

## **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 53,910 - str.6
- 5. Závěr** - str. 8

### Tabulky v textu:

1. Přehled geotechnických vlastností místních zemin/sypanin - str. 4
2. Souhrn výsledků zjištěných GTP - str. 8

### 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 53.902
  - 3.2 Dokumentace sondy K 53.921
4. Protokoly statických zatěžovacích zkoušek
  - 4.1 SZZ č.3 v K 53.902
  - 4.2 SZZ č.4 v K 53.921
5. Laboratorní rozborů 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 53,910 trati Kralupy nad Vltavou - Louny, který převádí železniční trať přes ulici Smečenskou ve Slaném, se silnicí II/118 (viz. přehledná situace v příloze č.1).

Mostní objekt je součástí trati regionální, s požadovanou únosností zemní pláň  $E_0 = 15$  MPa, pláň železničního spodku  $E_{pl} = 30$  MPa a v přechodových oblastech se ZKPP s únosností  $E_{pl} = 50$  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  
Kvíc - kód 749532

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 štěrk 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, v kombinaci s odvrtem ruční soupravou G-10, se spirálovým vrtným nástrojem  $\varnothing$  60 mm. Sonda K 53.902 byla ukončena v hloubce 0,93 m od TK po dosažení pro strojní techniku neprostupného prostředí - horninového masívu tvořeného pískovcem tř. R4.

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 (snížovaný) 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

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-Pacquant 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/sypání*

| Vzorek<br>číslo / sonda | Hloubka<br>odběru<br>(m) | Zemina | $I_c$ | $k$<br>( $\text{m.s}^{-1}$ ) | $h_s$<br>(m) | Propustnost<br>zeminy | Namrzavost<br>zeminy |
|-------------------------|--------------------------|--------|-------|------------------------------|--------------|-----------------------|----------------------|
| 131 / K 53.902          | 0,80 - 0,90              | G3 G-F | -     | $2,2 \cdot 10^{-4}$          | nepatrná     | propustná             | nenamrzavá           |
| 132 / K 53.921          | 0,70 - 0,80              | S3 S-F | -     | $9,0 \cdot 10^{-5}$          | 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**

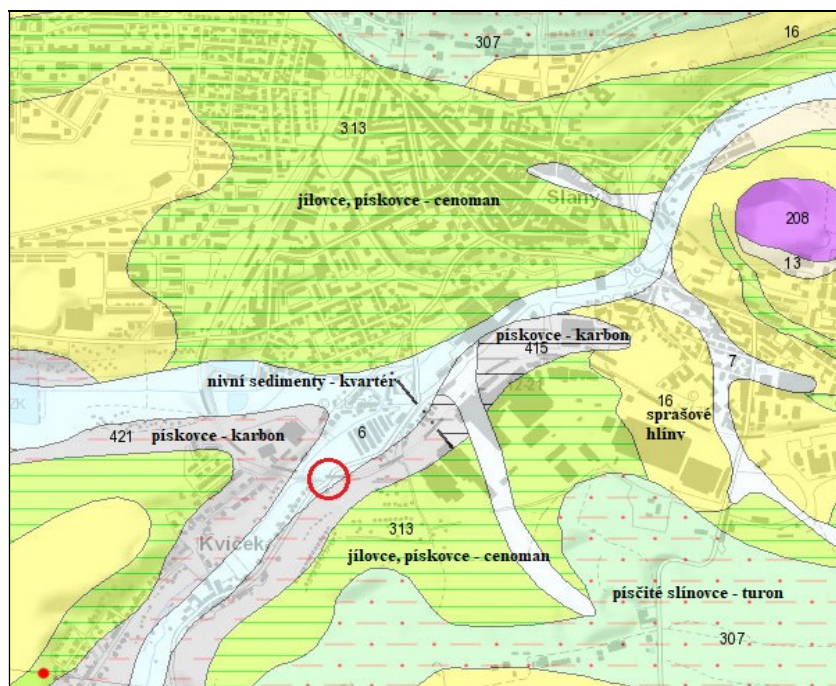
Mostní objekt je situovaný do svahu horninového masívu. Nadmořská výška terénu se v okolí mostu pohybuje v rozmezí 265 - 272 m n. m.

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 slánským souvrstvím, ve vývoji různozrnných a arkózových pískovců, s podřízeným obsahem aleuropelitů a slepenců. Ve výřezu geomapy jsou zobrazené šedými plochami s kódem č. 421. Na povrch terénu vystupují jednak v přirozených výchozech vpravo od silnice II/118 ve směru do centra města a dále jsou odkryté v odřezu železniční trati vlevo

před mostem. Pískovce na povrchu 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. V souvrství jsou patrné subhorizontální partie s rozdílnou pevností a odolností vůči zvětrávání. Strop pískovců vykazuje v prostoru mostu sklon cca 40° k Z a SZ. Rostlý horninový masív tř. R4 ověřuje sonda K 53.902 od 0,93 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-šterkovitého 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 a šterku s příměsí jemnozrnné zeminy až písku jílovitého, s relikty a úlomky mateční horniny v různém stupni zaoblení, případně kamenů s písčitou výplní.

Uložení prokazatelně antropogenního původu představují těleso náspu výšky cca až 5 m, navazující na most ve směru rostoucího staničení, zhotovené z písčitých zemin/zvětralin a ověřené sondou K 53.921. Jeho podloží tvoří nivní sedimenty nedalekého Šternberského potoka.

### 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 celkovou morfologii terénu, nebylo žádné zvodnění zjištěno.

Kvartérní zvođen, vázaná na prostředí navážek a nivních sedimentů, vytváří dle IG průzkumu volnou souvislou hladinu, ustálenou v hloubce 2,60 m pod patou náspu (cca 6 - 7 m od TK v místě sondy K 53.921).

Z hydrologického hlediska zájmové území náleží do dílčího povodí 4. řádu Šternberského potoka, číslo hydrologického pořadí 1-12-02-0770-0-00, který protéká cca 100 m západně.

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  $E_{or}$  (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 SŽDC S4 pro příslušný druh nesoudržné zeminy.

#### **PŘECHODOVÉ OBLASTI MOSTU V KM 53,910**

##### Provedené práce:

Sonda K 53.902 - příloha č. 3.1  
SZZ č. 3 v K 53.902 - příloha č. 4.1  
Sonda K 53.921 - příloha č. 3.2  
SZZ č. 4 K 53.921 - příloha č. 4.2

Vrstva kolejového lože „hk“ má pod betonovými pražci nedostatečnou mocnost 26 cm jen v sondě K 53.902. 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 zrněný) a G3 G-F (šterk s příměsí jemnozrnné zeminy).

Konstrukční vrstva mezi ŠL a zemní plání nebyla zjištěna.

Zemní plán v sondě K 53.902 tvoří písčito-šterkovitá suť tř. G3 G-F+Cb. Od 0,93 m pod TK zjištěné drapákem netěžitelné prostředí představuje podle dosavadních poznatků hornina tř. R4. Těleso náspu v K 53.921, zhotovené z písčitých zemin (zvětralin pískovců a méně slepenců), charakteru nesoudržného nestejnozrnného písku, se zaoblenými šterky a s úlomky pískovce vel. do 4 cm, je klasifikováno třídou S3 S-F. Jedná se o zeminovou sypaninu nenamrzavou, propustnou ( $k = 9,0 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$ ), s nepatrnou kapilární vzlínavostí  $h_s$ . Obdobné vlastnosti má i suť ze sondy K 53.902.

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

Tabulka č. 2 Souhrn výsledků zjištěných GTP

| Sonda číslo,<br>dle staničení | Drážní štěrka<br>celkem (cm) | Drážní štěrka<br>zmečištěný (cm) | Konstrukční<br>vrstva (cm) | Třída zeminy<br>zemní pláně | Kvalita do podloží<br>(podle vrstevního sledu) | Namrzavost<br>zemní pláně | Vodní režim<br>zemní pláně | Modul přetvárnosti<br>žel. spodku $E_{pl}$ (MPa) | Modul přetvárnosti<br>zemní pláně $E_0$ (MPa) | Opravný součinitel „z“ | Redukovaný modul<br>zemní pláně $E_{0r}$ (MPa) |
|-------------------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------------|-----------------------------|--|---------------------------|----------------------------|--|---|------------------------|--|
| <b>K 53.902</b>               | 46                           | 26                               | -                          | G3 G-F<br>+Cb               | roste  | nenamrzavá                | příznivý                   | $E_{pl} = E_0 = 56,7$                            | zemní pláně $E_0 = 56,7$                      | 1,00                   | 56,7   |
| <b>K 53.921</b>               | 59                           | 39                               | -                          | S3 S-F                      | konstatní                                      | nenamrzavá                | příznivý                   | $E_{pl} = E_0 = 34,3$                            | zemní pláně $E_0 = 34,3$                      | 0,90                   | 30,9   |

Vysvětlivky: **změřená** hodnota

Červeně zvýrazněná hodnota upozorňuje na nedostatečnou únosnost ZKPP.

Měřením SZZ zjištěné moduly přetvárnosti v úrovni pláň železničního spodku, totožné se zemní plání, činí  $E_{pl} = E_0 = 56,7$  MPa v K 53.902 a  $E_{pl} = E_0 = 34,3$  MPa v K 53.921. V sondě K 53.902 redukovaná hodnota modulu přetvárnosti  $E_{0r} = 56,7$  MPa v zásadě vyhovuje i pro ZKPP. Naproti tomu v sondě K 53.921  $E_{0r} = 30,9$  MPa splňuje požadavky pro obě pláň, nikoli pro ZKPP.

Vyšší poměry deformačních modulů  $E_2/E_1 = 8,34$  a  $6,12$  ze SZZ ukazují na přítomnost kamenité složky a hlubší ovlivnění/rozvolnění prostředí zuby drapáku.

## **5. ZÁVĚR**

Z geotechnického průzkumu železničního spodku (pražcového podloží), provedeného v přechodových oblastech mostu v km 53,910 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 26 cm jen v sondě K 53.902,
- konstrukční vrstva pod ŠL zcela chybí,
- pláň železničního spodku je totožná se zemní plání,
- tvoří ji dva zrnitostně odlišné druhy zemin/sypanin; písčito-štěrkovitá suť s kamenitou složkou, tř. G3 G-F+Cb v sondě K 53.902 a písek s příměsí jemnozrnné zeminy, tř. S3 S-F, v sondě K 53.921,
- zrnitostnímu složení plání odpovídají též zjištěné únosnosti (v sondě K 53.902 redukovaný modul přetvárnosti je v zásadě dostatečný i pro ZKPP, v sondě K 53.921  $E_{0r}$  vyhovuje pro obě pláň),
- 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 53.921,
- technické obtíže při zhotovování ZKPP lze očekávat v okolí sondy K 53.902 (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