

trať Číčenice - Volary

Výstavba PZS v km 37,303 (P1467) trati Číčenice-Volary

Geotechnický průzkum pro návrh ZKPP

zpracoval: Ing. Alexandr Kačora

Martin Jech



objednatel: PROJEKT SERVIS s.r.o., U Elektry 830/2B, 198 00 Praha 9 Hloubětín

Praha, květen - červen 2020

OBSAH

1. Úvod	str. 1
2. Metodika průzkumných prací	str. 1
3. Geomorfologické a geologické poměry zájmového území	str. 1
4. Železniční přejezd P1467 v km 37,303	str. 4
5. Mechanicko-fyzikální parametry zastižených geotechnických prostředí	str. 5
6. Návrh ZKPP	str. 7

Příloha č. 1 Situace průzkumných prací

Příloha č. 2 Dokumentace kopané sondy K1

Příloha č. 3 Výsledky laboratorních rozborů

Příloha č. 4 Výsledky statické zatěžovací zkoušky

Příloha č. 5 Fotodokumentace

1. Úvod

Na základě objednávky společnosti Projekt servis spol. s r.o. byl zpracován geotechnický průzkum pro potřeby objednatele (zpracování projektové dokumentace pro akci „Výstavba PZS v km 37,303 (P1467) trati Čičenice-Volary“. Předmětem předkládané závěrečné zprávy je ověření typu a geotechnické kvality základové půdy (pražcového podloží) železničního přejezdu P1467 ve staničení km 37,303 na trati Čičenice - 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 Prachatice), získání časového harmonogramu pro provádění prací (práce probíhaly na nevytlučené koleji). Pro ověření skladby a kvality pražcového podloží byla provedena ručně kopaná sonda do úrovně budoucí zemní pláně. Následně byla ve dně kopané sondy realizována statická zatěžovací deska ve smyslu Přílohy č. 5 k předpisu S4 SŽDC. Poté byla kopaná sonda prodloužena zaráženou sondou (maloprofilovým vrtem). Její popis je uveden v rámci Přílohy č. 2. Umístění sondy bylo závislé na konstrukci přejezdu.

3. Geomorfologické a geologické poměry zájmového území

Geomorfologické poměry - dle regionálního členění ČR náleží zájmové území do provincie Česká vysočina, soustavy (subprovincie) Šumavské, oblasti Šumavská hornatina, celku Šumavské podhůří, podcelku Prachatická hornatina. Má charakter ploché kerné hornatiny rozčleněné výraznými tektonickými kotlinami. Na vrcholech strukturních hřbetů a hrástí jsou četné skalní tvary zvětrávání a odnosu. Na západě ji ohraničuje hluboké až kaňonovité údolí Blanice a na východě kaňon Vltavy, hluboká údolí směru jih–sever vytvářejí i menší toky – Zlatý potok či Melhutka.

Podle klimatické klasifikace leží dotčená lokalita v chladné klimatické oblasti CH7. Rajon CH7 je charakteristický dlouhým, mírně chladným jarem, dlouhým, mírně chladným létem, dlouhým, mírným podzimem a dlouhou, mírnou, mírně vlhkou zimou s dlouhotrvající sněhovou pokrývkou. Index I_{mn} 700 °C.den.

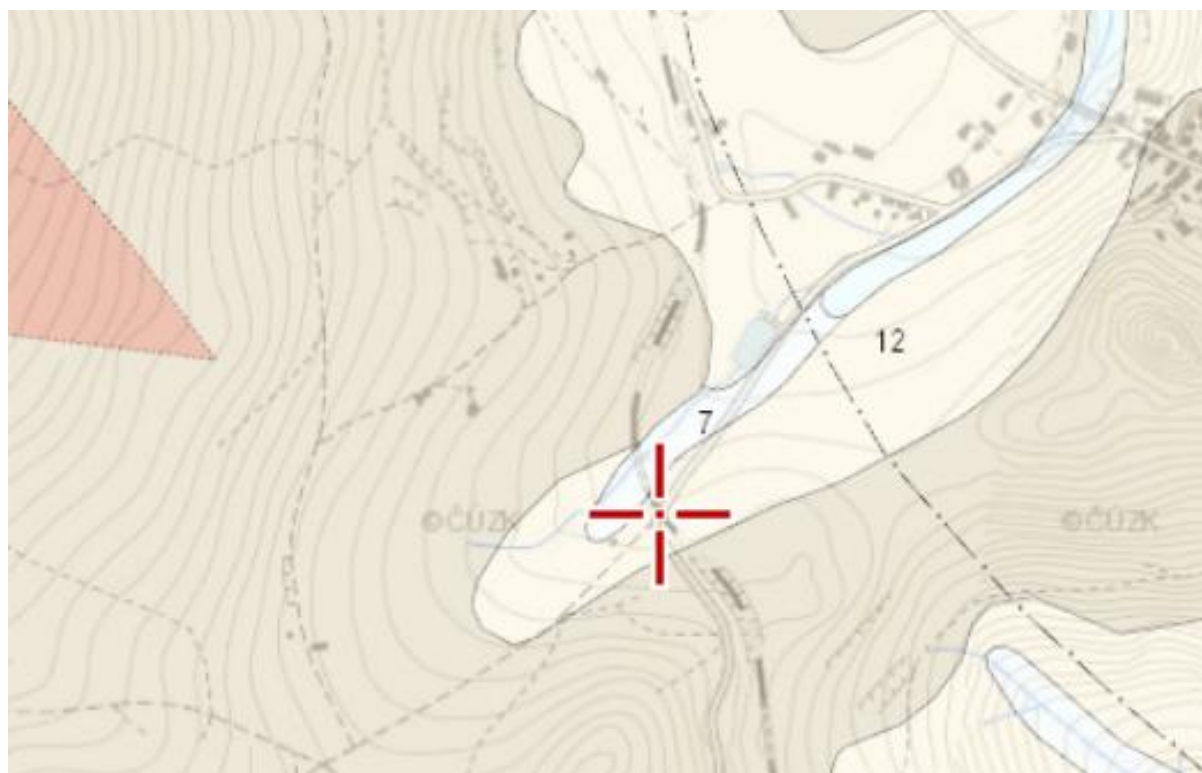
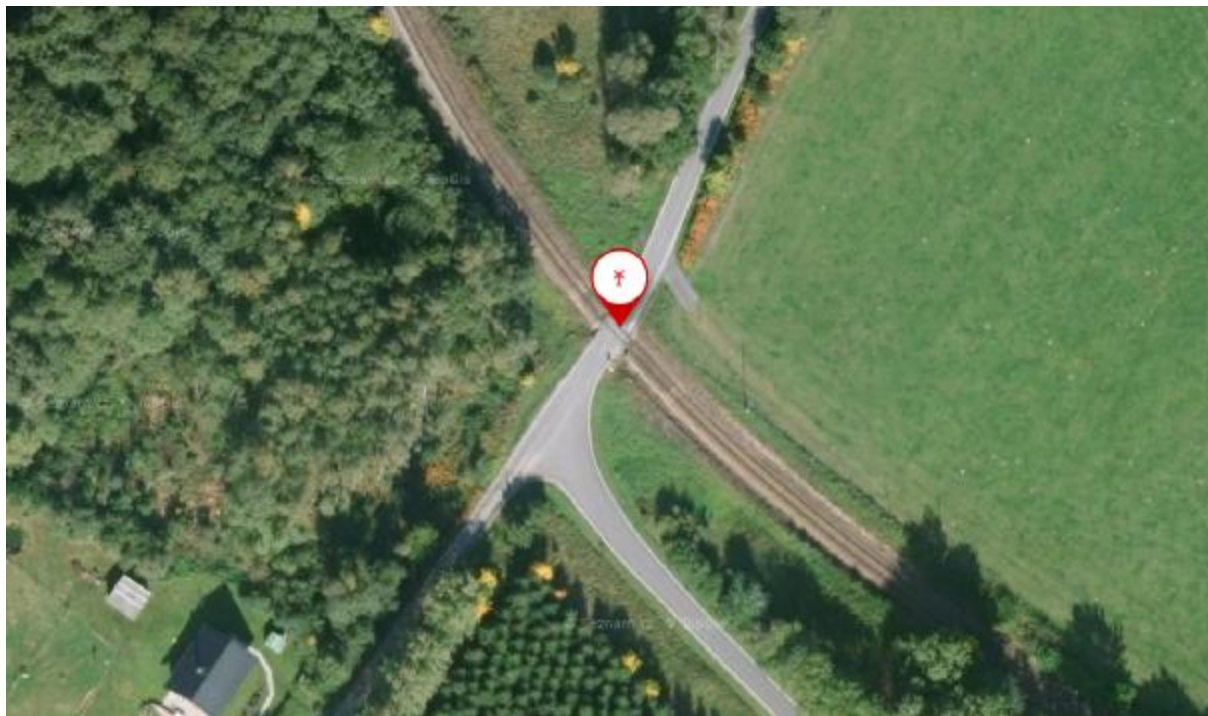
Klimatická charakteristika chladné oblasti	CH7
Počet letních dní	10–30
Počet dní s prům. teplotou 10 °C a více	120–140
Počet dní s mrazem	140–160
Počet ledových dní	50–60
Prům. lednová teplota	-3 až -4
Prům. červencová teplota	15–16
Prům. dubnová teplota	4–6
Prům. říjnová teplota	6–7
Prům. počet dní se srážkami 1 mm a více	120–130
Suma srážek ve vegetačním období	500–600
Suma srážek v zimním období	350–400
Suma srážek celkem	850–1000
Počet dní se sněhovou pokrývkou	100–120

Geologické poměry – z regionálně-geologického hlediska lze zájmové území zařadit do soustavy: Český masiv - krystalinikum a prevariské paleozoikum, oblasti: moldanubická oblast (moldanubikum), regionu: metamorfní jednotky v moldanubiku. Skalní podklad je v místě přejezdu P1466 zastoupen metamorfovanou krystalickou horninou - konkrétně dvojslídnuou pararulou proterozoického až spodnopaleozoického stáří. Skalní podklad je v celé ploše překryt kvartérním pokryvem.

Kvartérní pokryv je zde obecně zastoupen smíšenými deluviofluviálními sedimenty. Jedná se o částečně přeplavené svahoviny hlinitopísčitého charakteru s částečně opracovanými fragmenty a obsahem štěrků a kamenů vel. do 10cm. Dle archivních údajů dosahuje kvartérní pokryv mocnosti 2-4m.

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 je vyvinutý hydrogeologický kolektor, a to v prostředí přípovrchové partie skalního podkladu. Jedná se o puklinový kolektor hydrogeologického masivu s proměnlivým podílem průlinové porozity v pásnu přípovrchového rozpukání a rozpojení hornin, který je výrazně závislý na dotacích srážkové vody. Předpokládaný směr proudění podzemní vody v zájmovém území se dle archivní dokumentace odehrává severním směrem k toku

Chrobolského potoka (cca 120m severním směrem). Kvartérní pokryv, tvořený polymiktní směsí přeplavených gravitačně přesunutých zvětralin pararuly a fluvialních sedimentů charakteru štěrkopísku, je vzhledem k vysokému obsahu písčité frakce vysoce průlinově propustný, voda rychle zasakuje směrem k povrchu skalního podkladu. Hladina podzemní vody nebyla nově realizovanými pracemi zastižena (do hl. 1,60m pod ložnou plochu pražce).



Obr. 1 Výřez letecké a geologické mapy 1:50 000 (list 32-21 Prachovice, zdroj GEOFOND ČR)

4. Železniční přejezd P1467 v km 37,303

Jedná se o úrovnňový železniční přejezd přes místní zpevněnou pozemní komunikaci vedoucí z obce Chroboly (okres Prachatice) do vesnice Ovesné (součást obce Chroboly). Přejezd se nachází cca 1km jihozápadně od centra obce Chroboly. V případě žel. přejezdu P1467 v km 36,795 tvoří svrchní (přejezdovou) část konstrukce živičný povrch položený mezi ochrannými kolejnicemi. Navazující část je tvořena taktéž živičným povrchem. Realizace kopané sondy proběhla za hlavami pražců. Popis je prováděn od úložné plochy dřevěných pražců. Přejezd je situován na mírně ukloněném svahu se S expozicí a sklonem do 5°. Současně se nachází na pravé straně mělkého údolí, které vytvořil tok Chrobolského potoka. Konstrukce přejezdu se nachází v přechodu násypu do mělkého zářezu (ve směru staničení). Odhadovaná nadmořská výška konstrukce činí cca 772.4 m n.m.



Obr. 2 Pohled na místo provádění sondáže

V rámci geotechnického průzkumu byla za hlavami pražců provedena kopaná sonda K1. Následně byla po začištění v jejím dně realizována statická zatěžovací zkouška SZZ1. Poté byla kopaná sonda prohloubena zarážená sonda ZS1 (situace sond je znázorněna v Příloze č. 1).

popis K1 (viz Příloha č. 2):

- | | |
|-------------|---|
| 0,00 - 0,15 | dřevěný pražec (šterkové lože v mezipražcovém znečištěné, hlína s vegetací) |
| 0,15 - 0,41 | kolejové lože (fr. 32/63) znečištěné, mezerní hmota písčitá hlína tuhé konzistence |
| 0,41 - 0,67 | šedý hlinitý písek s příměsí šterku (ostrohranných fragmentů) vel. do 2cm (15%), vlhký |
| 0,67 - 1,07 | rezavě šedý zahliněný šterkopísek s obsahem subangulárních kamenů vel. do 10cm (5%), materiál je ulehlý. zavlhlý s hojnými náteky hydrooxidů železa |

provedení statické zatěžovací zkoušky SZZ 1

modul přetvárnosti $E_{\text{def},2} = E_0 = 40,91 \text{ MPa}$

opravný součinitel $z = 1,0$ (ve smyslu Tabulky 3., Přílohy 6 k předpisu SŽDC S4)

redukovaný modul přetvárnosti zeminy zemní pláně $E_{\text{pl}} = E_0 \cdot z = 40,91 \text{ MPa}$

prohloubení sondy zaráženou sondou

1,07 - 1,60 hnědý rezavě smouhovaný zahliněný písek, slídnatý, ulehlý, zvlhlý, s příměsí subangulárních šterkových zrn vel. do 2cm (10%), hojné povlaky limonitu

hladina podzemní vody nebyla zastižena

vodní režim: příznivý

5. 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 laboratorního rozboru 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)	deluviofluviální sediment (kvartér)
petrografické složení	písek hlinitý
sonda	K1
geotyp	geotyp 1
ČSN 731001 „Základová půda pod plošnými základy“ – třída/symbol	S4/SM
ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa a pozemních komunikací“	grclSa
konzistence, ulehlost	ulehlý
tabulková výpočtová únosnost (orientační hodnoty) $R_{\text{dt}} / \text{kPa}/$	250*
objemová tíha v přirozeném uložení $/\text{kN}/\text{m}^3/$	18,5

modul deformace E_{def} /MPa/	25
Poissonova konstanta ν	0,30
soudržnost efektivní c_{ef} /kPa/ soudržnost totální c_u /kPa/	3 0
úhel vnitřního tření efektivní j_{ef} /°/ úhel vnitřního tření totální j_u /°/	31 0

* platí pro šířku základu 1.0m

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)	deluviofluvialní sedimentu (kvartér)
petrografické složení	písek hlinitý s příměsí štěrku
geotyp	K1
ČSN 73 3050 „Zemní práce“ třída těžitelnosti	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“	
vhodnost pro podloží (aktivní zónu)	
ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa a pozemních komunikací“ (namrzavost)	mírně namrzavá
vodní režim	příznivý

6. Návrh ZKPP

Průzkumnými pracemi bylo zastiženo štěrkové lože bez podkladní vrstvy. Trať Čičenice - Nové Údolí, v jízdním řádu pro cestující označená číslem 197 - náleží do kategorie hlavních traťových kolejí na trati regionální. Předpis SŽDC S4 (Příloha 6, Tabulka 1.) stanovuje pro hlavní traťové koleje na tratích regionálních minimální hodnotu modulu přetvárnosti na zemní pláni $E_0 = 15\text{MPa}$ a na pláni tělesa železničního spodku min. hodnotu $E_{pl} = 30\text{MPa}$.

Pro konstrukci ZKPP je v souladu se vzorovým listem žel. spodku Ž 4.2 požadovaná délka přechodové oblasti v délce 5,0m + přechodový klín 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 $E_0 =$ činí 40,91MPa. Redukovaný modul přetvárnosti vyplývá ze vztahu $E_{or} = E_0 \cdot z = 40,91 \cdot 1,0 = 40,91\text{MPa}$ (z ... opravný součinitel (předpis SŽDC S4, Tabulka 3. Přílohy č. 6).

Hodnota redukovaného modulu přetvárnosti splňuje požadavek na minimální hodnotu modulu přetvárnosti na pláni tělesa žel. spodku. Z toho důvodu je ZKPP navržena ve variantě ZKPP 4:

- *kolejové lože*

- *podkladní vrstva štěrkodrt' fr 0/32 tř. A* tl. 0.20cm

- *podkladní vrstva štěrkodrt' fr 0/63* tl. 0.30cm

- *zemní pláň*

Návrh pražcového podloží pro případ odstranění stávající zeminy zemní pláň a její nahrazení podkladní vrstvou SD 0/63 tl. 0,3m + SD 0/32 tl. 0,2

$$k_1 = \frac{E}{E_1} = \frac{40,91}{70} = 0,58 \quad k_2 = \frac{h_1}{D} = \frac{0,5}{0,3} = 1,67$$

E modul přetvárnosti zemní pláň; redukovaný modul přetvárnosti v MPa

E_1 modul přetvárnosti podkl. vrstvy v MPa (viz Tabulka 6., Přílohy č. 13 předpisu SŽDC S4)

h_1 tloušťka podkl. vrstvy

D průměr zatěžovací desky

k_3 koeficient určený pomocí k_1 a k_2 z nomogramu

E_{e1} ekvivalentní modul přetvárnosti na povrchu podkladní vrstvy

$$E_{e1} = k_3 \times E_1 = 0,9 \times 70 = 63,0\text{MPa}$$

Tato hodnota vyhovuje požadavku na hodnotu modulu přetvárnosti E_{pl} pro daný druh ZKPP (50MPa) při navazujícím typu tratě tj. s E_{pl} 30MPa. V rámci navrhovaného řešení bude nutné provést odkop na úroveň zemní pláně tj. snížit její stávající niveletu.

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 $h_{pr} = 0,045 \cdot \sqrt{I_{mn}} = 0,045 \cdot \sqrt{700} = 1,19\text{m}$. Uvažovaná tl. podkladních vrstev SD 0/32 + SD 0/63 činí 0,50m.

Přepoččet na ekvivalentní vrstvu štěrkopísku:

$$h_{sp} = \frac{h_n \times \lambda_{spn}}{\lambda_n} = \frac{0,5 \times 2,3}{2,0} = \frac{1,15}{2,0} = 0,575\text{m}$$

h_{pr} hloubka promrzání (1,19m)

h_k tloušťka kolejového lože od úložné plochy dřevěných pražců $h_k = 0,40\text{m}$

h_{sp} tloušťka podkladní vrstvy ze štěrkopísku = 0,575m

h_{zdov} dovolené tloušťky promrznutí zemin v m (Tabulka 2., Přílohy 7 předpisu SŽDC S4) = 0,70m

$$1,19 \leq 0,40 + 0,575 + 0,70 \leq 1,675 \text{ (splněno)}$$

Z výše uvedeného vyplývá, že navržená konstrukce ZKPP vyhovuje z hlediska nutné ochrany zemní pláně před nepříznivými účinky mrazu.

V Praze, dne 11.6.2020

zpracoval: Ing. Alexandr Kačora

schválil: Martin Jech



Příloha č. 1 Situace průzkumných prací

žel. přejezd P1467 v km 37,303

