|  |  |
| --- | --- |
| Zhotovitel: | Datum: |
| AFRY CZ s.r.o. | 07/2022 |
|  | |
| Zastoupený: | Číslo zakázky: |
| Ivo Šimek | 21064-01-0722 |
|  | |
| Autorský kolektiv: |  |
| Michal Steiner  Filip Rozmánek  Eliška Pilařová |  |
|  | |
| 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 25-40-02 t.ú. Holubice-Rousínov, Rousínovský tunel, GEOTECHNICKÝ MONITORING

Obsah

[1 Identifikační údaje 5](#_Toc103171304)

[1.1 hLAVNÍ SPECIALISTÉ ZPRACOVÁVAJÍCÍ SO 5](#_Toc103171305)

[2 PŘEDMĚT DOKUMENTACE 6](#_Toc103171306)

[2.1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O STAVBĚ 6](#_Toc103171307)

[2.2 Rozsah a podmínky platnosti 6](#_Toc103171308)

[3 seznam zkratek 7](#_Toc103171309)

[4 referenčné dokumenty 10](#_Toc103171310)

[4.1 Seznam norem a předpisů použitých při zpracování pd 10](#_Toc103171311)

[4.2 seznam podkladů a dalších referenčních dokumentů 11](#_Toc103171312)

[4.3 seznam příloh k tz 11](#_Toc103171313)

[4.4 seznam příloh pd úzce souvisejících se so tunelu 11](#_Toc103171314)

[4.5 seznam so úzce souvisejících se so tunelu 11](#_Toc103171315)

[5 Užitá terminologie 13](#_Toc103171316)

[6 STRUČNÝ PŘEHLED IG A HG POMĚRY 15](#_Toc103171317)

[6.1 Spraše 15](#_Toc103171318)

[6.2 Písky hlinité 15](#_Toc103171319)

[6.3 Miocénní jíly 15](#_Toc103171320)

[6.4 Podzemní voda 15](#_Toc103171321)

[7 Stavební řešení tunelu 16](#_Toc103171322)

[7.1 základní informace 16](#_Toc103171323)

[7.2 Směrové A VÝŠKOVÉ řešení v tunelu a přilehlých úsecích 16](#_Toc103171324)

[7.3 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ 16](#_Toc103171325)

[7.3.1 Základní informace 16](#_Toc103171326)

[7.3.2 Hloubený tunel 16](#_Toc103171327)

[7.3.3 Zásypy a trvalé portály 17](#_Toc103171328)

[7.4 postup výstavby 17](#_Toc103171329)

[7.4.1 Zjednodušená chronologie výstavby 17](#_Toc103171330)

[7.4.2 Odhadovaná doba výstavby 17](#_Toc103171331)

[8 Zásady technického řešení pomocí observační metody a použití *GTM* 18](#_Toc103171332)

[9 Varovné stavy 19](#_Toc103171333)

[9.1 Definice varovných stavů 19](#_Toc103171334)

[9.2 Posuzování varovných stavů 20](#_Toc103171335)

[10 Navržené metody měření 21](#_Toc103171336)

[10.1 Sledování přetvoření horninového masivu 21](#_Toc103171337)

[10.1.1 Měření vodorovných deformací metodou vertikální inklinometrie 21](#_Toc103171338)

[10.2 Měření deformací svahů stavební jámy 21](#_Toc103171339)

[10.3 Inženýrskogeologické sledování výstavby (stálý *GT* dozor) 21](#_Toc103171340)

[10.4 Měření trhlin na objektech a žb konstrukci tunelu 22](#_Toc103171341)

[10.5 Sledování inženýrských sítí 23](#_Toc103171342)

[10.6 HYDROMONITORING 23](#_Toc103171343)

[10.6.1 Sledování kvality vod čerpaných z výkopů 23](#_Toc103171344)

[11 Trvalý monitoring 24](#_Toc103171345)

[12 Základní intervaly měření 25](#_Toc103171346)

Seznam tabulek

[Tabulka 1 - Délka tunelu 16](#_Toc103171347)

Seznam obrázků

[Obrázek 1 - Posloupnost varovných stavů 19](file:///X:\1-prj\CZ\2021_0106_Brno_Prerov_2_stavba_Blazovice_Vyskov%20180196\05_Odevzdane%20tunely\PŘIPOMÍNKY\SO%2025-40-02\Otevřená%20forma\D.2.1.7.4_SO%2025-40-02_1.001_TZ.docx#_Toc103171348)

[Obrázek 2 - Příklad rozmístění geodetických bodů na ostění tunelu 24](file:///X:\1-prj\CZ\2021_0106_Brno_Prerov_2_stavba_Blazovice_Vyskov%20180196\05_Odevzdane%20tunely\PŘIPOMÍNKY\SO%2025-40-02\Otevřená%20forma\D.2.1.7.4_SO%2025-40-02_1.001_TZ.docx#_Toc103171349)

# 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,

č. autorizace 1004749, obor IT00 (technologická zařízení staveb)

Stavební objekty: **SO 25-40-02 t.ú. Holubice-Rousínov, Rousínovský tunel, geotechnický monitoring**

Projektant SO: **AFRY CZ s.r.o.**

## 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 Cikl**

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**

# PŘEDMĚT DOKUMENTACE

## 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 vmax = 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 dopravny: 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.

## Rozsah a podmínky platnosti

Tento dokument se zabývá návrhem a technickým popisem GTM pro SO 25-40-02 „t.ú. Holubice - Rousínov, Rousínovský tunel“) navrženého jako část *2. stavby Blažovice - Vyškov, Modernizace trati Brno-Přerov.* GTM SO 25-40-02 sleduje převážně dočasné stavební jámy tunelu. Svahy navazujících zářezů ani samotné těleso železničního spodku a svršku nejsou předmětem GTM SO 25-40-02 .

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.

Normy, předpisy a další referenční dokumenty, které byly brány v úvahu při návrhu technického řešení jsou uvedeny v kap. 4.1 na str. 10 a v kap. 4.2 na str. 11. Zkratky použité v textu jsou vysvětleny v kap. 3 na str. 6. Užší význam obecných technických termínů, platný pro tuto TZ je popsán v kap. 5 na str. 12.

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.

# 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 řídící 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 Systém 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** – Průjezdný průřez základní (dle *[9], kap. 5.1*)
* **ZS** – Zařízení staveniště
* **ZZEE** – Záložní zdroje elektrické energie
* **ŽB** – Železobeton / Železobetonový
* **ŽP** – Životní prostředí
* **žst.** – železniční stanice

# referenčné dokumenty

## 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. **ČSN EN 14487-1** (732431): Stříkaný beton - Část 1: Definice, specifikace a shoda; Český normalizační institut; 8/2006
3. **ČSN EN 1990** (73 0002); Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí; Český normalizační institut; Praha; 2/2011
4. **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
5. **ČSN EN 1997-1** (731000); Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla; Český normalizační institut; 9/2006
6. **ČSN EN 206+A2** (732403): Beton: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda; Český normalizační institut; Svaz výrobců betonu ČR/TNK 36 Betonové konstrukce; 10/2021
7. **ČSN 03 8375** (038375): Ochrana kovových potrubí uložených v půdě nebo ve vodě proti korozi; Federální úřad pro normalizaci a měření; Schválena 12/1986
8. **ČSN 73 3050** (733050): Zemné práce. Všeobecné ustanovenia; účinnost 09/1987 – 02/2010 (nahrazena normou ČSN 73 6133)
9. **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
10. **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
11. **ČSN 73 7508** (737508): Železniční tunely, Český normalizační institut, 2002
12. **ČSN P 73 1005** (731005); Inženýrskogeologický průzkum; Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví; 11/2016
13. **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;
14. **ÖGG**: Richtlinie für die Kostenermittlung Projekte der Verkehrsinfrastruktur; Österreichische Gesellschaft für Geomechanik; Austria; 2005
15. **Prohlášení o dráze celostátní a regionální**; SŽDC; č.j. S 45850/2015-SŽDC-O12; Účinnost od 12/2015
16. **TKP 3**: Technické kvalitativní podmínky staveb českých drah, Kapitola 3 – Zemní práce; třetí aktualizované vydání, změna č. 6; SŽDC; Praha, schváleno 4/2008 (účinnost od 1.7.2008)
17. **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)
18. **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)
19. **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)
20. **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)
21. **TP-237:** Technické podmínky – Geotechnický monitoring tunelů pozemních komunikací; Ministerstvo dopravy, odbor pozemních komunikací a územního plánu; Praha; Květen 2011
22. **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
23. **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 sytému Evropské unie; Úřední věstník Evropské unie; 12/2014
24. **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
25. **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
26. **Vzorový list – světlý tunelový průřez dvoukolejného tunelu**; SŽDC s.o.; Účinnost od 02/2012

## seznam podkladů a dalších referenčních dokumentů

1. **Předběžný geotechnický průzkum**; Modernizace trati Brno-Přerov, I. Etapa Blažovice  
   -Nezamyslice, SO 14-20-01, Rousínovský tunel, Ostrava, 03/2009

## seznam příloh k tz

## seznam příloh pd úzce souvisejících se so tunelu

1. **B.1: Souhrnná technická zpráva**; Ing. Radoslav Molák
2. **B.3.2: Dendrologický průzkum**; Ing. Jana Jánská
3. **B.5: Odpadové hospodářství**; Mgr. Gabriela Růžičkov
4. **B.8.1: Stavební postupy výstavb**y; Ing. Josef Ferenc
5. **G.1: Náklady a ekonomické hodnocení**; Ing. Renata Stará, Ing. Martin Večera
6. **J.1.5: Geotechnický a stavebnětechnický průzkum**; RNDr. Petr Vitásek

## seznam so úzce souvisejících se so tunelu

1. **SO 25-11-01: t.ú. Holubice-Rousínov, železniční spodek**; část *PD*: D.2.1.1; zpracovatel: Ing. Pavol Pukluš, SUDOP BRNO, spol. s r.o.
2. **SO 25-10-01: t.ú. Holubice-Rousínov, železniční svršek**; část *PD*: D.2.1.1; zpracovatel: Ing. Pavol Pukluš, SUDOP BRNO, spol. s r.o.
3. **SO 25-33-02: t.ú. Holubice-Rousínov, přeložka VTL plynovodu DN150**; část *PD*: D.2.1.6.3; zpracovatel: Ing. Bohdan Plch, SUDOP BRNO, spol. s r.o.
4. **SO 25-32-01: t.ú. Holubice-Rousínov, vodovody VAK**; část *PD*: D.2.1.6.2; zpracovatel: Ing. Daniela Šimkovičová, SUDOP BRNO, spol. s r.o.
5. **SO 26-32-01: žst. Rousínov, vodovody VAK**; část *PD*: D.2.1.6.2; zpracovatel: Ing. Daniela Šimkovičová, SUDOP BRNO, spol. s r.o.
6. **SO 25-40-01: t.ú. Holubice-Rousínov, Rousínovský tunel**; část *PD*: D.2.1.7; zpracovatel: Ing. Josef Rychtecký, AFRY CZ, s.r.o.
7. **SO 25-50-08: t.ú. Holubice-Rousínov, souběžné komunikace vlevo trati**; část *PD*: D.2.1.8.1; zpracovatel: Ing. Petr Kříž, Dopravní projektování, spol. s r.o.
8. **SO 25-50-02: t.ú. Holubice-Rousínov, přístup k Z portálu Rousínovskému tunelu**; část *PD*: D.2.1.8.1; zpracovatel: Ing. Petr Kříž, Dopravní projektování, spol. s.r.o.
9. **SO 25-72-01: t.ú. Holubice-Rousínov, Rousínovský tunel, technologický domek**; část *PD*: D.2.2.1; zpracovatel: Ing. arch. Robert Rosecký, SUDOP BRNO, spol.s r.o.
10. **SO 00-79-01: t.ú. Blažovice-Vyškov na Moravě, oplocení**; část *PD*: D.2.2.6; zpracovatel: Ing. Stanislav Kašpárek, SUDOP BRNO, spol.s r.o.
11. **SO 25-86-01: Rousínovský tunel, rozvody *NN* a osvětlení**; část *PD*: D.2.3.6; zpracovatel: Ing. Jan Zářecký, SUDOP BRNO, spol. s r.o.
12. **SO 25-87-01: t.ú. Holubice-Rousínov, UKK**; část *PD*: D.2.3.7; zpracovatel: Radim Cikl, SUDOP BRNO, spol. s.r.o.
13. **SO 25-88-01: Rousínovský tunel, uzemnění technologické budovy**; část *PD*: D.2.3.8; zpracovatel: Ing. Jan Zářecký, SUDOP BRNO, spol. s r.o.
14. **SO 00-94-02: Likvidace přebytečného štěrku a zeminy**; část *PD*: D.2.4.1; zpracovatel: Ing. Petr Rotschein, Ing. Josef Ferenc, SUDOP BRNO, spol. s r.o.
15. **SO 25-33-02: t.ú. Holubice-Rousínov, přeložka VTL plynovodu DN150**; část *PD*: D.2.1.6.3; zpracovatel: Ing. Bohdan Plch, SUDOP BRNO, spol. s.r.o.
16. **SO 25-50-04 t.ú. Holubice-Rousínov, úprava komunikace III/3834 nad Rousínovským tunelem,** část *PD*: D.2.1.8.1; zpracovatel: Ing. Petr Kříž, Dopravní projektování, spol. s.r.o.
17. **SO 25-86-02: t.ú. Holubice-Rousínov, kabel 22kV**; část *PD*: D.2.3.6; zpracovatel: Ing. Jan Zářecký, SUDOP BRNO, spol. s r.o.

# Užitá terminologie

* GTM
  + soubor měření a pozorování zaměřený na sledování a kontrolu reakce horninového prostředí včetně podzemní vody na stavbu podzemního díla a jeho vlivu na stávající objekty;
  + součástí GTM je geotechnická interpretace jeho výsledků v závislosti na čase;
  + cílem GTM je získání podkladů pro optimalizaci technického řešení s ohledem na skutečně zastižené geotechnické podmínky (dle pravidel observační metody).
* inventarizace objektů
  + základní soupis pozemních objektů, který obsahuje zejména evidenční údaje a základní technickou charakteristiku stavby (počet podlaží, konstrukční uspořádání, stavební materiály hlavních konstrukčních prvků, rok stavby, datum kolaudace);
  + obdobné údaje se zjistí i u inženýrských sítí a vodohospodářských objektů (prameny, studny, jímací objekty);
  + součástí je zpravidla i základní fotodokumentace.
* pasportizace
  + pasportizace je jedním z výchozích údajů pro stanovení rozsahu měření GTM;
  + slouží jako základní podklad pro řešení sporů ohledně poškození objektů během stavby v zóně ovlivnění;
  + odpovědnost za pasportizaci má objednatel.
* přípustná mezní odchylka
  + hodnota určená v *DSP*, o kterou je možno zvětšit nebo zmenšit geometrický rozměr konstrukce tunelu;
* RAMO
  + je pomocným orgánem objednatele pro doporučení technických řešení vyplývajících z výsledků GTM;
  + řídí realizaci souboru měření a pozorování prováděných měření v rámci GTM a koordinuje jejich vyhodnocení.
* repasportizace
  + provádí se (stejným způsobem jako podrobná pasportizace) po skončení výstavby a odezdění indukovaných účinků;
  + v rámci repasportizace se provede srovnání s původní pasportizací – podklad pro řešení odškodnění, které provede nezávislý soudní znalec.
* SP
  + soubor rozsáhlé instrumentace GTM soustředěná do jednoho příčného řezu
  + slouží pro komplexní vyhodnocení interakce konstrukce-masiv
* tunelové ostění
  + ostění z monolitického *ŽB* (příp. *PB*) s trvalou nosnou funkcí (návrhová životnost zpravidla 100 let);
* STP
  + podrobné zjištění konstrukčního uspořádání, použitých stavebních materiálů, opotřebení objektu, a to zpravidla na základě archivní dokumentace a jejího ověření na místě; v případě, že není k dispozici archivní dokumentace, vypracuje se zjednodušená dokumentace stávajícího stavu;
  + výsledkem STP je statické zhodnocení objektu; pro vybrané objekty, ve kterých bylo zjištěno, že nelze vyloučit vznik nepřípustných škod na objektu při tunelování bez předchozího zajištění, se zpracuje dokumentace zajištění objektu.
* trvalý portál
  + portál hloubené části tunelu vytvořený při zasypávání hloubených částí;
  + ze statického hlediska se jedná o návrh náspu; lze využít zásypového materiálu podstatně vyšší kvality, než je rostlá zemina na okolních svazích a navíc lze zemní těleso vyztužit geosyntetiky, díky tomu může být trvalých portál podstatně strmější, než jsou boční svahy předportálových zářezů.
  + má trvalou funkci.
* tunel
  + ve smyslu *[24], §2 (2d)* je tunel podzemní dílo vodorovné nebo úklonné až do úklonu 45° od vodorovné roviny s hrubým průřezem 16 m2 a větším;
* zhotovitel *GTM*
  + právnická nebo fyzická osoba, oprávněná k činnosti geotechnického průzkumu a geotechnického plánování při přípravě i realizaci tunelové stavby, která se SoD s objednatelem vypracovanou v souladu s OP zavazuje k provádění geotechnického monitoringu podle zadávací dokumentace GTM;
  + na požádání objednatele může koordinovat nebo provádět komplexní GTM včetně supervizí, poradenské a konzultační činnosti tak, aby se při výstavbě tunelu dosáhlo co nejlepších kvalitativních a ekonomických parametrů při minimálních negativních dopadech na *ŽP* a dotčené objekty.
* zóna ovlivnění
  + oblast, ve které existuje riziko uplatňování nároků na náhradu škod na majetku, vzniklých stavbou tunelu;
  + v případě SO Holubického tunelu se jedná o oblast vymezenou předpokládaným dosahem poklesové kotliny;
  + její definování nařizuje vyhláška ČBÚ 55/1996 [21], §16a (4).

# STRUČNÝ PŘEHLED IG A HG POMĚRY

Základní dokument popisující geologické poměry v zájmovém území je *Závěrečná zpráva* z *Předběžného geotechnického průzkumu* [27]. V roce 2018 byl proveden doplňkový *IG* průzkum, který původní předpoklady potvrdil.

Zájmové území Rousínovského tunelu se z hlediska geomorfologických jednotek nachází v celku Vyškovská brána, která je tektonického původu a charakterizována neogenními uloženinami (svrchní stupeň miocénu).

Lokalita náleží hydrologicky dílčímu povodí III. řádu 4-15-03 (Svratka od Svitavy po Jihlavu), v němž přirozenou hydrografickou osou území je říčka Rakovec.

Průzkumnými pracemi byly v prostoru projektovaného tunelu zjištěny následující geotypy:

## Spraše

* jíly se střední plasticitou, tuhé až pevné konzistence
* tmavě žluté až žlutohnědé barvy, místy s bílými povlaky uhličitanu vápenatého
* při kontaktu s vodou dochází u spraší ke kolapsu
* těžitelnost - 2. až 3. třída (dle *[7]*) nebo třída I dle *[16], kap. 3.3.2* nebo revidované *[8])*

## Písky hlinité

* v úrovni 0,5 – 2,0 m p.t. a v úrovni 2,8-3,1 m p.t. (u vrtu TR2)
* hlinité písky (S4 SM), suché, středně ulehlé
* těžitelnost - 2. třída (dle *[7]*) nebo třída I dle *[16], kap. 3.3.2* nebo revidované *[8])*.

## Miocénní jíly

* pod vrstvou kvartérních sedimentů (spraše)
* jíly a hlíny s vysokou až velmi vysokou plasticitou, oj. s extrémně vysokou plasticitou (F8 CE), pevné konzistence
* shora šedožluté, níže pak tmavě šedé barvy
* proměnlivě písčité a obsahují písčité vložky a laminy, které jsou místy zvodnělé
* od rozhraní kvartéru a miocénu se hodnota modulu deformace miocénních jílů a hlín s rostoucí hloubkou zvětšuje, naopak parametry smykové pevnosti se výrazně nemění (φef= 20 – 30°; u hodnot efektivní soudržnosti (cef) dochází k jejich výraznému kolísání)
* miocénní jíly a hlíny jsou objemově nestálé a při kontaktu s vodou bobtnají.
* miocénní jíly a hlíny jsou prekonsolidované, což dokládá i skutečnost, že jejich povrchová vrstva byla vystavena erozním procesům.
* miocénní jíly jsou bez úpravy nevhodné pro použití v zemních konstrukcích.
* koeficient propustnosti miocénních jílů a hlín dosahuje hodnot kf = 3,5 × 10– 8 m/s až 9,5 × 10-12 m/s
* těžitelnost - 3. třída (dle *[7]*) nebo do třídy I dle *[16], kap.3.3.2* nebo revidované *[8])*.

## Podzemní voda

* v průzkumných vrtech ověřena v miocénních sedimentech, kde je vázána na vložky písku
* podzemní voda je neutrální až slabě zásaditá (pH = 7.1 až 7.9), tvrdá až velmi tvrdá
* podle *[6]* je voda odebraná z vrtu THR1 velmi vysoce agresivní hodnotou vodivosti a nízce agresivní hodnotou SO3 + Cl a velmi nízce agresivní hodnotou pH
* na betonové a železobetonové konstrukce bude působit podzemní voda agresivně (XA1)

# Stavební řešení tunelu

## základní informace

Rousínovský tunel se nachází na východním okraji obce Rousínov v katastrálním území Rousínov u Vyškova, okres Vyškov. Jedná se o dvoukolejný tunel. Návrhová rychlost trati je 200 km/hod.

Tabulka 1 - Délka tunelu

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Úsek** | **Délka** | **Staničení** |
| **Hloubený** | 700,0 m | km 32,0810 |
| km 32,7810 |

Tunelová trouba je navržena v prostředí neogenních jílů s maximálním nadložím okolo 7 m.

Předportálové úseky jsou volně vysvahovány – 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.

Tunel se nachází v extravilánu, tudíž nepředstavuje výrazné riziko na povrhu. V kilometru 32,240 se ve vzdálenosti přibližně 10 m od stavební jámy nachází dva rodinné domy. Na těchto objektech musí být v rámci podrobného *IGP* provedena inventarizace objektů, před zahájením prací zpracována řádná pasportizace a po dokončení prací repasportizace pozemních objektů z důvodů možného nárokování škod způsobených výstavbou.

## Směrové A VÝŠKOVÉ řešení v tunelu a přilehlých úsecích

Tunel je navržen v levotočivém oblouku (k.č. 1: poloměr R = 2854,2 m; max. převýšení koleje D = 100 mm a k.č. 2: poloměr R = 2850,0 m; max. převýšení koleje D = 100 mm) se vzájemnou osovou vzdáleností kolejí 4,2 m.

Tunel je navržen v konstantním podélném stoupavém sklonu 4,75 ‰.

## TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

### Základní informace

* tunelové ostění je jednoplášťové s izolací na vnějším líci ostění(uzavřený *HI* systém).
* příčný řez tunelových tubusů je odvozen od vzorového listu *SŽ* pro dvoukolejné tunely [26]*– příloha 7* (konvenční ražba, rychlost od 161 do 230 km/h, kolejové lože, převýšení 0 – 160 mm).
* v souladu s *[10], odst. 6.3.8.1* je v tunelu uvažováno s bezpečnostními výklenky, umístěnými vstřícně po obou stranách v osových vzdálenostech do 25 m.

### Hloubený tunel

* hloubený tunel byl navržen jako monolitická *ŽB* konstrukce zhotovená v pažené stavební jámě.
* rozměry stavební jámy - délka cca 700 m, šířka cca 19 m a hloubka 11,9 až 18,2 m
* boční stěny stavebních jam – svahované ve sklonu 3:1 s lavičkami po max. 6 m, zajištěné

ocelovými hřebíky a stříkaným betonem s výztužnou sítí. Na lavičky šířky 2,5 m je vybetonována *ŽB* převážka zakotvená do zeminy pomocí pramencových kotev.

* ostění má tvar podkovy (kruhová klenba na deskovém základu). Předpokládaná tloušťka ostění v koruně je 400 mm a předpokládaná tloušťka základové desky je 750 mm. Pracovní spára na styku deska-klenba bude konstrukčně řešena jako vetknutí

### Zásypy a trvalé portály

Po betonáži tunelového ostění 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 (CaCO3), recyklát stříkaného drátkobetonu pilotního tunelu (úprava mobilní drtičkou) a nakupovaný materiál (např. z Habrovanského lomu), který bude rovněž použit pro vytvoření portálových svahů.

Vytěžené jíly nebudou používány pro zpětné zásypy. Spraše z přilehlých úseků stavby mohou být použity do zpětných zásypů za předpokladu dodržení podmínek stanovených geologem stavby.

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.

## postup výstavby

### Zjednodušená chronologie výstavby

* zahájení *GTM* min. jeden rok pře započetím stavebních prací (*SO 05-29*); 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) – navezení 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 jamy;
* betonáž *ŽB* tunelového ostění a provádění zpětného zásypu stavební jámy;
* instalace vnitřního vybavení tunelu a technologie; výstavba přidružených *SO* (např. technologický objekt u výjezdového portálu; železniční spodku*,* odvodnění, zemní pláně před a za tunelem, apod.);
* instalace technologického vybavení tunelu (železniční svršek v tunelu i mimo něj, elektroinstalace, apod.), rekultivace území (vytvoření trvalých zemních valů proti srážkovým vodám, rozprostření ornice, hydroosev), provedení potřebných zkoušek.

### Odhadovaná doba výstavby

Předběžný odhad doby výstavby Rousínovského tunelu je přibližně **1067 dní = 2,92 roku.**

# Zásady technického řešení pomocí observační metody a použití *GTM*

Při realizaci objektu za pomoci observační metody je nutné připravit dopředu plán možných stabilizačních opatření, která je nutné okamžitě přijmout, pokud *GTM* odhalí chování konstrukce mimo přijatelné meze. Tato opatření musí být součástí *DSP* nebo *RDS*.

Při návrhu geotechnických konstrukcí se vychází z *ČSN EN 1997-1* *[4].* Samotný návrh s sebou nese obecné riziko, které závisí na složitosti geologických podmínek, náročnosti konstrukce a možných následcích jejího selhání. Proto jsou zavedeny tzv. třídy následků *CC1* až *CC3* ve smyslu *ČSN EN 1990 [2], kap. B.3.1., tab. B.1.* Dle této normy spadá *SO* do třídy *CC3* (odpovídá 3. geotechnické kategorii ve smyslu *ČSN P 73 1005 [11], Přílohy E)*, která zahrnuje „velké následky s ohledem na ztráty lidských životů nebo velmi významné následky ekonomické, sociální nebo pro prostředí“, u nichž lze s výhodou využít *observační metodu*. Zejména v případech, kdy předpověď chování navržené konstrukce  je velmi obtížná, lze použít tuto metodu, spočívající v průběžném posuzování správnosti návrhu, sledování chování okolního horninového masivu, včetně vlastního díla a případných korekcí vlastního návrhu během výstavby.

Nedílnou součástí výstavby pak musí být řádný *GTM*, pomocí kterého se pravidelně sleduje konstrukce a okolní horninové prostředí s úkolem odhalit případné anomálie v chování sledovaných prvků. Vyhodnocení výsledků měření a pozorování musí být prováděno okamžitě tak, aby bylo možné reagovat na nastalou situaci a včas provést stabilizační opatření. Proto je třeba v předstihu ustanovit pracovní komisi *RAMO*, která zajistí pravidelné vyhodnocování výsledků sledování a měření. Pro objednatele je to poradní orgán, který v průběhu výstavby doporučuje objednateli úpravy rozsahu četnosti měření a sledování prováděných v rámci *GTM*, úpravy daného technického řešení, apod.

# Varovné stavy

## Definice varovných stavů

Varovné stavy vychází z *[17], kap.4.3* a musí být stanoveny v *DSP* nebo *RDS*.

Kritéria varovných stavů odvisí od hodnoty stanovené statickým výpočtem v *RDS*, a to pro vybrané veličiny a měřená místa. Kritéria pro varovné stavy se během stavby upřesňují na pravidelných týdenních hodnoceních výsledků měření, a to v závislosti na růstu poznatků o chování konstrukce v daných geologických podmínkách.

Ve smyslu *TP-237* *[17], kap.4.3* jsou definovány následující varovné stavy:

* stav vysoké míry bezpečnosti
* stav přípustných změn
* stav mezní přijatelnosti
* stav kritický
* stav havarijní

Vhodný počet varovných stavů pro konkrétní stavbu stanovuje báňský projektant. Přihlíží přitom k očekávanému vývoji sledovaných veličin (očekávané koncové hodnoty sledovaných veličin, rychlosti jejich změn) v různých dobách a místech stavby a k výsledku rizikové analýzy. Nejmenší doporučený počet varovných stavů je dva: stav mezní přijatelnosti a kritický stav.

**A**

**STAV**

**VYSOKÉ MÍRY BEZPEČNOSTI**

**STAV**

**PŘÍPUSTNÝCH ZMĚN**

**STAV**

**MEZNÍ PŘIJATELNOSTI**

**KRITICKÝ STAV**

**60% A**

**125% A**

**PRO PODZ. ST. DÁNO VYHL. ČBŮ**

**PROGRESIVNÍ RŮST DEFORMACÍ**

**ZTRÁTA STABILITY**

**HAVARIJNÍ STAV**

Obrázek 1 - Posloupnost varovných stavů

Klíčovým varovným stavem je varovný stav mezní přijatelnosti. V *[17], kap.4.3.3* se doporučuje, aby se kritérium tohoto varovného stavu odvíjelo od určité hodnoty sledované veličiny stanovené statickým výpočtem, provedeným v projektové dokumentaci (mezní hodnota A).

V případě dosažení tohoto stavu je nutno neprodleně začít se stabilizačními opatřeními (dokotvení postiženého úseku, uzavření profilu protiklenbou, snížení sklonu svahu, realizace odvodňovacích žeber či přísypů, apod.). Rozsah stabilizačních opatření a způsob jejich nasazení stanoví báňský projektant v *DSP* nebo *RDS*.

Hodnota „A“ by měla vystihovat stav odpovídající očekávanému žádoucímu chování sledovaného systému (očekávané hodnoty deformací na měřících bodech) v daném okamžiku postupu (fáze hloubení, fáze kotvení).

Není-li možné hodnotu A jednoznačně určit výpočtem anebo později v průběhu výstavby zpětnými výpočty, stanovuje se odborným odhadem. Ostatní varovné stavy a jejich kritéria se pak vymezují ve vztahu k hodnotě A. V odůvodněných případech může projektant zvolit i jiné vymezení kritérií varovných stavů k hodnotě A.

## Posuzování varovných stavů

Rozhodnutí, zda je nebo není dosaženo určitých varovných stavů, se bude vždy vycházet z komplexního hodnocení všech měření na sledované stavební konstrukci a činitelů, které deformační chování ovlivňují (technologie výstavby, klimatické vlivy apod.). Dosažení hodnoty kritéria varovného stavu je signálem pro toto hodnocení. Při posuzování se sleduje zejména:

* trend (konvergence / divergence).
* absolutní hodnoty sledované veličiny;
* rychlost růstu hodnot sledované veličiny;
* zrychlení, s jakým rostou hodnoty sledované veličiny;

# Navržené metody měření

## Sledování přetvoření horninového masivu

### Měření vodorovných deformací metodou vertikální inklinometrie

Přesná inklinometrie bude sloužit ke sledování vodorovných pohybů osy vrtu za stěnami stavební jámy. Metoda spolehlivě určí hloubku, rychlost a směr pohybu počínající horizontální deformace svahu a s její pomocí lze usuzovat i na jiné deformace masivu, např. naklánění a sedání. Standardně se používají vrty průměru 76 mm (při současném osazení inklinometru a extenzometru pak min. 105 mm). Vrt by měl zasahovat min. 5 m pod počvu tunelu.

## Měření deformací svahů stavební jámy

Účelem měření je získání informací o deformačním chování svahu stavební jámy po dobu výstavby tunelu s cílem včasné identifikace nepředpokládaného vývoje deformace v čase (trend k ustálení deformace v čase). Zvýšené množství srážek spojené s deštivým obdobím či táním sněhu může totiž nepříznivě ovlivnit parametry horninového masivu a tím i stabilitu svahu stavební jámy. Četnost měření je tedy závislá jednak na vývoji deformace v čase, ale taky na klimatických podmínkách. Pokud dojde k výše popsaným klimatickým změnám, je měření operativně doplněno a přizpůsobeno vzniklé situaci.

Jedná se o metodu 3D měření absolutních změn (zaznamenání absolutního posunu trigonometrických bodů vyjádřeného ve vztažném souřadnicovém systému, ze kterého se tyto posuny přepočítávají na složku podélnou, vertikální a horizontální). Jedná se o měření trigonometrických bodů osazených na portálovém svahu a v dalších profilech ve svazích stavební jámy. Trigonometrické body jsou osazeny v době zajišťování svahů stavební jámy stříkaným betonem se sítí do vrtů hloubky min. 0,5 m a musí umožňovat libovolný počet bezchybně opakovatelných měření. Trigonometrický bod musí být osazen tak, aby bylo zajištěno pevné spojení mezi horninou a konstrukcí měřičského bodu (např. zalití cementovou zálivkou). K tomu je možno použít osazované hřebíky. Bod bude navařen na část hřebíku vyčnívajícího z terénu. Prováděná měření pak budou vystihovat skutečnou deformaci horninového masivu a ne pouze povrchové deformace ochranné vrstvy stříkaného betonu.

Požadavky na přesnost měření jsou ±2 mm v poloze a ±1 mm ve výšce.

Nulté měření se provádí po osazení všech bodů příslušné etáže odtěžování stavební jámy. Po provedení nultého měření jsou měření opakována v cyklech s intervalem měření 14 dní až do odtěžení stavební jámy do pracovní úrovně. Profily osazené na bocích stavební jámy jsou dále měřeny v cyklech s intervalem 7 dní. V případě tendence k ustálení je možno interval prodloužit zpět na interval 14 dní a při pokračujícím trendu dále až na 30 dní. Při zahájení ražby se četnost měření portálového svahu zvýší na třídenní cyklus.

## Inženýrskogeologické sledování výstavby (stálý *GT* dozor)

V rámci *IG* sledování výstavby je potřeba analyzovat mimořádné stavy, vytipovat kritická (nepříznivá) místa a dle zásad *observační metody* navrhnout konkrétní stabilizační nebo preventivní podpůrná opatření, která budou součástí *RDS*.

Celý průběh výstavby (realizace podzemních staveb, odtěžování stavebních jam pro vlastní zářezy,…) musí být průběžně zaznamenáván v rámci inženýrskogeologické dokumentace v souladu s vyhláškou *[24], §17*. Jedná se zejména o:

* tektonická měření - vrstevnatost, puklinatost, další plochy foliace;
* hydrogeologická měření - výskyt zvodnění;
* další jevy mající vztah k postupu výstavby.
* geologický popis těžených zemin a hornin (klasifikace dle ČSN P 73 1005 [11], Příloha A);
* zatřídění zemin a hornin dle:
* vhodnosti pro pozemní komunikace (dle ČSN 73 6133 [8], kap. 4; případně [8], tab. A.1)
* těžitelnosti zemin a hornin (dle ČSN P 73 1005 [11], Příloha B)
* vrtatelnosti zemin a hornin (dle ČSN P 73 1005 [11], Příloha C);

Geologická dokumentace bude zpracovávána písemně i graficky. Grafická dokumentace bude ukládána do databázového systému firmy provádějící monitoring.

## Měření trhlin na objektech a žb konstrukci tunelu

Vývoje trhlin na objektech a vnitřním povrchu ŽB ostění tunelu se sleduje měřením změn vzdálenosti dvou pevných bodů, fixovaných ke sledované konstrukci.

Měření je možné provádět měřidly různého typu:

* příložné hrotové deformetry;
* automatické dilatometry.
* sádrové pásky;
* pásková měřidla;

Rozsah měření: +20 mm; rozlišení 0,5 mm; přesnost ±1 mm.

Vlastní měření je pak prováděno buď ručními měřidly, anebo automaticky stanicí pro měření rozvírání trhlin s nepřetržitým záznamem. Současně s měřením posunů v trhlinách je změřena i povrchová teplota pro eliminaci vlivů teplotní roztažnosti.

Umístění měřících zařízení a výběr sledovaných trhlin na pozemních objektech se provádí až po provedení podrobné pasportizace objektů těsně před zahájením stavby (v současnosti nejsou známy žádné stávající objekty vyžadující měření z titulu realizace *SO* tunelu).

Měření trhlin na budované konstrukci (v případě ŽB konstrukce tuneluby se teoreticky mohlo jednat o trhliny v řádech jednotek mm) se provádí v průběhu zasypávání tunelu.

## Sledování inženýrských sítí

Monitoring inženýrských sítí v *zóně ovlivnění*:

* vodovod – sluchem, geodeticky na armaturách, příp. přímým měřením (tlak, průtok,…);
* plyn – čichem na uzávěrech, měřením pomocí přenosných detektorů plynu in-situ nad plynovým vedením;

## HYDROMONITORING

Měření vodního režimu, tj. sledování změn polohy hladiny vody, bude probíhat ve zvolených vrtech a studních pomocí hladinoměrů s automatický záznamem. Před zahájením výstavby tunelu musí být provedena pasportizace všech vodních zdrojů, které mohou být stavební činností ovlivněny. Vlastní měření je nutno zahájit s takovým předstihem, aby mohl být zjištěn přirozený režim hladiny podzemní vody ještě bez jejího ovlivnění stavbou, tzn. optimálně 1 rok před zahájením stavebních prací. Vzájemná vzdálenost pozorovacích hydrovrtů se předpokládá 50-100 m. Intervaly měření budou upřesněny podle realizační dokumentace monitoringu.

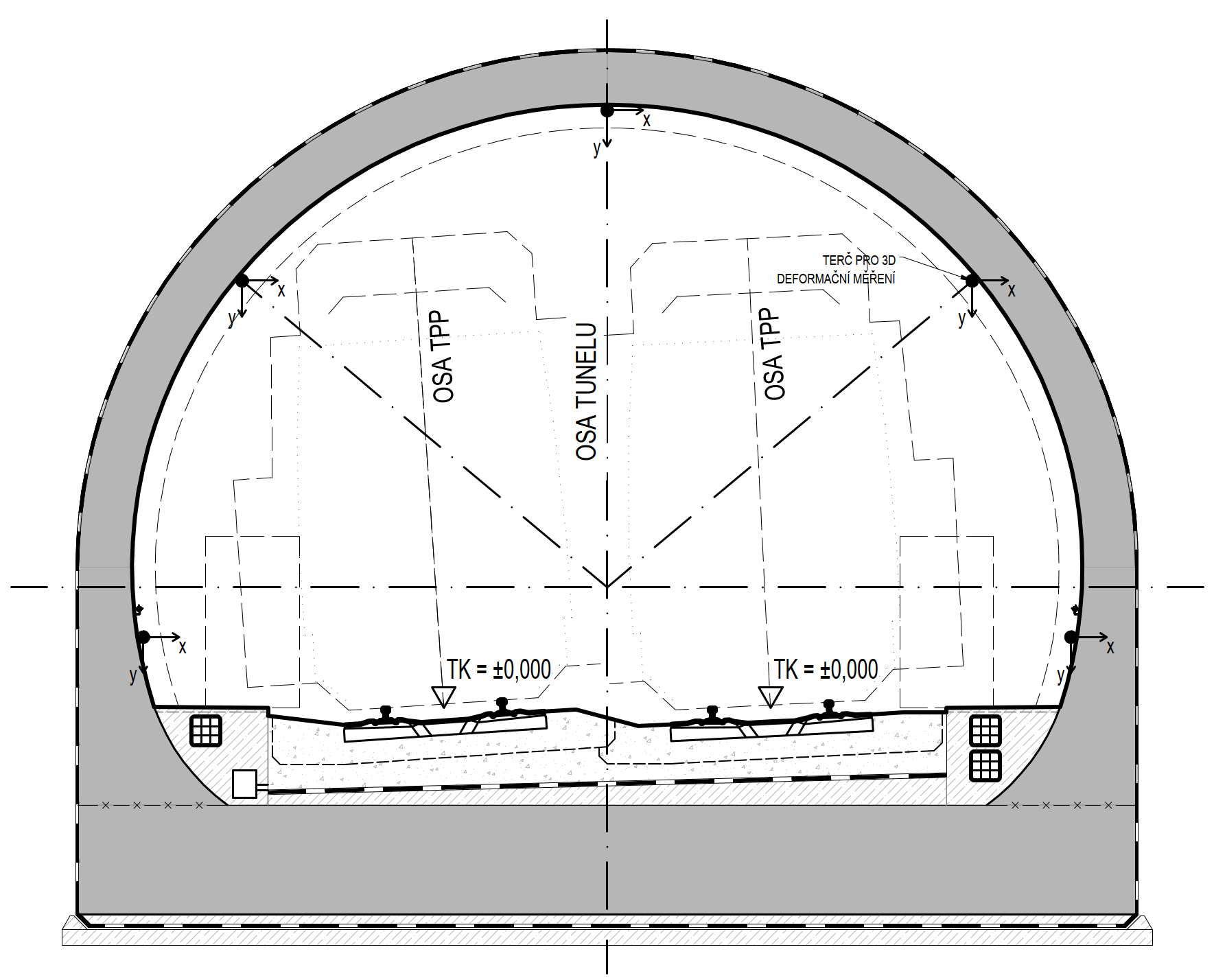
### Sledování kvality vod čerpaných z výkopů

Vody čerpané z výkopů budou vypouštěny po úpravě do kanalizace nebo do blízkých vodních recipientů. Je třeba sledovat kvalitu vypouštěné vody (zejména ropné látky, *pH*, nerozpustné látky). Kvalita *pH* vody se zpravidla upravuje pomocí automatické mobilní jednotky umístěné v klasickém kontejneru, pevné nerozpustné látky se likvidují usazováním v usazovacích (sedimentačních) nádržích, ropné látky v lapolech.

# Trvalý monitoring

Cílem dlouhodobého *GTM* je odhalit jakékoliv anomálie ohrožující dlouhodobou životnost díla. Je tedy důležitým bezpečnostním prvkem.

Obrázek 2 - Příklad rozmístění geodetických bodů na ostění tunelu



Jako součást trvalého *GTM* bude nutné zejména geodeticky sledovat deformace tunelového ostění (osazení geodetických bodů přibližně každých 100 m), stav hladiny podzemní vody v hydrologických vrtech a studnách, případně deformace připortálové oblasti (osazení geodetických bodů do portálové stěny a přilehlých svahů).

Tento monitoring by měl probíhat minimálně po dobu držení záruky za provedené dílo. V době provádění trvalých zásypů se měří řádově v týdenních intervalech, po dokončení díla se měření provádí řádově v měsíčních intervalech.

# Základní intervaly měření

Kontrolní periodický geotechnický monitoring se provádí na začátku stavby přibližně v měsíčních intervalech, později v ročních intervalech.

Bezpečnostní geotechnický monitoring se zpravidla provádí v týdenních až dvoutýdenních intervalech a v opodstatněných případech se tento interval zkracuje.

Předstihový monitoring realizovaný před zahájením stavby (jeho měření) se provádí v měsíčních až dvouměsíčních intervalech min po dobu jednoho roku před zahájením stavby. V našem případě se jedná o sledování stavu *HPV* v hydrologických vrtech.

Objednatel může na pravidelných setkáních *RAMO* rozhodnout o úpravách termínů a intervalů měření s ohledem na výsledky prováděného *GTM*.

|  |  |
| --- | --- |
| Vypracoval: |  |
|  |  |
| V Brně dne 11.05. 2022 | ………………………………… |
|  | **Ing. Tomáš Chytil** |
|  |  |
|  |  |
|  |  |