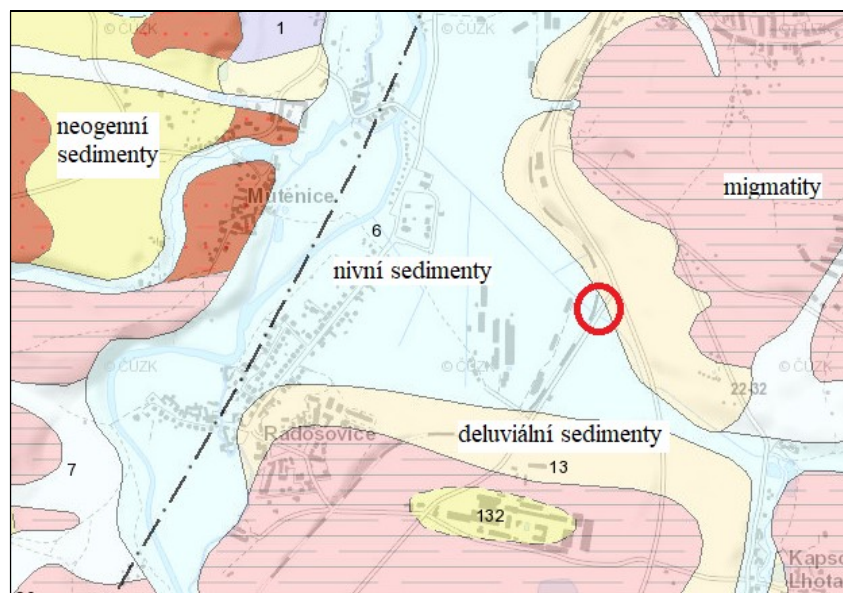
Železniční trať je v předmětném úseku v místě přejezdu vedena v úrovni terénu, u mostu přes vodoteč na nízkém náspu výšky do 3 m, v nadmořské výšce cca 406 m n. m.

Geomorfologicky náleží zájmové území k celku Šumavské podhůří a podcelku Bavorovská vrchovina. V něm je vymezeno okrskem Miloňovická pahorkatina (kód IB - 2F - d). Oblast má zvlněný kopcovitý charakter, předurčený geologickou stavbou, jejím tektonickým porušením a zvětráním.

Předkvartérní podloží

Budují soudržné a slabě soudržné sedimenty neogénu - miocénu (prachovité jíly, hlíny a velmi jemnozrnné prachovité písky), náležející k reliktům sladkovodního terciéru. Vypĺňují depresi vzniklou podél zlomové linie směru SV - JZ. V zájmovém prostoru jsou zastřeny akumulací kvartérních sedimentů.

Podle nejbližšího archívního vrtu p.č. 178/2, vzdáleného cca 300 m západně, mocnost terciérních sedimentů činí cca 20 m. Krystalické horniny moldanubika - leukokratní migmatity, které vystupují na povrch území východním směrem, uvedený vrt zastihuje v hloubce až 26 m p. t.



Výřez z geologické mapy M 1 : 50 000 (Mapový server ČGS 2021, upraveno)

Kvartérní pokryv

Reprezentují deluviální a nivní sedimenty pleistocénního a holocénního stáří, které celoplošně pokrývají zájmový prostor v souhrnné mocnosti okolo 5 m. V geomapě jsou vyznačeny světle modrou a hnědou barvou, s č. 6 a 13. Na jejich složení se podílejí redeponovaná eluvia krystalických hornin a částečně i neogenní sedimenty. Sedimenty mají složení jílovitých písků s polohami jílovitých štěrků, v přípovrchových partiích je překrývají písčité jíly se sníženou konzistencí, jako nejmladší náplavy a povodňové sedimenty až 1 m mocné. V zájmovém úseku železniční trati zřejmě tvoří přímé podloží tělesa náspu i přejezdu.

Násep je vybudovaný z granodioritové zvětraliny, charakteru nestejnozrnného jílovitého písku, s občasnými úlomky a kameny mateční horniny.

Hydrogeologické poměry

Z hlediska hydrogeologického členění ČR patří zájmové území do dvou hydrogeologických rajónů. Ve svrchní vrstvě do rajónu 1230 Kvartér Otavy a Blanice, tvořeného průlinově propustnými štěrkopísky, v základní vrstvě do rajónu 6310 Krystalinikum v povodí Horní Vltavy a Úhlavy, s jediným nevymezeným kolektorem, volnou hladinou a puklinovou propustností, který pro těleso trati nemá praktický význam.

Na nivní sedimenty se váže souvislé zvodnění s volnou hladinou, u mostu v km 2,316 s ustálenou v úrovni 1 m pod okolním terénem, tj. v úrovni 401,72 m n. m. Podzemní vody jsou dotovány jednak atmosférickými srážkami a dále vcezováním z říčních toků do souvrství. Málo propustný holocénní pokryv podíl vsaku naopak podstatně snižuje.

S ohledem na hloubku realizovaných sond v kolejišti, jejich pozici na náspu výšky do 3 m a složení tělesa náspu, nebylo žádné zvodnění zjištěno. Pouze zeminy s sníženou konzistencí na přejezdu.

Železniční most a přejezd spadají do povodí 4.řádu Svaryšovský potok, číslo hydrologického pořadí 1-08-02-0420-0-00, protékajícího přímo pod mostem. Neleží v ochranném pásmu vodních zdrojů, ani není součástí CHOPAV.

4. VÝSLEDKY GEOTECHNICKÉHO PRŮZKUMU

Mocnosti konstrukčních vrstev, zjištěné druhy zemin obou plání, změřené hodnoty modulu přetvárnosti pláně žel. spodku E_{pl} , dopočtené hodnoty modulu přetvárnosti zemní pláně E_0 a její redukované hodnoty E_{0r} (modul násobený opravným součinitelem) jsou souhrnně sestaveny v tabulce č. 2 na str. 7.

Opravný součinitel „z“ vychází z čl. 8 přílohy 6 k předpisu SŽDC S4 pro příslušný druh nesoudržné zeminy.

4.1 PŘEJEZD P 946

Provedené práce:

Sonda K 2.170 - příloha č. 3.1

SZZ č. 1 - příloha č. 4.1

Vrstva kolejového lože „ h_k “ má pod dřevěnými pražci nedostatečnou mocnost 27 cm. Šterkové lože je v úrovni pražců čisté, tř. G2 GP, níže v celé mocnosti 27 cm mírně znečištěné hnědočernou jemnozrnnou písčito-hlinitou zeminou, klasifikované třídou G3 G-F+Cb (šterk s příměsí jemnozrnné zeminy s kamenitou složkou, se zrny až 12 cm).

Konstrukční vrstva mezi ŠL a zemní plání je v mocnosti 42 cm vybudovaná z písčitého šterku, složeného z polozaoblených valounů vel. do 12 cm (ojed. i více) s výplní hrubozrnného písku, tř. G3 G-F+Cb. Podle odporu při hloubení sondy lze sypaninu hodnotit jako uhlou, s relativní hutností $I_D \geq 0.65$ ($\geq 65\%$). Kamenité sypanině odpovídá i vyšší poměr deformačních modulů $E_2/E_1 = 2,60$ ze SZZ, jako kritérium míry zhutnění zemin/sypanin.

Zemní plán tvoří rostlé soudržné jílovité zeminy, náležející k nivním sedimentům - nejmladším náplavům. Jsou reprezentované stejnozrnným jílovitým pískem, tř. S5 SC, s tuhou až pevnou konzistencí a písčitým jílem, tř. F4 CS, tuhé konzistenci, s $I_c = 0.70 - 0.90$. Jedná se o zeminu nebezpečně namrzavou, nepropustnou ($k < 10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$), s kapilární vztlávaností h_s do 2 m).

HPV nebyla sondou zjištěna a vodní režim je v místě přejezdu klasifikovaný jako nepříznivý (pendulární), vlivem snížené konzistence jílovitých zemin.

Změřený modul přetvárnosti podle výsledku SZZ v úrovni pláně železničního spodku činí $E_{pl} = 25,0 \text{ MPa}$, pro zemní plán dopočtený modul $E_0 = 9,0 \text{ MPa}$. Hodnoty jsou nedostatečné pro obě pláně a to jak navazující tratě, tak i ZKPP.

Tabulka č. 2 Souhrn výsledků zjištěných GTP

Sonda číslo, dle staničení	Drážní šterk celkem (cm)	Drážní šterk znečištěný (cm)	Konstrukční vrstva (cm)	Třída zeminy zemní pláně	Kvalita do podloží (podle vrstevního sledu)	Namrzavost zemní pláně	Vodní režim zemní pláně	Modul přetvárnosti žel. spodku E_{pl} (MPa)	Modul přetvárnosti zemní pláně E_0 (MPa)	Opravný součinitel „z“	Redukovaný modul zemní pláně E_{or} (MPa)
K 2.170	43	27	42 ⁽¹⁾	S5 SC - - F4 CS	klesá	nebezpečně namrzavá	nepříznivý ⁽²⁾	$E_{pl} = 25,0$	$E_0 = 9,0$	0,90	8,1
K 2.304	35	35	30 ⁽¹⁾	S5 SC	konstantní	namrzavá	příznivý ⁽²⁾	$E_{pl} = 25,6$	$E_0 = 13,6$	0,90	12,2
K 2.326	33	33	37 ⁽¹⁾	S5 SC	konstantní	namrzavá	příznivý ⁽²⁾	$E_{pl} = 41,1$	$E_0 = 21,1$	0,90	19,0

Vysvětlivky: 1/ písčité šterk G3 G-F+Cb
2/ konzistence zeminy
změřená a dopočtená hodnota

Červeně zvýrazněné hodnoty E_{pl} a E_0 upozorňují na nevyhovující skladbu a nedostatečnou únosnost obou plání.

4.2 PŘECHODOVÉ OBLASTI MOSTU V KM 2,316

Provedené práce:

Sonda K 2.304 - příloha č. 3.2

SZZ č. 2 - příloha č. 4.2

Sonda K 2.326 - příloha č. 3.3

SZZ č. 3 - příloha č. 4.3

Vrstva kolejového lože „ h_k “ má pod dřevěnými pražci nedostatečnou mocnost 18 - 19 cm. Štěrkové lože je v celých mocnostech i v úrovni pražců mírně až silně znečištěné hnědým hlinitým pískem, klasifikované třídami G3 G-F (štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy) a G4 GM (štěrk hlinitý).

Konstrukční vrstva mezi ŠL a zemní plání je v mocnosti 30 cm a 37 cm zhotovená z písčitého štěrku, složeného z polozaohlených valounů vel. až do 12 - 15 cm s výplní hrubozrnného písku, tř. G3 G-F+Cb. Podle odporu při hloubení sond lze sypaninu rovněž hodnotit jako ulehlou, s relativní hutností $I_D \geq 0.65$ ($\geq 65\%$). Přítomnosti kamenité složky odpovídají i vyšší poměry deformačních modulů $E_2/E_1 = 2,49$ a $3,34$ ze SZZ, jako kritérium míry zhutnění zemin/sypanin.

Zemní pláň, resp. svrchní partie náspu jsou zhotovené ze soudržné jílovito-písčité sypaniny - granodioritové drti/zvětraliny, charakteru středno až hrubozrnného nestejnozrnného jílovitého písku, místy s příměsí kamenité složky, tříd S5 SC a S5 SC+Cb, s pevnou konzistencí mezizrnné výplně, s $I_c = 1.19 - 1.34$. Jedná se o zeminovou sypaninu namrzavou, málo propustnou ($k = 1,7 \cdot 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$), s kapilární vztlínávností $h_s = 1,20 - 1,30 \text{ m}$.

HPV nebyla sondami zjištěna a vodní režim je po obou stranách mostu na náspu klasifikovaný jako příznivý (difúzní), vlivem pevné konzistence mezizrnné výplně jílovitého písku.

Měřením SZZ zjištěné moduly přetvárnosti v úrovni pláň železničního spodku činí $E_{pl} = 25,6 \text{ MPa}$ (K 2.304) a $E_{pl} = 41,1 \text{ MPa}$ (K 2.326). Jsou jen zčásti vyhovující pro pláň železničního spodku navazující tratě, avšak nedostatečné pro ZKPP. Obdobné je to i s dopočítanými moduly pro zemní pláň $E_0 = 13,6 \text{ MPa}$ a $21,1 \text{ MPa}$.

5. ZÁVĚR

Z geotechnického průzkumu železničního spodku (pražcového podloží), provedeného v místě přejezdu P 946 a přechodových oblastech mostu v km 2,316 na trati Strakonice - Volary, vyplývají následující zjištění:

- štěrkové lože je pod ložnou plochou pražců vesměs silně znečištěné hlinito-písčitou zeminou a většinou má nedostatečnou mocnost 18 - 27 cm i pro dřevěné pražce,
- pod ŠL byla ve všech třech ověřovaných místech vybudovaná konstrukční vrstva z valounového písčitého štěrku se zrní vel. až do 12 - 15 cm, tř. G3 G-F+Cb, která je hodnocená jako ulehlá, s relativní hutností $I_D \geq 0.65$ ($\geq 65\%$),
- zemní pláň v místě přejezdu P 946 tvoří nivní sedimenty - písčité jíly a jílovité písky tříd F4 CS a S5 SC,
- násypové těleso po obou stranách mostu je zhotovené z granodioritové zvětraliny/druti, charakteru jílovitého písku místy s příměsí kamenité složky, tříd S5 SC a S5 SC+Cb, s pevnou konzistencí mezizrnné výplně,

- zjištění únosnosti, s výjimkou sondy K 2.326 nesplňují požadavky na pláš železničního spodku $E_{pl} = 30$ MPa ani pro zemní pláš $E_0 = 15$ MPa, natož pro ZKPP,
- docílení předepsané únosnosti pro přejezd P 946 je řešeno konstrukcí PP TYPu 6 s vrstvou tl. 300 mm cementové stabilizace SC dovezené z míchacího centra (betonárky), překrytou vrstvou ŠD fr. 0-32 mm tl. 200 mm,
- dosažení potřebných únosností v přechodových oblastech mostu je řešeno pomocí konstrukce PP TYPu 3 se separační geotextilií na parapláni, sanační vrstvou ze ŠD fr. 0-63 mm tl. 300 mm a podkladní vrstvou ze ŠD fr. 0-32 mm tl. 200 mm,
- posouzení obou navržených konstrukcí na únosnost a účinky mrazu jsou doložena v přílohách č. 6.1 a 6.2,
- zemní práce v místních zeminách/sypaninách je žádoucí provádět za příznivých klimatických podmínek tak, aby nedošlo k jejich nežádoucí degradaci při déletrvajícím styku se srážkovou vodou,
- ŠL, složené vesměs z magmatických (granitoidy) a méně metamorfovaných hornin (ruly), bude po přečištění dále využitelné.

Odpovědný řešitel: Ing. Luboš Med
odborná způsobilost v IG 1570/2002

Hradec Králové, 20. 5. 2021

Ing. Pavel Žaba
ředitel společnosti