

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. 2
 - 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 inženýrskogeologického průzkumu pražcového podloží** - str. 6
 - 4.1 ZKPP v km 3,300 - str. 6
 - 4.2 ZKPP v km 3,274 - str. 8
- 5. Závěr** - str. 8

Tabulky v textu:

1. Přehled geotechnických vlastností místních zemin/sypanin - str. 3
2. Souhrn výsledků zjištěných IGP PP - str. 7

Přílohy:

1. Přehledná situace trasy M 1 : 10 000
2. Situace realizovaných sond M 1 : 500
3. Geologická dokumentace kopaných sond
 - 3.1 Dokumentace sondy K 3.300
 - 3.2 Dokumentace sondy K 3.274
4. Protokoly statických zatěžovacích zkoušek
 - 4.1 SZZ č.1 v K 3.300
 - 4.2 SZZ č.2 v K 3.274
5. Laboratorní rozbory zemin/sypanin
6. Návrh a posouzení ZKPP na únosnost a před účinky mrazu
 - 6.1 Návrh a posouzení ZKPP v km 3,300
 - 6.5 Návrh a posouzení ZKPP v km 3,274

1. ÚVOD

Předmětem zprávy je vyhodnocení inženýrskogeologického průzkumu železničního spodku (pražcového podloží) v přechodových oblastech mostu v km 3,286 trati Řetenice - Úpořiny (viz přehledná situace v příloze č. 1). Jedná se o trať s navrhovanou max. rychlostí $V_{\max} < 80 \text{ km.h}^{-1}$, s požadovanou únosností na zemní pláni $E_{\min,ZP} = 15 \text{ MPa}$ a v přechodových oblastech mostu se ZKPP na pláni železničního spodku $E_{\min,PL} = 70 \text{ MPa}$. Získané výsledky slouží jako podklad projektové dokumentace na rekonstrukci mostu.

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: Ústecký

Katastrální území: Teplice - kód 766003

K vyhodnocení zakázky zadavatel poskytl v elektronické podobě, ve formátu pdf, zakres míst požadovaných sond a kontakt na správce trati.

2. METODIKA PRŮZKUMNÝCH PRACÍ

Náplň inženýrskogeologického průzkumu PP vychází z přílohy 9 předpisu SŽ S4 - Železniční spodek (účinnost od 1. 1. 2021).

Místa se zjištěním únosnosti pro návrh nové skladby ZKPP zahrnují následující dílčí operace:

- ručně kopanou sondu na zemní plán 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 zemní pláně (SZZ),
- zjištění hlubšího podloží (subpláně) prohloubením kopané sondy prokopáním či ruční soupravou G 10 se spirálovým vrtným nástrojem $\varnothing 60 \text{ mm}$.

2.1 TECHNICKÉ PRÁCE V TERÉNU

Se uskutečnily dne 9.9.2021 po předchozím projednání podmínek s příslušným správcem trati, tj. možnost provedení průzkumu v provozních pauzách. Po změření SZZ, prohloubení, popisu geologem a odběru vzorků 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 sond jsou vztaženy k hlavám kolejnic (TK). Jejich dokumentace tvoří přílohy č. 3.1 a 3.2 předkládané zprávy, pozice je vyznačena v situaci M 1 : 500 v příloze č. 2. Jsou označeny kilometrickým staničením trati.

2.2 ZJIŠTĚNÍ MODULU PŘETVÁRNOSTI

Modul přetvárnosti, jako základní kritérium únosnosti, je určený statickou zatěžovací zkouškou postupem ve znění přílohy 5 kap. A SŽ 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 opřené 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 pláň se použila zatěžovací deska kruhového průřezu o průměru 0,30 m se středovým snímačem zatlačení a maximální měrný tlak $p = 0,2 \text{ MPa}$, 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. 18 přílohy 5 SŽ S4, vyhodnocovací jednotkou na základě průběžně elektronicky snímaných a zaznamenávaných dat. Dále je stanovený poměr deformačních modulů E_2/E_1 jako kritérium zhutnění 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 odebral řešitel akce celkem 3 vzorky místních zemin/sypanin, uložené ihned po odběru do PE sáčků pro zachování přirozené vlhkosti. Jejich soupis a zjištěné vlastnosti obsahuje následující tabulka č. 1.

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 všechny vzorky zemin do 3. třídy kategorie B (dříve tzv. poloporušené vzorky).

Tabulka č. 1 Přehled geotechnických vlastností místních zemin/sypanin

Vzorek číslo / sonda	Hloubka odběru (m)	Zemina	I_c	k (m.s^{-1})	h_s (m)	Propustnost zeminy	Namrzavost zeminy
552 / K 3.274	0,80 - 0,95	G3 G-F	-	$1,1 \cdot 10^{-4}$	nepatrná	propustná	mírně namrzavá
553 / K 3.300	0,65 - 0,80	G3 G-F	-	$3,7 \cdot 10^{-4}$	nepatrná	propustná	mírně namrzavá
554 / K 3.300	0,85 - 1,00	F6 CI	1.11	$< 3 \cdot 10^{-8}$	3,30	velmi nepropustná	nebezpečně namrzavá

I_c ... stupeň konzistence k ... filtrační součinitel (odvozený ze zrnitostních rozborů)

h_s ... výška kapilárního výstupu vody při 100 % saturaci zeminy

Přiřazené hodnoty filtračního součinitele odpovídají tabulce 7, přílohy 10 SŽ S4.

Veškeré vzorky zpracovala a vyhodnotila laboratoř mechaniky zemin a analýzy stavebních vod Lahučká Blanka, Pardubice, laboratorními rozborů v souladu s postupy specifikovanými:

ČSN CEN ISO/TS 17892-1 Stanovení vlhkosti zemin

ČSN CEN ISO/TS 17892-4 Stanovení zrnitosti 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 SŽ S4. Dále jsou ze zrnitostních analýz odvozeny hodnoty filtračního součinitele metodou Mallet-Paquant, namrzavost a kapilární vztlakovost.

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

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 zjištěna (trať vedená na náspu),

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 území s mostem dle tab. 1, příl. 7 k SŽ S4 činí 375°C.den
pro výškové pásmo 200 - 300 m n. m.,

$h_{pr} = 0,87 \text{ m}$.

Vyhodnocení vodního režimu zemní pláň v sondách je provedeno kombinací kritérií čl. 14 a 15, přílohy 7 předpisu SŽ S4. V obou staničeních vychází vodní režim jako příznivý.

3. GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY ÚZEMÍ

Předmětný most se nachází při jižním okraji města Teplice, vedle křižovatky ulic Novoveská a Rumunská, v prostoru s nadmořskou výškou v rozmezí 248 - 252 m n. m. (okolní terén - koruna náspu železniční trati).

Geomorfologicky území jižně od Teplic náleží do oblasti Podkrušnohorské, k celku České středohoří a okrsku Teplické středohoří (kód IIIB-5B-c), s velmi členitým terénem podkrušnohorské pánve, prorážené skupinami i jednotlivými tělesy vulkanických hornin, tvořícími charakteristické oblé a kuželovité dominanty.

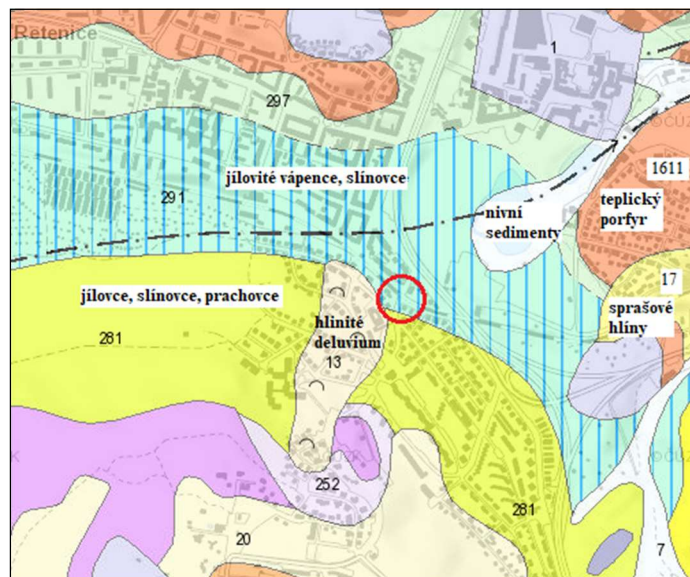
Předkvartérní podloží

Z regionálně geologického hlediska zájmový prostor má pestrou a složitou geologickou stavbu. Z výřezu geologické mapy výše vyplývá, že ho budují především zpevněné sedimenty české křídové pánve, náležející konkrétně k teplickému souvrství (svrchní křída, turon - coniac) v oháreckém faciálním vývoji, zastoupenému jílovci/slínovci a jílovitými vápenci (v geomapě modrozelená plocha s č. 291). K jihu na ně navazují jílovce, slínovce a vápnité prachovce březenského souvrství (svrchní křída, coniac - santon), zobrazené žlutozelenou plochou pod č. 281. Směrem k severu a do centra Teplic vystupují k povrchu terénu horniny krušnohorského krystalinika, reprezentované významným a rozsáhlým tělesem teplického ryolitu karbonského stáří (dříve zvaného jako teplický křemenný porfyr). Jeho strop se vlivem tektonického porušení, pochodů v třetihorách (vznik uhelných pánví, vulkanismus), eroze a denudace v období kvartéru nachází v proměnlivé hloubce pod stávajícím povrchem terénu. Do prostoru mostu nezasahuje.

Kvartérní pokryv

V zájmovém místě reprezentují pouze deluviální hlinito-jílovité sedimenty stáří pleistocén - holocén, vesměs malých mocností do 2,00 m. Tvoří přímé podloží tělesa náspu.

V souvislosti se zástavbou jsou kvartérní sedimenty zastřeny různě mocnou vrstvou navážek z různorodých materiálů, zahrnujících tělesa násypů železniční trati, zásypy terénních nerovností a inženýrských sítí, konstrukční vrstvy komunikací a zpevněných ploch. Tělesa násypů navazujících na most byla vybudovaná z jílovitých zemin (slínů) a drceného kameniva s písčito-prachovitou výplní a lokálně s kamenitou složkou.



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

Hydrogeologické poměry

Na základě hydrogeologického členění ČR (server HEIS VÚV TGM) zájmové území náleží do rajónu základní vrstvy č. 6133 - Teplický ryolit (dříve teplický křemenný porfyr), představující vulkanickou horninu karbonského stáří. Dále zahrnuje zpevněné sedimentární horniny svrchní křídly a v jižní části též terciérní vulkanity. Rajón charakterizuje nevymezený kolektor, puklinová propustnost a napjatá hladina. Tektonicky postižený ryolit je propustný do značných hloubek a m.j. se na něj váží teplické termální prameny. K intenzivnějšímu oběhu dochází lokálně též v zóně mělce podpovrchového rozpojení hornin a ve zvětralinovém plášti, které mají též vyšší propustnost. Odvodňování se děje v místech erozních bází.

Hladina podzemní vody v místě mostu je hluboko zakleslá, přítomnost puklinové zvodně lze očekávat v hloubce > 10 m. S ohledem na hloubku realizovaných sond v kolejišti, jejich umístění na náspu výška cca 4 m a složení tělesa náspu, nebylo žádné zvodnění zjištěno.

Území náleží do dílčího povodí 4. řádu Bystřice (též Teplický potok), číslo hydrologického pořadí 1-14-01-0770-0-00-00, která protéká cca 1,50 km severovýchodně, blíže k centru.

Ochranný režim území

Zájmový prostor k provedení průzkumných geologických prací se nachází mimo zvláště chráněná území přírody ve smyslu zákona č. 114/1992 Sb, není součástí CHOPAV, ani nespadá do ochranných pásem vodních zdrojů.

Stávající most leží na rozhraní dvou ochranných pásem II. stupně (IIA a IIC, hranici tvoří železniční trať) přírodních léčivých zdrojů a ve vnějším území lázeňského místa Teplice. Geologické práce spojené se zásahem do pozemku jsou vázány dle § 37 odst. 3 zákona č. 164/2001 Sb. (lázeňský zákon) na souhlas dotčeného správního úřadu (Ministerstvo zdravotnictví ČR - Český inspektorát lázní a zřídel).

4. VÝSLEDKY INŽENÝRSKOGEOLOGICKÉHO PRŮZKUMU PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ

Mocnosti ŠL, konstrukčních vrstev, zjištěné druhy zemin zemní pláně a subpláně, naměřené hodnoty modulů přetvárnosti $E_{2,IGP}$ v úrovni zemní pláně a jejich redukované hodnoty E_r (moduly násobené opravným součinitelem „z“) podle aktuálních vlastností zemin jsou souhrnně sestaveny v tabulce č. 2 na následující stránce č. 7.

Opravné součinitele „z“ zemin vycházejí z tab. 1 přílohy 9 k předpisu SŽ S4 pro příslušný druh zeminy.

4.1 ZKPP v km 3,300

Provedené práce:

Sondy: K 3.300 - př. č. 3.1,

SZZ: č. 1 - př. č. 4.1.

Vrstva kolejového lože „h_{kl}“ má pod betonovými pražci nedostatečnou mocnost a to 25 cm. Šterkové lože, převážně z vulkanických hornin (čedičů) se zrní vel. do 7 cm, místy až 12 cm, je v úrovni pražců čisté, pod LPP mírně znečištěné jemným hnědošedým hlinitým pískem, klasifikované třídami G2 GP a G3 G-F+Cb.

Stávající konstrukční vrstva mezi ŠL a zemní plání je v mocnosti 20 cm zhotovená z drobné ostrohranné drti se zrní vel. do 6 cm a s nepravidelnou prachovito-písčitou výplní, tříd G3 G-F - G4 GM. Jedná se o sypaninu mírně namrzavou, propustnou ($k = 3,7 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$), s nepatrnou kapilární vztlakovostí h_s . Podle odporu při hloubení sondy lze sypaninu, vlivem jílovitého podloží, hodnotit jako středně ulehlou, s relativní hutností uprostřed normového rozpětí, s cca $I_D = 0.50$.

Navazující násyp je do ověřované hloubky vybudovaný z rozloženého vápnitého jílovce. Soudržná zemina, charakteru jílu se střední plasticitou tř. F6 CI, má pevnou konzistenci a laboratorně stanovený $I_c = 1.11$. Náleží mezi nebezpečně namrzavé, velmi nepropustné ($k < 3 \cdot 10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$) a pomalu konsolidující zeminy, se součinitelem konsolidace $c_v < 1.10^{-6} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$, s kapilární vztlakovostí $h_s = 3,30\text{m}$.

Ustálená HPV nebyla sondou zjištěna a vodní režim je na náspu klasifikovaný jako příznivý (difúzní).

Měřením únosnosti SZZ zjištěn modul přetvárnosti $E_{2,IGP} = 16,30 \text{ MPa}$, redukováný na $E_r = 6,50 \text{ MPa}$ opravným součinitelem „z“. Je nedostatečný pro zemní pláň.

Ke splnění požadavku na ZKPP přechodové oblasti mostu dle SŽ S4 je navržena dle tab. 2 přílohy 6 k SŽ S4 podkladní vrstva z DK 0/90 v tl. 0,50 m rozprostřená na separační geotextilii GTX S a konstrukční vrstva ze ŠD 0/63 kv v tl. 0,25 m. Výpočet únosnosti a ochrany před účinky mrazu tvoří přílohu č. 6.1.

Tabulka č. 2 Souhrn výsledků zjištěných IGP PP

Sonda číslo, dle staničení	Drážní šterk celkem (cm)	Drážní šterk znečištěný (cm)	Stávající konstrukční vrstva (cm)	Třída zeminy stávající konstrukční vrstvy	Třída zeminy zemní pláně	Kvalita do podloží (podle vrstevního sledu)	Namrzavost zeminy zemní pláně	Vodní režim zemní pláně	Modul přetvárnosti $E_{2,IGP}$ (MPa)	Opravný součinitel „z“	Redukovaný modul zemní pláně E_r (MPa)
K 3.300	25	20	20	G3 G-F - - G4 GM	F6 CI	konstantní	nebezpečně namrzavá	příznivý	16,30	0,40	6,50
K 3.274	41	41	G3 G-F - G4 GM + Cb zemní pláň = pláň žel.spodku			konstantní	mírně namrzavá	příznivý	58,00	1,00	58,00

Vysvětlivky:

4.2 ZKPP v km 3,274

Provedené práce:

Sondy: **K 3.274** - př. č. 3.2,

SZZ: č. 2 - př. č. 4.2.

ŠL má pod betonovými pražci vyhovující mocnost 41 cm, v úrovni pražců je čisté, pod LPP mírně až silně znečištěné jemnozrnným hlinitým pískem, klasifikované třídami G2 GP a G3 G-F+Cb.

Násypové těleso je do ověřované hloubky vybudované z jednoho druhu sypaniny - z drobné ostrohranné drti se zrny vel. do 6 cm, s nepravidelně rozmístěnou prachovito-písčitou výplní a s příměsí kamenité složky vel. do 12 cm, tříd G3 G-F - G4 GM + Cb. Jedná se o sypaninu mírně namrzavou, propustnou ($k = 1,1 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$), s nepatrnou kapilární vztlakovostí h_s . Podle odporu při hloubení sondy lze sypaninu hodnotit jako velmi ulehlou, s relativní hutností $I_D > 0.65$, ručním náradím velmi těžko rozpojitelnou.

Ustálená HPV nebyla sondou zjištěna a vodní režim je na náspu klasifikovaný jako příznivý (difúzní).

Měření únosnosti SZZ vykazovalo modul přetvárnosti $E_{2,IGP} = 58,00 \text{ MPa}$ (opravný součinitel „z“ = 1.00), který je dostatečný pro zemní pláš a pláš železničního spodku navazující trati. Nikoli však pro ZKPP.

K zajištění dostatečné únosnosti na ZKPP přechodové oblasti mostu je navržena konstrukční vrstva ze ŠD 0/63 kv v tl. 0,25 m. Výpočet únosnosti a ochrany před účinky mrazu tvoří přílohu č. 6.2. Pro splnění požadavku čl. 18 přílohy 24 SŽ S4 na min. tl. 0,50 m ZKPP je nutné navrženou konstrukční vrstvu zdvojnásobit.

5. ZÁVĚR

Z inženýrskogeologického průzkumu železničního spodku (pražcového podloží), provedeného v přechodových oblastech mostu v km 3,286 trati Řetenice - Úpořiny, vyplývají následující zjištění:

- těleso náspu je zhotovené ve dvou odlišných skladbách, čemuž odpovídají i rozdílná měření únosnosti v úrovni zemní pláně,
- v km 3,300 pod 20 cm podkladní vrstvy, tř. G3 G-F, jádro náspu tvoří vápnitý jíl se střední plasticitou a s pevnou konzistencí, tř. F6 CI; nevyhovující vrstevní skladba má i nedostatečné únosnosti v úrovni obou plání ($E_{2,IGP} = 16,30 \text{ MPa}$, $E_r = 6,50 \text{ MPa}$),
- naproti tomu v km 3,274 je těleso náspu provedené jen z jedné sypaniny, to a z drobné ostrohranné drti se zrny vel. do 6 cm, s nepravidelně rozmístěnou prachovito-písčitou výplní a s příměsí kamenité složky vel. do 12 cm, tříd G3 G-F - G4 GM + Cb ($E_{2,IGP} = 58,00 \text{ MPa}$, $E_r = 58,00 \text{ MPa}$); zjištěná skladba i únosnost vyhovuje pro zemní pláš i pro pláš železničního spodku navazující trati, naopak nedostatečná je pro ZKPP,
- z výše uvedených důvodů je pro ZKPP navržena rozdílná konstrukce reagující na místní geotechnické vlastnosti sypanin tvořících násep,

- v km 3,300 podkladní vrstva z DK 0/90 v tl. 0,50 m a konstrukční vrstva ze ŠD 0/63 kv v tl. 0,25 m,
- v km 3,274 konstrukční vrstva ze ŠD 0/63 kv v tl. 0,50 m.

ŠD 0/63 kv je do návrhu a výpočtu zapracovaná z důvodu vyšších přírůstků únosnosti na 10 cm tloušťky vrstvy. V případě použití ŠD 0/32 kv by její vrstva činila výrazně více.

Odpovědný řešitel: Ing. Luboš Med
odborná způsobilost v IG 1570/2002

Hradec Králové, 21. 9. 2021

Ing. Pavel Žaba
ředitel společnosti