

## **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
  - Přechodové oblasti mostu v km 53,161 - str.6
- 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 : 500
3. Geologická dokumentace kopaných sond
  - 3.1 Dokumentace sondy K 53.156
  - 3.2 Dokumentace sondy K 53.167
4. Protokoly statických zatěžovacích zkoušek
  - 4.1 SZZ č.1 v K 53.156
  - 4.2 SZZ č.2 v K 53.167
5. Laboratorní rozbor zemin/sypanin
6. Návrh a posouzení ZKPP na únosnost a před účinky mrazu

## **1. ÚVOD**

Předmětem zprávy je vyhodnocení geotechnického průzkumu železničního spodku v přechodových oblastech mostu v km 53,161 trati Kralupy nad Vltavou - Louny, který převádí železniční trať přes cestu pro pěší a cyklisty do průmyslového areálu (viz. přehledná situace v příloze č.1).

Mostní objekt je součástí trati regionální, s požadovanou únosností zemní pláň  $E_0 = 15 \text{ MPa}$ , pláň 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.

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: Středočeský

Katastrální území: Slaný - kód 749362

K vyhodnocení zakázky zadavatel poskytl v elektronické podobě odkaz na mapu KN, požadovaný rozsah GTP, fotodokumentaci mostu a kontakt na správce trati.

## **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 pláň železničního spodku (SZZ),
- zjištění hlubšího podloží prohloubením kopané sondy dalším výkopem či ruční soupravou G-10.

### **2.1 TECHNICKÉ PRÁCE V TERÉNU**

Se uskutečnily dne 16.6.2021, po předchozím projednání podmínek s příslušným traťmistrem 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 štěrky do úrovně pláň 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 53.167 byla ukončena v hloubce 0,87 m od TK po dosažení pro strojní techniku neprostupného prostředí - balvan, resp. horninový masív tvořený pískovcem.

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 (TK).

Pozice obou zhotovených sond, označených kilometrickým staničením trati, je znázorněna v podrobné situaci v příloze č. 2, jejich dokumentace doložena v přílohách č. 3.1 a 3.2 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.

Statické 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/ulehlosti zemin a sypanin.

Protokoly statických zatěžovacích zkoušek tvoří samostatné přílohy č. 4.1 a 4.2.

## **2.3 VZORKOVACÍ A LABORATORNÍ PRÁCE**

Pro klasifikaci zeminového prostředí a vodního režimu v sondách byly průběžně odebrány 2 vzorky místních zemin/sypanin (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-Pacquand a namrzavost.

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

*Tabulka č. 1 Přehled geotechnických vlastností místních zemin/sypanin*

Vzorek číslo / sonda	Hloubka odběru (m)	Zemina	$I_c$	$k$ ( $\text{m.s}^{-1}$ )	$h_s$ (m)	Propustnost zeminy	Namrzavost zeminy
129 / K 53.156	0,70 - 0,75	S5 SC	1.41	$1,6 \cdot 10^{-7}$	1,30	málo propustná	namrzavá
130 / K 53.167	0,80 - 0,85	S3 S-F	-	$4,5 \cdot 10^{-4}$	nepatrná	propustná	nenamrzavá

$I_c$  ... 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 město Slaný dle obr. 1, příl. 7 k SŽDC S4 činí  $400^{\circ}\text{C.den}$

$h_{pr} = 0,90 \text{ m}$

Vyhodnocení vodního režimu zemní pláň je provedeno s přihlédnutím ke kritériím čl. 10, přílohy 7 citovaného předpisu podle konzistence zemin. V obou sondách je stanovený jako příznivý.

## **3. GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY ÚZEMÍ**

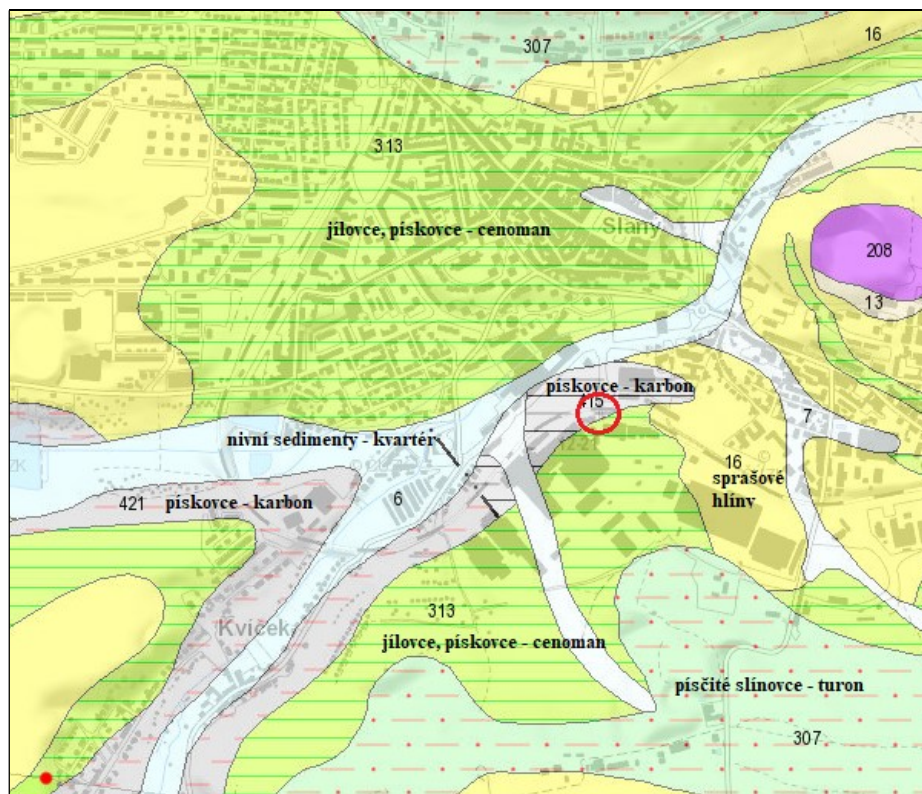
Železniční trať je v předmětném úseku v místě mostu vedena po mírném svahu v ÚT či mělkém odřezu, v nadmořské výšce cca 272 - 277 m n. m.

Geomorfologicky náleží prostor s mostem k celku Pražská plošina, k podcelku Kladenská tabule a okrsku Slánská tabule (kód VA-2B-b), s reliéfem předurčeným geologickou stavbou území, jejím tektonickým porušením a zvětráním.

### **Předkvartérní podloží**

Z výřezu geologické mapy je patrná vcelku jednoduchá geologická stavba zájmového území. Předkvartérní podloží buduje komplex diageneticky zpevněných sedimentárních hornin středočeského a západočeského mladšího paleozoika, stáří svrchní karbon, reprezentovaný liňským souvrstvím, ve vývoji různorodých a arkózových pískovců, s podřízeným obsahem aleuropelitů a slepenců, ve výřezu geomapy zobrazený šedými

plochami s kódem č. 415. Na povrch terénu přímo nevystupují. V jeho blízkosti i pod kvartérními sedimenty vykazují proměnlivé zvětrání, resp. vlivem chybějícího či vylouženého mezizrnného tmelu rozdílný stupeň zpevnění/oslabení. Mají až masivní texturu a nezřetelnou lavicovitou odlučnost. Balvanité eluvium, či možná rostlý horninový masív tř. R4 ověřuje sonda K 53.176 od 0,87 m pod TK.



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

### Kvartérní pokryv

Reprezentují deluvio-eluviální sedimenty pleistocenního stáří. Jedná se o zvětraliny písčitého, písčito-štěrkovitého až kamenitého charakteru. Jejich původní mocnost je setřena zemními pracemi při stavbě trati. Částečně se může jednat i o sypaninu získanou z odřezových partií. Mají složení písku s příměsí jemnozrnné zeminy až písku jílovitého, s relikty a úlomky mateční horniny v různém stupni zaoblení, případně kamenů s písčitou výplní.

Uložení antropogenního původu zahrnují jednak těleso nízkého náspu v přechodových oblastech trati, zhotovené z písčitéch zemín/zvětralin a dále vlastní štěrkové lože.

### Hydrogeologické poměry

Z hlediska hydrogeologického členění ČR patří zájmové území do regionálně rozsáhlého rájónu základní vrstvy č. 5140 - Kladenská pánev, který zahrnuje diageneticky zpevněné sedimentární horniny permokarbonu, ojediněle prorážené izolovanými tělesy vulkanitů. Faciální proměnlivost a heterogenita prostředí (pískovce, prachovce, slepence, jílovce) v něm vytváří řadu nesouvislých izolovaných zvodní - dílčích hydrogeologických struktur, s průlinovo-puklinovou propustností, místy s napjatou hladinou s pozitivní výtlačnou

výškou, podmíněnou střídáním poloh psamitů a pelitů. S hloubkou uložení klesá propustnost horninového prostředí a zvodnění má převážně lokální význam.

S ohledem na hloubku realizovaných sond v kolejišti, jejich pozici na náspu přechodových oblastí a celkové morfologii terénu, nebylo žádné zvodnění zjištěno.

Z hydrologického hlediska zájmové území náleží do dílčího povodí 4. řádu Červeného potoka, číslo hydrologického pořadí 1-12-02-0780-0-00, který protéká cca 200 m severně. Podle serveru HEIS VÚV TGM zde nejsou vymezena žádná ochranná pásma podzemních vodních zdrojů, ani CHOPAV.

#### **4. VÝSLEDKY GEOTECHNICKÉHO PRŮZKUMU**

Mocnosti konstrukčních vrstev, zjištěné druhy zemin obou plání, změřené hodnoty modulu přetvárnosti pláně žel. spodku  $E_{pl}$ , totožné se zemní plání  $E_0$  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 SZDC S4 pro příslušný druh nesoudržné zeminy.

#### **PŘECHODOVÉ OBLASTI MOSTU V KM 53,161**

##### Provedené práce:

Sonda K 53.156 - příloha č. 3.1

SZZ č. 1 v K 53.156 - příloha č. 4.1

Sonda K 53.167 - příloha č. 3.2

SZZ č. 2 K 53.167 - příloha č. 4.2

Vrstva kolejového lože „hk“ má pod betonovými pražci nedostatečnou mocnost 28 cm a 18 cm. Šterkové lože je v úrovni pražců čisté, pod pražci mírně až silně znečištěné tmavě hnědým hrubozrnným hlinitým pískem s příměsí škváry, klasifikované třídami G2 GP (šterk špatně změněný) a G3 G-F (šterk s příměsí jemnozrnné zeminy).

Konstrukční vrstva mezi ŠL a zemní plání, zhotovená z písku se šterky vel. do 2 cm, tř. S3 S-F, byla v mocnosti 4 cm zjištěna pouze v sondě K 53.156 (interval 0,65 - 0,69 m pod TK). Podle odporu při hloubení je sypanina hodnocena jako středně ulehlá, s relativní hutností  $I_D = 0.50 - 0.65$  (50 - 65%).

Zemní pláň, resp. svrchní partie náspu v sondě K 53.156 jsou zhotovené z písčitých zemin (zvětralín pískovců a méně slepenců), charakteru soudržného stejnozrnného jílovitého písku, se zaoblenými úlomky pískovce vel. do 6 cm, třídy S5 SC, s pevnou konzistencí mezizrnné výplně, s  $I_c = 1.41$ . Jedná se o zeminovou sypaninu namrzavou, málo propustnou ( $k = 1,6 \cdot 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$ ), s kapilární vztlakovostí  $h_s = 1,30 \text{ m}$ . Od 0,84 m pod TK písek jílovitý střídá nesoudržný střednozrnný písek se šterky vel. do 2 cm, tř. S3 S-F (nenamrzavý, propustný s  $k = 4,5 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$ , s nepatrnou kapilární vztlakovostí  $h_s$ , ulehlý, s relativní hutností  $I_D \geq 0.65$  ( $\geq 65\%$ )).

V sondě K 53.167 zemní pláň tvoří zcela odlišný druh zeminy/sypaniny - kamenito-balvanitá suť s písčitou výplní, tř. Cb,B+S3 S-F. Od 0,87 m pod TK zjištěné drapákem netěžitelné prostředí představuje buď velký balvan nebo skalní horninu tř. R4.

Tabulka č. 2 Souhrn výsledků zjištěných GTP

Sonda číslo, dle stančení	Drážní štěrka celkem (cm)	Drážní štěrka 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 $E_{0r}$ (MPa)
<b>K 53.156</b>	48	28	4 <sup>(1)</sup>	S5 SC - - S3S-F	konstantní	namrzavá	příznivý	$E_{pl} = E_0 = 25,0$	zemní pláně $E_0$ (MPa)	0,90	22,5
<b>K 53.167</b>	38	18	-	Cb+S3 S-F	roste	nenamrzavá	příznivý	$E_{pl} = E_0 = 64,6$	zemní pláně $E_0$ (MPa)	0,90	58,1

Vysvětlivky: 1/ písek se štěrky S3 S-F  
změřená hodnota

Červeně zvýrazněná hodnota upozorňuje na nedostatečnou únosnost pláně železničního spodku.

HPV nebyla sondami zjištěna a vodní režim je po obou stranách mostu na náspu klasifikovaný jako příznivý (difúzní).

Měřením SZZ zjištěné moduly přetvárnosti v úrovni pláň železničního spodku, totožné se zemní plání, činí  $E_{pl} = E_0 = 25,0$  MPa v K 53.156 a  $E_{pl} = E_0 = 64,6$  MPa v K 53.167. V sondě K 53.156 redukovaná hodnota modulu přetvárnosti  $E_{0r} = 22,5$  MPa vyhovuje jen pro zemní pláň (nedostatečná je pro pláň železničního spodku i pro ZKPP). Naproti tomu v sondě K 53.167  $E_{0r} = 58,1$  MPa v zásadě vyhovuje i ZKPP.

Vyšší poměry deformačních modulů  $E_2/E_1 = 3,73$  a  $4,10$  ze SZZ ukazují na přítomnost kamenité složky, hlubší ovlivnění prostředí zuby drapáku, či na možnost lokálního vyplavování stejnozrné písčité výplně.

## **5. ZÁVĚR**

Z geotechnického průzkumu železničního spodku (pražcového podloží), provedeného v přechodových oblastech mostu v km 53,161 na trati Kralupy nad Vltavou - Louny, vyplývají následující zjištění:

- štěrkové lože je v úrovni pražců čisté, pod ložnou plochou pražců mírně až silně znečištěné tmavě hnědým hrubozrnným hlinitým pískem s příměsí škváry; pod betonovými pražci má nedostatečnou mocnost 28 cm a 18 cm,
- konstrukční vrstva pod ŠL prakticky chybí,
- pláň železničního spodku je totožná se zemní plání,
- tvoří ji dva zrnitostně odlišné druhy zemin/sypanin; jílovitý písek a písek s příměsí jemnozrné zeminy, tříd S5 SC a S3 S-F, v sondě K 53.156 a kamenito-balvanitá sut' s písčitou výplní, tř. Cb,B+S3 S-F, v sondě K 53.167,
- zrnitostnímu složení plání odpovídají též zjištěné únosnosti (v sondě K 53.156 splňuje redukovaný modul přetvárnosti požadavek jen pro zemní pláň; naproti tomu v sondě K 53.167 je  $E_{0r}$  v zásadě dostatečný i pro ZKPP),
- dosažení potřebných únosností v přechodových oblastech mostu je řešeno pomocí konstrukce PP TYPu 2, se sanační vrstvou ze ŠD fr. 0-63 mm tl. 300 mm a s podkladní vrstvou ze ŠD fr. 0-32 mm tl. 200 mm,
- posouzení navržené konstrukce na únosnost a účinky mrazu je doložené v příloze č. 6 pro nižší únosnost v sondě K 53.156,
- technické obtíže při zhotovování ZKPP lze očekávat v okolí sondy K 53.167 (zvýšená těžitelnost tříd 5 / II, nutnost použití hydraulického kladiva),
- ŠL, složené vesměs z magmatických hornin (bazalty, granodiority), bude po přečištění dále využitelné.

Odpovědný řešitel: Ing. Luboš Med

odborná způsobilost v IG 1570/2002

Hradec Králové, 28. 6. 2021

Ing. Pavel Žaba  
ředitel společnosti