

SKRBEŇ - REKONSTRUKCE ŽST A PŘEJEZDU P7624 - GTP

Posudek

číslo úkolu: **Z219141**

Odpovědný řešitel: Ing. Jana Kozelková

Představitel a.s.: Ing. Vladan Podroužek
ředitel divize geologie a ŽP

**Ostrava
Září 2019**

Výtisk č.



Objednatel: **SB projekt s.r.o.**
Kasárenská 4063/4
695 01 Hodonín 1
IČ: 27767442
DIČ: CZ27767442

Zhotovitel: **UNIGEO a.s.**
Místecká 329/258
720 00 OSTRAVA-HRABOVÁ
IČ: 45192260
DIČ: CZ45192260

Útvar realizace : **DIVIZE GEOLOGIE A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**
tel.: ředitel divize-Ing. Vladan Podroužek : 596706290,
sekretariát: 596706289
www.unigeo.cz/, e-mail: podrouzek.vladan@unigeo.cz

Účel: Geotechnický průzkum pražcového podloží

Etapu: **předběžný průzkum**
Kraj/obec: **Olomoucký / Skrběň**

Č. evidence ČGS-Geofond: -
Č. úkolu pro ČGS: -

Řešitelský tým: Ing. Jana Kozelková – odpovědný řešitel úkolu
Ing. Richard Skopal – terénní práce
Ing. Zuzana Dostálíková - hydrogeologická část
Ing. Pavel Žíla – posouzení kontaminace
Mgr. Markéta Ustrnulová – grafické zpracování

Tento posudek: „SKRBĚŇ - REKONSTRUKCE ŽST A PŘEJEZDU P7624 - GTP“, je vyhotoven ve třech výtiscích, které obsahují:

13 stran textu
9 příloh

Rozdělovník- ex.: 1.-2. SB projekt s.r.o., Hodonín
3. Unigeo - dokumentační fond divize geologie a ŽP, Ostrava

Obsah:

1	ÚVOD	4
2	METODIKA A ROZSAH PRŮZKUMNÝCH PRACÍ	4
3	VYHODNOCENÍ PRŮZKUMU	5
4	PRAŽCOVÉ PODLOŽÍ	9
5	NÁVRH KONSTRUKCE PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ.....	11
6	ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ.....	12

Přílohy:

1. Situace kopaných sond a archivního vrtu v katastrální ortofotomapě 1 : 500
2. Dokumentace kopaných sond KS-1 a KS-2
3. Tabelární přehled a protokoly laboratorních analýz zemin
4. Protokoly dynamických penetračních zkoušek DP-1 a DP-2
5. Výsledky měření modulu přetvárnosti základové půdy – statických zatěžovacích zkoušek S1 a S2
6. Geologický profil archivního vrtu V-3
7. Posouzení kontaminace vzorku ze sondy KS-2
8. Fotodokumentace
9. Hydrogeologické posouzení

1 ÚVOD

Na základě objednávky prací, ze dne 10.7.2019 (č. obj. 19OV0066) byl proveden geotechnický průzkum pražcového podloží v drážním km 11,627 železniční tratě Kostelec na Hané – Olomouc. Průzkumné sondy byly realizovány v km 11.670 pro železniční stanici a v km 11.625 pro železniční přejezd P7624 – situace viz příloha č. 1. Zakázka je evidována zhotovitelem pod číslem Z219141.

Cílem prací bylo ověření skladby konstrukční vrstvy železničního spodku, zjištění geotechnických vlastností zastiženého materiálu, ověření únosnosti konstrukční vrstvy a možnosti utrácení dešťových vod do horninového prostředí.

2 METODIKA A ROZSAH PRŮZKUMNÝCH PRACÍ

Požadavkem objednatele prací bylo provedení 2 ks ručně kopaných sond v kolejišti jednokolejné regionální železniční tratě a to v prostoru železniční stanice Skrbeň a v blízkosti železničního přejezdu P7624 (km 11.627). Na povrchu zemní pláně bylo v těchto sondách požadována realizace statických zatěžovacích zkoušek, jejich výsledkem je stanovení modulu přetvárnosti zemní pláně.

V souladu s tímto požadavkem byly realizovány sondy KS1 v km 11.670 do konečné hl. 0,7 m p.t., přičemž statická zatěžovací zkouška ozn. S1 byla v hl. 0,5 m p.t. a druhá sonda KS2 v km 11.625 do konečné hloubky 0,45 m p.t. a v této úrovni byla provedena i statická zatěžovací zkouška S2. Hloubka, ve které byly realizovány statické zatěžovací zkoušky, byla určena s ohledem na omezený technický rozsah měřicího zařízení, konkrétně hloubkového dosahu nosníku a nemožnosti umístit celý nosník do požadované hloubky z důvodu jeho délky cca 2 metry. Parametry zařízení odpovídají normě ČSN 736190 a ČSN 721006 pro daný typ zkoušky.

Dokumentace kopaných sond je uvedena v příloze č.2, fotodokumentace sond tvoří příl.č.8 a výsledky měření modulu přetvárnosti statickou zatěžovací zkouškou jsou uvedeny v příl. č.5. Z obou kopaných sond byl požadován odběr a laboratorní stanovení zemin. Z kopané sondy KS2 byl navíc proveden odběr a laboratorní posouzení šterku-kameniva na kontaminaci ve výluhu dle předpisu SŽDC S4.

V průběhu geologické dokumentace byl odebrán z každé sondy 1 vzorek pro zatřídění zemin a stanovení fyz. vlastností. Na vzorcích byla stanovena zrnitost, indexové vlastnosti a koeficient filtrace. Ze sondy KS2 byl odebrán vzorek šterku pro zjištění kontaminace.

Zkoušky byly provedeny ve Zkušební laboratoři akreditované ČIA – firmy Unigeo a.s. – středisko laboratoře mechaniky zemin. Hloubkový interval odběru jednotlivých vzorků je uveden v geologické profilu kopaných sond (viz příloha č. 2). Tabelární přehled a protokoly lab. stanovení zemin jsou součástí přílohy č. 3, posouzení kontaminace vzorku odebraného ze sondy KS2 tvoří přílohu č.7.

Dále byly projektovány 2 ks sond dynamické penetrace pro ověření geologické skladby do hl. 3,0 m p.t.. V souladu s tímto požadavkem byly sondy (ozn. DP1 a DP2) realizovány v bezprostřední blízkosti ručních kopaných sond KS1 a KS2 tak, aby nedošlo k ovlivnění výsledků měření dynamického odporu zastižených zemin realizací statických zatěžovacích

zkoušek. Sondy dynamické penetrace byly realizovány do požadované hl. 3,0 m p.t. a výsledky měření jsou interpretovány v příloze č. 4.

Dále byla požadována realizace kopané sondy do hl. cca 3,0 m mimo železniční těleso, jejíž cílem bylo ověření geologické stavby a zjištění úrovně hladiny podzemní vody. Uvedená sonda měla zároveň sloužit pro ověření vhodnosti zemin pro možnost utrácení dešťových vod do horninového prostředí a měla být situována do budoucího prostoru projektovaného vsakovacího zařízení.

Kopaná sonda ozn. KS3, byla z důvodu existence podzemních inženýrských sítí, jejich ochranných pásem a zamezení kolize s těmi sítěmi byla realizována strojně bagrem v kombinaci s ručním předkopem do hl. 1,0 m, kde byla po odhalení podzemních sítí ukončena. Hladina podzemní vody KS3 nebyla zastižena. Podzemní inženýrské sítě technickými pracemi nebyly porušeny, ale s ohledem na možné riziko bylo po dohodě s projektantem od realizace náhradní kopané sondy upuštěno a k hodnocení geologických poměrů v zájmovém území a hodnocení možnosti utrácení srážkových vod byly využity informace z archivního vrtu realizovaného cca 35 m severně od stávající železniční stanice. Geologický profil nejbližšího archivního vrtu V-3 (1971) hl. 7,0 m je uveden v příloze č. 6, dokumentace KS-3 v příl.č.2.

V souladu s projektem prací bylo zpracováno vyjádření hydrogeologa k zasakování dešťových vod a byla za účasti projektanta provedena pasportizace jímacích objektů v blízkém okolí. HG posudek je samostatnou přílohou č. 9 tohoto předkládaného posudku.

Geotechnický průzkum a vyhodnocení bylo provedeno v souladu s předpisem SŽDC S4 a příslušnými ČSN na které se výše uvedený předpis odvolává a ČSN související s prováděnými průzkumnými a vyhodnocovacími pracemi.

3 VYHODNOCENÍ PRŮZKUMU

Zájmové území je dle geologické mapy budováno deluviofluviálními a eolickými smíšenými sedimenty, shora charakteru jemnozrnných zemin – jílovitých až písčitých hlín a písčitých jílů, níže se zde vyskytují štěrkovité sedimenty charakteru štěrku s proměnlivým zastoupením jemnozrnných zemin (kvartér – holocén). Podloží kvartéru tvoří neogenní (pliocénní) sedimenty pestré série – pestré jíly, silty, písky, štěrky.

Podrobněji jsou přírodní poměry a geologická stavba zájmového území a jeho okolí popsány v hydrogeologickém posudku tvořícím příl.č.9.

1.1 *PODLOŽÍ ZEMNÍHO TĚLESA*

Podloží zemního tělesa bylo ověřeno kopanou sondou KS1 v hl. 0,6 m p.t. v poloze písčitého jílu tuhé konzistence, eolického původu, sonda KS-2 byla ukončena v hl. 0,45 m p.t. v poloze navážek charakteru štěrku s příměsí jemnozrnné zeminy, antropogenního původu. Na bázi této sondy byl zastižen větší úlomek jílovce až jílovité břidlice. Předpokládáme, že v úrovni zemní pláně v KS2 se mohou vyskytovat jemnozrnné zeminy tř. F6-F4. Hladina podzemní vody nebyla kopanými sondami KS1 a KS2 zastižena. Povrch podloží kvartéru rovněž nebyl kopanými sondami ověřen.

Postup prací byl odsouhlasen přítomným projektantem stavby.

Vrstevní sled mimo železniční těleso bude podle archivního vrtu V-3, vzdáleného cca 50 m SZ směrem od kopané sondy KS-1 a cca 35 m S směrem od stávající železniční stanice Skrbeň, tvořen do hl. cca 1,5 m.p.t. jemnozrnnými zeminami charakteru hlíny jílovité (místy písčité) tuhé až měkké konzistence, níže do hl. cca 2,4 m p.t. štěrkovitým pískem až písčitým štěrkem s příměsí jemnozrnné zeminy, středno až hrubozrnným. Níže až do hl. 7,0 m p.t. byly zastiženy převážně neogenní jemnozrnné zeminy - shora do hl. cca 3,0 m neogenní jílovité, jemně písčité hlíny měkké konzistence, níže písčité jíly, tuhé konzistence. Hladina podzemní vody byla v archivním vrtu zastižena v hl. 0,8 m p.t., tj. v nadm. výšce 222,7 m n.m.

Níže uvádíme charakteristiku jednotlivých geotechnických kategorií (GT):

1.1.1 Antropogenní zeminy – GT1:

Antropogenní zeminy byly ověřeny oběma kopanými sondami KS1 a KS2 v mocnosti 0,45 (KS2)-0,6 m (KS-1). Materiál jsme zařídili jako :

- do hl. 0,20 (KS2)-0,25 (KS1) m štěrk špatně zrněný, šedý, tř. G2 Y/GP, středně až hrubozrnný – kolejové kamenivo s ostrohrannými úlomky vel. do 125 mm

- do hl. 0,45 m štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy, šedý, tř. G3 Y/G-F, shora středně až hrubozrnný, u báze místy až drobnozrnný - kolejové kamenivo s ostrohrannými úlomky vel. do 125 mm

Z kopané sondy KS2 byl odebrán vzorek ze dna (0,40-0,45 m) - ve smyslu ČSN 73 6133 byly zeminy zaříděny do tř. G3 G-F – štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy, dle normy ČSN EN ISO 14688-2 se jedná o písčitý štěrk – saGr. Dle ČSN 73 1001 se modul přetvárnosti E_{def} pro zeminy tř. G3 pohybuje v rozmezí 80-90 MPa. Provedenými zatěžovacími zkouškami byly zjištěny hodnoty únosnosti poloviční - v hodnotě $E_{def 2} = 45 \text{ MPa}$.

Ze zrnitostní křivky zemin se jedná o štěrky převážně střednězrnné, z křivky zrnitosti byly odečteny hodnoty d_{10} , d_{30} a d_{60} . Z nich bylo vypočteno dle níže uvedených vztahů číslo křivosti C_c a číslo nestejzornosti C_u .

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \times D_{10}}, \quad C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

číslo křivosti: $C_c = 4,36$

číslo nestejzornosti: $C_u = 181,24$

Posuzované zeminy jsou nestejzorné a z hlediska čísla křivosti špatně zrněné. Zeminy s chybějícími frakcemi mohou mít nepříznivé vlastnosti.

Vysvětlivky:

d_{10} - průměr zrna odpovídající na křivce zrnitosti 10 % propadu

d_{30} - průměr zrna odpovídající na křivce zrnitosti 30 % propadu

d_{60} - průměr zrna odpovídající na křivce zrnitosti 60 % propadu

Zastoupení jednotlivých frakcí pro zeminy GT1 tř. a symbolu G3 YG-F:

- jílovitá frakce (c):	cca 2 %
- prachovitá frakce (m) :	cca 8 % (jemné částice f = c+m: 10 %)
- písčitá frakce (s):	cca 23 %
- štěrkovitá frakce (g):	cca 67 %
- kameny (cb):	cca 0 %

Z hlediska namrzavosti jsou zeminy dle Scheibleho kritéria charakterizované převážně jako **mírně namrzavé až nenamrzavé**. Koeficient filtrace byl stanoven $1,92 \cdot 10^{-5}$ a podle klasifikace propustnosti dle J. Jetela charakterizuje mírně propustné prostředí.

Podle požadavků byl ze sondy KS2 antropogenní štěrkovitý materiál (kolejové kamenivo) podroben analýze na znečištění podle tab.2 příl.č.17 k SŽDC S4 z roku 2008 – ekologické požadavky na kvalitu recyklované štěrkodrti do konstrukčních vrstev. Výsledky chemických analýz vzorků zemín byly také vyhodnoceny podle prováděcí Vyhlášky č. 294/2005 Sb. pro ukládání odpadů na skládky a na povrch terénu (aktualizace č. 387/2016 Sb.) a dle Metodického pokynu Ministerstva životního prostředí z roku 2013 – Indikátory.

Dle přílohy č.17 k SŽDC S4 je obsah škodlivin ve výluhu ze získaného vzorku podobně jako u sušiny podlimitní a vyhovuje použití do konstrukčních vrstev.

- **do hl. 0,60 m (KS1) štěrkovitý jíl**, světle hnědý, tř. F2 YCG, tuhé konzistence, štěrkovitou frakci tvoří úlomky kolejového kameniva zatlačené do jílovité matrice. Dle ČSN 73 1001 se modul přetvárnosti E_{def} pro zeminy tř. F2 tuhé konzistence pohybuje v rozmezí 7-15 MPa. Provedenými zatěžovacími zkouškami byly zjištěny hodnoty únosnosti v hodnotě **$E_{def} = 16,3$ MPa**.

Výše uvedené zeminy byly ve smyslu ČSN 73 6133 zařazeny do **třída těžitelnosti I** (těžba je prováděna běžnými výkopovými mechanizmy - buldozery, rypadla, ručně prováděné výkopy). **Navrhovaný sklon svahu** v dočasném výkopu je, dle ČSN 73 3050 **1 : 1 (G3 YG-F) – 1 : 0,25 (F2 Y/CG)**. Dle ČSN P 73 1005 je **třída vrtatelnosti I**.

1.1.2 Písčité jíly – GT2

Tyto zeminy byly ověřeny sondou KS1 na bázi v int. 0,6-0,7 m p.t. Jedná se o jemnozrnné zeminy charakteru písčitého jílu eolického původu, světle šedohnědé barvy, tuhé konzistence.

Z těchto zemín byl odebrán vzorek pro laboratorní stanovení. Ve smyslu ČSN 73 6133 byly zeminy zařazeny do tř. a symbolu F4 CS2 – písčité jíl, dle normy ČSN EN ISO 14688-2 se jedná o písčito-jílovitý prach sacíSi. Dle ČSN 73 1001 se E_{def} pro zeminy tř. F4 tuhé konzistence uvádí v rozmezí 4-6 MPa.

Základní fyzikálně-mechanické parametry zastižených zemín jsou uvedeny přehledně v tabulce č. 1.

Zastoupení jednotlivých frakcí pro zeminy GT2 tř. a symbolu F4 CS2:

- jílovitá frakce (c): cca 10 %
- prachovitá frakce (m) : cca 43 % (jemné částice $f = c+m$: 53 %)
- písčitá frakce (s): cca 39 %
- štěrkovitá frakce (g): cca 8 %
- kameny (cb): 0 %

Tabulka č. 1: základní fyzikálně-mechanické parametry zastižených zemin

Strati- grafie	Zatřídění zeminy (třída a symbol)	Obj. hmotnost ρ_s	Ic/Konzisten- ce	Modul přetv. E_{def}	Úhel smyk. pevnosti ϕ_{ef}	soudržno- st c_{ef}	Poiss. č. ν	Převodní součinitel β
-	-	Mg.m ⁻³	-	MPa	[°]	kPa	-	-
Q	F4 CS2	2,1	0,88/tuhá	4*-6*	22*-27*	10*-18*	0,35*	0,62*

Vysvětlivky: Q – kvartér. * - směrné normové charakteristiky s přihlédnutím k ČSN 73 1001 (1988), platnost této normy byla ukončena k 1. 4. 2010. Ustanovení této normy nejsou závazná, v praxi však lze využít dosavadní zkušenosti z dlouhodobého používání této ČSN.

Dále byly laboratorně stanoveny následující parametry :

Vlhkost zeminy $W_n = 18,02 \%$

Index plasticity $I_p = 11 \%$

Pórovitost zeminy $n = 33,85 \%$

Stupeň nasycení $S_r = 0,95$ (odpovídá velmi vlhkým zeminám)

Koeficient filtrace byl stanoven $1,89 \cdot 10^{-8}$ a podle klasifikace propustnosti dle J. Jetela charakterizuje velmi slabě propustné prostředí.

Dle ČSN 73 6133 (tab. A.1) jsou zeminy jako podložní vrstvy a do násypu **podmínečně vhodné** k přímému použití bez úpravy. Z hlediska namrzavosti jsou zeminy dle Scheibleho kritéria charakterizované převážně jako **nebezpečně namrzavé**. Výše popsané zeminy byly ve smyslu ČSN 73 6133 zařazeny do **třídy těžitelnosti I** (těžba je prováděna běžnými výkopovými mechanizmy - buldozery, rypadla, ručně prováděné výkopy). **Navrhovaný sklon svahu** v dočasném výkopu je, dle ČSN 73 3050 **1 : 0,25 – 1 : 0,50**. Dle ČSN P 73 1005 je **třída vrtatelnosti I**.

1.1.3 Vyhodnocení dynamických penetrací

Dynamické penetrační zkoušky byly provedeny v kolejišti přímo v místech, ve kterých se pak následně realizovaly statické zatěžovací zkoušky. Byly tedy provedeny dva kusy dynamických penetračních sond DP1 a DP2 o shodné konečné hloubce 3,0 m.

Dynamická penetrační sonda **DP-1**, ověřila do hloubky cca 0,3 m kolejové kamenivo, níže do hloubky 0,5 m konstrukční vrstvu, charakteru štěrku. Do hloubkové úrovně cca 0,6 m se pravděpodobně vyskytují jílovité štěrky až štěrkovité jíly, směrem k bázi s přibývajícím podílem jemnozrnné složky. V hloubce 0,6-1,3 m se zřejmě nachází vrstva měkkých až tuhých jemnozrnných zemin. Pravděpodobně se jedná o jemnozrnné zeminy charakteru

písčitého, příp. jílu až jílu s nízkou až střední plasticitou. Od hloubky 1,3 m narůstá měrný odpor, předpokládáme zde výskyt fluviálních sedimentů charakteru písků až štěrků s příměsí jemnozrnných zemin, střednozrnných až hrubozrnných.

Podle indexu ulehlosti $I_D = 0,6$ stanoveného dynamickou penetrací se jedná o nesoudržné zeminy středně uhlé. Hodnota odpovídá hloubkovému intervalu 0,0-0,6 m a 1,3-3,0 m.

Dynamická penetrační sonda **DP-2**, ověřila do hloubky cca 0,3 m kolejové kamenivo, níže do hloubky 0,6 m konstrukční vrstvu, charakteru štěrku. Od hloubkové úrovně cca 1,6 m se zde pravděpodobně vyskytují jemnozrnné zeminy charakteru jílu s nízkou až střední plasticitou, příp. písčité jíly, měkké až tuhé konzistence.

Moduly přetvárnosti zemní pláně E_0 stanovené interpretací dynamických penetračních sond se pohybují v hodnotě 2,5 MPa. Začátek zóny minimálního penetračního odporu (tj. zóny *minimálních přetvárných charakteristik*) stanovený interpretací dynamických penetračních sond se pohybuje v hloubkách od 0,6 do m a její báze dosahovala hloubek od 1,3 m do konečné hloubky 3,0 m.

Moduly přetvárnosti E_0 naměřené statickými zatěžovacími zkouškami v hl. 0,45-0,50 m p.t. podle předpisu a metodiky S4 se pohybují v rozmezí od 16,3 MPa do 45,0 MPa.

Hodnoty modulů přetvárnosti zemní pláně E_0 zjištěné zatěžovacími zkouškami mohou být ovlivněny výskytem kamenité frakce v dosahu deformační zóny desky v jinak parametricky slabých fluviálních polohách o nízkých hodnotách dynamického penetračního odporu. Naopak z průběhu hloubkových změn penetračního odporu lze tyto lokální anomálie „odfiltrovat“.

Pro návrh konstrukce pražcového podloží doporučujeme vycházet z modulů přetvárnosti zemní pláně E_0 stanovených z interpretací dynamických penetračních sond především proto, že odhalily slabší místa zemní pláně a lze při jejich interpretaci eliminovat negativní vlivy vtlačeného kolejového kameniva do měkké/neúnosné zemní pláně.

Podle předpisu S4 je nepřípustné, aby kolejové kamenivo bylo uloženo na zemní pláni, která je tvořena jemnozrnnými – soudržnými a nebezpečně namrzavými zeminami bez podkladních konstrukčních vrstev. Nebezpečně namrzavé zeminy se nesmí nacházet v dosahu zóny promrzání. Nebezpečně namrzavé zeminy jsou až měkké konzistence – opět se jedná jev, který je z hlediska kritérií S4 nepřípustný.

4 PRAŽCOVÉ PODLOŽÍ

V prostoru kolejiště byly provedeny dvě kopané sondy KS-2 a KS-3 a dynamické penetrace DP-1 a DP-2. Výškové údaje zastižených rozhraní jednotlivých vrstev jsou vztaženy k horní ploše pražce. Níže uvádíme souhrnný výčet poznatků zjištěných z průzkumných prací pražcového podloží:

- 1) mocnost výplně mezi hlavami pražců činí 0,20 m v prostoru sondy KS-2 a 0,25 m v prostoru sondy KS-1 a je tvořena převážně železničním kamenivem frakce

32-63 mm, max. velikost ostrohranných úlomků 12,5 mm se středním stupněm relativní ulehlosti (podle normy ČSN P 73 1005).

- 2) v hloubkovém intervalu 0,25-0,45 m p.t. (KS1) a 0,20-0,30 m p.t. (KS2) byla ověřena konstrukční vrstva tělesa železničního spodku, charakteru šterku s příměsí jemnozrnné zeminy.

V hloubkovém intervalu 0,45-0,60 m p.t. (KS1) a 0,30-0,45 m p.t. (KS2) byla ověřena přechodová zóna do kvartérních sedimentů – charakteru šterku s příměsí jemnozrnné zeminy (KS2) a šterkovitého jílu (KS1). Jedná se o zbytky kolejového kameniva, jako důsledek po zhutňování šterku pod pražci.

Obě sondy byly v době průzkumu bez přítoku vody, zeminy jsou středně ulehlé.

- 3) zemní pláš byla zastižena od hloubky 0,6 m v sondě KS-1 a je tvořena písčtým jílem tuhé konzistence. Předpokládáme, že v sondě KS-2 může být zemní pláš tvořena jílem s nízkou až střední plasticitou (*viz kap. č. 1.1.3 Výsledky dynamických penetrací*).

Geologická kopaná sonda KS3 realizovaná mimo železniční těleso a kolejiště (ve vzdál. cca 4 m od osy kolejiště) zastihla do hl. 0,3 m antropogenní zeminu charakteru šterku jílovitého, střednozrnného, níže do konečné hloubky 1,0 m jílu s nízkou plasticitou, měkké až tuhé konzistence, lokálně s přechody do písčitého jílu měkké až tuhé konzistence.

V případě velmi jemných jílovitých zemin, kde by určení hladiny podzemní vody mohlo být nepřesné, určujeme typ vodního režimu zemní pláše podle konzistence zeminy laboratorními zkouškami. Na základě laboratorně stanovené hodnoty konzistence ze vzorku KS-1 ($I_c=0,88$) hodnotíme typ vodního režimu jako **nepříznivý** ($0,70 < I_c < 1,00$).

- 4) V podloží šterkového lože se budou vyskytovat písčité jíly až jíly s nízkou až střední plasticitou, tuhé až měkké konzistence. Kopaná sonda KS1 ověřila výskyt jemnozrnných zemin v intervalu 0,6-0,7 m p.t. Z důvodu výskytu podzemních inženýrských sítí bylo od realizace kopané sondy mimo kolejiště po dohodě s projektantem upuštěno. Archivní vrt ověřil v hl. 1,5-2,4 m p.t. výskyt pravděpodobně písku s jemnozrnnou příměsí s valouny šterku, střednozrnného až hrubozrnného, níže až do hl. 7,0 m byly zastiženy jíly. Upozorňujeme, že oběma dynamickými penetracemi situovaných do kolejiště byly v hloubkovém intervalu 0,6-1,3 m (DP-1) a 0,6-3,0 m (DP-2) naměřeny nízké měrné dynamické odpory.

- 5) Kvalitu zemin směrem do podloží nehodnotíme, neboť ověřená mocnost zemin byla nízká. Výsledná hodnota redukováného modulu přetvárnosti byla zjištěna výpočtem : $E_{or} = E_o \cdot z \Rightarrow E_{or} = 16,3 \times 0,8 \Rightarrow \mathbf{E_{or} = 13,0 MPa}$. Pro ideový návrh konstrukce pražcového podloží budeme počítat s touto nižší hodnotou redukováného modulu z obou provedených měření, která byla naměřena na bázi konstrukční vrstvy tvořené jemnozrnnými zeminami charakteru šterkovitého jílu, tř. F2. Uvedené zeminy představují přechodový typ zemin mezi materiálem konstrukční vrstvy a podložími kvartérními sedimenty. Vlastnosti těchto zemin jsou ovlivněny prováděným zhutňováním (podbíjením) šterků kolejového lože.

5 NÁVRH KONSTRUKCE PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ

Železniční traťový úsek Kostelec na Hané – Olomouc v km 11,627 (žst Skrbeň) je trať **regionální**. Jedná se o rekonstrukci železniční zastávky na výše uvedené železniční trati, včetně kolejiště a rekonstrukci přilehlého železničního přejezdu ozn. P7624. Minimální požadované hodnoty modulu přetvárnosti (tab. 1, příloha č. 6, SŽDC S4) jsou na :

- **zemní pláni :** $E_0 = 15 \text{ MPa}$,
- **na pláni tělesa železničního spodku :** $E_{pl} = 30 \text{ MPa}$ (tab. 1, příloha č. 6, SŽDC S4).

Klimatické podmínky jsou charakterizovány indexem mrazu $I_{mn} = 400 \text{ °C den}$, podle obrázku č. 1, přílohy č. 7 předpisu SŽDC S4. Výsledný modul přetvárnosti, zjištěný statickou zatěžovací zkouškou je $E_0 = 16,3 \text{ MPa}$. Hodnota redukovaného modulu přetvárnosti zemní pláně, stanovená výpočtem ($E_{or} = E_0 \times z$) je **$E_{or} = 13,0 \text{ MPa}$** . Vzhledem k tomu, že hodnota modulu přetvárnosti E_{or} je **nižší** než minimální hodnota modulu přetvárnosti ($E_0 = 15 \text{ MPa}$) na zemní pláni dle tabulky č. 1, přílohy č. 6 předpisu SŽDC S4, hodnota modulu přetvárnosti zemní pláně **nesplňuje** požadavky předpisu SŽDC S4 a **únosnost zemní pláně se musí zvýšit**.

Navržená ideová skladba konstrukce pražcového podloží vychází z **typu 3. Zemní pláň je tvořena málo únosnou soudržnou zeminou**. Konstrukční vrstva musí být z nesoudržného, propustného a nenamrzavého materiálu. Mezi zeminami zemní pláně a kamenivem konstrukční vrstvy bude přidáno geosyntetikum.

Níže uvádíme ideový návrh skladby konstrukční vrstvy pražcového podloží. Na základě požadavku projektanta stavby v této etapě průzkumu bylo od konečného návrhu konstrukce pražcového podloží **upuštěno**. Konečný návrh skladby a mocnosti jednotlivých konstrukčních vrstev musí být zpracovány osobou s odpovídající odbornou způsobilostí v oboru geotechnika.

Výpočet ekvivalentního modulu přetvárnosti dvouvrstvé konstrukce tělesa železničního spodku (typ 3, dle přílohy č. 6 předpisu SŽDC S4). Základní parametry:

- redukovaný modul přetvárnosti zeminy **$E_{or} = 13 \text{ MPa}$** .
- modul přetvárnosti konstrukční vrstvy E_1 . Hodnota zjištěna kvalifikovaným odhadem podle tabulky 2, přílohy č. 6 předpisu SŽDC S4 (**$E_1 = 80 \text{ MPa}$** , drcené kamenivo s minimální relativní ulehlostí $I_D = 0,90$).

Výpočet poměrů k_1 a k_2 :

$$k_1 = \frac{E_{or}}{E_1} = \frac{13}{80} = 0,1625$$

$$k_2 = \frac{h_1}{D} = \frac{0,45}{0,30} = 1,5$$

h_1 = tloušťka podkladní konstrukční vrstvy (m)
 D = průměr zatěžovací desky ($D = 0,30$ m)

Z diagramu na obrázku č. 8, přílohy č. 6 předpisu SŽDC S4 byla hodnota poměru $k_3 = 0,61$, stanovena z výše vypočtených poměrů k_1 a k_2 . Hodnota ekvivalentního modulu přetvárnosti této dvouvrstvé konstrukce se vypočte ze vztahu: $E_{e1} = k_3 \times E_1 = 0,61 \times 80 = \mathbf{48,8 \text{ MPa}}$. Minimální požadovaná hodnota modulu přetvárnosti E_{pl} na pláni tělesa železničního spodku pro hlavní traťové a hlavní silniční koleje na tratích **regionálních** je $E_{pl} = 30 \text{ MPa}$, stanovena dle tabulky č.1, přílohy č. 6 předpisu SŽDC S4. Výsledná hodnota **$E_{e1} \geq E_{pl}$, resp. $48,8 \text{ MPa} > 30 \text{ MPa}$** . Mocnost navržené konstrukční vrstvy za použití uvedeného materiálu, splňuje minimální požadavky na únosnost pláně konstrukční vrstvy.

Posouzení pražcového podloží z hlediska promrzání :

- | | |
|--|--|
| • hodnota indexu mrazu : | $I_{mn} = 400 \text{ } ^\circ\text{C.den,}$ |
| • hloubka promrzání : | $h_{pr} = 0,045\sqrt{I_{mn}} = 0,045\sqrt{400} = 0,9 \text{ m,}$ |
| • součinitel tepelné vodivosti : | drcené kamenivo $\lambda = 2,0 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$, |
| • tloušťka konstrukční vrstvy : | $h_{sp} = 0,45 \text{ m}$ |
| • zemina v podloží : | písčité jíly (F4 CS2), |
| • namrzavost : | nebezpečně namrzavá, |
| • vodní režim : | nepříznivý, |
| • dovolená tloušťka promrznutí zemin : | $h_{z \text{ dov}} = 0,40 \text{ m,}$ |
| • tloušťka kolejového lože : | $h_k = 0,30 \text{ m.}$ |

Vyhovující ochranu zemní pláně před účinky mrazu ověříme ze vztahu:

$$h_{pr} \leq h_k + h_{sp} + h_{z \text{ dov}} = 0,30 + 0,45 + 0,40 = \mathbf{1,15 \text{ m}} \Rightarrow \mathbf{0,9 \leq 1,15 = \text{vyhovuje.}}$$

6 ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ

Geologický průzkum byl proveden pro budoucí rekonstrukci železniční zastávky Skrbeň a železničního přejezdu P7624 v drážním km 11,627 regionální železniční tratě Kostelec na Hané - Olomouc. Na základě požadavku objednatele prací byly provedeny dvě ručně kopané sondy a dvě sondy dynamické penetrace. Na zemní pláni (resp. bázi sondy KS-2) v hloubce 0,5 m (KS-1) a 0,45 m (KS-2) byly provedeny dvě statické zatěžovací zkoušky pro určení statického modulu přetvárnosti. Z hloubky 0,6-0,7 m (KS1) a 0,4-0,45 m (K2) byly odebrány dva poloporušené vzorky pro laboratorní analýzy a jeden vzorek kameniva z KS2 pro posouzení kontaminace. Z důvodu existence pozemních sítí a možné kolize s nimi byla kopaná sonda KS3 ukončena v hl. 1,0 m a od realizace další strojně kopané sondy mimo kolejiště upuštěno. V souladu s projektem byla hydrogeologem provedena pasportizace jímacích objektů v okolí. Postup prací byl odsouhlasen přítomným projektantem stavby.

Na základě výsledků předběžného GTP a geologického profilu archivního vrtu V-3, vzdáleného cca 35 m severně od stávající železniční stanice bylo zpracováno hydrogeologické posouzení možnosti utrácení srážkových vod do horninového prostředí (viz příl.č.9). V místě zájmové lokality jsou z hlediska možnosti zasakování geologické poměry složité, hladina

podzemní vody napjatá a zasakování dešťových vod do horninového prostředí nedoporučujeme.

Na základě laboratorního rozboru kameniva odebraného ze sondy KS2 pro posouzení kontaminace vyplývá, že z hlediska ekologických požadavků na kvalitu recyklované šterkodrti do konstrukčních vrstev tab.2 příl.č.17 k SŽDC S4 analyzovaný vzorek kameniva nepřekračuje v žádném z hodnocených parametrů limitní hodnotu nejvyšší přípustné koncentrace škodlivin - **obsah škodlivin ve výluhu ze získaného vzorku podobně jako u sušiny podlimitní a vyhovuje použití do konstrukčních vrstev.**

Výsledky chemických analýz vzorků zemin byly vyhodnoceny také podle prováděcí Vyhlášky č. 294/2005 Sb. pro ukládání odpadů na skládky a na povrch terénu (aktualizace č. 387/2016 Sb.) a dle Metodického pokynu Ministerstva životního prostředí z roku 2013 – Indikátory znečištění.

Z výsledků prací byly vypočteny základní charakteristiky zemní pláně pro obecný ideový návrh konstrukce pražcového podloží. Jako materiál pro konstrukční vrstvu a šterkové lože bylo zvoleno drcené kamenivo. Požadavek normy SŽDC S4 (tabulka č. 1, přílohy č. 6) na únosnost pláně tělesa železničního spodku je vyjádřena hodnotou E_{pl} , která pro výše hodnocenou trať má hodnotu $E_{pl} = 30$ MPa. Hodnota redukovaného modulu přetvárnosti zemní pláně přepočtena z výsledků provedené statické zatěžovací zkoušky na zemní pláni tvořené jemnozrnnými zeminami je $E_{or} = 13$ MPa.

Z výsledků realizovaných kopaných sond v ose kolejiště a s přihlédnutím ke geologickému profilu archivního vrtu V-3 vyplývá, že pod vrstvou navážek se budou vyskytovat jemnozrnné zeminy charakteru jílu s nízkou až střední plasticitou nebo jílu písčitých. Upozorňujeme, že oběma dynamickými penetracemi situovaných do kolejiště byly v hloubkovém intervalu 0,6-1,3 m (DP-1) a 0,6-3,0 m (DP-2) naměřeny nižší měrné dynamické odpory.

Geologická kopaná sonda KS3 realizovaná mimo železniční těleso a kolejiště (ve vzdálenosti cca 4 m od osy kolejiště) zastihla do hl. 0,3 m antropogenní zeminu charakteru šterku jílovitého, střednozrnného, níže do konečné hloubky 1,0 m jíl s nízkou plasticitou, měkké až tuhé konzistence, lokálně s přechody do písčitého jílu měkké až tuhé konzistence.

Konečný návrh pražcového podloží proveden osobou s odbornou způsobilostí v oboru geotechnika.

Na ploše nové zemní pláně, musí být provedena kontrola únosnosti a míra zhutnění zemin v tělese železničního spodku. V průběhu průzkumných prací nebyla ověřena hladina podzemní vody. Doporučujeme realizaci řádného odvodnění konstrukčních vrstev a kolejového lože.

V Ostravě dne 30.9.2019

Zpracovala : Ing. Jana Kozelková

Schválil : Ing. Marek Paliza
vedoucí střediska IGaLG