

REKONSTRUKCE NÁSTUPIŠŤ ŽST SEMILY

GEOTECHNICKÝ PRŮZKUM ŽELEZNIČNÍHO SPODKU



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

Zhotovitel: GTS Geotechnika, s.r.o.
Trnková 437, Ohrobec - Károv
252 45 pošta Zvole, IČO: 07191901
Tel: 723242901, 739323064
e-mail: mjech.gt@seznam.cz

říjen 2020

Obsah

1. Úvod.....	3
2. Lokalizace, přehled geologických a hydrogeologických poměrů	3
3. Metodika a rozsah průzkumných prací	4
4. Vyhodnocení průzkumu pražcového podloží	5
5. Zhodnocení a návrh úpravy konstrukce pražcového podloží	5
5. Vsakování srážkových vod v prostoru navrženého dopravního terminálu	10
6. Závěr	10

Přílohy vázané ve zprávě:

1. *Přehledná situace*
2. *Podrobná situace s vyznačením nově provedených a archivních sond*
3. *Dokumentační listy kopaných sond v tělese železničního spodku*
9. *Protokoly klasifikačních rozborů zemin*

1. Úvod

Na základě objednávky společnosti SAGASTA, s.r.o. jsme zpracovali geotechnický průzkum železničního spodku v prostoru navrženého dopravního terminálu v Semilech (viz. přehledná situace, příloha č.1).

Předkládaný geotechnický průzkum byl zpracován na základě studia archivní dokumentace, čtyř sond do pražcového podloží a tří zatěžovacích zkoušek. Jako podklady pro realizaci průzkumných prací jsme od zástupce zadavatele obdrželi situaci s vyznačením řešeného prostoru.

2. Lokalizace, přehled geologických a hydrogeologických poměrů

Posuzované území leží na západním okraji města Semily a jedná se o prostor využívaný manipulační plochy a parkoviště. Ve většině plochy řešeného prostoru tvoří povrch kamenná dlažba, okraje jsou zelenými plochami, k němuž přiléhá plocha s odstavnými nádražními kolejemi, která by měla být v rámci dopravního areálu využívána.

Skalní podklad širšího území je budován paleozoickými horninami svrchního karbonu, jmenovitě pískovci a slepenci podkrkonošské pánve. Povrch hornin skalního podkladu se podle archivní dokumentace vyskytuje v hloubce kolem 6-7 m pod úrovní terénu.

Kvartérní patro je od povrchu tvořeno písčito-štěrkovitými a písčito-jílovitými navážkami, hlouběji pak deluviálními jílovitými hlínami a fluviálními (terasovými) sedimenty charakteru slabě hlinitých písků a štěrků. Navážky mají povahu překopaných místních zemin, tj. slabě hlinitých štěrků a štěrkopísků a dominantně písčitých jílů s kolísavým podílem úlomků karbonských hornin.



výřez geologické mapy z webového portálu ČGS

kamenitý až hlinito-kamenitý sediment [ID: 13]

Eratém: kenozoikum, Útvar: kvartér, Horniny: kamenitý až hlinito-kamenitý sediment, Typ hornin: sediment nezpevněný, Mineralogické složení: pestré, Zrnitost: kamenitá až hlinito-kamenitá, Barva: různá, Poznámka: místy bloky nebo eolická příměs, Soustava: Český masiv - pokryvné útvary a postvariské magmatity, Oblast: kvartér

spraš a sprašová hlína [ID: 16]

Eratém: kenozoikum, Útvar: kvartér, Oddělení: pleistocén, Suboddělení: pleistocén svrchní, Horniny: spraš, sprašová hlína, Typ hornin: sediment nezpevněný, Mineralogické složení: křemen + příměs + CaCO₃, Barva: okrová, Poznámka: místy klastická příměs, Soustava: Český masiv - pokryvné útvary a postvariské magmatity, Oblast: kvartér
červenohnědé aleuropelity, pískovce a slepence, polohy šedých a pестrobarevných aleuropelitů s tufity a silicity (ekvivalent ploužnického obzoru) [ID: 345]

Eratém: paleozoikum, Útvar: karbon, Oddělení: karbon svrchní, Stupeň: stephan, Podstupeň: stephan C, Souvrství: semilské, Poznámka: nerozlišené, Horniny: aleuropelit, pískovec, slepenec, (tufit, silicit), Typ hornin: sediment

zpevněný, Soustava: Český masiv - pokryvné útvary a postvariské magmatity, Oblast: svrchní karbon a perm, Region: sudetské (lugické) mladší paleozoikum (včetně výskytů triasu), Jednotka: podkrkonošská pánev, mnichovohradištská pánev

Hydrogeologické poměry jsou obecně závislé na místní geologické stavbě, tj. především na propustnosti zemin, morfologii terénu, potenciálních zdrojích podzemní vody a na antropogenních vlivech (v tomto případě především na způsobu a aktuální funkčnosti odvodnění přilehlých komunikací a drenážním účinku výkopů IS). V případě řešeného území jsou určujícím faktorem především relativně nízká propustnost svrchní vrstvy silně ulehých navážek (včetně několika generací zpevněných povrchů) a v západní části území i podložních jemnozrnných zemin. Podle dokumentace archivních vrtů V-9 a V-11 se ustálená hladina podzemní vody vyskytuje v hloubce 2,00 – 2,90 m pod úrovní stávajícího terénu. Nadmořská výška provedených vrtů však neodpovídá úrovni současného povrchu a je proto velmi pravděpodobné že se hydrogeologické podmínky od doby jejich realizace (1969-1988) dramaticky změnily a v současné době již podzemní voda této úrovně nedosahuje. Provedenými vsakovacími zkouškami byl ověřen koeficient vsaku kvartérních zemin v prostoru autobusového terminálu i železničního nádraží.

3. Metodika a rozsah průzkumných prací

Rozsah prací byl určen na základě požadavků projektanta pražcového podloží a průzkum byl zaměřen na stanovení rozsah území. Cílem prací bylo upřesnění skladby železničního svršku, a především ověření geotechnických vlastností zemin tvořících pražcové podloží.

Průzkumu pražcového podloží byl proveden formou:

- Realizace čtyř kopaných sond v ose trati (v případě KS2 vlevo) do úrovně zemní pláně a její dokumentace. Po dosažení pláně a provedení statické zatěžovací zkoušky (s výjimkou KS2) byl odebrán vzorek zeminy pro základní klasifikační rozbor (uvedeny v příloze č.4).
- Realizace tří statických zatěžovacích zkoušek (podle ČSN 72 1006, přílohy B) na zemní pláni. Výsledky statických zatěžovacích zkoušek jsou součástí dokumentačních listů v příloze č. 3.
- Klasifikace zemin dle platných ČSN
- Likvidace sondy hutněním záhozem

Provedená kopaná sonda a k ní příslušející dokumentace o realizovaných zkouškách a měřeních jsou v textové části a přílohách označovány číslem koleje a staničením. Výškové údaje u dokumentace sond jsou vztaženy k úložné ploše pražce.

Tabulka č. 2 - Přehled provedených sond

sonda	kolej	staničení	umístění	hloubka
K1	-	102,125	-	0,40 m
K2	1	102,200	vlevo	1,00 m
K3	4	102,300	uprostřed	0,36 m
K4	budoucí 3	102,385	uprostřed	0,50 m

4. Vyhodnocení průzkumu pražcového podloží

Výsledky průzkumných prací pražcového podloží posuzovaného prostoru nádraží jsou doloženy v samostatných přílohách této zprávy.

Tabulka č. 3 „Souhrn geotechnických informací“ obsahuje pro každou sondu zatřídění zemin podle ČSN 73 6133 „Návrh a provádění tělesa pozemních komunikací“, konzistenci zeminy, prognózu vývoje kvality podloží, zhodnocení vodního režimu a namrzavosti zastižených zemin. V posledních třech sloupcích je uveden modul přetvárnosti E_o . Opravný součinitel „z“ byl stanovený podle předpisu SŽDC S4. V posledním sloupci je pak redukovaný modul přetvárnosti E_{or} , který bude použit do výpočtů při návrhu konstrukce pražcového podloží.

Tabulka č. 3 - Souhrn geotechnických informací - hodnocení v tabulce je vztaženo k zeminám v úrovni zemní pláně.

Sonda	Zatřídění zeminy ČSN 736133	Ulehlost/ konzistence	Kvalita podloží	Vodní režim	Namrzavost	Modul přetvárnosti E_o [MPa]	Opravný součinitel „z“	Redukovaný modul přetvárnosti E_{or} [MPa]
K1	F4/CS	tuhá	pomalů narůstá	nepříznivý	nebezpečně namrzavé	11,5	0,8	9,2
K2	F4/CS	tuhá	-	nepříznivý	nebezpečně namrzavé	-	-	-
K3	F4/CS	tuhá	pomalů narůstá	nepříznivý	nebezpečně namrzavé	19,0	0,8	15,2
K4	F1/MG	tuhá	pomalů narůstá	nepříznivý	nebezpečně namrzavé	24,9	0,8	19,9

Řešený prostor je situován na plošně i hloubkově rozsáhlém tělese železničního násypu pod nádražím. Na základě vyhodnocení provedených prací konfrontovaných s archivními údaji je možno konstatovat, že charakter pražcové podloží (jádro násypu) je v celé ploše jednotný a v úrovni pláně byly zastiženy prakticky stejné typy zemin.

5. Zhodnocení a návrh úpravy konstrukce pražcového podloží

Stavební úpravy dopravního terminálu se budou týkat plochy mimo stávající koleje (sonda K1) a stávajících kolejí číslo 1 (sonda navržena ve staničení km 102,200) a číslo 4 (sonda KS3 navržena ve staničení km 102,300). Pro nově navrženou kolej číslo 3 byla navržena sonda KS4 navržena ve staničení km 102,385).

Sonda K1 (vzhledem k blízkosti vztaženo ke koleji číslo 1) viz sonda K2, lze předpokládat obdobné podmínky v koleji číslo 1 před rekonstrukcí - v podloží železničního svršku v místě původně nově navržené koleje byly zastiženy redeponované místní zeminy charakteru písčitých jílu F4/CS tuhé konzistence ($E_{or} = 9,2$ MPa), které bez úpravy nebo provedení sanace neposkytují požadované hodnoty deformačního modulu zemní pláně. Pro zajištění její dostatečné únosnosti navrhujeme provedení KPP typ 3 – dvouvrstvá konstrukce

tělesa železničního spodku, přičemž sanační vrstva bude zhotovena ze recyklovaného štěrku s $I_D = 0,80$ a orientačním $E_1 = 60$ MPa (dle SŽDC S4, přílohy č.6, tabulky 2) o mocnosti vrstvy 0,20 m s uložením separační geotextílie na povrchu zemin F4. Konstrukční vrstvou bude vrstva štěrkodrti o mocnosti 0,20 m.

Posouzení z hlediska únosnosti – pro výpočet ekvivalentního modulu přetvárnosti v úrovni povrchu pláň tělesa železničního spodku se uvažují tyto vstupní hodnoty:

Sanační vrstva:

redukovaný modul přetvárnosti na zemní pláni	$E_{or} = 9,2$ MPa
recyklovaný štěrk ($I_D = 0,80$)	$E_1 = 60,0$ MPa
mocnost konstrukční vrstvy recyklovaného štěrku	$h_1 = 0,20$ m
průměr zatěžovací desky	$D = 0,30$ m

Určí se hodnoty:

$$k_1 = E_{or} / E_1 = 9,2 / 60,0 = 0,153$$

$$k_2 = h_1 / D = 0,20 / 0,30 = 0,66$$

Z nomogramu na obr. 8 (Příloha 6 předpisu SŽDC S4 – Železniční spodek) se určí hodnota:
 $k_3 = 0,36$

Za pomocí hodnoty k_3 se vypočítá určující hodnota ekvivalentního modulu přetvárnosti jednovrstvé konstrukce na povrchu vrstvy.

$$E_{e1} = k_3 * E_1 = 0,36 * 60,0 = \mathbf{21,6 \text{ MPa} > 20 \text{ MPa}}$$

Konstrukční vrstva:

redukovaný modul přetvárnosti na pláni železničního spodku	$E_{e1} = 21,6$
štěrkodrt' ($I_D = 0,80$)	MPa $E_1 = 60,0$
mocnost konstrukční vrstvy štěrkodrti	MPa $h_1 = 0,30$
průměr zatěžovací desky	m $D = 0,30$ m

Určí se hodnoty:

$$k_1 = E / E_1 = 21,6 / 60,0 = 0,36$$

$$k_2 = h_1 / D = 0,30 / 0,30 = 1,00$$

Z nomogramu na obr. 8 (Příloha 6 předpisu SŽDC S4 – Železniční spodek) se určí hodnota:
 $k_3 = 0,69$

$$E_{e1} = k_3 * E_1 = 0,69 * 60,0 = \mathbf{41,0 \text{ MPa} > 40 \text{ MPa}}$$

Únosnost pláň tělesa železničního spodku je vyhovující.

Posouzení ochrany zemní pláň před nepříznivými účinky mrazu – nutná ochrana zemní pláň před nepříznivými účinky mrazu se vyjadřuje tloušťkou ochranné štěrkopískové vrstvy. Uvažujeme tyto vstupní hodnoty:

hloubka promrzání pražcového podloží*	$h_{pr} = 1,00$ m
tloušťka kolejového lože od úložné plochy betonových pražců	$h_k = 0,50$ m
tloušťka podkladní vrstvy ze štěrkopísku	$h_{sp} = 0,35$ m
dovolená tloušťka promrznutí zeminy (tabulka 2 přílohy 7 předpisu SŽDC S4)	$h_{z \text{ dov}} = 0,30$ m

*Pro dané výškové pásmo je stanovena hodnota mrazového indexu $I_{mn} = 500$ (°C.den), při které je dle níže uvedeného vzorce stanovena hloubka promrzání 1,00 m.

$$h_{pr} = 0,045 \sqrt{I_{mn}}$$

Pro zajištění ochrany zemní pláň před nepříznivými účinky mrazu platí:

$$h_{pr} \leq h_k + h_{sp} + h_{z \text{ dov}}$$

$$1,00 \leq 0,50 + 0,40 + 0,30$$

V tomto případě bude podkladní vrstva ze štěrkopísku nahrazena vrstvou recyklovaného štěrku a štěrkodrti, je tedy nutné zajistit, aby tloušťka navrhované vrstvy měla stejný tepelný odpor jako tloušťka štěrkopískové vrstvy. Tloušťka navrhované vrstvy je určena vztahem:

$$h_n = h_{sp} / \lambda_{sp} * \lambda_n = (0,5/2,3) * 2,0 = 0,43 \text{ m}$$

Pak platí:

$$\begin{aligned} h_{pr} &\leq h_k + h_{sp} + h_{z \text{ dov}} \\ 1,00 &\leq 0,50 + 0,43 + 0,30 \\ \mathbf{1,00 \leq 1,23} \end{aligned}$$

Z výše uvedeného vyplývá, že z hlediska nutné ochrany zemní pláně před nepříznivými účinky mrazu a pro splnění podmínky únosnosti je nutné použití konstrukční vrstvy z recyklovaného štěrku a štěrkodrti o celkové mocnosti vrstvy 0,40 m.

Sonda K2 (kolej č. 1, km 102,200) - v prostoru provozované koleje číslo 1 z technických a provozních důvodů nebyla provedena kopaná sonda a zatěžovací zkouška. Protože se však jedná o kolej po nedávné celkové rekonstrukci, lze důvodně předpokládat, že v rámci ní byla provedena celková sanace podloží železničního spodku dle požadavku na únosnost i z hlediska ochrany před promrzáním. Provedenou sondáží v okraji kolejiště byla pod štěrkovým ložem zastižena konstrukční vrstva štěrkodrti 0/32 a v úrovni pláně písčité jíly tř. F4/CS – viz. výše, korelováno se sondou K1, resp. SZZ1.

Sonda K3 (kolej č. 4, km 102,300) - v podloží železničního svršku v místě předmětné koleje byly zastiženy zeminy násypového tělesa charakteru písčitých jílu F4/CS tuhé konzistence s valouny křemene ($E_{or} = 15,2 \text{ MPa}$), které bez úpravy nebo provedení sanace neposkytují požadované hodnoty deformačního modulu zemní pláně. Pro zajištění její dostatečné únosnosti navrhujeme provedení KPP typ 3 – dvouvrstvá konstrukce tělesa železničního spodku, přičemž sanační vrstva bude zhotovena ze recyklovaného štěrku s $I_D = 0,80$ a orientačním $E_1 = 60 \text{ MPa}$ (dle SŽDC S4, přílohy č.6, tabulky 2) o mocnosti vrstvy 0,10 m s uložením separační geotextilie na povrchu zemin F4. Konstrukční vrstvou bude vrstva štěrkodrti o mocnosti 0,20 m.

Posouzení z hlediska únosnosti – pro výpočet ekvivalentního modulu přetvárnosti v úrovni povrchu pláně tělesa železničního spodku se uvažují tyto vstupní hodnoty:

Sanační vrstva:

redukovaný modul přetvárnosti na zemní pláni	$E_{or} = 15,2 \text{ MPa}$
recyklovaný štěrk ($I_D = 0,80$)	$E_1 = 60,0 \text{ MPa}$
mocnost konstrukční vrstvy recyklovaného štěrku	$h_1 = 0,10 \text{ m}$
průměr zatěžovací desky	$D = 0,30 \text{ m}$

Určí se hodnoty:

$$\begin{aligned} k_1 &= E_{or} / E_1 = 15,2 / 60,0 = 0,25 \\ k_2 &= h_1 / D = 0,10 / 0,30 = 0,33 \end{aligned}$$

Z nomogramu na obr. 8 (Příloha 6 předpisu SŽDC S4 – Železniční spodek) se určí hodnota:
 $k_3 = 0,35$

Za pomoci hodnoty k_3 se vypočítá určující hodnota ekvivalentního modulu přetvárnosti jednovrstvé konstrukce na povrchu vrstvy.

$$E_{e1} = k_3 * E_1 = 0,35 * 60,0 = \mathbf{21,0 \text{ MPa} > 20 \text{ MPa}}$$

Konstrukční vrstva:

redukovaný modul přetvárnosti na pláni železničního spodku	$E_{e1} = 21,0$
štěrkodrt' ($I_D = 0,80$)	$\text{MPa } E_1 = 60,0$
mocnost konstrukční vrstvy štěrkodrti	$\text{MPa } h_1 = 0,30$
průměr zatěžovací desky	$\text{m } D = 0,30 \text{ m}$

Určí se hodnoty:

$$k_1 = E / E_1 = 21,0 / 60,0 = 0,35$$

$$k_2 = h_1 / D = 0,30 / 0,30 = 1,00$$

Z nomogramu na obr. 8 (Příloha 6 předpisu SŽDC S4 – Železniční spodek) se určí hodnota:
 $k_3 = 0,68$

$$E_{e1} = k_3 * E_1 = 0,68 * 60,0 = \mathbf{40,8 \text{ MPa} > 40,0 \text{ MPa}}$$

Únosnost pláň tělesa železničního spodku je vyhovující.

Posouzení ochrany zemní pláň před nepříznivými účinky mrazu – nutná ochrana zemní pláň před nepříznivými účinky mrazu se vyjadřuje tloušťkou ochranné štěrkopískové vrstvy. Uvažujeme tyto vstupní hodnoty:

hloubka promrzání pražcového podloží*	$h_{pr} = 1,00 \text{ m}$
tloušťka kolejového lože od úložné plochy betonových pražců	$h_k = 0,50 \text{ m}$
tloušťka podkladní vrstvy ze štěrkopísku	$h_{sp} = 0,35 \text{ m}$
dovolená tloušťka promrznutí zeminy (tabulka 2 přílohy 7 předpisu SŽDC S4)	$h_{z \text{ dov}} = 0,30 \text{ m}$

*Pro dané výškové pásmo je stanovena hodnota mrazového indexu $I_{mn} = 500 \text{ (}^\circ\text{C.den)}$, při které je dle níže uvedeného vzorce stanovena hloubky promrzání 1,00 m.

$$h_{pr} = 0,045 \sqrt{I_{mn}}$$

Pro zajištění ochrany zemní pláň před nepříznivými účinky mrazu platí:

$$h_{pr} \leq h_k + h_{sp} + h_{z \text{ dov}}$$

$$1,00 \leq 0,50 + 0,40 + 0,30$$

V tomto případě bude podkladní vrstva ze štěrkopísku nahrazena vrstvou recyklovaného štěrku a štěrkodrti, je tedy nutné zajistit, aby tloušťka navrhované vrstvy měla stejný tepelný odpor jako tloušťka štěrkopískové vrstvy. Tloušťka navrhované vrstvy je určena vztahem:

$$h_n = h_{sp} / \lambda_{sp} * \lambda_n = (0,40/2,3) * 2,30 = 0,34 \text{ m}$$

Pak platí:

$$h_{pr} \leq h_k + h_{sp} + h_{z \text{ dov}}$$

$$1,00 \leq 0,50 + 0,34 + 0,30$$

$$\mathbf{1,00 \leq 1,14}$$

Z výše uvedeného vyplývá, že z hlediska nutné ochrany zemní pláň před nepříznivými účinky mrazu a pro splnění podmínky únosnosti je nutné použití konstrukční vrstvy z recyklovaného štěrku a štěrkodrti o celkové mocnosti vrstvy 0,30 m. Ačkoli dle výpočtu vyhovuje navrhovaná skladba železničního spodku, tak dle doporučení odboru O13 a dle aktualizovaného předpisu SŽ S4 s platností od 1.1.2021, bude navržena skladba železničního spodku stejná jako v koleji č. 1.

Sonda K4 (budoucí kolej č. 3, km 102,385) - v podloží železničního svršku v místě budoucí koleje byly zastiženy zeminy násypového tělesa charakteru štěrkovitých hlín tř. F1/MG na rozhraní tuhé až pevné konzistence konzistence ($E_{or} = 19,5 \text{ MPa}$), které bez úpravy splňuje požadované hodnoty deformačního modulu na zemní pláni E_{pl} min. 15 MPa. Pro dosažení požadavku min. 30 MPa na pláni tělesa železničního spodku navrhujeme uložení konstrukční vrstvy ze štěrkodrti o mocnosti 0,20 m, tedy KPP typ 3.

Posouzení z hlediska únosnosti – pro výpočet ekvivalentního modulu přetvárnosti v úrovni povrchu pláň tělesa železničního spodku se uvažují tyto vstupní hodnoty:

Konstrukční vrstva:

redukovaný modul přetvárnosti na pláni železničního spodku	$E_{e1} = 19,9$
štěrkodrt' ($I_D = 0,80$)	MPa $E_1 = 60,0$
mocnost konstrukční vrstvy štěrkodrti	MPa $h_1 = 0,30$
průměr zatěžovací desky	m $D = 0,30 \text{ m}$

Určí se hodnoty:

$$k_1 = E / E_1 = 19,9 / 60,0 = 0,33$$

$$k_2 = h_1 / D = 0,30 / 0,30 = 1,00$$

Z nomogramu na obr. 8 (Příloha 6 předpisu SŽDC S4 – Železniční spodek) se určí hodnota:

$$k_3 = 0,65$$

$$E_{e1} = k_3 * E_1 = 0,65 * 60,0 = \mathbf{39,0 \text{ MPa} > 30,0 \text{ MPa}}$$

Únosnost pláň tělesa železničního spodku je vyhovující.

Posouzení ochrany zemní pláň před nepříznivými účinky mrazu – nutná ochrana zemní pláň před nepříznivými účinky mrazu se vyjadřuje tloušťkou ochranné štěrkopískové vrstvy. Uvažujeme tyto vstupní hodnoty:

hloubka promrzání pražcového podloží*	$h_{pr} = 1,00 \text{ m}$
tloušťka kolejového lože od úložné plochy betonových pražců	$h_k = 0,50 \text{ m}$
tloušťka podkladní vrstvy ze štěrkopísku	$h_{sp} = 0,35 \text{ m}$
dovolená tloušťka promrznutí zeminy	$h_{z \text{ dov}} = 0,30 \text{ m}$
(tabulka 2 přílohy 7 předpisu SŽDC S4)	

*Pro dané výškové pásmo je stanovena hodnota mrazového indexu $I_{mn} = 500 \text{ (}^\circ\text{C.den)}$, při které je dle níže uvedeného vzorce stanovena hloubka promrzání 1,00 m.

$$h_{pr} = 0,045 \sqrt{I_{mn}}$$

Pro zajištění ochrany zemní pláň před nepříznivými účinky mrazu platí:

$$h_{pr} \leq h_k + h_{sp} + h_{z \text{ dov}}$$

$$1,00 \leq 0,50 + 0,40 + 0,26$$

V tomto případě bude podkladní vrstva ze štěrkopísku nahrazena vrstvou recyklovaného štěrku a štěrkodrti, je tedy nutné zajistit, aby tloušťka navrhované vrstvy měla stejný tepelný odpor jako tloušťka štěrkopískové vrstvy. Tloušťka navrhované vrstvy je určena vztahem:

$$h_n = h_{sp} / \lambda_{sp} * \lambda_n = (0,30/2,3) * 2,0 = 0,40 \text{ m}$$

Pak platí:

$$h_{pr} \leq h_k + h_{sp} + h_{z \text{ dov}}$$

$$1,00 \leq 0,50 + 0,26 + 0,30$$

$$\mathbf{1,00 \leq 1,06}$$

Z výše uvedeného vyplývá, že z hlediska nutné ochrany zemní pláň před nepříznivými účinky mrazu a pro splnění podmínky únosnosti je nutné použití konstrukční vrstvy z recyklovaného štěrku a štěrkodrti o celkové mocnosti vrstvy 0,20 m.

Návrh ZKPP v místě podchodu pro pěší – v prostoru nad stávajícím podchodem pro pěší bude v rámci rekonstrukce nutno dle podmínek SŽDC S4, přílohy č. 24 – přechody tělesa železničního spodku na stavby železničního spodku navrhnou zesílenou konstrukci pražcového podloží (ZKPP).

V případě stávajícího objektu na stávající trati je směrodatný současný stav zásypů tělesa podchodu, resp. charakter a vlastnosti zemín použitých pro přechodové oblasti (bylo v rámci provedeného IGP ověřeno sondou dynamické penetrace DP1). Základním kritériem bude dosažení hodnoty $E_{pl} = \text{min. } 60 \text{ MPa}$ (při 40 MPa navazující trati), přičemž minimální tloušťka konstrukční vrstvy bude 0,50 m v celé délce přechodové oblasti. Vzhledem k podmínkám řešeného prostoru a po zhodnocení všech dostupných podkladů doporučujeme nad tělesem podchodu vybudovat ZKPP typ 6 vrstvou KSC (SC) v mocnosti 0,50 m, čímž bude zajištěno dosažení hodnoty $E_{pl} = \text{min. } 60 \text{ MPa}$.

5. Vsakování srážkových vod v prostoru navrženého dopravního terminálu

Dle ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod jsme provedli výpočet retenčního objemu V_z pro všechny návrhové úhrny srážek h_d , evidované nejbližší srážkoměrnou stanicí Mšeno s dobou trvání t_c od 5 min. do 4320 min (72 hodin) a periodicitou opakování 5 nebo 10 let. Objem návrhové srážky, tedy největší takto vypočtený retenční objem, činí v lokalitě Semily $3,41 \text{ m}^3$ na každých 100 m^2 odvodňované plochy po redukci dle typu povrchu.

ČSN 75 9010 ukládá akumulovaný objem, vypočtený dle předešlé kapitoly, likvidovat (vsáknout) maximálně za dobu $T_{pr} = 72$ hodin, a dále stanoví minimální odstupovou vzdálenost dna vsaku od nejvyšší hladiny podzemní vody na 1 m. Podmínkou návrhu funkčního vsakovacího objektu odpovídajícího požadavkům normy je tedy dostatečná odstupová vzdálenost jeho dna od nejvyšší hladiny podzemní vody, příznivé hydraulické vlastnosti horninového prostředí a jeho vhodné prostorové uspořádání, umožňující relativně velký objem vody ze vsakovacího objektu nejen opakovaně přijmout, ale i bezpečně odvést do vod podzemních, aniž by došlo ke změnám hydrologických poměrů nebo k negativnímu ovlivnění geotechnických charakteristik prostředí, do nějž je voda zasakována.

K zadržení celé návrhové srážky by bylo třeba retenční prostor o objemu $3,41 \text{ m}^3$ na každých 100 m^2 odvodňovaných ploch po redukci, přičemž bude nutno při dosažených $k_v = 9,75 \cdot 10^{-7}$ (sonda ZS3) a $1,48 \cdot 10^{-6}$ (sonda ZS5) dodržet plochu dna vsakovacího objektu min. $34,0 \text{ m}^2$ na každých 100 m^2 odvodňovaných ploch. Tyto hodnoty však reprezentují pouze přípovrchovou vrstvu štěrkovitých zemin násypového tělesa, nicméně v jejich podloží se nacházejí jemnozrnné písčito-jílovité zeminy použité pro výstavbu násypu, hlouběji pak také písčité hlíny a písčité jíly kvartérního patra, jejichž propustnost je ještě zhruba o řád nižší. Vsakování do liniového vsakovacího drénu s dnem situovaným do úrovně navážek GT1a, tedy spíše jejich propustnější části, navíc současně výškově koliduje s požadavkem zamezení kontaktu zemní pláně PP a AZ s vodou a neodpovídá potřebám dodržení potřebných spádů sběrného potrubí. Navrženým řešením tak je **vsakování do prostředí fluvialních terasových sedimentů**, které se nacházejí pod tělesem železničního násypu a povrchovou vrstvou deluvialních zemin. Předpokládané (obvyklé) propustnosti těchto zemin tř. G3/G-F, S3/S-F se pohybují kolem $k_v \approx 5,00 \cdot 10^{-5}$ a umožňují v podstatě vsakování bodové. Jejich povrch bude zastiženo v prostoru okraje železničního násypu zhruba na kótě 322,60 m n.m., tedy více než 7 m pod úrovní povrchu železničního násypu. V prostoru autobusového terminálu budou písčito-štěrkovité zeminy zastiženy zhruba v úrovni kóty 331,00 m n.m., viz zobrazení v geotechnickém profilu v příloze č. 3).

Toto řešení představuje vybudování vsakovacích jímek (skružených širokoprofilových šachet) s dnem situovaným do terasových štěrkopísků. Pokud bude zastižena hladina podzemní vody, bude nutno vsakovací objekt min. metr nad její úroveň zasypat propustným štěrkovito-písčitým materiálem (vsakování vod pod hladinu podzemní vody ČSN 75 9010 nepřipouští). Vzhledem k faktu, že archivní údaje o úrovni hladiny podzemní vody pocházejí z roku 1988 je však vysoce pravděpodobné, že v důsledku se současného klimatického trendu a výstavby rozsáhlých systémů inženýrských sítí se v současné době hladina podzemní vody nachází výrazně hlouběji a je proto pravděpodobné, že v povrchové vrstvě terasových sedimentů podzemní voda zastižena nebude.

6. Závěr

Na základě objednávky společnosti SAGASTA, s.r.o. jsme zpracovali geotechnický průzkum pro výstavbu dopravního terminálu v Semilech. Geologické poměry a geotechnické podmínky jsou komentovány v předchozích kapitolách. Podmínky v prostoru podchodu jsou přehledně znázorněny v přiloženém schematickém geologickém profilu. Geotechnické vlastnosti zemin ve východní části, tj. odstavných kolejí, jsou zhodnoceny v kapitole 5,

včetně návrhu úpravy KPP a ZKPP v prostoru přechodových zón rekonstruovaného podchodu. V kapitole č. 5 je uveden návrh úpravy pražcového podloží s vyhodnocením jeho únosnosti a namrzavosti dle kritérií SŽDC S4.

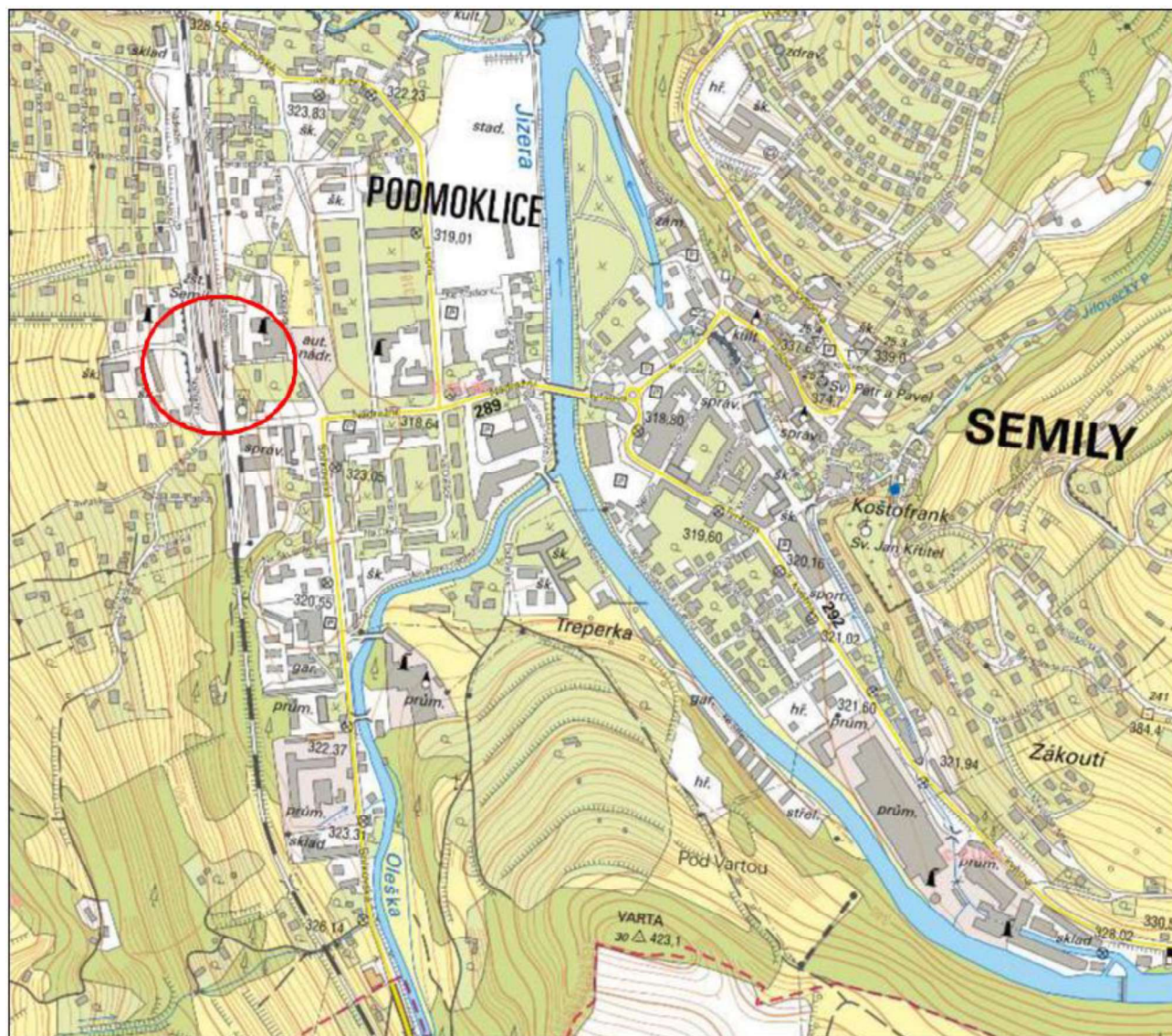
Problematika vsakování srážkových vod je uvedena v samostatné kapitole, včetně vyhodnocení provedených vsakovacích zkoušek a návrhu odvodnění.

V Ohrobci dne 22.10.2020

Zpracoval : M.Jech

autorizovaný technik pro geotechniku ČKAIT 0012265
odborná způsobilost v oboru inženýrská geologie 2265/2015 a
hydrogeologie č. 2410/2019

PŘEHLEDNÁ SITUACE



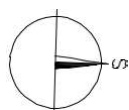
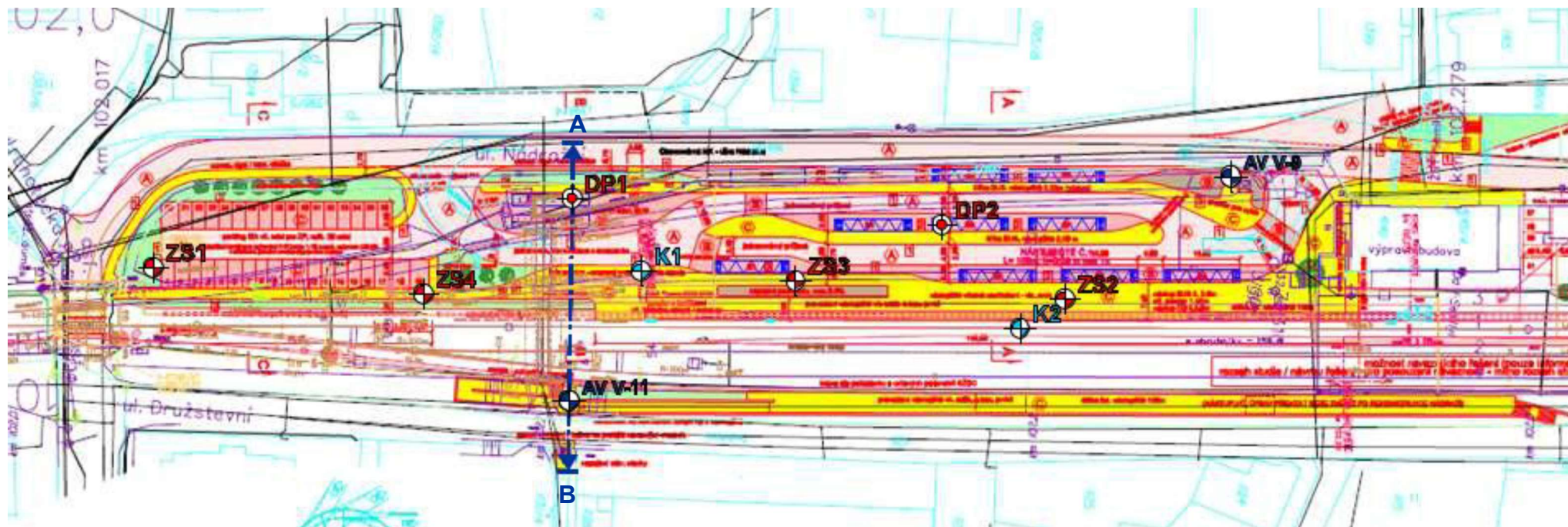
Legenda :



řešené území

SEMILY - IGP PRO REKONSTRUKCI DOPRAVNÍHO TERMINÁLU PODROBNÁ SITUACE S VYZNAČENÍM SOND A LINIE GEOLOGICKÉHO PROFILU

měřítko 1:300

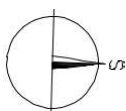
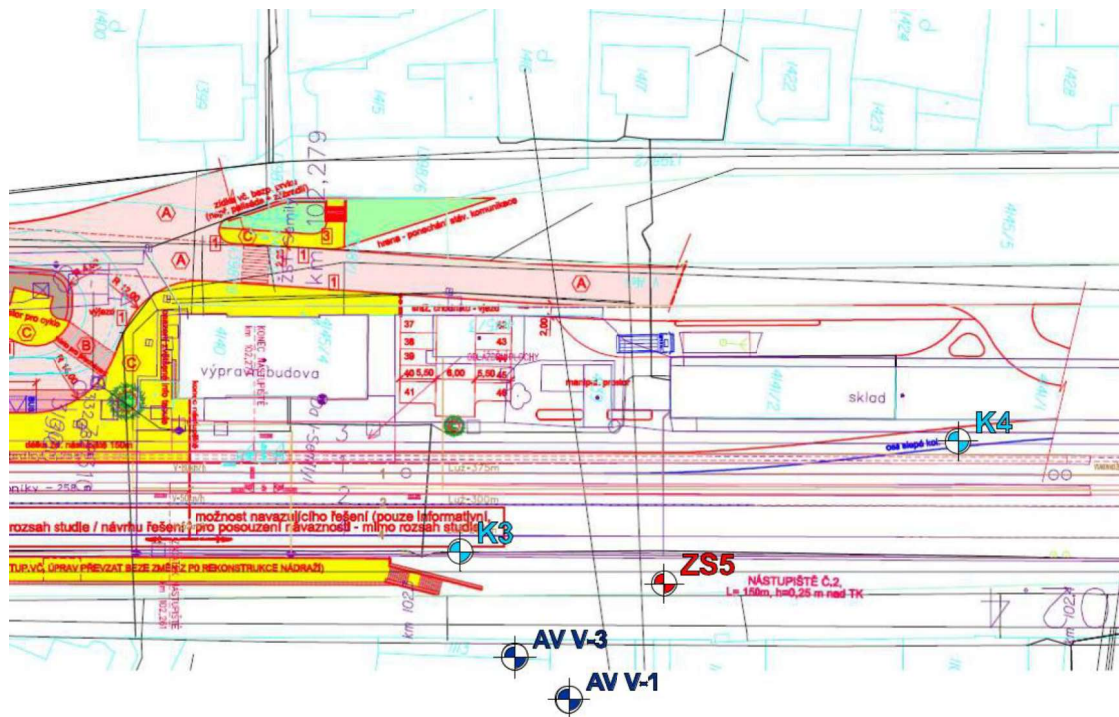


Legenda:




-  **ZS** maloprofilová jádrová sonda
-  **DP** sonda dynamické penetrace
-  **K** sonda pro ověření zemin železničního spodku
-  **AV** archivní vrt
-  **A** **B** linie geologického profilu

SEMILY - IGP PRO REKONSTRUKCI DOPRAVNÍHO TERMINÁLU PODROBNÁ SITUACE S VYZNAČENÍM SOND A LINIE GEOLOGICKÉHO PROFILU

měřítko 1:300



Legenda:

-  **ZS** maloprofilová jádrová sonda
-  **K** sonda pro ověření zemín železničního spodku
-  **AV** archivní vrt

			Staničení km :	
			Kolej č. :	
DOKUMENTACE SONDY K1				
		Semily nádraží		
Lokalizace sondy :		v ose		
Morfologie trati :		násyp	Datum hloubení :	31.07.2020
Nulová úroveň :			Dokumentoval :	M.Jech
Hloubka (m)				Zatřídění dle ČSN
od - do				72 1002
0,00 - 0,25				G4/GM-Y
0,25 - 0,45				S4/SM-Y
0,45 - 0,70				F4/CS
Odebrané vzorky :	-		0,40	
	-		-	

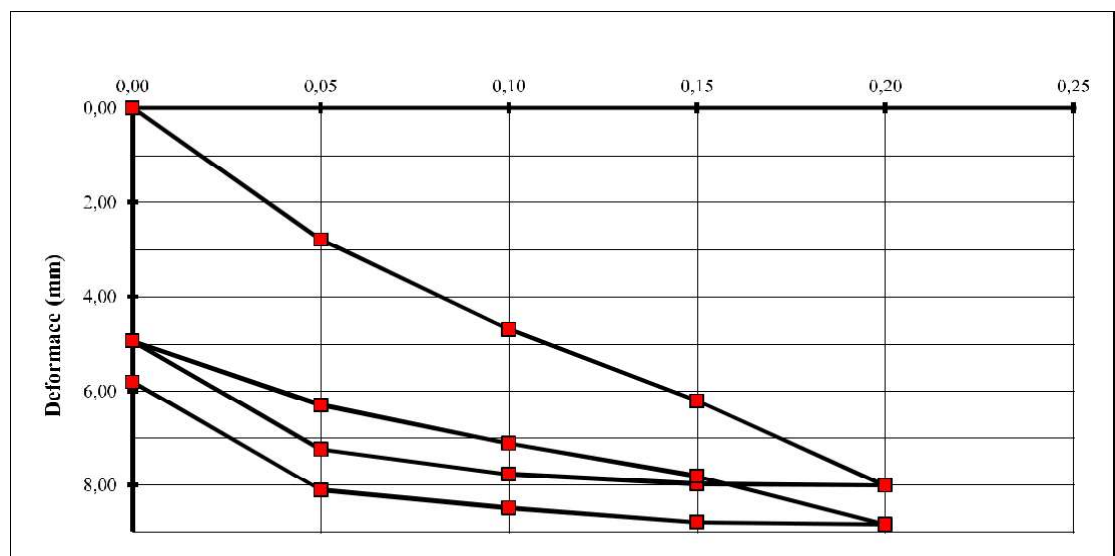
STATICKÁ ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠKA SONDA K1

Průměr desky D	29,9 cm (700 cm ²)	Hloubka v m	0,40
Předtížení	0,020 MPa	Podkladní vrstva	S4/SM-Y

Zatížení p (MPa)	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,15	0,10	0,05	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,15	0,10	0,05	0,00
Sednutí desky y (mm)	0,00	2,79	4,69	6,22	8,01	7,98	7,77	7,25	4,93	6,31	7,12	7,81	8,84	8,79	8,49	8,11	5,81

Modul přetvárnosti E _o	(MPa)	11,5
Modul přetvárnosti E _{or}	(MPa)	9,2

Δ y (mm)	3,91
z	0,80



			Staničení km : 102,200
			Kolej č. : 1
		Semily žst.	
Lokalizace sondy :		v ose	
Morfologie trati :		násyp	Datum hloubení : 08.10.2020
Nulová úroveň :			Dokumentoval : Petr Husák
Hloubka (m)			Zatřídění dle ČSN 72 1002
od - do			
0,00 - 0,18			-
0,18 - 0,70			-
0,70 - 0,95			G4/GM
0,95 - 1,06	konzistence		F4/CS
Odebrané vzorky :	-		-
	-		-

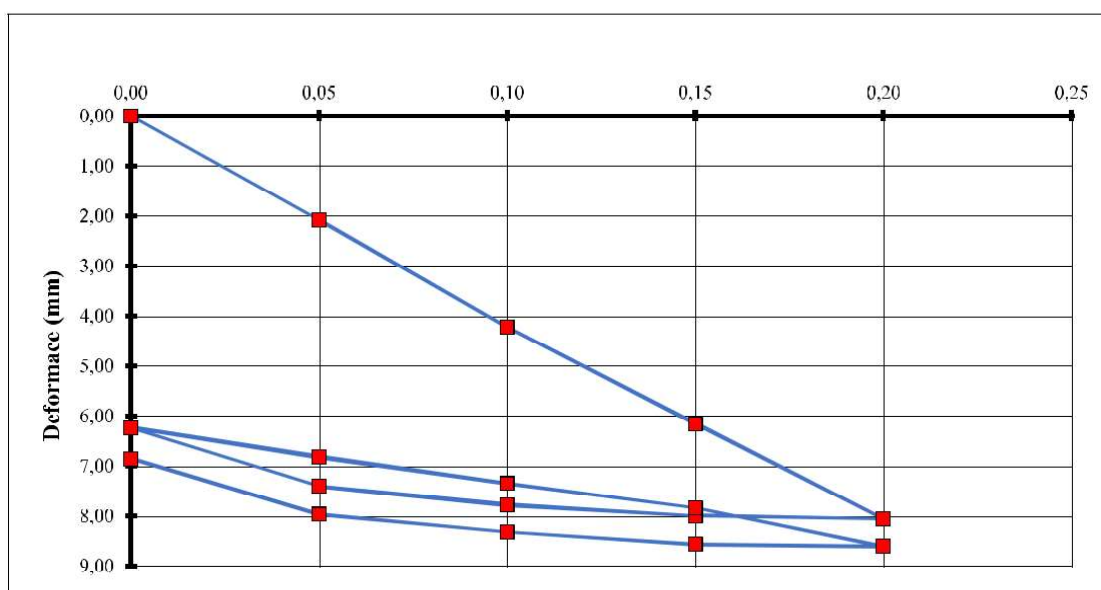
			Staničení km :	102,300
			Kolej č. :	4
		Semily žst.		
Lokalizace sondy :		v ose		
Morfologic trati :		násyp	Datum hloubení :	08.10.2020
Nulová úroveň :			Dokumentoval :	Petr Husák
Hloubka (m)				Zatřídění dle
od - do				ČSN 72 1002
0,00 - 0,15				-
0,15 - 0,34				-
0,34 - 0,80				F4/CS
0,80 - 0,99				S4/SM
Odebrané vzorky :	0,36 - 0,40		0,36	
	-		-	

Průměr desky D	29,9 cm (700 cm ²)	Hloubka v m	0,36
Předtížení	0,020 MPa	Podkladní vrstva	F4/CS

Zatížení p (MPa)	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,15	0,10	0,05	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,15	0,10	0,05	0,00
Sednutí desky y (mm)	0,00	2,08	4,22	6,16	8,06	8,00	7,78	7,40	6,24	6,82	7,34	7,84	8,60	8,56	8,32	7,96	6,86

Modul přetvárnosti E_o	(MPa)	19,0
Modul přetvárnosti E_{or}	(MPa)	15,2

Δy (mm)	2,36
Z	0,80



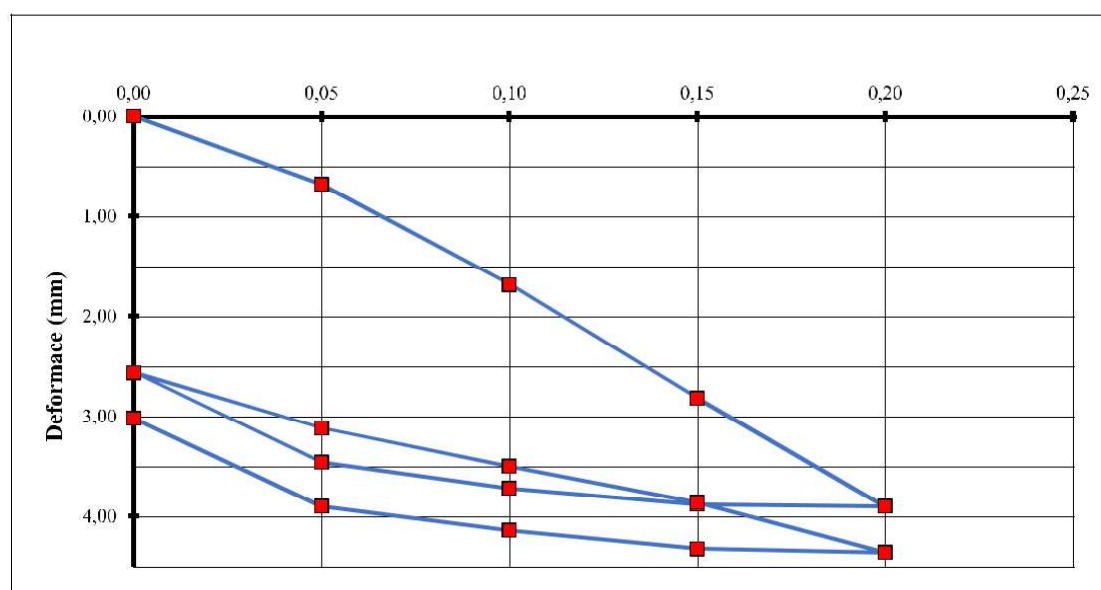
			Staničení km : 102,385
			Kolej č. : budoucí 3
		Semily žst.	
Lokalizace sondy :			
Morfologie trati :	násyp	Datum hloubení :	12.10.2020
Nulová úroveň :	terén	Dokumentoval :	Petr Husák
Hloubka (m) od - do			Zatřídění dle ČSN 72 1002
0,00 - 0,30			- F1/MG F6/CI
0,30 - 0,70	sanační vrstva)		
0,70 - 0,98			
Odebrané vzorky :	-		0,50
	-		-

Průměr desky D	29,9 cm (700 cm ²)	Hloubka v m	0,50
Přetíženi	0,020 MPa	Podkladní vrstva	F1/MG

Zatížení p (MPa)	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,15	0,10	0,05	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,15	0,10	0,05	0,00
Sednutí desky y (mm)	0,00	0,68	1,68	2,82	3,90	3,88	3,72	3,46	2,56	3,12	3,50	3,86	4,36	4,32	4,14	3,90	3,02

Modul přetvárnosti E_o	(MPa)	24,9
Modul přetvárnosti E_{or}	(MPa)	19,9

Δy (mm)	1,80
Z	0,80



ZÁKLADNÍ KLASIFIKAČNÍ ROZBOR ZEMINY

Akce : Semily - rekonstrukce nádraží

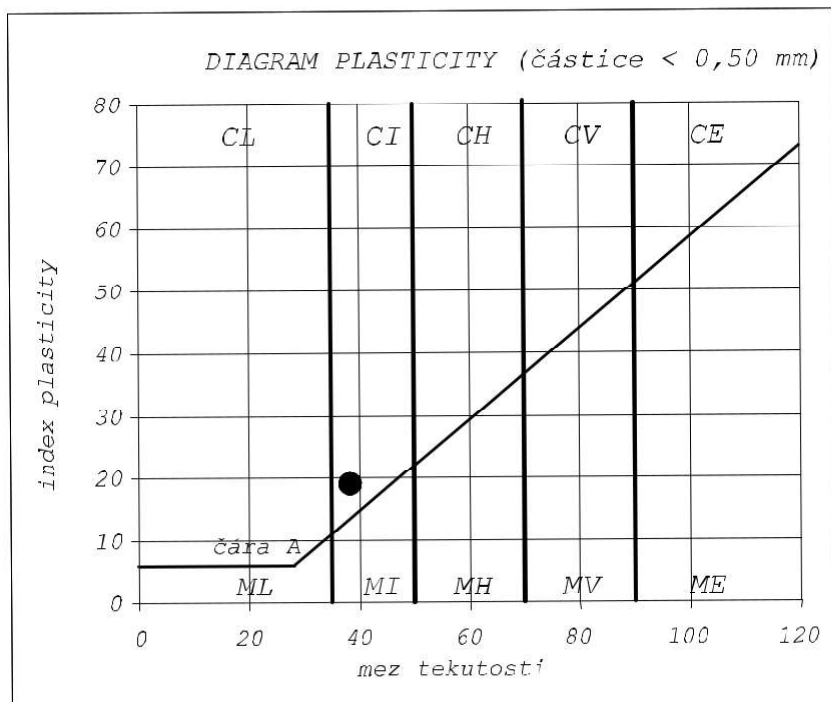
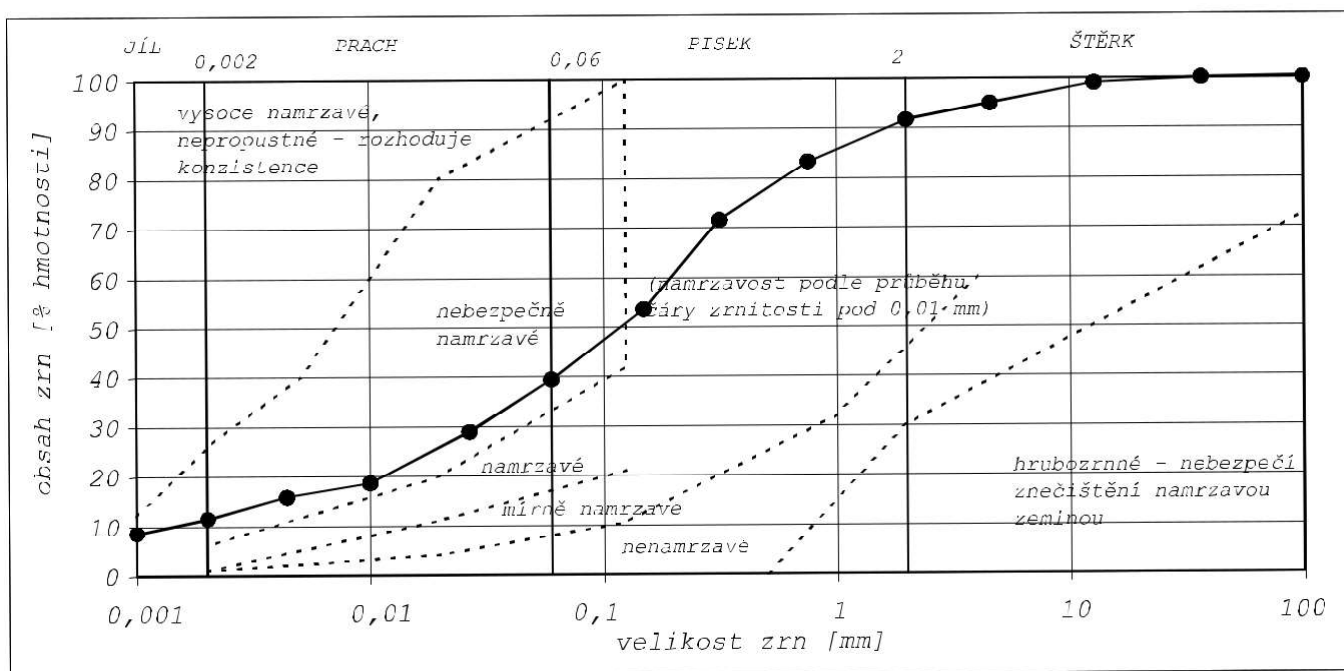
Datum odběru: 8.10.2020

Sonda: **KS3**, hloubka 0,34 - 0,40 m

Klasifikace dle ČSN 73 6131: **F4/CS** (ČSN EN 14688-2 **saCl**)

přirozená vlhkost: 16,3%

stupeň konzistence I_c : 0,88 (tuhá)



namrzavost: nebezpečně namrzavá
použitelnost aktivní zóna:

podmínečně vhodná

použitelnost násypy:

podmínečně vhodná

ČSN 73 6133

velikost zrn [mm]	obsah zrn [% hmotnosti]	
do 0,002	16,8	jíl (c)
0,002 - 0,06	39,5	prach (m)
0,06 - 2,0	36,7	písek (s)
přes 2,0	7,0	štěrka (g)

ZÁKLADNÍ KLASIFIKAČNÍ ROZBOR ZEMINY

Akce : Semily - rekonstrukce nádraží

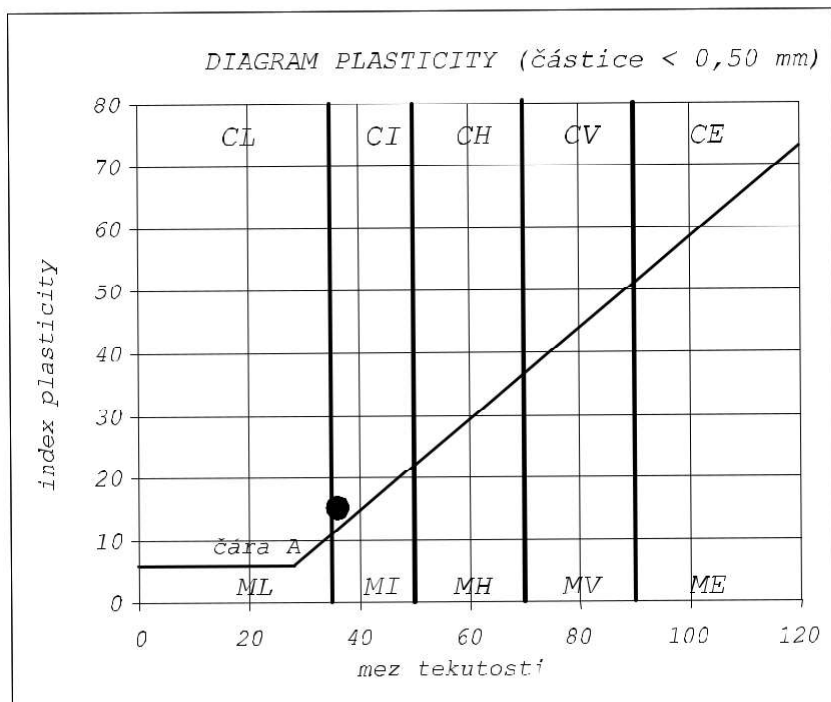
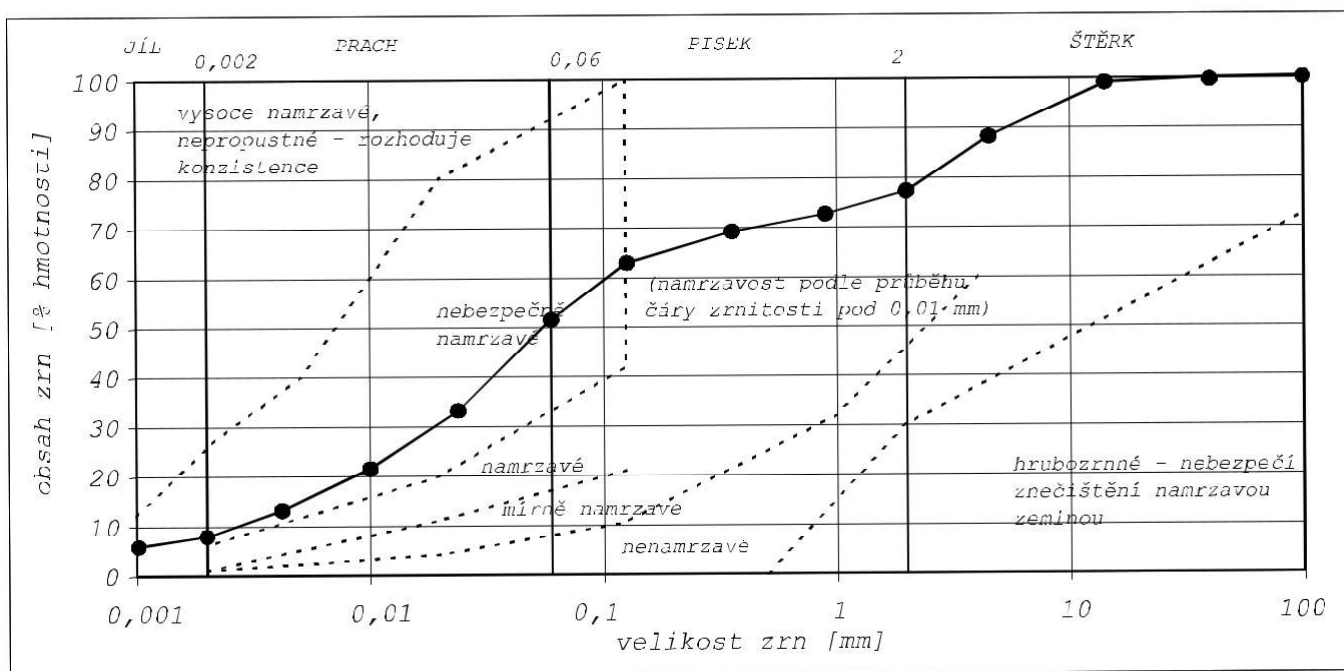
Datum odběru: 8.10.2020

Sonda: **KS4** hloubka 0,30 - 0,40 m

Klasifikace dle ČSN 73 6131: **F1/MG** (ČSN EN 14688-2 **grSi**)

přirozená vlhkost: 12,1%

stupeň konzistence I_c : 1,04 (pevná)



namrzavost: nebezpečně namrzavá
použitelnost aktivní zóna:

podmínečně vhodná

použitelnost násypy:

podmínečně vhodná

ČSN 73 6133

velikost zrn [mm]	obsah zrn [% hmotnosti]	
do 0,002	10,1	jíla (c)
0,002 - 0,06	42,1	prach (m)
0,06 - 2,0	35,9	písek (s)
přes 2,0	21,9	štěrk (g)