



G-Consult, spol. s r.o.

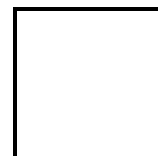
Náhrada přejezdu P6532 v km 204.392 trati Přerov-Olomouc

GTP

Závěrečná zpráva

| | |
|-------------------|-----------------------------|
| Číslo zakázky | 2018 0052 |
| Účel | Geotechnický průzkum |
| Etapa | Předběžná |
| Katastrální území | Hodolany, Holice |
| Kraj | Olomoucký |
| Objednatel | DOPRAVOPROJEKT Ostrava a.s. |

| | |
|------------------|-------------------|
| Zpracoval | Ing. Pavel KROBOT |
| Schválil | Ing. Soňa ŠIMKOVÁ |
| Datum zpracování | Říjen 2018 |



Řešení uvedené v předkládané zprávě je duševním vlastnictvím společnosti G-Consult, spol. s r.o. Jeho veřejná publikace a další použití nad rámec původního smluvního určení je vázáno na souhlas zpracovatele.

Prvotní dokumentace je uložena v archívu společnosti G-Consult, spol. s r.o.

.....
Ing. Michal KOFROŇ
ředitel společnosti

Rozdělovník:

Vyhotovení č. 1 - 6 : DOPRAVOPROJEKT Ostrava a.s.
Vyhotovení č. 7 : Archív G-Consult, spol. s r.o. (elektronická verze)
Vyhotovení č. 8 : ČGS-Geofond



OBSAH

| | strana |
|---|--------|
| 1. ÚVOD | 6 |
| 1.1. Úvodní údaje | 6 |
| 1.2. Cíl průzkumných prací | 6 |
| 1.3. Požadavky objednatele, předané podklady | 6 |
| 1.4. Stavební dispozice | 6 |
| 2. ROZSAH A METODIKA PRŮZKUMNÝCH PRACÍ | 8 |
| 2.1. Přípravné práce | 8 |
| 2.2. Vrtné práce | 8 |
| 2.3. Vzorkovací práce | 9 |
| 2.3.1. Vzorky zemin | 9 |
| 2.3.2. Vzorky podzemní vody | 9 |
| 2.4. Laboratorní rozborů | 10 |
| 2.4.1. Analýzy mechaniky zemin | 10 |
| 2.4.2. Analýzy kontaminace zemin | 11 |
| 2.4.3. Analýzy podzemní vody | 11 |
| 2.5. Polní zkoušky - dynamická penetrace | 12 |
| 2.6. Vsakovací zkoušky ve vrtech | 12 |
| 2.6.1. Obecný legislativní rámec | 13 |
| 2.6.2. Metodika vsakovacích zkoušek | 13 |
| 2.7. Korozní průzkum | 14 |
| 2.8. Měřické práce | 14 |
| 3. STRUČNÝ PŘEHLED PŘÍRODNÍCH POMĚRŮ | 16 |
| 3.1. Dosavadní geologická prozkoumanost | 16 |
| 3.2. Morfologické poměry | 16 |
| 3.3. Hydrologické poměry | 16 |
| 3.4. Geologické poměry | 16 |
| 3.5. Hydrogeologické poměry | 18 |
| 3.6. Geohazardy | 18 |
| 3.6.1. Svahové nestability | 18 |
| 3.6.2. Seismické poměry | 18 |
| 3.7. Ložiskové poměry | 18 |
| 4. PODROBNÁ ČÁST | 19 |
| 4.1. Inženýrskogeologická charakteristika geotechnických typů zemin | 19 |
| 4.2. Charakteristika geotechnických typů | 19 |
| 4.2.1. GT 0a - navážka | 19 |
| 4.2.2. GT 0b - materiál násypu | 20 |
| 4.2.3. GT 1 _{OTV} - půdní horizont (pedologická charakteristika) | 22 |
| 4.2.4. GT 1f - fluvialní jílovitý až jílovitopísčitý prach F4CS / F6CL, tuhý až velmi pevný | 22 |
| 4.2.5. GT 2f _S - fluvialní prachovitý písek S4SM, středně ulehlý | 23 |
| 4.2.6. GT 3f _S - fluvialní písčito-prachovitý štěrť G5GC, středně ulehlý až ulehlý | 23 |
| 4.2.7. GT 1m _P - marinní prachovitý jíl F7MH, pevný | 23 |
| 4.3. Výpočty sedání násypu | 24 |
| 4.3.1. Vyhodnocení výpočtů sedání | 25 |
| 4.4. Geotechnické poměry | 26 |
| 4.5. Vyhodnocení vsakovacích zkoušek | 29 |
| 4.6. Vyhodnocení kontaminace území | 31 |
| 4.6.1. Analýzy zemin | 31 |
| 4.6.2. Analýzy podzemní vody | 31 |
| 5. ZÁVĚR | 33 |
| 6. LITERATURA | 34 |



PŘÍLOHY

1. Přehledná situace, M 1 : 25 000
2. Situace průzkumných prací, M 1 : 1 200
3. Profily vrtů
 - 3.1. Geotechnické profily realizovaných vrtů, M 1 : 100
 - 3.2. Profily archivních vrtů
4. Interpretované záznamy sond dynamické penetrace, M 1 : 100
5. Geotechnické řezy
 - 5.1. Převýšený podélný geotechnický řez č. 5.1 osou komunikace, M 1 : 1 000 / 100
 - 5.2. Nepřevýšený příčný geotechnický řez č. 5.2 v km 0.170
 - 5.3. Nepřevýšený příčný geotechnický řez č. 5.3 v km 0.265
6. Výsledky laboratorních zkoušek mechaniky zemin
 - 6.1. Tabelární přehled výsledků - fyzikální a mechanické vlastnosti zemin
 - 6.2. Koeficient filtrace zemin
 - 6.3. Protokoly o zkoušce fyzikálních vlastností zemin
 - 6.4. Stanovení zrnitosti zemin
 - 6.5. Stanovení stlačitelnosti v edometru
 - 6.6. Krabicová smyková zkouška
7. Protokoly analytiky zemin
8. Protokoly analytiky podzemní vody
9. Výpočty sedání násypů v km 0.170 a km 0.265
10. Vyhodnocení vsakovacích zkoušek ve vrtech J-09 a J-10
11. Fotodokumentace jader vrtů
12. Zpráva korozního průzkumu



SEZNAM TABULEK V TEXTU

strana

| | | |
|------------------|--|----|
| Tabulka č. 1. - | Vymezení zájmové oblasti..... | 7 |
| Tabulka č. 2. - | Přehled provedených vrtných prací..... | 8 |
| Tabulka č. 3. - | Přehled odběru vzorků zemin..... | 9 |
| Tabulka č. 4. - | Přehled odběru vzorků podzemní vody..... | 10 |
| Tabulka č. 5. - | Přehled laboratorních analýz vzorků zemin | 10 |
| Tabulka č. 6. - | Přehled vypočtených fyzikálních parametrů zemin | 10 |
| Tabulka č. 7. - | Přehled laboratorních analýz kontaminace materiálů a zemin..... | 11 |
| Tabulka č. 8. - | Přehled laboratorních analýz podzemní vody | 11 |
| Tabulka č. 9. - | Přehled stanovených charakteristik podzemní vody | 11 |
| Tabulka č. 10. - | Přehled realizovaných polních zkoušek | 12 |
| Tabulka č. 11. - | Základní informace o vsakovací zkoušce..... | 14 |
| Tabulka č. 12. - | Seznam souřadnic vrtů a penetračních sond | 15 |
| Tabulka č. 13. - | Geomorfologické členění..... | 16 |
| Tabulka č. 14. - | Hydrologické pořadí..... | 16 |
| Tabulka č. 15. - | Hydrogeologická rajonizace | 18 |
| Tabulka č. 16. - | Přehled geotechnických typů (GT) | 19 |
| Tabulka č. 17. - | Technologické vlastnosti geotechnických typů (GT)..... | 20 |
| Tabulka č. 18. - | Charakteristické fyzikálně-mechanické parametry geotechnických typů (GT) | 21 |
| Tabulka č. 19. - | Mocnost humózního horizontu | 22 |
| Tabulka č. 20. - | Vstupní parametry geotechnických typů zemin v podloží násypů | 24 |
| Tabulka č. 21. - | Parametry sypaniny..... | 25 |
| Tabulka č. 22. - | Výsledky výpočtů sedání podloží násypů | 25 |
| Tabulka č. 23. - | Geotechnické posouzení násypu N1 v km 0.000 - 0.178..... | 26 |
| Tabulka č. 24. - | Geotechnické posouzení násypu N2 v km 0.252 - 0.468..... | 27 |
| Tabulka č. 25. - | Geotechnické posouzení mostu SO 201 v km 0.220 | 28 |
| Tabulka č. 26. - | Shrnutí výsledků vsakovací zkoušky ve vrtu J-09 | 29 |
| Tabulka č. 27. - | Shrnutí výsledků vsakovací zkoušky ve vrtu J-10 | 30 |
| Tabulka č. 28. - | Výsledky analytických rozborů zemin..... | 31 |
| Tabulka č. 29. - | Výsledky analytických rozborů podzemní vody..... | 32 |



1. ÚVOD

1.1. Úvodní údaje

V předkládané závěrečné zprávě jsou uvedeny výsledky geotechnického průzkumu „Náhrada přejezdu P6532 v km 204.392 na trati Přerov - Olomouc“. Průzkum byl realizován na základě objednávky společnosti DOPRAVOPROJEKT Ostrava a.s. č. 170228-7 ze dne 09.04.2018.

1.2. Cíl průzkumných prací

Cílem průzkumných prací bylo poskytnout předběžné údaje o geologické stavbě v trase projektovaného nadjezdu a mostního objektu SO 201 a geotechnických vlastnostech zemin.

1.3. Požadavky objednatele, předané podklady

Rozsah průzkumných prací byl dán nabídkovým projektem, který byl zpracován na základě požadavků objednatele a je nedílnou součástí objednávky. Zadavatel schválením objednávky specifikoval své požadavky na zpracování geotechnického průzkumu následovně:

- ♦ provedení 8 ks jádrových nepažených vrtů do hloubky 4 - 14 m,
- ♦ provedení 2 ks jádrových pažených vrtů do hloubky 3 m pro realizaci vsakovací zkoušky,
- ♦ provedení kopané sondy v místě přejezdu,
- ♦ provedení polohopisného a výškopisného zaměření realizovaných vrtů,
- ♦ odběr 6 ks porušených vzorků zemin, 6 ks poloporušených a 7 ks neporušených vzorků zemin
- ♦ odběr 2 ks vzorků zeminy pro stanovení kontaminace (dle Vyhlášky o odpadech),
- ♦ odběr 2 ks vzorků podzemní vody pro stanovení agresivity a kontaminace,
- ♦ provedení laboratorních rozborů zemin ke zjištění jejich fyzikálních a mechanických vlastností (stlačitelnost, smyková pevnost),
- ♦ provedení 2 ks vsakovacích zkoušek ve vrtech,
- ♦ zaměření vrtů,
- ♦ výpočet sedání násypu ve 2 řezech,
- ♦ provedení základního korozního průzkumu dle TKP 25A

Pro zpracování průzkumu byly objednatelem prací předány následující podklady:

- ♦ situace území - katastrální mapa (digitálně, soubor dwg),
- ♦ trasa nadjezdu, podélný řez v ose komunikace, příčné řezy v km 0.170 a 0.265 (digitálně, soubor dwg),
- ♦ situace průběhu inženýrských sítí (digitálně, soubor dwg).

Metodika projektovaných průzkumných prací je podrobně popsána v kapitole č. 2.

1.4. Stavební dispozice

Zájmová oblast průzkumu se nachází v intravilánu města Olomouc, na rozhraní katastrů Hodo-lany a Holice, v okolí stávajícího železničního přejezdu P6523 v km 204.392 na trati Přerov - Olomouc. Jedná se o místo křížení elektrifikované železniční trati a ul. Holické. Stavbou budou dotčeny pozemky s ornou půdou (ochrana ZPF) západně od trati a zalesněné pozemky východně od trati (areál bývalého pivovaru).



Tabulka č. 1. - Vymezení zájmové oblasti

| | |
|------------------------------------|---|
| Region soudržnosti (NUTS 2) | Střední Morava |
| Kraj (NUTS 3) | Olomoucký |
| Okres (LAU 1) | Olomouc |
| Obec (LAU 2) | Olomouc |
| Katastrální území | Hodolany, Holice |
| Parcely dotčené průzkumem | 583/11 (k. ú. Hodolany) 573/1, 1640, 1994 (k. ú. Holice) |
| List mapy 1 : 50 000 | 24-22 |
| List mapy 1 : 25 000 | 24-224 |
| List mapy 1 : 10 000 | 24-22-20 |

2. ROZSAH A METODIKA PRŮZKUMNÝCH PRACÍ

2.1. Přípravné práce

Přípravné práce zahrnovaly následující činnosti:

- ♦ studium archívních materiálů o geologických poměrech území (archív G-Consult, spol. s r.o., Geofond, příslušná literatura),
- ♦ rekognoskaci lokality,
- ♦ splnění podmínek zákona č. 62/1988 Sb. (o geologických pracích) - ohlašovací povinnosti vůči příslušné obci, evidenci geologických prací (v souladu s Vyhláškou č. 282/2001 Sb. o evidenci geologických prací),
- ♦ uzavření "Dohod o provádění geologických prací" s vlastníky průzkumem dotčených pozemků,
- ♦ zajištění informací o podzemních inženýrských sítích (předáno objednatelem).

Geologické práce byly, s ohledem na nemožnost provádění terénních prací na zemědělsky obhospodařovaném pozemku č. 583/11 ve vegetačním období, odloženy a provedeny v měsících září a říjnu 2018.

2.2. Vrtné práce

V rámci průzkumu byly v zájmové oblasti realizovány následující vrtné práce.

Tabulka č. 2. - Přehled provedených vrtných prací

| Název vrtu | Vrtná souprava | Projektovaná metráž (m) | Realizovaná metráž (m) |
|---------------|----------------|-------------------------|------------------------|
| J-01 | Nordmeyer | 12.0 | 12.0 |
| J-02 | | 14.0 | 14.0 |
| J-03 | | 14.0 | 16.0 |
| J-04 | | 16.0 | 16.0 |
| J/DP-05 | MRZB | 4.0 | 3.0 |
| J/DP-06 | | 4.0 | 3.0 |
| J/DP-07 | | 4.0 | 3.0 |
| J-08 | Nordmeyer | 12.0 | 12.0 |
| J-09 | MRZB | 3.0 | 3.0 |
| J-10 | | 3.0 | 3.0 |
| Celkem | | 86.0 | 84.6 |

Místa vrtů jsou vyznačena v příloze č. 2. Vrtů J-05 až J-07 nebylo možno provést jako předvrty pro penetrační zkoušky z důvodu nevratelnosti zjištěných štěrkových poloh pro mobilní vrtnou soupravu. Vrtů proto byly provedeny do menší hloubky a penetrační sondy byly provedeny v jejich bezprostřední blízkosti a prodlouženy.

Vrtů J-01 až J-04 a vrt J-08 byly realizovány strojní vrtnou soupravou Nordmeyer na podvozku PV3S. Vrtáno bylo jádrovnicí s TK korunkou o průměru 175 - 137 mm, nasucho, s maximálním výnosem jádra.

Vrtů J/DP-05 až J/DP-07, J-09 a J-10 byly, vzhledem k obtížné přístupnosti terénu, provedeny mobilní vrtnou soupravou MRZB na pásovém podvozku. Vrtáno bylo dvojitou jádrovnicí o průměru 115 mm, nasucho, s maximálním výnosem jádra.

Vrtů J-09 a J-10 byly dočasně vystrojeny PVC pažnicí pro následné provedení vsakovacích zkoušek.



Vrtné jádro bylo umístěno do normovaných vzorkovnic o délce 1.0 m. V průběhu vrtání byla zaznamenávána úroveň naražené hladiny podzemní vody a po 24 hod. zaměřena úroveň ustálené hladiny. Vrtání byl po celou dobu přítomen geolog, který usměrňoval průběh vrtání a úroveň vzorkování zemin a podzemní vody. Po provedení prvotní dokumentace (včetně fotodokumentace) a odběru vzorků zemin a podzemní vody bylo vrtné jádro skartováno a vrty likvidovány zpětným záhozem vytěženou zeminou.

Vrtné práce provedli pracovníci společnosti Geoprospekt, spol. s r.o. ve dnech 15.10 - 19.10.2018, a pracovníky terénní skupiny společnosti G-Consult, spol. s r. o. ve dnech 13.09 - 22.10.2018. Technické zprávy o provedení vrtných prací a hlášení vrtných souprav jsou součástí prvotní dokumentace a jsou uloženy v archívu G-Consult, spol. s r.o.

2.3. Vzorkovací práce

2.3.1. Vzorky zemin

Vzorky zemin byly odebírány z jádrových vrtů tak, aby ověřený geologický profil byl podložen:

- ♦ potřebnými hodnotami základních fyzikálních vlastností jednotlivých zastižených typů zemin
- ♦ ověřením míry kontaminace materiálů a zemin

Odběr vzorků byl prováděn bezprostředně po odvrtání vrtů podle instrukcí zodpovědného geologa. Detailní program odběru jednotlivých vzorků (počtu, typu a hloubce odběru) vycházel ze základní znalosti geologické stavby území. Pro zhodnocení kontaminace byly odebírány směsné vzorky zemin z nesaturované zóny z vrtů J/DP-06 a J/DP-07 (asanovaný areál bývalého pivovaru).

Oproti předpokladu nebyl odebrán vzorek materiálu kolejového lože v místě přejezdu z důvodu kolize s četnými vytyčenými inženýrskými sítěmi SŽDC a ČD Telematika a jejich ochrannými pásmy. Vzhledem k intenzivnímu provozu na koridorové trati, nemožnosti výluky, nutnosti provést tyto sondy alespoň 3 v rámci místa pro odběr směsného vzorku a nutné hloubky sond až na zemní pláš nejsou tyto sondy v současné etapě průzkumu realizovatelné. Komplikací pro ověření potenciální kontaminace v prostoru kolejového lože jsou rovněž geologické poměry in situ - nepřítomnost dostatečně mocného a průběžného nepropustného krytu mezi zemní konstrukcí a podložními dobře propustnými štěrky v pláni.

Pro laboratorní zpracování byly odebrány následující vzorky:

Tabulka č. 3. - Přehled odběru vzorků zemin

| Typ vzorku | Označení vzorku | Třída kvality vzorku dle ČSN EN ISO 22475-1 | Počet vzorků | | Způsob odběru |
|--------------|-----------------|---|--------------|-------|---|
| | | | projekt | odběr | |
| Porušený | P | 4 | 6 | 9 | Odběr do PE sáčku 5 - 20 kg dle zrnitosti zemin. |
| Poloporušený | PLP | 3 | 6 | 6 | |
| Neporušený | N | 1 | 7 | 5 | Odběr vzorkovačem ve vrtu za vyloučení rotace. |
| Kontaminace | K | - | 2 | 2 | Vzorky byly odebrány do vzorkovnic předepsaných akreditovanou laboratoří. |

2.3.2. Vzorky podzemní vody

Pro laboratorní zpracování byly z vrtů J-04 a J-08 odebrány následující vzorky podzemní vody:



Tabulka č. 4. - Přehled odběru vzorků podzemní vody

| Typ vzorku | Označení vzorku | Počet vzorků | | Způsob odběru vzorku |
|---------------|-----------------|--------------|-------|---|
| | | projekt | odběr | |
| Podzemní voda | V | 2 | 2 | Vzorky podzemní vody byly odebrány statickým způsobem, po odvtání vrtu do vzorkovnic předepsaných akreditovanou laboratoří. |

2.4. Laboratorní rozbor

2.4.1. Analýzy mechaniky zemin

Na odebraných vzorcích zemin a hornin byly provedeny následující analýzy:

Tabulka č. 5. - Přehled laboratorních analýz vzorků zemin

| Vzorek | Parametr | Symbol | Počet analýz | Předpis |
|-------------|---|-------------|--------------|-------------------------|
| N / PLP | vlhkost zeminy | w_n | 12 | ČSN EN ISO 17892-1 |
| N / PLP | konzistenční meze - mez tekutosti | w_L | 18 | ČSN CEN ISO/TS 17892-12 |
| N / PLP | konzistenční meze - mez plasticity | w_p | 18 | ČSN CEN ISO/TS 17892-12 |
| N / PLP | objemová hmotnost vlhké zeminy | ρ_n | 10 | ČSN EN ISO 17892-2 |
| N / PLP | objemová hmotnost suché zeminy | ρ_d | 10 | ČSN EN ISO 17892-2 |
| N / PLP / P | zdánlivá hustota pevných částic | ρ_s | 20 | ČSN EN ISO 17892-3 |
| N / PLP / P | zrnitost zeminy | - | 20 | ČSN EN ISO 17892-4 |
| N | stlačitelnost v edometru | E_{oed} | 4 | ČSN EN ISO 17892-5 |
| N | součinitel konsolidace | c_v | 1 | |
| N | smýková pevnost (krabicová smýková zkouška) | ϕ', c' | 3 | ČSN CEN ISO/TS 17892-10 |

Na základě zjištěných fyzikálních parametrů byly laboratoří dopočteny následující parametry:

Tabulka č. 6. - Přehled vypočtených fyzikálních parametrů zemin

| Vzorek | Parametr | Symbol | Počet analýz | Předpis |
|-------------|----------------------------------|--------|--------------|--|
| N / PLP | číslo plasticity | I_p | 18 | ČSN EN ISO 14688-2 |
| N / PLP | stupeň konzistence | I_c | 11 | ČSN EN ISO 14688-2 |
| N / PLP | pórovitost | n | 10 | metodicky dle standardních operačních postupů laboratoře |
| N / PLP | stupeň nasycení | S_r | 10 | |
| N / PLP / P | koeficient hydraulické vodivosti | k | 20 | metoda Carman-Kozeny |
| N / PLP / P | zatřídění zeminy | - | 20 | ČSN EN ISO 14688-2, ČSN 73 6133 |

Laboratorní analýzy mechaniky zemin byly realizovány ve Středisku laboratoře mechaniky zemin Unigeo a.s. Laboratoř je akreditována ČIA pod evidenčním číslem 1412. Protokoly analýz jsou uvedeny v příloze č. 6.



2.4.2. Analýzy kontaminace zemin

Pro ověření kontaminace zastižených materiálů a zemin byly provedeny následující analýzy:

Tabulka č. 7. - Přehled laboratorních analýz kontaminace materiálů a zemin

| Vzorek | Parametr | Počet analýz | | Předpis |
|--------|---|--------------|-----------|---|
| | | projektováno | provedeno | |
| K | sada dle Vyhlášky 294/2005 Sb., tabulka 2.1/IIb | 1 | 1 | dle standardních operačních postupů akreditované laboratoře |
| K | sada dle Vyhlášky 294/2005 Sb., tabulka 10.1 | 1 | 1 | |

Laboratorní analýzy materiálů a zemin byly realizovány v akreditované laboratoři - ELVAC EKOTECHNIKA s.r.o. Ostrava. Laboratoř je akreditována ČIA pod evidenčním číslem 1269. Detailní rozsah zkoušek a protokoly analýz jsou uvedeny v příloze č. 7.

2.4.3. Analýzy podzemní vody

Na vzorcích podzemní vody byly provedeny následující analýzy:

Tabulka č. 8. - Přehled laboratorních analýz podzemní vody

| Vzorek | Stanovované složky | Počet analýz | Předpis |
|--------|--|--------------|--|
| V | Zkrácený chemický rozbor: pH, elektrická konduktivita, KNK-8.3, KNK-4.5, ZNK-4.5, tvrdost (celková Ca+Mg, vápenatá Ca, hořečnatá Mg, uhličitánová), stanovení forem CO ₂ (volný, Heyer, Langelierův index), hydrogenuhlíčitany (HCO ₃ ⁻), uhličitany (CO ₃ ²⁻), hydroxidové ionty (OH ⁻), amonné ionty, chloridy, sírany, vápník Ca, hořčík Mg | 2 | metodicky dle standardních operačních postupů laboratoře |
| | obsah uhlovodíků C ₁₀ -C ₄₀ | 2 | |

Na základě laboratorně zjištěných složek podzemní vody byly stanoveny následující charakteristiky:

Tabulka č. 9. - Přehled stanovených charakteristik podzemní vody

| Vzorek | Parametr | Počet | Předpis |
|--------|-----------------------------------|-------|---------------|
| V | agresivita na betonové konstrukce | 2 | ČSN EN 206+A1 |
| | agresivita na ocel | 2 | ČSN 03 8375 |

Laboratorní analýzy podzemní vody byly realizovány v akreditované laboratoři - ELVAC EKOTECHNIKA s.r.o. Ostrava. Laboratoř je akreditována ČIA pod evidenčním číslem 1269. Detailní rozsah zkoušek a protokoly analýz jsou uvedeny v příloze č. 8.

2.5. Polní zkoušky - dynamická penetrace

V rámci průzkumu byly realizovány následující polní zkoušky:

Tabulka č. 10. - Přehled realizovaných polních zkoušek

| Název penetrační sondy | Projektovaná metráž (m) | Realizovaná metráž (m) |
|------------------------|-------------------------|------------------------|
| J/DP-05 | 12.0 | 14.0 |
| J/DP-06 | 12.0 | 14.0 |
| J/DP-07 | 10.0 | 16.0 |
| Celkem | 34.0 | 44.0 |

Penetrační sondy byly provedeny v místě obtížně přístupné, zalesněné, východní části zájmové oblasti pro ověření hlubších partií zemního masívu v místě podpěry a východní opěry mostu SO 201.

Dynamické penetrační sondování bylo provedeno mobilní penetrační soupravou MRZB. Při zkoušce těžké dynamické penetrace je do zeminy zaráženo soutyčí, opatřené pevným kuželovým hrotem o průměru 43.7 mm, plochy 15 cm², o vrcholovém úhlu 90°. K zarážení je použit beran o hmotnosti 50 kg s výškou pádu 50 cm. Průměr soutyčí je 32 mm. Principem zkoušky je měření počtu úderů N_{10} , potřebných pro zarážení hrotu o 10 cm. Při penetraci je v intervalu 0.5 m měřen krouticí moment M_v (zaznamenávány 2 měření po ¾ otáčky, celkem soutyčí pootočeno o 1½ otáčky). Potřebný počet úderů na vnik hrotu do normové hloubky 0.1 m je pouze orientačním údajem. Při vyhodnocení geologického prostředí se uvažuje s hodnotou měrného dynamického odporu q_d . Hodnoty N_{10} jsou vyhodnoceny tak, aby udávaly jednotkový odpor na hrotu r_d a dynamický odpor na hrotu q_d . Hodnota r_d je odhadem zarážecí práce vykonané při penetraci zeminy. Další výpočet k získání q_d pozměňuje hodnotu r_d tak, aby byla vzata do úvahy setrvačnost soutyčí a beranu po dopadu na kovadlinu.

Vztahy používané při interpretaci záznamů penetračních sond jsou dle ČSN EN ISO 22476-2 následující:

$$q_d = \left(\frac{m}{m + m'} \right) r_d \quad (\text{Pa}) \quad \text{a} \quad r_d = \frac{mgh}{Ae} \quad (\text{Pa})$$

kde:

- h výška pádu beranu (m)
- m hmotnost beranu (kg)
- g gravitační zrychlení (m.s⁻²)
- A plocha kužele na základně (m²)
- e průměrná penetrace (m/úder)
- m' celková hmotnost nastavných tyčí, kovadliny a vodicích tyčí uvažované délky (kg)

Vyhodnocení sond bylo provedeno kvalitativně formou vykreslení grafu o počtu úderů N_{10} a penetračního odporu q_d vůči normové hloubce. Umístění penetračních sond je uvedeno v příloze č. 2, interpretované záznamy sond v příloze č. 4.

2.6. Vsakovací zkoušky ve vrtech

Cíle hydrogeologické části průzkumu byly:

- ♦ Posouzení vhodnosti hydrogeologických poměrů zájmové oblasti pro vsakování atmosférických srážek do průlehu v zeminového prostředí. Požadavkem byla likvidace odváděných vod nezávadným způsobem tak, aby nedošlo k negativnímu dotčení právem chráněných zájmů majitelů okolních pozemků, zejména podmačení, příp. negativnímu ovlivnění kvality podzemní vody a odtokových poměrů.



- ♦ Vyjádření osoby s odbornou způsobilostí dle § 9 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách pro žádost o povolení k nakládání s vodami. Hydrogeologický posudek byl zpracován pod vedením osoby s odbornou způsobilostí v oboru hydrogeologie vydané MŽP (na základě zákona č. 62/1998 Sb. o geologických pracích v platném znění).

Metodika a rozsah prací odpovídá etapě předběžného průzkumu pro vsakování u náročných staveb dle ČSN 75 9010.

2.6.1. Obecný legislativní rámec

Vyhláška o obecných požadavcích na využívání území č. 501/2006 Sb. v platném znění stanoví v § 20 odst. 5, že stavební pozemek se vždy vymezuje tak, aby na něm bylo vyřešeno vsakování nebo odvádění srážkových vod ze zastavěných ploch nebo zpevněných ploch, pokud se neplánuje jejich jiné využití; přitom musí být řešeno **přednostně jejich vsakování**.

V případě jejich možného smísení se závadnými látkami je navrženo zařízení k jejich zachycení, není-li možné vsakování. Základní podmínkou pro využití vsakování jsou vhodné hydrogeologické podmínky, tj. dostatečná propustnost podloží s hladinou podzemní vody min. 1 m pod plánovanou úrovní dna vsakovacího objektu. Další nezbytnou podmínkou je dodržení odstupové vzdálenosti mezi zasakovacím objektem a budovami ve vzdálenosti dle přílohy C ČSN 75 9010.

Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách (vodní zákon) v platném znění řeší akumulaci a využití dešťové vody v § 6 odst. 2, podle kterého se v těchto případech jedná o obecné nakládání s povrchovými vodami. Podle § 8 odst. 1 písm. b) bod 4. vodního zákona se při vsakování jedná o nakládání s podzemními vodami - umělé obohacování podzemních zdrojů vod povrchovou vodou.

V oblasti, kde se vyskytují nepropustné nebo špatně propustné horniny, se musí při vsakování vody postupovat velmi obezřetně. Při vsakování srážkových vod na pozemcích s nedostatečně propustnými zeminami se musí postupovat s odbornou péčí tak, aby nemohlo dojít k poškození řešeného objektu nebo objektů sousedních. Kvůli zvýšení hladiny podzemní vody se musí věnovat velká pozornost nejen působení vody na vlastní stavbu, ale také na stávající zástavbu v nejbližším okolí. Přitom se rovněž musí zohlednit možnost průniku podpovrchové vody propustnými zasypy rýh pro inženýrské sítě.

Hodnocení bylo provedeno v souladu s ČSN 75 9010 - *Vsakovací zařízení srážkových vod*, která se zabývá vsakováním srážkových vod jako jedním ze způsobů hospodaření se srážkovými vodami, stanovuje hlavní zásady pro navrhování, výstavbu a následný provoz povrchových a podzemních vsakovacích zařízení.

2.6.2. Metodika vsakovacích zkoušek

Během terénních prací byla jímavost zeminového prostředí ověřena vsakovacími zkouškami. Zkoušky byly provedeny do 2 vrtů označených J-09 a J-10 na obou stranách komunikace. Umístění vrtů J-09 a J-10 je zobrazeno v příloze č. 2. Vrtly byly provedeny dne 13.09.2018 do úrovně 3.0 m.

Geologické profily vrtů J-09 a J-10 jsou uvedeny v příloze č. 3.1. Fotodokumentace jader vrtů je zobrazena v příloze č. 11. Po provedení vsakovací zkoušky byly vrtly zlikvidovány.

Vsakovací zkouškou byla testována schopnost štěrkového kolektoru jímat zasakovanou vodu. Pro nálev byla využita čistá voda dovezená na lokalitu v objemu cca 1 000 litrů.

Do vrtu J-09 bylo nalito jednorázově 20 l vody a bezprostředně byl sledován vsak. Nálev byl ukončen v 9:36 hod. dne 17.9.2018, hladina se ustálila v úrovni 0.39 m od odměrného bodu (o. b.). Měření vsaku bylo ukončeno po 1.5 hod (11:06 hod.) hladina poklesla na úroveň 1.13 m od o. b.

Do vrtu J-10 bylo nalito jednorázově 10 l vody a bezprostředně byl sledován vsak. Nálev byl ukončen v 11:35 hod. dne 17.09.2018, hladina se ustálila v úrovni 0.4 m od o. b.. Měření vsaku bylo ukončeno po 1.5 hod. (13:05 hod.) hladina poklesla na úroveň 1.29 m od o. b.



Tabulka č. 11. - Základní informace o vsakovací zkoušce

| Zasakovací objekt | Jednorázový nálev (litr) | Hladina podzemní vody (ustálená) před zkouškou pod terénem (m p. t.) | Hloubka zasakovacího objektu (m) |
|-------------------|--------------------------|--|----------------------------------|
| J-09 | 20 | sonda suchá | 2.0 |
| J-10 | 10 | sonda suchá | 1.53 |

Na počátku nálevu na obou vrtech po dobu byla zaznamenávána úroveň hladiny vody ve vrtu v pravidelných časových intervalech za pomoci ručního hladinoměru (typ G-10). Úroveň hladiny vody ve výkopu v průběhu nálevu (vsakovací zkoušce) byla současně měřena pomocí automatického přístroje levelogger (tlakové čidlo) s kontinuálním záznamem v intervalu po jedné minutě. Zaznamenáván byl následně průběh poklesu hladiny po ukončení nálevu v každém z vrtů.

Grafický průběh změn hladiny v průběhu zkoušky byl vykreslen a vyhodnocen graficky a je součástí dokumentace (příloha č. 10). Podrobný numerický záznam průběhu vsakovací zkoušky je součástí prvotní dokumentace.

2.7. Korozní průzkum

Cílem korozního průzkumu bylo zjistit intenzitu stejnosměrných bludných proudů v zemi a stanovit zásady pro ochranná opatření mostního objektu SO 201.

Byla provedena tato měření:

- ♦ měření stejnosměrného elektrického pole v zemi dle ČSN 03 8365,
- ♦ měření zdánlivého měrného odporu půdy Wennerovou metodou dle ČSN 03 8363,
- ♦ určení agresivity půdního prostředí dle ČSN 03 8375,
- ♦ měření stejnosměrných potenciálů blízkých úložných zařízení (referenční elektroda Cu/CuSO₄) dle ČSN EN 13509
- ♦ vyhodnocení naměřených hodnot ve vztahu k platným normám a předpisů
- ♦ vyhodnocení podle technických podmínek TP 124 „Základní ochranná opatření pro omezení vlivu bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové konstrukce pozemních komunikací“, účinnost od 1.1.2009

Měřicí body byly vybrány dle budoucí stavby zakreslené v situačním výkresu stavby. Tato měření budou podkladem pro PD s návrhem protikorozních opatření předmětné stavby.

Terénní práce provedla společnost EKOS Služby s. r. o. v dubnu 2018. Technická zpráva o provedení korozního měření je uvedena v příloze č. 12.

2.8. Měřické práce

Všechny vrty byly před realizací polohopisně vytýčeny a po provedení polohopisně a výškově zaměřeny GNSS systémem South S82 2013. Terénní data byla vyhodnocena akreditovaným programem SurvCE 3 a výsledné souřadnice byly do systému S-JTSK a Balt p. v. převedeny pomocí akreditovaného softwaru Transform MAX 3. Vrty byly vyneseny do digitální situace v M 1 : 1 200 v příloze č. 2. Měřické práce provedl pracovník společnosti G-Consult, spol. s r.o. dne 12.09.2018.

Tabulka č. 12. - Seznam souřadnic vrtů a penetračních sond

| Vrt / sonda | S-JTSK | | Balt p. v. |
|----------------|--------------|------------|---------------------------------|
| | X (m) | Y (m) | Z _{terén} (m n. m.) |
| J-01 | 1 123 170.54 | 545 026.02 | 212.13 |
| J-02 | 1 123 195.52 | 544 974.43 | 211.75 |
| J-03 | 1 123 180.49 | 544 970.13 | 211.66 |
| J-04 | 1 123 189.47 | 544 954.50 | 211.89 |
| J/DP-05 | 1 123 195.69 | 544 923.13 | 212.38 |
| J/DP-06 | 1 123 200.90 | 544 907.68 | 212.07 |
| J/DP-07 | 1 123 215.94 | 544 901.94 | 212.00 |
| J-08 | 1 123 225.09 | 544 888.56 | 212.55 |
| J-09 | 1 123 279.47 | 544 759.87 | 212.04 |
| J-10 | 1 123 144.24 | 545 045.99 | 212.09 |



3. STRUČNÝ PŘEHLED PŘÍRODNÍCH POMĚRŮ

3.1. Dosavadní geologická prozkoumanost

Geologická prozkoumanost zájmové oblasti je nízká. V zájmové oblasti se v databázi Geofondu nenachází žádný archivní vrt. V širším okolí byly ověřeny 3 archivní vrty (č. 42800, 428042 a 48082), které byly zajištěny pro potřeby ověření širších geologických poměrů. Jejich profily jsou uvedeny v příloze č. 3.2.

3.2. Morfologické poměry

Z pohledu geomorfologického řadíme zájmovou oblast následovně:

Tabulka č. 13. - Geomorfologické členění

| | |
|--------------------|--------------------------------|
| Systém | Alpsko-himalájský |
| Provincie | Západní Karpaty |
| Soustava | Vněkarpatské sníženiny |
| Podsoustava | Západní vněkarpatské sníženiny |
| Celek | Hornomoravský úval |
| Podcelek | Středomoravská niva |

Zájmová oblast se nachází ve východní části až cca 3 km široké údolní nivy řeky Moravy. Je plochá, lokálně ovlivněná úpravami terénu a deponiemi navážek, s nadmořskou výškou okolo 212 m n. m. Četná drobná tělesa navážek a deponií po asanaci areálu pivovaru se vyskytují ve východní, dnes zalesněné, části řešené oblasti.

3.3. Hydrologické poměry

Z hlediska hydrologického charakterizujeme zájmové území následovně:

Tabulka č. 14. - Hydrologické pořadí

| | |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| Mezinárodní oblast povodí | Dunaj |
| Dílčí povodí | Morava a přítoky Váhu |
| Povodí III. řádu | 4-10-03 Morava od Třebůvky po Bečvu |
| Povodí IV. řádu | 4-10-03-1154 Hamerský náhon |

Zájmové území je odvodňováno Hamerským náhonem, který je LB přítokem Moravy. Lokalita se nachází cca 1.5 km východně od stávajícího toku řeky Moravy.

Zájmová lokalita není součástí záplavového území. Lokalita není součástí chráněné oblasti přirozené akumulace vod, není součástí území chráněného pro akumulaci povrchových vod.

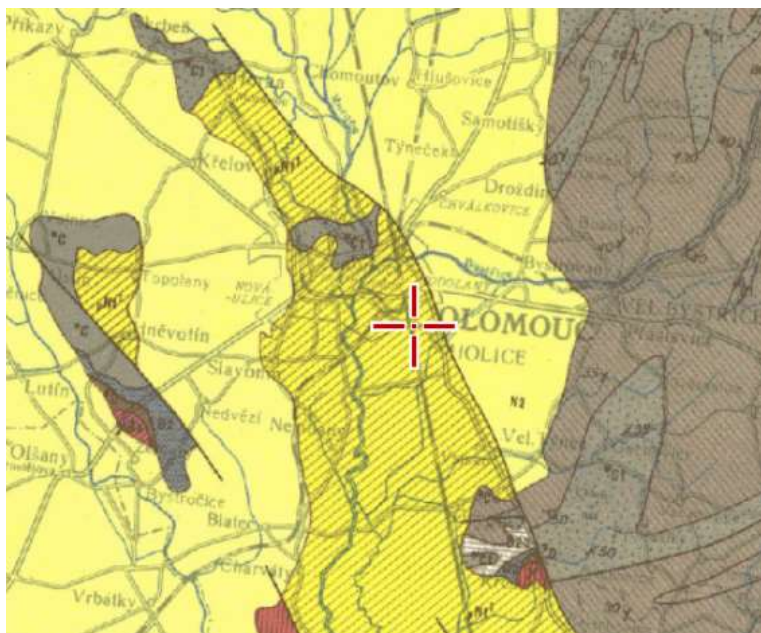
3.4. Geologické poměry

Předkvartérní fundament budují neogenní sedimenty karpatské předhlubně. Nadložní kvartérní pokryv budují fluvialní sedimenty údolní terasy řeky Moravy.

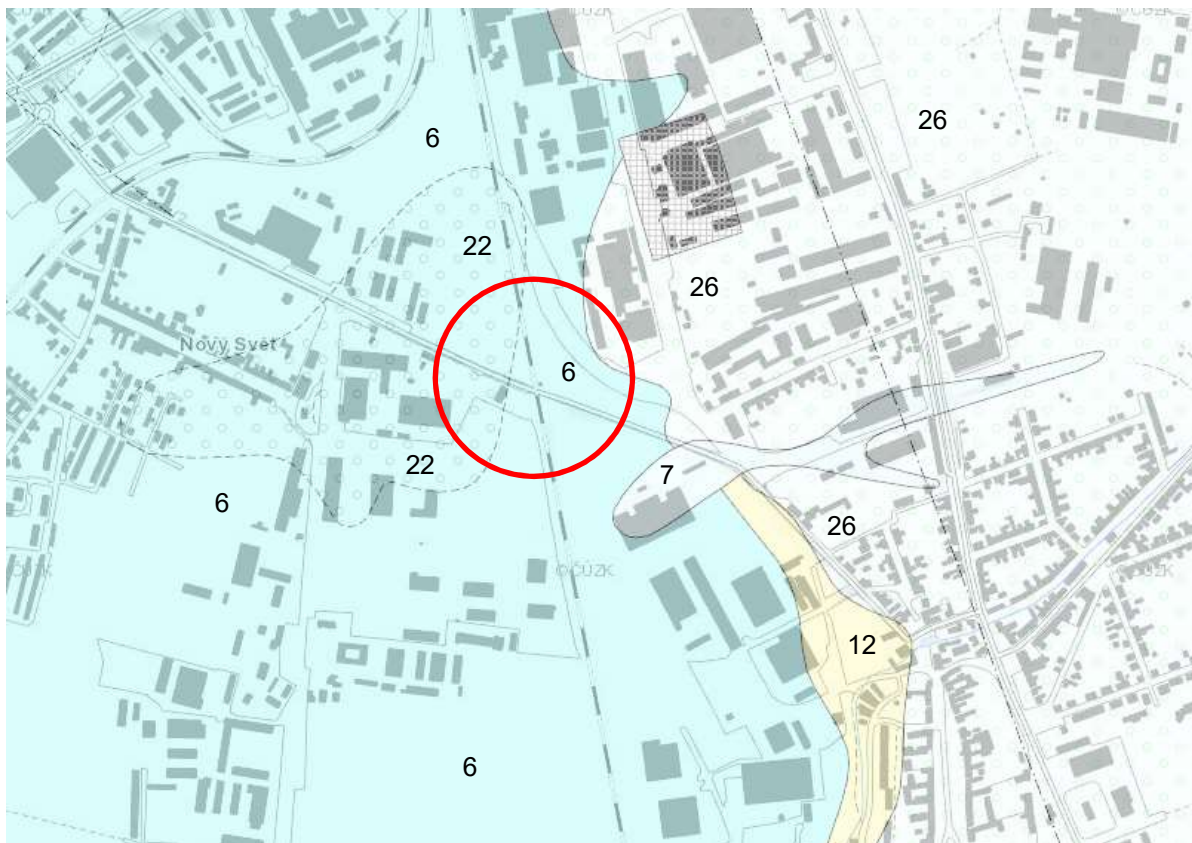
Neogenní fundament je zastoupen vápnitými nevrstevnatými jíly spodnobadenské mořské transgrese. Strop neogenních jíků se nachází v hloubce 7 - 8 m p. t. (205 - 204 m n. m.). Jíly jsou převážně monotónní, zelenavě až modravě šedé, ve spodní části šedé, jemně písčité, místy s písčito-prachovitými vložkami, vzácně pak s vložkami světle šedých vápnitých písků. Jejich konzistence je ve svrchní části pevná, s hloubkou se postupně zvyšuje na velmi pevnou.



Obrázek 1. - Výsek odkryté geologické mapy 1 : 200 000



Obrázek 2. - Výsek zakryté geologické mapy 1 : 25 000



Vysvětlivky:

Kvartérní pokryv

- 6 - fluvialní písčité hlíny s příměsí štěrku (vyšší nivní stupeň údolní terasy)
- 7 - deluviofluvialní hlíny, písčité hlíny a hlíny se štěrkem
- 12 - deluvialní jílovité a jílovitopísčité hlíny
- 22 - fluvialní písčité štěrky údolní terasy
- 26 - fluvialní písčité štěrky (vyšší kralická terasa)



Bázi **kvartérního pokryvu** tvoří fluviální štěrkovité, jen podružně písčité zeminy fluviálního komplexu údolní terasy Moravy (střední holocén). Mocnost prachovitopísčitých štěrků se pohybuje mezi 5 - 7 m. Velikost zrn štěrku se pohybuje mezi 5 - 10 cm. Mezerní hmota je prachovitopísčitá, zahlinění je převážně slabé až střední. Pokryv údolní terasy představují jemnozrnné zeminy charakteru písčitých jílu až jílovitých prachů, v dané lokalitě o omezené mocnosti, převážně do 1 - 1.5 m, převážně tuhé až velmi pevné konzistence. Na zemědělsky obhospodařované půdě (západní část zájmové oblasti) se nachází při povrchu půdní horizont (typu modální fluvizem) o mocnosti do 60 cm. Východně od zájmové oblasti terén mírně stoupá k vyšší **kralické terase** budované fluviálními písčitými štěrky. Stratigrafický sled uzavírají **navážky** proměnlivé mocnosti a geneze. V zájmové oblasti se jedná o železniční těleso, ve východní dnes zalesněné části o relikty asanace bývalého pivovaru (o mocnosti cca do 1.5 m), jednak na povrchu, jednak o pozůstatky základových konstrukcí objektů.

3.5. Hydrogeologické poměry

Zkoumaná oblast je dle hydrogeologické rajonizace ČR klasifikována následovně:

Tabulka č. 15. - Hydrogeologická rajonizace

| | |
|---|---|
| Hydrogeologické rajony svrchní vrstvy | 1 - Rajony v kvartérních a propojených kvartérních a neogenních sedimentech |
| | 16 - Kvartérní sedimenty v povodí Moravy |
| | 1622 - Pliopleistocén Hornomoravského úvalu - jižní část |
| Hydrogeologické rajony základní vrstvy | 2 - Rajony v terciérních a křídových sedimentech pánví |
| | 22 - Neogenní sedimenty vněkarpatských pánví |
| | 2220 - Hornomoravský úval |

Hlavní hydrogeologický kvartérní kolektor v dané oblasti tvoří průlinově propustné fluviální hrubé prachovitopísčité štěrky (místa s polohami a vložkami písků) údolní terasy Moravy, o mocnosti cca 5 - 7 m. Kolektor je souvisle zvodněný, hladina podzemní vody se nachází v úrovni 2 - 3 m pod terénem, většinou je slabě napjatá až napjatá. Na bázi kolektoru se nacházejí neogenní jemnozrnné sedimenty, které tvoří bazální izolátor. Stropní izolátor v prostřední údolní nivě tvoří fluviální (náplavové) jíly o velmi nízké mocnosti (převážně do 1 - 1.5 m), místy však zcela chybějící, kde lze předpokládat bezprostřední infiltraci srážek do kolektoru (přes případnou polohu heterogenních navážek). Zájmová lokalita není součástí ochranného pásma vodních zdrojů.

3.6. Geohazardy

3.6.1. Svahové nestability

V databázi České geologické služby nejsou v zájmovém území evidovány svahové nestability.

3.6.2. Seismické poměry

Dle ČSN EN 1998-1 je lokalita součástí seismické zóny charakterizované hodnotou referenčního špičkového zrychlení základové půdy $a_{gR} = 0.03 g$. V zájmovém území vymezujeme typ základových půd E (dle ČSN EN 1998-1).

3.7. Ložiskové poměry

Dle databáze SURIS (Surovinový informační systém) České geologické služby se zájmové území nedotýká chráněných ložiskových území, průzkumných území či dobývacích prostorů.

4. PODROBNÁ ČÁST

4.1. Inženýrskogeologická charakteristika geotechnických typů zemin

Pro účely vyhodnocení geotechnických poměrů bylo vyčleněno **8 geotechnických typů** zemin (tzv. G-typy, dále v textu a přílohách označeny symbolem GT), které hodnotíme v následujících kapitolách. Geotechnické typy charakteru jemnozrnných zemin (jíly, prachy) jsou označeny číslem 1 a doplněny symbolem geneze, písky číslem 2, štěrky číslem 3. Geotechnické typy zemin jsou dále členěny na podtypy dle konzistence nebo ulehlosti.

Tabulka č. 16. - Přehled geotechnických typů (GT)

| Symbol GT | Typ GT | Třída ČSN P 73 1005 / ČSN 73 6133 | Třída ČSN EN 14688-2 | Konzistence / ulehlost |
|---|--|-----------------------------------|----------------------|-------------------------|
| Navážka | | | | |
| 0a | navážka | Y/MG | MggrSi | heterogenní |
| 0b | předběžně uvažovaný materiál tělesa násypu | Y/G3G-F | MgsaGr | hutněný |
| Kvartérní sedimenty (holocén - svrchní pleistocén) | | | | |
| 1o_{TV} | půdní horizont - orní vrstva | O/F5ML | OrclSi | tvrdá |
| | půdní horizont - podorní vrstva | O/F5ML | OrclSi | tvrdá |
| 1f_T | fluviální jílovité až jílovitopísčité prachy | F4CS | grsaSi | tuhá |
| 1f_P | údolní terasy | F6CL | clsaSi | velmi pevná |
| 2f_S | fluviální jílovitoprachovité až štěrkovitoprachovité písky údolní terasy | S4SM | clsiSa | středně ulehlý |
| 3f_S | fluviální písčito-prachovité štěrky údolní terasy | G5GC | sasiGr | středně ulehlý - ulehlý |
| Předkvartérní podloží (neogén, spodní baden) | | | | |
| 1m_P | marinní písčito-prachovitý jíl | F7MH | Cl | pevný |

4.2. Charakteristika geotechnických typů

V následujících tabulkách uvádíme technologické a charakteristické hodnoty fyzikálně-mechanických parametrů jednotlivých geotechnických typů zemin. Dále v textu následuje popis geotechnických typů, provedený na základě makropopisu jader vrtů.

4.2.1. GT 0a - navážka

Navážky byly vrty a sondami ověřeny pouze ve východní zalesněné části zájmové oblasti, západně od trati ověřeny nebyly. Byly ověřeny ve vrtech J/DP-05, J-08 a J-09 v mocnosti 1.0 - 1.7 m. Pod 0.3 - 1.0 m mocnou vrstvou navezené humózní vrstvy se vyskytují proměnlivě zrnité polohy nejčastěji charakteru prachovitoštěrkovitého až štěrkovitoprachovitého tříd Y/GM, Y/MG, místy prachovitopísčitého Y/SM. Ve štěrkové frakci se nachází vedle zaoblených zrn křemene i úlomky sutí a cihel, ve vrtu J-08 50 cm poloha betonu. Vrt J-09 ověřil 1.0 m sypké, lehké vyschlé humózní hlíny.

Dále lze v terénu očekávat navážky deponované v místě na povrchu, v souvislosti s deponováním přebytečných stavebních materiálů, asanovaných objektů pivovaru apod. Ve vyšší etapě GTP doporučujeme tyto deponie objemově zaměřit a ověřit jejich skladbu.



Obrázek 3. - Četné deponie sutí na povrchu zalesněného terénu**4.2.2. GT 0b - materiál násypu**

Pro účely vyhodnocení sedání násypů ve 2 zvolených řezech byly jako materiál do násypu zvoleny štěrky třídy Y/G3G-F. Doporučujeme ostrohranné přírodní lomové kamenivo, např. z lomů Hrubá Voda (ZAPA beton a.s., Praha), Jívová a Velký Újezd (Českomoravský štěrk, a.s., Mokrá), nebo Chabíčov (KAMENOLOMY ČR s.r.o., Ostrava). Ve všech případech se jedná o spodněkarbonové droby. Případně lze uvažovat i o využití recyklovaných materiálů, např. Smětal s.r.o. Bystrovany u Olomouce. Do výpočtů jsou uvažovány tyto fyzikálně-mechanické charakteristiky:

$$\gamma = 19 \text{ kN.m}^{-3}, E_{\text{def}} = 90 \text{ MPa}, \phi' = 35^\circ, c' = 1 \text{ kPa}, k = 1\text{E-}05 \text{ m.s}^{-1}$$

Tabulka č. 17. - Technologické vlastnosti geotechnických typů (GT)

| GT | Klasifikace GT (ČSN 73 6133) | ČSN 73 6133 těžitelnost | ČSN 73 6133 vhodnost do podloží vozovky | ČSN 73 6133 vhodnost do násypu | Namrzavost (dle Scheibleho kritéria) | Třída vrtatelnosti (katalog HSV 2015-800-2) |
|------------------|---------------------------------|----------------------------|--|--------------------------------------|--|--|
| 1o _{TV} | O/F5ML | I | NE | NE | NN | I |
| 1f _T | F4CS | I | PV | PV | NN | I |
| 1f _P | F6CL | I | NE | PV | NN | I |
| 2f _S | S4SM | I | PV | PV | N | I |
| 3f _S | G5GC | I | PV | PV | N | I |
| 1m _P | F7MH | I | NE | NE | NN | I |

Poznámky:

vhodnost dle ČSN 73 6133:
 V vhodné
 PV podmíněčně vhodné
 NE nevhodné

namrzavost:
 NE nenamrzavé
 MN mírně namrzavé
 N namrzavé
 NN nebezpečně namrzavé
 VN vysoce namrzavé

Tabulka č. 18. - Charakteristické fyzikálně-mechanické parametry geotechnických typů (GT)

| Litologicko-genetický typ | | | fluviální jílovité až jílovitopísčité prachy údolní terasy | | fluviální jílovitoprachovité až štěrkovitoprachovité písky údolní terasy | fluviální písčitoprachovité štěrky údolní terasy | marinní prachovité jíly |
|---|------------------|-------------------|--|------------------------------|--|---|------------------------------|
| Zatřídění dle ČSN P 73 1005 / ČSN 73 6133 | | | F4CS2 | F6CL | S4SM | G5GC | F7MH |
| Geotechnický typ (GT) | | | 1f _T | 1f _P | 2f _S | 3f _S | 1m _P |
| Konzistence / ulehlost | | | tuhá | velmi pevná | středně ulehlý | středně ulehlý až ulehlý | pevná |
| Počet odebraných vzorků | N | ks | 1 | 2 | 0 | 9 | 8 |
| Vlhkost přirozená | w _n | % | 19.1 | 12.2 8.0-16.4 | | | 27.5 24.0-29.9 |
| Vlhkost na mezi tekutosti | w _L | % | 30 | 29 31-33 | | 25 22-27 | 67 55-80 |
| Vlhkost na mezi plasticity | w _p | % | 16 | 21 19-23 | | 17 15-19 | 34 30-40 |
| Číslo plasticity | I _p | % | 13 | 10 10.0-10.3 | | 9 7.2-10.7 | 33 23.0-42.2 |
| Stupeň konzistence | I _c | | 0.81 | 1.85 1.6-2.1 | | | 1.21 1.12-1.30 |
| Objemová hmotnost zeminy | ρ _n | kgm ⁻³ | 1980 | 2080 | 1800* | 1950* | 1968 1910-2040 |
| Objemová hmotnost suché zeminy | ρ _d | kgm ⁻³ | 1660 | 1790 | | | 1543 1470-1650 |
| Zdánlivá hustota pevných částic | ρ _s | kgm ⁻³ | 2700 | 2700 2680-2720 | | 2736 2710-2750 | 2758 2720-2820 |
| Pórovitost | n | % | 38.4 | 33.4 | | | 44.0 40.2-47.9 |
| Stupeň nasycení | S _r | | 0.83 | 0.88 | | | 0.97 0.92-1.00 |
| Koeficient hydraulické vodivosti | k | ms ⁻¹ | 4.8E-09 | 1.5E-08 8.5E-09 - 2.1E-08 | 1E-06** | 6.0E-05 8.1E-07 - 2.8E-04 | 1.3E-09 1.2E-09 - 1.6E-09 |
| Edometrický modul přetvárnosti | E _{oed} | MPa | | | | | 11.8 9.2-14.3 |
| Modul přetvárnosti | E _{def} | MPa | 4* | 8* | 10* | 55* | 5.5 |
| Efektivní úhel vnitřního tření | φ´ | ° | 22* | 21* | 28* | 31* | 20 18.4-22.4 |
| Efektivní soudržnost | c´ | kPa | 14* | 20* | 2* | 2* | 14 13.0-15.1 |
| Totální úhel vnitřního tření | φ _u | ° | 0* | 0* | | | 0* |
| Totální soudržnost | c _u | kPa | 50* | 85* | | | 80* |
| Opravný součinitel přetížení | m | | 0.2* | 0.2* | 0.3* | 0.3* | 0.2* |
| Poissonovo číslo | v | | 0.35* | 0.40* | 0.30* | 0.30* | 0.40* |
| Poznámky: uvedena průměrná hodnota a rozptyl hodnot v souboru laboratorně ověřených dat * směrné normové parametry dle neplatné ČSN 73 1001, převzaté na základě místní zkušenosti ** odborný odhad | | | | | | | |



4.2.3. GT 1o_{TV} - půdní horizont (pedologická charakteristika)

Půdní horizont byl ověřen v celé zájmové oblasti, především pak v západní části na zemědělsky obhospodařovaném pozemku č. 583/11 (k. ú. Hodolany) o mocnosti ornice a podornice cca 30 - 40 cm (údaj z vrtných jader). Východně od trati jsou humózní zeminy vesměs součástí pokryvu navážek GT 0, mimo vrty J/DP-06 a J/DP-07 o mocnosti 30 cm.

Oba podtypy mají charakter organického jílovitého prachu třídy O/F5ML tvrdé konzistence - poloha je vyschlá. Zeminy GT 1o_{TV} jsou nebezpečně namrzavé, při nasycení vodou rozbídné, silně stlačitelné.

Tabulka č. 19. - Mocnost humózního horizontu

| Vrt | Půdní horizont (cm) | | | Parcela č. | BPEJ parcely |
|---------|---------------------|----------------------|--------|--|-----------------|
| | orniční vrstva | podorniční vrstva | celkem | | |
| J-01 | 30 | 10 | 40 | k. ú. Hodolany 583/11 (orná půda) | 3.58.00 |
| J-02 | 20 | 10 | 30 | | |
| J-03 | 20 | 10 | 30 | | |
| J-04 | 20 | 10 | 30 | | |
| J-10 | 30 | 20 | 50 | | |
| J/DP-06 | 30 | - | 30 | k. ú. Holice 1640 (ostatní plocha) | |
| J/DP-07 | 30 | - | 30 | | |

Dle typologického členění se jedná o modální fluvizem, převážně na rovině nebo úplné rovině, se všesměrnou expozicí a celkovým obsahem skeletu do 10 %. Jedná se o půdy středně produkční, hluboké v teplém, mírně vlhkém klimatickém regionu a středně produkční. Dle BPEJ půda požívá II. třídy ochrany ZPF - zemědělské půdy, které mají v rámci jednotlivých klimatických regionů nadprůměrnou produkční schopnost. Ve vztahu k ochraně zemědělského půdního fondu jde o půdy vysoce chráněné, jen podmíněně odnímatelné ze ZPF a to s ohledem na územní plánování, jen podmíněně využitelné pro stavební účely. Základní cena pozemku činí 13.29 Kč/m².

Navrhovaná mocnost skrývky půdního horizontu 40 - 50 cm bude zejména na východ od trati proměnlivá z důvodu přítomnosti navážek a četných zemních úprav. Doporučujeme dodatečně ověřit mocnost i kvalitu skrývky humózního horizontu v rámci podrobného průzkumu (cca 4 - 5 ručně kopaných sond na ha, s odběrem pedologických vzorků) a úroveň případné kontaminace dle Vyhlášky č. 153/2016 Sb., o stanovení podrobností ochrany kvality zemědělské půdy.

Skrývaná půda bude ukládána do deponií, jejichž umístění bude stanoveno ve spolupráci s příslušnými úřady. Při ukládání nesmí dojít ke smísení zemin různé kvality. Zeminu v deponiích bude nutno chránit před rozplavováním a zaplevelením. Při skrývání zúrodnění schopných vrstev půdy bude třeba dbát na to, aby zemina nebyla dodatečně kontaminována nešetrným zacházením, a aby byla deponie těchto půd zabezpečena před druhotnou kontaminací.

Definitivní způsob nakládání se skrývkou určí na základě podrobného GTP příslušná instituce ochrany půdního fondu.

4.2.4. GT 1f - fluvialní jílovitý až jílovitopísčité prach F4CS / F6CL, tuhý až velmi pevný

Fluvialní jemnozrné zeminy skupiny GT 1f představují (mimo navážky GT 0 a půdní horizont GT 1o_{TV}) povrchový pokryv zájmové oblasti v podloží projektované komunikace. Nabývají nízké mocnosti 0.2 - 1.3 m. Na základě konzistence byly rozčleněny do 2 podtypů.

Převažují jílovitopísčité, místy šterkovitopísčité prachy třídy F4CS až F6CL, světle hnědošedé, slabě písčité, místy se slabou příměsí zaoblených zrn křemene do 4 cm, nevápnité, nízké plasticity, **velmi pevné**, místy až tvrdé konzistence (vlivem vysychání). Byly ověřeny všemi vrty mimo J/DP-05 a J-10. Radíme je do **GT 1f_p**. Ověřená mocnost je nízká, činí 0.2 - 1.3 m.



Ve vrtech J-03, J/DP-06 a J-09 byly ověřeny jílovitopísčité, místy štěrkovitopísčité prachy třídy F4CS až F6CL, světle hnědošedé, slabě písčité, místy se slabou příměsí zaoblených zrn křemene do 5 cm, nevápnité, nízké plasticity, **tuhé** konzistence. Byly ověřeny všemi vrty mimo J/DP-05 a J-10. Řadíme je do **GT 1f_r**. Ověřená mocnost je nízká, činí 0.2 - 0.7 m.

Zeminy GT 1f jsou nebezpečně namrzavé, při nasycení vodou rozbídné, silně stlačitelné.

4.2.5. GT 2f_s - fluviální prachovitý písek S4SM, středně ulehlý

Fluviální prachovité písky byly ověřeny ve vrtech J-01, J-04, J-08 a J-09 jako podružné neprůběžné čočky v dominantní poloze štěrků o mocnosti 20 - 60 cm. Písky jsou světle hnědé až hnědošedé, střední až hrubé, místy se zaoblenými zrny křemene do 3 cm, nevápnité, středně ulehlé.

4.2.6. GT 3f_s - fluviální písčito-prachovitý štěrk G5GC, středně ulehlý až ulehlý

Fluviální štěrkovité zeminy údolní terasy Moravy byly ověřeny v podloží jemných náplavů GT 1f. Zároveň zde tvoří bazální vrstvu kvartérního pokryvu. Byly ověřeny ve všech vrtech v mocnosti 5.1 - 7.3 m. Strop štěrků byl ověřen nehluboko pod terénem v úrovni 0.5 - 1.7 m p. t., ve vrtu J-08 ojediněle až 2.7 m p. t. Báze štěrků se nachází v úrovni 203.3 - 204.8 m n. m.

Makroskopicky se jedná o převážně silně písčité, prachovité štěrky, šedohnědé, hnědé až hnědošedé barvy, zrna jsou dobře zaoblená, velikosti převážně do 4 cm, ojediněle až 10 cm. Obsahují hojné prachovitopísčité čočky o mocnosti nejčastěji 20 - 30 cm.

Štěrký jsou dle interpretace záznamů sond dynamické penetrace středně ulehlé až ulehlé. Při pohledu na záznamy aktuálně provedených sond J/DP-05 až J/DP-07 se, při nijak výrazně neměnné zrnitosti štěrků, výrazně odlišují 2 patra ve štěrcích - svrchní středně ulehlé, a spodní ulehlé o mocnosti cca 2.5 - 3.0 m. Aktuálně provedené sondy byly ovšem projektovány a provedeny pro úvodní ověření geologických poměrů ve špatně dostupné zalesněné oblasti na východ od trati a na poměrně malé ploše. Západní část oblasti není penetracemi prověřena vůbec. Ve vyšší etapě GTP doporučujeme plošně doplnit penetrační sondy do zájmové oblasti tak, aby případně mohl být upraven geotechnický model (ulehlá poloha štěrků v zóně deformace násypu vyústí v příznivější hodnoty sedání ve výpočtech).

4.2.7. GT 1m_p - marinní prachovitý jíl F7MH, pevný

Marinní miocenní jíly tvoří předkvartérní podloží v celé zájmové oblasti. Jíly byly ověřeny ve všech hlubších vrtech a sondách. Jejich mocnost ověřena nebyla, generelně se pohybuje v desítkách metrů, v závislosti na průběhu spodněkarbonského fundamentu. Stop jílu je poměrně vyrovnaný, nachází se v úrovni 7.2 - 8.4 m p. t. (203.3 - 204.8 m n. m).

Makroskopicky se jedná o světle zelenošedé vysoce plastické (ojediněle až velmi vysoce plastické) písčito-prachovité jíly s okrově hnědými ččkami, nevápnité, ve spodní části od cca 14 m jíly tmavě šedé, vápnité. Dle stupně konzistence se jedná o jíly monotónně pevné. Jíly jsou silně stlačitelné, nebezpečně až vysoce namrzavé, nelze vyloučit zvýšenou bobtnavost (nutno vyšetřit laboratorně ve vyšší etapě GTP).

4.3. Výpočty sedání násypu

V objednatelém dodaných řezech č. 5.2 (staničení km 0.170) a č. 5.3 (staničení km 0.265) byly provedeny předběžné výpočty pro vyhodnocení sedání násypů.

Výpočty sedání násypů byly prováděny programovým systémem GEO 5 od firmy FINE Ltd., umožňující realizaci výpočtu libovolných geometrických tvarů umělých i přirozených svahů a libovolného množství postupů výstavby násypů. Umožňuje zavést do výpočtu vliv konsolidace.

Modelování násypů bylo provedeno na základě předaných nepřevýšených příčných řezů s navrženými svahy násypu. Celý násyp byl následně modelován v programu GEO5. Geotechnický model v řezech je zobrazen v příloze č. 5.2 a č. 5.3.

V řezu násypu č. 5.2 (hodolanská strana) je šířka budoucí koruny násypu 13.5 m. Výška násypu v ose koruny je cca 9.3 m, na levé hraně koruny 9.6 m a na pravé hraně koruny 9.0 m. Sklony násypu jsou převzaty dle předaného příčného řezu. Na levém svahu je sklon násypu odstupňovaný, v pásnu do výšky 3 m ve sklonu 1 : 2.5, v pásnu od 3 m do 6 m ve sklonu 1 : 1.75 a v pásnu od 6 m a výše ve sklonu 1 : 1.5. Na pravém svahu je sklon násypu též odstupňovaný, v pásnu do výšky 3 m ve sklonu 1 : 2.5, v pásnu od 3 m a výše v jednotném sklonu 1 : 1.62.

V řezu násypu č. 5.3 (holická strana) je šířka budoucí koruny násypu 13.5 m. Výška násypu v ose koruny je cca 10.0 m, na levé hraně koruny 10.1 m a na pravé hraně koruny 9.8 m. Sklony násypu jsou převzaty dle předaného příčného řezu. Na levém svahu je sklon násypu odstupňovaný, v pásnu do výšky 3 m ve sklonu 1 : 2.5, v pásnu od 3 m a výše v jednotném sklonu 1 : 1.61. Na pravém svahu je sklon násypu též odstupňovaný, v pásnu do výšky 3 m ve sklonu 1 : 2.5, v pásnu od 3 m a výše v jednotném sklonu 1 : 1.62.

Vstupní geotechnické charakteristiky v podloží násypů jsou stanoveny na základě výsledků provedeného průzkumu v následující tabulce.

Hladina podzemní vody v případě řezu 5.2 se nachází v hloubce 2.0 až 2.8 m p.t., tj. v úrovni 209.0 - 209.7 m n. m. U řezu 5.3 se hladina podzemní vody nachází v hloubce 1.8 až 1.9 m p.t., tj. v úrovni 210.2 m n.m.

Výpočtový model uvažuje před budováním násypu s odstraněním svrchní vrstvy půdního horizontu v mocnosti 40 cm a její nahrazení šterkovitým materiálem.

Geotechnické poměry podloží lze charakterizovat jako složité vzhledem k přítomnosti stlačitelných jemnozrnných zemin v bezprostředním podloží obou násypů. S ohledem na výšku násypů (nad 3 m se jedná o stavbu náročnou) a čl. 5.2 ČSN 73 6133 lze stavbu násypu zařadit do 3. geotechnické kategorie (velmi vysoký násyp kategorie nad 9 m).

Tabulka č. 20. - Vstupní parametry geotechnických typů zemin v podloží násypů

| Geotechnický typ zeminy (GT) | | | 1f _T | 1f _P | 3f _S | 1m _P |
|------------------------------------|------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Zatřídění zeminy dle ČSN 73 6133 | | | F4CS | F6CL | G5 GC | F7 MH |
| Zatřídění zeminy dle ČSN EN 14 688 | | | grsaSi | clsaSi | sasiGr | Cl |
| Veličina | Symbol | Jednotka | | | | |
| Koeficient hydraulické vodivosti | k | m.s ⁻¹ | 4.8E-09 | 1.5E-08 | 6.0E-05 | 1.3E-09 |
| Modul deformace | E _{def} | MPa | 4.0 | 8.0 | 55.0 | 5.5 |
| Objemová tíha zeminy | γ _n | [kN.m ⁻³] | 19.8 | 20.8 | 19.5 | 19.7 |
| Efektivní úhel vnitřního tření | φ _{ef} | [°] | 22.0 | 21.0 | 31.0 | 20.0 |
| Efektivní soudržnost | c _{ef} | [kPa] | 14.0 | 20.0 | 2.0 | 14.0 |
| Poissonovo číslo | ν | [] | 0.35 | 0.40 | 0.30 | 0.40 |

Výstavba násypů bude provedena z vhodných materiálů dle ČSN 73 6133. Pro výpočet zadavatel materiály v této etapě prací blíže nespecifikoval, pro výpočet byly předběžně vzaty v úvahu materiály šterkovité (viz kap. 4.2.2.), jejichž parametry uvádíme v následující tabulce.

Tabulka č. 21. - Parametry sypaniny

| Veličina | k | γ_n | E_{def} | ϕ_{ef} | C_{ef} | v |
|-----------------|-------------------|-----------------------|-----------|-------------|----------|------|
| Jednotka | m.s ⁻¹ | [kN.m ⁻³] | MPa | [°] | [kPa] | [] |
| Materiál | | | | | | |
| násyp (Y/G3G-F) | 1.0E-04 | 19 | 95 | 35 | 1 | 0.25 |

4.3.1. Vyhodnocení výpočtů sedání

Výsledky výpočtů jsou v příloze č. 9 prezentovány grafickou formou, ukazující tvar násypových těles a rozhraní jednotlivých geotechnických vrstev v podloží násypu. Na modelu byly posuzovány celkové deformace po výstavbě násypu. Zatížení dopravou nebylo ve výpočtech v této fázi uvažováno. Modelový výpočet byl realizován ve výpočetních fázích:

- ♦ iniciační fáze budování (tj. stávající terén)
- ♦ fáze budování násypu,

Z vývoje sedání odpovídá modelový výpočet nepříznivým podmínkám v podloží násypu (málo propustné jemnozrnné zeminy). Po dokončení násypu a následných cca 30 dnů konsolidace, dosahuje celkové sedání v podloží hodnoty cca 238 mm u řezu 5.2 a v případě řezu 5.3 dosahuje sedání (bez sanačních opatření v podloží) hodnoty 282 mm. Vyšší hodnota sedání je kompenzována poměrně rychlou konsolidací násypových těles a možností následně upravit násypy do projektovaných výšek.

Modelově je vyhodnocována kumulativní hodnota sedání pro jednotlivé fáze výpočtu. Analyzované násypy na nepropustném, málo únosném jílovitém podloží lze zařadit do náročných staveb odpovídajících 3. geotechnické kategorii. Modelový výpočet dokumentuje proces konsolidace v podloží násypů.

Tabulka č. 22. - Výsledky výpočtů sedání podloží násypů

| Materiál násypů Y/G3G-F | | |
|--------------------------------|---------|---------|
| Sedání celkové (mm) | Řez 5.2 | Řez 5.3 |
| | 238 | 282 |
| Hloubka deformační zóny (m) | 42.4 | 44.4 |

Po finální volbě materiálu obou násypů, upřesnění harmonogramu sypaní, případně upřesnění parametrů zemin v podloží násypů v další fázi GTP bude nutný nový zpřesněný výpočet.

Vzhledem k výšce násypů a nevhodným jemnozrnným zeminám v podloží je nutno v další fázi GTP prověřit i stabilitu navržených sklonů násypů.

4.4. Geotechnické poměry

Geotechnické a hydrogeologické poměry jsou vyhodnoceny formou pasportů v následujících tabulkách.

Tabulka č. 23. - Geotechnické posouzení násypu N1 v km 0.000 - 0.178

| | | | |
|---|--|-------------------------------|-----------------------------|
| Objekt | Násyp N1 | | |
| Staničení (km) | 0.000 - 0.178 | | |
| Délka násypu (m) | 178 | | |
| Výška násypu (m) | 0.0 - 9.6 | | |
| Dokumentace | realizované vrtné sondy | J-10, J-01, J-02, J-03 | |
| | archivní vrt | - | |
| Materiál násypu | Předběžně PDK třídy Y/G3G-F. Bude upřesněno ve vyšší etapě GTP. Přechodové oblasti budou rovněž řešeny ve vyšší etapě GTP. | | |
| Geotechnické poměry v podloží násypu (charakteristiky GT viz tab. č. 18 v kap. 4.2) | GT | Třída ČSN 73 6133 | Mocnost (m) |
| | 0 | Y | - |
| | 1 _{OTV} | O/F5ML | 0.3 - 0.5 |
| | 1 _{fP} | F6CL, pevný | 0.0 - 0.9 |
| | 1 _{fT} | F4CS, tuhý | 0.0 - 0.3 |
| | 2 _{fS} | S4SM, středně ulehlý | - |
| | 3 _{fS} | G5GC, středně ulehlý - ulehlý | 5.7 - 7.0 |
| | 1 _{mP} | F7MH, pevný | > 7.6 |
| Hydrogeologická charakteristika | Ověřené úrovně hladiny podzemní vody: | | |
| | Vrt | naražená m p. t. (m. m. m.) | ustálená m p. t. (m. m. m.) |
| | J-10 | 3.0 (209.1) | 2.2 (209.9) |
| | J-01 | 2.8 (209.0) | 2.1 (209.7) |
| | J-02 | 2.0 (209.7) | 1.4 (210.3) |
| | J-03 | 1.8 (210.1) | 1.5 (210.4) |
| | Podzemní voda v úsecích ověřených vrtů nebude ovlivňovat zemní práce. | | |
| Vodní režim vozovky | Výška a materiál násypu bude dostatečný pro přerušení kapilárního výstupu - vodní režim difúzní (příznivý). | | |
| Sedání násypu | V km 0.170 byl proveden výpočet sedání násypu – viz příloha č. 9 a kap. 4.3. Maximálního sedání 23.8 cm bylo dosaženo již po 30 dnech konsolidace. | | |
| Geotechnická kategorie dle ČSN 73 6133 | 3 | | |
| Doporučená opatření | Zeminy GT1 _{fP} třídy F6CL / F4CS v podloží násypu jsou podmíněčně vhodné, mají však nevhodné vlastnosti - jsou silně stlačitelné, nebezpečně namrzavé, po nasycení vodou rozbíhavé. Jejich mocnost je do km 0.150 nízká, případně zcela chybí. Doporučení: | | |
| | <ul style="list-style-type: none">- po skrytí humózních hlín a obnažení pláně provést přehutnění podloží násypu (zeminy GT1_{fP} třídy F4CS / F6CL pevné konzistence) na D = 92% PS, položení separační geotextilie na kontakt jílu a sypaných materiálů. Obnaženou zemní pláň je třeba chránit před znehodnocením (klimatické vlivy, pojezdy vozidel).- Od staničení cca km 0.150 lze očekávat mírně vyšší mocnost zemin GT 1_f v podloží násypu - zřídit sanačně-konsolidační vrstvu výměnou zemin za kvalitní štěrkový materiál (f 0/63, PDK, tloušťka výměny předběžně dle doporučení ČSN 73 6133 bude 400 - 500 mm, odděleno separační geotextilií). Účinnost sanace podloží doporučujeme verifikovat na zkušebním poli a následně při stavbě zatěžovacími zkouškami (zemní pláň $E_{def,2} \geq 45$ MPa). | | |



| | |
|--|--|
| | <p>Povrchy svahů násypu vystavených erozi budou chráněny (např. rekultivací kulturní zeminou).</p> <p>V rámci budování násypu bude prováděn geotechnický monitoring. Jeho rozsah bude navržen ve vyšší etapě GTP.</p> <p>Sanační opatření budou upřesněna a podrobně specifikována ve vyšší etapě GTP.</p> |
|--|--|

Tabulka č. 24. - Geotechnické posouzení násypu N2 v km 0.252 - 0.468

| | | | |
|---|---|--------------------------------|--|
| Objekt | Násyp N2 | | |
| Staničení (km) | 0.252 - 0.468 | | |
| Délka násypu (m) | 216 | | |
| Výška násypu (m) | 10.2 - 0.0 | | |
| Dokumentace | realizované vrtné sondy | J/DP-06, J-DP/07, J-08, J-09 | |
| | archivní vrtý | - | |
| Materiál násypu | Předběžně PDK třídy Y/G3G-F. Bude upřesněno ve vyšší etapě GTP. Přejížděvací oblasti budou rovněž řešeny ve vyšší etapě GTP. | | |
| Geotechnické poměry v podloží násypu (charakteristiky GT viz tab. č. 18 v kap. 4.2) | GT | Třída ČSN 73 6133 | Mocnost (m) |
| | 0 | Y | 0.0 - 1.4 (dále četné haldy sutí na povrchu terénu, navážky s nízkou objemovou hmotností v okolí vrtu J-09 nutno odstranit) |
| | 1 _{OTV} | O/F5ML | 0.0 - 0.3 (mimo navážky) |
| | 1 _{fP} | F6CL, pevný | 1.6 - 0.0 (cca do km 0.335) |
| | 1 _{fT} | F4CS, tuhý | 0.0 - 0.6 (cca do km 0.335, v podloží navážky) |
| | 2 _{fs} | S4SM, středně ulehlý | 0.0 - 0.6 |
| | 3 _{fs} | G5GC, středně ulehlý - ulehlý | 5.1 - 6.2 |
| | 1 _{mP} | F7MH, pevný | > 5.9 |
| Hydrogeologická charakteristika | Ověřené úrovně hladiny podzemní vody: | | |
| | Vrt | naražená m p. t. (m. m. m.) | ustálená m p. t. (m. m. m.) |
| | J/DP-06 | | 1.9 (210.2) |
| | J/DP-07 | | 1.8 (210.2) |
| | J-08 | 2.8 (209.8) | 1.8 (210.8) |
| | Podzemní voda v úsecích ověřených vrtů nebude ovlivňovat zemní práce. | | |
| Vodní režim vozovky | Výška a materiál násypu bude dostatečný pro přerušení kapilárního výstupu - vodní režim difúzní (příznivý). | | |
| Sedání násypu | V km 0.265 byl proveden výpočet sedání násypu – viz příloha č. 9 a kap. 4.3. Maximálního sedání 28.28 cm bylo dosaženo již po 30 dnech konsolidace. | | |
| Geotechnická kategorie dle ČSN 73 6133 | 3 | | |
| Doporučená opatření | Zeminy GT1 _{fP} třídy F6CL / F4CS v podloží násypu jsou podmíněčně vhodné, mají však nevhodné vlastnosti - jsou silně stlačitelné, nebezpečně namrzavé, po nasycení vodou rozbíhavé. Doporučení: <ul style="list-style-type: none">- po skrytí humózních hlín a obnažení pláně provést přehutnění podloží násypu (zeminy GT1_{fP} třídy F4CS / F6CL pevné konzistence) na D = 92% PS, položení separační geotextilie na kontakt jílu a sypaných materiálů. Obnaženou zemní pláň je třeba chránit před znehodnocením (klimatické vlivy, pojezdy vozidel).- zřídit sanačně-konsolidační vrstvu výměnou zeminy za kvalitní šter | | |



| | |
|--|--|
| | <p>kový materiál (f 0/63, PDK, tloušťka výměny předběžně dle doporučení CSN 73 6133 bude 400 -500 mm, odděleno separační geotextilií).</p> <p>Účinnost sanace podloží doporučujeme verifikovat na zkušebním poli a následně při stavbě zatěžovacími zkouškami (zemní pláš $E_{def,2} \geq 45$ MPa). Povrchy svahů násypu vystavených erozi budou chráněny (např. rekultivací kulturní zeminou).</p> <p>V rámci budování násypu bude prováděn geotechnický monitoring. Jeho rozsah bude navržen ve vyšší etapě GTP.</p> <p>Sanační opatření budou upřesněna a podrobně specifikována ve vyšší etapě GTP.</p> |
|--|--|

Tabulka č. 25. - Geotechnické posouzení mostu SO 201 v km 0.220

| | | | | | | |
|--|--|--------------------------------|--|--------------------------------|-------|-----------|
| Objekt | SO 201 | | | | | |
| Staničení (km) | 0.220 | | | | | |
| L (m) | 67.22 | | | | | |
| Dokumentace | realizované vrtné sondy | | J-03 („hodolanská“ opěra O1) J-04 (podpěra P2) J/DP-05 (podpěra P3) J/DP-06, J/DP-07 („holická“ opěra O4) | | | |
| | archivní vrtý | | - | | | |
| Geotechnické poměry (charakteristiky GT viz tab. č. 18 v kap. 4.2) | GT | Třída ČSN 73 6133 | Mocnost (m) | | | |
| | | | O1 | P2 | P3 | O4 |
| | 0 | Y | - | - | 1.7 | - |
| | 1 _{OTV} | O/F5ML | 0.3 | 0.3 | - | 0.3 |
| | 1 _{fP} | F6CL, pevný | 0.9 | 0.2 | - | 1.1 - 1.8 |
| | 1 _{fT} | F4CS, tuhý | 0.3 | - | - | 0.0 - 0.8 |
| | 2 _{fS} | S4SM, středně ulehlý | - | 0.3 | - | - |
| | 3 _{fS} | G5GC, středně ulehlý - ulehlý | 6.9 | 7.2 | 6.8 | 6.2 - 6.1 |
| | 1 _{mP} | F7MH, pevný | > 6.6 | > 7.9 | > 5.5 | > 8.1 |
| Základová půda objektu | <p>Založení objektu mostu doporučujeme jako <u>hlubinné</u> na vrtaných pilotách, plovoucích, s vetknutím do prostředí pevných jílu GT 1_{mP}. Jejich povrch se nachází v úrovni cca 8.4 - 7.8 m p. t. (203.3 - 204.8 m n. m). Definitivní délku pilot (min. 12.0 m) musí stanovit statik výpočtem, s použitím hodnot fyzikálně-mechanických vlastností jednotlivých GT zemin, jež jsou součástí této zprávy.</p> <p>Alternativně je možno uvažovat o vetknutí pilot do spodní části štěrku GT 3_{fS} (cca 2 m nad jejich bází), které dle penetračních zkoušek nabývají vyšší ulehlosti (předpoklad je nutno ověřit penetračními zkouškami i v místě O1 a P2 ve vyšší etapě GTP).</p> <p>Vyhodnocení korozního průzkumu je uvedeno v příloze č. 12.</p> | | | | | |
| Hydrogeologická charakteristika | Ověřené úrovně hladiny podzemní vody: | | | | | |
| | Vrt | naražená m p. t. (m. m. m.) | | ustálená m p. t. (m. m. m.) | | |
| | J/DP-06 | | | 1.9 (210.2) | | |
| | J/DP-07 | | | 1.8 (210.2) | | |
| | J-08 | 2.8 (209.8) | | 1.8 (210.8) | | |
| | Podzemní voda v úsecích ověřených vrtů bude ovlivňovat stavební práce a trvale hlubinnou základovou konstrukci mostu. | | | | | |
| | Podzemní voda je provedených laboratorních analýz a ČSN EN 206+A1 slabě agresivní (XA1) na beton vlivem obsahu agresivního CO ₂ (viz příloha č. 8). Podzemní voda je provedených laboratorních analýz a ČSN 03 8375 | | | | | |



| | |
|---|--|
| | velmi vysoce agresivní na ocel vlivem konduktivity a vlivem obsahu agresivního CO ₂ (viz příloha č. 8). |
| Geotechnická kategorie dle ČSN 73 6133 | 3 |

4.5. Vyhodnocení vsakovacích zkoušek

Provedenou vsakovací zkouškou na sondách J-09 a J-10 bylo ověřováno, zda jsou polohy štěrků v oblasti uvažovaného vsakovacího objektu schopny jímat vsakované vody.

Vyhodnocení vsakovací zkoušky bylo provedeno dle rovnice:

$$K_v = Q_{zk} / A_{zk}$$

kde:

K_v - koeficient vsaku ($m \cdot s^{-1}$),

Q_{zk} - přítok vody do zasakovacího objektu (průzkumný vrt) v průběhu zkoušky ($m^3 \cdot s^{-1}$),

A_{zk} - zkušební vsakovací plocha během zkoušky (m^2).

Koeficient vsaku K_v charakterizuje vsakovací schopnost prostředí zkoumané a používá se ve výpočtech při návrhu vsakovacího zařízení. Průběh vsaku je dokumentován v příloze č. 10.

Tabulka č. 26. - Shrnutí výsledků vsakovací zkoušky ve vrtu J-09

| Vrt J-09 | | | | | | | | |
|---|--------------|--------|----------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------|--|----------------------|
| čas měření (min) | interval (s) | rozdíl | pokles hladiny | výška sloupce vody ve vrtu (m) | objem (m ³) | vsak (m ³ /s) | Q _{zk} = přítok (m ³ /s) | K _v (m/s) |
| 0 | 0 | | | 2.010 | | | | |
| 0.5 | 30 | 30 | 0.060 | 1.95 | 1.06E-03 | 3.53E-05 | 6.283E-05 | 5.000E-05 |
| 1 | 60 | 30 | 0.030 | 1.92 | 5.30E-04 | 1.77E-05 | 3.142E-05 | 2.538E-05 |
| 2 | 120 | 60 | 0.060 | 1.86 | 1.06E-03 | 1.77E-05 | 3.142E-05 | 2.618E-05 |
| 3 | 180 | 60 | 0.040 | 1.82 | 7.07E-04 | 1.18E-05 | 2.094E-05 | 1.783E-05 |
| 4 | 240 | 60 | 0.030 | 1.79 | 5.30E-04 | 8.84E-06 | 1.571E-05 | 1.359E-05 |
| 5 | 300 | 60 | 0.040 | 1.75 | 7.07E-04 | 1.18E-05 | 2.094E-05 | 1.852E-05 |
| 7 | 420 | 120 | 0.050 | 1.7 | 8.84E-04 | 7.36E-06 | 1.309E-05 | 1.190E-05 |
| 10 | 600 | 180 | 0.070 | 1.63 | 1.24E-03 | 6.87E-06 | 1.222E-05 | 1.157E-05 |
| 15 | 900 | 300 | 0.080 | 1.55 | 1.41E-03 | 4.71E-06 | 8.378E-06 | 8.333E-06 |
| 20 | 1200 | 300 | 0.040 | 1.51 | 7.07E-04 | 2.36E-06 | 4.189E-06 | 4.274E-06 |
| 25 | 1500 | 300 | 0.020 | 1.49 | 3.53E-04 | 1.18E-06 | 2.094E-06 | 2.165E-06 |
| 30 | 1800 | 300 | 0.020 | 1.47 | 3.53E-04 | 1.18E-06 | 2.094E-06 | 2.193E-06 |
| 45 | 2700 | 900 | 0.040 | 1.43 | 7.07E-04 | 7.85E-07 | 1.396E-06 | 1.502E-06 |
| 60 | 3600 | 900 | 0.030 | 1.4 | 5.30E-04 | 5.89E-07 | 1.047E-06 | 1.149E-06 |
| 75 | 4500 | 900 | 0.030 | 1.37 | 5.30E-04 | 5.89E-07 | 1.047E-06 | 1.174E-06 |
| 90 | 5400 | 900 | 0.030 | 1.34 | 5.30E-04 | 5.89E-07 | 1.047E-06 | 1.199E-06 |
| | | | | | | | průměr (m/s) | 1.23E-05 |
| Vsakovací zkouška ve vrtu J9, ve dne 17.09.2018 | | | | | | | | |
| hloubka vrtu | | | | m p.t. | 2 | | | |
| úroveň báze vrtu | | | | m n.m. | 210.51 | | | |



| | | |
|--|-------------------|-----------------|
| úroveň terénu | m n.m. | 212.04 |
| průměr vrtu | m | 0.2 |
| výška vodního sloupce v sondě před započítáním zkoušky | m | 2.01 |
| hloubka zeminového prostředí vhodného pro vsak (od terénu) | m | 0.50 |
| Koeficient vsaku kv (medián) | m.s ⁻¹ | 1.23E-05 |

Tabulka č. 27. - Shrnutí výsledků vsakovací zkoušky ve vrtu J-10

| Vrt J10 vsak - Olomouc - náhrada přejezdu P6532 | | | | | | | | |
|--|-------------------|--------|-----------------|--------------------------------|------------|-------------|---------------------|-----------------|
| čas měření (min) | interval (s) | rozdíl | pokles hladiny | výška sloupce vody ve vrtu (m) | objem (m3) | vsak (m3/s) | Qzk = přítok (m3/s) | Kv (m/s) |
| 0 | 0 | | | 1.300 | | | | |
| 0.5 | 30 | 30 | 0.020 | 1.28 | 3.53E-04 | 1.18E-05 | 2.094E-05 | 2.506E-05 |
| 1 | 60 | 30 | 0.030 | 1.25 | 5.30E-04 | 1.77E-05 | 3.142E-05 | 3.846E-05 |
| 2 | 120 | 60 | 0.040 | 1.21 | 7.07E-04 | 1.18E-05 | 2.094E-05 | 2.646E-05 |
| 3 | 180 | 60 | 0.040 | 1.17 | 7.07E-04 | 1.18E-05 | 2.094E-05 | 2.732E-05 |
| 4 | 240 | 60 | 0.030 | 1.14 | 5.30E-04 | 8.84E-06 | 1.571E-05 | 2.101E-05 |
| 5 | 300 | 60 | 0.030 | 1.11 | 5.30E-04 | 8.84E-06 | 1.571E-05 | 2.155E-05 |
| 7 | 420 | 120 | 0.060 | 1.05 | 1.06E-03 | 8.84E-06 | 1.571E-05 | 2.273E-05 |
| 10 | 600 | 180 | 0.060 | 0.99 | 1.06E-03 | 5.89E-06 | 1.047E-05 | 1.603E-05 |
| 15 | 900 | 300 | 0.090 | 0.9 | 1.59E-03 | 5.30E-06 | 9.425E-06 | 1.579E-05 |
| 20 | 1200 | 300 | 0.070 | 0.83 | 1.24E-03 | 4.12E-06 | 7.330E-06 | 1.326E-05 |
| 25 | 1500 | 300 | 0.050 | 0.78 | 8.84E-04 | 2.95E-06 | 5.236E-06 | 1.004E-05 |
| 30 | 1800 | 300 | 0.050 | 0.73 | 8.84E-04 | 2.95E-06 | 5.236E-06 | 1.068E-05 |
| 45 | 2700 | 900 | 0.100 | 0.63 | 1.77E-03 | 1.96E-06 | 3.491E-06 | 8.170E-06 |
| 60 | 3600 | 900 | 0.070 | 0.56 | 1.24E-03 | 1.37E-06 | 2.443E-06 | 6.375E-06 |
| 75 | 4500 | 900 | 0.010 | 0.55 | 1.77E-04 | 1.96E-07 | 3.491E-07 | 9.259E-07 |
| | | | | | | | průměr (m/s) | 1.76E-05 |
| Vsakovací zkouška ve vrtu J10, ve dnech 17.9.2018 | | | | | | | | |
| hloubka vrtu | m p.t. | | 1.53 | | | | | |
| úroveň báze vrtu | m n.m. | | 210.56 | | | | | |
| úroveň terénu | m n.m. | | 212.09 | | | | | |
| průměr vrtu | m | | 0.2 | | | | | |
| výška vodního sloupce v sondě před započítáním zkoušky | m | | 1.3 | | | | | |
| hloubka zeminového prostředí vhodného pro vsak (od terénu) | m | | 0.50 | | | | | |
| Koeficient vsaku kv (medián) | m.s ⁻¹ | | 1.76E-05 | | | | | |

Geologické podmínky pro vsakování jsou jednoduché, prostředí lze hodnotit za **vhodné pro vsakování**. Na lokalitě bude nezbytné vybudovat vhodný prostor - nejlépe plošně rozsáhlý průleh na obou stranách mostního objektu, kde budou vody z objektu (mostovky) vsakovány.



4.6. Vyhodnocení kontaminace území

4.6.1. Analýzy zemín

Analytické rozborů vzorků zemín odebraných z jádra vrtů - tj. z převážně původního prostředí, **vyhověly limitům odpadové legislativy** (Vyhláška č. 294/2005 o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady). To znamená, že tyto zeminy (vrt J/DP-07) mohou být po vytěžení uloženy na skládku ostatního odpadu S-OO. Zeminy z vrtu J/DP-06 vyhovují požadavkům na obsah škodlivin v odpadech využívaných na povrchu terénu, a není tedy nutné je odtěžovat a přemisťovat z lokality.

Při rekognoskaci lokality bylo zjištěno, že východně od trati bylo v minulosti (dle stáří náletu) na terén navezeno množství materiálu - jednotlivé hromady objemem zhruba odpovídajícím objemu ložné plochy nákladního auta, viz obr. č. 3. Při prohlídce tohoto materiálu nebyla organolepticky zaznamenána přítomnost kontaminace. Po odstranění náletových dřevin a očištění terénu před plánovanou výstavbou doporučujeme odběr 10 ks vzorků (odhadem cca z každé páté hromady) a jejich analýzy v rozsahu Vyhlášky č. 294/2005 Sb. tab. 10.1, a ve dvou případech i tab. 10.2. Výsledky těchto analýz jednoznačně určí, zda daný materiál je při výstavbě možné rozhrnout a ponechat na lokalitě nebo jej odvézt z lokality na příslušnou skládku.

Tabulka č. 28. - Výsledky analytických rozborů zemín

| Označení vzorku | | J/DP-07 0.0 - 1.5 m | Limitní hodnota |
|-----------------|----------|------------------------|--------------------|
| Číslo vzorku | | 4204 | Vyhl. č. 294/2005 |
| Datum odběru | | 24.10.2018 | Sb. tab. 2.1/IIb |
| Ukazatel | jednotka | | |
| pH | * | 8.5 | min.6 |
| RL (105°C) | mg/l | 136 | 6000 |
| As | mg/l | 0.036 | 0.2 |
| Ba | mg/l | 1.42 | 10 |
| Cd | mg/l | <0.005 | 0.1 |
| Cr (celk.) | mg/l | <0.100 | 1 |
| Cu | mg/l | 0.298 | 5 |
| Hg | mg/l | 0.0002 | 0.02 |
| Mo | mg/l | <0.500 | 1 |
| Ni | mg/l | 0.056 | 1 |
| Pb | mg/l | 0.478 | 1 |
| Sb | mg/l | <0.004 | 0.07 |
| Se | mg/l | <0.004 | 0.05 |
| Zn | mg/l | 0.181 | 5 |
| DOC | mg/l | 8.87 | 80 |
| fluoridy | mg/l | 1.26 | 1500 |
| chloridy | mg/l | 11.80 | 15 |
| sírany | mg/l | 18.70 | 2000 |

| Označení vzorku | | J/DP-06 0.0 - 1.5 m | Limitní hodnota |
|-----------------|------------|------------------------|--------------------|
| Číslo vzorku | | 4203 | Vyhl. č. 294/2005 |
| Datum odběru | | 24.10.2018 | Sb. tab. 10.1 |
| Ukazatel | jednotka | | |
| As | mg/kg suš. | 9.1 | 10 |
| Cd | mg/kg suš. | <0.183 | 1 |
| Cr | mg/kg suš. | 40.9 | 200 |
| Hg | mg/kg suš. | 0.056 | 0.8 |
| Ni | mg/kg suš. | 22.5 | 80 |
| Pb | mg/kg suš. | 14 | 100 |
| V | mg/kg suš. | <48.9 | 180 |
| suma PCB | mg/kg suš. | <0.05 | 0.2 |
| Suma PAU | mg/kg suš. | 0.087 | 6 |
| EOX | mg/kg suš. | <0.75 | 1 |
| suma BTEX | mg/kg suš. | <0.25 | 0.4 |
| C10-C40 | mg/kg suš. | <200 | 300 |

4.6.2. Analýzy podzemní vody

Analytické rozborů vzorků podzemní vody ověřily oproti limitům vyhlášky č. 5/2011 Sb. (Vyhláška o vymezení hydrogeologických rajonů a útvarů podzemních vod, způsobu hodnocení stavu podzemních vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu podzemních vod) zvýšené hodnoty **amonných iontů a uhlovodíků**. Zvýšené hodnoty amonných iontů byly ověřeny ve vzorku z vrtu J-04 na západní straně trati. Míra překročení povoleného limitu je však zanedbatelná a má nejspíše původ v zemědělské činnosti a přítomnosti blízké zástavby proti generálnímu směru toku podzemní vody.



Vyšší hodnoty uhlovodíků byly ověřeny ve vrtu J-08 na východní straně trati. Míra překročení je zde již výraznější než u amonných iontů, avšak není alarmující. Původ kontaminace nelze vzhledem k jednomu výsledku jednoznačně stanovit. Lze předpokládat, že má spojitost s původním využitím lokality nebo s kvalitou navezeného materiálu - viz předchozí kapitola týkající se analýzy kontaminace zemin.

V případě čerpání podzemní vody v průběhu realizace stavby (ze stavebních jam) **doporučujeme** věnovat kvalitě podzemní vody (obsahu uhlovodíků C10- C40) zvýšenou pozornost.

Tabulka č. 29. - Výsledky analytických rozborů podzemní vody

| Označení vzorku | | J-04 | J-08 | Limitní hodnota Vyhl. č. 5/2011 Sb. |
|----------------------|----------|------------|------------|--|
| Číslo vzorku | | 4232 | 4033 | |
| Datum odběru | | 19.10.2018 | 19.10.2018 | |
| Ukazatel | jednotka | | | |
| pH | | 7.0 | 7.1 | * |
| konduktivita | mS/m | 76.4 | 75.7 | * |
| KNK-4,5 | mmol/l | 4.3 | 4.2 | * |
| ZNK-4,5 | mmol/l | 0 | 0 | * |
| amonné ionty | mg/l | 0.86 | 0.19 | 0.5 |
| hydrogenuhličitaný | mg/l | 262 | 256 | * |
| tvrdost | mmol/l | 3.23 | 2.52 | * |
| Ca | mg/l | 91.0 | 73.2 | * |
| Mg | mg/l | 23.3 | 16.7 | * |
| uhličitaný | mg/l | 0 | 0 | * |
| CO2 agresivní | mg/l | 19.8 | 15.4 | * |
| chloridy | mg/l | 69.3 | 86.5 | 200 |
| sírany | mg/l | 82.7 | 60.3 | 400 |
| hydroxidové ionty | mg/l | 0 | 0 | * |
| tvrdost vápenatá | mmol/l | 2.27 | 1.83 | * |
| tvrdost hořečnatá | mmol/l | 0.96 | 0.69 | * |
| tvrdost uhličitanová | mmol/l | 4.3 | 4.2 | * |
| uhlovodíky C10-C40 | mg/l | <0.1 | 1.1 | 0.1 |

Pozn. : Vyhláška limit nestanovuje

5. ZÁVĚR

Předkládaná závěrečná zpráva hodnotí výsledky předběžného geotechnického průzkumu „Náhrada přejezdu P6532 v km 204.392 na trati Přerov - Olomouc“. Průzkum byl provedený podle požadavků objednatele. Ve zprávě jsou popsány geologické, hydrogeologické, inženýrskogeologické a další údaje charakterizující přírodní a geotechnické poměry v trase. Zeminy v trase jsou podrobně popsány a klasifikovány podle platných norem s důrazem na klasifikaci pro silniční účely. Ze zemin zastižených v trase bylo vyčleněno 8 geotechnických typů. Jejich charakteristika, včetně fyzikálně-mechanických parametrů je uvedena v kap. č. 4.2.

Celá zpráva je doplněna souborem příloh, které přehledně dokumentují a prezentují dosažené výsledky.

6. LITERATURA

Textové podklady

- [1] JETEL, Ján. *Určování hydraulických parametrů hornin hydrodynamickými zkouškami ve vrtech*. Praha: Ústřední ústav geologický, 1982.
- [2] CHLUPÁČ, Ivo et al. *Geologická minulost České republiky*. 1. Vydání. Praha: Academia, 2002. ISBN 80-200-0914-0.
- [3] OLMER, Miroslav et al. *Hydrogeologická rajonizace České republiky*. In Sborník geologických věd č. 23. Praha: Česká geologická služba, 2006. ISBN 80-7075-660-8.
- [4] Vyhláška č. 393/2010 Sb. o oblastech povodí.
- [5] BÍNA, Jan, Demek, Jaromír. *Z nížin do hor*. Praha: Academia, 2012. ISBN 978-80-200-2026-0.

Mapové podklady

- [6] *Soubor map fyzicko-geografické regionalizace ČSR, 1 : 500 000*. Brno: Geografický ústav ČSAV, Brno, 1976.
 - a. CZUDEK, Tadeáš. *Regionální členění reliéfu ČSR*. Brno, 1976
 - b. BALATKA, Břetislav, CZUDEK, Tadeáš. *Typologické členění reliéfu ČSR*. Brno, 1971.
 - c. QUITT, Evžen. *Klimatické oblasti ČSR*. Brno, 1975.
 - d. VLČEK, V. *Regiony povrchových vod v ČSR*. Brno, 1971.
 - e. KRÍŽ, Hubert. *Regiony mělkých podzemních vod v ČSR*. Brno, 1971.
- [7] *Soubor geologických a účelových map. 1 : 50 000*. [online]. Praha: Česká geologická služba, 2018 [citováno 07.05.2018]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/index.php>
- [8] *Informace z databáze ČGS-Geofundu*. [online]. Praha: Česká geologická služba, 2018 [citováno 07.05.2018]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/app/gdo/>
- [9] *Registr svahových nestabilit*. [online]. Praha: Česká geologická služba, 2018 [citováno 07.05.2018]. Dostupné z: https://mapy.geology.cz/svahove_nestability/
- [10] *Hydroekologický informační systém*. [online]. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., 2018 [citováno 07.05.2018]. Dostupné z: <http://heis.vuv.cz>
- [11] *Síť monitoringu povrchových vod* [online]. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2018 [citováno 07.05.2018]. Dostupné z: <http://hydro.chmi.cz/hydro/>
- [12] *Kontaminovaná místa* [online]. Praha: Cenia, 2018 [citováno 07.05.2018]. Dostupné z <https://kontaminace.cenia.cz/>
- [13] *Půda v mapách* [online]. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v. v. i., 2018 [citováno 07.05.2018]. Dostupné z: <http://mapy.vumop.cz/>