

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**

**Oprava trati v úseku
Krásná Studánka – Mníšek u Liberce**

3110/21/058 X

OBSAH

Textová část:

1. Úvod - str. 3

2. Metodika průzkumných prací - str. 3

- 2.1 Technické práce v terénu - str. 4
- 2.2 Zjištění modulu přetvárnosti - str. 4
- 2.3 Vzorkovací a laboratorní práce - str. 5
- 2.4 Stanovení vodního režimu zemní pláně - str. 5

3. Geologické a hydrogeologické poměry území - str. 6

4. Výsledky inženýrskogeologického průzkumu tělesa železničního spodku - str. 8

- 4.1 ZKPP pro přejezd P2825 - str. 8
- 4.2 ZKPP pro přejezd P2826 - str. 9
- 4.3 ZKPP pro přejezd P2827 - str. 9
- 4.4 ZKPP pro přejezd P2828 - str. 11
- 4.5 PP v žst. Mníšek u Liberce - str. 11
- 4.6 ZKPP pro přejezd P2829 - str. 13

5. Závěr - str. 13

Tabulky v textu:

- 1. Přehled geotechnických vlastností místních zemin - str. 5
- 2. Souhrn výsledků zjištěných IGP PP - str. 10

Přílohy:

- 1. Situace realizovaných sond
 - 1.1 Přehledná situace sond ZZ1-ZZ4 a KS1-KS3 M 1 : 8 000
 - 1.2 Situace sond v žst. Mníšek u Liberce
- 2. Geologická dokumentace kopaných sond
 - 2.1 Dokumentace sondy ZZ1
 - 2.2 Dokumentace sondy ZZ2
 - 2.3 Dokumentace sondy KS1
 - 2.4 Dokumentace sondy ZZ3
 - 2.5 Dokumentace sondy KS2
 - 2.6 Dokumentace sondy KS3
 - 2.7 Dokumentace sondy ZZ4
 - 2.8 Dokumentace sondy ZZ5
 - 2.9 Dokumentace sondy ZZ6
 - 2.10 Dokumentace sondy ZZ7

- 2.11 Dokumentace sondy KS4
- 2.12 Dokumentace sondy ZZ8
- 2.13 Dokumentace sondy KS5
- 2.14 Dokumentace sondy ZZ9
- 2.15 Dokumentace sondy KS6
- 2.16 Dokumentace sondy KS7
- 2.17 Dokumentace sondy KS8
- 2.18 Dokumentace sondy KS9
- 2.19 Dokumentace sondy KS10
- 2.20 Dokumentace sondy ZZ10
- 2.21 Dokumentace sondy ZZ11
- 3. Protokoly statických zatěžovacích zkoušek
 - 3.1 SZZ č.1/1.12 v ZZ1
 - 3.2 SZZ č.2/1.12 v ZZ2
 - 3.3 SZZ č.3/1.12 v ZZ3
 - 3.4 SZZ č.4/1.12 v ZZ4
 - 3.5 SZZ č.5/1.12 v ZZ5
 - 3.6 SZZ č.2/2.12 v ZZ7
 - 3.7 SZZ č.1/2.12 v ZZ11
- 4. Laboratorní rozbory zemin
- 5. Návrh a posouzení ZKPP a PP na únosnost a před účinky mrazu
 - 5.1 ZKPP pro přejezd P2825
 - 5.2 ZKPP pro přejezd P2826
 - 5.3 ZKPP pro přejezd P2827
 - 5.4 ZKPP pro přejezd P2828
 - 5.5 PP v žst. Mníšek u Liberce
 - 5.6 ZKPP pro přejezd P2829

1. ÚVOD

Předmětem zprávy je vyhodnocení inženýrskogeologického průzkumu železničního spodku (pražcového podloží) v žst. Mníšek u Liberce a v navazujícím úseku železniční trati Mníšek u Liberce - Krásná Studánka.

Jedná se o trať s následujícími parametry:

Maximální navrhovaná rychlost (km.h ⁻¹)	100
Traťová třída zatížení	C3
Provozní zatížení v mil. hrt/rok	1,99
Minimální požadovaný modul přetvárnosti na zemní pláni $E_{min,ZP}$ (MPa)	20
Minimální požadovaný modul přetvárnosti na pláni tělesa železničního spodku $E_{min,PL}$ (MPa)	40
Minimální požadovaný modul přetvárnosti na pláni tělesa železničního spodku ZKPP $E_{min,PL}$ (MPa)	70

Získané výsledky slouží jako podklad k vypracování projektové dokumentace na jeho opravu.

Z celkového počtu 21 kopaných sond se na 11cti z nich zjišťovala vrstevní a materiálová skladba PP, včetně měření únosnosti statickou zatěžovací zkouškou (SZZ) v úrovni zemní pláně. Jedná se o sondy se symboly ZZ1 - ZZ11. Cílem sond označených jako KS1 - KS10 bylo ověření hloubky stropu skalního podloží a jeho vlastností v prostoru odvodňovacího příkopu při patě skalních svahů zářezů a v místech založení nástupištního bloku (KS6, KS8 a KS9). Jejich kompletní soupis s přehledem získaných výsledků obsahuje tabulka č. 2 na str. 10.

Objednatel: PRODIN a. s., K Vápence 2745, 530 02 Pardubice

Zhotovitel: Global - Geo, s.r.o., Ak. Heyrovského 1178, 500 03 Hradec Králové

Kraj: Liberecký

Katastrální území: Krásná Studánka - kód 673641
Mníšek u Liberce - kód 697605

K vyhodnocení zakázky zadavatel poskytl v elektronické podobě, ve formátu pdf, situace se zákresem požadovaných sond, jejich podrobnou specifikaci v tabulkové formě (označení, staničení v km trati, účel, hloubka, výstup) a zajistil strojní techniku MHS pro hloubení sond i jako 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 a ZKPP zahrnují následující dílčí operace:

IGP PP Oprava trati v úseku
Krásná Studánka - Mníšek u Liberce

- kopanou sondou na zemní plán železničního spodku,
- makroskopické posouzení stavu pražcového podloží a změření mocnosti štěrkového lože,
- petrografický popis všech zastižených vrstev a zaznamenání případného výskytu podzemní vody,
- statickou zatěžovací zkoušku v úrovni zemní pláně (SZZ),
- zjištění hlubšího podloží (subpláně) prohloubením kopané sondy prokopáním, podle možnosti dosahu mezipražcového drapáku.

V sondách KS1 - KS10 se uskutečnily jen strojní výkopy po zemní plán a jejich popis.

2.1 TECHNICKÉ PRÁCE V TERÉNU

Proběhly ve dnech 1.12. a 2.12.2021, po předchozím projednání podmínek s příslušným správcem trati. Sondy v kolejišti bylo možné realizovat jen v denní výluce traťového provozu (ROV č. 53265) v čase 7:50 - 13:05 hod. Sondy v mezipražcovém prostoru přes štěrkové lože i vedle koleje v místě příkopu postupně hloubila obsluha MHS hydraulickým drapákem dle pokynů přítomného technika, s ručním dočištěním pracovníky zhotovitele IGP. Po změření SZZ byly sondy následně prohloubeny.

Po popisu geologem a odběru vzorků zemin se na závěr technických prací sondy likvidovaly zpětným záhozem výkopkem, v opačném pořadí, než byl získávaný, s finálním urovnáním povrchu ŠL do původní podoby. Veškeré hloubkové údaje profilů jednotlivých sond jsou vztaženy k hlavám kolejnic (TK). Jejich dokumentace tvoří přílohy č. 2.1 až 2.21 předkládané zprávy, pozice je přehledně vyznačena v situacích v přílohách č. 1.1 a 1.2.

2.2 ZJIŠTĚNÍ MODULU PŘETVÁRNOSTI

Modul přetvárnosti, jako základní kritérium únosnosti, je v kolejišti 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 opřeného o protizátěž, v konkrétním případě o rám dvoucestného bagru MHS.

Statické zatěžovací zkoušky byly zhotoveny zařízením ECM Static, výr. č. 100. Pro určení statického modulu přetvárnosti pláně se použila zatěžovací deska kruhového průřezu o průměru 0,30 m se středovým snímačem zatlačení a maximální měrný tlak $p = 0,2 \text{ MPa}$, stupňovaně zvyšovaný (snižovaný) po $0,05 \text{ MPa}$.

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 , využívaný jako kritérium zhutnění zemin a sypanin.

Měření únosnosti se neprovádělo v sondách s ověřeným skalním podložím (ZZ8, ZZ9 a ZZ10), tj. v místech s očekávanou dostatečnou únosností přesahující požadavky pro obě pláně. V sondě ZZ6 se měřicí cyklus nepodařilo dokončit pro vyčerpání kroku snímače sednutí vlivem zaboření desky do málo ulehleho písčitého podloží.

Protokoly statických zatěžovacích zkoušek tvoří samostatné přílohy č. 3.1 až 3.7.

2.3 VZORKOVACÍ A LABORATORNÍ PRÁCE

Pro klasifikaci zeminového prostředí a vodního režimu v sondách se odebral jen omezený soubor čtyř vzorků charakteristických místních zemin, uložených ihned po odběru do PE sáčků pro zachování přirozené vlhkosti. Jejich soupis a zjištěné výsledky obsahuje následující tabulka č. 1. Odběr dalších vzorků vylučovala přítomnost skalních hornin a kamenitých sypanin ze zářezů, případně směsi zeminy se ŠL vzniklé podbíjením pražců.

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).

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

ČSN CEN ISO/TS 17892-1 Stanovení vlhkosti zemin

ČSN CEN ISO/TS 17892-4 Stanovení zrnitosti zemin

ČSN CEN ISO/TS 17892-12 Stanovení konzistenčních mezí

Na základě zrnitostních rozborů je primárně provedena klasifikace vzorků zemin podle ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“, která používá stejnou klasifikaci jako předpis SŽ S4. Dále jsou ze zrnitostních analýz odvozeny hodnoty filtračního součinitele metodou Mallet-Pacquant, namrzavost a kapilární vztlakovost.

Tabulka č. 1 Přehled geotechnických vlastností místních zemin

Vzorek číslo / sonda	Hloubka odběru (m)	Zemina	I _c	k (m.s ⁻¹)	h _s (m)	Propustnost zeminy	Namrzavost zeminy
814 / ZZ1	0,90 - 1,00	G3 G-F	-	6,0.10 ⁻⁴	do 0,50	propustná	mírně namrzavá
815 / ZZ2	1,00 - 1,20	G4 GM	-	2,5.10 ⁻⁵	1,00	propustná	namrzavá
816 / ZZ4	1,00 - 1,20	G5 GC	1.42	1,7.10 ⁻⁶	1,15	málo propustná	namrzavá
818 / ZZ11	0,80 - 0,90	G3 G-F	-	1,8.10 ⁻⁵	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. 4.

2.4 STANOVENÍ VODNÍHO REŽIMU ZEMNÍ PLÁNĚ

Pro vyhodnocení vodního režimu byly určeny následující parametry:

h_p - poloha hladiny podzemní vody,

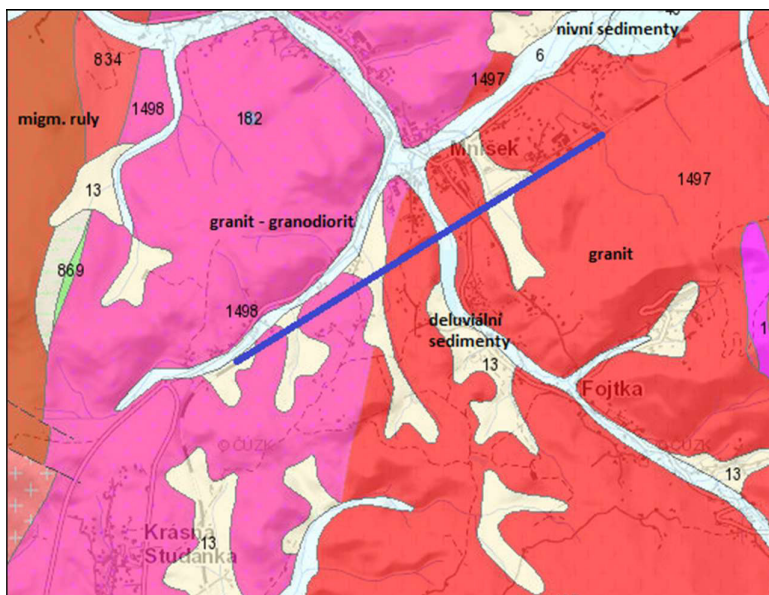
IGP PP Oprava trati v úseku

Krásná Studánka - Mníšek u Liberce

Vyhodnocení vodního režimu zemní pláň v každé sondě je provedeno kombinací kritérií čl. 14 a 15, přílohy 7 předpisu SŽ S4. Kompletní přehled obsahuje tabulka č. 2 na str. 10. Z celkového počtu 21 sond vychází jako příznivý v třinácti z nich, v sedmi je velmi nepříznivý a v jedné nepříznivý.

V niveletě železniční trati jsou zastoupeny jak mělké i hlubší zářezy/odřezy, tak nízké i vyšší násypy/přísypy, mostní objekty, přejezdy a jen malá část je vedena v úrovni okolního terénu. Nadmořská výška v zájmovém úseku trati, vedené mělkým údolím se zvlněným terénem, se pohybuje v rozmezí 380 - 405 m n. m.

Geomorfologicky náleží zájmové území do oblasti Krkonošské, na rozhraní celků Žitavská pánev a Jizerské hory a k okrsku Vratislavická kotlina (kód IVA-4A-a), charakteru pahorkatiny západního výběžku Jizerských hor.



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

Budují hlubinné magmatity lužické oblasti krystalinika Českého masívu. Jedná se o středno až hrubozrnné granity - granodiority s porfyrickou texturou (tzv. liberecká žula s vyrostlicemi růžových živců - ortoklasů), náležející ke krkonoško-jizerskému masívu, stáří paleozoikum - karbon svrchní. Ve výřezu geomapy na předcházející stránce je znázorňují červené a červenofialové plochy s číselnými kódy 1497 a 1498. V mírně zvětralém

až navětralém stavu vystupují v zářezových partiích trati i v odřezu v žst. Mníšek u Liberce. Ověřují je sondy KS1 - KS10 a ZZ8 - ZZ10 v hloubce 0,68 - 1,30 m od TK.

V přípovrchových partiích granitoidní horniny zvětřávají na písčité, kamenité až balvanité eluvia o mocnosti nejvýše jednotek prvních metrů. Zcela zvětřalé horniny, charakteru písčitého a písčito-hlinitého charakteru ± s relikty mateční horniny v podobě kamenité složky, dokumentují sondy ZZ1 - ZZ3 a KS9 prakticky hned pod drážním štěrkem. Přechody z eluvií do navětralé horniny bývají rychlé a neostře.

Kvartérní pokryv

Reprezentují sedimenty deluviální a fluviální geneze. Eluvia granitoidních hornin místy pokrývají menší nesouvislé akumulace kvartérních nesoudržných až slabě soudržných sedimentů - deluvií (prstovitě rozvětvené plochy světle hnědé barvy s č. 13). Jedná se povětšinou o redeponovaná eluvia/zvětralinové produkty granitoidů, charakteru hlinitých písků, drobnozrnných hlinitých a jílovitých štěrků, lokálně až hlinito-kamenitých, event. kamenito-balvanitých sutí. Obvykle se vyskytují při patě svahů, ve výplni splachových depresí, či v okolí občasných vodotečí. Na několika místech protínají linii tratě. Řadí se k nim zeminy ze sond ZZ4 a ZZ7.

Nivní sedimenty holocénního stáří se váží na nejbližší okolí větších vodotečí. Mají většinou jemnozrnný vývoj, snížené konzistence a zahrnují i uloženiny vodních nádrží. Na složení se podílejí hlavně přeplavená a resedimentovaná 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 bílomodrými pruhy různé šířky s č. 6. Větší akumulace se nacházejí kolem toku Fojtky, se stejnojmennou vodní nádrží. Prakticky nulové zastoupení vykazují valounové štěrkopísky. Buď jsou součástí údolní terasy, nebo pocházejí ze zachovalých denudačních reliků starších a vyšších terasových stupňů. V rostlém stavu ověřeny nebyly.

Nejsvrchnější část vrstevního profilu představují uloženiny antropogenního původu/ navážky, tvořené konstrukčními vrstvami pražcového podloží - jemnozrnnými zeminami znečištěným drážním štěrkem. Tělesa náspů/přísypů jsou vybudovaná většinou ze sypanin vytěžených ze zářezů trati, hrubě písčitého, písčito-štěrkovitého a kamenitého rázu (viz sondy ZZ5, ZZ6 a ZZ11).

Hydrogeologické poměry

Podle hydrogeologického členění ČR náleží zájmové území s železniční tratí do jediného rajónu základní vrstvy - 6413 Krystalinikum Jizerských hor v povodí Lužické Nisy, budovaného převážně magmatickými a méně metamorfovanými horninami, které jsou jako celek málo propustné.

Relativně lepší propustnost má zvětřalinový plášť a kvartérní pokryv, dále zóna přípovrchového rozpojení hornin a některé tektonicky porušené zóny a zlomy. Propustnost prostředí se odvíjí od charakteru zvětřalin a hustoty, rozevření a výplně puklin. K proudění podzemní vody dochází zejména v eluviích a v pásmu přípovrchového rozpojení hornin (zvětřání v kombinaci s rozpukáním). Odvodnění se děje v úrovních místních erozních bází pozvolnými výrony do povrchových toků, prostřednictvím deluviálních a fluviálních sedimentů.

S ohledem na hloubku sondování nebyla podzemní voda v pravém smyslu slova zastižena. Pouze lokálně zvodnělé štěrkové lože či saturované zeminy v místech

s nedokonalým nebo nefunkčním odvodněním. Přímou ji zastihly sondy ZZ2, KS2, KS3, KS, ZZ8, KS5 a KS6 s ustálenou hladinou 0,53 - 1,20 m od TK.

Úsek železniční trati od Krásné Studánky směrem k žst. Mníšek u Liberce postupně kříží následující čtyři dílčí povodí 4. řádu:

- Radčický potok, číslo hydrologického pořadí 2-04-07-0170-0-00,
- Jeřice, číslo hydrologického pořadí 2-04-07-0280-0-00,
- Fojtka, číslo hydrologického pořadí 2-04-07-0270-2-00,
- Jeřice, číslo hydrologického pořadí 2-04-07-0260-0-00.

Podle serveru HEIS VÚV TGM spadá do rozsáhlé nadregionální CHOPAV č. 103 Jizerské hory a současně je vedený při západním okraji CHKO Jizerské hory. Nejsou zde vymezena žádná OP vodních zdrojů.

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

Mocnosti ŠL, konstrukčních vrstev, zjištěné druhy zemin zemní pláně a subpláně, naměřené hodnoty modulů přetvárnosti $E_{2,IGP}$ v úrovni zemní pláně a jejich redukované hodnoty E_r (moduly násobené opravným součinitelem „z“) podle aktuálních vlastností zemin jsou souhrnně sestaveny v tabulce č. 2 na str. 10. Opravné součinitele „z“ zemin vycházejí z tab. 1 přílohy 9 k předpisu SŽ S4 pro příslušný druh zeminy.

4.1 ZKPP pro přejezd P2825 (trať v ÚT)

Provedené práce:

Sondy: ZZ1 v km 168,997 - př. č. 2.1,

SZZ: č. 1/1.12.2021 - př. č. 3.1.

ŠL má pod betonovými pražci nedostatečnou mocnost 31 cm. V úrovni pražců je čisté, tř. G2 GP, pod LPP středně znečištěné hrubozrnným hlinitým pískem, tř. G3 G-F.

Plán železničního spodku je totožná se zemní plání. Tvoří ji eluvium granitu, charakteru slabě soudržného až nesoudržného drobnozrnného písčitého štěrku s rozdrobitelnými reliktami mateční horniny, tř. R6 / G3 G-F. Dle laboratorního rozboru vzorku č. 814 se jedná o zeminu mírně namrzavou, propustnou (ze zrnitosti odvozený $k = 6,0 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$), s kapilární vztlakovostí h_s do 0,50 m.

Ustálená hladina vody nebyla sondou zjištěna, vodní režim je klasifikovaný jako příznivý (difúzní).

Měřením únosnosti SZZ byl zjištěný modul přetvárnosti $E_{2,IGP} = 28,00 \text{ MPa}$, resp. $E_r = 28,00 \text{ MPa}$ po redukci opravným součinitelem „z“. Vyhovuje jen pro zemní plán železničního spodku.

Pro splnění požadavku na ZKPP přechodové oblasti přejezdu je ve znění přílohy 6 k SŽ S4 navržena podkladní vrstva z recyklované ŠD 0/63 v tl. 0,25 m a konstrukční vrstva ze ŠD 0/63 kv v tl. 0,25 m. Výpočet únosnosti a ochrany před účinky mrazu tvoří přílohu č. 5.1.

4.2 ZKPP pro přejezd P2826 (trat' v mělkém zářezu)

Provedené práce:

Sondy: **ZZ2** v km 169,667 - př. č. 2.2,

SZZ: č. 2/1.12.2021 - př. č. 3.2.

ŠL má pod betonovými pražci nedostatečnou mocnost 20 cm. V úrovni pražců je čisté, tř. G2 GP, pod LPP středně až silně znečištěné hrubozrnným hlinitým pískem, tř. G3 G-F - G4 GM.

Plán železničního spodku je totožná se zemní plání. Tvoří ji eluvium granitu, charakteru slabě soudržného drobnozrnného písčito-hlinitého štěrku s rozdrobitelnými relikty mateční horniny, tř. R6 / G4 GM. Složení dokládá laboratorní rozbor vzorku č. 815. Eluviální zemina se řadí k namrzavým, propustným (ze zrnitosti odvozený $k = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$), s kapilární vzlínavostí $h_s = 1,00 \text{ m}$.

Díky nedokonalému odvodnění mělkého zářezu bylo zjištěno zvodnění spodních partií ŠL (přítok v 0,53 m pod TK) a vodní režim určený jako velmi nepříznivý (kapilární).

Únosnost v úrovni zemní pláně ze SZZ činí $E_{2,IGP} = 21,30 \text{ MPa}$, resp. $E_r = 21,30 \text{ MPa}$. Vyhovuje jen pro zemní plán železničního spodku.

Splnění požadavků stanovených předpisem SŽ S4 pro ZKPP 70 MPa je navrženo podkladní vrstvou z recyklované ŠD 0/63 v tl. 0,30 m a konstrukční vrstvou ze ŠD 0/63 kv v tl. 0,25 m. Výpočet únosnosti a ochrany před účinky mrazu tvoří přílohu č. 5.2. Současně se musí řešit odvodnění zářezu, resp. podkladní vrstvy.

4.3 ZKPP pro přejezd P2827 (trat' v ÚT, přechod z náspu do zářezu)

Provedené práce:

Sondy: **ZZ3** v km 169,987 - př. č. 2.4,

SZZ: č. 3/1.12.2021 - př. č. 3.3.

ŠL má pod betonovými pražci nedostatečnou mocnost 23 cm. V úrovni pražců je čisté, tř. G2 GP, pod LPP středně znečištěné hrubozrnným hlinitým pískem, tř. G4 GM. Na bázi jeho vrstvy byla zjištěna separační geotextilie.

Konstrukční vrstva PP chybí, plán železničního spodku je totožná se zemní plání. Zemní plán představuje eluvium granitu v podobě slabě soudržného drobnozrnného písčito-hlinitého štěrku s rozdrobitelnými relikty mateční horniny, tř. R6 / G4 GM (zemina namrzavá, propustná s přiřazeným $k = 10^{-5} - 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$, s kapilární vzlínavostí $h_s = 1,00 \text{ m}$).

Podzemní ani akumulovaná srážková voda se v místě přejezdu nevyskytuje, vodní režim lze hodnotit jako příznivý.

Zjištěná únosnost ze SZZ činí $E_{2,IGP} = 25,90 \text{ MPa}$, resp. $E_r = 25,90 \text{ MPa}$ a vyhovuje jen pro zemní plán železničního spodku.

Docílení požadavku pro ZKPP 70 MPa je řešeno podkladní vrstvou z recyklované ŠD 0/63 v tl. 0,25 m a konstrukční vrstvou ze ŠD 0/63 kv v tl. 0,25 m. Výpočet únosnosti a ochrany před účinky mrazu je doložen v příloze č. 5.3.

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 vstevního 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)
ZZ1	168,997	51	31	-	-	R6/G3 G-F	konstantní	mírně namrzavá	příznivý	28,0	1,00	28,0
ZZ2	169,667	40	20	-	-	R6/G4 GM	konstantní	namrzavá	velmi nepříznivý 1/	21,3	1,00	21,3
KS1	169,736 P	-	-	-	-	R3	konstantní	nenamrzavá	příznivý	-	-	-
ZZ3	169,987	43	23	gtx	-	R6/G4 GM	konstantní	namrzavá	příznivý	25,9	1,00	25,9
KS2	170,063 P	-	-	-	-	R3	konstantní	nenamrzavá	velmi nepříznivý 1/	-	-	-
KS3	170,187 P	-	-	-	-	R3	konstantní	nenamrzavá	velmi nepříznivý 1/	-	-	-
ZZ4	170,494	50	50	gtx	-	G5 GC	konstantní	namrzavá	příznivý	28,7	1,00	28,7
ZZ5	170,700 1.SK	40	25	-	-	Cb+S3 S-F	roste	mírně namrzavá	příznivý	26,5	1,00	26,5
ZZ6	170,800 3.SK	65	0	-	-	S4 SM	konstantní	namrzavá	příznivý	nedoměřeno-zaboření desky		
ZZ7	170,900 1.SK	40	40	-	-	G4 GM	konstantní	namrzavá	příznivý	18,1	1,00	18,1
KS4	170,916 P	-	-	-	-	R4 - R3	konstantní	nenamrzavá	velmi nepříznivý 1/	-	-	-
ZZ8	171,000 3.SK	50	50	20	G4 GM	R4 - R3	konstantní	nenamrzavá	velmi nepříznivý 1/	≥ 50	1,00	≥ 50
KS5	171,003 P	-	-	-	-	R3	konstantní	nenamrzavá	velmi nepříznivý 1/	-	-	-
ZZ9	171,083 1.SK	50	50	-	-	R4 - R3	konstantní	nenamrzavá	velmi nepříznivý 1/	≥ 50	1,00	≥ 50
KS6	171,083 3.SK	52	52	35	S3S-F-G3G-F	R4 - R3	konstantní	nenamrzavá	nepríznivý	≥ 50	1,00	≥ 50
KS7	171,083 P	-	-	-	-	R4	konstantní	nenamrzavá	velmi nepříznivý 1/	-	-	-
KS8	171,141 3.SK	52	52	35	S3S-F-G3G-F	R4	konstantní	mírně namrzavá	příznivý	-	-	-
KS9	171,141 1.SK	50	50	-	-	R6/G4 GM	konstantní	mírně namrzavá	příznivý	-	-	-
KS10	171,200 P	-	-	-	-	R4	konstantní	mírně namrzavá	příznivý	-	-	-
ZZ10	171,208 3.SK	76	76	-	-	R4	konstantní	mírně namrzavá	příznivý	≥ 50	1,00	≥ 50
ZZ11	171,332	67	35	-	-	G3G-F+Cb	roste	mírně namrzavá	příznivý	25,9	1,00	25,9

Vysvětlivky: gtx - separační geotextilie 1/ zvodnělé ŠL, přítoky a silné průsaky, zvodnělé zeminy $E_{2,IGP}$, z, E_r - očekávané hodnoty

4.4 ZKPP pro přejezd P2828 (trať v ÚT, na mírném svahu)

Provedené práce:

Sondy: **ZZ4** v km 170,494 - př. č. 2.7,

SZZ: č. 4/1.12.2021 - př. č. 3.4.

ŠL má pod betonovými pražci nedostatečnou mocnost 30 cm, v úrovni pražců je silně, pod LPP mírně znečištěné písčito-hlinitou zeminou, tř. G4 GM - G3 G-F. ŠL od podloží odděluje separační geotextilie.

Konstrukční vrstva PP chybí, plán železničního spodku je totožná se zemní plání. Zemní plán / subplán tvoří soudržná zemina - drobnozrnný jílovitý štěrk deluvio-eluviální geneze, tř. G5 GC. Jedná se o částečně redeponované granitové eluvium, s mezizrnnou výplní pevné až tvrdé konzistence, s $I_c = 1.42$. Dle laboratorní rozboru vzorku č. 816 jílovitý štěrk náleží k zeminám namrzavým, málo propustným ($k = 1,7 \cdot 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$), s výškou kapilární vztlakovosti $h_s = 1,15 \text{ m}$.

Zvodnění nebylo sondou zjištěno, vodní režim je klasifikovaný jako příznivý (difúzní).

Únosnost ze SZZ činí $E_{2,IGP} = 28,70 \text{ MPa}$, resp. $E_r = 28,70 \text{ MPa}$ a vyhovuje jen pro zemní plán železničního spodku.

Splnění požadavků stanovených předpisem SŽ S4 pro ZKPP 70 MPa je řešeno pomocí podkladní vrstvy z recyklované ŠD 0/63 v tl. 0,25 m a konstrukční vrstvy ze ŠD 0/63 kv v tl. 0,25 m. Podkladní vrstva se uloží na separační geotextilii. Výpočet únosnosti a ochrany před účinky mrazu navržené skladby tvoří přílohu č. 5.4.

4.5 PP v žst. Mníšek u Liberce (km 170,700 - 170,900 trať na náspu až v ÚT, žst. v odřezu)

Provedené práce:

Sondy: **ZZ5** (1 SK) - př. č. 2.8, **ZZ6** (3 SK) - př. č. 2.9, **ZZ7** (4 SK) - př. č. 2.10, **ZZ8** (3 SK) - př. č. 2.12, **ZZ9** (1 SK) - př. č. 2.14, **KS 6** (3 SK) - př. č. 2.15, **KS 8** (3 SK) - př. č. 2.17, **KS 9** (1 SK) - př. č. 2.18, **ZZ10** (1 SK) - př. č. 2.20,

SZZ: č. 5/1.12.2021 v ZZ5 - př. č. 3.5, č. 2/2.12.2021 v ZZ 7 - př. č. 3.6.

ŠL má pod betonovými a lokálně i dřevěnými pražci (výhybky, sonda ZZ5) většinou nedostatečnou mocnost v rozmezí od 20 cm (ZZ7) do 32 cm (KS6 a KS8), vyhovujících 45 cm a 56 cm bylo zjištěno sondami ZZ6 a ZZ10. Drážní štěrk v úrovni pražců čistý a částečně i pod nimi, tř. G2 GP, je zaznamenaný pouze v sondách ZZ5 a ZZ6. Ve staničních kolejích žst. ŠL vykazuje převážně silné znečištění hlinitým pískem, místy je porostlé mechem a travním drnem, případně pokryté listím či úlomky dřevní hmoty, tříd G3 G-F, G4 GM a G4 GM O.

Ke stávajícím konstrukčním vrstvám jsou řazeny v sondách ZZ8, KS6 a KS8 pod ŠL zjištěné (0,68 - 0,88 m a 0,70 - 1,05 m) vrstvy tloušťky 20 - 35 cm, tvořené granitovým hrubozrnným nestejnozrnným pískem s příměsí ŠL, škváry a úlomků granitoidní horniny, tříd S3 S-F - G3 G-F - G4 GM. I když se vyskytují v jedné linii, vzhledem ke složení lze usuzovat, že se s největší pravděpodobností jedná pouze o produkty opakovaného podbíjení (směsi podrcené horniny s drážním štěrkem) a ne o konstrukční materiály v pravém smyslu.

Složení zemní pláně / subpláně vychází z umístění nivelety trati vůči okolnímu terénu. Přibližně ve staničení km 170,700 - 170,850 je vedena na náspu (sondy ZZ5 a ZZ6), ze kterého přechází do úrovně okolního terénu (sonda ZZ7). Většina železniční stanice se pak nachází v odřezu vyhloubeném v masívu skalních hornin granitového složení.

Do tělesa náspu, ověřeného sondami ZZ5 a ZZ6, byly použity sypaniny získané ze sousedního odřezu, charakteru kamenité zeminy se zrny vel. 15 - 20 cm s výplní hrubozrnného písku s úlomky a hlinitého písku, tříd Cb+S3 S-F a S4 SM. Jedná se o zeminové sypaniny mírně namrzavé až namrzavé, propustné ($k = 10^{-4} - 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$), s výškou kapilární vztlínivosti $h_s = 0,00 - 1,00 \text{ m}$. V sondě ZZ5 je sypanina podle odporu při rozpojování ulehklá, s relativní hutností $I_D > 0.65$. Naproti tomu v sondě ZZ6 má hlinitý písek velmi nízkou ulehlost ($I_D \leq 0.35$), což potvrzuje i měření SZZ, kterou se nepodařilo dokončit kvůli zaboření desky a písek má až do hloubky 1,13 m od TK příměs drážního štěrku. Může se tak jednat o nekvalitní zásyp neznámé sítě, nebo o preferenční zónu vsaku srážkových vod mezi náspem a rostlým terénem (rovněž větší mocnost čistého nesoudržného ŠL).

Rostlé podloží v ÚT ověřuje sonda ZZ7. Podle popisu ho představuje drobnozrnný granitový hlinitý štěrk bez kamenů a úlomků mateční horniny, deluvio-eluviální geneze a tř. G4 GM. Jedná se o zeminu slabě soudržnou, namrzavou, méně propustnou s přiřazeným $k = 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$, s kapilární vztlínivostí $h_s = 1,00 \text{ m}$. Při styku s vodou snadno degraduje.

V žst. zemní plán / subplán ve staničení cca km 170,900 - 171,250 budují skalní horniny - mírně zvětralé až navětralé granity, tříd R4 - R3. V kolejišti je ověřují sondy ZZ8 - ZZ10, KS6, KS8 a KS9. Jejich uměle vytvořený strop je nerovný, zjištěný v hloubce 0,68 - 1,10 m od TK. Místy probíhá hned pod vrstvou drážního štěrku (sondy ZZ9 a ZZ10). Skalní masív je vcelku homogenní, málo rozpukaný a nepropustný, horniny podle stupně zvětrání mírně namrzavé (tř. R4) až nenamrzavé (tř. R3).

Přítomnost zvodnění, jak již bylo zmíněno výše, rovněž souvisí s vedením nivelety trati a vlastnostmi podloží. Nebylo zjištěno na náspu a v ÚT v km 170,700 - 170,900 (sondy ZZ5 - ZZ7) a dále v koncové části odřezu žst. od km 171,130 dále (sondy KS8, KS9, ZZ10). V uvedených místech je vodní režim hodnocený jako příznivý. Naproti tomu ustálená hladina vody byla ověřena ve středních partiích odřezu. V kolejišti se nachází 0,68 m a 0,85 m pod TK v sondách ZZ8, ZZ9 a KS6 (hlavně zvodnělé ŠL). Dále ji dokumentují sondy KS4 a KS5 (0,80 m a 1,20 m od TK) v místě příkopu u paty skalního svahu (zvodnělé zeminy). Jedná se současně o místa s velmi nepříznivým vodním režimem v důsledku nedokonalého nebo nefunkčního odvodnění. Hlavní příčinu lze spatřovat v nerovnostech stropu nepropustných skalních hornin a nedostatečném sklonu/hloubce patního příkopu.

Únosnosti na zemní pláni / subpláni odpovídají sypaninám náspu (v ZZ5 $E_{2,IGP} = 26,50 \text{ MPa}$, $E_r = 26,50 \text{ MPa}$) i rostlému zeminovému podloží v ÚT (v ZZ7 $E_{2,IGP} = 18,10 \text{ MPa}$, $E_r = 18,10 \text{ MPa}$). Pro skalní horniny tříd R4 - R3 je ve znění tab. 3 přílohy 9 k SŽ S4 uvažována minimální únosnost $E_{2,IGP} = 50,00 \text{ MPa}$, resp. $E_r = 50,00 \text{ MPa}$). Uvedené výsledky jsou jen zčásti vyhovující pro obě pláně. Vzhledem k absenci řádné konstrukční vrstvy v celé žst. se při obnově ŠL doporučuje její vybudování ze ŠD 0/63 kv v tl. 0,25 m. V prostoru s výskytem skalních hornin její mocnost kvůli nerovnostem stropu nebude zcela konstantní, např. v sondě ZZ8 jen 15 cm, v ZZ9 0 cm (zde chybí ještě 5 cm pro ŠL), v ZZ10 21 cm. Pokud budou beze zbytku odtěženy různé písčité směsi se ŠL až na skalní podloží, bude místy její mocnost i větší, např. v sondách KS6 a KS8 32 cm, KS9 37 cm.

Z provedených sond se jako problematické jeví místo ZZ6 v km 170,800 (3 SK), kde se nepodařilo doměřit SZZ. Zde se doporučuje provést sanaci podloží v tl. 0,50 m a vybudování podkladní vrstvy z DK 0/90 v délce cca 10 m (5 m na každou stranu od sondy). Délka úseku se upřesní po skryvce a prohlídce stavu podloží v rámci stavby.

Výpočet únosnosti a ochrany před účinky mrazu je doložený v příloze č. 5.5. Vychází z minimální zjištěné hodnoty únosnosti na zemní pláni $E_{e,ZP} = 18,1$ MPa při které konstrukční vrstva ze ŠD 0/63 kv v tl. 25 cm bude v úrovni pláň železničního spodku vykazovat ještě dostatečnou únosnost 40 MPa (skutečnost 44,40 MPa).

V žst. se musí vyřešit odvodnění stropu skalních hornin. Při výkopech v horninách tř. R4 - R3 je třeba počítat s těžitelnostmi tříd 5 - 6 / II - III (ČSN 733050/ČSN 736133), nasazením rozrývače či hydraulického kladiva.

4.6 ZKPP pro přejezd P2829 (trať na náspu)

Provedené práce:

Sondy: **ZZ11** v km 171,332 - př. č. 2.21,

SZZ: č. 1/2.12.2021 - př. č. 3.7.

ŠL má pod betonovými pražci vyhovující mocnost 47 cm. V úrovni pražců i pod LPP je čisté, tř. G2 GP, od 0,50 m pod TK středně znečištěné nestejnozrnným hlinitým pískem, tř. G3 G-F.

Pláň železničního spodku je totožná se zemní plání. Zemní pláň i těleso náspu buduje písčito-štěrkovitá až kamenitá sypanina pocházející z odřezu z prostoru žst. Mníšek. Její složení charakterizuje laboratorní vzorek č. 818. Svrchu písčité štěrky, tř. G3 G-F+Cb, obsahuje kameny granitu vel. 10 - 20 cm, kterých s hloubkou i co do velikosti postupně přibývá. Dle zrnitostní analýzy se jedná o zeminovou sypaninu mírně namrzavou, propustnou s $k = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$, s kapilární vztlakovostí h_s do 0,50 m.

Zvodnění se v místě přejezdu nevyskytuje, vodní režim je klasifikovaný jako příznivý (difúzní).

Zjištěná únosnost ze SZZ činí $E_{2,IGP} = 25,90$ MPa, resp. $E_r = 25,90$ MPa a vyhovuje jen pro zemní pláň železničního spodku.

Potřebné únosnosti pro ZKPP 70 MPa je docíleno podkladní vrstvou z recyklované ŠD 0/63 v tl. 0,25 m a konstrukční vrstvou ze ŠD 0/63 kv v tl. 0,25 m. Výpočet únosnosti a ochrany před účinky mrazu tvoří přílohu č. 5.6.

5. ZÁVĚR

Z inženýrskogeologického průzkumu železničního spodku (pražcového podloží), provedeného v celém požadovaném rozsahu v žst. Mníšek u Liberce a pro přejezdy v úseku trati Krásná Studánka - Mníšek u Liberce, vyplývají následující souhrnná zjištění:

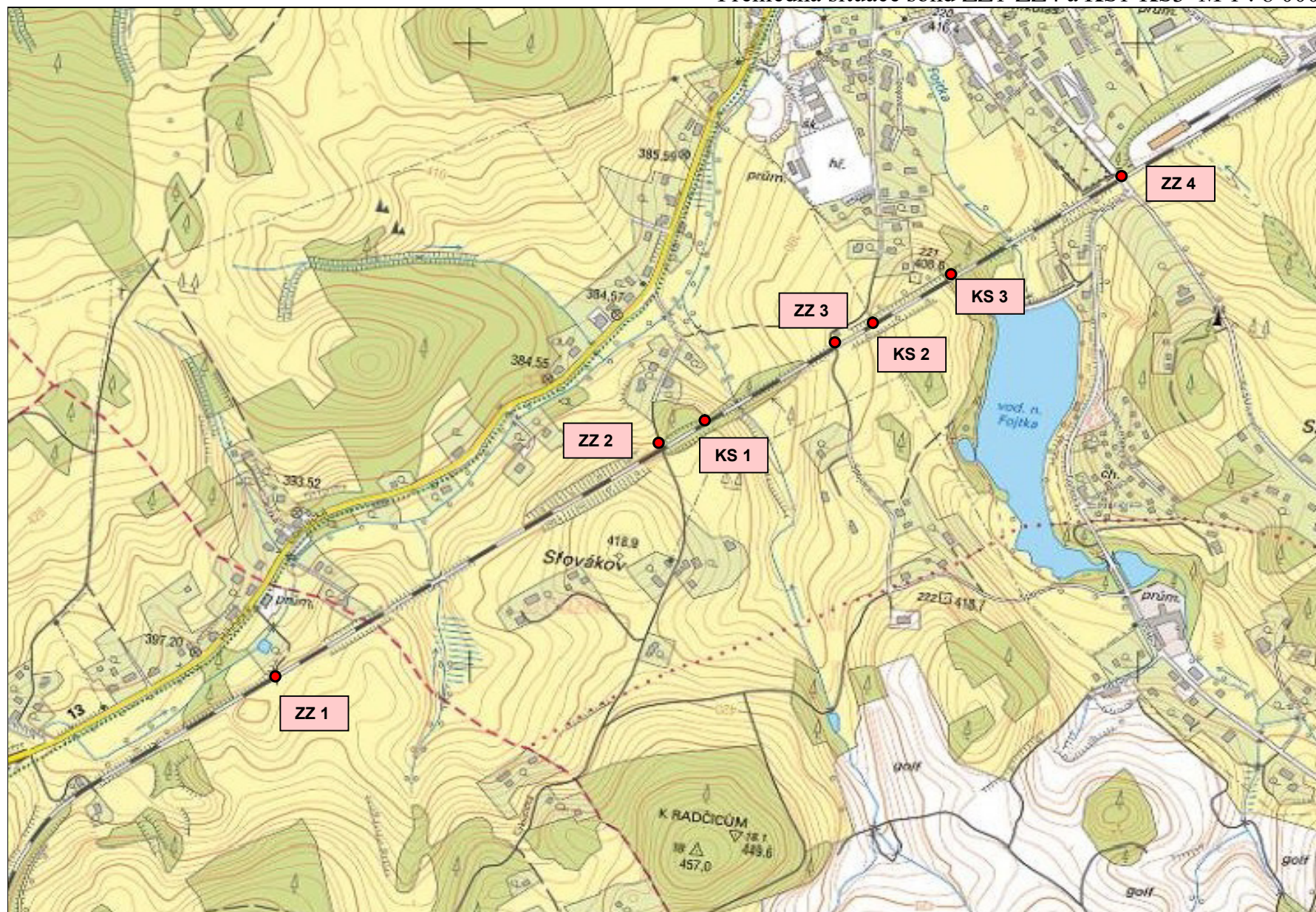
- společným znakem řešených přejezdů a celé žst. jsou většinou malá mocnost štěrkového lože pod pražci a chybějící konstrukční vrstvy,
- drážní štěrky u přejezdů a v km 170,700 - 170,800 úrovni pražců čisté, pod nimi středně znečištěný hlinito-písčitou zeminou, v žst. v celých mocnostech většinou silně znečištěný,
- zemní pláň / subpláň v místech přejezdů tvoří eluvia granitů, charakteru drobnozrnného písčitého a hlinitého štěrku (P 2825, P2826, P2827), deluvio-eluviální jílovitý štěrky s mezizrnnou výplní pevné konzistence (P2828), kamenitá sypanina s písčitou výplní (P2829), v žst. v odřezu kromě výše uvedených vystupují ve staničení km 170,900 - 171,250 skalní granitoidní horniny tř. R4 - R3,

- zvodnění bylo zjištěno jen lokálně a prakticky se omezuje na zářezové a odřezové partie trati (P2826 a střední část žst. s podloží z skalních hornin s nerovným stropem), v podobě zvodnělého ŠL či zvodnělých zemin v patních příkopech, tj. v místech s nedokonalým nebo nefunkčním odvodněním,
- zjištěné únosnosti na zemní pláni / subpláni odpovídají místním eluviálním či deluviálním zeminám, sypaninám a skalním horninám a většinou vyhovují pouze pro zemní pláň,
- pro splnění kritérií stanovených předpisem SŽ S4 je pro celý úsek (přejezdy i žst.) navržena konstrukční vrstva ze ŠD 0/63 kv v jednotné mocnosti 0,25 m,
- u přejezdů se ZKPP ještě podkladní vrstva z recyklované ŠD 0/63 v tl. 0,25 m (P2825, P2827, P2828, P2829) a tl. 0,30 m (P2826), jen u přejezdu P2828 uložená navíc na separační geotextilii,
- podkladní vrstvy i zářezové partie musí mít řádné odvodnění,
- ŠL z magmatických hornin (granitoidní horniny, metamorfity) bude po přečištění dále použitelné, jelikož je nejméně z 1/2 znečištěné jemnozrnnými zeminami, bude vedle deficitu vznikat též větší množství odpadu.

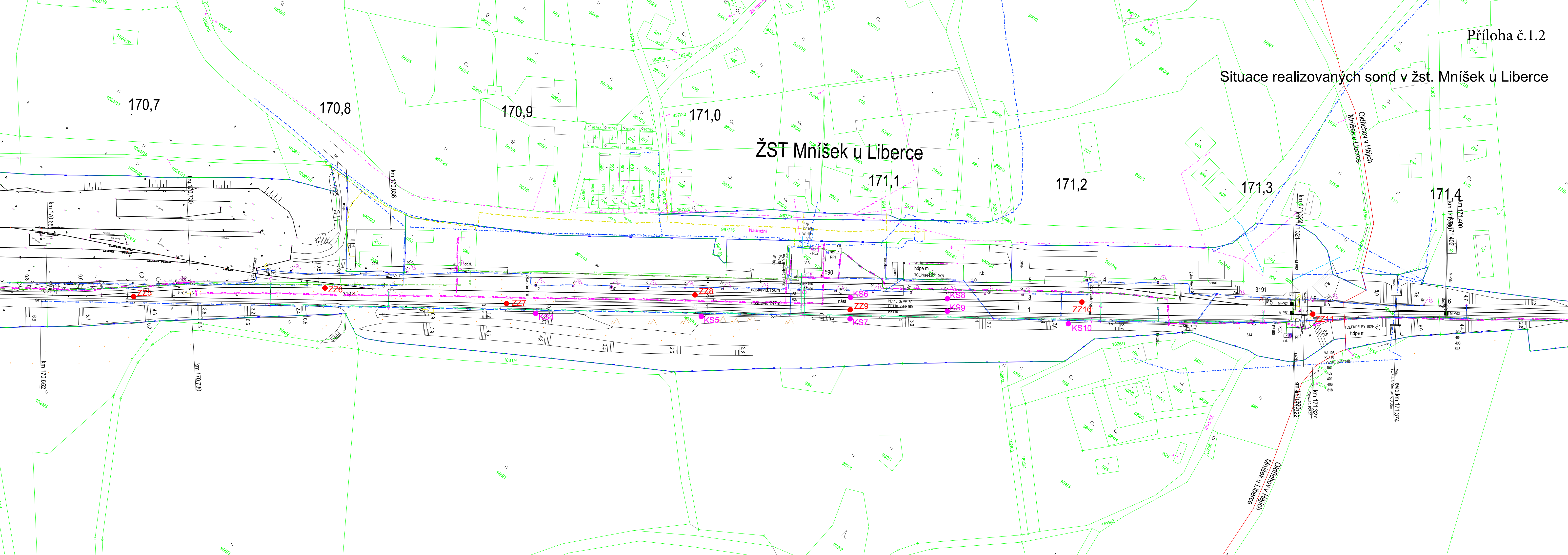
Odpovědný řešitel: Ing. Luboš Med
odborná způsobilost v IG 1570/2002

Hradec Králové, 8. 1. 2022

Ing. Pavel Žaba
ředitel společnosti



Situace realizovaných sond v žst. Mníšek u Liberce



DOKUMENTACE KOPANÉ SONDY ZZ 1

Název zakázky:	Oprava trati v úseku Krásná Studánka - Mníšek u Liberce. Inženýrskogeologický průzkum železničního spodku.			
Lokalizace sondy:	km 168,997 - přejezd P2825			
Rozměry sondy:	v ose koleje	Datum hloubení:	1. 12. 2021	
Hloubka sondy od TK:	1,40 m	Dokumentoval:	R. Kodym	
Hloubka [m] od - do	Makroskopický popis		SŽ S4	ČSN EN ISO 14 688
0,00	0,19	Kolejnice + upevňovací	-	-
0,19	0,39	Betonový pražec tl. 15 - 20 cm, drážní štěrť, v úrovni pražců čistý	G2 GP	Gr
0,39	0,70	Drážní štěrť, středně znečištěný tmavě hnědošedým hrubozrnným hlinitým pískem	G3 G-F	sisGr
0,70	1,40	Granit zcela zvětralý - eluvium charakteru hrubozrnného písku s relikty mateční horniny v ruce rozdrobitelnými až drobnozrnného písčitého štěrku, světle žlutohnědý	R6 / G3 G-F	saGr

Poznámky: - SZZ č.1 v hl. 0,77 m od TK

- modul přetvárnosti $E_{2,IGP} = 28,0$ MPa; redukovaný modul zemní pláně $E_r = 28,0$ MPa

Fotodokumentace



Hladina podzemní vody:	nezjištěna
Vodní režim:	příznivý
Namrzavost zemní pláně:	mírně namrzavá
Laboratorní vzorky:	814 3B: 0,90 - 1,00 m

DOKUMENTACE KOPANÉ SONDY ZZ 2

Název zakázky:	Oprava trati v úseku Krásná Studánka - Mníšek u Liberce. Inženýrskogeologický průzkum železničního spodku.			
Lokalizace sondy:	km 169,667 - přejezd P2826			
Rozměry sondy:	v ose koleje	Datum hloubení:	1. 12. 2021	
Hloubka sondy od TK:	1,40 m	Dokumentoval:	R. Kodym	
Hloubka [m] od - do	Makroskopický popis		SŽ S4	ČSN EN ISO 14 688
0,00	0,18	Kolejnice + upevňovací	-	-
0,18	0,38	Betonový pražec tl. 15 - 20 cm, drážní štěr , v úrovni pražců čistý	G2 GP	Gr
0,38	0,58	Drážní štěr , středně, při bázi až silně znečištěný tmavě hnědým hrubozrnným hlinitým pískem	G3 G-F - - G4 GM	saGr - - sisaGr
0,58	1,40	Granit zcela zvětralý - eluvium charakteru drobnozrnného hlinitého štěrku, s relikty mateční horniny v ruce rozdrobitelnými, světle žlutohnědý	R6 / G4 GM	sisaGr

Poznámky: - SZZ č.2 v hl. 0,75 m od TK

- modul přetvárnosti $E_{2,IGP} = 21,3$ MPa; redukovaný modul zemní pláně $E_r = 21,3$ MPa**Fotodokumentace**

Hladina podzemní vody:	nátok ze ŠL v 0,53 m pod TK
Vodní režim:	velmi nepříznivý
Namrzavost zemní pláně:	namrzavá
Laboratorní vzorky:	815 3B: 1,00 - 1,20 m

DOKUMENTACE KOPANÉ SONDY KS 1

Název zakázky:	Oprava trati v úseku Krásná Studánka - Mníšek u Liberce. Inženýrské geologický průzkum železničního spodku.			
Lokalizace sondy:	km 169,736 - vpravo koleje za kabelovými žlaby, u paty skalního svahu			
Rozměry sondy:		Datum hloubení:	1. 12. 2021	
Hloubka sondy od TK:	1,05 m	Dokumentoval:	R. Kodým	
Hloubka [m] od - do	Makroskopický popis		SŽ S4	ČSN EN ISO 14 688
0,00	0,80	0,80 m od TK začíná povrch terénu		-
0,80	1,05	Písek hlinitý , hrubozrnný, prorostlý kořínky, tmavě šedohnědý, na bázi s kameny granitu vel. do 10 cm, na povrchu drn a listí		S4 O +Cb orsiSa+Cb
od	1,05	Granit navětralý, masivní, šedohnědý, skalní podloží, nelze dále hloubit		R3

Poznámky:**Fotodokumentace**

Hladina podzemní vody:	-
Vodní režim:	příznivý
Namrzavost zemní pláň:	nenamrzavá
Laboratorní vzorky:	-

DOKUMENTACE KOPANÉ SONDY ZZ 3

Název zakázky:	Oprava trati v úseku Krásná Studánka - Mníšek u Liberce. Inženýrskogeologický průzkum železničního spodku.			
Lokalizace sondy:	km 169,987 - přejezd P2827			
Rozměry sondy:	v ose koleje	Datum hloubení:	1. 12. 2021	
Hloubka sondy od TK:	1,30 m	Dokumentoval:	R. Kodym	
Hloubka [m] od - do	Makroskopický popis		SŽ S4	ČSN EN ISO 14 688
0,00 0,18	Kolejnice + upevňovací		-	-
0,18 0,38	Betonový pražec tl. 15 - 20 cm, drážní štěrku , v úrovni pražců čistý		G2 GP	Gr
0,38 0,61	Drážní štěrku , středně znečištěný mokřím tmavě hnědým hrubozrnným hlinitým pískem, na bázi vrstvy separační geotextilie		G4 GM	sisGr
0,61 1,30	Granit zcela zvětralý - eluvium charakteru drobnozrnného písčito-hlinitého štěrku, s relikty mateční horniny v ruce rozdrobitelnými, světle rezavohnědý		R6 / G4 GM	sisGr

Poznámky: - SZZ č.3 v hl. 0,73 m od TK

- modul přetvárnosti $E_{2,IGP} = 25,9 \text{ MPa}$; redukovaný modul zemní pláně $E_r = 25,9 \text{ MPa}$

Fotodokumentace

Hladina podzemní vody:	nezjištěna
Vodní režim:	příznivý
Namrzavost zemní pláně:	namrzavá
Laboratorní vzorky:	-

DOKUMENTACE KOPANÉ SONDY KS 2

Název zakázky:	Oprava trati v úseku Krásná Studánka - Mníšek u Liberce. Inženýrské geologický průzkum železničního spodku.			
Lokalizace sondy:	km 170,063 - vpravo koleje za kabelovými žlaby, u paty skalního svahu			
Rozměry sondy:		Datum hloubení:	1. 12. 2021	
Hloubka sondy od TK:	1,20 m	Dokumentoval:	R. Kodym	
Hloubka [m] od - do	Makroskopický popis		SŽ S4	ČSN EN ISO 14 688
0,00	0,80	0,80 m od TK začíná povrch terénu		-
0,80	1,20	Písek hlinitý , hrubozrnný, prorostlý kořínky, tmavě šedohnědý žlutohnědý, plně saturovaný vodou, na bázi s kameny granitu vel. do 10 cm, na povrchu listí a občasný drn		S4 O +Cb orsiSa+Cb
od	1,20	Granit navětralý, masivní, šedohnědý, skalní podloží, nelze dále hloubit		R3 -

Poznámky:

Fotodokumentace

Hladina podzemní vody:	0,90 m od TK; nefunkční odvodnění, stojatá hladina
Vodní režim:	velmi nepříznivý
Namrzavost zemní pláň:	nenamrzavá
Laboratorní vzorky:	-

DOKUMENTACE KOPANÉ SONDY KS 3

Název zakázky:	Oprava trati v úseku Krásná Studánka - Mníšek u Liberce. Inženýrské geologický průzkum železničního spodku.			
Lokalizace sondy:	km 170,187 - vpravo koleje za kabelovými žlaby, u paty skalního svahu			
Rozměry sondy:		Datum hloubení:	1. 12. 2021	
Hloubka sondy od TK:	1,15 m	Dokumentoval:	R. Kodym	
Hloubka [m] od - do	Makroskopický popis		SŽ S4	ČSN EN ISO 14 688
0,00 0,75	0,75 m od TK začíná povrch terénu		-	-
0,75 1,15	Písek hlinitý , hrubozrnný, prorostlý kořínky, plně saturovaný vodou, černohnědý, na povrchu listí a řídký drn, místy mech		S4 O	orsiSa
od 1,15	Granit navětralý, masivní, šedohnědý, skalní podloží, nelze dále hloubit		R3	-

Poznámky:

Fotodokumentace

Hladina podzemní vody:	0,85 m od TK; nefunkční odvodnění, stagnující hladina směrem k sondě KS 2 (třetí foto)
Vodní režim:	velmi nepříznivý
Namrzavost zemní pláň:	nenamrzavá
Laboratorní vzorky:	-

DOKUMENTACE KOPANÉ SONDY ZZ 4

Název zakázky:	Oprava trati v úseku Krásná Studánka - Mníšek u Liberce. Inženýrskogeologický průzkum železničního spodku.			
Lokalizace sondy:	km 170,494 - přejezd P2828			
Rozměry sondy:	v ose koleje	Datum hloubení:	1. 12. 2021	
Hloubka sondy od TK:	1,30 m	Dokumentoval:	R. Kodym	
Hloubka [m] od - do	Makroskopický popis		SŽ S4	ČSN EN ISO 14 688
0,00 0,18	Kolejnice + upevňovací		-	-
0,18 0,38	Betonový pražec tl. 15 - 20 cm, drážní štěrk , v úrovni pražců silně znečištěný hnědou písčito-hlinitou zeminou, místy porostlý mechem a řídkým travním drnem		G4 GM	sisGr
0,38 0,68	Drážní štěrk , mírně znečištěný světle hnědým hrubozrnným hlinitým pískem, na bázi vrstvy separační geotextilie		G3 G-F	saGr
0,68 1,30	Štěrk jílovitý , drobnozrnný, granitový, s mezizrnnou výplní pevné až tvrdé konzistence, laminovaný, hrudkovitý, rezavohnědý, deluvio-eluviální		G5 GC	clsisaGr

Poznámky: - SZZ č.4 v hl. 0,88 m od TK

- modul přetvárnosti $E_{2,IGP} = 28,7 \text{ MPa}$; redukovaný modul zemní pláně $E_r = 28,7 \text{ MPa}$

Fotodokumentace

Hladina podzemní vody:	nezjištěna
Vodní režim:	příznivý (dle konzistence zeminy)
Namrzavost zemní pláně:	namrzavá
Laboratorní vzorky:	816 3B: 1,00 - 1,20 m

DOKUMENTACE KOPANÉ SONDY ZZ 5

Název zakázky:		Oprava trati v úseku Krásná Studánka - Mníšek u Liberce. Inženýrskogeologický průzkum železničního spodku.				
Lokalizace sondy:		km 170,700 - kolej č. 1				
Rozměry sondy:		v ose koleje	Datum hloubení:	1. 12. 2021		
Hloubka sondy od TK:		1,03 m	Dokumentoval:	R. Kodym		
Hloubka [m] od - do		Makroskopický popis			SŽ S4	ČSN EN ISO 14 688
0,00	0,18	Kolejnice + upevňovadla			-	-
0,18	0,33	Dřevěný pražec tl. 15 cm, drážní štěrk, v úrovni pražců čistý			G2 GP	Gr
0,33	0,58	Drážní štěrk, mírně znečištěný tmavě hnědým hrubozrnným hlinitým pískem			G3 G-F	saGr
0,58	1,03	Kameny mírně zvětřalého granitu, s mezizrnnou výplní šedohnědého hrubozrnného nestejnozrnného granitového písku, s různě velkými úlomky horniny, do 0,73 m směs více písčité (zřejmě vlivem podbíjení), s hloubku přibývá kamenů vel. 15 - 20 cm (sypanina ze zářezových partií trati); drapákem obtížně hloubitelné prostředí			Cb+S3 S-F	Co+grSa

Poznámky: - SZZ č.5 v hl. 0,73 m od TK

- modul přetvárnosti $E_{2,IGP} = 26,5 \text{ MPa}$; redukovaný modul zemní pláně $E_r = 26,5 \text{ MPa}$ **Fotodokumentace**

Hladina podzemní vody:	nezjištěna
Vodní režim:	příznivý
Namrzavost zemní pláně:	mírně namrzavá
Laboratorní vzorky:	-

DOKUMENTACE KOPANÉ SONDY ZZ 6

Název zakázky:	Oprava trati v úseku Krásná Studánka - Mníšek u Liberce. Inženýrskogeologický průzkum železničního spodku.			
Lokalizace sondy:	km 170,800 - kolej č. 3			
Rozměry sondy:	v ose koleje	Datum hloubení:	2. 12. 2021	
Hloubka sondy od TK:	1,13 m	Dokumentoval:	R. Kodým	
Hloubka [m] od - do	Makroskopický popis		SŽ S4	ČSN EN ISO 14 688
0,00 0,18	Kolejnice + upevňovací		-	-
0,18 0,38	Betonový pražec tl. 15 - 20 cm, drážní štěrk se zrní vel. až do 10 cm, v úrovni pražců čistý		G2 GP	Gr
0,38 0,83	Drážní štěrk , velmi málo znečištěný, nesoudržný, s tendencí k rozvolňování se pod pražce a k zavalování výkopu		G2 GP	saGr
0,83 1,13	Písek hlinitý , nepravidelně promíchaný se ŠL, nesoudržný, slabě středně ulehlý, hnědý; hloubení sondy předčasně ukončeno		S4 SM	grsiSa

Poznámky: - SZZ v hl. 1,13 m od TK se nepodařilo dokončit kvůli vyčerpání kroku snímače sedání (stálý pokles desky a její zabořování)

Fotodokumentace

Hladina podzemní vody:	nezjištěna
Vodní režim:	příznivý
Namrzavost zemní pláň:	namrzavá
Laboratorní vzorky:	-

DOKUMENTACE KOPANÉ SONDY ZZ 7

Název zakázky:	Oprava trati v úseku Krásná Studánka - Mníšek u Liberce. Inženýrské geologický průzkum železničního spodku.			
Lokalizace sondy:	km 170,900 - kolej č. 1			
Rozměry sondy:	v ose koleje		Datum hloubení:	2. 12. 2021
Hloubka sondy od TK:	1,25 m		Dokumentoval:	R. Kodým
Hloubka [m] od - do	Makroskopický popis			SŽ S4 ČSN EN ISO 14 688
0,00 0,18	Kolejnice + upevňovací			-
0,18 0,38	Betonový pražec tl. 15 - 20 cm, drážní štěr v úrovni pražců mírně znečištěný písčitou zeminou, s občasným řídkým travním dnem			G3 G-F saGr
0,38 0,58	Drážní štěr , středně až silně znečištěný hnědým hrubozrnným hlinitým pískem			G4 GM sasiGr
0,58 1,25	Štěr hlinitý , drobnozrnný, granitový, šedohnědý, bez kamenů, štěrků a úlomků mateční horniny, deluvio-eluviální			G4 GM sasiGr

Poznámky: - SZZ č.2 v hl. 0,88 m od TK

- modul přetvárnosti $E_{2,IGP} = 18,1 \text{ MPa}$; redukovaný modul zemní pláně $E_r = 18,1 \text{ MPa}$

Fotodokumentace

Hladina podzemní vody:	nezjištěna
Vodní režim:	příznivý
Namrzavost zemní pláně:	namrzavá
Laboratorní vzorky:	-

DOKUMENTACE KOPANÉ SONDY KS 4

Název zakázky:	Oprava trati v úseku Krásná Studánka - Mníšek u Liberce. Inženýrskogeologický průzkum železničního spodku.			
Lokalizace sondy:	km 170,916 - vpravo koleje za drátovodem, u paty svahu			
Rozměry sondy:		Datum hloubení:	1. 12. 2021	
Hloubka sondy od TK:	1,30 m	Dokumentoval:	R. Kodym	
Hloubka [m] od - do	Makroskopický popis		SŽ S4	ČSN EN ISO 14 688
0,00	0,85	0,85 m od TK začíná povrch terénu		-
0,85	1,30	Písek hlinitý , nestejnzrnný, prorostlý kořínky, zvodnělý, měkký až kašovitý, s příměsí ŠL, černohnědý, na povrchu hustý travní drn		S4 O orgrsiSa
od	1,30	Granit mírně zvětralý až navětralý, masivní, šedohnědý, skalní podloží, nelze dále hloubit		R4 - R3 -

Poznámky:**Fotodokumentace**

Hladina podzemní vody:	1,20 m od TK; nefukční odvodnění
Vodní režim:	velmi nepříznivý
Namrzavost zemní pláně:	nenamrzavá
Laboratorní vzorky:	-

DOKUMENTACE KOPANÉ SONDY ZZ 8

Název zakázky:		Oprava trati v úseku Krásná Studánka - Mníšek u Liberce. Inženýrskogeologický průzkum železničního spodku.				
Lokalizace sondy:		km 171,000 - kolej č. 3				
Rozměry sondy:		v ose koleje	Datum hloubení:	2. 12. 2021		
Hloubka sondy od TK:		0,88 m	Dokumentoval:	R. Kodym		
Hloubka [m] od - do		Makroskopický popis			SŽ S4	ČSN EN ISO 14 688
0,00	0,18	Kolejnice + upevňovadla			-	-
0,18	0,38	Betonový pražec tl. 15 - 20 cm, drážní štěrk v úrovni pražců silně znečištěný hnědým hrubozrnným hlinitým pískem, na povrchu s listím a řídkým travním drnem			G4 GM	sasiGr
0,38	0,68	Drážní štěrk, středně znečištěný hnědým hrubozrnným hlinitým pískem, vlhký až mokvý			G3 G-F	sisaGr
0,68	0,88	Štěrk hlinitý, drobnozrnný, granitový, šedohnědý, promíchaný s drážním štěrkem (zřejmě vlivem podbíjení), zvodnělý (nátok vody od skalního svahu) deluvio-eluviální			G4 GM	sasiGr
od	0,88	Granit mírně zvětralý až navětralý, masivní, skalní podloží, nelze dále hloubit			R4 - R3	-

Poznámky: - SZZ neměřena (skalní podloží a zaplavení sondy vodou)

Fotodokumentace



Hladina podzemní vody:	0,68 m od TK
Vodní režim:	velmi nepříznivý
Namrzavost zemní pláň:	nenamrzavá
Laboratorní vzorky:	-

DOKUMENTACE KOPANÉ SONDY KS 5

Název zakázky:	Oprava trati v úseku Krásná Studánka - Mníšek u Liberce. Inženýrské geologický průzkum železničního spodku.			
Lokalizace sondy:	km 171,003 - vpravo koleje za drátovodem, u paty skalního svahu			
Rozměry sondy:		Datum hloubení:	1. 12. 2021	
Hloubka sondy od TK:	1,15 m	Dokumentoval:	R. Kodym	
Hloubka [m] od - do	Makroskopický popis		SŽ S4	ČSN EN ISO 14 688
0,00	0,60	0,60 m od TK začíná povrch terénu		-
0,60	1,15	Písek hlinitý , hrubozrnný, prorostlý kořínky, černohnědý, mokrý, od 0,80 m zvodnělý, na bázi s občasnými kameny granitu vel. do 10 cm, na povrchu drn		S4 O +Cb
od	1,15	Granit navětralý, masivní, šedohnědý, skalní podloží, nelze dále hloubit		R3

Poznámky:**Fotodokumentace**

Hladina podzemní vody:	0,80 m od TK
Vodní režim:	velmi nepříznivý
Namrzavost zemní pláně:	nenamrzavá
Laboratorní vzorky:	-

DOKUMENTACE KOPANÉ SONDY ZZ 9

Název zakázky:		Oprava trati v úseku Krásná Studánka - Mníšek u Liberce. Inženýrskogeologický průzkum železničního spodku.			
Lokalizace sondy:		km 171,083 - kolej č. 1			
Rozměry sondy:		v ose koleje	Datum hloubení:	2. 12. 2021	
Hloubka sondy od TK:		0,68 m	Dokumentoval:	R. Kodým	
Hloubka [m] od - do		Makroskopický popis		SŽ S4	ČSN EN ISO 14 688
0,00	0,18	Kolejnice + upevňovadla		-	-
0,18	0,38	Betonový pražec tl. 15 - 20 cm, drážní štěrk v úrovni pražců silně znečištěný hnědým hrubozrnným hlinitým pískem s kořínky, na povrchu porostlý mechem a hustým travním drnem, sahajícím až nad povrch pražců		G4 GM O	orsasiGr
0,38	0,68	Drážní štěrk, středně až silně znečištěný hnědým hrubozrnným hlinitým pískem, vlhký až mokrá, průsaky pod LPP		G3 G-F - - G4 GM	saGr - - sisaGr
od	0,68	Granit mírně zvětralý až navětralý, masivní, skalní podloží, nelze dále hloubit		R4 - R3	-

Poznámky: - SZZ neměřena (skalní podloží)

Fotodokumentace



Hladina podzemní vody:	průsaky bez ustálení hladiny
Vodní režim:	nepříznivý
Namrzavost zemní pláň:	nenamrzavá
Laboratorní vzorky:	-

DOKUMENTACE KOPANÉ SONDY KS 6

Název zakázky:		Oprava trati v úseku Krásná Studánka - Mníšek u Liberce. Inženýrskogeologický průzkum železničního spodku.				
Lokalizace sondy:		km 171,083 - kolej č. 3				
Rozměry sondy:		v ose koleje		Datum hloubení:	2. 12. 2021	
Hloubka sondy od TK:		1,05 m		Dokumentoval:	R. Kodym	
Hloubka [m] od - do		Makroskopický popis			SŽ S4	ČSN EN ISO 14 688
0,00	0,18	Kolejnice + upevňovadla			-	-
0,18	0,38	Betonový pražec tl. 15 - 20 cm, drážní štěrk v úrovni pražců silně znečištěný tmavě hnědým hrubozrnným hlinitým pískem s kořínky, na povrchu porostlý mechem a hustým travním drnem, sahajícím až nad povrch pražců			G4 GM O	orsasiGr
0,38	0,70	Drážní štěrk, silně znečištěný hnědým hrubozrnným hlinitým pískem			G4 GM	sisGr
0,70	1,05	Písek hrubozrnný, nestejnozrnný, granitový, s úlomky mateční horniny a s příměsí ŠL, ulehlý, šedožlutohnědý, v 0,80 m silné průsaky			S3 S-F - - G3 G-F	grSa - - saGr
od	1,05	Granit mírně zvětralý až navětralý, masivní, šedohnědý, skalní podloží, nelze dále hloubit			R4 - R3	-

Poznámky:

Fotodokumentace

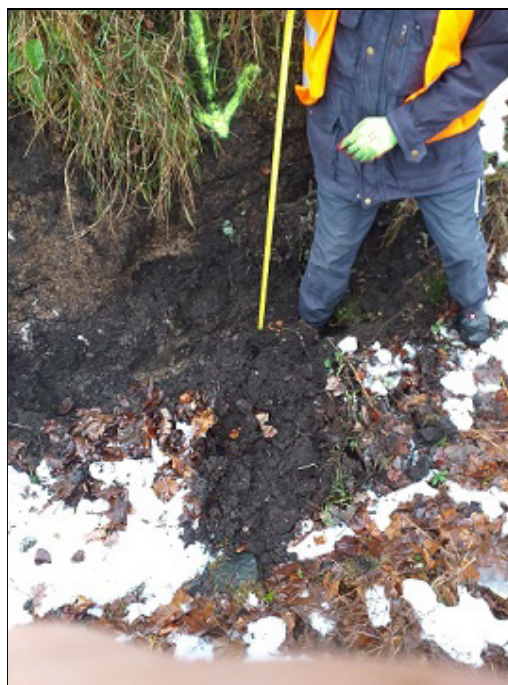
Hladina podzemní vody:	0,85 m od TK
Vodní režim:	velmi nepříznivý
Namrzavost zemní pláň:	nenamrzavá
Laboratorní vzorky:	-

DOKUMENTACE KOPANÉ SONDY KS 7

Název zakázky:	Oprava trati v úseku Krásná Studánka - Mníšek u Liberce. Inženýrské geologický průzkum železničního spodku.			
Lokalizace sondy:	km 171,083 - vpravo koleje za drátovodem, u paty skalního svahu			
Rozměry sondy:		Datum hloubení:	1. 12. 2021	
Hloubka sondy od TK:	0,90 m	Dokumentoval:	R. Kodym	
Hloubka [m] od - do	Makroskopický popis		SŽ S4	ČSN EN ISO 14 688
0,00 0,70	0,70 m od TK začíná povrch terénu		-	-
0,70 0,90	Písek hlinitý , hrubozrnný, prorostlý kořínky, tmavě černohnědý, vlhký, na povrchu drn a listí		S4 O	orsiSa
od 0,90	Granit mírně zvětralý, masivní, světle šedohnědý, skalní podloží, nelze dále hloubit		R4	-

Poznámky:

Fotodokumentace



Hladina podzemní vody:	nezjištěna
Vodní režim:	příznivý
Namrzavost zemní pláň:	mírně namrzavá
Laboratorní vzorky:	-

DOKUMENTACE KOPANÉ SONDY KS 8

Název zakázky:		Oprava trati v úseku Krásná Studánka - Mníšek u Liberce. Inženýrsko-geologický průzkum železničního spodku.				
Lokalizace sondy:		km 171,141 - kolej č. 3				
Rozměry sondy:		v čele pražců		Datum hloubení:	2. 12. 2021	
Hloubka sondy od TK:		1,05 m		Dokumentoval:	R. Kodym	
Hloubka [m] od - do		Makroskopický popis			SŽ S4	ČSN EN ISO 14 688
0,00	0,18	Kolejnice + upevňovadla			-	-
0,18	0,38	Betonový pražec tl. 20 cm (v čele), drážní štěrk v úrovni pražců silně znečištěný tmavě hnědým hrubozrnným hlinitým pískem, na povrchu porostlý mechem a suchou trávou			G4 GM O	orsasiGr
0,38	0,70	Drážní štěrk, silně znečištěný černohnědým hrubozrnným hlinitým pískem, málo soudržný, s tendencí k zavalování výkopu			G4 GM	sisGr
0,70	1,05	Písek hrubozrnný, nestejnozrnný, granitový, s úlomky mateční horniny, s příměsí škváry, popela a ŠL, nesoudržný, středně ulehlý, šedožlutohnědý,			S3 S-F - - G3 G-F	grSa - - saGr
od	1,05	Granit mírně zvětralý, masívní, šedohnědý, skalní podloží, nelze dále hloubit			R4	-

Poznámky:

Fotodokumentace

Hladina podzemní vody:	nezjištěna
Vodní režim:	příznivý
Namrzavost zemní pláně:	mírně namrzavá
Laboratorní vzorky:	-

DOKUMENTACE KOPANÉ SONDY KS 9

Název zakázky:		Oprava trati v úseku Krásná Studánka - Mníšek u Liberce. Inženýrskéogeologický průzkum železničního spodku.				
Lokalizace sondy:		km 171,141 - kolej č. 1				
Rozměry sondy:		v ose koleje		Datum hloubení:	2. 12. 2021	
Hloubka sondy od TK:		1,10 m		Dokumentoval:	R. Kodym	
Hloubka [m] od - do		Makroskopický popis			SŽ S4	ČSN EN ISO 14 688
0,00	0,18	Kolejnice + upevňovadla			-	-
0,18	0,38	Betonový pražec tl. 15 - 20 cm, drážní štěrk v úrovni pražců silně znečištěný tmavě hnědým hrubozrnným hlinitým pískem, na povrchu s listím a četnými úlomky dřevní hmoty			G4 GM O	orsisaGr
0,38	0,68	Drážní štěrk, silně znečištěný hnědým hrubozrnným hlinitým pískem, s příměsí škváry a popela			G4 GM	sisaGr
0,68	1,10	Granit zcela zvětralý, charakteru drobnozrnného granitového hlinitého štěrku, s polozaoblenými kameny mateční horniny do 12 cm, slabě soudržný, šedožlutohnědý,			R6 / G4 GM+Cb	sisaGr+Co
od	1,10	Granit mírně zvětralý, masivní, šedohnědý, skalní podloží, nelze dále hloubit			R4	-

Poznámky:

Fotodokumentace



Hladina podzemní vody:	nezjištěna
Vodní režim:	příznivý
Namrzavost zemní pláň:	namrzavá
Laboratorní vzorky:	-

DOKUMENTACE KOPANÉ SONDY KS 10

Název zakázky:	Oprava trati v úseku Krásná Studánka - Mníšek u Liberce. Inženýrskogeologický průzkum železničního spodku.			
Lokalizace sondy:	km 171,200 - vpravo koleje za drátovodem, u paty skalního svahu			
Rozměry sondy:		Datum hloubení:	1. 12. 2021	
Hloubka sondy od TK:	1,20 m	Dokumentoval:	R. Kodym	
Hloubka [m] od - do	Makroskopický popis		SŽ S4	ČSN EN ISO 14 688
0,00	0,90	0,90 m od TK začíná povrch terénu		-
0,90	1,20	Písek hlinitý , hrubozrnný, s kořínky, tmavě šedohnědý, při bázi až žlutohnědý, na povrchu suchý drn a listí		S4 O orsiSa
od	1,20	Granit mírně zvětralý, masivní, šedohnědý, skalní podloží, nelze dále hloubit		R4 -

Poznámky:

Fotodokumentace



Hladina podzemní vody:	nezjištěna
Vodní režim:	příznivý
Namrzavost zemní pláně:	mírně namrzavá
Laboratorní vzorky:	-

DOKUMENTACE KOPANÉ SONDY ZZ 10

Název zakázky:		Oprava trati v úseku Krásná Studánka - Mníšek u Liberce. Inženýrskogeologický průzkum železničního spodku.				
Lokalizace sondy:		km 171,208 - kolej č. 3				
Rozměry sondy:		v ose koleje	Datum hloubení:	2. 12. 2021		
Hloubka sondy od TK:		0,94 m	Dokumentoval:	R. Kodým		
Hloubka [m] od - do		Makroskopický popis			SŽ S4	ČSN EN ISO 14 688
0,00	0,18	Kolejnice + upevňovadla			-	-
0,18	0,38	Betonový pražec tl. 15 - 20 cm, drážní štěrk v úrovni pražců středně znečištěný hnědým hrubozrnným hlinitým pískem, na povrchu občas porostlý mechem			G3 G-F	sisGr
0,38	0,94	Drážní štěrk, středně, při bázi až silně znečištěný hnědým hrubozrnným hlinitým pískem, vlhký			G3 G-F	sisGr
od	0,94	Granit mírně zvětralý, masivní, světle hnědý, skalní podloží, nelze dále hloubit			R4	-

Poznámky: - SZZ neměřena (skalní podloží)

Fotodokumentace

Hladina podzemní vody:	nezjištěna
Vodní režim:	příznivý
Namrzavost zemní pláň:	mírně namrzavá
Laboratorní vzorky:	-

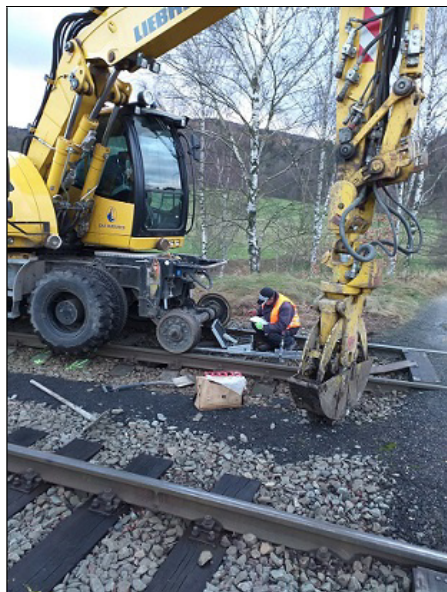
DOKUMENTACE KOPANÉ SONDY ZZ 11

Název zakázky:	Oprava trati v úseku Krásná Studánka - Mníšek u Liberce. Inženýrskogeologický průzkum železničního spodku.			
Lokalizace sondy:	km 171,332 - přejezd P2829			
Rozměry sondy:	v ose koleje	Datum hloubení:	1. 12. 2021	
Hloubka sondy od TK:	1,33 m	Dokumentoval:	R. Kodym	
Hloubka [m] od - do	Makroskopický popis		SŽ S4	ČSN EN ISO 14 688
0,00 0,18	Kolejnice + upevňovací		-	-
0,18 0,38	Betonový pražec tl. 15 - 20 cm, drážní štěrk , v úrovni pražců čistý		G2 GP	Gr
0,38 0,85	Drážní štěrk , čistý, od 0,50 m středně znečištěný tmavě hnědým nestejnozrnným hlinitým pískem		G2 GP - - G3 G-F	Gr - saGr
0,85 1,33	Písčité štěrk , drobnozrnný, granitový, s kameny granitu vel. 10 - 20 cm, kterých s hloubkou i co do velikosti přibývá, světle hnědý		G3 G-F +Cb	saGr+Co

Poznámky: - SZZ č.1 v hl. 1,01 m od TK

- modul přetvárnosti $E_{2,IGP} = 25,9 \text{ MPa}$; redukovaný modul zemní pláně $E_r = 25,9 \text{ MPa}$

Fotodokumentace



Hladina podzemní vody:	nezjištěna
Vodní režim:	příznivý
Namrzavost zemní pláně:	mírně namrzavá
Laboratorní vzorky:	818 3B: 0,80 - 0,90

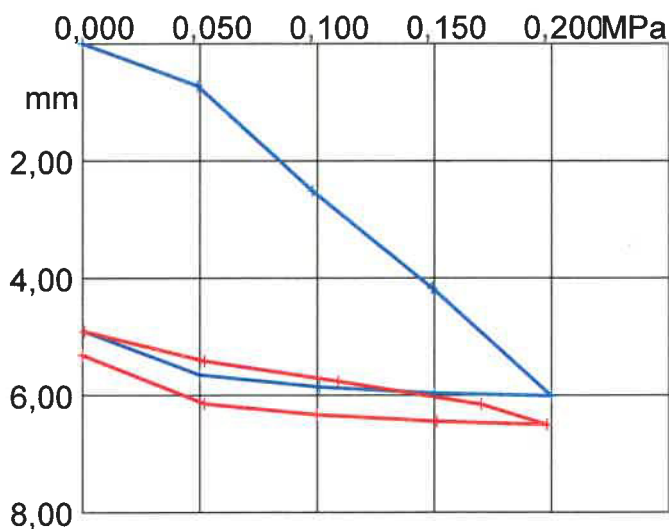
PROTOKOL O STATICKÉ ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠCE

Objednatel: PRODIN, a.s., Pardubice
 Stavba a objekt: Oprava trati v úseku

Začátek měření: 01.12.21 08:40
 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: Krásná Studánka - Mníšek u Liberce
 Staničení: km 168.997 - přejezd P2825
 Vzdál. od osy: v ose koleje
 Zemina: štěrkovitopísčítá zemina
 Podloží: zvětralý granit
 Počasí: srážky, 0°C
 Jméno: Radoslav Kodým
 Pozn.1: deska 0,77 m od TK
 Pozn.2: sonda ZZ1

	1.cyklus		2.cyklus	
	p/MPa	s/mm	p/MPa	s/mm
1	0,000	0,00	0,001	4,91
2	0,049	0,72	0,052	5,41
3	0,098	2,51	0,109	5,76
4	0,149	4,17	0,170	6,15
4	0,200	6,01	0,198	6,50
1	0,150	5,96	0,151	6,44
2	0,101	5,86	0,100	6,33
3	0,050	5,65	0,052	6,14
4	0,001	4,91	0,000	5,31



Modul přetvárnosti: E1= 7,5 MPa
 Modul přetvárnosti: E2= 28,0 MPa
 Poměr: E2/E1= 3,73

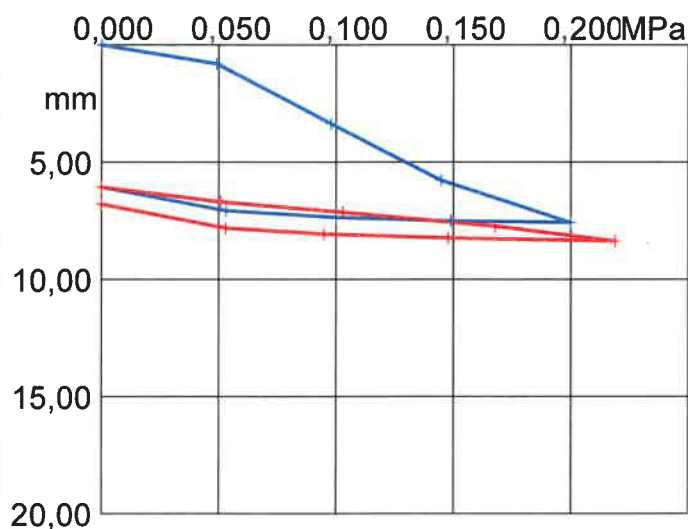
PROTOKOL O STATICKÉ ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠCE

Objednatel: PRODIN, a.s., Pardubice
 Stavba a objekt: Oprava trati v úseku

Začátek měření: 01.12.21 09:20
 Číslo zkoušky: 2
 Typ zařízení: ECM-Static v.č. 100
 Typ zkoušky: ČSN 72 1006/B
 Velikost desky: 300 mm
 Převodový poměr: 1:2

Místo: Krásná Studánka - Mníšek u Liberce
 Staničení: km 169.677 - přejezd P2826
 Vzdál. od osy: v ose koleje
 Zemina: štěrkovitopísčítá zemina
 Podloží: zvětralý granit
 Počasí: srážky, 0°C
 Jméno: Radoslav Kodým
 Pozn.1: deska v 0,75 m od TK
 Pozn.2: sonda ZZ2

	1.cyklus		2.cyklus	
	p/MPa	s/mm	p/MPa	s/mm
1	0,000	0,00	0,000	6,06
	0,049	0,80	0,051	6,69
	0,098	3,37	0,103	7,14
	0,145	5,78	0,168	7,73
2	0,200	7,58	0,219	8,37
	0,149	7,50	0,148	8,23
	0,100	7,35	0,095	8,07
	0,053	7,07	0,053	7,81
3	0,000	6,06	0,000	6,79



Modul přetvárnosti: E1= 5,9 MPa
 Modul přetvárnosti: E2= 21,3 MPa
 Poměr: E2/E1= 3,61

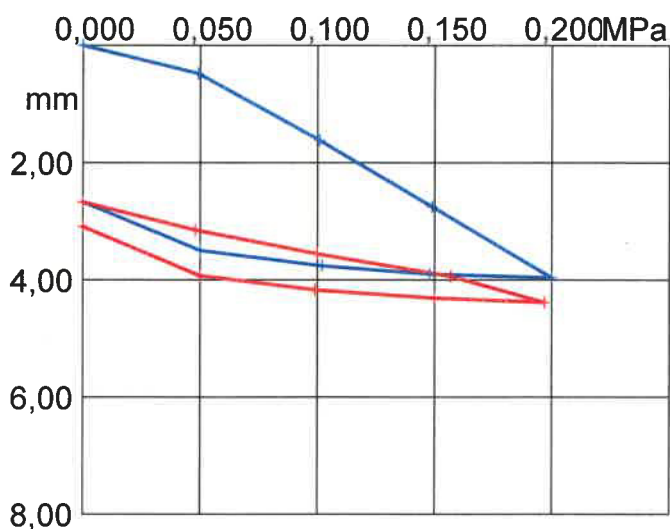
PROTOKOL O STATICKÉ ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠCE

Objednatel: PRODIN, a.s., Pardubice
 Stavba a objekt: Oprava trati v úseku

Začátek měření: 01.12.21 10:06
 Číslo zkoušky: 3
 Typ zařízení: ECM-Static v.č. 100
 Typ zkoušky: ČSN 72 1006/B
 Velikost desky: 300 mm
 Převodový poměr: 1:2

Místo: Krásná Studánka - Mníšek u Liberce
 Staničení: km 169.987 - přejezd P2827
 Vzdál. od osy: v ose koleje
 Zemina: štěrkovitopísčítá zemina
 Podloží: zvětralý granit
 Počasí: srážky, 0°C
 Jméno: Radoslav Kodým
 Pozn.1: deska v 0,73 m od TK
 Pozn.2: sonda ZZ3

	1.cyklus		2.cyklus	
	p/MPa	s/mm	p/MPa	s/mm
1	0,000	0,00	0,000	2,67
	0,049	0,48	0,048	3,15
	0,101	1,62	0,100	3,55
	0,149	2,75	0,157	3,94
4	0,200	3,96	0,197	4,38
1	0,148	3,90	0,150	4,31
	0,102	3,76	0,099	4,17
	0,050	3,50	0,050	3,93
	0,000	2,67	0,000	3,09



Modul přetvárnosti: E1= 11,4 MPa
 Modul přetvárnosti: E2= 25,9 MPa
 Poměr: E2/E1= 2,27

PROTOKOL O STATICKÉ ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠCE

Objednatel: PRODIN, a.s., Pardubice
 Stavba a objekt: Oprava trati v úseku

Začátek měření: 01.12.21 10:57

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:

Krásná Studánka - Mníšek u Liberce

km 170.494 - přejezd P2828

v ose koleje

šterkovitopísčítá zemina

zvětralý granit

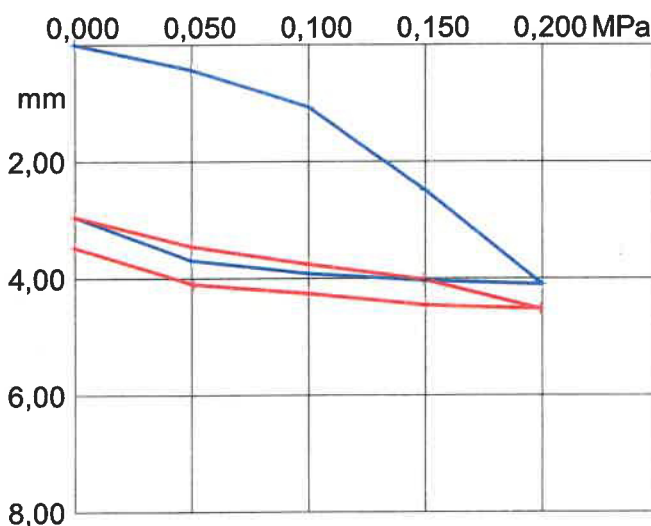
srážky, 0°C

Radoslav Kodým

deska v 0,88 m od TK

sonda ZZ4

	1.cyklus		2.cyklus	
	p/MPa	s/mm	p/MPa	s/mm
1	0,000	0,00	0,000	2,95
	0,050	0,43	0,050	3,45
	0,100	1,06	0,100	3,75
	0,150	2,49	0,149	4,01
4	0,200	4,10	0,199	4,51
1	0,150	4,03	0,150	4,45
	0,100	3,91	0,100	4,25
	0,050	3,69	0,051	4,10
	0,000	2,95	0,000	3,47



Modul přetvárnosti: E1= 11,0 MPa
 Modul přetvárnosti: E2= 28,7 MPa
 Poměr: E2/E1= 2,61

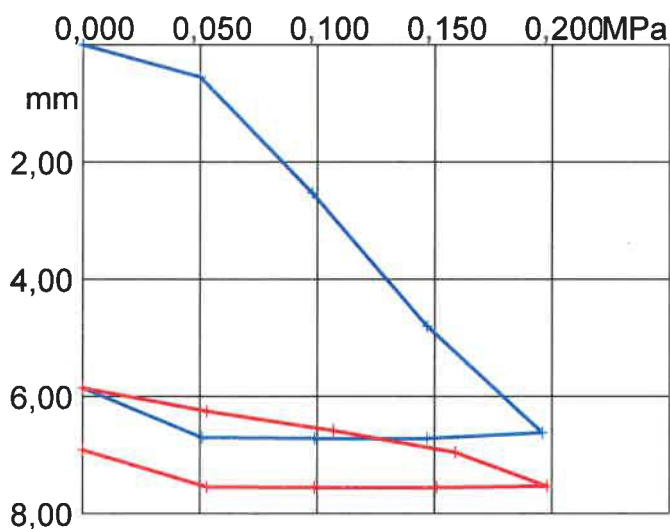
PROTOKOL O STATICKÉ ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠCE

Objednatel: PRODIN, a.s., Pardubice
 Stavba a objekt: Oprava trati v úseku

Začátek měření: 01.12.21 11:40
 Číslo zkoušky: 5
 Typ zařízení: ECM-Static v.č. 100
 Typ zkoušky: ČSN 72 1006/B
 Velikost desky: 300 mm
 Převodový poměr: 1:2

Místo: Krásná Studánka - Mníšek u Liberce
 Staničení: km 170.700 - kolej č. 1
 Vzdál. od osy: v ose koleje
 Zemina: kamenitoštěrkovitá zemina
 Podloží: dtto
 Počasí: srážky, 0°C
 Jméno: Radoslav Kodým
 Pozn.1: deska v 0,73 m od TK
 Pozn.2: sonda ZZ5

	1.cyklus		2.cyklus	
	p/MPa	s/mm	p/MPa	s/mm
1	0,000	0,00	0,000	5,85
	0,050	0,55	0,053	6,25
	0,098	2,53	0,107	6,58
	0,147	4,80	0,159	6,95
4	0,196	6,62	0,198	7,53
1	0,147	6,72	0,151	7,55
2	0,099	6,72	0,099	7,55
3	0,051	6,70	0,053	7,54
4	0,000	5,85	0,000	6,91



Modul přetvárnosti: E1= 6,7 MPa
 Modul přetvárnosti: E2= 26,5 MPa
 Poměr: E2/E1= 3,96

PROTOKOL O STATICKÉ ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠCE

Objednatel: PRODIN, a.s., Pardubice

Stavba a objekt: Oprava trati v úseku

Začátek měření: 02.12.21 09:26

Číslo zkoušky: 2

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:

Krásná Studánka - Mníšek u Liberce

km 170.900 - kolej č. 1

v ose koleje

hlinitoštěrkovitá zemina

dtto

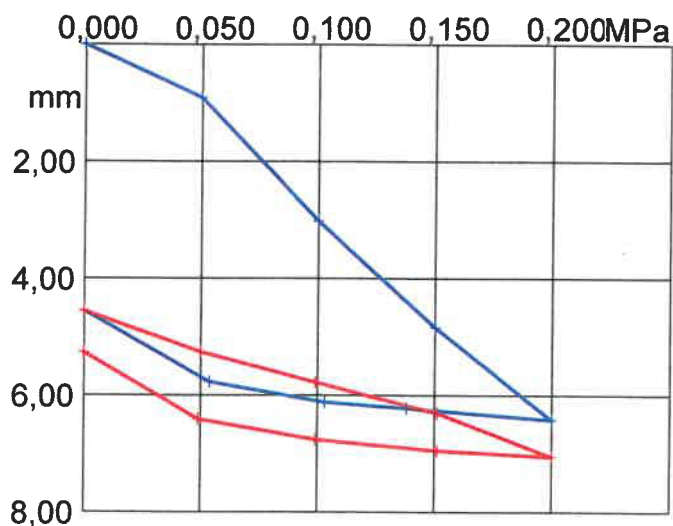
polojasno, 3°C

Radoslav Kodym

deska v 0,88 m od TK

sonda ZZ7

	1.cyklus		2.cyklus	
	p/MPa	s/mm	p/MPa	s/mm
1	0,000	0,00	0,000	4,55
2	0,050	0,91	0,050	5,25
3	0,100	3,02	0,099	5,77
4	0,150	4,84	0,151	6,30
4	0,200	6,42	0,200	7,04
1	0,138	6,22	0,151	6,94
2	0,103	6,12	0,099	6,75
3	0,054	5,77	0,049	6,40
4	0,000	4,55	0,000	5,26



Modul přetvárnosti: E1= 7,0 MPa

Modul přetvárnosti: E2= 18,1 MPa

Poměr: E2/E1= 2,59

PROTOKOL O STATICKÉ ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠCE

Objednatel: PRODIN, a.s., Pardubice
 Stavba a objekt: Oprava trati v úseku

Začátek měření: 02.12.21 08:24

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:

Staničení:

Vzdál. od osy:

Zemina:

Podloží:

Počasí:

Jméno:

Pozn.1:

Pozn.2:

Krásná Studánka - Mníšek u Liberce

km 171.332 - přejezd P2829

v ose koleje

šterkovitopísčítá zemina s kameny

dtto

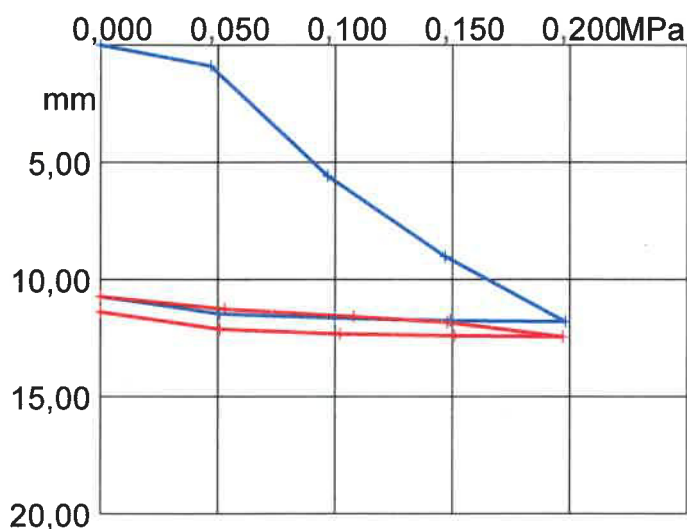
polojasno, 3°C

Radoslav Kodym

deska v 1,01 m od TK

sonda ZZ11

	1.cyklus		2.cyklus	
	p/MPa	s/mm	p/MPa	s/mm
1	0,000	0,00	0,000	10,72
	0,047	0,90	0,053	11,26
	0,097	5,58	0,108	11,58
	0,147	9,02	0,148	11,82
2	0,198	11,79	0,197	12,43
	0,149	11,75	0,151	12,40
	0,100	11,64	0,102	12,31
	0,051	11,47	0,051	12,12
3	0,000	10,72	0,000	11,38



Modul přetvárnosti: E1= 3,8 MPa
 Modul přetvárnosti: E2= 25,9 MPa
 Poměr: E2/E1= 6,82

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

Zelená 238, Pardubice 53003

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



NÁZEV AKCE : Mníšek u Liberce - trať
ZAKÁZKOVÉ ČÍSLO : 10 - 2021
DATUM : 10.12.2021

POČTY ZPRACOVANÝCH VZORKŮ

Porušené: 4
 Poloporušené: 0

Neporušené: 0
 Podzemní vody: 0

Prohlašuji na svou odpovědnost, že požadovaná stanovení na 4 vzorcích zeminy akce „Mníšek u Liberce - trať“, 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
Stanovení konzistenčních mezí	ČSN CEN ISO/TS	17892-12

URČENÍ KOEFICIENTU FILTRACE Z KŘIVKY ZRNITOSTI

(Převzato z knihy Mallet & Pacquant)

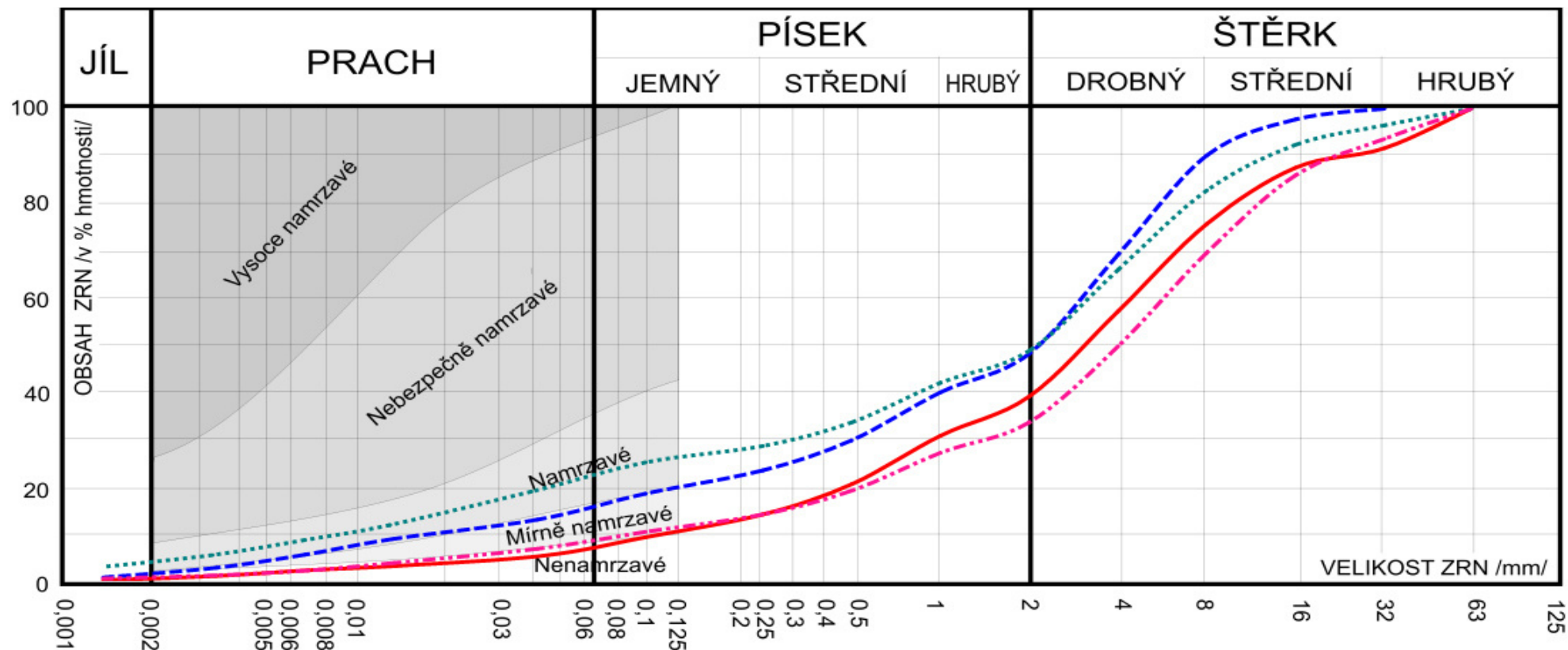
Číslo vzorku	Sonda	Hloubka [m]	Koeficient filtrace [m.s ⁻¹]
814	ZZ 1	0,9 - 1,0	6,0 . 10 ⁻⁴
815	ZZ 2	1,0 - 1,2	2,5 . 10 ⁻⁵
816	ZZ 4	1,0 - 1,2	1,7 . 10 ⁻⁶
818	ZZ 11	0,8 - 0,9	1,8 . 10 ⁻⁵

Název úkolu: Mníšek - trať
Číslo úkolu: 10 - 2021

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
—	814	ZZ 1	0,9 - 1,0	10,16					G3 - G-F	štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy
—	815	ZZ 2	1,0 - 1,2	11,03					G4 - GM	štěrk hlinitý
—	816	ZZ 4	1,0 - 1,2	13,43	30,68	18,52	12,16	1,42	G5 - GC	štěrk jílovitý
—	818	ZZ 11	0,8 - 0,9	7,89					G3 - G-F	štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

Příloha

ZRNITOST A PLASTICITA ZEMIN

Návrh a posouzení ZKPP pro přejezd P2825

Posouzení únosnosti (výměna zemní pláň)	
Typ trati	$V_{\max} = 100 \text{ km.h}^{-1}$; provozní zatížení $< 2 \text{ mil. hrt/rok}$
Navržená podkladní vrstva	ŠD 0/63 recyklovaná
Tloušťka vrstvy po zhutnění	$h_1 = 0,25 \text{ m}$
Modul deformace ŠD 0/63 recykl.	$E_{\text{mat}} = 70 \text{ MPa}$
Požadovaný modul přetvárnosti zemní pláň	$E_{\text{min,ZP}} = 20 \text{ MPa}$
Charakteristický modul deformace subpláň	$E_{\text{ch}} = 28,0 \text{ MPa}$
Průměr zatěžovací desky	$D = 0,30 \text{ m}$
Součinitel únosnosti „ k_1 “	$k_1 = E_{\text{ch}} / E_{\text{mat}} = 28 / 70 = 0,40$
Součinitel tloušťky podkladní vrstvy „ k_2 “	$k_2 = h_1 / D = 0,25 / 0,30 = 0,8333$
Ekvivalentní modul přetvárnosti na zemní pláni $E_{\text{e,ZP}}$	$E_{\text{e,ZP}} = E_{\text{ch}} / (1 - 2/\pi \times (1 - k_1^{1,4}) \times \arctg(k_2 \times k_1^{-0,4})) \text{ rad}$
	$E_{\text{e,ZP}} = 28 / (1 - 2/\pi \times (1 - 0,40^{1,4}) \times \arctg(0,8333 \times 0,40^{-0,4})) \text{ rad}$
	$E_{\text{e,ZP}} = 46,90 \text{ MPa}$
Požadavek $E_{\text{e,ZP}} \geq E_{\text{min,ZP}}$	po dosazení: 46,90 MPa \geq 20,00 MPa vyhovuje
Posouzení celé konstrukce na únosnost	
Navržená konstrukční vrstva	šterkodrt' ŠD 0/63 kv
Tloušťka vrstvy po zhutnění	$h_2 = 0,25 \text{ m}$
Modul deformace ŠD 0/63 kv	$E_{\text{mat}} = 100 \text{ MPa}$
Požadovaný modul přetvárnosti pláň železničního spodku	$E_{\text{min,PL}} = 70 \text{ MPa}$
Modul přetvárnosti zemní pláň ze ŠD 0/63 recykl.	$E_{\text{e,ZP}} = 46,0 \text{ MPa}$
Průměr zatěžovací desky	$D = 0,30 \text{ m}$
Součinitel únosnosti „ k_1 “	$k_1 = E_{\text{e,ZP}} / E_{\text{mat}} = 46 / 100 = 0,46$
Součinitel tloušťky konstrukční vrstvy „ k_2 “	$k_2 = h_2 / D = 0,25 / 0,30 = 0,8333$
Ekvivalentní modul přetvárnosti na pláni železničního spodku $E_{\text{e,PL}}$	$E_{\text{e,PL}} = E_{\text{e,ZP}} / (1 - 2/\pi \times (1 - k_1^{1,4}) \times \arctg(k_2 \times k_1^{-0,4})) \text{ rad}$
	$E_{\text{e,PL}} = 46 / (1 - 2/\pi \times (1 - 0,46^{1,4}) \times \arctg(0,8333 \times 0,46^{-0,4})) \text{ rad}$
	$E_{\text{e,PL}} = 71,70 \text{ MPa}$
Požadavek $E_{\text{e,PL}} \geq E_{\text{min,PL}}$	po dosazení: 71,70 MPa \geq 70,00 MPa vyhovuje
Posouzení ochrany konstrukce PP před účinky mrazu	
Druh zemní pláň-výměna za ŠD 0/63recykl	$h_1 = 0,25 \text{ m}$
Navržená konstrukční vrstva ze ŠD 0/63 kv	$h_2 = 0,25 \text{ m}$
Hloubka promrzání (kap. 2.4 ZZ GTP)	$h_{\text{pr}} = 0,93 \text{ m}$
Dovolená tloušťka promrznutí zeminy zemní pláň dle tab. 3 příl. 7 SŽ S4	$h_{\text{zdov}} = 0,20 \text{ m}$
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: $0,93 \text{ m} \leq 0,55 \text{ m} + 0,25 \text{ m} + 0,25 \text{ m} + 0,20 \text{ m}$ $0,93 \text{ m} \leq 1,25 \text{ m}$ vyhovuje

Výsledná navržená konstrukce pražcového podloží	
Kolejové lože pod betonovým pražcem	tl. 0,35 m
Konstrukční vrstva ze šterkodrti	tl. 0,25 m ŠD 0/63 kv
Zemní pláň z recyklované ŠD	tl. 0,25 m ŠD 0/63 recykl.
Subpláň (hloubka od LPP)	eluvium granitu tř. R6 / G3 G-F (0,85 m)

Návrh a posouzení ZKPP pro přejezd P2826

Posouzení únosnosti (výměna zemní pláň)	
Typ trati	$V_{\max} = 100 \text{ km.h}^{-1}$; provozní zatížení $< 2 \text{ mil. hrt/rok}$
Navržená podkladní vrstva	ŠD 0/63 recyklovaná
Tloušťka vrstvy po zhutnění	$h_1 = 0,30 \text{ m}$
Modul deformace ŠD 0/63 recykl.	$E_{\text{mat}} = 70 \text{ MPa}$
Požadovaný modul přetvárnosti zemní pláň	$E_{\text{min,ZP}} = 20 \text{ MPa}$
Charakteristický modul deformace subpláň	$E_{\text{ch}} = 21,0 \text{ MPa}$
Průměr zatěžovací desky	$D = 0,30 \text{ m}$
Součinitel únosnosti „ k_1 “	$k_1 = E_{\text{ch}} / E_{\text{mat}} = 21 / 70 = 0,30$
Součinitel tloušťky podkladní vrstvy „ k_2 “	$k_2 = h_1 / D = 0,30 / 0,30 = 1,00$
Ekvivalentní modul přetvárnosti na zemní pláni $E_{\text{e,ZP}}$	$E_{\text{e,ZP}} = E_{\text{ch}} / (1 - 2/\pi \times (1 - k_1^{1,4}) \times \arctg(k_2 \times k_1^{-0,4})) \text{ rad}$
	$E_{\text{e,ZP}} = 21 / (1 - 2/\pi \times (1 - 0,30^{1,4}) \times \arctg(1,00 \times 0,30^{-0,4})) \text{ rad}$
	$E_{\text{e,ZP}} = 44,50 \text{ MPa}$
Požadavek $E_{\text{e,ZP}} \geq E_{\text{min,ZP}}$	po dosazení: 44,50 MPa \geq 20,00 MPa vyhovuje
Posouzení celé konstrukce na únosnost	
Navržená konstrukční vrstva	šterkodrt' ŠD 0/63 kv
Tloušťka vrstvy po zhutnění	$h_2 = 0,25 \text{ m}$
Modul deformace ŠD 0/63 kv	$E_{\text{mat}} = 100 \text{ MPa}$
Požadovaný modul přetvárnosti pláň železničního spodku	$E_{\text{min,PL}} = 70 \text{ MPa}$
Modul přetvárnosti zemní pláň ze ŠD 0/63 recykl.	$E_{\text{e,ZP}} = 44,0 \text{ MPa}$
Průměr zatěžovací desky	$D = 0,30 \text{ m}$
Součinitel únosnosti „ k_1 “	$k_1 = E_{\text{e,ZP}} / E_{\text{mat}} = 44 / 100 = 0,44$
Součinitel tloušťky konstrukční vrstvy „ k_2 “	$k_2 = h_2 / D = 0,25 / 0,30 = 0,8333$
Ekvivalentní modul přetvárnosti na pláni železničního spodku $E_{\text{e,PL}}$	$E_{\text{e,PL}} = E_{\text{e,ZP}} / (1 - 2/\pi \times (1 - k_1^{1,4}) \times \arctg(k_2 \times k_1^{-0,4})) \text{ rad}$
	$E_{\text{e,PL}} = 44 / (1 - 2/\pi \times (1 - 0,44^{1,4}) \times \arctg(0,8333 \times 0,44^{-0,4})) \text{ rad}$
	$E_{\text{e,PL}} = 70,20 \text{ MPa}$
Požadavek $E_{\text{e,PL}} \geq E_{\text{min,PL}}$	po dosazení: 70,20 MPa \geq 70,00 MPa vyhovuje
Posouzení ochrany konstrukce PP před účinky mrazu	
Druh zemní pláň-výměna za ŠD 0/63recykl	$h_1 = 0,30 \text{ m}$
Navržená konstrukční vrstva ze ŠD 0/63 kv	$h_2 = 0,25 \text{ m}$
Hloubka promrzání (kap. 2.4 ZZ GTP)	$h_{\text{pr}} = 0,93 \text{ m}$
Dovolená tloušťka promrznutí zeminy zemní pláň dle tab. 3 příl. 7 SŽ S4	$h_{\text{zdov}} = 0,00 \text{ m}$
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: $0,93 \text{ m} \leq 0,55 \text{ m} + 0,25 \text{ m} + 0,30 \text{ m} + 0,00 \text{ m}$ $0,93 \text{ m} \leq 1,10 \text{ m}$ vyhovuje

Výsledná navržená konstrukce pražcového podloží	
Kolejové lože pod betonovým pražcem	tl. 0,35 m
Konstrukční vrstva ze šterkodrti	tl. 0,25 m ŠD 0/63 kv
Zemní pláň z recyklované ŠD	tl. 0,30 m ŠD 0/63 recykl.
Subpláň (hloubka od LPP)	eluvium granitu tř. R6 / G4 GM (0,90 m)

Návrh a posouzení ZKPP pro přejezd P2827

Posouzení únosnosti (výměna zemní pláň)	
Typ trati	$V_{\max} = 100 \text{ km.h}^{-1}$; provozní zatížení $< 2 \text{ mil. hrt/rok}$
Navržená podkladní vrstva	ŠD 0/63 recyklovaná
Tloušťka vrstvy po zhutnění	$h_1 = 0,25 \text{ m}$
Modul deformace ŠD 0/63 recykl.	$E_{\text{mat}} = 70 \text{ MPa}$
Požadovaný modul přetvárnosti zemní pláň	$E_{\text{min,ZP}} = 20 \text{ MPa}$
Charakteristický modul deformace subpláň	$E_{\text{ch}} = 25,0 \text{ MPa}$
Průměr zatěžovací desky	$D = 0,30 \text{ m}$
Součinitel únosnosti „ k_1 “	$k_1 = E_{\text{ch}} / E_{\text{mat}} = 25 / 70 = 0,3571$
Součinitel tloušťky podkladní vrstvy „ k_2 “	$k_2 = h_1 / D = 0,25 / 0,30 = 0,8333$
Ekvivalentní modul přetvárnosti na zemní pláni $E_{\text{e,ZP}}$	$E_{\text{e,ZP}} = E_{\text{ch}} / (1 - 2/\pi \times (1 - k_1^{1,4}) \times \arctg(k_2 \times k_1^{-0,4})) \text{ rad}$
	$E_{\text{e,ZP}} = 25 / (1 - 2/\pi \times (1 - 0,3571^{1,4}) \times \arctg(0,8333 \times 0,3571^{-0,4})) \text{ rad}$
	$E_{\text{e,ZP}} = 44,40 \text{ MPa}$
Požadavek $E_{\text{e,ZP}} \geq E_{\text{min,ZP}}$	po dosazení: 44,40 MPa \geq 20,00 MPa vyhovuje
Posouzení celé konstrukce na únosnost	
Navržená konstrukční vrstva	šterkodrt ŠD 0/63 kv
Tloušťka vrstvy po zhutnění	$h_2 = 0,25 \text{ m}$
Modul deformace ŠD 0/63 kv	$E_{\text{mat}} = 100 \text{ MPa}$
Požadovaný modul přetvárnosti pláň železničního spodku	$E_{\text{min,PL}} = 70 \text{ MPa}$
Modul přetvárnosti zemní pláň ze ŠD 0/63 recykl.	$E_{\text{e,ZP}} = 44,0 \text{ MPa}$
Průměr zatěžovací desky	$D = 0,30 \text{ m}$
Součinitel únosnosti „ k_1 “	$k_1 = E_{\text{e,ZP}} / E_{\text{mat}} = 44 / 100 = 0,44$
Součinitel tloušťky konstrukční vrstvy „ k_2 “	$k_2 = h_2 / D = 0,25 / 0,30 = 0,8333$
Ekvivalentní modul přetvárnosti na pláni železničního spodku $E_{\text{e,PL}}$	$E_{\text{e,PL}} = E_{\text{e,ZP}} / (1 - 2/\pi \times (1 - k_1^{1,4}) \times \arctg(k_2 \times k_1^{-0,4})) \text{ rad}$
	$E_{\text{e,PL}} = 44 / (1 - 2/\pi \times (1 - 0,44^{1,4}) \times \arctg(0,8333 \times 0,44^{-0,4})) \text{ rad}$
	$E_{\text{e,PL}} = 70,20 \text{ MPa}$
Požadavek $E_{\text{e,PL}} \geq E_{\text{min,PL}}$	po dosazení: 70,20 MPa \geq 70,00 MPa vyhovuje
Posouzení ochrany konstrukce PP před účinky mrazu	
Druh zemní pláň-výměna za ŠD 0/63recykl	$h_1 = 0,25 \text{ m}$
Navržená konstrukční vrstva ze ŠD 0/63 kv	$h_2 = 0,25 \text{ m}$
Hloubka promrzání (kap. 2.4 ZZ GTP)	$h_{\text{pr}} = 0,93 \text{ m}$
Dovolená tloušťka promrznutí zeminy zemní pláň dle tab. 3 příl. 7 SŽ S4	$h_{\text{zdov}} = 0,20 \text{ m}$
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: $0,93 \text{ m} \leq 0,55 \text{ m} + 0,25 \text{ m} + 0,25 \text{ m} + 0,20 \text{ m}$ $0,93 \text{ m} \leq 1,25 \text{ m}$ vyhovuje

Výsledná navržená konstrukce pražcového podloží	
Kolejové lože pod betonovým pražcem	tl. 0,35 m
Konstrukční vrstva ze štěrkodrti	tl. 0,25 m ŠD 0/63 kv
Zemní pláš z recyklované ŠD	tl. 0,25 m ŠD 0/63 recykl.
Subpláš (hloubka od LPP)	eluvium granitu tř. R6 / G4 GM (0,85 m)

Návrh a posouzení ZKPP pro přejezd P2828

Posouzení únosnosti (výměna zemní pláň)	
Typ trati	$V_{\max} = 100 \text{ km.h}^{-1}$; provozní zatížení $< 2 \text{ mil. hrt/rok}$
Navržená podkladní vrstva	ŠD 0/63 recyklovaná
Tloušťka vrstvy po zhutnění	$h_1 = 0,25 \text{ m}$
Modul deformace ŠD 0/63 recykl.	$E_{\text{mat}} = 70 \text{ MPa}$
Požadovaný modul přetvárnosti zemní pláň	$E_{\text{min,ZP}} = 20 \text{ MPa}$
Charakteristický modul deformace subpláň	$E_{\text{ch}} = 28,0 \text{ MPa}$
Průměr zatěžovací desky	$D = 0,30 \text{ m}$
Součinitel únosnosti „ k_1 “	$k_1 = E_{\text{ch}} / E_{\text{mat}} = 28 / 70 = 0,40$
Součinitel tloušťky podkladní vrstvy „ k_2 “	$k_2 = h_1 / D = 0,25 / 0,30 = 0,8333$
Ekvivalentní modul přetvárnosti na zemní pláni $E_{\text{e,ZP}}$	$E_{\text{e,ZP}} = E_{\text{ch}} / (1 - 2/\pi \times (1 - k_1^{1,4}) \times \arctg(k_2 \times k_1^{-0,4})) \text{ rad}$
	$E_{\text{e,ZP}} = 28 / (1 - 2/\pi \times (1 - 0,40^{1,4}) \times \arctg(0,8333 \times 0,40^{-0,4})) \text{ rad}$
	$E_{\text{e,ZP}} = 46,90 \text{ MPa}$
Požadavek $E_{\text{e,ZP}} \geq E_{\text{min,ZP}}$	po dosazení: 46,90 MPa \geq 20,00 MPa vyhovuje
Posouzení celé konstrukce na únosnost	
Navržená konstrukční vrstva	šterkodrt' ŠD 0/63 kv
Tloušťka vrstvy po zhutnění	$h_2 = 0,25 \text{ m}$
Modul deformace ŠD 0/63 kv	$E_{\text{mat}} = 100 \text{ MPa}$
Požadovaný modul přetvárnosti pláň železničního spodku	$E_{\text{min,PL}} = 70 \text{ MPa}$
Modul přetvárnosti zemní pláň ze ŠD 0/63 recykl.	$E_{\text{e,ZP}} = 46,0 \text{ MPa}$
Průměr zatěžovací desky	$D = 0,30 \text{ m}$
Součinitel únosnosti „ k_1 “	$k_1 = E_{\text{e,ZP}} / E_{\text{mat}} = 46 / 100 = 0,46$
Součinitel tloušťky konstrukční vrstvy „ k_2 “	$k_2 = h_2 / D = 0,25 / 0,30 = 0,8333$
Ekvivalentní modul přetvárnosti na pláni železničního spodku $E_{\text{e,PL}}$	$E_{\text{e,PL}} = E_{\text{e,ZP}} / (1 - 2/\pi \times (1 - k_1^{1,4}) \times \arctg(k_2 \times k_1^{-0,4})) \text{ rad}$
	$E_{\text{e,PL}} = 46 / (1 - 2/\pi \times (1 - 0,46^{1,4}) \times \arctg(0,8333 \times 0,46^{-0,4})) \text{ rad}$
	$E_{\text{e,PL}} = 71,70 \text{ MPa}$
Požadavek $E_{\text{e,PL}} \geq E_{\text{min,PL}}$	po dosazení: 71,70 MPa \geq 70,00 MPa vyhovuje
Posouzení ochrany konstrukce PP před účinky mrazu	
Druh zemní pláň-výměna za ŠD 0/63recykl	$h_1 = 0,25 \text{ m}$
Navržená konstrukční vrstva ze ŠD 0/63 kv	$h_2 = 0,25 \text{ m}$
Hloubka promrzání (kap. 2.4 ZZ GTP)	$h_{\text{pr}} = 0,93 \text{ m}$
Dovolená tloušťka promrznutí zeminy zemní pláň dle tab. 3 příl. 7 SŽ S4	$h_{\text{zdov}} = 0,20 \text{ m}$
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: $0,93 \text{ m} \leq 0,55 \text{ m} + 0,25 \text{ m} + 0,25 \text{ m} + 0,20 \text{ m}$ $0,93 \text{ m} \leq 1,25 \text{ m}$ vyhovuje

Výsledná navržená konstrukce pražcového podloží	
Kolejové lože pod betonovým pražcem	tl. 0,35 m
Konstrukční vrstva ze štěrkodrti	tl. 0,25 m ŠD 0/63 kv
Zemní pláš z recyklované ŠD, GTX S	tl. 0,25 m ŠD 0/63 recykl., geotextilie separační
Subpláš (hloubka od LPP)	štěrk jílovitý, granitový, tř. G5 GC (0,85 m)

Návrh a posouzení PP v žst. Mníšek u Liberce

Posouzení celé konstrukce na únosnost	
Navržená konstrukční vrstva	šterkodrt' ŠD 0/63 kv
Tloušťka vrstvy po zhutnění	$h_1 = 0,25 \text{ m}$
Modul deformace ŠD 0/63 kv	$E_{\text{mat}} = 100 \text{ MPa}$
Požadovaný modul přetvárnosti pláň železničního spodku	$E_{\text{min,PL}} = 40 \text{ MPa}$
Modul přetvárnosti zemní pláň (ověřený)	$E_{\text{e,ZP}} = 18,1 \text{ až } \geq 50,0 \text{ MPa}$
Průměr zatěžovací desky	$D = 0,30 \text{ m}$
Součinitel únosnosti „ k_1 “	$k_1 = E_{\text{e,ZP}} / E_{\text{mat}} = 18 / 100 = 0,18$
Součinitel tloušťky konstrukční vrstvy „ k_2 “	$k_2 = h_1 / D = 0,25 / 0,30 = 0,8333$
Ekvivalentní modul přetvárnosti na pláni železničního spodku $E_{\text{e,PL}}$	$E_{\text{e,PL}} = E_{\text{e,ZP}} / 1 - 2/\pi \times (1 - k_1^{1,4}) \times \arctg(k_2 \times k_1^{-0,4}) \text{ rad}$
	$E_{\text{e,PL}} = 18 / 1 - 2/\pi \times (1 - 0,18^{1,4}) \times \arctg(0,8333 \times 0,18^{-0,4}) \text{ rad}$
	$E_{\text{e,PL}} = 44,40 \text{ MPa}$
Požadavek $E_{\text{e,PL}} \geq E_{\text{min,PL}}$	po dosazení: 44,40 MPa \geq 40,00 MPa vyhovuje
Posouzení ochrany konstrukce PP před účinky mrazu	
Druh rostlé zemní pláň	šterk hlinitý, granitový, tř. G4 GM
Navržená konstrukční vrstva ze ŠD 0/63 kv	$h_1 = 0,25 \text{ m}$
Hloubka promrzání (kap. 2.4 ZZ GTP)	$h_{\text{pr}} = 0,93 \text{ m}$
Dovolená tloušťka promrznutí zeminy zemní pláň dle tab. 3 příl. 7 SŽ S4	$h_{\text{zdov}} = 0,20 \text{ m}$
Tloušťka kolejového lože od úložné plochy (pro betonové pražce)	$h_{\text{kl}} = 0,55 \text{ m}$
Požadavek ochrany konstrukce PP před mrazem $h_{\text{pr}} \leq h_{\text{pr, kpp}}$ $h_{\text{pr}} \leq h_{\text{kl}} + h_1 + h_{\text{zdov}}$	po dosazení: $0,93 \text{ m} \leq 0,55 \text{ m} + 0,25 \text{ m} + 0,20 \text{ m}$ $0,93 \text{ m} \leq 1,00 \text{ m}$ vyhovuje
Výsledná navržená konstrukce pražcového podloží	
Kolejové lože pod betonovým pražcem	tl. 0,35 m
Konstrukční vrstva ze šterkodrti	tl. 0,25 m ŠD 0/63 kv
Zemní pláň, rostlá (hloubka od LPP)	šterk hlinitý, granitový, tř. G4 GM (0,60 m)

Návrh a posouzení ZKPP pro přejezd P2829

Posouzení únosnosti (výměna zemní pláň)	
Typ trati	$V_{\max} = 100 \text{ km.h}^{-1}$; provozní zatížení $< 2 \text{ mil. hrt/rok}$
Navržená podkladní vrstva	ŠD 0/63 recyklovaná
Tloušťka vrstvy po zhutnění	$h_1 = 0,25 \text{ m}$
Modul deformace ŠD 0/63 recykl.	$E_{\text{mat}} = 70 \text{ MPa}$
Požadovaný modul přetvárnosti zemní pláň	$E_{\text{min,ZP}} = 20 \text{ MPa}$
Charakteristický modul deformace subpláň	$E_{\text{ch}} = 25,0 \text{ MPa}$
Průměr zatěžovací desky	$D = 0,30 \text{ m}$
Součinitel únosnosti „ k_1 “	$k_1 = E_{\text{ch}} / E_{\text{mat}} = 25 / 70 = 0,3571$
Součinitel tloušťky podkladní vrstvy „ k_2 “	$k_2 = h_1 / D = 0,25 / 0,30 = 0,8333$
Ekvivalentní modul přetvárnosti na zemní pláni $E_{\text{e,ZP}}$	$E_{\text{e,ZP}} = E_{\text{ch}} / (1 - 2/\pi \times (1 - k_1^{1,4}) \times \arctg(k_2 \times k_1^{-0,4})) \text{ rad}$
	$E_{\text{e,ZP}} = 25 / (1 - 2/\pi \times (1 - 0,3571^{1,4}) \times \arctg(0,8333 \times 0,3571^{-0,4})) \text{ rad}$
	$E_{\text{e,ZP}} = 44,40 \text{ MPa}$
Požadavek $E_{\text{e,ZP}} \geq E_{\text{min,ZP}}$	po dosazení: 44,40 MPa \geq 20,00 MPa vyhovuje
Posouzení celé konstrukce na únosnost	
Navržená konstrukční vrstva	šterkodrt ŠD 0/63 kv
Tloušťka vrstvy po zhutnění	$h_2 = 0,25 \text{ m}$
Modul deformace ŠD 0/63 kv	$E_{\text{mat}} = 100 \text{ MPa}$
Požadovaný modul přetvárnosti pláň železničního spodku	$E_{\text{min,PL}} = 70 \text{ MPa}$
Modul přetvárnosti zemní pláň ze ŠD 0/63 recykl.	$E_{\text{e,ZP}} = 44,0 \text{ MPa}$
Průměr zatěžovací desky	$D = 0,30 \text{ m}$
Součinitel únosnosti „ k_1 “	$k_1 = E_{\text{e,ZP}} / E_{\text{mat}} = 44 / 100 = 0,44$
Součinitel tloušťky konstrukční vrstvy „ k_2 “	$k_2 = h_2 / D = 0,25 / 0,30 = 0,8333$
Ekvivalentní modul přetvárnosti na pláni železničního spodku $E_{\text{e,PL}}$	$E_{\text{e,PL}} = E_{\text{e,ZP}} / (1 - 2/\pi \times (1 - k_1^{1,4}) \times \arctg(k_2 \times k_1^{-0,4})) \text{ rad}$
	$E_{\text{e,PL}} = 44 / (1 - 2/\pi \times (1 - 0,44^{1,4}) \times \arctg(0,8333 \times 0,44^{-0,4})) \text{ rad}$
	$E_{\text{e,PL}} = 70,20 \text{ MPa}$
Požadavek $E_{\text{e,PL}} \geq E_{\text{min,PL}}$	po dosazení: 70,20 MPa \geq 70,00 MPa vyhovuje
Posouzení ochrany konstrukce PP před účinky mrazu	
Druh zemní pláň-výměna za ŠD 0/63recykl	$h_1 = 0,25 \text{ m}$
Navržená konstrukční vrstva ze ŠD 0/63 kv	$h_2 = 0,25 \text{ m}$
Hloubka promrzání (kap. 2.4 ZZ GTP)	$h_{\text{pr}} = 0,93 \text{ m}$
Dovolená tloušťka promrznutí zeminy zemní pláň dle tab. 3 příl. 7 SŽ S4	$h_{\text{zdov}} = 0,20 \text{ m}$
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: $0,93 \text{ m} \leq 0,55 \text{ m} + 0,25 \text{ m} + 0,25 \text{ m} + 0,20 \text{ m}$ $0,93 \text{ m} \leq 1,25 \text{ m}$ vyhovuje

Výsledná navržená konstrukce pražcového podloží	
Kolejové lože pod betonovým pražcem	tl. 0,35 m
Konstrukční vrstva ze štěrkodrti	tl. 0,25 m ŠD 0/63 kv
Zemní pláš z recyklované ŠD	tl. 0,25 m ŠD 0/63 recykl.
Subpláš (hloubka od LPP)	písčitý štěrk s kameny granitu tř. G3 G-F+Cb (0,85 m)