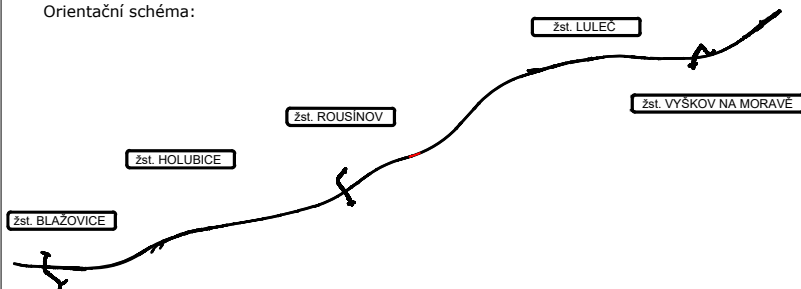




Jiná ověření:

Paré:

Orientační schéma:





Razítko oprávněné osoby:


Podpis:

Datum:

| | | | |
|---------|-------------|-----------------------------------|----------------------|
| Revize: | Datum: | Popis: | Kontroloval: |
| 000 | 14. 5. 2022 | Definitivní odevzdání dokumentace | Ing. Josef Rychtecký |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | |
|---------------------|---|---|
| Stavebník/Investor: | Správa železnic, státní organizace |  SPRÁVA ŽELEZNIC |
| Adresa: | Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1 | |
| Zástupce investora: | Stavební správa východ | |
| Adresa: | Nerudova 773/1, 779 00 Olomouc | |

| | | |
|---------------------|---|--|
| Zhotovitel díla: | Společnost AFRY CZ + SUDOP B |  |
| Adresa: Kontakt: | Magistrů 1275/13, 140 00 Praha 4 T: +420 277 005 500 E: afrycz@afry.com | |

| | | |
|---------------------|---|---|
| Zhotovitel objektu: | Společnost AFRY CZ |  |
| Adresa: Kontakt: | Magistrů 1275/13, 140 00 Praha 4 T: +420 277 005 500 E: afrycz@afry.com | |

| | | | |
|--------------------------|---------------------|--------------|----------------------|
| Hlavní projektant (HIP): | Ing. Radoslav Molák | Specialista: | Ing. Josef Rychtecký |
|--------------------------|---------------------|--------------|----------------------|

| | | |
|----------------------------|--|--|
| Název stavby/akce: | Modernizace trati Brno - Přerov, 2. stavba Blažovice - Vyškov | Označení investora: S621500587 |
| | | Označení zhotovitele: 21064-01-0722 |
| Název části: | Tunely | Označení části: D.2.1.7 |
| Název objektu/dílčí části: | t.ú. Rousínov - Luleč, Habrovanský tunel | Označení objektu/komplexu: SO 27-40-01 |
| Název přílohy: | Technická zpráva | Číslo přílohy: 1.001 |
| Název dílčí části přílohy: | - | |
| Odpovědný projektant: | Zpracovatel přílohy: | Měřítko: - |
| Ing. Tomáš Chytil | Kolektiv | Formáty: - |
| Kraj: | Katastrální území: | TUDU: |
| Jihomoravský | Habrovany [636401] | 2301 10 |
| | | Smluvní datum zpracování: 14. 7. 2022 |

| | | | | | |
|---|---|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------|-----------------|
| Označení investora: S 6 2 1 5 0 0 5 8 7 | Stupeň dokumentace: Část: - D Ú R X - D 2 1 0 7 | Objekt: - S O 2 7 4 0 0 1 - X X | Podobojekt: - 1 - 0 0 1 - 0 0 0 | Příloha: - 1 - 0 0 1 - 0 0 0 | Revize: - 0 0 0 |
|---|---|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------|-----------------|

Zhotovitel:
AFRY CZ s.r.o.

Datum:
07/2022

Zastoupený:
Ivo Šimek

Číslo zakázky:
21064-01-0722

Autorský kolektiv:
Eliška Pilařová
Michal Steiner
Filip Rozmánek

Kontrola:
Josef Rychtecký

Objednatel:
Správa železnic, s.o.
Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1

Zastoupený:
Stavební správa východ
Nerudova 773/1, 779 00 Olomouc

MODERNIZACE TRATI BRNO – PŘEROV, 2. STAVBA BLAŽOVICE - VYŠKOV

TECHNICKÁ ZPRÁVA

SO 27-40-01 T.Ú. ROUSÍNOV - LULEČ, HABROVANSKÝ TUNEL

OBSAH

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE | 5 |
| 1.1 | HLAVNÍ SPECIALISTÉ ZPRACOVÁVAJÍCÍ SO | 5 |
| 2 | PŘEDMĚT DOKUMENTACE | 6 |
| 2.1 | ZÁKLADNÍ ÚDAJE O STAVBĚ | 6 |
| 2.2 | ROZSAH A PODMÍNKY PLATNOSTI | 6 |
| 3 | SEZNAM ZKRATEK | 8 |
| 4 | REFERENČNÉ DOKUMENTY | 11 |
| 4.1 | SEZNAM NOREM A PŘEDPISŮ POUŽITÝCH PŘI ZPRACOVÁNÍ PD | 11 |
| 4.2 | SEZNAM PODKLADŮ A DALŠÍCH REFERENČNÍCH DOKUMENTŮ | 12 |
| 4.3 | SEZNAM PŘÍLOH K TZ | 13 |
| 4.4 | SEZNAM PŘÍLOH SO | 13 |
| 4.5 | SEZNAM PŘÍLOH PD ÚZCE SOUVISEJÍCÍCH SE SO TUNELU | 13 |
| 4.6 | SEZNAM SO ÚZCE SOUVISEJÍCÍCH SE SO TUNELU | 13 |
| 4.7 | SEZNAM PS ÚZCE SOUVISEJÍCÍCH SE SO TUNELU | 14 |
| 5 | UŽITÁ TERMINOLOGIE | 15 |
| 6 | IG A HG POMĚRY | 16 |
| 6.1 | GEOGRAFICKÉ POMĚRY | 16 |
| 6.2 | GEOLOGICKÉ POMĚRY | 16 |
| 6.3 | HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY | 17 |
| 6.4 | GEOTECHNICKÉ POMĚRY | 17 |
| 6.4.1 | Fyzikálně-mechanické vlastnosti zemin | 17 |
| 6.4.2 | Podzemní voda | 18 |
| 7 | STAVEBNÍ ŘEŠENÍ TUNELU | 19 |
| 7.1 | ZÁKLADNÍ INFORMACE | 19 |
| 7.2 | SMĚROVÉ ŘEŠENÍ V TUNELU A PŘÍLEHLÝCH ÚSECÍCH | 19 |
| 7.3 | VÝŠKOVÉ ŘEŠENÍ V TUNELU A PŘÍLEHLÝCH ÚSECÍCH | 19 |
| 7.4 | PŘÍČNÝ ŘEZ | 19 |
| 7.4.1 | Základní informace | 19 |
| 7.5 | HLOUBENÝ TUNEL | 19 |
| 7.5.1 | Stavební jáma | 20 |
| 7.5.2 | Tunelové ostění | 20 |
| 7.6 | HYDROIZOLACE | 20 |
| 7.7 | VNITŘNÍ VYBAVENÍ TUNELU | 20 |
| 7.7.1 | Stavební vybavení tunelu | 20 |
| 7.7.2 | Technologické vybavení tunelu | 21 |
| 7.8 | ZÁSYPY A TRVALÉ PORTÁLY | 22 |
| 7.9 | PŘIDRUŽENÉ STAVEBNÍ OBJEKTY | 23 |
| 7.9.1 | Technologický objekt u vjezdového portálu (SO 27-72-01 [66]) | 23 |
| 7.9.2 | Účelové komunikace | 25 |
| 8 | MATERIÁLOVÁ SPECIFIKACE | 26 |
| 8.1 | STŘÍKANÝ BETON | 26 |

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 8.2 | PODKLADNÍ A VÝPLŇOVÝ BETON | 26 |
| 8.3 | ŽB PRO TRVALÉ NOSNÉ KONSTRUKCE..... | 26 |
| 8.4 | BETONÁŘSKÁ OCEL..... | 26 |
| 8.5 | HI FÓLIE A OCHRANNÁ VRSTVA | 26 |
| 9 | POSTUP VÝSTAVBY | 27 |
| 9.1 | ZÁKLADNÍ PRINCIPY POV..... | 27 |
| 9.1.1 | Přístupové cesty k ZS | 27 |
| 9.1.2 | Popis staveniště..... | 28 |
| 9.1.3 | Zjednodušená chronologie výstavby | 29 |
| 9.1.4 | Odhadovaná doba výstavby | 29 |
| 9.2 | VÝSTAVBA HLOUBENÉHO TUNELU..... | 29 |
| 10 | BILANCE ZEMNÍCH PRACÍ | 31 |
| 11 | KVALITATIVNÍ VYHODNOCENÍ RIZIK SPOJENÝCH S VÝSTAVBOU | 32 |
| 11.1 | POSOUZENÍ RIZIKA PŘI VÝSTAVBĚ TUNELU | 32 |
| 11.2 | METODIKA HODNOCENÍ RIZIK | 32 |
| 11.3 | ZÁVĚRY PLYNOUCÍ Z RA | 35 |
| 12 | DOPORUČENÍ PRO NAVAZUJÍCÍ STUPEŇ PD | 36 |
| 12.1 | POŽADAVKY NA IGP | 36 |
| 12.1.1 | Obecné požadavky | 36 |
| 12.1.2 | Hustota sond..... | 36 |
| 12.1.3 | Indexové zkoušky | 36 |
| 12.1.4 | Neodvodněná smyková pevnost..... | 36 |
| 12.1.5 | Presiometrické zkoušky | 36 |
| 12.1.6 | Piezometrický profil..... | 37 |
| 12.1.7 | Zkoušky stlačitelnosti | 37 |
| 12.1.8 | Zkoušky efektivní smykové pevnosti | 37 |
| 12.1.9 | Korozní průzkum | 37 |
| 12.1.10..... | Další požadavky na doprůzkum | |

SEZNAM TABULEK

| | |
|---|----|
| Tabulka 1 - Délka tunelu | 19 |
| Tabulka 2 - Odhad délky výstavby Habrovanského tunelu | 29 |
| Tabulka 3 - Závažnost dopadu rizik S | 32 |
| Tabulka 4 - Pravděpodobnost výskytu rizikových událostí V | 33 |
| Tabulka 5 - Míra rizika | 33 |
| Tabulka 6 - Vysvětlivky k míře rizika..... | 33 |
| Tabulka 7 - Hodnocení rizik spojených s výstavbou SO..... | 34 |

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|--|----|
| Obrázek 1 - Situace Habrovanského tunelu | 16 |
| Obrázek 2 - Schéma POV | 28 |

1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Stavba: **Modernizace trati Brno-Přerov, 2.stavba Blažovice-Vyškov**
 Stupeň dokumentace: Dokumentace pro územní rozhodnutí (DUR)
 Část: Železniční tunely
 Číslo části: D.2.1.7
 Objednatel: **Správa železnic, státní organizace**
 Stavební správa východ
 Nerudova 773/1, 779 00 Olomouc
 Zástupce objednatele: Ing. Martin Morávek (MoravekMa@spravazeleznic.cz, tel. 720 965 395)
 Zhotovitel (GP): **AFRY CZ s.r.o.**
 Magistrů 1275/13, 140 00 Praha 4
 IČO: 45306605
 DIČ: CZ45306605
 Zapsaný v OR vedeném u Městského soudu v Praze, spisová značka C 8073
 Hl. inž. projektu (HIP): Ing. Radoslav Molák (rmolak@sudop-brno.cz, tel. 972 625 051)
 Stavební objekty: **SO 27-40-01 t. ú. Rousínov - Luleč, Habrovanský tunel**
 Projektant SO: **AFRY CZ s.r.o.**

1.1 HLAVNÍ SPECIALISTÉ ZPRACOVÁVAJÍCÍ SO

| | |
|--|----------------------------------|
| Garant, specialista profese tunely: | Ing. Josef Rychtecký |
| Odpovědný projektant SO: | Ing. Tomáš Chytil |
| Projektant SO: | Ing. Michal Steiner, |
| | Ing. Eliška Pilařová, |
| | Bc. Filip Rozmánek |
| Specialista PBŘ: | Ing. Zdeňka Kubištová |
| Tunely PBŘ: | doc. Ing. Miloš Kvarčák |
| GTP a STP: | Mgr. Vladislava Matoušová |
| Garant, specialista profese koleje: | Ing. Petr Rotschein |
| Garant prof. trakční vedení: | Radim Cíkl |
| Garant sdělovací a inf. zařízení: | Ing. Jindřich Kintr |
| Garant, specialista silnoproudá tech. vč. DŘT: | Ing. Jan Zářecký |
| Trafostanice VN / NN: | Ing. Jan Zářecký |
| Rozvodna NN + náhr. zdroj: | Ing. Jan Zářecký |
| Rozvody NN a osvětlení: | Ing. Jan Zářecký |
| Specialista radiové spojení GSM-R: | Ing. Josef Naništa |
| Uzemnění TTS 22/0,4 kV: | Ing. Jan Zářecký |
| Garant pozemní komunikace: | Ing. Petr Pištek |
| Garant potrubní ved. (plynovod) | Ing. Daniela Šimkovičová |
| Garant potrubní ved. (kan., voda) | Ing. Daniela Šimkovičová |
| Garant, specialista pozemní stavební objekty: | Ing. Stanislav Kašpárek |

2 PŘEDMĚT DOKUMENTACE

2.1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O STAVBĚ

Modernizace trati Brno-Přerov, 2. stavba Blažovice-Vyškov, bude řešit zdvoukolejnění stávající jednokolejné (elektrizované) železniční tratě s její výraznou modernizací na $v_{\max} = 200$ km/h. Bude dosažena třída zatížitelnosti D4 a prostorová průchodnost tratě podle ložné míry UIC GC. Všechny železniční přejezdy budou zrušeny a nahrazeny mimoúrovňovými kříženími. Ostrovní nástupiště budou spojena s výpravní budovou podchody s umožněním přístupu osobám se sníženou pohyblivostí a orientací. Bude zaveden systém ERTMS (tj. ETCS L2 vč. GSM-R).

Železniční spojení Brno – Přerov (jehož součástí je i úsek Blažovice – Vyškov) je uvedeno v „Rozhodnutí č.884/2004/EC, příloha III“ Evropské unie a patří k přednostním projektům v rámci železniční osy č. 23 „Gdaňsk – Varšava – Brno/Bratislava – Vídeň“.

Trať Blažovice – Vyškov je částí celostátní dráhy Brno – Veselí č. 340 a Brno – Přerov č. 300. Trakce je zde závislá systému TT 25 kV 50 Hz. Traťová třída zatížení je D4. Zároveň se jedná o součást sítě TEN-T (osobní doprava – hlavní, nákladní doprava – globální).

Správcem infrastruktury je Správa železnic, OŘ Brno. Stavba obsahuje tyto dopravní: žst. Blažovice, žst. Holubice, žst. Rousínov, žst. Luleč a žst. Vyškov na Moravě.

Rozsah stavby je dán schválenou variantou M2 Studie proveditelnosti Modernizace trati Brno-Přerov. Začátek 2. stavby je situován v t.ú. Šlapanice - Blažovice v cca km 23,900 a konec v žst. Vyškov na Moravě v cca km 45,952.

2.2 ROZSAH A PODMÍNKY PLATNOSTI

Tato technická zpráva se zabývá návrhem a technickým popisem Habrovanského tunelu (SO 27-40-01: „t.ú. Rousínov - Luleč, Habrovanský tunel“) navrženého jako část 2. stavby *Blažovice - Vyškov, Modernizace trati Brno-Přerov*. Míra i přesnost detailu návrhu odpovídá stupni DUR, ve kterém je projekt zpracován. Všechny dimenze, specifikace materiálu a technické údaje jsou pouze přibližné a budou dále upřesňovány a optimalizovány v rámci navazujících stupňů PD.

Vjezdový portál tunelu se nachází v km 34,987 300 a výjezdový portál se nachází v km 35,265 300 – délka tunelu činí 278 m. Zářez před tunelem, který navazuje na svah portálu je součástí železničního spodku. Kabely včetně vlastního kabelovodu se šachtami nejsou součástí tunelu – součástí tunelu je výplňový beton kolem kabelovodu. Přesuny hmot z překladiště v Rousínově a jejich likvidace nejsou součástí SO tunelu, ale SO 00-94-02 [70]. Odvoz vytěžené spraše pro uložení do násypů / zásypů sousedních staveb je součástí SO tunelu, ale dovoz spraše určené pro zpětné zásypy SO tunelu není součástí SO tunelu, ale součástí SO, ze kterého je materiál odvážen.

Z pohledu příčného řezu do SO 27-40-01 spadají pouze stavební konstrukce, nikoli technologické vybavení (např. u elektrického vedení jsou součástí SO kabelové chráničky zabetonované v chodnicích po stranách, ale ne kabelové vedení uložené v těchto chráničkách). Součástí SO není ani železniční svršek (šterkové lože je součástí SO železničního svršku, ale součástí SO tunelu je spádová vrstva pod šterkovým ložem, postranní tunelová stoka a betonové chodníky).

Seznam všech příloh dokumentace SO je uveden v kap. [38] a seznam příloh k této TZ v kap. 4.3. Podklady a další referenční dokumenty, které byly použity pro zpracování dokumentace jsou uvedeny v kap. 4.2. Normy a předpisy, které byly využity při návrhu technického řešení, jsou uvedeny v kap. 4.1. Zkratky použité v textu jsou uvedeny a vysvětleny v kap. 3 na str. 8. Užší význam obecných technických termínů, platný pro tuto TZ je popsán v kap. 5 na str. 15.

Tato PD je zpracována na základě obdržených podkladů (viz kap. 4.2) a je podmíněna dodržením navržených pracovních postupů a splněním požadavků na navržené konstrukce a použité materiály uvedených v této dokumentaci, referenčních dokumentech (viz kap. 4.1), příp. dalších platných

normách, předpisech a vyhláškách. Pokud dojde k technickým úpravám souvisejících SO (např. změna návrhové rychlosti, železničního svršku apod.) nebo k zjištění nyní neznámých skutečností upravujících okrajové podmínky návrhu (např. detekce významné pískové čočky v prostoru budoucích ražeb), je nutno provést kontrolu a opravu technického řešení SO.

Při realizaci díla je nutno dodržovat veškeré požadavky na ochranu ŽP a požadavky na BOZP stanovené v této PD nebo v jiných platných normách, předpisech a vyhláškách.

3 SEZNAM ZKRATEK

- **BOZP** – Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
- **BTS** – Základová převodní stanice (Base Transceiver Station) na šíření mobilního signálu
- **CKT** – Celozávitové kotevní tyče
- **čl.** – Článek
- **č.z.** – Číslo zakázky
- **BP** – Bodové pole
- **BZS** – Báňská záchranná služba
- **D** – Průměr výrubu tunelu (Diameter)
- **DDTS** – Dálková diagnostika technologických systémů
- **DŘT** – Dispečerská řídicí technika
- **DSP** – Projektová dokumentace pro vydání stavební povolení
- **DOs** – Definitivní ostění
- **DOÚO** – Dálkové ovládání úsekových odpojovačů
- **DOZ** – Dálkové ovládání zabezpečovacího zařízení
- **DUPS** – Dokumentace pro vydání společného povolení
- **DUR** – Dokumentace pro vydání rozhodnutí o umístění stavby
- **ED** – Elektrodispečer / Elektrodispečink
- **EX** – Extenzometrické měření
- **EZS** – Elektronická zabezpečovací signalizace
- **GB** – Geodetický bod
- **GP** – Generální projektant
- **GPK** – Geometrická poloha koleje
- **GSM** – Mobilní telefonní systém (Global System for Mobile Communications)
- **GTM** – Geotechnický monitoring
- **GTP** – Geotechnický průzkum
- **HG** – Hydrogeologický
- **HPV** – Hladina podzemní vody
- **HI** – Hydroizolace / Hydroizolační
- **HMG** – Harmonogram
- **HTV** – Hydrostatický tlak vody
- **HV** – Hydrogeologický vrt
- **HZS** – Hasičský záchranný sbor
- **IG** – Inženýrsko-geologický
- **IGP** – Inženýrsko-geologický průzkum
- **IN** – Investiční náklady
- **IS** – Inženýrské sítě
- **ISO** – Systém řízení dle předpisů Mezinárodní organizace pro normalizaci (International Organization for Standardization)
- **IKM** – Inklinometrické měření
- **IZS** – Integrovaný záchranný systém
- **kap.** – kapitola
- **KČ** – kolej číslo
- **KD** – Kombinovaná doprava
- **KHU** – Kvazihomogenní úsek
- **KTPO** – Klíčový trezor požární ochrany
- **LDSŽ** – lokální distribuční soustava železnice
- **LTT** – Levá tunelová trouba
- **MP** – Mikropilota / mikropiloty / mikropilotový
- **NN** – Nízké napětí
- **NRTM** – Nová rakouská tunelovací metoda

- **nžkm** – nový železniční kilometr
- **odst.** – odstavec
- **OŘ** – Oblastní ředitelství
- **PB** – Prostý beton (beton nevyztužený, příp. beton s rozptýlenou výztuží)
- **PBŘ** – Požárně bezpečnostní řešení
- **PD** – Projektová dokumentace / Dokumentace
- **PDPS** – Projektová dokumentace pro provádění stavby
- **PHM** – Pohonné hmoty
- **pís.** – písmeno
- **PK** – Pozemní komunikace
- **PO** – Požární ochrana
- **POs** – Primární ostění
- **POV** – Projekt organizace výstavby
- **PP** – Polypropylen
- **PS** – Provozní soubor
- **PTT** – Pravá tunelová trouba
- **RA** – Riziková analýza
- **RAMO** – Rada monitoringu
- **RDS** – Realizační dokumentace stavby
- **RP** – Rychlostní pásmo
- **RS** – Rozvodná síť
- **RZS** – Rozvaděč zajištěné sítě
- **SCL** – Ostění ze stříkaného betonu (Sprayed Concrete Lining)
- **SB** – Stříkaný beton
- **S-JTSK** – Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální
- **SO** – Stavební objekt
- **s.o.** – státní organizace
- **SoD** – Smlouva o dílo
- **SOK** – Svislá osa koleje
- **SP** – Sdružený profil (I.SP, II.SP, III.SP)
- **STP** – Stavebně-technický průzkum
- **SZZ** – Staniční zabezpečovací zařízení
- **TB** – Trigonometrický bod / Trigonometrické body
- **TDS** – Technický dozor stavitele
- **TEN-T** – Transevropská dopravní síť (Trans-European Transport Networks)
- **TK** – Temeno kolejnice
- **tl.** – tloušťka / tloušťky
- **tm** – tunel-metr
- **TNK** – Technická normalizační komise
- **TO** – Technologický objekt
- **TP** – Technické podmínky
- **TS** – Trakční sloup
- **TT** – Tunelová trouba
- **TTS** – Traťová transformační stanice
- **t.ú.** – traťový úsek
- **TV** – Trakční vedení
- **TZ** – Technická zpráva
- **TZZ** – Traťové zabezpečovací zařízení
- **UIC GC** – Prostorová průchodnost „C“ definována Mezinárodní železniční unií pro střední Evropu (Union Internationale des Chemins de Fer, Loading Gauge C)
- **UKK** – Ukolejnění kovových konstrukcí
- **UT** – Upravený terén

- **VKV** – Velmi krátké vlny
- **VN** – Vysoké napětí
- **VSMP** – Volný schůdný a manipulační prostor
- **Z-GC** – Průjezdny průřez základní (dle [17], kap. 5.1)
- **ZS** – Zařízení staveniště
- **ZZEE** – Záložní zdroje elektrické energie
- **ŽB** – Železobeton / Železobetonový
- **ŽP** – Životní prostředí
- **žst.** – železniční stanice

4 REFERENČNÉ DOKUMENTY

4.1 SEZNAM NOREM A PŘEDPISŮ POUŽITÝCH PŘI ZPRACOVÁNÍ PD

- [1] **ČD S 5/4**: Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí; České dráhy; Schváleno rozhodnutím GŘ Českých drah dne 4.7.2001 (č.j.: 57909/2001-O13); účinnost od 11/2001
- [2] **ČD Ž1**: Železniční spodek, Vzorový list železničního spodku, Základní rozměry pláň tělesa železničního spodku; České dráhy, schváleno dne 29.8.2001 (č.j.: 58.986/2001-O13); Účinnost od 4/2002
- [3] **ČD Ž2**: Železniční spodek, Vzorový list železničního spodku, Zemní těleso; České dráhy, schváleno dne 27.12.2001 (č.j.: 58.986/2001-O13); účinnost od 1.4.2002
- [4] **ČD Ž3**: Železniční spodek, Vzorový list železničního spodku, Odvodňovací zařízení; České dráhy, schváleno dne 29.8.2001 (č.j.: 58.986/2001-O13); účinnost od 4/2002
- [5] **ČSN EN 10080** (421039): Ocel pro výztuž do betonu – Svařitelná betonářská ocel – Všeobecně; Český normalizační institut; Praha; 8/2006
- [6] **ČSN EN 14487-1** (732431): Stříkaný beton - Část 1: Definice, specifikace a shoda; Český normalizační institut; 8/2006
- [7] **ČSN EN 1990** (73 0002); Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí; Český normalizační institut; Praha; 2/2011
- [8] **ČSN EN 1992-1-1 ed.2** (731201); Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby; Český normalizační institut; 11/2019
- [9] **ČSN EN 1997-1** (731000); Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla; Český normalizační institut; 9/2006
- [10] **ČSN EN 1998-1** (73 0036); Eurokód 8: Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení – část 1: Obecná pravidla, seizmická zatížení a pravidla pro pozemní stavby; Český normalizační institut; 09/2006
- [11] **ČSN EN 206+A2** (732403): Beton: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda; Český normalizační institut; Svaz výrobců betonu ČR/TNK 36 Betonové konstrukce; 10/2021
- [12] **ČSN 42 0139**: Ocel pro výztuž do betonu – Svařitelná betonářská ocel žebříková a hladká; Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví; 06/2011
- [13] **ČSN 03 8375** (038375): Ochrana kovových potrubí uložených v půdě nebo ve vodě proti korozi; Federální úřad pro normalizaci a měření; Schválena 12/1986
- [14] **ČSN P 73 2404** (732404): Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda – Doplnující informace; Svaz výrobců betonu ČR/TNK 36 Betonové konstrukce/SK 1 Technologie betonu; 12/2021
- [15] **ČSN 73 3050** (733050): Zemné práce. Všeobecné ustanovenia; účinnost 09/1987 – 02/2010 (nahrazena normou ČSN 73 6133)
- [16] **ČSN 73 6133** (7336133): Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací; TNK 41 Geotechnika, TNK 147 Navrhování a provádění vozovek a zemních těles; Ing. Vladimír Kuchta, CSc., Ing. Dana Bedřichová; Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví; 02/2010
- [17] **ČSN 73 6320** (736320): Prostorová průchodnost na dráze celostátní, dráhách regionálních a místních a vlečkách normálního rozchodu - Národní požadavky; SŽDC s.o./TNK141 Železnice; 2/2019
- [18] **ČSN 73 7508** (737508): Železniční tunely, Český normalizační institut, 2002

- [19] **ÖNORM B 2203-1**: Práce v podzemí – smlouva o provedení díla; Část 1: Cyklické ražby (konvenční tunelování), český překlad anglické verze 2001-12-01 – edice: Dokumenty české tunelářské asociace ITA-AITES; Česká tunelářská asociace ITA-AITES; 10/2011;
- [20] **ÖGG**: Richtlinie für die Kostenermittlung Projekte der Verkehrsinfrastruktur; Österreichische Gesellschaft für Geomechanik; Austria; 2005
- [21] **Prohlášení o dráze celostátní a regionální**; SŽDC; č.j. S 45850/2015-SŽDC-O12; Účinnost od 12/2015
- [22] **TKP 3**: Technické kvalitativní podmínky staveb českých drah, Kapitola 3 – Zemní práce; třetí aktualizované vydání, změna č. 6; SŽDC, s.o., Technická ústředna dopravní cesty; Praha, schváleno 4/2008 (účinnost od 1.7.2008)
- [23] **TKP 17**: Technické kvalitativní podmínky staveb českých drah, Kapitola 17 - Beton pro konstrukce; ; třetí aktualizované vydání, změna č. 8; SŽDC, s.o., Technická ústředna dopravní cesty; Praha, schváleno 3/2013 (účinnost od 1.5.2013)
- [24] **TKP 18**: Technické kvalitativní podmínky staveb českých drah, Kapitola 18 – Betonové mosty a konstrukce; třetí aktualizované vydání, změna č. 8; SŽDC, s.o., Technická ústředna dopravní cesty; Praha, schváleno 3/2013 (účinnost od 1.5.2013)
- [25] **TKP 20**: Technické kvalitativní podmínky staveb českých drah, Kapitola 20 – Tunely; třetí aktualizované vydání, změna č.2; České dráhy, s.o., divize Dopravní cesty, o.z.; Praha; 2001 (účinnost od 01/2002)
- [26] **TKP 24**: Technické kvalitativní podmínky staveb českých drah, Kapitola 24 – Zvláštní zakládání; třetí aktualizované vydání, změna č.4; České dráhy, a.s., Technická ústředna dopravní cesty; Praha; 2003 (účinnost od 12/2003)
- [27] **TP ČBS 04**: Technická pravidla České betonářské společnosti č. 04 – Vodonepropustné betonové konstrukce; 2015
- [28] **TP 124**: Základní ochranná opatření pro omezení vlivu bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové konstrukce pozemních komunikace; Technické podmínky; Ministerstvo dopravy, odbor infrastruktury; schváleno dne 17.12. 2008 (MD – OI čj. 1092/08-910-IPK/1); Praha, 1/2009
- [29] **TSI 1303/2014**: Nařízení komise EU č. 1303/2014 ze dne 18. listopadu 2014 o technické specifikaci pro interoperabilitu týkající se „bezpečnosti v železničních tunelech“ železničního systému Evropské unie; Úřední věstník Evropské unie; 12/2014
- [30] **Vyhláška č. 55/1996 Sb.**: Vyhláška Českého báňského úřadu o požadavcích k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a bezpečnosti provozu při činnosti prováděné hornickým způsobem v podzemí; Únor 1996
- [31] **Vyhláška č. 265/2012 Sb.**: Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 55/1996 Sb., o požadavcích k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a bez provozu při činnosti prováděné hornickým způsobem v podzemí; 07/2012
- [32] **Vzorový list – světlý tunelový průřez dvoukolejného tunelu**; SŽDC s.o.; Úč. od 02/2012

4.2 SEZNAM PODKLADŮ A DALŠÍCH REFERENČNÍCH DOKUMENTŮ

- [33] **Studie proveditelnosti**; Modernizace trati Brno-Přerov, verze 06/2015; zpracovatel SUDOP BRNO, spol. s r.o.; 06/2015
- [34] **Přípravná dokumentace**; Modernizace trati Brno-Přerov, I. etapa Blažovice-Nezamyslice; SUDOP BRNO, spol. s r.o.; 11/2009
- [35] **Návrh na revizi konceptu technického řešení ražených tunelů**; Brno – Přerov, 2. a 3. stavba; SUDOP PRAHA a.s., Ing. Michal Uhrin, Ing. Tomáš Zítka, Praha 11/2017

- [36] **Porovnání variant železničních tunelů**; Modernizace trati Brno-Přerov, 2. stavba Blažovice – Vyškov, Modernizace trati Brno-Přerov, 3. stavba Vyškov-Nezamyslice; SUDOP BRNO, spol. s r.o. & SUDOP PRAHA a.s.; Ing. Radoslav Molák, Ing. Tomáš Zítka, Ing. Petr Rotschein; Praha 06/2018
- [37] **Předběžný geotechnický průzkum**; Modernizace trati Brno-Přerov, I. Etapa Blažovice -Nezamyslice, SO 16-20-01, Habrovanský tunel, Ostrava, 03/2009

4.3 SEZNAM PŘÍLOH K TZ

- [38] **Příloha 1**: Zásady požárně bezpečnostního řešení stavby
- [39] **Příloha 2**: Zjednodušené statické výpočty
- [40] **Příloha 3**: Předběžný geotechnický průzkum - TZ
- [41] **Příloha 4**: Záznamy z porad
- [42] **Příloha 5**: Konferenční projednání

4.4 SEZNAM PŘÍLOH SO

- [43] **001**: Technická zpráva
- [44] **101**: Situace
- [45] **102**: Situace staveniště
- [46] **201**: Podélný řez - kolej č.1
- [47] **301**: Vzorový příčný řez
- [48] **302**: Vzorový příčný řez v místě výklenku
- [49] **401**: Charakteristické příčné řezy
- [50] **501**: Architektonický návrh portálů
- [51] **503**: Výkres portálového bloku

4.5 SEZNAM PŘÍLOH PD ÚZCE SOUVISEJÍCÍCH SE SO TUNELU

- [52] **B.1: Souhrnná technická zpráva**; Ing. Radoslav Molák
- [53] **B.3.2: Dendrologický průzkum**; Mgr. Gabriela Růžičkov
- [54] **B.5: Odpadové hospodářství**; Mgr. Gabriela Růžičkov
- [55] **B.8.1: Stavební postupy výstavby**; Ing. Josef Ferenc
- [56] **G.1: Náklady a ekonomické hodnocení**; Ing. Renata Stará
- [57] **J.1.5: Geotechnický a stavebnětechnický průzkum**; Mgr. Vladislava Matoušová

4.6 SEZNAM SO ÚZCE SOUVISEJÍCÍCH SE SO TUNELU

- [58] **SO 27-11-01: Rousínov-Luleč, železniční spodek před Habrovanským tunelem**; část PD: D.2.1.1; zpracovatel: Ing. Pavol Pukluš, SUDOP BRNO, spol. s r.o.
- [59] **SO 27-11-02: Rousínov-Luleč, železniční spodek za Habrovanským tunelem**; část PD: D.2.1.1; zpracovatel: Ing. Pavol Pukluš, SUDOP BRNO, spol. s r.o.
- [60] **SO 27-10-01: Rousínov-Luleč, železniční svršek**; část PD: D.2.1.1; zpracovatel: Ing. Pavol Pukluš, SUDOP BRNO, spol. s r.o.
- [61] **SO 27-30-02: t.ú. Rousínov-Luleč, ochrana sdělovacích kabelů cizích operátorů**; část PD: D.2.1.5.1; zpracovatel: Ing. Martin Kotačka, Infotel spol. s r.o.

- [62] **SO 27-31-01: t.ú. Rousínov-Luleč, kanalizace pro drážní objekty;** část PD: D.2.1.6.1; zpracovatel: Ing. Daniela Šimkovičová, SUDOP BRNO, spol. s r.o.
- [63] **SO 27-40-02: t.ú. Rousínov-Luleč, Habrovanský tunel, geotechnický monitoring;** část PD: D.2.1.7; zpracovatel: Ing. Tomáš Chytil, AFRY CZ, s.r.o.
- [64] **SO 26-50-06: žst. Rousínov, souběžné komunikace vlevo trati;** část PD: D.2.1.8; zpracovatel: Ing. Petr Pištek, Dopravní projektování, spol. s r.o.
- [65] **SO 27-50-02: t.ú. Rousínov-Luleč, přístup k V portálu Habrovanského tunelu;** část PD: D.2.1.8.1; zpracovatel: Ing. Jan Krupička, Dopravní projektování, spol. s r.o.
- [66] **SO 27-72-01: t.ú. Rousínov-Luleč, Habrovanský tunel, technologický domek;** část PD: D.2.2.1; zpracovatel: Ing. arch. Robert Rosecký, SUDOP BRNO, spol.s r.o.
- [67] **SO 27-86-01: Habrovanský tunel, rozvody NN a osvětlení;** část PD: D.2.3.6; zpracovatel: Ing. Jan Zářecký, SUDOP BRNO, spol. s r.o.
- [68] **SO 27-87-01: t.ú. Rousínov-Luleč, UKK;** část PD: D.2.3.7; zpracovatel: Radim Cíkl, SUDOP BRNO, spol. s.r.o.
- [69] **SO 27-88-01: Habrovanský tunel, uzemnění technologické budovy;** část PD: D.2.3.8; zpracovatel: Ing. Jan Zářecký, SUDOP BRNO, spol. s r.o.
- [70] **SO 00-94-02: Likvidace přebytkového štěrku a zeminy;** část PD: D.2.4.1; zpracovatel: Ing. Petr Rotschein, Ing. Josef Ferenc, SUDOP BRNO, spol. s r.o.
- [71] **SO 27-33-01: t.ú. Rousínov-Luleč, plynovody;** část PD: D.2.1.6.3; zpracovatel: Ing. Bohdan Plch, SUDOP BRNO, spol. s.r.o.
- [72] **SO 27-33-02: t.ú. Rousínov-Luleč, přeložky plynovodů VTL;** část PD: D.2.1.6.3; zpracovatel: Ing. Bohdan Plch, SUDOP BRNO, spol. s.r.o.
- [73] **SO 27-86-02: t.ú. Rousínov-Luleč, kabel 22 kV;** část PD: D.2.3.6; zpracovatel: Ing. Jan Zářecký, SUDOP BRNO, spol. s r.o.

4.7 SEZNAM PS ÚZCE SOUVISEJÍCÍCH SE SO TUNELU

- [74] **PS 27-02-41: Habrovanský tunel, PZTS;** část PD: D.1.2.4; zpracovatel: Ing. Lukáš Bari, SUDOP BRNO, spol. s.r.o.
- [75] **PS 27-02-71: Habrovanský tunel, sdělovací zařízení;** část PD: D.1.2.7; zpracovatel: Bc. Petr Tomášek, SUDOP BRNO, spol. s.r.o.
- [76] **PS 27-02-72: Habrovanský tunel, kamerový systém;** část PD: D.1.2.7; zpracovatel: Ing. Tomáš Matula, SUDOP BRNO, spol. s.r.o.
- [77] **PS 27-03-11: Habrovanský tunel, DŘT;** část PD: D.1.3.1; zpracovatel: AFRY CZ, s.r.o.
- [78] **PS 27-03-51: Habrovanský tunel, TTS 22/0,4kV;** část PD: D.1.3.5; zpracovatel: Ing. Vítězslav Šimáček, SUDOP BRNO, spol. s r.o.
- [79] **PS 27-03-71: Habrovanský tunel, rozvodna NN;** část PD: D.1.3.7; zpracovatel: Ing. Vítězslav Šimáček, SUDOP BRNO, spol. s r.o.
- [80] **PS 27-03-72: Habrovanský tunel, náhradní zdroj;** část PD: D.1.3.7; zpracovatel: Ing. Vítězslav Šimáček, SUDOP BRNO, spol. s r.o.
- [81] **PS 27-02-91: t.ú. Rousínov-Luleč, GSM-R;** část PD: D.1.2.9; zpracovatel: Ing. Petr Tomášek, SUDOP BRNO, spol. s r.o.
- [82] **PS 27-02-51: t.ú. Rousínov-Luleč, traťový kabel;** část PD: D.1.2.5; zpracovatel: Ing. Jindřich Kintr, SUDOP BRNO, spol. s r.o.

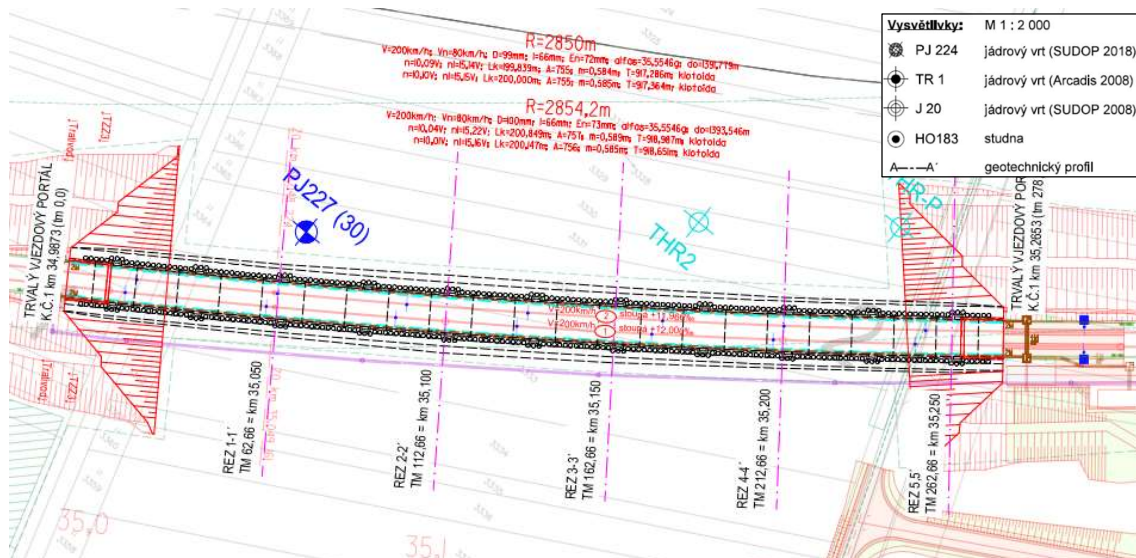
5 UŽITÁ TERMINOLOGIE

- observační metoda
 - způsob návrhu a nebo řízení výstavby, kdy jsou výsledky systematického sledování GTM používány přímo jako podklad pro rozhodnutí o dalším postupu výstavby nebo pro úpravu projektu (je definována v Eurocodu 7);
 - jedná se o proces, který uznává a akceptuje přirozená omezení dostupných informací a řídí rizika s tím související; všechny odchylky od očekávaného chování jsou pečlivě sledovány a vyhodnocovány; to v praxi znamená, že během výstavby jsou prováděna různá měření geotechnického monitoringu (jedná se především o měření deformací výrubu resp. deformací POs a dokumentaci jednotlivých čeleb); zastižené a dokumentované geologické a geotechnické podmínky jsou porovnávány s předpoklady zavedenými v návrhu ražby tunelu; v případě změny geotechnických a geologických podmínek nebo odlišné odezvy horninového masivu na ražbu tunelu je postup ražby upraven;
 - tento přístup umožňuje volit vhodné postupy a v souvislosti s tím optimalizovat i investiční náročnost ražby, ale stejně tak zajistit větší bezpečnost prováděných ražeb;
 - právě pružnost použití a možnost přizpůsobení postupu ražby skutečně zastiženým podmínkám lze považovat za největší výhodu této metody.
- tunelové ostění
 - ostění z monolitického ŽB (nebo PB) s trvalou nosnou funkcí (návrhová životnost zpravidla 100 let);

6 IG A HG POMĚRY

Účelem této kapitoly je shrnout informace z provedených průzkumů. Základní dokument popisující geologické poměry v zájmovém území je *Závěrečná zpráva z Předběžného geotechnického průzkumu* [37]. V roce 2018 byl proveden doplňkový IG průzkum, který původní předpoklady potvrdil.

Obrázek 1 - Situace Habrovanského tunelu



6.1 GEOGRAFICKÉ POMĚRY

Habrovanský tunel se nachází mezi obcemi Komořany a Habrovany v katastrálním území Habrovany, okres Vyškov. Zájmové území se z hlediska geomorfologických jednotek nachází v celku Vyškovská brána, která představuje poměrně úzkou, JZ-SV směrem protáhlou sníženinu, spojující Dyjsko-svratecký úval s úvalem Hornomoravským. Terén v navrhované trase tunelu je zvlněný s nadmořskou výškou 276 – 287 m.n.m.

Lokalita náleží hydrologicky dílčímu povodí III. řádu 4-15-03 (Svratka od Svitavy po Jihlavu), v němž přirozenou hydrografickou osou území je říčka Rakovec. Zájmové území je odvodňováno Havrovanským potokem, což je pravostranný přítok Rakovce.

6.2 GEOLOGICKÉ POMĚRY

Vyškovská brána je tektonického původu. Její neogenní uloženiny jsou součástí sedimentární výplně karpatské předhlubně, která jako mohutná asymetrická pánev vznikla na styku Českého masívu a Karpatské soustavy.

Neogén je ve Vyškovské bráně zastoupen svrchním stupněm miocénu, tortonem, jehož mocnost, závislá v první řadě na členitosti předneogenního podloží, obecně směrem k JV narůstá až na hodnoty několika set metrů.

Okolí zájmového prostoru je tvořeno neogenními vápnitými jíly, zde reprezentovanými jíly s vysokou až extrémně vysokou plasticitou, pevné konzistence. Jíly jsou proměnlivě písčité a obsahují písčité vložky a laminy, které jsou většinou zvodnělé.

6.3 HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Z hydrogeologického hlediska je pro Vyškovskou brázdou charakteristický značně členitý reliéf předneogenního podloží, tektonika a z toho vyplývající rychlé a časté změny v mocnostech i litologii miocenních hornin. Nejdůležitější kolektorská souvrství zde představují badenská klastika při severním a jižním okraji Vyškovské brány, v nichž jsou zvodně s volným i napjatým režimem proudění, artéská zvodně bazálních klastik centrální vyškovské deprese a zvodnělé písčité polohy v badenských jílech.

Význam soudržných neogenních jílu, které jsou pro pohyb podzemní vody prakticky nepropustné, tkví zejména v jejich funkci izolační, ať již to jsou izolátory počevní nebo stropní, podmiňující artéské napětí zvodní ve svém podloží.

V oblastech, kde psamitické a psefitické neogenní sedimentace vycházejí až na povrch nebo leží přímo pod kvartérními uloženinami, je hlavním zdrojem dotace přímý vsak atmosférických srážek, případně infiltrace povrchových vod. Mnohdy se tak vytvářejí spojené zvodně kvartérních a neogenních kolektorů. Hlubší zvodněné polohy, překryté nepropustnými pelity, pak jsou doplňovány po tektonických liniích, jimiž je voda po vsaku v okolních kulmských horninách z okrajové části Českého masívu drenována do spodnobadenských kolektorů. Komunikace zvodní, uzavřených v nepropustných jílových souvrstvích, bývá značně problematická a podzemní vody zde získávají charakter vod stagnujících.

6.4 GEOTECHNICKÉ POMĚRY

6.4.1 Fyzikálně-mechanické vlastnosti zemín

Průzkumnými pracemi byly v prostoru projektovaného tunelu ověřeny následující geotechnické typy zemín:

- **spraše** tvořené jíly se střední plasticitou, tuhé až pevné konzistence
- **jíly štěrkovité**, tuhé až pevné (miocenního stáří)
- **miocenní jíly** s vysokou až velmi vysokou plasticitou, pevné konzistence

6.4.1.1 Spraše

Spraše byly ověřeny pouze v vrtech u portálů. Mocnost spraší dosahovala 2.1 – 5.0 m. Jsou zde tvořeny jíly se střední plasticitou, tuhé až pevné konzistence, tmavě žluté až žlutohnědé barvy, s bílými povlaky uhličitánu vápenatého. Spraše jsou při kontaktu s vodou náchylné k prosedání.

Z hlediska těžitelnosti spadají uvedené zeminy do 2. až 3. třídy (dle [14]) nebo do třídy I dle [22], kap. 3.3.2 nebo revidované [16].

Spraše jsou za sucha vhodné do násypových těles bez úpravy za předpokladu, že jejich přirozená vlhkost nepřekračuje vlhkost optimální o +2 %. Pokud jsou převlhčené, lze je velmi dobře upravit vápnem a použít do násypových těles. Pokud bude přirozená vlhkost spraší nižší než vlhkost optimální o víc jak 2 %, bude nutné je přivlhčit. Tento proces je však pomalejší než snižování vlhkosti vápnem. Po přivlhčení bude nutné zeminy promísit frézou, aby došlo k rovnoměrnému rozdělení vlhkosti.

6.4.1.2 Jíly štěrkovité

Vrtem THR-P byly v úrovni 2.8-3.6 m p.t. (283.5-282.7 m n.m.) ověřeny jíly štěrkovité miocenního stáří s podílem písku, s neopracovanými valouny o velikosti do 7 cm, s tuhou až pevnou výplní. Z této polohy nebyl odebrán vzorek. Makroskopicky byly uvedené zeminy zařazeny do jílu štěrkovitých (F2 CG).

Z hlediska těžitelnosti spadají uvedené zeminy do 3. třídy (dle [14]) nebo do třídy I dle [22], kap. 3.3.2 nebo revidované [16].

6.4.1.3 Miocénní jíly

Miocénní jíly byly na lokalitě ověřeny pod vrstvou kvartérních sedimentů (spraše). V místě vrtu THR1 vrstva spraší chybí, miocénní jíly zde byly zastíženy od hloubky 0.2 m (pod vrstvou humózní hlíny).

Miocénní sedimenty mají charakter jílu s vysokou až velmi vysokou plasticitou (F8 CH, CV). Ve vrtu THR1 v hloubce 7.5-7.8 m byly zjištěny jíly s extrémně vysokou plasticitou (F8 CE). Na rozdíl od ostatních tunelových staveb nebyly u tunelu Habrovany zjištěny zeminy charakteru hlín. Jíly jsou pevné konzistence, shora šedožluté, níže pak tmavě šedé barvy. Jednotlivými průzkumnými vrtly v nich byly ověřeny poměrně časté vložky zvodnělých písků o mocnosti do 10 cm, které se vyskytují nepravidelně v profilu vrtů.

Hodnota modulu deformace u miocénních jílu a hlín roste se vzdáleností od rozhraní kvartér miocén. V doporučených hodnotách je proto zonální rozdělení hodnot modulu deformace v závislosti na vzdálenosti od rozhraní kvartér – miocén.

Výsledky edometrických zkoušek nás informují o modulu deformace ve vertikálním směru. Výsledky zkoušek presiometrických nám pak dávají podklady o vývoji modulu deformace ve směru horizontálním.

Miocénní jíly a hlíny jsou objemově nestálé a při kontaktu s vodou bobtnají. Při stavebních pracích je proto nutné odkryté části miocénních jílu neprodleně ochránit konstrukcí a zabránit klimatickým vlivům (především srážkám) v degradaci vlastností těchto zemín.

Parametry smykové pevnosti miocénních jílu se s hloubkou výrazně nemění. V případě vrcholového úhlu vnitřního tření se hodnoty pohybují v rozmezí $\varphi_{ef} = 20 - 30^\circ$. Hodnoty efektivní soudržnosti (c_{ef}) výrazně kolísají, což je dáno pravděpodobně rozdílnou strukturní pevností jílu.

Miocénní jíly a hlíny jsou prekonsolidované, o čemž svědčí i skutečnost, že jejich povrchová vrstva byla vystavena zvětrávacím procesům. Svrchní vrstva miocénních jílu při kontaktu s kvartérními sedimenty je zbarvena do žluta (rozložené Fe-oxidy a hydroxidy). Mocnost "zvětralinového" pláště miocénních jílu dosahuje u vrtů pro Habrovanský tunel 9,7 m až 13,1 m.

Koeficient propustnosti miocénních jílu dosahuje hodnot $k_f = 3 \times 10^{-8}$ m/s až $4,2 \times 10^{-11}$ m/s. Rozdíly jsou dány podílem písčité frakce ve vzorku.

Z hlediska těžitelnosti spadají uvedené zeminy do 3. třídy (dle [14]) nebo do třídy I [22], *kap.3.3.2* nebo revidované [16].

Miocénní jíly nelze použít v zemních konstrukcích (násypech bez úpravy. Jejich úprava pojivy je rovněž velmi obtížná a před rozhodnutím o jejich použitelnosti je nutno provést rozsáhlý komplex průkazných zkoušek doplněný o terénní zkoušku zhutnitelnosti dle ČSN 72 1006.

6.4.2 Podzemní voda

Z vrtů THR1, THR2 a THR3 byly odebrány vzorky vody k základnímu chemickému rozboru a ke stanovení její agresivity na betonové konstrukce. Z chemických rozborů vyplývá, že podzemní voda v prostoru Habrovanského tunelu je neutrální až slabě zásaditá (pH = 7.2 až 7.4), tvrdá až velmi tvrdá.

Podle [13] je voda odebraná z vrtu THR1 velmi vysoce agresivní hodnotou vodivosti a $SO_3 + Cl$, zvýšeně agresivní hodnotou CO_2 dle Heyera, a velmi nízké agresivní hodnotou pH. Na betonové a železobetonové konstrukce bude působit podzemní voda slabě agresivně hodnotou SO_4^{2-} (XA1 – dle [1], *kap. 4.1, tab. 2*).

7 STAVEBNÍ ŘEŠENÍ TUNELU

7.1 ZÁKLADNÍ INFORMACE

Habrovanský tunel se nachází mezi obcemi Komořany a Habrovany v katastrálním území Habrovany. Jedná se o dvoukolejný tunel dlouhý cca 280 m (staničení km cca 34,9873 – 35,2653). Návrhová rychlost trati je 200 km/hod.

Tabulka 1 - Délka tunelu

| Úsek | Délka | Staničení |
|----------|---------|---------------|
| Hloubený | 278,0 m | km 34,987 300 |
| | | km 35,265 300 |

Tunelový žb. rám je navržen v prostředí neogenních jílo s maximálním nadložím okolo 1 až 4 m. Předpokládá se konvenční způsob výstavby (dáno malou délkou tunelu).

Předportálové úseky jsou volně vysvahovány (v rámci železničního spodku) – dolní etáž ve sklonu 1:2 a horní etáž ve sklonu 1:2,5 s mezilehlou lavicí šířky 3 m umístěnou ve výšce do 6 m. Portálové stěny jsou navrženy ve sklonu 1:1,5.

Stávající inženýrské sítě

Souběžně s trasou tunelu vede vysokotlaké plynovodní potrubí DN150, které trasu kříží pod ostrým úhlem přibližně v km 35,900. Toto potrubí musí být přeloženo (viz [71] a [72]).

7.2 SMĚROVÉ ŘEŠENÍ V TUNELU A PŘÍLEHLÝCH ÚSECÍCH

Dvoukolejný tunel je navržen částečně v přechodnici a převážně v levotočivém oblouku (k. č. 1: poloměr $R = 2854,2\text{m}$, max. převýšení koleje $D = 100\text{ mm}$, k. č. 2: poloměr $R=2850,0\text{ m}$, max. převýšení $D = 99\text{ mm}$) se vzájemnou osovou vzdáleností kolejí 4,2 m.

7.3 VÝŠKOVÉ ŘEŠENÍ V TUNELU A PŘÍLEHLÝCH ÚSECÍCH

Tunel je navržen v konstantním podélném stoupavém sklonu 12,00 ‰ u k. č. 1 a 11,966 ‰ u k. č. 2 (ve stejném sklonu jako niveleta koleje).

7.4 PŘÍČNÝ ŘEZ

7.4.1 Základní informace

Nosná „rámová“ konstrukce žb. hloubeného tunelu bude provedena pod ochrannou pažicí konstrukce tvořenou žb. pilotovou stěnou. Rub nosné „rámové“ konstrukce bude opatřen jednopláštovou izolací (uzavřený HI systém). Příčný řez tunelových tubusů je odvozen od vzorového listu SŽDC pro dvoukolejné tunely [32] – příloha 7 (konvenční ražba, rychlost od 161 do 230 km/h, kolejové lože, převýšení 0 – 160 mm).

Tunel vyhovuje prostorové průchodnosti Z-GC (dle [17], příloha A, obr. A.1). Je počítáno s šířkou pruhu pojistného prostoru 300 mm (dle [12], kap. 6.3.4.3.3). Železniční svršek je navržen formou šterkového lože.

7.5 HLOUBENÝ TUNEL

Hloubený tunel byl navržen jako monolitická ŽB konstrukce zhotovená v pažené stavební jámě.

7.5.1 Stavební jáma

Stavební jáma má délku cca 278,0 m, šířku cca 22,6 m a hloubku 15,3 m. K zajištění stability bočních stěn stavebních jam jsou použity stěny z pilot DN 1200, třídy C25/30 o dl. 19 m ve vzájemné osové vzdálenosti 1,6 m. Volný prostor mezi pilotami bude zajištěn stříkaným betonem, který bude vyztužen ocelovou sítí z oceli B 500B. Spolupůsobení pilot a stříkaného betonu bude zajištěno ocelovými trny, které budou postupně navrtávány do pilot. V hlavách pilot bude provedena železobetonová převázka o šířce 1,2 m a výšce 1,5 m – úroveň rozepření. Další úroveň rozepření stavební jámy je cca 9 m.

7.5.2 Tunelové ostění

Ostění hloubených úseků má tvar „rámu“. Horní ŽB příčel třídy C25/30 má střešovitý tvar s vnitřními náběhy po stranách a disponuje proměnnou tloušťkou od 1200 mm do 1340 mm. Spodní ŽB příčel má konstantní tloušťku 1300 mm. Mezi horní a spodní příčlí jsou ŽB stěny třídy C25/30, tloušťky 500 mm. Horní a spodní příčel tvoří rozpěry ŽB pilotových stěn.

7.6 HYDROIZOLACE

Systém hydroizolace je v celé délce tunelu uzavřený a je tvořen fólií proti tlakové vodě připevněnou spolu s ochrannou geotextilií po celém obvodu „rámu“ tunelu. Vyšší *IN* tohoto systému (*HI* fólie ve dně tunelu, návrh tunelu na *HPV*) budou vykompenzovány pozdějšími nižšími provozními náklady.

Sekční hydroizolační systém s těsnícími spárovými pásy a svařovanou dvojitou vrstvou fólie bude kombinován s injektážními hadicemi a pakry osazenými do betonové konstrukce.

7.7 VNITŘNÍ VYBAVENÍ TUNELU

7.7.1 Stavební vybavení tunelu

7.7.1.1 Chodníky

V tunelu jsou navrženy betonové únikové chodníky (min. šířky 800 mm dle [29], kap. 4.2.1.6, písm. a, bod 1), pod kterými jsou umístěny kabelové chráničky a postranní tunelová stoka pro odvodnění železničního svršku (300 x 350 mm) ze šterkového lože.

7.7.1.2 Kabelové chráničky

Kabelové chráničky jsou navrženy jako šestiotvorové a devítiotvorové HDPE multikanály. Každých 50 m prochází skrz obdélníkové kabelové šachty o rozměrech 800 x 950 mm. Tyto šachty jsou vytvořeny přímo v betonu chodníku v prostoru bezpečnostního výklenku a střídají se se šachtami pro odvodnění. Z důvodu nedostatečného prostoru pod chodníky je nutné multikanály těsně před šachtou a za šachtou zalomit. Kabelové chráničky jsou vyvedeny v oblastech před tunelovými portály do kabelových šachet, odkud kabelové vedení pokračuje v širé trati.

7.7.1.3 Drenážní potrubí

Tunelové odvodňovací stoky jsou navrženy jako postranní o rozměrech 0,30 x 0,35 m s minimálním podélným sklonem 3 ‰ a jsou umístěny pod oběma chodníky. K oběma stranám je střešovitě vypádovaná betonová podkladní vrstva šterkového lože ve sklonu cca 2,5 ‰ opatřená hydroizolací. Voda je odváděna do tunelové stoky pomocí prostupů DN60 umístěných vždy po 0,5 m. Tunelové stoky prochází každých 50 m plastovými revizními šachtami o min. průměru 400 mm umístěnými v chodnících. Tunelové stoky jsou zaústěny do kanalizační šachty u vjezdového portálu, kde je drenážní voda svedena do příkopu (SO 27-11-01).

7.7.1.4 Bezpečnostní značení

V tunelu bude provedeno bezpečnostní značení záchranných výklenků a únikových cest (viz [38]). Směr úniku osob v tunelu bude zřetelně označen jednak na ostění provedenými orientačními pásy (šikmé bílé pruhy z trvanlivého nátěru propojující vzájemně záchranné výklenky) a také pomocí informačních tabulek rozmístěných max. po 50 m na stěnách tunelu (v souladu s [29], kap. 4.2.1.5.5), s vyznačením směru úniku (značky šipka vlevo/vpravo doplněny o vzdálenost k portálu uvedenou v metrech). Dále bude provedeno značení tunelových pasů (provede se na levé opěře ve výšce 1,5 m nad niveletou ve vzdálenosti 0,5 m od začátku tunelového pásu pomocí negativní – výtlačné šablony osazené na bednění DOs).

7.7.1.5 Další stavební vybavení

Dle [29], kap. 4.2.1.6, písm. b musí být na stěnách ŽB rámu instalováno nepřetržitě madlo (zábradlí) ve výšce 0,8 až 1,1 m.

V koruně tunelu bude provedena příprava kotevních prvků pro upevnění závěsů trakčního vedení, kotvení trakčního vedení a ukolejňovacího lana.

V tunelovém pásu je osazena dvojice zajišťovacích bodů pro měření prostorové průchodnosti trati. Jedná se o konzolový prvek navržený z nerezové oceli (váleček průměru 15 mm, dlouhý 60 mm, z čehož je 40 mm zakotveno do betonu a 20 mm vyčnívá) umístěný 250 mm od spáry mezi tunelovými pásy ve výšce 500 mm nad úrovní TK.

7.7.2 Technologické vybavení tunelu

7.7.2.1 Větrání

V tunelu bude přirozené podélné větrání využívající pístového efektu od provozované dopravy a komínového efektu. S ohledem na délku tunelu, se s nuceným větráním neuvažuje.

7.7.2.2 Trakční vedení, ukolejnění a ukotvení nosičů napájecího vedení (SO 27-87-01 [68])

Trakční vedení je v tunelu navrženo na trubkových konzolách, otočně upevněných na kozlících. V celé délce tunelu je navržena snížená výška trolejového drátu 5,30 m a snížená výška sestavy. Konzoly TV budou uchyceny chemickými kotvami do stropu tunelu.

Ukolejnění (ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí) bude realizováno pomocí lana 2 × 70 Bz uchyceném do stropu tunelu. Lanem budou pospojovány neživé konstrukce TV upevněné v klenbě tunelu.

Tunel není opatřen odpojovači se zkratováním.

7.7.2.3 Ochrana proti bludným proudům

Ochrana proti účinkům bludných proudů bude provedena v souladu s předpisy SŽDC SR 5/7 (S) [1] a TP 124 [28]. Na lokalitě nebyl pro daný objekt proveden korozní průzkum pro stanovení míry ohrožení objektu účinky bludných proudů. Minimální stupeň ochranných opatření č. 4 se stanovuje ve všech případech, kde se jedná o elektrizované tratě SŽDC. Vzhledem k elektrifikaci trati je navržen pro tento objekt stupeň opatření 4 dle předpisu SŽDC SR 5/7 (S) [1]. Ochranná opatření na stupeň 4 tvoří kombinace primární ochrany dle TP 124 [28], kap. 5.2, definitivní ochrany dle TP 124 [28], kap. 5.3 a konstrukčních opatření dle TP 124 [28], kap. 5.4 včetně propojení výztuže a jejího vyvedení měřících bodů na povrch konstrukce. Na závěr stavby bude provedeno základní měření bludných proudů.

7.7.2.4 Elektrické rozvody VN v tunelu (SO 27-86-02 [73])

V tunelu podél koleje č. 2 bude veden kabel 22 kV, který slouží pro napájení jednotlivých zařízení SŽ na trati Brno-Přerov. Kabel bude v tunelu uložen v připravených kabelových chráničkách.

7.7.2.5 Provozní a nouzové osvětlení tunelu v tunelu (SO 27-86-01 [67])

V tunelu bude vybudován systém provozního a nouzového osvětlení v souladu s *nařízením komise EU č. 1303/2014 [29]*, čl. 4.2.1.5.4 a dále v souladu s požadavky ČSN 73 7508 [12], čl. 6.3.9.2.1. Ovládání osvětlení bude provedeno z každé strany tunelu pomocí ovladačů umístěných v samostatných skříních a dále každých 250 m. Napájení osvětlení bude zajištěno z rozvaděče RZS, kabely budou vedeny v chráničkách umístěných v ostěních tunelu. Osvětlení bude rovněž zařazeno do systému DDTS ŽDC, což umožní jeho dálkovou diagnostiku a případné ovládání.

7.7.2.6 Zásuvky, uzemnění a rozvody NN v tunelu (PS 27-03-71 [79])

Na každé straně tunelu budou umístěny zásuvkové skříně 230 V / 400 V, které budou napájeny z rozvaděče RZS. Kabely budou vedeny v připravených chráničkách. Skříně budou v uzamykatelném provedení.

7.7.2.7 Dorozumívací zařízení GSM-R (PS 25-02-91 [81])

V rámci stavby bude Habrovanský tunel vykrytý signálem mobilní radiotelefonní sítě GSM-R, která zajistí mobilní telefonní a datové spojení včetně souvisejících služeb v kmitočtovém pásmu 876-880 MHz (uplink) a 921-925 MHz (downlink). Tunel bude vykrytý ze základnové stanice BTS 458 Habrovanský tunel v žkm 35,725, která je umístěna cca 140 m od nového technologického domku vedle Habrovanského tunelu směrem na žst. Luleč, a ve vzdálenosti cca 17 m od 1. koleje. Anténa bude umístěna na novém příhradovém stožáru o výšce 10 m. Technologie pro BTS bude umístěna v přístrojové skříně, u paty stožáru. Signál z této BTS vykryje oblast východního portálu. Pro navazující úsek směrem na žst. Luleč bude vykryt samostatnou BTS 459 žst. Luleč, kde budou antény umístěny na novém 30 m stožáru, technologie bude umístěna v nové sdělovací místnosti nové technologické budovy. Oblast západního portálu bude pokryta signálem z BTS 457 odb. Rousínov, kde bude nový 25 m stožár. BTS v odb. Rousínov je umístěna v žkm 33,159, ve vzdálenosti cca 5 m od budovy. Technologie bude umístěna v nové sdělovací místnosti v nové technologické budově. Situování základnových stanic a simulace pokrytí rádiovým signálem GSM-R bylo provedeno v rámci zpracování dokumentace v programu Radiolab 4.

7.8 ZÁSYPY A TRVALÉ PORTÁLY

Po dokončení horní příčle „rámu“ hloubeného tunelu a provedení HI bude stavební jáma zasypána vhodným materiálem. Předpokládá se, že se pro zpětné zásypy použijí vápence ze zářezu u obce Blažovice v km 24,550 – 25,400, spraše ze zářezů v km 26,350 – 26,450, km 30,700 – 30,900 a km 31,900 – 32,000 zlepšené 3 % vápna (CaCO_3) a nakupovaný materiál (např. z Habrovanského lomu), který bude rovněž použit pro vytvoření portálových svahů.

Vytěžené jíly nejsou vhodné pro zpětné použití do zásypů. Výjimku může tvořit izolační jílová vrstva u dna tunelu (za jeho rubem), která bude mít proměnou tloušťku a která se bude svažovat směrem k trvalému portálu. Tato vrstva bude opatřena separační geotextilií na kterou bude navázán zásyp z propustného materiálu. Za účelem zamezení pronikání srážkových vod do propustného materiálu zásypu bude nad tunelem realizována nepropustná těsnicí vrstva. Průsaky povrchové vody za rub konstrukce tunelu budou plynule odváděny na povrch před portálem.

Spraše mohou být použity do násypů / zářezů za předpokladu dodržení podmínek stanovených geologem stavby. Jedná se zejména o požadavky na zajištění optimální vlhkosti zemin a specifikací stanovenou v RDS na základě technologických zkoušek (receptura pro zlepšení materiálu – např. zlepšení přidáním 1 – 3 % vápna nebo přidáním 2 % směsi vápna a cementu v poměru 50 : 50). Protože je použití spraše podmíněno zajištěním její optimální vlhkosti, je uvažováno s odvozem výkopku na sousední SO a pozdějším dovozem spraše pro zpětné zásypy z jiných okolních SO. Přesuny hmot (konkrétně spraší) budou koordinovány tak, aby nemusely být dočasně deponovány, ale byly hned po odtěžení v jedné části stavby zabudovány na jiné části stavby (přesuny v rámci různých SO). V případě, že zhotovitel nezajistí potřebnou koordinaci a bude spraše dočasně

deponovat, musí zaručit jejich ochranu proti srážkovým vodám (např. zaplachtováním nebo překrytím vrstvou zhutněného nepropustného materiálu).

Portálové svahy jsou navrženy ve sklonu 1:1,5 a předpokládá se jejich vyztužení geosyntetiky. Na portálové svahy bude umístěn kamenný zához, který zajistí maximální bezúdržbovost.

Portálové bloky tunelů jsou ukloněny v poměru 1:1,5 a ukončeny ŽB římsami, které zamezí vnikání srážkových vod stékajících ze svahu. Okolo těchto říms bude vydlážděn žlab, který bude u paty svahu navazovat na příkopy (SO 27-11-01 [58][63]) s výjimkou pravé strany u vjezdového portálu, která bude odvodněna do drenážního systému účelové komunikace (SO 04-18-02 [59]). Do říms portálových bloků budou nad trolejovým vedením namontovány ocelové ochranné konstrukce plnící funkci protidotykových zábran.

U horní hrany portálových zářezů bude na levé straně ve směru staničení vybudován zemní val výšky cca 1 m, který bude bránit vnikání srážkových vod do portálové oblasti (snahou je nesbírat srážkové vody do kanalizace, ale odklánět je na přilehlé pozemky).

7.9 PŘIDRUŽENÉ STAVEBNÍ OBJEKTY

7.9.1 Technologický objekt u výjezdového portálu (SO 27-72-01 [66])

Cca 28 m od výjezdového portálu je navržen pozemní objekt SO 27-72-01 sloužící pro umístění technologie silnoproudu a sdělovacího zařízení tunelu. Technické a dispoziční řešení vychází z rozsahu instalovaného zařízení a jejich nároků na provoz tak, aby byly dodrženy platné bezpečnostní předpisy.

Technologický objekt bude betonový šestiprostorový prefabrikovaný o půdorysných rozměrech 13,30 × 5,28 m. Světlá výška místností bude 2,4 m. Pod celým půdorysem bude kabelový prostor o hloubce 0,8 m. Prefabrikáty objektu budou uloženy na betonové základové desce. Objekt je částečně zapuštěn do náspu. Pro zachycení zemního tlaku od náspu je navržena betonová kotevní deska. Pro odvod podpovrchových vod je ze tří stran objektu navržena drenáž z PE. Střecha budovy bude plochá. Dešťové vody ze střechy budou svedeny žlaby na zpevněnou plochu před objektem a dále do příkopu. Při výrobě prefabrikátu bude budova vybavena el. instalací a klimatizací. Přístup k objektu bude po nové komunikaci budované v rámci stavby. Součástí SO je monolitická zárubní zídka dl. 2,65 m podél zpevněné plochy u SV štítu objektu.

7.9.1.1 Dispečerská řídicí technika (PS 27-03-11 [77])

V rámci tohoto provozního souboru se navrhuje vybudovat novou podřízenou stanici dispečerské řídicí techniky v novém technologickém objektu. V rozvodně NN bude v 19" skříní (600 × 600 × 2000 mm) umístěna hlavní telemetrická jednotka. K hlavní telemetrické jednotce bude připojena rozvodna 22 kV, rozvaděč RVS, rozvodna NN, DOÚO a dieselagregát. Z rozvaděče NN (RH) budou připojeny do DŘT pouze vybrané signály, ostatní signály budou připojeny do systému DDTS. K hlavní telemetrické jednotce budou připojeny jednotlivé terminály a PLC automaty z rozvodny 22 kV prostřednictvím jedné optické kabelizace tvořené dvěma vlákny v provedení SM a průmyslových switchů s rozhraním optika / ethernet. Komunikační protokol mezi jednotlivými rozvodnami v daném objektu a hlavní telemetrickou jednotkou bude IEC 61850. Rozvodna NN bude připojena přes binární vstupy / výstupy přes přechodové členy. Dieselagregát bude připojen s hlavní telemetrickou jednotkou datovými metalickými kabely prostřednictvím rozhraní ethernet popř. RS485.

Hlavní telemetrická jednotka bude přes přenosový kanál Ethernet 10 Mbit/s přenosového zařízení (budovaného v rámci sdělovacího zařízení stavby) komunikovat protokolem IEC 60870-5-104 s časovou značkou s řídicí jednotkou v ED Přerov.

7.9.1.2 Záložní zdroj elektrické energie (PS 27-03-72 [79])

U Habrovanského tunelu bude vybudována nová trafostanice 22 / 0,4 kV napájená z LDSŽ 22 kV, která obsahuje rozvodnu *NN* a náhradní zdroj elektrické energie.

V místnosti rozvodny *NN* bude v rámci tohoto objektu umístěn hlavní rozvaděč *NN* RH, kompenzační rozvaděč RK, rozvaděč osvětlení RO, rozvaděč zajištěné sítě RZS, UPS 10 kVA a rozvaděč velmi důležitých odběrů RVDO.

Hlavní rozvaděč RH je napájen z transformátoru 22 / 0,4 kV, 100 kVA. Vývodové pole je osazeno jističi pro napájení odběrů v tunelu. Z hlavního rozvaděče RH je napojen náhradní zdroj s automatickým startem, který zajišťuje napájení potřebných odběrů při výpadku napájecí sítě. Motorgenerátor bude dodán s výkonem nejméně 68 kVA (PRP) s kmitočtem 50 Hz a bude v provedení bez kapotáže. Motorgenerátor bude provozován v automatickém režimu a bude trvale připojen do rozvaděče RZS a do UPS v rozvodně *NN*. Automatické přepínání napájení sítě/generátor je provedeno v rozvaděči ATS.

7.9.1.3 EZS a LDP (PS 27-02-41 [74])

V novém technologickém domku u Habrovanského tunelu budou v rámci tohoto PS chráněny prostory plášťovou a prostorovou ochranou, tj. dveřními kontakty, prostorovými čidly, detektory tříštění skla. V rámci tohoto PS budou technologické prostory vybaveny i hlásiči požárů, které se připojí do ústředny EZS.

Ústředna EZS bude umístěna ve sdělovací místnosti v technologickém domku. Ovládací klávesnice se budou nacházet u všech vstupů do domku. U systému EZS bude použita poplachová ústředna s rozhraním IP, která je zavedena u SŽDC a funguje na bázi sběrnice s připojitelnými koncentrátory pro připojení smyček a která umožňuje dálkový dohled. Ústředna bude zálohovaná na dobu 24 hodin. Celý systém bude sloužit pouze pro vnitřní potřebu SŽDC.

Poplach bude signalizován na objektu sirénou a dále budou signály z ústředny EZS přenášeny v rámci DDTS pomocí ethernetové sítě do dohledového pracoviště CDP Přerov, odkud bude možné ústřednu dálkově monitorovat a kde bude zaručena nepřetržitá 24 hodinová služba.

7.9.1.4 Sdělovací zařízení (PS 27-02-71 [75])

Tento PS zahrnuje vybavení rozvody strukturované kabeláže v technologickém objektu Habrovanského tunelu. V technologickém objektu tunelu bude strukturovaná kabeláž zavedena do rozvodny *VN* a rozvodny *NN*, v obou případech 5 ks dvojjásuvek na místnost. Ukončena bude na patchpanelu 24p, který je umístěn v racku ve sdělovací místnosti. Budou zde instalovány 2 ks telefonu v IP provedení.

Provozní soubor také zahrnuje vybavení objektu hodinovým zařízením. Bude zajištěn systém jednotného času, hodiny se budou nacházet v technologických místnostech. Mateční hodiny se budou nacházet ve sdělovací místnosti a budou vybaveny přijímačem DCF signálu.

V rámci tohoto PS je objekt vybaven racky 47U 800 × 800 mm – celkem 5 ks. Součástí vybavení dodaného v tomto provozním souboru jsou i kabelové rošty s veškerým příslušenstvím.

Hlavní uzemňovací sběrnice s příslušenstvím je taktéž součástí tohoto PS.

7.9.1.5 Kamerový systém (PS 27-02-72 [76])

V rámci tohoto PS se vybuduje kamerový systém v technologickém objektu TTS 22/0,4kV u Habrovanského tunelu v žkm 35,605. Celý systém bude v IP provedení s možností dálkového dohledu. Kamerový systém bude obsahovat jednu panoramatickou kameru pro monitorování místnosti rozvodny *VN*. Rozvod bude realizovaný pomocí FTP kabelu umístěného v elektroinstalačním liště. Data z kamerového systému budou ukládána ve sdělovací místnosti. Videosignál bude přenášen

pomocí TechLan na klientské pracoviště v žst. Vyškov na Moravě, výhledově na CDP Přerov. Data budou přenášena rovněž na klientské pracoviště na ED Brno Maloměřice.

7.9.2 Účelové komunikace

Přibližně 230 m před vjezdovým portálem vede účelová komunikace *SO 26-50-06 [64]*.

K technologickému objektu *SO 27-72-01 [66]* u výjezdového portálu je navržena účelová komunikace ukončená zpevněnou plochou o půdorysných rozměrech 7 × 22 m (*SO 27-50-02 [65]*), sloužící jako přístupová komunikace pro požární techniku k technologickému objektu a také jako přístupová cesta pro provozovatele stavby.

V době výstavby budou v trasách budoucích účelových komunikací vytvořeny staveništní komunikace zabezpečující přístup na ZS staveniště u obou portálů.

7.9.3 Dešťová kanalizace (*SO 27-31-01 [62]*)

Pro odvedení dešťových vod z komunikace, příkopů podél trati a z kolejiště je podél Habrovanského tunelu navržena nová dešťová kanalizace z potrubí ŽB DN600 délky 58 m. Kanalizace bude vyústěna do příkopu za Habrovanským tunelem. Vzhledem k hloubce kanalizace < 10 m bude pravděpodobně využita metoda mikrotunelování s následným zatažením potrubí a zalitím mezikruží. Technologie výstavby však bude upřesněna v dalším stupni PD uvedeného SO.

8 MATERIÁLOVÁ SPECIFIKACE

V této kapitole se specifikují základní požadavky na použité stavební materiály. Přesná technická specifikace a požadavky pro konkrétní konstrukce a případy použití bude řešena ve stupních *DSP* a *RDS* po rozpracování technického řešení do detailů.

8.1 STŘÍKANÝ BETON

SB musí být u všech nosných konstrukcí nanášen mokřým způsobem (suchý způsob je možný pouze v odůvodněných případech a to se souhlasem báňského projektanta) a musí být proveden v pevnostní třídě minimálně C20/25 X0 dle ČSN EN 206 [1] (pozn.: jedná se o dočasnou konstrukci). Nárůst pevnosti v čase musí spadat do třídy rané pevnosti J2 dle ČSN EN 14487-1 [6], kap. 4.3.

SB musí splňovat požadavky předepsané v *TKP SŽDC kap. 20 [25], kap. 20.2.3.*

8.2 PODKLADNÍ A VÝPLŇOVÝ BETON

Podkladní a výplňové betony pod nosnými konstrukcemi musí být min. ve stejné třídě pevnosti i odolnosti vůči prostředí, jako je třída nosných konstrukcí na nich budovaných. V ostatních případech by neměla být používána třída nižší než C16/20 X0 (dle ČSN EN 206 [1], kap. 4.1, ve znění ČSN P 73 2404 [13], kap. 4.1, Tab. 1).

8.3 ŽB PRO TRVALÉ NOSNÉ KONSTRUKCE

Minimální třída betonu pro konstrukci ŽB rámu je C25/30 XC4 XA1 XF4 (dle ČSN EN 206 [1], kap. 4.1, ve znění ČSN P 73 2404 [13], kap. 4.1 Tab. 1, a dle *TKP SŽDC kap. 20 [25], kap. 20.2.2.4.*

Dle *TKP SŽDC kap. 20 [25], kap. 20.2.2.5,* musí být beton ŽB konstrukce tunelu v každém případě odolný proti průsakům vody. Beton musí splňovat požadavky předepsané v *TKP SŽDC kap. 20 [25]* a případě *kap. 17.*

8.4 BETONÁŘSKÁ OCEL

Výztuž do betonu je třídy B 500B (dle ČSN EN 10080 [1] a ČSN 42 0139 [1], kap. 8.3.2, tab. 4). Zhotovitel dodá technologický postup svařování výztuže.

8.5 HI FÓLIE A OCHRANNÁ VRSTVA

Celý tunel je řešen v uzavřeném *HI* systému. Bude použita *HI* fólie proti tlakové vodě se signální vrstvou umožňující vizuální kontrolu. *HI* fólie musí splňovat požadavky předepsané v *TKP SŽDC kap. 20 [25], kap. 20.2.8.*

Sekční hydroizolační systém s těsníci páry a svařovanou dvojitou vrstvou fólie bude kombinován s injektážními hadicemi a pakry osazenými do betonové konstrukce.

Ochranná vrstva je z netkané geotextilie o gramáži min. 800 g/m².

9 POSTUP VÝSTAVBY

9.1 ZÁKLADNÍ PRINCIPY POV

9.1.1 Přístupové cesty k ZS

K realizaci všech *SO* a *PS* nového železničního tělesa tunelu nevyjímaje bude nutné vybudovat přístupovou trasu pro veškerou techniku, materiál, návoz a odvoz kubatur ornice a zeminy tak, aby se ve stavební jámě, nebo na budovaném násypu pohybovala technika pouze nezbytně nutná pro pracovní a technologické činnosti. Dopravní funkci musí plnit koridory mimo nově budované železniční těleso.

Součástí stavby *Modernizace Brno-Přerov* jsou *SO* účelových komunikací (viz *SO* [64] a [65]), které jsou v cílovém stavu budovány pro možnost dopravního přístupu na pozemky přilehlé k nově budovanému železničnímu tělesu a také pro přístup pracovníků a techniky *SŽ* pro kontrolní a údržbové činnosti po zprovoznění trati.

Je proto nezbytné počítat co nejdříve po zahájení stavby s realizací provizorních staveništních komunikací v trase zmíněných účelových komunikací.

Pro příjezd k výjezdovému portálu budou sloužit staveništní komunikace vybudované v trase budoucích účelových komunikací *SO 27-50-02* [65].

Pro příjezd k vjezdovému portálu bude sloužit nezpevněná komunikace vybudovaná v trase budoucí účelové komunikace *SO 26-50-06* [64]. Přes Habrovanský potok bude vybudována dočasná rampa a staveništní komunikace (potok bude dočasně zatrubněn – nutno koordinovat s výstavbou železničního mostu *SO 06-19-01*)

Veškeré nezpevněné komunikace využívané stavbou musí být před započítím stavby zpevněny.

Materiál z výkopů, zářezů a výrubu bude odvážen nákladními automobily na překladiště v Rousínově, kde bude nakládána na železniční kontejnery a odvážena po železnici – prvních 18 měsíců výstavby. Vytěžené spraše budou použity do násypů / zářezů u sousedních *SO*.

Obrázek 2 - Schéma POV



Jako komunikační tepnu je rovněž možné použít stávající železniční trať po jejím odstrojení a snesení železničního svršku.

9.1.2 Popis staveniště

V první fázi budou v prostoru projektované trasy železnice (u horní hrany zářezů a dolní hrany náspů) vybudovány zpevněné staveništní komunikace určené pro příjezd na staveniště z nejbližších vhodných cest (viz SO [64] a [65]). Následně dojde k sejmutí ornice a hrubému zarovnání terénu v prostoru budoucích stavebních jam. Tak vznikne plocha, která může být využita (při dodržení určitých podmínek pro ochranu pláně) pro ZS inženýrských staveb prováděných v předstihu (mosty, tunely, apod.).

Zájmová lokalita se nachází v extravilánu na zemědělsky obdělávaných plochách bez bezprostřední přítomnosti pozemních objektů. Jihovýchodně, souběžně s tunelem, vede účelová komunikace a stávající spojení Brno-Přerov (stávající trať vede necelých 500 m od nové trasy). Pod ním se nachází silnice II. třídy č. 430, která spojuje obce Rousínov a Komořany. Před vjezdovým portálem protéká Habrovanský potok, který kříží trasu železnice. Dále na západ se nachází PK III. třídy č. 37926, která spojuje obec Rousínov a Habrovany.

U obou tunelových portálů je počítáno s dočasnými zábory pro dostatečně velké ZS, skládající se z plochy pro špinavé zázemí (cca 1 500 m²) bezprostředně před oběma portály (jedná se o plochu pro umístění haly údržby důlních strojů, myčky strojů, EKO skladu maziv a olejů, zásobník PHM, čistící zařízení důlních vod, odlučovač ropných látek a kontejnerovou sestavu pro sklady, dílny, lampovnu,...); dále pak z plochy pro mezideponii (cca 5 000 m²) a z plochy pro čisté zázemí (cca 1 500 m²; jedná se o plochu pro umístění kontejnerové sestavy kanceláří a šaten, trafostanic, myčky vozidel, jímky pro ČOV, parkoviště, kontejneru pro ostrahu,...) U vjezdového portálu je navíc počítáno s plochou cca 5 000 m² pro staveništní betonárku.

Minimálně jeden rok před započátkem stavebních prací musí být zahájen GTM (SO 27-40-02 [62]). Ten se provádí také po skončení výstavby min. do doby, než je stavba uvedena do provozu.

9.1.3 Zjednodušená chronologie výstavby

- zahájení *GTM* min. jeden rok pře započítím stavebních prací (*SO 27-40-02 [62]*); případně provedení pasportizace (bude-li opodstatněná);
- provedení skrývek ornice, prvotních terénních úprav a příjezdových cest (staveništní komunikace);
- vybudování *ZS* (nejprve u vjezdového, poté u výjezdového portálu) – navedení objektů *ZS*, provedení přípojky *VN* a vodovodní přípojky (bude-li to možné), zbudování provizorní čistící stanice důlních vod, vytvoření oplocení a dočasných zemních valů proti přívalovým srážkovým vodám, atd. ;
- hloubení stavební jámy a zajištění bočních svahů stavební jámy pilotovou stěnou vč. rozpěr;
- betonáž *ŽB „rámu“* a provádění zpětného zásypu stavební jámy;
- instalace vnitřního vybavení tunelu a technologie; výstavba přidružených *SO* (např. technologický objekt u výjezdového portálu [66]; železniční spodku [58], odvodnění, zemní pláň před a za tunelem, apod.);
- instalace technologického vybavení tunelu (železniční svršek v tunelu i mimo něj [60], elektroinstalace, apod.), rekultivace území (vytvoření trvalých zemních valů proti srážkovým vodám, rozproštění ornice, hydroosev), provedení potřebných zkoušek.

9.1.4 Odhadovaná doba výstavby

Předběžný odhad doby výstavby Habrovanského tunelu je uveden v Tabulka 2 dále.

Tabulka 2 - Odhad délky výstavby Habrovanského tunelu

| | Prováděná činnost | Souběh činností | Celkový čas výstavby se zohledněním souběhu činností |
|----|--|-----------------|--|
| 1 | Zařízení staveniště, skrývky, příjezdové cesty,... | 0 % | 90 dní |
| 2 | Výkop 1. etáž | 30 % | 90 dní |
| 3 | Zřízení pilotových stěn | 70 % | 90 dní |
| 4 | Výkop 2. etáž vč. provedení rozpěr | 20 % | 150 dní |
| 5 | <i>Spodní příčel rámu + odstranění spodních rozpěr</i> | 10 % | 100 dní |
| 6 | <i>Stěny žb. rámu</i> | 10 % | 140 dní |
| 7 | <i>HI souvrství a ochranná vrstva tunelu</i> | 90 % | 40 dní |
| 8 | Technologické vybavení tunelu | 5 % | 90 dní |
| 9 | Zásypy | 40 % | 140 dní |
| 10 | Rekultivace a provedení zkoušek | 50 % | 60 dní |
| | Celkem | | 960 dní = 2,65 roku |

9.2 VÝSTAVBA HLOUBENÉHO TUNELU

Před započítím samotných stavebních prací je nutno detektorem ověřit, zda se v místě stavby nenachází neznámé inženýrské sítě. Směrová a výšková poloha inženýrských sítí musí být jednotlivými správci závazně potvrzena. Zhotovitel musí zajistit vytyčení všech známých podzemních inženýrských sítí. Inženýrské sítě musí být přeloženy nebo jinak ochráněny proti poškození a musí být přijata vhodná opatření pro zajištění *BOZP*.

Před zahájením výkopových a vrtných prací bude v celém prostoru stavby sejmuta ornice, vytvořeny zemní valy proti přívalovým vodám a budou vytyčeny a vyznačeny (případně přeloženy) všechny dotčené inženýrské sítě.

Následně bude proveden výkop 1. etáže na úroveň cca 0,8 až 2,5 m pod terénem. Boční svahy stavební jámy budou zajištěny pilotovou stěnou se stříkaným betonem.

Po betonáži pilotové stěny bude stavební jáma postupně hloubena s vkládáním rozpěr až na úroveň přibližně 900 mm nad definitivní dno, kde bude následně vytvořena zpevněná pracovní plošina dostatečné únosnosti pro pojižděné mechanismy tak, aby byla ochráněna základová spára konstrukce hloubeného tunelu. Plošina může být vytvořena např. z betonu nebo z 300 mm hutněného recyklátu, který se bude obnovovat (bude definováno v RDS na základě preferencí zhotovitele). Dno stavební jámy se na konečnou výškovou úroveň bude odebírat po částech a to bezprostředně před betonáží podkladní betonové desky a definitivního ostění hloubených tunelů, aby se předešlo poškození základové spáry pojezdy stavební mechanizace nebo saturací vody.

Na podkladní betonovou desku ve dně stavební jámy bude položena ochranná vrstva z netkané geotextilie a *HI* fólie s těsníci pasy v místech budoucích pracovních a dilatčních spar. *HI* fólie se překryje 150 mm ochrannou pochozí vrstvou z betonu (viz přílohy [48], [49]). Následně se smontuje výztuž základové desky tunelu a deska se vybetonuje. Na desce se poté smontuje a zabetonuje výztuž horní příčle. Betonáž tunelu probíhá po jednotlivých blocích (horní příčel s využitím bednicího vozu s kontrabedněním).

Po ukončení betonáže bude na vnější líc tunelového ostění instalována *HI* fólie (napojí se na fólii ze spodní desky) a ochranná vrstva z netkané geotextilie (min. 800 g/m²). Poté bude konstrukce postupně zasypávána s průběžným hutněním po jednotlivých vrstvách. Okolo ochranné vrstvy se v průběhu zasypávání vytvoří pískový obsyp o min. mocnosti 500 mm (prevence proti poškození *HI* fólie hutněním okolního náspu). Trvalý portálový svah bude vyztužen pomocí geosyntetik.

10 BILANCE ZEMNÍCH PRACÍ

V rozsahu SO (bez předportálových úseků, viz dříve) se provedou následující přesuny hmot:

- **Nakládání s ornici:**
 - Skrývka ornice (deponovaná dočasně v blízkosti stavby): 2290 m³
 - Ornice pro zpětné využití: 2290 m³
- **Výkopy:**
 - Odtěžené jíly (odvoz 2 km na překladiště): 63 656 m³
 - Odtěžené spraše (odvoz 8 km na jiné SO): 15 914 m³
 - Odtěžená zemina celkem (bez ornice): 79 570 m³
- **Zásypy:**
 - Spraš použitá pro zpětný zásyp nad tun. os.
(ze zářezu v km 36,5 – 36,9)
(uvažováno zlepšení 3 % vápna, mísení přímo v místě uložení) 15 914 m³
 - Recyklát drátkobetonu z *pilotního tunelu*
pro zpětný zásyp za tun. ostěním 1 520 m³
 - Nakupovaný materiál (např. z Habrovanského lomu) 7846 m³
 - Materiál potřebný pro zpětné zásypy celkem: 23 760 m³

11 KVALITATIVNÍ VYHODNOCENÍ RIZIK SPOJENÝCH S VÝSTAVBOU

Při posuzování výstavby dle vyhlášky [30] je po novelizaci vyhláškou [31] součástí dokumentace SO ražených tunelů riziková analýza. Výsledky RA jsou znázorněny v Tabulka 7 - Hodnocení rizik spojených s výstavbou SO. Základním materiálem pro vypracování RA je rakouská směrnice [20].

11.1 POSOUZENÍ RIZIKA PŘI VÝSTAVBĚ TUNELU

Riziková analýza vyhodnocuje **závažnost dopadu** a **pravděpodobnost výskytu**, které patří do obecné definice rizika. Nutno je zohlednit systémovou interakci, tzn. celý systém „geologické prostředí – ražba – vystrojení výrubu“, kde jsou komplexně propojeny jednotlivé parametry, které nelze hodnotit odděleně. Jako základ strukturované diskuze o parametrech rizika je použit souhrn relevantních rizikových faktorů, které jsou uspořádány podle klíčových reprezentativních parametrů. Z tohoto souboru pak byly odvozeny rizikové scénáře, kterým je přiřazena míra rizika závislá na specifických podmínkách tohoto projektu. Scénáře byly přiřazeny k souboru získaných klíčových rizikových parametrů, čímž je vytvořen úplný strukturovaný seznam relevantních rizikových parametrů pro připravovanou metodu ražení tunelu a všeobecná rizika výstavby.

Byly rozpracovány následující případy:

- **Standardní situace** – popis očekávaných situací. Tato situace je časově i nákladově zahrnuta v projektu a pouze jevy odchylující se od ní jsou součástí posouzení rizika.
- **Standardní opatření** – popis standardních opatření, pomocí nichž se zvládá standardní situace. Tato opatření odpovídají očekávanému stavu a jsou zahrnuta v projektu.
- **Dodatečná opatření** – popis opatření, pomocí nichž se usměrňují rizika a která nejsou uplatňována systematicky, ale jen v případě potřeby. Pro dodatečná opatření by v soupisu prací DSP měly být k dispozici příslušné položky.

11.2 METODIKA HODNOCENÍ RIZIK

Metodika hodnocení je převzata z [20], *Anhang 4* a zjednodušena tak, aby hodnocení všech rizikových parametrů bylo srozumitelné.

Hodnocením rizik se zjišťuje míra rizika „ $R = S \times V$ “, která je definována jako součin závažnosti dopadu „ S “ (výše škod; viz Tabulka 3) a pravděpodobnosti výskytu „ V “ daného rizikového parametru (viz Tabulka 4)

Při analýze je uvažováno vždy s nejnepríznivějším dopadem na cenu nebo dobu výstavby, což vyjadřuje index výše škod.

Tabulka 3 - Závažnost dopadu rizik S

| Výše škod | Index výše škod |
|---------------------|-----------------|
| Žádný dopad | 0 |
| Bezvýznamný dopad | 1 |
| Malý dopad | 2 |
| Střední dopad | 3 |
| Významný dopad | 4 |
| Katastrofický dopad | 5 |

Tabulka 4 - Pravděpodobnost výskytu rizikových událostí V

| Pravděpodobnost výskytu | Index pravděpodobnosti výskytu |
|-------------------------|--------------------------------|
| Nenastane | 0 |
| Velmi nepravděpodobné | 1 |
| Nepravděpodobné | 2 |
| Možné | 3 |
| Pravděpodobné | 4 |
| Velmi pravděpodobné | 5 |

Z kombinace závažnosti dopadu a pravděpodobnosti výskytu rizikových událostí (viz Tabulka 5) pak pro každou událost vychází míra rizika (viz Tabulka 6).

Tabulka 5 - Míra rizika

| Míra rizika | | Pravděpodobnost výskytu | | | | | |
|------------------|---|-------------------------|---|---|---|---|---|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Závažnost dopadu | 0 | Z | Z | Z | Z | Z | Z |
| | 1 | Z | Z | Z | A | A | A |
| | 2 | Z | Z | A | A | V | V |
| | 3 | Z | A | A | V | V | E |
| | 4 | Z | A | V | V | E | E |
| | 5 | Z | A | V | E | E | E |

Tabulka 6 - Vysvětlivky k míře rizika

| Míra rizika | Definice | R | Nutná opatření |
|-------------|----------------|-------|---|
| Z | Zanedbatelné | 0-2 | Nejsou nutná žádná opatření. |
| A | Akceptovatelné | 3-6 | Provedou se běžná opatření. Nutno přezkoumat, zda mohou po zapracování doporučených opatření do projektu nastat další rizikové události. |
| V | Vysoké | 8-12 | Zvážení alternativního řešení, pokud není žádné jiné k dispozici je nutno přijmout dodatečná opatření (značný vliv na cenu). |
| E | Extrémní | 15-25 | Události vyžadující mnohočetná dodatečná opatření, ke snížení úrovně rizika. Pokud je není možné provést a pokud není možné událost vyloučit (nesplněná kritéria), je nutno hledat alternativní řešení ke snížení rizika. |

Pro zmírnění následků výstavby podzemního díla jsou v rámci projektu navržena následující **standardní opatření**:

- návrh příčného řezu s rozpěrou tvořenou spodní a horní příčlím;
- návrh rozepřené pilotové stěny,
- provádění *GTM* před, během i po skončení výstavby;
- vytvoření havarijní skládky obsahující pohotovostní konstrukce a materiály (např. dřevěné kuláče či hranoly, písek pro hašení, inertní materiál pro likvidaci úniku ropných látek a olejů atd.) k okamžitému použití pro případ havarijních situací;

V případě potřeby budou prováděna **dodatečná opatření**, jako např.:

- zahuštění rastru systémových hřebíků;
- doplnění dalších kotvených převázek;
- nesystémové hřebíkování nebo kotvení;
- injektáž pískových čoček;
- zintenzivnění *GTM* (více měřících bodů, větší četnost měření).

Zhodnocení rizik souvisejících s výstavbou je uvedeno v Tabulka 7. Tabulka obsahuje vyhodnocení nejružnějších typů rizikových případů a to jak pro variantu bez nasazení dodatečných opatření, tak s jejich nasazením.

Tabulka 7 - Hodnocení rizik spojených s výstavbou SO

| | Hodnocená rizika | Standardní opatření | Dodatečná opatření | Poznámka, navržená dodatečná opatření |
|----------|--|---------------------|--------------------|---|
| 1 | Stabilita dočasného zářezu | | | |
| 1.1 | stabilita stěn zářezu | 3×2=6 | 3×1=3 | <i>GTM</i> , nesystémové kotvení |
| 1.2 | nadměrné deformace konstrukce | 3×2=6 | 2×2=4 | <i>GTM</i> , nesystémové kotvení |
| 1.3 | vyjíždění horninových bloků | 4×1=4 | – | u jílu nenastává (homogenní materiál) |
| 1.4 | selhání konceptu / metody výstavby | 4×1=4 | – | |
| 2 | Poškození žb. ostění | | | |
| 2.1 | přetížení ostění | 4×1=4 | – | |
| 2.2 | nadměrné deformace konstrukce | 4×1=4 | – | |
| 2.3 | zaboření/vyplavání konstrukce | 4×1=4 | – | |
| 2.5 | selhání konceptu / metody výstavby | 4×1=4 | – | |
| 3 | Ztížení podmínek výstavby | | | |
| 3.1 | vodní přítoky < 10 l/s | 2×3=6 | – | |
| 3.2 | vodní přítoky > 10 l/s | 3×2=6 | – | |
| 3.3 | výskyt nehomogenního geol. prostředí | 2×3=6 | – | |
| 4 | Vlivy na konstrukci | | | |
| 4.1 | agresivita prostředí | 2×1=2 | – | |
| 5 | Vlivy na okolní prostředí | | | |
| 5.1 | otřesy během výstavby | 1×1=1 | – | |
| 5.2 | prašnost a hluk | 1×3=3 | – | |
| 5.3 | narušení krajiny | 2×2=4 | – | |
| 5.4 | povrchové sedání v okolí zářezu | 2×3=6 | – | |
| 5.5 | trvalý pokles HPV | 2×3=6 | – | |
| 5.6 | znečištění povrchových a podzem. vod | 3×1=3 | – | |
| 6 | Všeobecná rizika při výstavbě | | | |
| 6.1 | nedodržení stav. tolerancí nosných kcí | 3×2=6 | 3×1=4 | výběr dodavatele, kontrola kv. (<i>TDS</i>) |
| 6.3 | nedodržení kvality prací | 3×2=6 | 3×1=4 | výběr dodavatele, kontrola kv. (<i>TDS</i>) |
| 6.4 | nedodržení plánu organizace výstavby | 3×2=6 | – | |
| 6.5 | průsaky podzemních vod do konstrukce | 3×3=9 | 2×3=6 | rozsektorování HI systému |
| 6.6 | vyčerpání kapacity deponie | 2×2=4 | – | |
| 6.7 | riziko úrazů na pracovišti | 4×2=8 | 4×1=4 | školení, kontrola <i>BOZP</i> (koord. |
| 6.8 | požární ochrana | 4×1=4 | – | |
| 6.9 | výpadek dodávky energie | 2×3=6 | 1×3=3 | záložní elektrogenerátor |

11.3 ZÁVĚRY PLYNOUCÍ Z RA

Z výsledků RA uvedených v Tabulka 7 - Hodnocení rizik spojených s výstavbou SO je patrné, že se jedná o náročné podzemní dílo, nicméně rizika spojená s výstavbou jsou hodnocena jako akceptovatelná, což odpovídá typu a významu stavby.

12 DOPORUČENÍ PRO NAVAZUJÍCÍ STUPEŇ PD

12.1 POŽADAVKY NA IGP

12.1.1 Obecné požadavky

IG průzkum, který bude proveden pro stupeň *DSP*, musí zajistit dostatečně podrobné podklady pro projekt *SO* v podrobnosti požadované pro stupeň *DSP*. Je třeba zajistit dostatečný počet měření z polních a laboratorních zkoušek k tomu, aby projektant (statik nebo geotechnik) provádějící statické výpočty tunelu mohl na jejich základě pro své výpočtové modely stanovit charakteristické vlastnosti mechanických parametrů masívu, ve kterém bude tunel ražen. Dostatečná hustota vrtů také omezí rizika ražby, zejména pravděpodobnost výskytu neočekávaných geologických podmínek. Z tohoto pohledu je třeba se zaměřit na rizika typická pro dané prostředí ražby (brněnský neogenní jíl), jako je např. výskyt zvodnělých písčitých vrstev nebo „potrhaných“ zón. Podrobnost *IGP* musí také odpovídat zatřídění *SO* do 3. geotechnické kategorie ve smyslu *EC 7*.

Návrh *IGP* je nezbytné před zahájením průzkumných prací konzultovat s báňským projektantem tunelu a plán polních zkoušek, odběru vzorků a laboratorních zkoušek s projektantem zodpovědným za výpočtové modely tunelu.

Dále v textu jsou vyjmenovány specifické požadavky projektanta na *IGP* pro návrh tunelu v prostředí brněnských neogenních jílovů.

12.1.2 Hustota sond

Hustota odkryvných prací musí být dostatečná na to, aby inženýrský geolog interpretující výsledky průzkumu mohl jako podklad pro projekt sestavit:

- IG příčné řezy tunelovými troubami minimálně každých 100 m;
- Podélný IG profil každou tunelovou troubou;

12.1.3 Indexové zkoušky

V místě každého IG příčného řezu je třeba mít k dispozici data pro stanovení průběhu indexu konzistence s hloubkou.

12.1.4 Neodvodněná smyková pevnost

Neodvodněná smyková pevnost je základním parametrem jílového prostředí. Tento parametr je třeba stanovit na celkově velmi velkém množství vzorků různými metodami, protože výsledky mohou vykazovat vyšší rozptyl. Množství dat musí umožnit vyhodnocení křivky průběhu neodvodněné smykové pevnosti s hloubkou. Sestaví se buď jedna, nebo více křivek na *SO* na základě proměnlivosti výsledků po délce tunelu. Metody stanovení neodvodněné smykové pevnosti mohou zahrnovat např.:

- Rychlé triaxiální zkoušky
- Polní zkoušky (penetrace ve vrtu nebo smyková vrtulka)
- Orientační korelaci s průběhem indexu konzistence s hloubkou

12.1.5 Presiometrické zkoušky

Bylo by vhodné opět zhotovit presiometrické zkoušky z důvodu ověření technického řešení a průzkumy. Zkoušky budou realizovány v počtu alespoň 1 ks na každý sestavený IG příčný řez, ve kterých bude ve více úrovních pro stanovení průběhu s hloubkou měřen:

- Ménardův presiometrický modul;
- Presiometrický modul při přitížení;
- Presiometrický modul při odlehčení;

Dále je velmi doporučeno mobilizovat a použít presiometrický přístroj umožňující in-situ měření hodnoty koeficientu zemního tlaku v klidu a změřit a vynést hodnotu tohoto koeficientu jako průběh s hloubkou. (Pozn.: Měření koeficientu zemního tlaku v klidu nelze spolehlivě provádět presiometry vkládanými do předem zhotovených vrtů.)

12.1.6 Piezometrický profil

Ze stejných důvodů jako u presiometrických zkoušek doporučujeme opět zhotovit piezometrické vrty. V těchto vrtech je potřeba v dostatečném předstihu nainstalovat víceúrovňové piezometry pro sledování pórových tlaků. Ty slouží pro stanovení průběhu in-situ hodnoty pórového tlaku v jílu, tzv. piezometrického profilu. Pórové tlaky je třeba v úvodu sledovat do ustálení. Dále je možné ve sledování pokračovat při ražbě jako součást GTM. Projektant doporučuje provedení alespoň tří vrtů na tunel a možnosti z hlediska počtu úrovní měření konzultovat s dodavatelem techniky.

12.1.7 Zkoušky stlačitelnosti

V rozsahu napětí odpovídajícím hloubce tunelu je třeba provést zkoušky stlačitelnosti a to pomocí edometrického přístroje, triaxiálního přístroje (preferováno) nebo obou přístrojů s následujícími cíli:

- Stanovení logaritmických parametrů stlačitelnosti C_c a C_s (v edometrickém přístroji) resp. λ a κ (v triaxiálním přístroji). Je doporučeno provést zkoušky ve vyšším počtu kroků v širokém oboru napětí a se dvěma odlehčovacími větvemi a výsledky graficky zobrazit jako závislost čísla pórovitosti na logaritmu působícího efektivního napětí.
- Na neporušených vzorcích odhadnout minulé maximální působící napětí pro stanovení (odhad) míry překonsolidace.

Počet vzorků bude odpovídat požadavkům vyhodnocení pro 3. geotechnickou kategorii.

12.1.8 Zkoušky efektivní smykové pevnosti

Provedou se zkoušky efektivní smykové pevnosti v triaxiálním přístroji s řízenou deformací smykové fáze o dostatečně nízké rychlosti (0,002 – 0,003 mm/min.) v dostatečném počtu pro vyhodnocení s ohledem na 3. geotechnickou kategorii. Nižší počet triaxiálních zkoušek je možné doplnit smykovými krabicovými zkouškami, pokud se na jednom vzorku ověří rozdílnost výsledků obou metod. (Pozn.: Očekává se, že ve smykových krabicových zkouškách bude naměřena nižší smyková pevnost než v triaxiálních zkouškách na stejném vzorku.) Budou rozlišeny vrcholové hodnoty pevnosti a hodnoty pevnosti při smyku za konstantního objemu.

12.1.9 Korozní průzkum

Je třeba provést korozní průzkum definující míru ohrožení objektu účinky bludných proudů a požadovaný stupeň opatření dle předpisu SŽDC SR 5/7 (S) [1] včetně doporučení na provedení konkrétních opatření primární a definitivní ochrany dle TP 124 [28], kap. 5.2 a kap. 5.3.

12.1.10 Další požadavky na doprůzkum

Kromě výše uvedených zkoušek je v rámci podrobného IGP nutné provést minimálně inventarizaci, lépe pasportizaci pozemních objektů sousedících se stavbou. To samé by mělo platit i u dalších stavebních objektů v blízkosti stavby, jako je např. PK III/3834.

Vypracoval:

.....

V Brně dne 11.5. 2022

Ing. Tomáš Chytil