

MODERNIZACE TRATI PLZEŇ – DOMAŽLICE – STÁTNÍ HRANICE SRN

4. STAVBA, ÚSEK DOMAŽLICE (MIMO) – STÁTNÍ HRANICE SRN

Závěrečná zpráva o podrobném geotechnickém průzkumu pražcového podloží



Název zakázky: Modernizace trati Plzeň-Domažlice-st. hranice SRN, 4. stavba, Úsek Domažlice (mimo)-st. hranice SRN, Podrobný GTP pražcového podloží

Číslo zakázky: CZ0117.000113

Vypracoval: Ing. Pavel Gajdoš, odpovědný řešitel
Odborná způsobilost v inženýrské geologii a hydrogeologii č. 1693/2003

Spolupracoval: RNDr. Jan Šťovíček
Odborná způsobilost K05/1, vedoucí prací na žel. spodku

Technická kontrola: Ing. Milan Novák
Vedoucí projektového týmu Železnice a silnice

Schválil: Mgr. Jiří Rout
Vedoucí pracoviště inženýrské geologie

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

**Modernizace trati Plzeň – Domažlice – st. hranice SRN,
4. stavba, Úsek Domažlice (mimo) – st. hranice SRN
Podrobný geotechnický průzkum pražcového podloží**

Praha červenec 2017

Obsah

1 ÚVOD	5
2 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA TRATI A PODKLADY	5
3 ARCHIVNÍ ŠETŘENÍ	6
4 TERÉNNÍ PROHLÍDKA	6
5 MORFOLOGIE TRATI	7
6 GEOLOGICKÉ POMĚRY	7
7 ROZSAH A METODIKA ZPRACOVÁNÍ PRŮZKUMU	8
7.1 Vyhodnocení georadarového záznamu	8
7.2 Hloubené (kopané) sondy	8
7.3 Statické zatěžovací zkoušky deskou	9
7.4 Sondy dynamické penetrace	9
7.5 Vzorky pro mechaniku zemin	10
8 VÝSLEDKY POLNÍCH A LABORATORNÍCH ZKOUŠEK	10
8.1 Vyhodnocení georadarového záznamu	10
8.2 Výsledky kopaných sond	10
8.3 Výsledky stat. zatěžovacích zkoušek a penetračního sondování	10
8.4 Výsledky laboratorních zkoušek	13
9 ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PRŮZKUMNÝCH PRACÍ	14
9.1 Kolejové lože	14
9.2 Železniční spodek	14
9.3 Zemní plášť	15
9.4 Únosnost	15
9.5 Vodní režim, promrzání	16
9.6 Vymezení a popis kvazihomogenních bloků	18
9.7 Orientační návrh pražcového podloží	25
9.8 Stabilita svahů	29
9.9 Vhodnost zemin do zemního tělesa a těžitelnost	29
10 ZÁVĚR	30

SEZNAM PŘÍLOH

1. Přehledná situace
2. Situace rozmístění sond, M 1 : 10 000
 - 2.1. Situace rozmístění sond, úsek km 174,360 – 178,580
 - 2.2 Situace rozmístění sond, úsek km 179,600 – 184,102
3. Podélný geotechnický profil, M 1 : 2000 / 50
 - 3.1 Podélný geotechnický profil, úsek km 174,360 – 178,580
 - 3.2 Podélný geotechnický profil, úsek km 179,600 – 184,102
4. Geotechnická dokumentace kopaných sond a archivních vrtů
 - 4.1 Geotechnická dokumentace kopaných sond
 - 4.2 Geologická dokumentace archivních vrtů J3 a J4 (VPÚ Praha, 1985)
5. Protokoly statických zatěžovacích zkoušek
6. Protokoly dynamické penetrace
7. Laboratorní protokoly
8. Dokumentace a vyhodnocení bagrované sondy KB1 v žel. zastávce Babylon
9. Fotodokumentace

SEZNAM TABULEK V TEXTU

1	Výsledky statických zatěžovacích zkoušek (úsek v km 174,360 – 178,580)	11
2	Výsledky statických zatěžovacích zkoušek (úsek v km 179,600 – 184,102)	12
3	Výsledky laboratorních zkoušek (úsek v km 174,360 – 178,580)	13
4	Výsledky laboratorních zkoušek (úsek v km 179,600 – 184,102)	14
5	Vodní režim, $h_{z\text{ dov}}$ pro navrhovaný druh trati (B) (km 174,360 – 178,580)	16
6	Vodní režim, $h_{z\text{ dov}}$ pro navrhovaný druh trati (B), (km 179,600 – 184,102)	17
7	Orientační návrh žel.spodku pro min. návrh. hodnotu $E_{pl}=40\text{ MPa}$ (Část 1)	26
8	Orientační návrh žel.spodku pro min. návrh. hodnotu $E_{pl}=40\text{ MPa}$ (Část 2)	27

1 ÚVOD

Na základě objednávky firmy SAGASTA s.r.o. provedla akciová společnost SG Geotechnika a.s. podrobný geotechnický průzkum pražcového podloží pro potřeby zpracování „Záměru projektu a Přípravné dokumentace stavby včetně oznámení EIA“ na připravovanou akci „Modernizace trati Plzeň – Domažlice – st. hranice SRN, 4 stavba, úsek Domažlice (mimo) – st. hranice SRN“.

Předmětem zadání průzkumných prací byla jednokolejná železniční trať č. 180 v km **174,360 – 184,102¹**. Z tohoto úseku byla projektantem ze zadání vyjmuta staniční část žst. Česká Kubice, která byla v nedávné době modernizována (úsek zhruba v km 178,580 – 179,600). Modernizovaný staniční úsek rozděluje v zásadě hodnocenou trasu na zhruba dvě poloviny (každá o délce něco přes 4 km). Průzkum byl prováděn na širé trati a v prostoru železniční zastávky Babylon.

Dle údajů zadavatele průzkumných prací je v hodnocené trase uvažováno s modernizací traťové koleje na **úrovni trati celostátní (ostatní) pro rychlosti menší než 120 km.h⁻¹** (ve smyslu tab. 1 přílohy 6 k předpisu S4 SŽDC). Minimální deformační moduly na tratích tohoto typu jsou $E_{or} = 20 \text{ MPa}$ a $E_{pl} = 40 \text{ MPa}$. Od těchto hodnot se odvíjí vyhodnocení provedeného průzkumu.

Cílem modernizace je umožnit zvýšení zatížení trati, zvýšení rychlosti a prostorové průchodnosti v rámci stávajících směrových poměrů.

Rozsah prací vychází ze schválené nabídky podrobného GTP a z požadavků předpisu SŽDC S4. Nad rámec původní nabídky byla na dodatečnou žádost objednatele provedena průzkumná bagrovaná sonda ve stanici Babylon za účelem ověření základových poměrů pro založení nástupiště mostového typu Umsteiger. Dokumentaci sondy provedl pracovník naší společnosti Mgr. Marian Kollár – dokumentace s vyhodnocením tvoří přílohu 8.

2 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA TRATI A PODKLADY

V současném stavu se jedná o jednokolejnou, neelektrizovanou trať pro rychlost 80 – 100 km/hod. (s místními omezeními pod 80 km/hod.).

Trať byla vybudována privátní společností Česká západní dráha a uvedena do provozu v roce 1861.² Od té doby nebyla trať zásadně upravována ani modernizována. Ke změnám na vyšší kategorii došlo pouze na úrovni zabezpečovacích zařízení a přenosových systémů. Dle údajů traťmistra došlo v 80. letech 20. století k čištění kolejového lože. Jiné zásahy nebyly prováděny.

Trať je zařazena do evropského železničního systému TEN – T do hlavní sítě osobní i nákladní dopravy. Místním oblastním správcem je Oblastní ředitelství Plzeň.

V řešeném úseku se nachází **5 mostních objektů, 28 propustků a 4 úrovněvé přejezdy**. V případě mostních konstrukcí se jedná o mosty malých rozpětí (do 8 m) – kamenné klenbové, železobetonové desky nebo zabetonované nosníky s průběžným šterkovým ložem. Mosty pochází z dob první výstavby, tedy z let 1850 – 1860.

Mosty se nachází v km 175,181, km 176,321, km 178,136, km 181,169 a v km 182,950.

Pro účely zpracování zakázky jsme získali následující podklady:

¹ obvod bývalé výhybny Pasečnice/mimo/ - státní hranice

² Německý oficiální název byl „k.k. privilegierte Böhmsche Westbahn (zkratka **BWB**)

- *Zvláštní technické podmínky pro Záměr projektu a Přípravnou dokumentaci stavby včetně oznámení EIA („Modernizace trati Plzeň – Domažlice – st. hranice SRN“), SŽDC, 2016*
- *Aktualizace Studie proveditelnosti a CBA – Modernizace trati Plzeň – Domažlice – st. hranice SRN, SUDOP, 2015*
- *Polohové zaměření úseku ve formátu dwg*
- *Průběh nivelety ve formátu dwg*
- *Primární (neinterpretovaná) data z proměření hodnoceného úseku georadarem*

Metodicky bylo postupováno dle požadavků předpisu SŽDC S4 (Železniční spodek).

3 ARCHIVNÍ ŠETŘENÍ

Pro účely zakázky bylo provedeno archivní šetření v archivu České geologické služby v Praze. V blízkém sousedství železniční trati se podařilo vyhledat pouze 2 mělké archivní vrty J3 a J4 v České Kubici. Vrty byly hloubeny pro potřeby výkopů vodovodu. Jedná se o následující závěrečnou zprávu:

Franěk V. (1985): Č. Kubice – Zpráva č. 118/85 o inženýrskogeologickém průzkumu. Vojenský projektový ústav. Praha. P49625

Geologická dokumentace archivních vrtů je uvedena v příloze 4.2. Vrty jsou vyznačeny v situaci rozmístění sond v příloze 2. Geologický profil vrtu J4 je kolmo promítnut do podélného geotechnického profilu v příloze 3.

4 TERÉNNÍ PROHLÍDKA

Ve dnech 24. a 25.4. 2017 byla uskutečněna základní terénní prohlídka hodnoceného úseku. Místní šetření provedel odpovědný řešitel úkolu Ing. Pavel Gajdoš společně s traťmistrem panem Velkem.

Během pochůzek nebyly zaznamenány žádné svahové deformace stávajících zemních těles ani svahů zářezů. Jedinými zjištěnými geodynamickými jevy bylo:

- 1) *erozní postižení levého svahu zářezu v km 178,000 – 178,012, kde dochází k postupnému uvolňování zvětralin (zanesení příkopu) a podemílání břízy ve výšce cca 7 m nad tratí. (viz foto 15 v příloze 9). Na tento úsek navazuje v km 178,012 – 178,030 původní kamenná zárubní (obkladní?) zeď.*
- 2) *erozní jevy v pravé straně skalního zářezu v úseku v km 182,690 – 182,720 (viz foto 22 v příloze 9)*

„Blaťáky“ v trase nebyly zaznamenány. Odvodnění trati se jevilo jako funkční. Příkopy podél trati byly suché. Voda stála pouze v příkopu (vlevo) zhruba v prostoru kolem drážního km 178,400 a dále v pravém příkopu v části zářezu v km 182,690 – 182,720³. Problémy s únosností dle vyjádření traťmistra nejsou. Pozorování v terénu korespondují s údaji uvedenými ve Zvláštních technických podmínkách, kde je v kapitole 4.9.1.1. v části Železniční spodek uvedeno:

³ Příkop ve skalním podloží – z větší části zanesený zvětralými úlomky hornin, které opadávají z pravého skalního zářezového svahu.

„Železniční spodek v úseku je stabilní a nevykazuje závažné závady únosnosti ani stability zemního tělesa. V úseku se nenachází žádné výjimečné konstrukce železničního spodku. Místní ztráty únosnosti nebo deformace jsou řešeny až když dosáhnou stupně poruchy. Tyto stavy jsou ale vcelku ojedinělé.“

5 MORFOLOGIE TRATI

Trať je v hodnoceném úseku vedena **tzv. Domažlickým průsmykem** (selektivní sníženina v západní části Všerubské vrchoviny, která vede přes labsko-dunajské rozvodí a spojuje Domažlice s bavorským Furth im Wald). Trať překonává značný výškový rozdíl – max. podélný sklon dosahuje 11 ‰. Směrem k Č. Kubici trať stoupá, od Č. Kubice ke st. hranici klesá. Převažují násypy, zářezy a odřezy s přísypy. V úrovni terénu se niveleta trati nachází z menší části. Násypy i zářezy místy dosahují i přes 10 m.

Zhruba od České Kubice až po bývalou výhybnu Pasečnici trať sleduje uměle vytvořený náhon Teplé Bystřice.⁴ Na trati se nachází 5 mostních objektů, které byly předmětem stavebně technického průzkumu. Výsledky tohoto průzkumu jsou shrnuty v samostatné zprávě.

Podél trati se nachází drobné, zarostlé zbytkové jámy po těžbě kameniva z minulosti (místní zdroje využívané v minulosti zřejmě především pro stavbu železnice). Místy je trať prostřednictvím nízkých násypů přes některé staré těžebny i převáděna.

Nejvýraznější opuštěná těžebna se nachází přímo naproti železniční zastávce Babylon (viz foto 8 a 9 v příloze 9). V současnosti je žulová lomová stěna využívána ke sportovnímu lezení.

6 GEOLOGICKÉ POMĚRY

Území, kterým posuzovaný úsek trati prochází, se z **regionálně geologického hlediska** (Mísař Z., 1983) nachází v oblasti tzv. **domažlického krystalinika** tvořeného proterozoickými pararulami, svory a fylity s vložkami amfibolitů a variskými granitoidy drobného **babylonského masivu**. V rámci babylonského masivu převládá světlá porfyrická biotitická žula, místy prorážena žilnými tělesy žulových porfyrů a aplitů. Na severním a východním okraji babylonského masivu byly popsány dvojslídé žuly. Místy se zachoval kontaktně metamorfovaný plášť žulového plutonu zastoupený rohovci. Granity v připovrchových částech a podél poruch zvětrávají na **zahliněná písčito-štěrkovitá žulová eluvia**. Zrna jsou vícehranná, ostrá.

Kvartérní pokryv je většinou nevýrazný. Zastoupen je deluviálními (svahovými) uloženinami a podél místních vodotečí potočními naplaveninami a splachy. Výraznější a mocnější polohy kvartérního pokryvu se nachází především v úseku mezi Českou Kubicí a drážním km 181,230. Potvrzují to i průběhy penetračních odporů sond P10 a P13 (včetně).

V úseku km 179,870 – 180,123 je trať vedena na velmi nízkém násypu (místy v úrovni terénu) podél břehu bezejmenného rybníka. Území je zde trvale zamokřené.

⁴ Kanál byl údajně vybudován na konci 19. století a převádí vodu Teplé Bystřice do povodí Radbůzy (původně odtékala na německou stranu).

7 ROZSAH A METODIKA ZPRACOVÁNÍ PRŮZKUMU

Geotechnický průzkum byl proveden v souladu s následujícími předpisy:

- ☐ Předpis SŽDC S4 – Železniční spodek
- ☐ Technické kvalitativní podmínky staveb státních drah (kapitoly 3, 6, 7 a 18)
- ☐ ČSN, na které se výše uvedené předpisy odvolávají
- ☐ ČSN, které se vztahují k provádění průzkumných prací

Práce při provádění průzkumu pražcového podloží zahrnovaly následující postupy:

- ☐ vytýčení sond
- ☐ geofyzikální interpretace georadarového záznamu
- ☐ provedení strojních výkopů (s ručním dočištěním) do úrovně zemní pláně a aktivní zóny, sondy provedeny mezi pražci na vnější straně koleje, vybrané sondy byly strojně a ručně prohloubeny, geologická dokumentace sond tvoří přílohu č. 4.1
- ☐ provedení statických zatěžovacích zkoušek deskou na dně výkopů
- ☐ provedení dynamických penetračních sond do hloubek 1 – 3 m: penetrační zkoušky byly realizovány na vybraných místech (na dnech zářezů pro ověření možnosti hloubení výkopů a dále v místech radarových anomálií). Část byla lokalizována rovněž do míst v úrovni terénu a na násep
- ☐ odběr vzorků zemin zemní pláně a aktivní zóny pro geomechanické zkoušky zemin.
- ☐ likvidace sond
- ☐ provedení laboratorních zkoušek mechaniky zemin

Hloubené (kopané) sondy jsou v textové části a přílohách označovány symbolem K, dynamické penetrace symbolem P a statické zatěžovací zkoušky symbolem SZZ. U popisu každé sondy je uvedeno staničení sondy s uvedením orientace (levá/pravá). Pravá a levá strana je vztažena k rostoucímu směru staničení trati (kilometráž roste směrem k jihu, tj. ke státní hranici s SRN).

Výškové (hloubkové) údaje u dokumentace sond, penetrací, u prováděných zatěžovacích zkoušek, u odběru vzorků zemin včetně podélných geotechnických řezů jsou vztaženy k úložné (horní) ploše pražců.

7.1 Vyhodnocení georadarového záznamu

Vyhodnocení radarových dat provedl odborně způsobilý geofyzik naší společnosti RNDr. Jiří Nedvěd. Výsledky byly využity při rozmístění průzkumných kopaných a penetračních sond.

7.2 Hloubené (kopané) sondy

Sondy byly provedeny pomocí mechanizovaného prostředku MUV 69.2 577 v kombinaci s ručním hloubením.

Práce probíhaly ve dvou obdobích, a to:

9.5. – 12.5. 2017 (4 dny)

5.6. – 7.6. 2017 (3 dny)

V prvním období byly sondy realizovány pomocí jedné MUV se lžící a jedné zatěžovací soupravy. V tomto časovém úseku bylo vyhloubeno celkem 23 kopaných sond (konkrétně K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8, K9, K10A, K10B, K11, K12, K13, K14, K15, K16, K17, K18, K19, K20, K21 a K22). Ve 22 sondách byly provedeny statické zatěžovací zkoušky deskou dle metodiky uvedené v předpisu SŽDC S4 (Železniční spodek). Práce se odehrávaly v úseku v km 174,360 – 178,580. Využito bylo výluk, které se konaly denně v 8:20 – 11:40 a v 12:10 – 15:25.

Ve druhém období byly sondy realizovány v denních vlakových pauzách, a to vždy v 8:15 – 9:00, v 10:00 – 11:40 a v 12:15 – 15:40. Práce probíhaly v úseku v km 179,500 – 184,102. Využito bylo dvou MUV (obě se lžící) a dvou zatěžovacích souprav. Vyhloubeno bylo celkem 24 sond (konkrétně K24, K25, K26, K27, K28, K29, K30, K31, K32, K33, K34, K35, K36, K37, K38A, K38B, K39, K40, K41, K42, K43, K44 a K45). Ve 23 sondách byly provedeny statické zatěžovací zkoušky deskou dle metodiky uvedené v předpisu SŽDC S4 (Železniční spodek).

Celkem tedy bylo v celé hodnocené trase zhotoveno 47 kopaných sond.

Sondy byly ve většině případů hloubeny do úrovně předpokládané budoucí zemní pláně. Kopané sondy byly geologicky zdokumentovány, zaměřeny a ovzorkovány. Poté byly likvidovány zpětným zásypem. Geologická dokumentace je uvedena v příloze č. 4.1., situace sond v příloze 2.

7.3 Statické zatěžovací zkoušky deskou

Zatěžovací zkoušky byly provedeny v souladu s předpisem SŽDC S4 Železniční spodek zatěžovací deskou o průměru 30 cm. Deska byla ukládána do pískového lože na ručně dočištěném dně kopané sondy. Zkoušky byly prováděny ve dvou zatěžovacích cyklech. Jako protizátěže bylo využito drážního dopravního prostředku MUV - 69. Vyhodnocení zkoušek bylo uskutečněno v souladu s přílohou č. 5 k SŽDC S4.

Statické zatěžovací zkoušky provedli pracovníci SG Geotechnika pan Jiří Chýle a David Černý.

V hodnocené trase bylo celkem provedeno 44 stat. zatěžovacích zkoušek.

Výsledné moduly přetvárnosti zemní pláně E_0 jsou uvedeny v tabelární formě v kapitole č. 8.2 tabulkách č. 1 a 2., grafický průběh zkoušek a jejich vyhodnocení v příloze č. 5.

7.4 Sondy dynamické penetrace

Na vybraných místech byly provedeny dynamické penetrační zkoušky. Penetrováno bylo do plánovaných hloubek, případně do úrovně, kdy odpor proti vniku přesáhl 50 úderů na 100 mm. Ke zkouškám byl použit přístroj odpovídající normě DIN 4094 o hmotnosti beranu 50 kg. Zaznamenáván byl počet úderů na vnik 100 mm. Hodnoty měrného dynamického odporu q_{dyn} (kPa) byly stanoveny z Bondarikova vzorce:

$$q_{dyn} = \frac{Q \cdot h}{(1 + q/Q) \cdot A \cdot s} + \frac{Q + q}{A} - \frac{F}{A}$$

kde h ...výška pádu beranu, Q ...tíha beranu, q ...tíha soutyčí, A ...plocha příčného průřezu hrotu, s ...zaražení hrotu jedním úderem (m), F ...tření mezi soutyčím a zeminou (kN),

Penetrační sondy provedli pracovníci SG Geotechnika (Petr Kurka, David Černý a Mgr. Marián Kollár).

Celkem bylo uskutečněno 18 penetračních sond. Protokoly zkoušek jsou uvedeny v příloze č. 6.

7.5 Vzorky pro mechaniku zemin

Za účelem upřesnění makroskopických popisů, stanovení základních indexových vlastností zemin zemní pláně a jejich zařazení do geotechnického klasifikačního systému bylo odebráno 35 porušených vzorků zemin zemní pláně, případně aktivní zóny a 2 vzorky z železničního spodku. **Celkem bylo tedy odebráno 37 porušených vzorků zemin.**

Výsledky zařazení byly využity při stanovení opravných koeficientů deformačních modulů („z“) a při určení míry namrzavosti zemní pláně a aktivní zóny. Laboratorní zpráva tvoří přílohu č. 7.

8 VÝSLEDKY POLNÍCH A LABORATORNÍCH ZKOUŠEK

8.1 Vyhodnocení georadarového záznamu

Účelem vyhodnocení georadarových dat byla indikace radarových anomálií, které by mohly indikovat případná oslabená místa pražcového podloží.

Georadarová data jsou z měření ze dne 9.3.2014 s krokem 1 m. Při interpretaci se vycházelo z primárních dat, které jsme podrobili několika násobné filtraci pro zvýraznění odstupu užitečného signálu od šumu a maximální eliminaci projevu pražců. Grafické vyhodnocení je archivováno u naší společnosti.

Z výsledků analýzy dat vyplynula následující místa s možným oslabením pražcového podloží:

km 175,001, km 175,561, km 175,908, km 176,426, km 177,024, km 177,787, km 178,130, km 178,404, km 179,944, km 180,801, km 181,671, km 182,572, km 182,629, km 183,156, km 183,534

Výsledky byly využity pro optimalizaci průzkumné sítě.

8.2 Výsledky kopaných sond

Kopané sondy byly geotechnicky popsány (viz příloha 4.1). Profily sond byly vyneseny do **schematického podélného geotechnického profilu v příloze 3**. Tímto na tuto přílohu odkazujeme.

8.3 Výsledky stat. zatěžovacích zkoušek a penetračního sondování

Výsledky zatěžovacích zkoušek jsou uvedeny v tabulce č. 1 a 2. Podrobné údaje včetně grafického průběhu jednotlivých zkoušek jsou prezentovány v příloze č. 5.

S ohledem na plánovanou úroveň trati (**celostátní ostatní pro rychlosti menší než 120 km.h⁻¹**) je nutné zajistit následující minimální deformační moduly: $E_{or} = 20$ MPa a $E_{pl} = 40$ MPa. V úsecích, kde se kolejové lože nachází přímo na zemní pláni (bez podkladních vrstev), pak musí být $E_{or}=E_{pl}=40$ MPa (žlutě vykolorovaná políčka v tabulce). Šedě vykolorovaná pole označují sondy, kde byla zkouška provedena na podkladní vrstvě (pláni tělesa železničního spodku, měřeno bylo přímo E_{pl}). Nevhovující hodnoty únosnosti stávající trati jsou vyznačeny červenou barvou.

Tab. 1: Výsledky statických zatěžovacích zkoušek (úsek v km 174,360 – 178,580)

sonda	staničení	Hloubka zkoušky	Zemní plášť (zatřídění dle ČSN 721002)		E _o (MPa)	„Z“ opr.koef.	E _{or} (MPa)
			popis	třída zem.			
K1	174,400	0,70 m	žulový písek, hlinitý + štěrk	S4/SM+g	40,9	0,9	36,8
K2	174,600	0,85 m	žulový písek, hlinitý + štěrk	S4/SM+g	38,1	0,9	34,3
K3	174,800	0,88 m	Jíl písčitý, tuhý + štěrk	F4/CS+g	32,6	0,8	26,1
K4	175,010	0,75 m	žulový písek+štěrk	S3/S-F	31,9	0,9	28,7
K5	175,200	0,76 m	žulový štěrk+kameny	G3/G-F+cb	53,5	1	53,5
K6	175,400	0,80 m	žulový písek se štěrkem	S3/S-F+g	31,4	0,9	28,3
K7	175,561	0,62 m	žulový písek, hlinitý + štěrk	S4/SM+g	59,2	0,9	53,3
K8	175,800	0,98 m	žulový štěrk	G3/G-F	31,4	1	31,4
K9	176,000	0,76 m	eluvium žuly	G3/G-F	61,6	1	61,6
K10B	176,214	0,67 m	žulový štěrk	G3/G-F	78,9	1	78,9
K11	176,400	0,77 m	žulový štěrk	G3/G-F	45,0	1	45,0
K12	176,600	1,05 m	žulový štěrk+obč. kameny	G3/G-F+cb	46,8	1	46,8
K13	176,800	1,00 m	žulový písek	S3/S-F+g	31,2	0,9	28,1
K14	177,028	0,70 m	žulové eluvium	S3/S-F+g	57,7	0,9	51,9
K15	177,200	0,71 m	žulový štěrk	G3/G-F	44,5	1	44,5
K16	177,400	0,62 m	žulový štěrk, zahliněný	G4/GM	39,8	1	39,8
K17	177,600	0,55 m	žulový štěrk	G3/G-F	39,8	1	39,8
K18	177,800	0,65 m	žulový štěrk	G3/G-F	41,3	1	41,3
K19	178,000	0,48 m	porfyrická žula, tř. R3	R3	109,7	1	109,7
K20	178,200	0,74 m	žulový štěrk + kámen	G3/G-F+cb	52,3	1	52,3
K21	178,404	0,63 m	jíl se štěrkem, tuhý	F4/CS+g	23,1	0,8	18,5
K22	178,578	0,76 m	jíl p. se štěrk., tuhý-pev.	F4/CS+g	47,3	0,6	28,4
Vysvětlivky:							
	Požadované min Eor=20 MPa (KPP typ 2, kolej. lože + podkl. vrstva ž. sp.)						
	Požadované min Eor = Epl = 40 MPa (KPP typ 1, kolejové lože přímo na zemní pláni)						

Tab 2.: Výsledky statických zatěžovacích zkoušek (úsek v km 179,600 – 184,102)

sonda	staničení	hloubka	zemní plášť (zatřídění dle ČSN 721002)		E _o (MPa)	„Z“ opr.koef.	E _{or} (MPa)
			popis	třída zem.			
K23	179,700	0,80	písečný štěrk (těleso žel.spodku)	G3/G-F	27,6 (Epl.)	1	27,6 (Epl)
K24	179,944	0,83	píšč. štěrk	G3/G-F	25,6	1	25,6
K25	180,103	0,73	písek jí. se štěrskem	S5/SC+g	35,4	0,9	31,9
K26	180,300	0,80	štěrk písčité	G3/G-F	33,1	1	33,1
K27	180,500	0,73	štěrk písčité	G3/G-F	48,9	1	48,9
K28	180,700	0,73	písek s příměsí štěrku	S3/S-F+g	37,8	0,9	34,0
K29	180,900	0,73	písek jí. s příměsí štěrku	S5/SC+g	25,3	0,9	22,8
K30	181,100	1,12	štěrk písčité, drobný	G3/G-F	35,4	1	35,4
K31	181,300	0,70	skalní podklad – rula	R4	109,7	1	109,7
K32	181,500	0,94	kameny o vel. 15 – 20 cm	Cb	50	1	50
K33	181,700	1,2	škvára+štěrk	G3/G-F	21,9	1	21,9
K35	182,100	0,87	skalní podklad (kam. rovinanina?)	R4(Cb?)	112,4	1	112,4
K36	182,300	0,85	zvětralá rula	R5/R6	78,9	0,9	71,0
K37	182,500	0,80	rulové eluvium zpracované do násypu	G3/G-F	39,1	1	39,1
K38B	182,705	0,75	svorová rula	R4	121,5	1	121,5
K39	182,900	0,77	sypanina z eluvia fylitů zpracovaná do násypu	G3/G-F	49,4	1	49,4
K40	183,156	0,83	kameny navětralého-zvětrálního amfibolitu	R5(Cb)	93,7	1	93,7
K41	183,300	0,88	kamenitá až balvanitá sypanina	Cb + B	50	1	50,0
K42	183,534	0,80	štěrk písčité	G3/G-F	54,8	1	54,8
K43	183,700	0,8	štěrk hlinitý	G4/GM	51,7	1	51,7
K44	183,900	0,80	štěrk píšč. – písek se štěrskem (těleso žel. sp.)	G3/G-F	118,3	1	118,3 (Epl)
K45	184,100	0,60	štěrk zahliněný	G3/G-F	46,4	1	46,4
Vysvětlivky:							
	Požadované min Eor=20 MPa (KPP typ 2, kolej. lože + podkl. vrstva ž. sp.)						
	Požadované min Eor = Epl = 40 MPa (KPP typ 1, kolejové lože přímo na zemní pláni)						
	Požadované min Epl=40 MPa. Zkouška měřena na pláni těl. žel. spodku						

Penetrační sondáž zpřesnila představy o kvalitě hlubšího podloží. Průběh penetračních odporů je znázorněn v podélném geotechnickém profilu v příloze 3.

8.4 Výsledky laboratorních zkoušek

Na 37 porušených vzorcích byly provedeny základní indexové zkoušky. Výsledky zkoušek byly využity ke zpřesnění makroskopických popisů a k zařazení zemin dle klasifikačního systému uvedeného v ČSN 72 1002 - Klasifikace zemin pro dopravní stavby. Základní výsledky zkoušek včetně zařazení zemin do klasifikačního systému jsou uvedeny v tabulce č. 3 a 4.

Tab.3: Výsledky laboratorních zkoušek (úsek v km 174,360 – 178,580)

vzorek	staničení	zemní pláš (zařazení dle ČSN 721002)		w _n (%)	w _L (%)	I _p (%)	I _c (-)
		popis	třída zem.				
K1/0,70-0,80 m	174,400	žulový písek, hlinitý + štěrk	S4/SM+g	10,2	18,7	3,9	-
K2/0,85-0,95 m	174,600	žulový písek, hlinitý + štěrk	S4/SM+g	12,7	21	5,2	-
K3/0,88-0,90 m	174,800	Jíl písčitý, tuhý + štěrk	F4/CS+g	17,2	31,1	11,7	0,68
K4/0,75-0,80 m	175,010	žulový písek+štěrk	S3/S-F	10,9	-	-	-
K5/0,76-0,85 m	175,200	žulový štěrk+kameny	G3/G-F+cb	7,8	-	-	-
K6/0,80-0,85 m	175,400	žulový písek se štěrkem	S3/S-F+g	8,9	-	-	-
K7/0,62-0,82 m	175,561	žulový písek, hlinitý + štěrk	S4/SM+g	9,7	18,3	2,3	-
K8/0,98-1,10 m	175,800	žulový štěrk	G3/G-F	11,6	-	-	-
K9/0,76-0,87 m	176,000	eluvium žuly	G3/G-F	7,5	-	-	-
K10B/0,67-0,75 m	176,214	žulový štěrk	G3/G-F	6,8	-	-	-
K11/0,70-0,75 m	176,400	žulový štěrk	G3/G-F	6,4	-	-	-
K12/0,80-1,05 m	176,600	žulový štěrk+obč. kameny	G3/G-F+cb	7,1	-	-	-
K13/1,00-1,10 m	176,800	žulový písek	S3/S-F	10,6	-	-	-
K14/0,70-0,80 m	177,028	žulové eluvium	S3/S-F+g	8,1	-	-	-
K15/0,71-0,80 m	177,200	žulový štěrk	G3/G-F	8,4	-	-	-
K16/0,62-0,70 m	177,400	žulový štěrk, zahliněný	G4/GM(G5/GC)	9,8	-	-	-
K17/0,45-0,55 m	177,600	žulový štěrk	G3/G-F	7,9	-	-	-
K18/0,65-0,70 m	177,800	žulový štěrk	G3/G-F	7,7	-	-	-
K20/0,70-0,74 m	178,200	žulový štěrk + kámen	G3/G-F+cb	6,5	-	-	-
K21/0,60-0,63 m	178,404	jíl se štěrkem, tuhý	F4/CS+g	15,8	30,9	15,5	0,76
K22/0,76-0,80 m	178,578	jíl p. se štěrk., tuhý-pev.	F4/CS+g	14,2	30,4	12,8	1,08

Tab.4: Výsledky laboratorních zkoušek (úsek v km 179,600 – 184,102)

vzorek	staničení	zemní pláš (zařídění dle ČSN 721002)		w _n (%)	w _L (%)	I _p (%)	I _c (-)
		popis	třída zem.				
K23	179,700	Štěrkopísek (žel. spodek)	G3/G-F	14,3	-	-	-
K24/0,83 m	179,944	píšč. štěrk	G3/G-F	9,5	-	-	-
K25/0,73 m	180,103	písek jílovitý se štěrkem	S5/SC+g	15,7	29,8	9,7	-
K26/0,80 m	180,300	štěrk písčitý	G3/G-F	7,7	-	-	-
K27/0,73 m	180,500	štěrk písčitý	G3/G-F	9,8	-	-	-
K28/0,73 m	180,700	písek s příměsí štěrku	S3/S-F+g	10,5	-	-	-
K29/0,73 m	180,900	písek jílovitý se štěrkem	S5/SC+g	19,9	34,4	11	-
K30/1,12 m	181,100	štěrk písčitý	G3/G-F	9,8	-	-	-
K33/1,00 - 1,20 m	181,700	škvára se štěrkem	G3/G-F	30,5	-	-	-
K37/0,75 – 0,80 m	182,500	ruľové eluvium zapracované do náspu	G3/G-F	13	-	-	-
K39/0,77 – 0,88 m	182,900	eluvium fylitů zapracované do náspu	G3/G-F	10,5	-	-	-
K42/0,80 m	183,534	štěrk písčitý	G3/G-F	6,7	-	-	-
K43/0,80 – 0,90 m	183,700	štěrk hlinitý	G4/GM	8,8	-	-	-
K44/0,80 – 0,85 m	183,900	píšč. štěrk až písek se štěrkem	G3/G-F	9,1		-	-
K45/0,50 – 0,70 m	184,100	štěrk zahliněný	G3/G-F	12		-	-

Laboratorní zpráva tvoří přílohu č. 7.

9 ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PRŮZKUMNÝCH PRACÍ

9.1 Kolejové lože

Provedenými pracemi bylo zjištěno silné znečištění štěrku kolejového lože jemnozrnnou frakcí a místy i uhelným mourem. Dle údajů od traťmistra došlo k poslednímu čištění kolejového lože v 80. letech 20. století. Dle našeho názoru je stav nevyhovující a vyžaduje výměnu.

9.2 Železniční spodek

V první polovině trasy, tj. v úseku 174,360 – 178,580 (před stanicí Č. Kubice) z konstrukčního hlediska převládá typ **pražcového podloží KPP 1** (ve smyslu čl. 9 př. 6 k SŽDC S4), který je tvořený kolejovým ložem uloženým přímo na zemní pláni (případně eluviálním nebo skalním podkladu). Výjimku tvoří pouze sonda K14 (km 177,028), kde byla zjištěna mezi kolejovým ložem a skalním podkladem vrstva zřejmě vyrovnávacího křemencového štěrku (obtížně rozpojitelného). Tuto vrstvu indikují i výsledky penetračních sond P6 a P6A v km 177,024 a 177,023. Přepokládáme, že se jedná o průběžnou konstrukci v úseku odřezů až zářezu v km 176,930 – 177,180

V druhé polovině trasy, tj. v úseku 179,600 – 184,102 (st. hranice ČR) je charakter železničního spodku složitější. Konstrukce typu 1 (kolejové lože přímo na zemní pláni) je zastoupen zhruba z 60%. Zbýlých 40 % představují různé podkladní, sanační, či vyrovnávací vrstvy (v sondě K23 a K44 štěrkopísková vrstva pod kolej. ložem, v sondách K32 a K37 podkladní škvárová vrstva). V několika případech nebylo možné vizuálně rozlišit, zda byla pod kolejovým ložem zastižena kamenná rovinanina nebo deskovitě odlučné ruly (či amfibolity) přirozeného skalního podkladu (sondy K34, K35, K36 v km 181,870 – 182,300 a sonda K40 v km 183,156). V sondě K41 byla pod kolejovým ložem popsána vrstva z úlomků křemců a rohovců.

9.3 Zemní pláň

V první polovině hodnocené trasy, tj. v km 174,360 – 178,580 (od počátku budoucí úpravy po stanici Česká Kubice) převládaly jak v násypech, tak i v úrovni terénu zeminy charakteru štěrků tříd **G3/G-F až G4/GM(G5/GC)** a písků tříd **S3/S-F až S4/SM**. Jedná se o místní materiály. V oblasti jsou rozšířena písčité až štěrkovitá eluvia babylonské žuly, která při stavbě železnice představovala vhodný materiál pro podloží a současně i velmi vhodný zdroj sypaniny do násypů (viz foto 29 v příloze 9). Jedná se o zahliněné žulové písky a štěrky s vícehrannými štěrkovými zrny a s příměsí úlomků žuly. V závěru úseku před stanicí Č.Kubice byly v aktivní zóně zastiženy deluviální písčité jíly **F4/CS + g**.

V zářezu v km 177,850 – 178,080 byla zastižena světlá **porfyrická žula babylonského masivu pevnostní třídy R3**.

Zemní pláň z druhé poloviny hodnocené trasy, tj. v km 179,600 – 184,102 (od stanice Česká Kubice po státní hranici) lze z geotechnického hlediska popsat jako zahliněné písky a štěrky tříd S3/S-F až S5/SC a G3/G-F až G4/GM. Ve většině případů (kromě počáteční části) se ale již nejedná o žulové písky a žulové štěrky jako v první polovině trasy, ale zastoupeny jsou materiály získané původně z rulových a fylitových eluvií. Štěrková zrna a úlomky hornin jsou destičkovitého tvaru. V zářezích a některých odřezích v části směrem ke státní hranici byly zastiženy **krystalinické deskovitě odlučné ruly, svorové ruly a amfibolity**. Na dně zářezů v km 179,600 – 179,870 a v km 180,700 – 181,100 nebyl zastižen pevný skalní podklad, a to ani ve 3 m hlubokých sondách dynamické penetrace P10 a P12.

Charakter zemní pláně je znázorněn ve schematickém podélném GT profilu v příloze 3.

9.4 Únosnost

Dle údajů od objednatele GTP je v hodnocené trase ve smyslu tab. 1 přílohy 6 k předpisu SŽDC S4 uvažováno s modernizací traťové koleje na **úroveň trati celostátní (ostatní) pro rychlosti menší než 120 km.h⁻¹**. Minimální deformační moduly na tratích tohoto typu jsou $E_{or} = 20 \text{ MPa}$ a $E_{pl} = 40 \text{ MPa}$. U pražcového podloží typu 1, které v hodnocené trase převládá, chybí podkladní vrstva tělesa železničního spodku. Při hodnocení únosnosti zde proto musí být splněna podmínka dosažení minimálních deformačních modulů $E_{or} = E_{pl} = 40 \text{ MPa}$. V tomto kontextu je provedeno vyhodnocení v tabulkách 1 a 2 a v podélném geotechnickém profilu v příloze 3.

Únosnost stávající trati (vyjádřená deformačními moduly E_{or} a E_{pl}) ve vztahu k navrhované modernizaci nevyhověla v 19 případech z provedených 44 statických zatěžovacích zkoušek (viz tab. 1 a 2).

9.5 Vodní režim, promrzání

Dle mapy charakteristických hodnot indexu mrazu uvedené na obrázku 1 v předpisu SŽDC S4 lze v zájmové oblasti uvažovat s hodnotou $I_{mn} = 500 - 600$ °C.den). Dále v textu uvažujeme s konzervativní hodnotou $I_{mn} = 600$ °C.den.

Hloubka promrzání pražcového podloží je dána vztahem $h_{pr} = 0,045 \cdot \sqrt{I_{mn}}$

Po dosazení vychází $h_{pr} = 1,10$ m

Pro potřeby posouzení účinků promrzání případné nové konstrukce pražcového podloží uvádíme v tabulkách 5 a 6 základní vstupní data. Vodní režim byl stanovován s přihlédnutím k zrnitostním křivkám zemin, odtokovým a morfologickým poměrům v oblasti a s ohledem na výskyt průsaků vody do sond a kapilárním schopnostem zemin. Namrzavost byla určena pomocí analýzy zrnitostních křivek. Dovolená tloušťka promrzání byla určena odečtem z tabulky 2 přílohy 7 k předpisu SŽDC S4 pro druh plánované tratě B. Konstrukce pražcového podloží

Úsek v km 174,360 – 178,580

Pro tento úsek shrnujeme základní data v tabulce 5. V tomto úseku trati panují vzhledem k morfologii terénu v zásadě dobré odtokové poměry. Trať plynule stoupá směrem ke stanici Česká Kubice. Průsaky vody do sond nebyly pozorovány.

Tab.5: Vodní režim, dovolené tl. promrzání zem. pláň pro navrhovaný druh trati (B)
(km 174,360 – 178,580)

Sonda	staničení	Zemina zem. pláň	vodní režim	Skupina zemin z.pláň dle namrzav. (tab.2, př 7 S4)*	hz dov (m) (tab.2, př 7 S4)
K1	174,400	S4/SM+g	příznivý		0,60
K2	174,600	S4/SM+g	příznivý až nepříznivý		0,50
K3	174,800	F4/CS+g	nepříznivý		0,30
K4	175,010	S3/S-F	příznivý		0,60
K5	175,200	G3/G-F+cb	příznivý		0,60
K6	175,400	S3/S-F+g	příznivý		0,60
K7	175,561	S4/SM+g	příznivý až nepříznivý		0,50
K8	175,800	G3/G-F	příznivý		0,60
K9	176,000	G3/G-F	příznivý		0,60
K10B	176,214	G3/G-F	příznivý		0,60
K11	176,400	G3/G-F	příznivý		0,60
K12	176,600	G3/G-F+cb	příznivý		0,60
K13	176,800	S3/S-F+g	příznivý		0,60
K14	177,028	S3/S-F+g	příznivý až nepříznivý		0,50
K15	177,200	G3/G-F	příznivý		0,60
K16	177,400	G4/GM	příznivý		0,60
K17	177,600	G3/G-F	příznivý		0,60
K18	177,800	G3/G-F	příznivý		0,60
K19	178,000	R3	příznivý až nepříznivý		0,50
K20	178,200	G3/G-F+cb	příznivý		0,60
K21	178,404	F4/CS+g	nepříznivý		0,30
K22	178,578	F4/CS+g	nepříznivý		0,30
Vysvětlivky:					
		Skupina zemin mírně namrzavých a namrzavých			
		Skupina zemin nebezpečně namrzavých a vysoce namrzavých			

Úsek v km 179,600 – 184,102

V tomto úseku trať směrem od České Kubice ke státní hranici plynule klesá. Odtokové poměry jsou na většině trasy dobré. Zhoršené jsou ale na začátku v km 179,870 – 180,123, kde trať přechází na velmi nízkých násypech (místy až v úrovni terénu) podmačenou plochu (vlevo trati rybník, vpravo vodoteč s tůňemi) – viz foto 30 a 31 v příloze 9. V prostoru se vyskytuje **bobří populace** (přehrazuje svými hrázemi vodoteč a mění odtokové poměry).

Přítoky vody do sond byly zaznamenány v sondě K23 (km 179,700), archivním vrtu J3, v sondě K28 (km 180,700), K31 (km 181,300) a K34 (km 181,900). Ostatní sondy byly suché. V části zářezu v km 182,690 – 182,720 je zanesený otevřený příkop, v kterém stojí voda.

Tab.6: Vodní režim, dovolené tl. promrzání zem. pláň pro navrhovaný druh trati (B)
(km 179,600 – 184,102)

Sonda	staničení	Zemina zem. pláň	vodní režim	Skupina zemin z.pláň dle namrzavosti (tab.2, př 7 S4)*	hz dov (m) (tab.2, př 7 S4)
K23	179,700	G3/G-F	-	-	-
K24	179,944	G3/G-F	nepříz. až velmi nepříz.		0,40
K25	180,103	S5/SC+g	nepříz. až velmi nepříz.		0,40
K26	180,300	G3/G-F	příznivý		0,60
K27	180,500	G3/G-F	příznivý		0,60
K28	180,700	S3/S-F+g	nepříz. až velmi nepříz.		0,40
K29	180,900	S5/SC+g	nepříznivý		0,50
K30	181,100	G3/G-F	příznivý		0,60
K31	181,300	R4	nepříznivý		0,50
K32	181,500	Cb	příznivý		0,60
K33	181,700	G3/G-F	příznivý		0,60
K35	182,100	R4	příznivý-nepříznivý		0,50
K36	182,300	R5/R6	příznivý-nepříznivý		0,50
K37	182,500	G3/G-F	příznivý		0,60
K38B	182,705	R4	nepříznivý		0,50
K39	182,900	G3/G-F	příznivý		0,60
K40	183,156	R5/(Cb?)	nepříz. až velmi nepříz.		0,40
K41	183,300	Cb + B	příznivý-nepříznivý		0,50
K42	183,534	G3/G-F	příznivý		0,60
K43	183,700	G4/GM	příznivý-nepříznivý		0,50
K44	183,900	G3/G-F	nepříznivý		0,50
K45	184,100	G3/G-F	příznivý		0,60
Vysvětlivky:					
		Skupina zemin mírně namrzavých a namrzavých			
		Skupina zemin nebezpečně namrzavých a vysoce namrzavých			

Stávající konstrukce pražcového podloží z hlediska promrzání nevyhovuje v několika případech nové navrhované úrovni trati (*celostátní trať pro rychlost menší než 120 km/hod. – druh trati B dle tab. 2 př. 7 SŽDC S4*).

Pro zajištění ochrany zemní pláň před nepříznivými účinky mrazu platí:

$$h_{pr} \leq h_k + h_{sp} + h_{zdov} \text{ (odst. 9 př. 8 k SŽDC S4)}$$

kde

h_{pr} je hloubka promrzání pražcového podloží

h_k je tloušťka kolejového lože

h_{sp} je tloušťka ochranné štěrkopískové vrstvy, případně tloušťka jiného materiálu ochranné vrstvy přepočteného z hlediska tepelně izolačních vlastností na štěrkopískovou vrstvu

$h_{z\text{ dov}}$ je dovolená tloušťka promrzání pro daný druh trati v závislosti na namrzavosti zemní pláně a vodním režimu (viz tab.2 př. 7 k předpisu SŽDC S4)

Konkrétně se jedná o následující sondy:

K3 v km 174,800

Podmínka $h_{pr} \leq h_k + h_{sp} + h_{z\text{ dov}}$

1,10 m > 0,70 m + 0 m + 0,30 m

1,10 m > 1,00 m NEVYHOVUJE

K21 v km 178,404

Podmínka $h_{pr} \leq h_k + h_{sp} + h_{z\text{ dov}}$

1,10 m > 0,60 m + 0 m + 0,30 m

1,10 m > 0,90 m NEVYHOVUJE

K28 v km 180,700

Podmínka $h_{pr} \leq h_k + h_{sp} + h_{z\text{ dov}}$

1,10 m > 0,66 m + 0 m + 0,40 m

1,10 m > 1,06 m NEVYHOVUJE

V sondě K19 v km 178,000 není splněna ani standardní tloušťka kolejového lože, která činí 0,55 m. Tloušťka kolejového lože je zde 0,48 m. Zemní plán je budována navětralou žulou pevn. tř. odhadem R3.

Prostor sondy K3 spadá do kvazibloku 1, prostor sondy K21 do kvazibloku 9 a prostor sondy K28 do kvazibloku 10. U těchto kvazibloků je doporučen návrh nové KPP, která účinky promrzání zohledňuje.

9.6 Vymezení a popis kvazihomogenních bloků

Na základě komplexního zhodnocení všech vstupních parametrů - výsledků zatěžovacích a laboratorních zkoušek, výsledků georadarového měření, geologických, morfologických a přírodních poměrů - byla hodnocená trasa uměle rozdělena do kvazihomogenních úseků. Kvazihomogenní bloky jsou rovněž graficky vyznačeny v podélném geotechnickém profilu v př. 3 (včetně všech detailních dat). Níže uvádíme základní komentář k jednotlivým blokům (úsekům):

KVAZIBLOK 1 (km 174,360 – 175,950 (délka = 1590 m))

Morfologie trati: nízké násypy (max. do v = 5 m) a přísypy s mělkými odřezy (do 1,5 m). Vedení trati v úrovni terénu minoritně. V závěru úseku násep do v = 10,5 m

Provedené sondy: K1 – K8, P1 – P4

Stávající KPP (dle př. 6 SŽDC S4): typ 1, kolejové lože leží přímo na zemní pláni ($E_{or} = E_{pl}$), požadavek min. $E_{pl} = 40$ MPa, u ZKPP mostu min. $E_{pl} = 60$ MPa

Zemní plán: převážně žulový, zahliněný písek s příměsí štěrku nebo žulový štěrk s občasnými úlomky a kameny žuly (zeminy tř. S4/SM+g, S3/S-F, S3/S-F+g, G3/G-F a G3/G-F + cb). Lokálně výskyt písčitého jílu se štěrkovou příměsí (tř. F4/CS + g)

Vodní režim: vodní režim většinou příznivý, místy příznivý až nepříznivý (v úsecích v úrovni terénu a v zářezích), lokálně (sonda K3) velmi nepříznivý, převládají zeminy ze skupiny zemín mírně namrzavých - namrzavých, dovolená tloušťka promrzání zemní pláně 0,30 – 0,60 m.

Únosnost: Změřené deformační moduly **ve většině případů nevyhovují** požadavku pro uvažovaný druh trati (viz tab.1).

Ochrana proti promrzání: stávající konstrukce **v sondě K3 nevyhovuje** pro plánovaný druh trati

Umělé objekty: Most v km 175,181 (kamenný, klenbový)

Doporučení: Nutné provést opatření pro zvýšení únosnosti pražcového podloží (PP). Doporučujeme provést rekonstrukci stávajícího pražcového podloží na KPP2 (odst. 9b př. 6 k SŽDC S4). Nutná výměna šterku kolejového lože.

KVAZIBLOK 2 (km 175,950 – 176,217, délka = 267 m) – zastávka BABYLON

Morfologie trati: levostranný široký skalní odřez (bývalý žulový lom)

Provedené sondy: K9, K10A, K10B, bagrovaná sonda KB1 (realizovaná pro účely projekce založení mostního přechodu)

Stávající KPP (dle př. 6 SŽDC S4): typ 1, kolejové lože leží přímo na zemní pláni (Eor = Epl), požadavek min. Epl = 40 MPa, u ZKPP přejezdu min. Epl = 60 MPa

Zemní plán: žulové eluvium charakteru ostrého žulového šterku tř. G3/G-F

Vodní režim: příznivý, skupina zemin mírně namrzavých, $h_{z\text{ dov}} = 0,60\text{ m}$

Únosnost: Vyhovuje požadavku pro plánovaný druh trati včetně požadavků na ZKPP přejezdu (viz tab.1).

Ochrana proti promrzání: stávající konstrukce vyhovuje pro plánovaný druh trati

Objekty: Přejezd v km 176,206

Doporučení: Z hlediska únosnosti a z hlediska ochrany proti promrzání nejsou nutná další opatření. Nutná výměna šterku kolejového lože.

KVAZIBLOK 3 (km 176,217 – 176,580, délka = 363 m)

Morfologie trati: převážně vysoký násep $v = 0,5 - 14\text{ m}$, v závěru bloku úroveň terénu a mělký zářez

Provedené sondy: K11, P5

Stávající KPP (dle př. 6 SŽDC S4): typ 1, kolejové lože leží přímo na zemní pláni (Eor = Epl), požadavek min. Epl = 40 MPa, u ZKPP mostu min. Epl = 60 MPa

Zemní plán: v náspu žulový šterk, v zářezu indikuje penetrační záznam rovněž žulový šterk nebo žulové eluvium. V obou případech zemina charakteru šterku tř. G3/G-F.

Vodní režim: příznivý, skupina zemin mírně namrzavých, $h_{z\text{ dov}} = 0,60\text{ m}$

Únosnost: Vyhovuje požadavkům pro uvažovaný druh trati (viz tab.1), Únosnost ZKPP mostu nebyla testována

Ochrana proti promrzání: stávající konstrukce vyhovuje pro uvažovaný druh trati

Objekty: Klenbový most v km 176,321

Doporučení: Z hlediska únosnosti a z hlediska ochrany proti promrzání nejsou nutná další opatření. Únosnost ZKPP mostu doporučujeme ověřit doplňkovým průzkumem. Nutná výměna kolejového lože.

KVAZIBLOK 4 (km 176,580 – 176,930, délka = 350 m)

Morfologie trati: násep výšky $v = 0,5 - 12\text{ m}$

Provedené sondy: K12, K13

Stávající KPP (dle př. 6 SŽDC S4): typ 1, kolejové lože leží přímo na zemní pláni (Eor = Epl), požadavek min. Epl = 40 MPa

Zemní plán: v koruně náspu žulový šterk s kameny tř. G3/G-F+cb a žulový písek se šterkem tř. S3/S-F+g.

Vodní režim: příznivý, skupina zemin mírně namrzavých, $h_{z\text{ dov}} = 0,60\text{ m}$

Únosnost: V sondě K12 vyhovuje, **v sondě K13 nevyhovuje** požadavkům pro uvažovaný druh trati (viz tab.1),

Objekty: -

Doporučení: Doporučujeme rekonstrukci pražcového podloží na KPP typ 2.

KVAZIBLOK 5 (km 176,930 – 177,180, délka = 250 m)

Morfologie trati: zářez až levostranný odřez do hloubky 6 m.

Provedené sondy: K14, P6

Stávající KPP (dle př. 6 SŽDC S4): typ 2, pod kolejovým ložem konstrukční vrstva z obtížně rozpojitelného křemencového štěrku, požadavek min. $E_{or} = 20 \text{ MPa}$ a $E_{pl} = 40 \text{ MPa}$

Zemní plán: žulové eluvium s přechodem do skalního podkladu, tř. S3/S-F+g, žula R5/R4

Vodní režim: příznivý – nepříznivý, skupina zemin mírně namrzavých, $h_{z \text{ dov}} = 0,50 \text{ m}$

Únosnost: vyhovuje požadavkům pro plánovaný druh trati (viz tab.1)

Ochrana proti promrzání: stávající konstrukce vyhovuje pro plánovaný druh trati

Objekty: vlevo trati kopaná studna

Doporučení: Z hlediska únosnosti a ochrany proti promrzání nejsou potřeba žádná další opatření. Nutná výměna štěrku kolejového lože. Doporučujeme zkontrolovat technické parametry otevřeného příkopu a případně dle potřeby upravit. Během průzkumu byl příkop suchý. Odstranit zbytková zařízení zrušených kabelovodů.

KVAZIBLOK 6 (km 177,180 – 177,850, délka = 670 m)

Morfologie trati: náspy do výšky $v = 6 \text{ m}$, v centrální části bloku úroveň terénu až nízký násep/přísyp s mělkým odřezem)

Provedené sondy: K15 – K18, P7

Stávající KPP (dle př. 6 SŽDC S4): typ 1, kolejové lože leží přímo na zemní pláni ($E_{or} = E_{pl}$), požadavek min. $E_{pl} = 40 \text{ MPa}$

Zemní plán: žulový štěrk třídy G3/G-F a G4/GM

Vodní režim: příznivý, skupina zemin mírně namrzavých a namrzavých, $h_{z \text{ dov}} = 0,60 \text{ m}$

Únosnost: v 50% vyhovující, v 50% nevyhovující (těsně pod požadovaným limitem), únosnost ZKPP přejezdu nebyla testována

Ochrana proti promrzání: stávající konstrukce vyhovuje pro plánovaný druh trati

Objekty: přejezd v km 177,527

Doporučení: Doporučujeme rekonstrukci pražcového podloží na KPP typ 2

KVAZIBLOK 7 (km 177,850 – 178,080, délka = 230 m)

Morfologie trati: zářez (hl. do 9 m)

Provedené sondy: K19, P8

Stávající KPP (dle př. 6 SŽDC S4): typ 1, kolejové lože leží přímo na zemní pláni ($E_{or} = E_{pl}$), požadavek min. $E_{pl} = 40 \text{ MPa}$

Zemní plán: navětralá žula tř. R3

Vodní režim: příznivý – nepříznivý

Únosnost: vyhovuje požadavkům pro plánovaný druh trati (viz tab.1)

Ochrana proti promrzání: nízká mocnost štěrkového lože (0,46 m)

Objekty: -

Doporučení: zvýšit mocnost štěrkového lože, zvážit provedení podkladní vyrovnávací a „změkčující“ vrstvy štěrkodrtě, E_{or} žuly je oproti navazujícím úsekům vysoké (109,7 MPa). V km 178,000 – 178,012 nutné provést technická opatření pro eliminaci účinků erozních jevů

v levém zářezovém svahu – v souvislosti s těmito optřeními provést obnovu zaneseného příkopu.

Poznámka: Těžitelnost zemní pláň bude problematická – jedná se přibližně o tř. těžitelnosti II – III ve smyslu kapitoly 3.3.2 TKP staveb státních drah (kapitola Zemní práce) - přesněji nelze z kopané sondy pod pražci určit - pokud se do skalního podkladu zasáhne, je nutné počítat minimálně s potřebou hydraulického rozpojování.

KVAZIBLOK 8 (km 178,080 – 178,385, délka = 305 m)

Morfologie trati: násypy o $v = 1,5 - 8$ m

Provedené sondy: K20

Stávající KPP (dle př. 6 SŽDC S4): typ 1, kolejové lože leží přímo na zemní pláni (Eor = Epl), požadavek min. Epl = 40 MPa

Zemní pláň: žulový štěrk s kameny tř. G3/G-F+cb

Vodní režim: příznivý, skupina zemin mírně namrzavých-namrzavých, $h_{z\text{ dov}} = 0,60$ m

Únosnost: vyhovuje požadavkům pro plánovaný druh trati (viz tab.1), ZKPP mostu nebyla testována

Ochrana proti promrzání: stávající konstrukce vyhovuje pro plánovaný druh trati

Objekty: Most v km 178,136

Doporučení: Z hlediska únosnosti a z hlediska ochrany proti promrzání nejsou nutná další opatření, Únosnost ZKPP mostu doporučujeme zkontrolovat doplňkovým průzkumem. Nutná výměna kolejového lože.

KVAZIBLOK 9 (km 178,385 – 178,580, délka = 195 m)

Morfologie trati: úroveň terénu až velmi nízké násypy $v = 0,50 - 1,80$ m

Provedené sondy: K21, K22, P9

Stávající KPP (dle př. 6 SŽDC S4): typ 1, kolejové lože leží přímo na zemní pláni (Eor = Epl), požadavek min. Epl = 40 MPa

Zemní pláň: tuhý písčité jíl s příměsí štěrkových zrn tř. F4/CS+g

Vodní režim: nepříznivý, skupina zemin vysoce a nebezpečně namrzavých, $h_{z\text{ dov}} = 0,30$ m

Únosnost: nevyhovuje pro plánovaný druh trati (viz tab.1)

Ochrana proti promrzání: u sondy K21 stávající konstrukce nevyhovuje požadavkům plánovaného druhu trati

Objekty: -

Doporučení: Doporučujeme rekonstrukci pražcového podloží na KPP typ 3 (s výztužným geosyntetikem).

KVAZIBLOK 10 (km 179,600 – 181,100, délka = 1500 m)

Morfologie trati: na počátku kvazibloku (do km 179,870) zasahuje do prostoru závěr zářezu ze stanice Č. Kubice, dále do km 180,123 pokračuje velmi nízký násep ($v = \text{cca } 0,5$ m) v zamokřené oblasti u rybníka, dále do km 180,700 mělké pravostranné odřezy a přísypy a v závěru kvazibloku do km 181,100 oboustranný zářez (hl. 0,8 – 3,5 m). Zářez bez skalních výchozů. Dynamické penetrace P10 a P12 nezastihly pod dny zářezů do sledované hloubky 3 m pevný skalní podklad.

Provedené sondy: K23 – K29, P9 – P12

Stávající KPP (dle př. 6 SŽDC S4): kromě jediné sondy (K23) je všude zastoupen typ 1, kolejové lože leží přímo na zemní pláni (Eor = Epl), požadavek min. Epl = 40 MPa

Zemní pláň: převážně deluviální a deluviofluviální zahliněné štěrky a zahliněné a jílovité písky s příměsí štěrkových zrn (tř. G3/G-F, S3/S-F+g, S5/SC+g). Dle geologických popisů archivních vrtů je možné očekávat také písčité jíly a jíly (vrt J3) a eluvia rozložené a kaolinizované žuly (vrt J4).

Vodní režim: v zářezech a v úseku podél rybníka nepříznivý až velmi nepříznivý, skupina zemin mírně namrzavých až namrzavých, vzhledem k údajům z archivního vrtu J3 nelze v podloží vyloučit ani zeminy nebezpečně a vysoce namrzavé, $h_{z\text{ dov}} = 0,30 - 0,60$ m (podrobnosti viz podélný geotechnický profil v př. 3)

Únosnost: Kromě jediné sondy (K27) únosnost nevyhovuje pro plánovaný druh trati (viz tab.2), v blízkosti přejezdu v km 180,097 prováděna SSZ v sondě K25 – výsledky nevyhovují pro požadavky na ZKPP. U přejezdu v km 180,640 nebyla únosnost ZKPP testována. S největší pravděpodobností lze očekávat nevyhovující parametry.

Ochrana proti promrzání: u sondy K28 stávající konstrukce nevyhovuje požadavkům plánovaného druhu trati.

Objekty: přejezd v km 180,097 a přejezd v km 180,640

Doporučení: Doporučujeme rekonstrukci pražcového podloží na KPP typ 3 (s výztužným geosyntetikem). **V úseku u rybníku v km 179,870 – 180,123 zvážít sanaci podloží a vybudování nového tělesa nízkého náspu.** Důvodem je, že kvalita zemin se dle výsledků penetrace P11 směrem do podloží zemního tělesa zhoršuje. V archivním vrtu J3 byly popsány převážně písčité jíly a jílovité hlíny (často měkké konzistence). Nutná rekonstrukce ZKPP u přejezdu v km 180,097, pravděpodobná potřeba rekonstrukce ZKPP v km 180,640.

KVAZIBLOK 11 (km 181,100 – 181,225, délka = 125 m)

Morfologie trati: násep do $v = 10$ m + most v km 181,169

Provedené sondy: K30, P13

Stávající KPP (dle př. 6 SŽDC S4): typ 1, kolejové lože leží přímo na zemní pláni (Eor = Epl), požadavek min. Epl = 40 MPa

Zemní pláň: žulový štěrk tř. G3/G-F

Vodní režim: příznivý, skupina zemin mírně namrzavých až namrzavých, $h_{z\text{ dov}} = 0,60$ m

Únosnost: nevyhovuje pro plánovaný druh trati (viz tab.2), Únosnost v úrovni ZKPP mostu v km 181,169 nebyla testována. S největší pravděpodobností lze očekávat nevyhovující parametry.

Ochrana proti promrzání: stávající konstrukce vyhovuje pro plánovaný druh trati

Objekty: Most v km 181,169

Doporučení: Doporučujeme rekonstrukci pražcového podloží na KPP typ 2.

KVAZIBLOK 12 (km 181,225 – 181,600, délka = 375) m

Morfologie trati: zářez do km 181,300, pak pravostranný odřez (hl. = 0,6 – 4,5) s nízkými přísypy ($v = 0,5 - 2,0$ m)

Provedené sondy: K31, K32, P14

Stávající KPP (dle př. 6 SŽDC S4): v sondě K31 typ 1, kolejové lože leží přímo na zemní pláni (Eor = Epl), požadavek min. Epl = 40 MPa, v sondě K32 typ 2 (mezi zemní plání a svrškem vrstva škváry) – zde platí požadavek Eor = 20 MPa, Epl = 40 MPa

Zemní pláň: v zářezu rula tř. R4, dále kamenitá sypanita tvořená kameny křemenců a amfibolitů

Vodní režim: v zářezu nepříznivý (průsaky vody do sondy K31), dále příznivý, $h_{z\text{ dov}} = 0,60$ m

Únosnost: vyhovuje požadavkům pro plánovaný druh trati (viz tab.2),

Ochrana proti promrzání: stávající konstrukce vyhovuje pro plánovaný druh trati

Objekty: -

Doporučení: Z hlediska únosnosti a ochrany proti promrzání nejsou potřeba žádná další opatření. Nutná výměna šterku kolejového lože. Provést kontrolu příkopů a případně provést jejich rekonstrukci.

KVAZIBLOK 13 (km 181,600 – 181,870, délka = 270 m)

Morfologie trati: násep $v = 0,5 - 3,5$ m

Provedené sondy: K33

Stávající KPP (dle př. 6 SŽDC S4): typ 1, kolejové lože leží přímo na zemní pláni (Eor = Epl), požadavek min. Epl = 40 MPa

Zemní pláň: škvára s příměsí hrubých štěrkových zrn, tř. G3/G-F

Vodní režim: příznivý, skupina zemin mírně namrzavých až namrzavých, $h_{z\text{ dov}} = 0,60$ m

Únosnost: nevyhovuje požadavkům pro plánovaný druh trati (viz tab.2),

Ochrana proti promrzání: stávající konstrukce vyhovuje pro plánovaný druh trati

Objekty: -

Doporučení: Doporučujeme rekonstrukci pražcového podloží na KPP typ 3 (s výztužným geosyntetikem).

KVAZIBLOK 14 (km 181,870 – 182,300, délka = 430 m)

Morfologie trati: pravostranný odřez ($hl = 0,6 - 3$ m) a přísypy ($v = 0,5 - 3$ m), místy úroveň terénu

Provedené sondy: K34, K35, K36, P15

Stávající KPP (dle př. 6 SŽDC S4): nelze jednoznačně určit

Zemní pláň: nebylo možné vizuálně rozlišit, zda byla pod kolejovým ložem zastižena kamenná rovnánina nebo deskovitě odlučné ruly přirozeného skalního podkladu

Vodní režim: příznivý až nepříznivý, $h_{z\text{ dov}} = 0,50$ m

Únosnost: vyhovuje požadavkům pro plánovaný druh trati (viz tab.2),

Ochrana proti promrzání: stávající konstrukce vyhovuje pro plánovaný druh trati

Objekty: -

Doporučení: Z hlediska únosnosti a ochrany proti promrzání nejsou potřeba žádná další opatření. Nutná výměna šterku kolejového lože. Doporučujeme provést rekonstrukci odvodnění.

KVAZIBLOK 15 (km 182,300 – 182,555, délka = 255 m)

Morfologie trati: násep $v = 1 - 5,5$ m

Provedené sondy: K37

Stávající KPP (dle př. 6 SŽDC S4): KPP typ 2, mezi štěrkem kolejového lože a zemní plání se nachází 0,25 m mocná vrstva škváry, požadavky: min. Eor = 20 MPa, min Epl = 40 MPa, SZZ v sondě měřena na zemní pláni

Zemní pláň: rulový štěrk s plochými úlomky, tř. G3/G-F

Vodní režim: příznivý, skupina zemin mírně namrzavých – namrzavých, $h_{z\text{ dov}} = 0,60$ m

Únosnost: změřená hodnota Eor vyhovuje požadavku na min. hodnotu Eor = 20 MPa (viz tab.2),

Ochrana proti promrzání: stávající konstrukce vyhovuje pro plánovaný druh trati

Objekty: -

Doporučení: Doporučujeme provést výměnu kolejového svršku včetně podkladních vrstev železničního spodku (nahrazení škváry kvalitnějším materiálem – štěrkokrtí ŠD 0/32 mm).

KVAZIBLOK 16 (km 182,555 – 182,850, délka = 295 m)

Morfologie trati: oboustranný zářez ($hl.$ do 9 m) se skalními výchozy rul (především na pravé straně)

Provedené sondy: K38A, K38B, P16

Stávající KPP (dle př. 6 SŽDC S4): typ 1, kolejové lože leží přímo na zemní pláni (Eor = Epl), požadavek min. Eor = Epl = 40 MPa

Zemní plán: zvětralá, deskovitě rozpadavá svorová rula tř. R4

Vodní režim: nepříznivý, $h_{z\text{ dov}} = 0,50\text{ m}$

Únosnost: vyhovuje požadavkům pro plánovaný druh trati (viz tab.2),

Ochrana proti promrzání: stávající konstrukce vyhovuje pro plánovaný druh trati

Objekty: -

Doporučení: Z hlediska únosnosti a ochrany proti promrzání nejsou potřeba žádná další opatření. V celém úseku doporučujeme provedení rekonstrukce odvodňovacích prvků. Nutná výměna šterku kolejového lože. V km 182,690 – 182,720 v pravém skalním svahu aktivní erozní jevy – uvolňování zvětralých desek rul o velikosti 0,20 až 0,50 m a tloušťky do 8 cm – zanášení příkopu (viz foto 22 v př. 9). Doporučujeme provést technická opatření k eliminaci dopadů. Upozorňujeme na **obtížnou těžitelnost dna zářezu** (II – III ve smyslu kapitoly 3.3.2 TKP staveb státních drah)

KVAZIBLOK 17 (km 182,850 – 183,145, délka = 295 m)

Morfologie trati: vysoký násep v = do 13,5 m

Provedené sondy: K39

Stávající KPP (dle př. 6 SŽDC S4): KPP typ 1, kolejové lože leží přímo na zemní pláni (Eor = Epl), požadavek min. Eor = Epl = 40 MPa

Zemní plán: fylitový štěr s plochými úlomky, tř. G3/G-F

Vodní režim: příznivý, skupina zemin mírně namrzavých – namrzavých, $h_{z\text{ dov}} = 0,60\text{ m}$

Únosnost: vyhovuje požadavkům pro plánovaný druh trati (viz tab.2), únosnost v přechodové oblasti či výběhu ZKPP mostu nebyla testována.

Ochrana proti promrzání: stávající konstrukce vyhovuje pro plánovaný druh trati

Objekty: Most v km 82,950

Doporučení: Z hlediska únosnosti a ochrany proti promrzání nejsou potřeba žádná další opatření. Nutná výměna kolejového lože. Únosnost v přechodové oblasti či výběhu ZKPP mostu nebyla testována – doporučujeme prověřit doplňující zkouškou, případně vytvořit rozpočtovou rezervu pro případnou potřebu realizace ZKPP v PD..

KVAZIBLOK 18 (km 183,145 – 183,320, délka = 175 m)

Morfologie trati: Zářez do hl. 4,5 m

Provedené sondy: K40, K41, P17

Stávající KPP (dle př. 6 SŽDC S4): u sondy K40 zřejmě KPP typ 1, u sondy K41 KPP typ 2

Zemní plán: v sondě K40 skalní podklad (amfibolit) nebo kamenná rovnánina (nebylo možné vizuálně rozlišit), v sondě K41 pod kolejovým ložem cca 0,20 m mocná vrstva z křemenců a amfibolitů (těleso žel. sp.), pod ní deskovité kameny a balvany amfibolitů

Vodní režim: nepříznivý - nepříznivý, $h_{z\text{ dov}} = 0,40 - 0,50\text{ m}$

Únosnost: vyhovuje požadavkům pro plánovaný druh trati (viz tab.2)

Ochrana proti promrzání: stávající konstrukce vyhovuje pro plánovaný druh trati

Objekty: -

Doporučení: Z hlediska únosnosti a ochrany proti promrzání nejsou potřeba žádná další opatření. Provést kontrolu odvodnění a případně realizovat rekonstrukci odvodnění. Nutná výměna šterku kolejového lože.

KVAZIBLOK 19 (km 183,320 – 184,102, délka = 782 m)

Morfologie trati: střídání náspů (v = 0,5 – 5,5 m) a přísypů k terénu (v = 0 – 2 m) + jeden zářez (hl. do 4 m)

Provedené sondy: K42, K43, K44, K45, P18

Stávající KPP (dle př. 6 SŽDC S4): převládá typ 1, kolejové lože leží přímo na zemní pláni ($E_{or} = E_{pl}$), požadavek min. $E_{or} = E_{pl} = 40$ MPa, v sondě K44 zastižen typ 2 (mezi skalním podkladem a kolejovým ložem vložena cca 0,15 m mocná vrstva písčitého štěrku tř. G3/G-F
Zemní plán: převládá písčité a jílovité štěrky tř. G3/G-F a G5/GC, v sondě K44 zastižen skalní podklad (navětralá rula tř. R3)

Vodní režim: převážně příznivý, v zářezu nepříznivý, skupina zemin mírně namrzavých a namrzavých, $h_{z\ do v} = 0,50 - 0,60$ m

Únosnost: vyhovuje požadavkům pro plánovaný druh trati (viz tab.2)

Ochrana proti promrzání: stávající konstrukce vyhovuje pro plánovaný druh trati

Objekty: -

Doporučení: Z hlediska únosnosti a ochrany proti promrzání nejsou potřeba žádná další opatření. Zkontrolovat a zvážit případnou rekonstrukci odvodnění v zářezích a odřezích. Nutná výměna štěrku kolejového lože.

9.7 Orientační návrh pražcového podloží

Na základě požadavku objednatele níže předkládáme orientační návrh pražcového podloží. Definitivní volba konstrukční skladby a typu pražcového podloží je v kompetenci projektanta stavby.

Dle předpisu SŽDC S4 musí být pro plánovaný význam trati (celostátní ostatní pro rychlost menší než 120 km/hod) zajištěn minimální modul přetvárnosti zemní pláně $E_o = 20$ MPa za současného dosažení 40 MPa na pláni tělesa železničního spodku. Navržená konstrukce musí současně zajistit ochranu pražcového podloží proti účinkům mrazu. Doporučená konstrukce včetně jejího posouzení z hlediska únosnosti je zřejmá z tabulek č. 7 a 8.

U kvazibloků, kde byla průzkumem ověřena vyhovující únosnost a které současně vyhovují i z hlediska promrzání, ponecháváme původní konstrukci beze změn (doporučujeme pouze výměnu štěrku kolejového lože). U kvazibloků s nevyhovujícími parametry únosnosti nebo nevyhovující ochranou zemní pláně před účinky mrazu, navrhujeme vybudování nové konstrukce pražcového podloží typu 2, případně 3. Podkladní vrstva bude **tvořena hutněnou štěrkodrtí, frakce 0 – 32 mm (ŠD 0/32)**. Na tuto vrstvu bude položeno **kolejové lože o tloušťce 0,35 m + 0,20 m** mezi pražci. Ve výpočtech je uvažováno se štěrkodrtí s modulem přetvárnosti $E_{sd} = 70$ MPa při dosažení minimální relativní ulehlosti $l_d = 0,9^5$. Tento návrh platí pro běžné pražcové podloží na trati. Upozorňujeme však, že návrh **neplatí pro oblasti s požadavky na zesílenou konstrukci pražcového podloží (ZKPP)**, tj. pro místa přejezdů, mostů nebo některých propustků. Na tyto úseky nebyl průzkum cílen. Ve smyslu přílohy 24 předpisu SŽDC S4 musí být na pláni tělesa železničního spodku v úsecích s ZKPP dosaženo minimálně $E_{pl} \geq 60$ MPa.

U přejezdů je nutné požadavky na **zesílenou konstrukci pražcového podloží (ZKPP)** splnit. V kontextu provedených prací lze k přejezdům konstatovat následující:

- 1) U přejezdu v km 176,206 v zastávce Babylon lze vzhledem ke geologické pozici a výsledkům SZZ v okolních sondách předpokládat, že požadavky na únosnost ZKPP stávající konstrukce pravděpodobně splňuje.

⁵ Při použití štěrkodrti s nižším nebo vyšším deformačním modulem při dosažení vyššího nebo nižšího součinitele ulehlosti l_d je nezbytné tloušťku podkladní vrstvy úměrně upravit. Při tom je třeba zohlednit požadavky na ochranu zemní pláně před účinky mrazu

- 2) Přejezd v km 177,527 nebyl testován a pro kvalifikovaný odhad není dostatek dat.
- 3) V blízkosti přejezdu v km 180,097 byla prováděna kopaná sonda K25 s nevyhovující únosností $E_{or} = E_{pl} = 31,9$ MPa. Zde bude nutné navrhnout novou konstrukci ZKPP.
- 4) Přejezd v km 180,640 včetně jeho nejbližšího okolí nebyl testován

V případě dalších objektů (mosty, propustky) doporučujeme ověřit, zda a u kterých objektů je ZKPP nutné provést. Dle čl.10 v Ž4.2 se ZKPP neprovádí, pokud povrch mostní konstrukce je min. 1,20 m pod niveletou koleje. Dále se neprovádí u trubních propustků.

Pro zajištění případných potřebných dat (deformační moduly, skladba stávající konstrukce) pro návrh ZKPP doporučujeme provést u vybraných objektů doplňující průzkumné práce.

Tab. 7: Orientační návrh žel.spodku pro min. návrh. hodnotu $E_{pl}=40$ MPa (Část 1)

Traťový úsek v km 174,360 – 178,580				
KVAZIBLOK	E _{or} (MPa)	materiál podkladní vrstvy	mocnost podkladní vrstvy	E _{pl} (výpočtové)
KVAZIBLOK 1 Km 174,360 – 175,950	26	ŠD 0/32	0,30 m	48,8
KVAZIBLOK 2 Km 175,950 – 176,217 Zastavka Babylon	62 – 79	Stávající únosnost vyhovuje předpisu SŽDC S4, kvalitní podloží – žulové eluvium a žula Doporučujeme pouze výměnu šterku kolej. svršku		
KVAZIBLOK 3 Km 176,217 – 176,580	45	Stávající únosnost vyhovuje předpisu SŽDC S4 Doporučujeme pouze výměnu šterku kolej. svršku		
KVAZIBLOK 4 Km 176,580 – 176,930	31	ŠD 0/32	0,25 m	49,2
KVAZIBLOK 5 Km 176,930 – 177,180	51,9	Stávající únosnost vyhovuje předpisu SŽDC S4 Doporučujeme pouze výměnu šterku kolej. svršku		
KVAZIBLOK 6 Km 177,180 – 177,850	39	ŠD 0/32	0,15 m	48,7
KVAZIBLOK 7 Km 177,850 – 178,080	109,7	Stávající únosnost vyhovuje předpisu SŽDC S4, Nevyhovuje zjištěná tloušťka kolejového lože $h_k = 0,46$ m, doporučení – navýšit niveletu (pokud je to reálné) a provést výměnu kolej. šterku, zemní pláň je tvořena žulou – tř. těžitelnosti II – III, v km 178,000 – 178,012 provést technická opatření k eliminaci účinků erozních jevů v levém svahu zářezu (podrobněji kap. 9.8)		
KVAZIBLOK 8 Km 178,080 – 178,385	52,3	Stávající únosnost vyhovuje požadavkům předpisu SŽDC S4 Doporučujeme pouze výměnu šterku kolej. svršku		
KVAZIBLOK 9 Km 178,385 – 178,580	18,5	ŠD 0/32 + výztužné geosyntetikum	0,30 m	45,5

Tab. 8: Orientační návrh žel.spodku pro min. návrh. hodnotu $E_{pl}=40$ MPa (Část 2)

Traťový úsek v km 179,600 – 184,102 (státní hranice)				
KVAZIBLOK 10 Km 179,600 – 181,100	23	ŠD 0/32 + výztužné geosyntetikum; sanace podloží a zemního tělesa u rybníku (km 179,870-180,123)	0,30 m	46,2
KVAZIBLOK 11 Km 181,100 – 181,225	35	ŠD 0/32	0,25 m	48,9
KVAZIBLOK 12 Km 181,225 – 181,600	50 – 110	Stávající únosnost vyhovuje předpisu SŽDC S4. Doporučujeme pouze výměnu šterku kolej. svršku		
KVAZIBLOK 13 Km 181,600 – 181,870	21,9	ŠD 0/32 + geosyntetikum	0,30 m	48,8
KVAZIBLOK 14 Km 181,870 – 182,300	71 - 112	Stávající únosnost vyhovuje předpisu SŽDC S4 pod kolejovým ložem kamenná rovinanina nebo deskovitě odlučné ruly přirozeného skalního podkladu – vizuálně nebylo možné objektivně rozeznat. Doporučujeme provést pouze výměnu šterku kolejového lože		
KVAZIBLOK 15 Km 182,300 – 182,555	39	ŠD 0/32	0,20	50
KVAZIBLOK 16 Km 182,555 – 182,850	121,5	Stávající únosnost vyhovuje předpisu SŽDC S4. Doporučujeme pouze výměnu šterku kolej. svršku		
KVAZIBLOK 17 Km 182,850 – 183,145	49,4	Stávající únosnost vyhovuje předpisu SŽDC S4 Doporučujeme pouze výměnu šterku kolej. svršku		
KVAZIBLOK 18 Km 183,145 – 183,320	50-94	Stávající únosnost vyhovuje předpisu SŽDC S4 Doporučujeme pouze výměnu šterku kolej. svršku		
KVAZIBLOK 19 Km 183,320 – 184,102	46-118	Stávající únosnost vyhovuje předpisu SŽDC S4 Doporučujeme pouze výměnu šterku kolej. svršku		

Posouzení navržených KPP z hlediska ochrany proti účinkům promrzání

Navržené konstrukce pražcového podloží musí kromě únosnosti vyhovovat i z hlediska ochrany zemní pláně před účinky promrzání. Základní podmínka je dána vztahem:

$$h_{pr} \leq h_k + h_{sp} + h_{zdov} \text{ (odst. 9 př. 8 k SŽDC S4), kde}$$

h_{pr} je hloubka promrzání pražcového podloží $h_{pr} = 0,045 \cdot \sqrt{I_{mn}}$, $I_{mn} = 600$ °C.den, $h_{pr} = 1,10$ m

h_k je tloušťka kolejového lože

h_{sp} je tloušťka ochranné šterkopískové vrstvy, případně tloušťka jiného materiálu ochranné vrstvy přepočteného z hlediska tepelné izolačních vlastností na šterkopískovou vrstvu

h_{zdov} je dovolená tloušťka promrzání pro daný druh trati v závislosti na namrzavosti zemní pláně a vodním režimu (viz tab.2 př. 7 k předpisu SŽDC S4)

Tloušťka navrhované vrstvy, která má stejný tepelný odpor jako tloušťka vrstvy je určena vztahem: $h_n = h_{sp} \cdot \lambda_n / \lambda_{sp}$, nebo-li tloušťka štěrpkopískové vrstvy odpovídající z hlediska tepelného odporu navržené vrstvě z jiného materiálu je: $h_{sp} = h_n \cdot \lambda_{sp} / \lambda_n$

h_n - tloušťka navrhované vrstvy z jiného materiálu než je štěrpkopísek v m,

h_{sp} - tloušťka štěrpkopískové ochranné vrstvy podle přílohy 7,

λ_n - součinitel tepelné vodivosti materiálu navrhované vrstvy ve W/m.K (2,0 W/m.K),

λ_{sp} - součinitel tepelné vodivosti štěrpkopískové vrstvy ve W/m.K (2,3 W/m.K)

V orientačním návrhu uvažujeme s konstrukcí železničního spodku z vrstvy štěrkdrti ŠD 0/32 o součiniteli tepelné vodivosti $\lambda_{šd} = 2 \text{ W/m.K}$

Kvaziblok 1 (km 174,360 – 175,950)

$h_k = 0,55 \text{ m}$, ŠD 0/32 = 0,30 m, což odpovídá $h_{sp} = 0,35 \text{ m}$, $h_{z \text{ dov}} = 0,30 \text{ m}$

$1,10 \text{ m} \leq 0,55 \text{ m} + 0,35 \text{ m} + 0,30 \text{ m}$

$1,10 \text{ m} \leq 1,20 \text{ m}$

VYHOVUJE

Kvaziblok 4 (Km 176,580 – 176,930)

$h_k = 0,55 \text{ m}$, ŠD 0/32 = 0,25 m, což odpovídá $h_{sp} = 0,29 \text{ m}$, $h_{z \text{ dov}} = 0,60 \text{ m}$

$1,10 \text{ m} \leq 0,55 \text{ m} + 0,29 \text{ m} + 0,60 \text{ m}$

$1,10 \text{ m} \leq 1,44 \text{ m}$

VYHOVUJE

Kvaziblok 6 (Km 177,180 – 177,850)

$h_k = 0,55 \text{ m}$, ŠD 0/32 = 0,15 m, což odpovídá $h_{sp} = 0,17 \text{ m}$, $h_{z \text{ dov}} = 0,60 \text{ m}$

$1,10 \text{ m} \leq 0,55 \text{ m} + 0,17 \text{ m} + 0,60 \text{ m}$

$1,10 \leq 1,32 \text{ m}$

VYHOVUJE

Kvaziblok 9 (Km 178,385 – 178,580)

$h_k = 0,55 \text{ m}$, ŠD 0/32 = 0,30 m, což odpovídá $h_{sp} = 0,35 \text{ m}$, $h_{z \text{ dov}} = 0,30 \text{ m}$

$1,10 \text{ m} \leq 0,55 \text{ m} + 0,35 \text{ m} + 0,30 \text{ m}$

$1,10 \leq 1,20 \text{ m}$

VYHOVUJE

Kvaziblok 10 (Km 179,600 – 181,100)

$h_k = 0,55 \text{ m}$, ŠD 0/32 = 0,30 m, což odpovídá $h_{sp} = 0,35 \text{ m}$, $h_{z \text{ dov}} = 0,40 \text{ m}$

$1,10 \text{ m} \leq 0,55 \text{ m} + 0,35 \text{ m} + 0,40 \text{ m}$

$1,10 \text{ m} \leq 1,30 \text{ m}$

VYHOVUJE

Kvaziblok 11 (Km 181,100 – 181,225)

$h_k = 0,55 \text{ m}$, ŠD 0/32 = 0,25 m, což odpovídá $h_{sp} = 0,29 \text{ m}$, $h_{z \text{ dov}} = 0,60 \text{ m}$

$1,10 \text{ m} \leq 0,55 \text{ m} + 0,29 \text{ m} + 0,60 \text{ m}$

$1,10 \text{ m} \leq 1,44 \text{ m}$

VYHOVUJE

Kvaziblok 13 (Km 181,600 – 181,870)

$h_k = 0,55 \text{ m}$, ŠD 0/32 = 0,30 m, což odpovídá $h_{sp} = 0,35 \text{ m}$, $h_{z \text{ dov}} = 0,60 \text{ m}$

$1,10 \text{ m} \leq 0,55 \text{ m} + 0,35 \text{ m} + 0,60 \text{ m}$

$1,10 \text{ m} \leq 1,50 \text{ m}$

VYHOVUJE

Kvaziblok 15 (Km 182,300 – 182,555)

$h_k = 0,55 \text{ m}$, ŠD 0/32 = 0,20 m, což odpovídá $h_{sp} = 0,23 \text{ m}$, $h_{z \text{ dov}} = 0,50 \text{ m}$

$1,10 \text{ m} \leq 0,55 \text{ m} + 0,23 \text{ m} + 0,50 \text{ m}$

1,10 m ≤ 1,28 m

VYHOVUJE

Stávající konstrukce zbylých kvazibloků z hlediska promrznání vyhovují (viz kapitola 9.5).

9.8 Stabilita svahů

Během prací jsme nazaznamenali žádné příznaky deformací svahů zářezů ani násypů. Pouze na dvou místech byly pozorovány aktivní erozní jevy:

1) erozní poškození levého svahu zářezu v km 178,000 – 178,012, kde dochází k postupnému uvolňování zvětralin (zanesení příkopu) a podemlání břízy ve výšce cca 7 m nad tratí. (viz foto 15 v příloze 9). Na tento úsek navazuje v km 178,012 – 178,030 původní kamenná zárubní (obkladní?) zeď.

2) erozní jevy v pravé straně skalního zářezu v úseku v km 182,690 – 182,720 (viz foto 22 v příloze 9), kde dochází k aktivnímu opadávání deskovitě odlučných rulových desek (s mírným sklonem do zářezu). Jedná se o desky o velikosti 0,15 – 0,30 m a tloušťce do 8 cm. Svah je ve výše uvedeném úseku těmito jevy poškozen do výšky cca 5 m. Suť zanáší příkop.

V prvním případě doporučujeme provést pokácení podemleté břízy. Dále navrhujeme zvážit buď vybudování pasivního ochranného prvku u paty svahu – záchytné zdi z vyzískaných starých pražců fixovaných do zabetonovaných stojek z ocelových I profilů, anebo instalaci kotvené protierozní výztužné rohože s ocelovým pletivem (v poškozené ploše svahu s určitými přesahy), např. typu Macmat.

Ve druhém případě je pro instalaci záchytné zdi dle našeho názoru nedostatek místa. Zde doporučujeme zvážit ruční očištění svahu od volných zvětralin a instalaci kotvené protierozní výztužné rohože s ocelovým pletivem, např. typu Macmat.

9.9 Vhodnost zemin do zemního tělesa a těžitelnost

Vhodnost zemin do zemního tělesa

Z hlediska vhodnosti místních zemních materiálů do zemního tělesa lze ve smyslu tab.7 přílohy 10 k předpisu SŽDC S4 považovat zastižené štěrky a písky třídy G3/G-F, G4/GM, G5/GC, S3/S-F, S4/SM a S5/SC za vhodný materiál.

Písčitý jíl třídy F4/CS je dle této tabulky materiálem do zemních těles málo vhodným. Při použití vyžaduje opatření dle č.17 přílohy 10. Jeho použití do zemního tělesa se zcela nevylučuje, avšak za předpokladu odpovídajících opatření stanovených dokumentací, jako je např. úprava (zlepšení, stabilizace) vlastností zeminy, vyztužení (výztužná geosyntetika), použití do jádra násypů, zabudování do vrstevnatého náspu sendvičového typu apod.

Těžitelnost

Z hlediska těžitelnosti lze ve smyslu kapitoly 3.3.2 TKP staveb státních drah (kapitola Zemní práce) zastižené zeminy (žulové a rulové štěrky tř. G3/G-F, G4/GM, G5/G-C, písky tř. S3/S-F, S4/SM, S5/SC a písčité jíly tř. F4/CS) a nezpevněné konstrukční vrstvy (kolejový štěrk, škvára, podsypné písčité štěrky či písky) zařadit převážně do třídy těžitelnosti I. Tato třída odpovídá třídám 1 až 3, a 4 a), b), c), f) dle staré, dnes již zrušené ČSN 73 3050 (Zemní práce).

V případě zemních plánů tvořených eluvii skalních hornin se bude jednat o třídy těžitelnosti I až II. Do tř. těžitelnosti II mohou náležet i některé konstrukce z kamenné rovinaniny, které se vyskytují především v části trati směrem ke státní hranici.

Skalní horniny, které zasahují do úrovně zemní pláň v některých zářezech a odřezech zařazujeme do tř. II až III.

Rozmístění jednotlivých zeminových a horninových typů je znázorněno ve schematickém podélném geotechnickém profilu v příloze 3, na kterou tímto odkazujeme.

10 ZÁVĚR

Předložená závěrečná zpráva shrnuje výsledky provedeného podrobného geotechnického průzkumu pražcového podloží. Metodika prací je uvedena v kapitole 7, dílčí výsledky provedených prací v kapitole 8 a zhodnocení průzkumu včetně orientačního návrhu pražcového podloží v kapitole 9.

Pro účely vyhodnocení prací byla trasa pro rozdělena na 19 kvazihomogenních bloků. Jejich rozmístění je patrné ze schematického podélného geotechnického profilu v příloze 3. V tomto profilu jsou vyznačeny veškeré podstatné údaje z provedených zkoušek.

Na základě požadavku objednatele je v kapitole 9.7 předložen orientační návrh konstrukce železničního spodku v hodnocené trase. Návrh je proveden z hlediska únosnosti a z hlediska požadavků na ochranu zemní pláň před promrzáním ve smyslu předpisu SŽDC S4. Vyhodnocení je zpracováno pro plánovaný druh trati na **úrovni trati celostátní (ostatní) pro rychlosti menší než 120 km.h⁻¹** (ve smyslu tab. 1 přílohy 6 k předpisu S4 SŽDC). Minimální deformační moduly na tratích tohoto typu jsou $E_{or} = 20 \text{ MPa}$ a $E_{pl} = 40 \text{ MPa}$.

Návrhy konstrukce pražcového podloží jsou pouze orientační. Definitivní návrh je plně v kompetenci projektanta stavby. Doporučujeme, pokud je to možné, vytvořit v projektové dokumentaci určitou rozpočtovou a metodickou rezervu pro případy výskytu odlišností skutečně zastižovaných podmínek od předpokládaných, které nelze zcela vyloučit.

Na budoucí stavbě je nezbytná přítomnost geotechnického dozoru na straně objednatele i na straně zhotovitele stavby.

V případě případných koncepčních změn projektu oproti stavu uvažovanému v rámci této zprávy bude třeba tato výše uvedená doporučení přehodnotit.

V Ústí nad Labem, dne 3.7.2017