



Jiná ověření:

Paré:


Orientační schéma:

Razítko oprávněné osoby:

Podpis:

Datum:

Revize:	Datum:	Popis:	Kontroloval:
[000]	[06/2023]	Definitivní odevzdání dokumentace	Ing. P. Žaba

Stavebník/Investor:	Správa železnic, státní organizace		SPRÁVA ŽELEZNIC
Adresa:	Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1		
Zástupce investora:	Stavební správa západ, Diamond Point		
Adresa:	Ke Štvanici 656/3, 186 00 Praha 8 – Karlín		

Zhotovitel díla:	TOP CON SERVIS s.r.o.	
Adresa:	Ke Stírce 1824/56, 182 00 Praha 8	
Kontakt:	T: +420 284 021 740 E: topcon@topcon.cz	
Zhotovitel části/objektu:	Global - Geo s.r.o.	
Adresa:	Akademika Heyrovského 1178, 500 03, HK	
Kontakt:	E: zaba@globalgeo.cz	
Hlavní projektant (HIP):	Ing. Libor Marek	Specialista: Ing. Luboř Med

Název stavby/akce:	Rekonstrukce mostů v km 72,637 a 72,721 trati Domažlice - Planá	Označení investora: S632100043
		Zakázka: 74-21
Název části:	Podklady pro vypracování dokumentace	Označení části: P.1.1
Název objektu/dílčí části:	Průzkumy pro technický návrh	Označení objektu/komplexu:
Název přílohy:	IGP - Těleso železničního spodku, PP, ZKPP	Číslo přílohy (typ/pořadí):
Název dílčí části přílohy:		
Odpovědný projektant:	Zpracovatel přílohy:	Měřítko: -
Ing. Luboř Med	Ing. Luboř Med	Formáty: -
Kraj:	Katastrální území:	TUDU:
Plzeňský	Tachov	0331 38
		Stupeň dokumentace: DUSP+PDPS
		Smluvní datum zpracování: 06/2023

Označení investora:	Stupeň dokumentace:	Část:	Objekt:	Podoblet:	Příloha:	Revize:
S 6 3 2 1 0 0 0 4 3	- P D P S	- P 1 0 1 x	- x x x x x x x x x x	- X X	- 1 - 0 1 1	- 0 0 0

[Prostor pro další informace]

Global - Geo, s.r.o.

Akademika Heyrovského 1178, 500 03 Hradec Králové

zapsán v obchodním rejstříku u Krajského soudu v Hradci Králové, oddíl C, vložka 21046

**ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA
Z INŽENÝRSKOGEOLOGICKÉHO PRŮZKUMU
TĚLESA ŽELEZNIČNÍHO SPODKU**

Tachov

**Rekonstrukce mostů v km 72,637
a km 72,721 trati Domažlice - Planá**

OBSAH

Textová část:

1. Úvod - str. 2

2. Metodika průzkumných prací - str. 2

- 2.1 Technické práce v terénu - str. 3
- 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 inženýrskogeologického průzkumu tělesa železničního spodku - str. 6

- 4.1 PP navazující trati - str. 9
- 4.2 ZKPP pro mosty - str. 9

5. Závěr - str. 9

Tabulky v textu:

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

Přílohy:

- 1. Přehledná situace M 1 : 10 000
- 2. Situace sond IGP PP M 1 : 1 500
- 3. Geologická dokumentace kopaných sond
 - 3.1 Dokumentace sondy K 72.500
 - 3.2 Dokumentace sondy K 72.600
 - 3.3 Dokumentace sondy K 72.750
 - 3.4 Dokumentace sondy K 72.950
- 4. Protokoly statických zatěžovacích zkoušek
 - 4.1 SZZ č.1 v K 72.500
 - 4.2 SZZ č.2 v K 72.600
 - 4.3 SZZ č.3 v K 72.750
 - 4.4 SZZ č.4 v K 72.925
- 5. Laboratorní rozbory zemin/sypanin
- 6. Posouzení PP a ZKPP na únosnost a před účinky mrazu
 - 6.1 Návrh a posouzení PP pro navazující trať
 - 6.2 Návrh a posouzení ZKPP pro mosty

1. ÚVOD

Předmětem zprávy je vyhodnocení inženýrskogeologického průzkumu železničního spodku (pražcového podloží) v úseku železniční trati Domažlice - Planá, s mosty navrženými k rekonstrukci v km 72,637 a km 72,721, v k. ú. Tachov.

Jedná se o trať s následujícími parametry:

	Trat'. úsek	ZKPP
Maximální navrhovaná rychlost (km.h ⁻¹)	60	60
Traťová třída zatížení	C	C
Provozní zatížení v mil. hrt/rok	< 2	< 2
Minimální požadovaný modul přetvárnosti na zemní pláni $E_{min,ZP}$ (MPa)	15	15
Minimální požadovaný modul přetvárnosti na pláni tělesa železničního spodku $E_{min,PL}$ (MPa)	30	70

Získané výsledky slouží jako podklad k vypracování projektové dokumentace na rekonstrukci přechodových oblastí mostů (ZKPP) a opravu navazující trati v úseku vyznačeném v příloze č. 1.

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: Plzeňský

Katastrální území: Tachov - kód 764914

K vyhodnocení zakázky zadavatel poskytl v elektronické podobě, ve formátu pdf, situaci se zákresem a kilometrží požadovaných čtyř sond a kontakt na strojní techniku MHS zhotovitele opravných prací pro hloubení sond a protizátěž k měření SZZ.

2. METODIKA PRŮZKUMNÝCH PRACÍ

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

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

- 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 pláne (SZZ),
- zjištění hlubšího podloží (subpláně) prohloubením kopané sondy prokopáním, podle možnosti a dosahu lžice.

2.1 TECHNICKE PRÁCE V TERÉNU

Se uskutečnily dne 9. 11. 2022, po předchozím projednání podmínek se správcem trati a majitelem strojního zařízení. Sondy v kolejišti se realizovaly v denní výluce traťového provozu, při které se uskutečňovaly i jiné práce. Sondy mimo kolej v čele pražců postupně hloubila obsluha MHS dle pokynů přítomného technika, s ručním dočištěním pracovníky zhotovitele IGP. Po změření SZZ byly sondy následně prohloubeny.

Ihned po popisu geologem a odběru vzorků zemin se každá sonda likvidovala zpětným záhozem výkopkem, s finálním urovnáním povrchu ŠL do původní podoby. Veškeré hloubkové údaje profilů sond jsou vztaženy k hlavám kolejnic (TK). Dokumentace sond tvoří přílohy č. 3.1 až 3.4 předkládané zprávy, jejich pozice je přehledně vyznačena v situaci dodané objednatelem v příloze č. 2.

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 přípojného vozidla k bagru MHS (žel. vagón).

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. 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 až 4.4.

2.3 VZORKOVACÍ A LABORATORNÍ PRÁCE

Pro klasifikaci zeminového prostředí a vodního režimu v sondách se odebraly celkem 4 vzorky místních zemin/sypanin, uložené bezprostředně po odběru do PE sáčků pro zachování přirozené vlhkosti. Jejich soupis a zjištěné výsledky obsahuje tabulka č. 1 na následující str. 4.

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).

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

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-Pacquant, namrzavost a kapilární vztlakovost.

Výsledky laboratorních rozborů tvoří samostatnou přílohu 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 ověřena (trať je v převážné délce úseku vedena na náspech výšky do 4 m, staničení km 72,925 se nachází v zářezu)

h_{pr} - hloubka promrzání pražcového podloží dle návrhové hodnoty indexu I_{mn} (°C.den),

$h_{pr} = 0,045 \sqrt{I_{mn}}$, kde I_{mn} pro Tachov dle tab. 1, příl. 7 k SŽ S4 činí 475°C.den pro výškové pásmo 400 - 500 m n. m.,

$h_{pr} = 0,98$ m.

Vyhodnocení vodního režimu zemní pláně v každé sondě je provedeno kombinací kritérií čl. 14 a 15, přílohy 7 předpisu SŽ S4. Ve všech čtyřech provedených sondách vychází jako příznivý.

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
221 / K 72.500	0,70 - 0,75	G4 GM	-	$4,5 \cdot 10^{-6}$	1,00	málo propustná	namrzavá
222 / K 72.600	0,90 - 0,95	G3 G-F	-	$1,4 \cdot 10^{-4}$	nepatrná	propustná	nenamrzavá
223 / K 72.750	0,70 - 0,75	G3 G-F	-	$6,0 \cdot 10^{-5}$	do 0,50	propustná	mírně namrzavá
224 / K 72.925	0,70 - 0,75	G3 G-F	-	$1,4 \cdot 10^{-4}$	do 0,50	propustná	mírně 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.

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

3. GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY ÚZEMÍ

Železniční trať v zájmovém úseku přechází přes široké mělké údolí s tokem Mže. Je vedena na náspech výšky do 4 m, které se z obou stran napojují na mostní objekty a přibližně od km 72,840 přechází do zářezu hloubky 2 - 5 m. Nadmořská výška terénu se pohybuje v rozmezí od 474 do 492 m n. m.

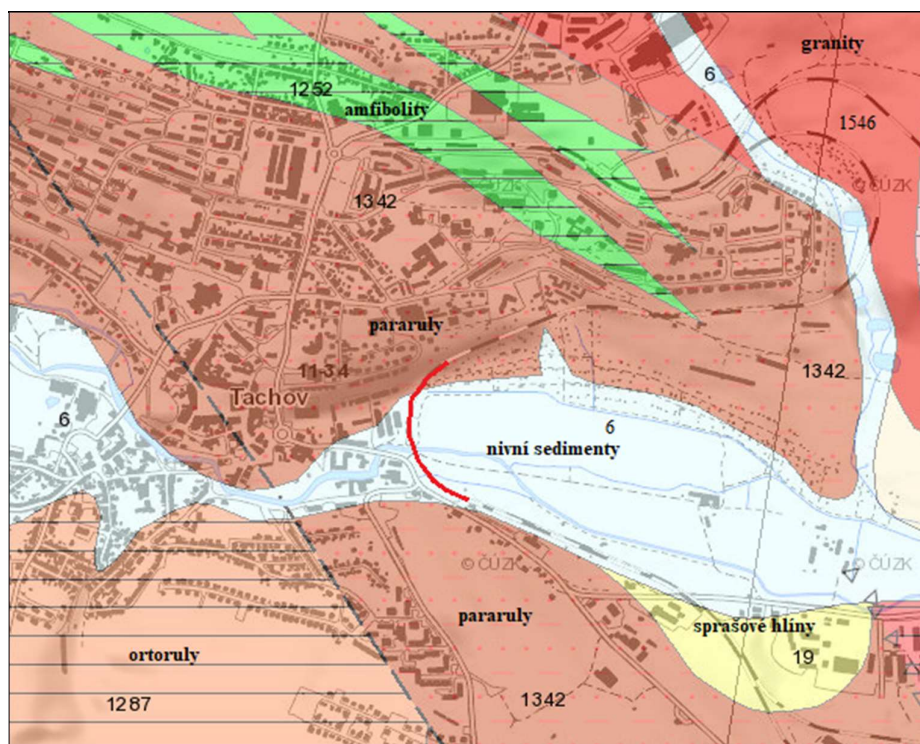
Geomorfologicky náleží město Tachov do oblasti Českoleské, podcelku Tachovská brázda a okrsku Plánská pahorkatina (kód IA-2A-d), s výrazně rozčleněným erozně

denudačním reliéfem, předurčeným geologickou stavbou území a jejím tektonickým porušením.

Předkvartérní podloží

Budují metamorfované horniny krystalinika Českého masívu, řazené k moldanubické oblasti, stáří proterozoikum - paleozoikum. Litologicky se jedná o pararuly (zobrazené ve výřezu geomapy níže červenohnědými plochami s č. 1342), s protáhle čokovitými tělesy amfibolitů (zelené, kód 1252). Směrem k severovýchodu je prorážejí tělesa granitových hornin (borský masív). Při povrchu vytvářejí pararuly hlinito-písčité i kamenité eluvia.

Pararuly v rostlém stavu ověřuje pouze sonda K 72.925, situovaná v zářezu. Mírně zvětralá pararula se v ní nachází v úrovni -0.83 m od TK.



Výřez z geologické mapy M 1 : 50 000 (Mapový server ČGS 2022, doplněno)

Kvartérní pokryv

Reprezentují sedimenty převážně fluviální geneze. Jedná se o nivní sedimenty holocénního stáří vyvinuté v okolí aktivních vodotečí. Mají většinou jemnozrnný vývoj, snížené konzistence a zahrnují i uložení vodních nádrží. Na složení se podílejí hlavně přeplavená hlinito-písčité eluvia i deluvia, která mohou lokálně vykazovat příměs organických látek, jak v podobě jemně rozptýlené a tmavých odstínů, tak i úlomků dřevní hmoty v různém stupni rozkladu. V geomapě jsou zakreslené plochami a bílomodrými pruhy různé šířky s č. 6. Mocnost nivních sedimentů v údolí Mže, tvořených hlinitými či jílovitými písky a písčitými jíly, se pohybuje okolo 2,50 m. Nacházejí se v podloží těles náspů.

Na ně směrem do hloubky navazují špatně vytríděné valounové štěrkopísky, ± s kamenitou složkou, které jsou součástí údolní terasy.

Deluvia a sprašové hlíny mají podle geologické mapy malé plošné rozšíření. V přeplavené podobě představují součást nivních sedimentů.

V nejsvrchnější části vrstevního profilu se nacházejí uloženiny antropogenního původu/ navážky, tvořené drážním šterkem a násypy. Tělesa násypů jsou vybudovaná ze zvětralin místních krystalických hornin, charakteru žlutohnědých a hnědorezavých hlinitých a písčitých šterků, s proměnlivou příměsí kamenů a jemnozrnných složek. Šterkovou frakci tvoří hlavně ostrohranné a poloostrohranné horninové úlomky.

Hydrogeologické poměry

Ve smyslu hydrogeologického členění ČR náleží zájmové území s železniční tratí do rajónu základní vrstvy 6212 Krystalinikum v povodí Mže po Stříbro a Radbuzy po Staňkov, budovaného komplexu převážně metamorfovaných a méně magmatických hornin, které jsou jako celek málo propustné.

Relativně lepší propustnost má zvětralinový plášť a kvartérní pokryv, dále zóna přípovrchového rozpojení hornin a některé tektonicky porušené zóny a zlomy. Propustnost prostředí se odvíjí od charakteru zvětralin a hustoty, rozevření a výplně puklin. K proudění podzemní vody dochází zejména v eluviích a v pásmu přípovrchového rozpojení hornin (zvětrání v kombinaci s rozpukáním). Odvodnění se děje v úrovních místních erozních bází pozvolnými výrony do povrchových toků, prostřednictvím deluviálních a fluviálních sedimentů, případně izolovanými vývěry/prameny. V přípovrchové zóně se vytváří nejednotná mělká zvodeň s volnou hladinou a malou vydatností.

S ohledem na hloubku sondování nebyla podzemní voda v pravém smyslu slova zastižena. Nebylo zjištěno ani lokálně zvodnělé šterkové lože či saturované zeminy v místech s nedokonalým nebo nefunkčním odvodněním.

Vymezený úsek železniční trati náleží do dílčího povodí 4. řádu Mže, číslo hydrologického pořadí 1-10-01-0160-0-00, která protéká pod mostem v km 72,637. Podle serveru HEIS VÚV TGM není součástí žádné CHOPAV. Celý Tachov s okolím pokrývá rozsáhlé OP 3. stupně Milíkov - povrchový zdroj Mže (OkÚ Tachov - ŽP-893/91-234/3 z 29.10.1991).

4. VÝSLEDKY INŽENÝRSKOGEOLOGICKÉHO PRŮZKUMU **TĚLESA ŽELEZNIČNÍHO SPODKU**

Mocnosti ŠL, 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 str. 8. Opravné součinitele „z“ zemin vycházejí z tab. 1 přílohy 9 k předpisu SŽ S4 pro příslušný druh zeminy.

ŠL má pod dřevěnými pražci v celém ověřovaném úseku většinou nedostatečnou mocnost v rozmezí od 10 cm do 28 cm, v sondě K 72.750 až 34 cm. V úrovni pražců je čisté, se zrny vel. až do 10 cm, tř. G2 GP + Cb, pod nimi převážně středně znečištěné hlinito-písčitou zeminou, tř. G4 GM - G3 G-F + Cb.

Dražní štěrk je v celém objemu složený z metamorfovaných hornin - šedých páskovaných jemnozrnných rul, amfibolických rul a černých amfibolitů (viz následující foto).



Stávající konstrukční vrstvy nebyly žádnou z provedených sond zjištěny.

Tělesa násypů jsou vybudovaná ze zvětralin místních krystalických hornin, charakteru drti či suti s proměnlivým zahliněním a s variabilní příměsí kamenů, kdy štěrkovou frakci tvoří hlavně ostrohranné a poloostrohranné horninové úlomky. Může se jednat o materiál vytěžený ze zářezu od km 72,900 dále. Vzhledem k tomu, že sypanina byla do násypů ukládána jako netříděná a svrchní partie pod štěrkovým ložem jsou nejspíše ovlivněné podbíjením (tedy zrnitostně homogennější), nelze u ní vyloučit do hloubky přibývání větších kamenů až balvanů. To naznačuje např. sonda K 72.500 od 1,05 m pod TK.

Podle zrnitostních analýz sypaniny z úrovně zemní pláně mají ráz žlutohnědých a hnědorezavých hlinitých a písčitých štěrků ± s kamenitou složkou, klasifikované třídami G4 GM - G3 G-F ± Cb. Hlinité štěrky vykazují neplastickou mezizrnnou výplň (bez Atterbergových mezí).

Jako celek se jedná o materiály namrzavé - mírně namrzavé až nenamrzavé, málo propustné až propustné ($k = 4,5 \cdot 10^{-6} - 1,4 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$), s výškou kapilární vztlakovosti h_s od nepatrné do 1,00 m.

S ohledem na hloubku sondování a skutečnost, že trať je v převážné délce úseku vedena na násypu výšky do 4 m, nebyla podzemní voda v pravém smyslu slova zastižena. Nebylo zjištěno ani lokálně zvodnělé štěrkové lože či saturované zeminy v místech s nedokonalým nebo nefunkčním odvodněním.

Vodní režim je možné na základě IGP získaných výsledků v celém zájmovém úseku trati považovat za příznivý (blíže viz kap. 2.4 na str. 4).

Při neexistenci konstrukčních vrstev je plán železničního spodku totožná se zemní plání. Statickými zatěžovacími zkouškami zjištěné hodnoty modulů přetvárnosti po redukci opravným součinitelem „z“ činí $E_r = 16,30 - 43,30 \text{ MPa}$. Velký rozptyl získaných hodnot je možné přičítat zrnitostní variabilitě sypanin. V zásadě jsou plně vyhovující pro zemní pláň a zčásti i pro plán železničního spodku (K 72.750 a K 72.925)

Tabulka č. 2 Souhrn výsledků zjištěných IGP PP

Sonda číslo	Staničení v km	Drážní šířka celkem (cm)	Drážní šířka 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 72.500	72,500	27	10	-	-	G4 GM	konstantní	namrzavá	příznivý	17,4	1,00	17,4
K 72.600	72,600	43	28	-	-	G4 GM - - G3 G-F	konstantní	namrzavá - - mírně namrzavá	příznivý	16,3	1,00	16,3
K 72.750	72,750	49	34	-	-	G3 G-F+Cb	konstantní	mírně namrzavá	příznivý	42,3	1,00	42,3
K 72.925	72,925	32	15	-	-	G3 G-F+Cb	roste	mírně namrzavá	příznivý	43,3	1,00	43,3

Tachov - RM v km 72,637 a 72,721
trati Domažlice - Planá, IGP PP

4.1 PP navazující trati

Souhrnná charakteristika vlastností materiálů tvořících tělesa náspů v celém zájmovém úseku trati je podrobně popsána na str. 6 - 7. Protože se jedná o sypaniny vhodné pro násypová tělesa, s příznivým vodním režimem i vyhovující únosností pro zemní pláň, postačí pro zajištění dostatečné únosnosti v úrovni pláň železničního spodku vybudovat konstrukční vrstvu v tl. 200 mm ze ŠD fr. 0/32 kv, ve znění tabulky 3 přílohy 6 k SŽ S4.

Výpočet únosnosti a ochrany před účinky mrazu nově navržené skladby pro nejnižší a zároveň i charakteristickou hodnotu zemní pláň / subpláň $E_{ch} = 16 \text{ MPa}$ je doložený v příloze č. 6.1.

Současné s tím je nutné zvětšit mocnost ŠL na minimální mocnost 350 mm uvažovanou pro betonové pražce. Zářezové partie trati (od km 72,840) musí mít řádné odvodnění. V této souvislosti je třeba upozornit na pravděpodobnost zastižení hornin tř. R4 - R3 s těžitelností a rozpojitelností tříd 5 - 6 / II - III.

4.2 ZKPP PRO MOSTY

Návrh ZKPP mostů využívá stejné hodnocení sypanin z předcházejících str. 6 - 7. Pro splnění požadavků stanovených předpisem SŽ S4 je pro přechodové oblasti navržena mechanická sanace podloží prostřednictvím podkladní vrstvy z DK 0/90 v tl. 500 mm, překryté konstrukční vrstvou ze ŠD 0/32 kv v tl. 200 mm.

Výpočet únosnosti a ochrany před účinky mrazu je doložený v příloze č. 6.2. Vychází z identické charakteristické hodnoty pro subpláň $E_{ch} = 16 \text{ MPa}$.

Je možné, že výkopy mohou zastihnout v subpláni větší kameny či balvany s vyšší těžitelností a rozpojitelností tříd 4 - 5 / I - II. Případně vzniklé prohlubně se před uložením podkladní vrstvy vyplní DK - ŠD a přehutní.

5. ZÁVĚR

Z inženýrskogeologického průzkumu železničního spodku (pražcového podloží), provedeného v celém požadovaném rozsahu v úseku trati Domažlice - Planá s rekonstruovanými mosty v km 72,637 a km 72,721, vyplývají následující souhrnná zjištění:

- společným znakem úseku trati jsou většinou malá mocnost štěrkového lože pod pražci a chybějící konstrukční vrstva,
- drážní štěr je v úrovni pražců vesměs čistý, pod nimi středně znečištěný hlinito-písčitou zeminou,
- tělesa náspů, vybudovaná ze zvětralin místních krystalických hornin, charakteru drti či suti s proměnlivým zahliněním a s variabilní příměsí kamenů, tříd G4 GM - G3 G-F \pm Cb, mají dle dosavadních poznatků příznivé složení, vodní režim i únosnosti, které plně vyhovují pro zemní pláň a zčásti i pro pláň železničního spodku (K 72.750 a K 72.925),
- podzemní voda na koruně náspů nebyla zastižena, nebylo zjištěno ani lokálně zvodnělé štěrkové lože či saturované zeminy v místech s nedokonalým nebo nefunkčním odvodněním,
- pro splnění kritérií únosnosti, stanovených předpisem SŽ S4, je pro celý vymezený úsek navrženo vybudování konstrukční vrstvy ze ŠD 0/32 kv v jednotné tl. 200 mm,

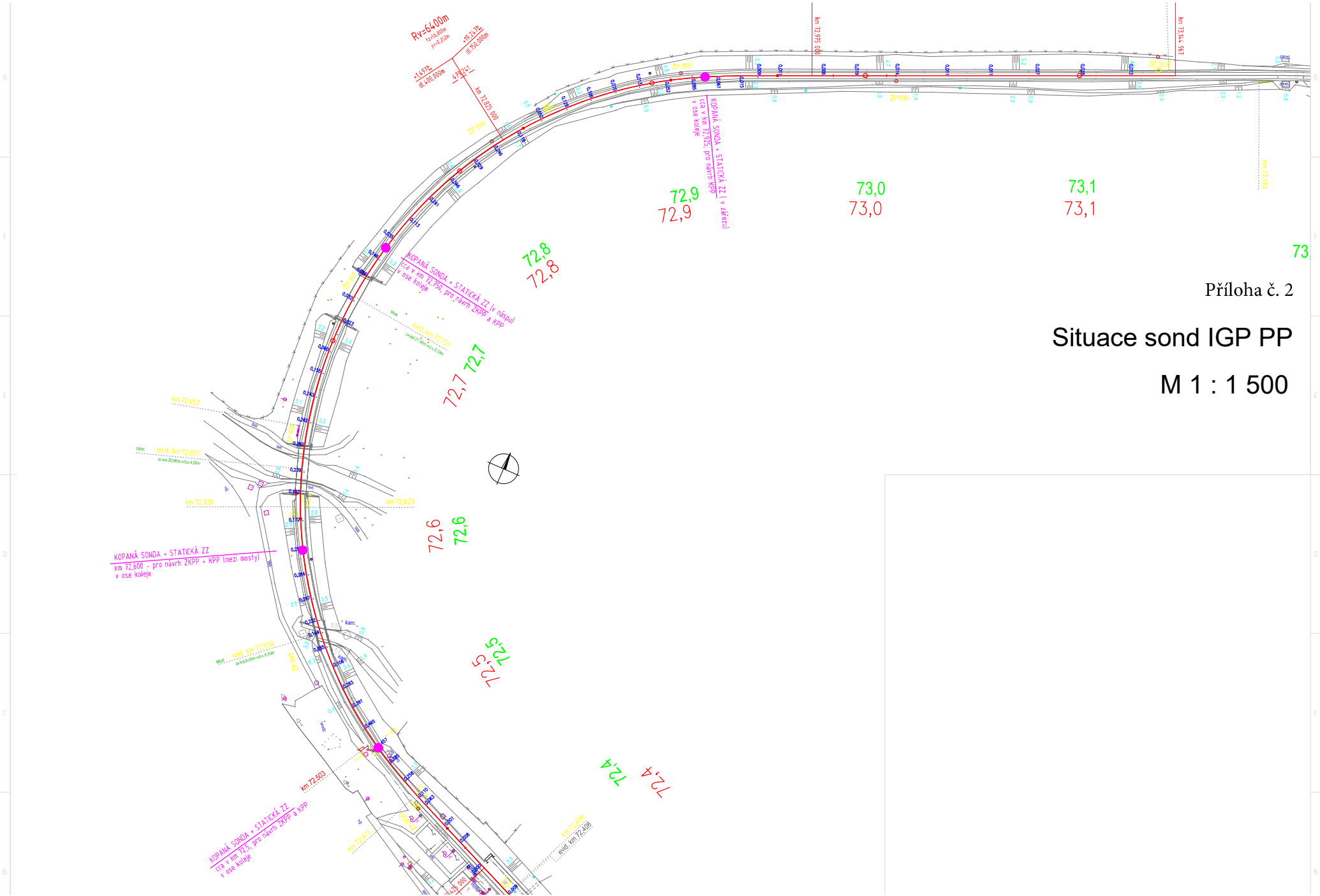
- místa přechodových oblastí mostů se pod konstrukční vrstvou zhotoví v tl. 500 mm z DK 0/90 (= podkladní vrstva)
- v rámci opravných prací je třeba věnovat pozornost odvodnění zářezu trati od km 72,840 (prohloubení a vyčištění příkopů),
- ŠL z metamorfovaných hornin (ruly, amfibolity) bude po přechištění dále použitelné; vzhledem k nedostatečným mocnostem a částečnému znečištění jemnozrnnými zeminami se dá předpokládat jeho značný deficit, který bude nutné řešit dovozem.

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

Hradec Králové, 22. 12. 2022

Ing. Pavel Žaba
ředitel společnosti

Inženýrskogeologický průzkum tělesa železničního spodku



Příloha č. 2

Situace sond IGP PP

M 1 : 1 500

DOKUMENTACE KOPANÉ SONDY K 72.500

Název zakázky:	Tachov - RM v km 72,637 a km 72,721 trati Domažlice - Planá. Inženýrskogeologický průzkum PP.			
Lokalizace sondy:	Km 72,500, vpravo; viz situace v příloze č. 2			
Rozměry sondy:	1,50 x 0,80 m	Datum hloubení:	9. 11. 2022	
Celková hloubka sondy:	1,10 m	Dokumentoval:	R. Kodým	
Hloubka [m] od - do		Makroskopický popis		SŽDC S4 ČSN EN ISO 14 688
0,00	0,18	Kolejnice + upevňovací		-
0,18	0,35	Dřevěný pražec, drážní štěr fr. 32/63 mm, z metamorfovaných hornin s kamenitou složkou vel. do 10 cm, čistý, šedý a černý		G2 GP +Cb
0,35	0,45	Drážní štěr z metamorfovaných hornin, středně znečištěný hnědým hlinitým pískem		G4 GM
0,45	0,54	Škvára promíchaná s drážním štěrkem, zahliněná, černohnědá		S4 SM - - G4 GM
0,54	1,10	Drt' - suť zahliněná, různorodá, s občasnými kameny vel. do 10 cm, hnědožlutá, od 1,05 m velký kámen až balvan		G4 GM +Cb

Poznámky : hloubkové údaje profilu jsou vztaženy k temeni kolejnice (TK)
zatěžovací deska, v úrovni -0,64 m od TK
změřený modul přetvárnosti $E_{2,IGP} = 17,4$ MPa

Fotodokumentace

Hladina podzemní vody:	nezjištěna
Vodní režim:	příznivý
Namrzavost zemní pláně:	namrzavá
Laboratorní vzorek:	221 3B: 0,70 - 0,75 m

DOKUMENTACE KOPANÉ SONDY K 72.600

Název zakázky:	Tachov - RM v km 72,637 a km 72,721 trati Domažlice - Planá. Inženýrskogeologický průzkum PP.			
Lokalizace sondy:	Km 72,600, vpravo; viz situace v příloze č. 2			
Rozměry sondy:	1,50 x 0,80 m	Datum hloubení:	9. 11. 2022	
Celková hloubka sondy:	1,30 m	Dokumentoval:	R. Kodym	
Hloubka [m] od - do		Makroskopický popis		SŽDC S4 ČSN EN ISO 14 688
0,00	0,18	Kolejnice + upevňovací		-
0,18	0,33	Dřevěný pražec, drážní štěr fr. 32/63 mm, z metamorfovaných hornin, čistý, šedý a černý		G2 GP Gr
0,33	0,61	Drážní štěr z metamorfovaných hornin, středně znečištěný hnědým hlinitým pískem		G4 GM sasiGr
0,61	0,88	Drť - suť , zahliněná, s úlomky vel. do 8 cm, slabě soudržná, žlutá		G4 GM sasiGr
0,88	1,30	Drť - suť , slabě zahliněná, s občasnými kameny vel. do 10 cm, ulehlá, rezavohnědá		G3 G-F saGr

Poznámky: hloubkové údaje profilu jsou vztaženy k temeni kolejnice (TK)
zatěžovací deska, v úrovni -0,70 m od TK
změřený modul přetvárnosti $E_{2,IGP} = 16,3 \text{ MPa}$

Fotodokumentace

Hladina podzemní vody:	nezjištěna
Vodní režim:	příznivý
Namrzavost zemní pláně:	namrzavá - mírně namrzavá
Laboratorní vzorek:	222 3B: 0,90 - 0,95 m

DOKUMENTACE KOPANÉ SONDY K 72.750

Název zakázky:	Tachov - RM v km 72,637 a km 72,721 trati Domažlice - Planá. Inženýrskogeologický průzkum PP.			
Lokalizace sondy:	Km 72,750, vpravo; viz situace v příloze č. 2			
Rozměry sondy:	1,50 x 0,80 m	Datum hloubení:	9. 11. 2022	
Celková hloubka sondy:	1,30 m	Dokumentoval:	R. Kodým	
Hloubka [m] od - do		Makroskopický popis		SŽDC S4 ČSN EN ISO 14 688
0,00	0,19	Kolejnice + upevňovadla		-
0,19	0,34	Dřevěný pražec, drážní štěrk fr. 32/63 mm, z metamorfovaných hornin, čistý, černý		G2 GP Gr
0,34	0,68	Drážní štěrk z metamorfovaných hornin, s kameny vel. do 10 cm, mírně znečištěný hnědým hlinitým pískem		G3 G-F +Cb sisGr +Co
0,68	1,30	Drt' - suť , mírně zahliněná, s úlomky vel. do 8 cm, s občasnými kameny vel. do 12 cm, nesoudržná až slabě soudržná, ulehlá, žlutorezavá		G3 G-F +Cb saGr +Co

Poznámky: hloubkové údaje profilu jsou vztaženy k temeni kolejnice (TK)
zatěžovací deska, v úrovni -0,72 m od TK
změřený modul přetvárnosti $E_{2,IGP} = 42,3 \text{ MPa}$

Fotodokumentace

Hladina podzemní vody:	nezjištěna
Vodní režim:	příznivý
Namrzavost zemní pláně:	mírně namrzavá
Laboratorní vzorek:	223 3B: 0,70 - 0,75 m

DOKUMENTACE KOPANÉ SONDY K 72.925

Název zakázky:	Tachov - RM v km 72,637 a km 72,721 trati Domažlice - Planá. Inženýrskogeologický průzkum PP.			
Lokalizace sondy:	Km 72,925, vpravo; viz situace v příloze č. 2			
Rozměry sondy:	1,50 x 0,80 m	Datum hloubení:	9. 11. 2022	
Celková hloubka sondy:	0,98 m	Dokumentoval:	R. Kodým	
Hloubka [m] od - do		Makroskopický popis		SŽDC S4 ČSN EN ISO 14 688
0,00	0,18	Kolejnice + upevňovací		-
0,18	0,35	Dřevěný pražec, drážní štěrk fr. 32/63 mm, z metamorfovaných hornin (amfibolit), s kamenitou složkou vel. do 10 cm, čistý, černý		G2 GP +Cb
0,35	0,50	Drážní štěrk z metamorfovaných hornin, středně znečištěný hnědým hlinitým pískem		G4 GM
0,50	0,83	Drt - suť , mírně zahliněná, s úlomky vel. do 8 cm, s občasnými deskovitými kameny vel. do 20 cm, nesoudržná až slabě soudržná, ulehlá, nažloutle rezavohnědá		G3 G-F +Cb
0,83	0,98	Pararula, mírně zvětřalá , rozpukaná na deskovité, hranolovité i polyedrické bloky vel. do 25 cm, šedohnědá a tmavě rezavá		R4

Poznámky : hloubkové údaje profilu jsou vztaženy k temeni kolejnice (TK)
zatěžovací deska, v úrovni -0,62 m od TK
změřený modul přetvárnosti $E_{2,IGP} = 43,3$ MPa

Fotodokumentace

Hladina podzemní vody:	nezjištěna
Vodní režim:	příznivý
Namrzavost zemní pláň:	mírně namrzavá
Laboratorní vzorek:	224 3B: 0,70 - 0,75 m

PROTOKOL O STATICKÉ ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠCE

Objednatel: TOP CON SERVIS s.r.o. Praha

Stavba a objekt: RM v km 72,637 a 72,721 trati Domažlice - Planá

Začátek měření: 09.11.22 11:11

Číslo zkoušky: 1

Typ zařízení: ECM-Static v.č. 100

Typ zkoušky: ČSN 72 1006/B

Velikost desky: 300 mm

Převodový poměr: 1:2

Místo: Tachov

Staničení: km 72,500

Vzdál. od osy: vpravo

Zemina: zahliněná drť

Podloží: dtto + kameny

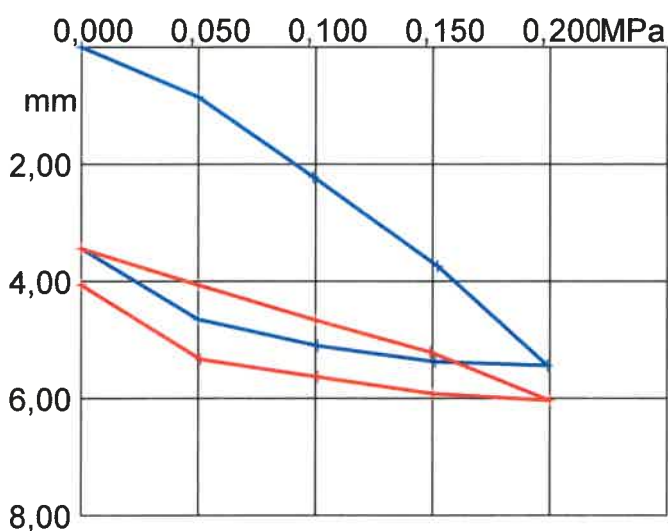
Počasí: polojasno, 12°C

Jméno: M. Hartmann

Pozn.1: pláň žel. spodku = zemní pláň

Pozn.2: SZZ v 0,64 m od TK

	1.cyklus		2.cyklus	
	p/MPa	s/mm	p/MPa	s/mm
1	0,000	0,00	0,000	3,44
	0,050	0,85	0,050	4,06
	0,099	2,22	0,100	4,66
	0,152	3,74	0,149	5,21
2	0,199	5,44	0,200	6,03
	0,151	5,37	0,150	5,92
	0,101	5,10	0,101	5,63
	0,050	4,65	0,051	5,33
3	0,000	3,44	0,000	4,06



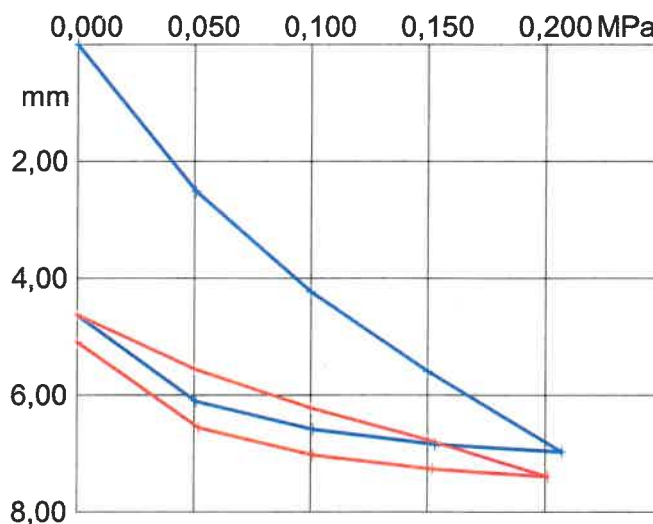
Modul přetvárnosti: E1= 8,2 MPa
 Modul přetvárnosti: E2= 17,4 MPa
 Poměr: E2/E1= 2,12

PROTOKOL O STATICKÉ ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠCE

Objednatel: TOP CON SERVIS s.r.o. Praha
 Stavba a objekt: RM v km 72,637 a 72,721 trati Domažlice - Planá

Začátek měření:	09.11.22 11:49	Místo:	Tachov
Číslo zkoušky:	2	Staničení:	km 72,600
Typ zařízení:	ECM-Static v.č. 100	Vzdál. od osy:	vpravo
Typ zkoušky:	ČSN 72 1006/B	Zemina:	zahliněná drť
Velikost desky:	300 mm	Podloží:	drť kamenitá
Převodový poměr:	1:2	Počasí:	polojasno, 12°C
		Jméno:	M. Hartmann
		Pozn.1:	pláň žel. spodku = zemní pláň
		Pozn.2:	SZZ v 0,70 m od TK

	1.cyklus		2.cyklus	
	p/MPa	s/mm	p/MPa	s/mm
	0,000	0,00	0,000	4,63
1	0,051	2,51	0,050	5,55
2	0,100	4,23	0,100	6,22
3	0,150	5,59	0,150	6,77
4	0,207	6,97	0,201	7,40
1	0,153	6,84	0,152	7,27
2	0,101	6,58	0,101	7,03
3	0,051	6,10	0,052	6,56
4	0,000	4,63	0,000	5,10

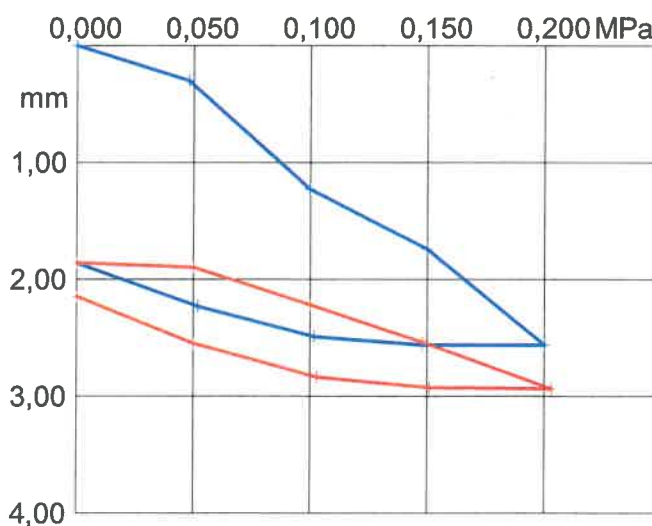


Modul přetvárnosti:	E1=	6,7 MPa
Modul přetvárnosti:	E2=	16,3 MPa
Poměr:	E2/E1=	2,43

PROTOKOL O STATICKÉ ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠCE

Objednatel:	TOP CON SERVIS s.r.o. Praha		
Stavba a objekt:	RM v km 72,637 a 72,721 trati Domažlice - Planá		
Začátek měření:	09.11.22 12:19	Místo:	Tachov
Číslo zkoušky:	3	Staničení:	km 72,750
Typ zařízení:	ECM-Static v.č. 100	Vzdál. od osy:	vpravo
Typ zkoušky:	ČSN 72 1006/B	Zemina:	drť štěrkovitá
Velikost desky:	300 mm	Podloží:	dtto s kameny
Převodový poměr:	1:2	Počasi:	polojasno, 12°C
		Jméno:	M. Hartmann
		Pozn.1:	pláň žel. spodku = zemní pláň
		Pozn.2:	SZZ v 0,72 m od TK

	1.cyklos		2.cyklos	
	p/MPa	s/mm	p/MPa	s/mm
1	0,000	0,00	0,000	1,86
2	0,048	0,30	0,050	1,90
3	0,100	1,23	0,100	2,22
4	0,150	1,74	0,148	2,54
4	0,200	2,56	0,203	2,94
1	0,148	2,56	0,151	2,93
2	0,102	2,49	0,103	2,84
3	0,052	2,23	0,050	2,55
4	0,000	1,86	0,000	2,15



Modul přetvárnosti:	E1=	17,6 MPa
Modul přetvárnosti:	E2=	42,3 MPa
Poměr:	E2/E1=	2,40

PROTOKOL O STATICKÉ ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠCE

Objednatel: TOP CON SERVIS s.r.o. Praha

Stavba a objekt: RM v km 72,637 a 72,721 trati Domažlice - Planá

Začátek měření: 09.11.22 12:52

Číslo zkoušky: 4

Typ zařízení: ECM-Static v.č. 100

Typ zkoušky: ČSN 72 1006/B

Velikost desky: 300 mm

Převodový poměr: 1:2

Místo:

Staničení:

Vzdál. od osy:

Zemina:

Podloží:

Počasí:

Jméno:

Pozn.1:

Pozn.2:

Tachov

km 72,925

vpravo

drť štěrkovitá, s kameny

zvětralá pararula

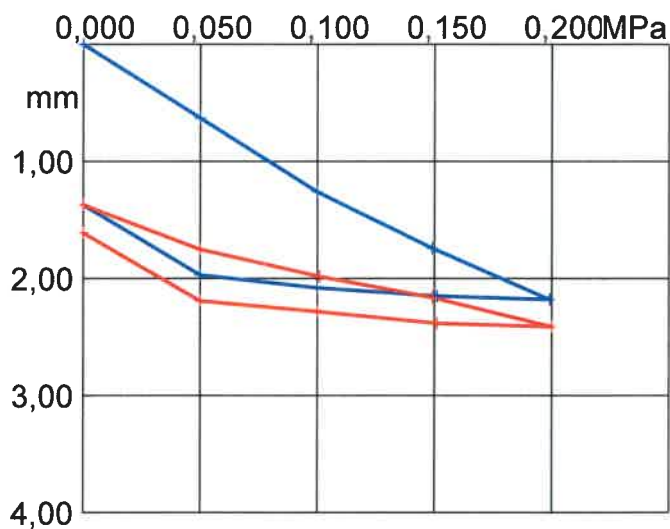
polojasno, 12°C

M. Hartmann

plán žel. spodku = zemní plán

SZZ v 0,62 m od TK

	1.cyklus		2.cyklus	
	p/MPa	s/mm	p/MPa	s/mm
1	0,000	0,00	0,000	1,37
	0,050	0,63	0,050	1,75
	0,100	1,26	0,101	1,98
	0,149	1,74	0,149	2,16
2	0,199	2,18	0,200	2,41
	0,151	2,15	0,151	2,38
	0,100	2,08	0,100	2,28
	0,050	1,97	0,050	2,19
3	0,000	1,37	0,000	1,61



Modul přetvárnosti: E1= 20,5 MPa

Modul přetvárnosti: E2= 43,3 MPa

Poměr: E2/E1= 2,11

LAHUČKÁ Blanka**Laboratoř mechaniky zemin a analýzy stavebních vod**

Zelená 238, Pardubice 53003

IČO: 662 99 331, tel.: + 420 731 473 400



NÁZEV AKCE : Tachov - RM v km 72,637 a 72,721 trati Domažlice - Planá
ZAKÁZKOVÉ ČÍSLO : 10 - 2022
DATUM : 25.11.2022

POČTY ZPRACOVANÝCH VZORKŮPorušené: 4
Poloporušené: 0Neporušené: 0
Podzemní vody: 0

Prohlašuji na svou odpovědnost, že požadovaná stanovení na 4 vzorcích zeminy akce „Tachov - RM v km 72,637 a 72,721 trati Domažlice - Planá“, jsou ve shodě s následujícími normami.

NORMY POUŽITÉ PŘI LABORATORNÍM ZPRACOVÁNÍ VZORKŮ ZEMIN:

Vlhkost	ČSN CEN ISO/TS	17892-1
Stanovení zrnitosti zemin	ČSN CEN ISO/TS	17892-4

URČENÍ KOEFICIENTU FILTRACE Z KŘIVKY ZRNITOSTI

(Převzato z knihy Mallet & Pacquant)

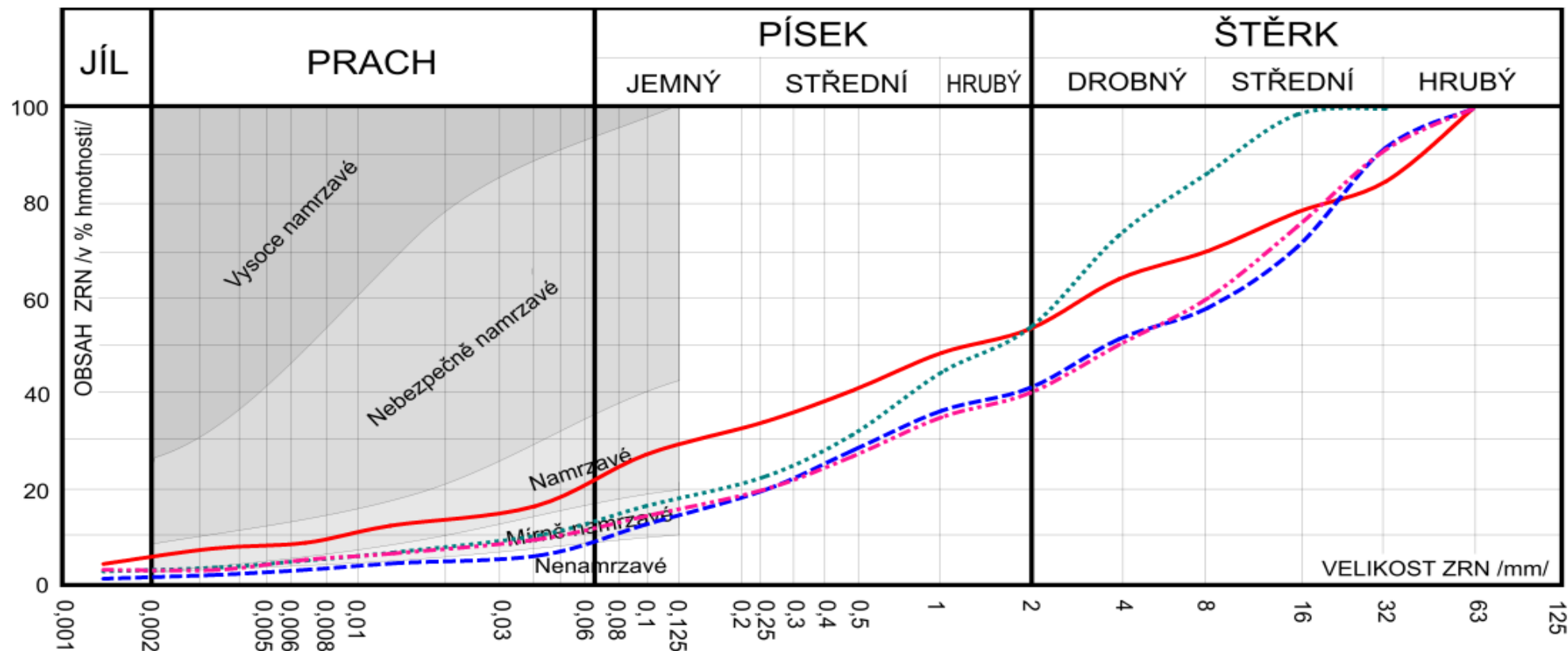
Číslo vzorku	Sonda	Hloubka [m]	Koeficient filtrace [m.s ⁻¹]
221	K-72,500	0,7 - 0,75	4,5 . 10 ⁻⁶
222	K-72,600	0,9 - 0,95	1,4 . 10 ⁻⁴
223	K-72,750	0,7 - 0,75	6,0 . 10 ⁻⁵
224	K-72,925	0,7 - 0,75	1,4 . 10 ⁻⁴

Název úkolu: Bor - Tachov
Číslo úkolu: 10 - 2022

ZRNITOSTNÍ KŘIVKY

Lahučká Blanka
laboratoř mechaniky zemin a analýzy stavebních vod
Zelená 238, 530 03 Pardubice,
IČO 662 99 331, tel: 731 473 400

Lahučká



VLHKOST A PLASTICITNÍ PARAMETRY

Značení	Číslo vzorku	Sonda	Hloubka odběru /m/	Vlhkost w %	Mez tekutosti w_t %	Mez plasticity w_p %	Index plasticity I_p	Index konzistence I_c	Klasifikace ČSN 73 6133	Název zeminy
—	221	K-72,500	0,7 - 0,75	15,74					G4 - GM	štěrka hlinitý
---	0222	K-72,600	0,9 - 0,95	14,61					G3 - G-F	štěrka s příměsí jemnozrnné zeminy
...	223	K-72,750	0,7 - 0,75	15,72					G3 - G-F	štěrka s příměsí jemnozrnné zeminy
- · -	224	K-72,925	0,7 - 0,75	10,42					G3 - G-F	štěrka s příměsí jemnozrnné zeminy

Příloha

ZRNITOST A PLASTICITA ZEMIN

Návrh a posouzení PP pro navazující trať

Posouzení únosnosti zemní pláň	
Typ trati	$V_{\max} = 60 \text{ km.h}^{-1}$
Navržená podkladní vrstva	-
Tloušťka vrstvy po zhutnění	-
Modul deformace ŠD	-
Požadovaný modul přetvárnosti zemní pláň	$E_{\min,ZP} = 15 \text{ MPa}$
Charakteristický modul deformace zemní pláň/subpláň	$E_{ch} = 16 \text{ MPa}$
Průměr zatěžovací desky	$D = 0,30 \text{ m}$
Součinitel únosnosti „ k_1 “	-
Součinitel tloušťky podkladní vrstvy „ k_2 “	-
Ekvivalentní modul přetvárnosti na zemní pláni $E_{e,ZP}$	$E_{ch} = E_{e,ZP} = 16,00 \text{ MPa}$
Požadavek $E_{e,ZP} \geq E_{\min,ZP}$	po dosazení: 16,00 MPa \geq 15,00 MPa vyhovuje
Posouzení celé konstrukce na únosnost	
Navržená konstrukční vrstva	šterkodrt' ŠD 0/32 kv
Tloušťka vrstvy po zhutnění	$h_1 = 0,20 \text{ m}$
Modul deformace ŠD 0/32 kv	$E_{mat} = 70 \text{ MPa}$
Požadovaný modul přetvárnosti pláň železničního spodku	$E_{\min,PL} = 30 \text{ MPa}$
Modul přetvárnosti zemní pláň	$E_{e,ZP} = 16,0 \text{ MPa}$
Průměr zatěžovací desky	$D = 0,30 \text{ m}$
Součinitel únosnosti „ k_1 “	$k_1 = E_{e,ZP} / E_{mat} = 16 / 70 = 0,2286$
Součinitel tloušťky konstrukční vrstvy „ k_2 “	$k_2 = h_1 / D = 0,20 / 0,30 = 0,6667$
Ekvivalentní modul přetvárnosti na pláni železničního spodku $E_{e,PL}$	$E_{e,PL} = E_{e,ZP} / 1 - 2/\pi \times (1 - k_1^{1,4}) \times \arctg(k_2 \times k_1^{-0,4}) \text{ rad}$
	$E_{e,PL} = 16 / 1 - 2/\pi \times (1 - 0,2286^{1,4}) \times \arctg(0,6667 \times 0,2286^{-0,4}) \text{ rad}$
	$E_{e,PL} = 31,20 \text{ MPa}$
Požadavek $E_{e,PL} \geq E_{\min,PL}$	po dosazení: 31,20 MPa \geq 30,00 MPa vyhovuje
Posouzení ochrany konstrukce PP před účinky mrazu	
Druh zemní pláň	šterk hlinitý a písčítý s kamenitou složkou (drť-suť) G4 GM - G3 G-F+Cb
Navržená konstrukční vrstva ze ŠD 0/32 kv	$h_1 = 0,20 \text{ m}$
Hloubka promrzání (kap. 2.4 ZZ GTP)	$h_{pr} = 0,98 \text{ m}$
Dovolená tloušťka promrznutí zeminy zemní pláň dle tab. 3 příl. 7 SŽ S4	$h_{zdov} = 0,50 \text{ m}$
Tloušťka kolejového lože od úložné plochy (pro betonové pražce)	$h_{kl} = 0,55 \text{ m}$
Požadavek ochrany konstrukce PP před mrazem $h_{pr} \leq h_{pr, kpp}$ $h_{pr} \leq h_{kl} + h_1 + h_{zdov}$	po dosazení: $0,98 \text{ m} \leq 0,55 \text{ m} + 0,20 \text{ m} + 0,50 \text{ m}$ $0,98 \text{ m} \leq 1,25 \text{ m}$ vyhovuje

Výsledná navržená konstrukce pražcového podloží	
Kolejové lože pod betonovým pražcem	tl. 0,35 m
Konstrukční vrstva ze ŠD 0/32 kv	tl. 0,20 m
Zemní pláň/subpláň (hloubka od LPP)	štěrk hlinitý a písčitý s kamenitou složkou (drť-suť) G4 GM - G3 G-F+Cb (0,55 m)

Návrh a posouzení ZKPP pro mosty

Posouzení únosnosti na podkladní vrstvě	
Typ trati	$V_{\max} = 60 \text{ km.h}^{-1}$
Navržená podkladní vrstva	DK 0/90
Tloušťka vrstvy po zhutnění	$h_1 = 0,50 \text{ m}$
Modul deformace DK 0/90	$E_{\text{mat}} = 110 \text{ MPa}$
Požadovaný modul přetvárnosti zemní pláně	$E_{\text{min,ZP}} = 15 \text{ MPa}$ subplán splňuje
Charakteristický modul deformace subpláně	$E_{\text{ch}} = 16,0 \text{ MPa}$
Průměr zatěžovací desky	$D = 0,30 \text{ m}$
Součinitel únosnosti „ k_1 “	$k_1 = E_{\text{ch}} / E_{\text{mat}} = 16 / 110 = 0,1455$
Součinitel tloušťky podkladní vrstvy „ k_2 “	$k_2 = h_1 / D = 0,50 / 0,30 = 1,6667$
Ekvivalentní modul přetvárnosti na podkladní vrstvě $E_{e,1}$	$E_{e,1} = E_{\text{ch}} / (1 - 2/\pi \times (1 - k_1^{1,4}) \times \arctg(k_2 \times k_1^{-0,4})) \text{ rad}$
	$E_{e,1} = 16 / (1 - 2/\pi \times (1 - 0,1455^{1,4}) \times \arctg(1,6667 \times 0,1455^{-0,4})) \text{ rad}$
	$E_{e,1} = 70,20 \text{ MPa}$
Posouzení celé konstrukce na únosnost	
Navržená konstrukční vrstva	šterkodrt ŠD 0/32 kv
Tloušťka vrstvy po zhutnění	$h_2 = 0,20 \text{ m}$
Modul deformace ŠD 0/32 kv	$E_{\text{mat}} = 70 \text{ MPa}$
Požadovaný modul přetvárnosti pláně železničního spodku	$E_{\text{min,PL}} = 70 \text{ MPa}$
Ekvivalentní modul přetvárnosti na podkladní vrstvě $E_{e,1}$	$E_{e,1} = 70,0 \text{ MPa}$
Průměr zatěžovací desky	$D = 0,30 \text{ m}$
Součinitel únosnosti „ k_1 “	$k_1 = E_{e,1} / E_{\text{mat}} = 70 / 70 = 1,00$
Součinitel tloušťky konstrukční vrstvy „ k_2 “	$k_2 = h_2 / D = 0,20 / 0,30 = 0,6667$
Ekvivalentní modul přetvárnosti na pláni železničního spodku $E_{e,PL}$	$E_{e,PL} = E_{e,1} / (1 - 2/\pi \times (1 - k_1^{1,4}) \times \arctg(k_2 \times k_1^{-0,4})) \text{ rad}$
	$E_{e,PL} = 70 / (1 - 2/\pi \times (1 - 1,00^{1,4}) \times \arctg(0,6667 \times 1,00^{-0,4})) \text{ rad}$
	$E_{e,PL} = 70,00 \text{ MPa}$
Požadavek $E_{e,PL} \geq E_{\text{min,PL}}$	po dosazení: 70,00 MPa \geq 70,00 MPa vyhovuje
Posouzení ochrany konstrukce PP před účinky mrazu	
Navržená podkladní vrstva z DK 0/90	$h_1 = 0,50 \text{ m}$
Navržená konstrukční vrstva ze ŠD 0/32 kv	$h_2 = 0,20 \text{ m}$
Hloubka promrzání (kap. 2.4 ZZ GTP)	$h_{\text{pr}} = 0,98 \text{ m}$
Dovolená tloušťka promrznutí zeminy zemní pláně dle tab. 3 příl. 7 SŽ S4	$h_{\text{zdov}} = 0,50 \text{ m}$
Tloušťka kolejového lože od úložné plochy (pro betonové pražce)	$h_{\text{kl}} = 0,55 \text{ m}$
Požadavek ochrany konstrukce PP před mrazem $h_{\text{pr}} \leq h_{\text{pr, kpp}}$ $h_{\text{pr}} \leq h_{\text{kl}} + h_2 + h_1 + h_{\text{zdov}}$	po dosazení: $0,98 \text{ m} \leq 0,55 \text{ m} + 0,50 \text{ m} + 0,20 \text{ m} + 0,50$ $0,98 \text{ m} \leq 1,75 \text{ m}$ vyhovuje

Výsledná navržená konstrukce pražcového podloží	
Kolejové lože pod betonovým pražcem	tl. 0,35 m
Konstrukční vrstva ze štěrkodrti	tl. 0,20 m ŠD 0/32 kv
Podkladní vrstva z DK 0/90	tl. 0,50 m DK 0/90
Subpláš (hloubka od LPP)	štěrk hlinito-písčitý tř. G4 GM a G3 G-F +Cb (1,05 m)