

trať Strakonice–Volary

TÚ 0381 Strakonice (mimo) – Volary (mimo)

Lenora

Geotechnický průzkum pro stavbu:

"Doplnění závor na přejezdech P954 v km 7.099, P1002 v km 35.375 a P1034 v km 62.771 na trati Strakonice – Volary"

zpracoval: Ing. Alexandr Kačora

Martin Jech



objednatel: PROJEKT SERVIS s.r.o., Mezitraťová 137, 198 21 Praha 9

Praha, listopad 2016

OBSAH

1. Úvod	str. 1
2. Metodika průzkumných prací	str. 1
3. Železniční přejezd v km 62.771	str. 1
4. Mechanicko-fyzikální parametry zastižených geotechnických prostředí	str. 4
5. Návrh ZKPP	str. 6

Příloha č. 1 Situace průzkumných prací

Příloha č. 2 Popis kombinované sondy (kopaná/stejně zarážená)

Příloha č. 3 Výsledky statické zatěžovací zkoušky

Příloha č. 4 Fotodokumentace

1. Úvod

Na základě objednávky společnosti Projekt servis spol. s r.o. byl zpracován geotechnický průzkum pro potřeby objednatele (zpracování projektové dokumentace stavby *"Doplnění závor na přejezdech P954 v km 7.099, P1002 v km 35.375 a P1034 v km 62.771 na trati Strakonice – Volary."* Předmětem předkládané závěrečné zprávy je ověření typu a geotechnické kvality základové půdy (pražcového podloží) železničního přejezdu v km 62.771 na trati Strakonice – Volary. Jako podklad byla objednatelem poskytnuta situace s kilometrickou polohou (formát *.pdf).

2. Metodika průzkumných prací

Terénní etapě předcházela část v podobě studia dostupných archivních materiálů převážně z databáze ČGS a Geofondu ČR.

Následovala etapa inženýrské činnosti tj. vyhledání železničního přejezdu, jeho dokumentace, ověření přístupu, dále kontakt se zástupci dopravy (dopravní kanceláře žel. stanice Vimperk), získání časového harmonogramu pro provádění prací (práce probíhaly na nevykloučené koleji).

Pro ověření skladby a kvality pražcového podloží byla provedena kopaná část průzkumné sondy do úrovně zemní pláně. Následně byla realizována statická zatěžovací deska ve smyslu Přílohy č. 5 k předpisu S4 SŽDC. Poté byla kopaná sonda prodloužena strojně zaráženou sondou (maloprofilovým vrtem). Její popis je uveden v rámci Přílohy č. 2. Umístění sond bylo závislé na konstrukci přejezdu. V případě žel. přejezdu P1034 v km 62.771 tvoří svrchní (přejezdovou) část konstrukce živice, navazující část je tvořena taktéž živичným povrchem. Z toho důvodu nebylo možné provést sondáž v ose koleje (přejezdu). Realizace proběhla za hlavami pražců. Popis je prováděn od úložné plochy dřevěných pražců.

3. Železniční přejezd P1034 v km 62.771

Jedná se o úrovňový železniční přejezd přes pozemní komunikaci I. třídy č. 39 cca 300m východně od obce Lenora.



Obr. 1 Pohled na místo provádění sondáže

Geomorfologické poměry - dle regionálního členění ČR náleží zájmové území do provincie Česká vysočina, soustavy (subprovincie) Šumavská subprovincie, oblasti (podsoustavy) Šumavská hornatina, celku Šumavské podhůří a podcelku Boubínská hornatina, okrsku Boubínský hřbet. Má charakter vrásnozlomového pohoří s hlubokými údolími na okrajích a s průměrnou nadmořskou výškou 993 m n.m. Z místně geomorfologického hlediska je přejezd situován v plochem terénu levého břehu Teplé Vltavy na JV patě vrchu Ptáčník. Nadmořská výška konstrukce je přibližně 758.65 m n.m.

Podle klimatické klasifikace leží dotčená lokalita v chladné klimatické oblasti CH7. Rajon CH7 je charakteristický velmi krátkým až krátkým, mírně chladným, vlhkým létem, s dlouhým přechodným obdobím, mírně chladným jarem, mírným podzimem, zima je dlouhá mírná, mírně vlhká, s dlouhým trváním sněhové pokrývky. Index I_{mn} 800 °C.den.

Vybrané charakteristiky klimatické oblasti CH7

Klimatická oblast	chladná
Rajon	CH 7
Počet letních dnů	10 - 30
Počet dnů s průměrnou teplotou 10°C a více	120 - 140
Počet mrazových dnů	140 - 160
Počet ledových dnů	50 - 60
Průměrná teplota v lednu	-3°C - -4°C
Průměrná teplota v červenci	15°C - 16°C
Průměrná teplota v dubnu	4°C - 6°C
Průměrná teplota v říjnu	6°C - 7°C
Průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více	120 - 130 mm
Srážkový úhrn ve vegetačním období	500 - 600 mm
Srážkový úhrn v zimním období	350 - 400 mm
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	100 - 120
Počet dnů zamračených	150 - 160
Počet dnů jasných	40 - 50

Geologické poměry – z regionálně-geologického hlediska je zájmové území součástí jednotky české křídové pánve (svrchní křída). Dle regionálního členění ČR lze skalní podklad zařadit do soustavy: Český masiv - krystalinikum a prevariské paleozoikum, oblasti: moldanubická oblast (moldanubikum), region: metamorfni jednotky v moldanubiku. Skalní podklad je tvořen metamorfovanými horninami – migmatity paleozoického stáří.

Kvartérní pokryv je zde obecně zastoupen deluviálními (svahovými) sedimenty, charakteru písčitých hlín s obsahem štěrku a kamenů a zčásti říčními (fluviálními) sedimenty charakteru štěrkopísku.

Obecné hydrogeologické poměry zájmové oblasti závisí zejména na litologickém charakteru pevného prostředí, tj. především na jeho propustnosti, dále na morfologii terénu,

potenciálních zdrojích podzemní vody a na antropogenních vlivech urbanizované oblasti. V zájmovém území dominuje hydrogeologický kolektor vázaný na terasové sedimenty fluvialní (říční) geneze, konkrétně na štěrkopísky Teplé Vltavy. Tento typ kolektoru se vyznačuje vysokou průlinovou propustností. Hladina podzemní vody nebyla nově realizovanými pracemi zastižena (do hl. 1,2m pod úložnou plochu pražce). Pohyb proudění podzemní vody je v zájmovém území shodný s generelním sklonem terénu tj. odehrává se jihovýchodním směrem k vodoteči Teplá Vltava. Podzemní voda proudí po povrchu skalního podkladu a dále prostředím terasových štěrkopísků, kde neovlivňuje poměry a kvalitu základové půdy v úrovni zemní pláně drážního tělesa. Úroveň hladiny podzemní vody je v posuzovaném území odhadována na 2 a více metrů pod povrchem stávajícího terénu. I při sezónním kolísání hladiny podzemní vody nebude tato negativně ovlivňovat poměry pražcového podloží.



Obr. 2 Výřez letecké a geologické mapy 1:50 000 – list 22-34 Volary (zdroj GEOFOND ČR)

4. Mechanicko-fyzikální parametry zastižených geotechnických prostředí

Níže v tabulce jsou popsány mechanicko-fyzikální parametry zeminy zemní pláně zastižené v místě železničního přejezdu. Zatřídění bylo provedeno na základě makroskopického popisu ve smyslu ČSN 73 6133 Navrhování a provádění zemního tělesa pozemních komunikací (klasifikace odpovídá dnes již neplatné, ale osvědčené normě ČSN 73 1001 Základová půda pod plošnými základy). Současně proběhla klasifikace ve smyslu ČSN EN ISO 14688-1 a ČSN EN ISO 14688-2.

Mechanickofyzikální vlastnosti exponovaných zemin jsou uvedeny v tabulce č. 1.

Tab. č. 1

geneze (stratigrafie)	navážka - antropogenní materiál (kvarter)
petrografické složení	hlína písčité s kamenitou příměsí
geotyp	geotyp 1
ČSN 731001 „Základová půda pod plošnými základy“ – třída/symbol	MS
ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa a pozemních komunikací“	csa/cgrCSI
konzistence, ulehlost	tuhá
tabulková výpočtová únosnost (orientační hodnoty) R_{dt} /kPa/	150**
objemová tíha v přirozeném uložení /kN/m ³ /	18,0
modul deformace E_{def} /MPa/	12
Poissonova konstanta ν	0,35
soudržnost efektivní c_{ef} /kPa/ soudržnost zdánlivá c' /kPa/	13 -
úhel vnitřního tření efektivní φ_{ef} /°/ úhel pevnosti φ' /°/	29 -

** platí pro šířku základu do 3,0m při hloubce založení 0,8-1,5m

Součástí geotechnického hodnocení je posouzení těžitelnosti zeminy v základové spáře včetně její vhodnosti do násypů a zásypů. Klasifikace tříd těžitelnosti vychází z obecných kritérií dnes již neplatné ČSN 73 3050 „Zemní práce“, kterou uvádíme pro přehlednost

a úplnost. Současně je exponovaná zemina klasifikována do třídy těžitelnosti dle aktuálně platného normativu ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa a pozemních komunikací“. Vhodnost materiálu do násypů a zásypů je posuzována na základě pravidel citovaných v ČSN 73 6133.

Klasifikace těžitelnosti, vhodnosti do násypu a zásypu je uvedena níže v tabulce č. 2.

Tab. č. 2

geneze (stratigrafie)	navážka - antropogenní materiál (kvartér)
petrografické složení	hlina písčitá s kamenitou příměsí
geotyp	geotyp 1
ČSN 73 3050 „Zemní práce“ třída těžitelnosti	2-3
ČSN 73 3133 „Návrh a provádění zemního tělesa a pozemních komunikací“	I.
ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa a pozemních komunikací“	podmínečně vhodná
vhodnost do násypu	
ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa a pozemních komunikací“	podmínečně vhodná
vhodnost pro podloží (aktivní zónu)	
ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa a pozemních komunikací“	nebezpečně namrzavá
namrzavost	
vodní režim	nepříznivý

Dále byla ve dně kopané části sondy provedena statická zatěžovací zkouška za účelem ověření (stanovení) statického modulu přetvárnosti zemní pláně E_{or} . Výsledky jsou níže v textu, záznam z provedené zkoušky tvoří vázanou přílohu této zprávy (Příloha č.3).

Posouzení únosnosti (níže v tabulce č. 3).

Tab. č. 3

sonda	modul přetvárnosti $E_{def,2} = E_0$ /MPa/	redukovaný modul přetvárnosti zeminy zemní pláně E_{or} /MPa/
KS 1	17,7	14,2 (při $z=0,8$ ve smyslu tab.3 Přílohy 6 k SŽDC S4)

5. Návrh ZKPP

V rámci návrhu pražcového podloží je nutné zdůraznit, že se jedná o úrovňový jednokolejný přejezd s živičnou přejezdovou konstrukcí vně i uvnitř přejezdu. Přejezd je situovaný v plochem terénu paty svahu vrcholu Ptáčník na levém břehu Teplé Vltavy. Průzkumnými pracemi bylo zastiženo šterkové lože bez ze šterkodrti fr. 0/32. Trať Strakonice – Volary, v jízdním řádu pro cestující označená číslem 198 - náleží do kategorie hlavních tratí regionálních. Předpis SŽDC S4 (Příloha 6, Tab. 1) stanovuje pro hlavní traťové koleje na tratích regionálních minimální hodnotu modulu přetvárnosti na zemní pláni $E_0 = 15\text{MPa}$ (při I_D min. 80 a PS 100%) a na pláni tělesa železničního spodku min. hodnotu $E_{pl} = 30\text{MPa}$.

Pro konstrukci ZKPP je v souladu s Přílohou č. 24 k SŽDC S4 požadovaná délka přechodové oblasti v délce 10,0m + přechodový klín 5,0m ukončený ve sklonu 1:1. Minimální hodnota modulu přetvárnosti na pláni tělesa žel. spodku v prostoru ZKPP činí $E_{pl} = 50\text{MPa}$ při $E_{pl} = 30\text{MPa}$ navazující tratě.

Naměřená hodnota modulu přetvárnosti $E_0 = 17,7\text{MPa}$. Redukovaný modul přetvárnosti vyplývá ze vztahu $E_{or} = E_0 \cdot z = 17,7 \cdot 0,8 = 14,2\text{MPa}$ (z ... opravný součinitel (předpis SŽDC S4, tab. 3 Přílohy č. 6)).

Hodnota redukovaného modulu přetvárnosti nesplňuje požadavek na minimální hodnotu modulu přetvárnosti na pláni tělesa žel. spodku (pravděpodobně v důsledku převlhčení zemin zemní pláně – v době realizace sond byla na zemní pláni zaznamenána přítomnost srážkové vody. Z toho důvodu je ZKPP navržena ve variantě ZKPP 2 s přechodem na KPP typ 1 s vrstvou cementové stabilizace šterkodrti SD 0/32 tl. 0,3m, dovoz z míchacího centra (C 8/10 kamenivo stmelené cementem - KSC I) a vrstvy SD 0/32 v tl. 0,2m. Pro splnění požadavku předpisu SŽDC S4 a vzorových listů žel. spodku (Ž 4.2) bude nutný zásah do stávající úrovně zemní pláně. Při sondáži nebyla ověřena min. požadovaná tl. šterkového lože 0,30m a přítomnost konstrukční vrstvy. Očekávaná hodnota E_{pl} konstrukční vrstvy ze šterkodrti činí min. 60MPa. Očekávaná hodnota modulu přetvárnosti na vrstvě KSC I. činí min. 80MPa.

Tato hodnota vyhovuje požadavku na hodnotu modulu přetvárnosti E_{pl} min. 50MPa pro daný druh ZKPP při modulu přetvárnosti E_{pl} navazující tratě tj. 30MPa. V rámci navrhovaného řešení bude nutné provést odkop na požadovanou úroveň zemní pláně tj. snížit její niveletu tak, aby

bylo možné v rámci rekonstrukce provést štěrkové lože a konstrukční vrstvu v min. požadovaných tloušťkách.

Posouzení ochrany zemní pláně před nepříznivými účinky mrazu

Nutná ochrana zemní pláně před nepříznivými účinky mrazu se vyjadřuje tloušťkou ochranné štěrkopískové vrstvy. Pro zajištění ochrany zemní pláně před nepříznivými účinky mrazu platí:

$$h_{pr} \leq h_k + h_{sp} + h_{zdov}$$

Index mrazu (dle předpisu SŽDC S4 – Železniční spodek, Příloha 7, obr.1 $I_{mn} = 700^\circ\text{C}.\text{den}$).
Hloubka promrzání $h_{pr} = 0,045 \cdot \sqrt{I_{mn}} = 0,045 \cdot \sqrt{800} = 1,27\text{m}$.

h_{pr} hloubka promrzání (1,27m)

h_k tloušťka kolejového lože od úložné plochy dřevěných pražců $h_k = 0,50\text{ m}$

h_{sp} tloušťka podkladní vrstvy KSC I. (0,30m) + štěrkopísku v m $h_{sp} (0,20\text{m})$

h_{zdov} dovolené tloušťky promrznutí zemin v m (tabulka 2 Přílohy 7 předpisu SŽDC S4) = 0,40m

$$1,27 \leq 0,50 + (0,3 + 0,2) + 0,40 \leq 1,40 \text{ (splněno)}$$

V našem případě bude podkladní vrstva ze štěrkopísku nahrazena vrstvou štěrkodrtě SD 0/32. Je tedy nutné zajistit, aby tloušťka navrhované vrstvy měla stejný tepelný odpor jako tloušťka štěrkopískové vrstvy. Tloušťka navrhované vrstvy je určena vztahem:

$$h_n = \frac{h_{sp}}{\lambda_{sp}} \times \lambda_n = \frac{0,2}{2,3} \times 2,0 = 0,17\text{m}$$

Z výše uvedeného vyplývá, že při tloušťce podkladní vrstvy z SD 0/32 = 0,20m a KSC I. = 0,30m, situované na upravené a přehutněné zemní pláni, vyhovuje konstrukce tělesa žel. spodku z hlediska nutné ochrany zemní pláně před nepříznivými účinky mrazu. V souladu s předpisem SŽDC S4, vzorovými listy žel. spodku však musí být zachována minimální požadovaná tloušťka podkladní vrstvy v ZKPP SD 0/32 v kombinaci s vrstvou KSC I. (0,30m) , a to celkem 0,20m.

V Praze, dne 9.12.2016

zpracoval: Ing. Alexandr Kačora

schválil: Martin Jech



Příloha č.1 Situace průzkumných prací



Příloha č.2 Dokumentace provedených sond KS 1

popis (od úložné plochy pražce – dřevěného)
kopaná část

pražec po horní hranu obsypán znečištěným štěrkem fr. 32/63

- | | |
|-------------|---|
| 0,00 – 0,22 | štěrk fr. 32/63 – slabě znečištěný, mezerní hmotu tvoří šedá písčitá hlína tuhé konzistence, odhad podílu jemnozrnné frakce 30% |
| 0,22 – 0,35 | štěrk fr. 32/63 – silně znečištěný, mezerní hmotu tvoří šedá písčitá hlína tuhé konzistence, odhad podílu jemnozrnné frakce 40% |
| 0,35 – 0,55 | hnědošedá silně písčitá hlína - promísená se štěrkem a kamenitou příměsí v obsahu do 25% |

realizace statické zatěžovací zkoušky SZZ 1

modul přetvárnosti $E_{\text{def},2} = E_0 = 17,7\text{MPa}$

opravný součinitel $z = 0.8$ (tuhá konzistence)

redukovaný modul přetvárnosti zeminy zemní pláně $E_{\text{pl}} = E_0 \cdot z = 14,2\text{MPa}$

zarážená část

0,55 – 1,20 silně písčité tmavě hnědá hlína – písčité frakce středně až hrubě zrnité (do 35%), štěrk a kameny jsou zastoupeny angulárními úlomky 5/90mm (*kvartér - navážka*)

HPV nezastižena, voda na zemní pláni (atmosférická)

vodní režim: nepříznivý

Příloha č.3 Výsledky statické zatěžovací zkoušky

STATICKÁ ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠKA

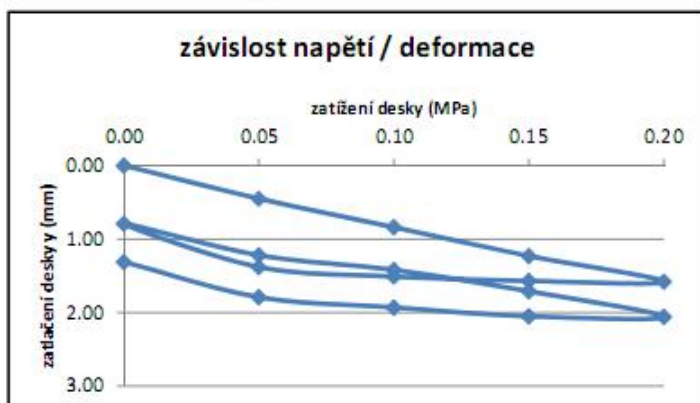
podle ČSN 72 1006, příloha B

kruhová deska průměru 30cm (dle DIN 18 134)

úkol:	Lenora (Volary)	číslo zkoušky:	SZZ 1
datum:	11.11.2016	zkouška provedena na:	zemní pláni
charakteristika podloží:	hlína písčítá		
počasí:	zataženo 0° C	km poloha:	62.771

zatížení desky (MPa)	zatlačení desky "y" (mm)	převodní koeficient	celková deformace y (mm)	rozdíl Δy (mm)
0.00	0.00	2	0.00	0.00
0.05	0.45	2	0.90	0.45
0.10	0.84	2	1.68	0.84
0.15	1.23	2	2.46	1.23
0.20	1.58	2	3.16	1.58
0.15	1.57	2	3.14	1.57
0.10	1.51	2	3.02	1.51
0.05	1.38	2	2.76	1.38
0.00	0.79	2	1.58	0.79
0.05	1.22	2	2.44	1.22
0.10	1.42	2	2.84	1.42
0.15	1.71	2	3.42	1.71
0.20	2.06	2	4.12	2.06
0.15	2.05	2	4.10	2.05
0.10	1.93	2	3.86	1.93
0.05	1.79	2	3.58	1.79
0.00	1.31	2	2.62	1.31

Δ y =	0.0025 (m)	$E_0 = 1.5 \cdot \Delta p \cdot r / \Delta y$	=	17.7 MPa
Δ p =	0.200 (MPa)	z =	0.8	opravný součinitel (předpis SŽDC S4, tab.3 Přílohy 2.6)
r =	0.15 (m)			



Příloha č.4 Fotodokumentace



Místo realizace kombinované sondy (kopaná část/zarážená sonda)



Pohled na dno kopané sondy před realizací SZZ