

# ČÁST D

VÝŠKOVÝ SYSTÉM Bpv

SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM S-JTSK

OBJEDNATEL PD	 <b>ŘSD ČR</b> ŘEDITELSTVÍ SILNIC A DÁLNIC ČR	ŘEDITELSTVÍ SILNIC A DÁLNIC Na Pankráci 546/56 140 00 Praha 40 IČO: 659 93 390  Číslo smlouvy: 14PT-000556
---------------	---	---

ZHOTOVITEL PD	<b>SUDOP GROUP_Velké projekty_RS</b>  VPÚ DECO PRAHA a.s.  DOPRAVOPROJEKT BRNO  PUDIS  SUDOP PRAHA	Zastoupené společností VPÚ DECO PRAHA a.s. Podbabská 1014/20 160 00 Praha 6 IČO:601 93 280
HLAVNÍ INŽENÝR PROJEKTU	ING. JAN HRACHOVEC	

PROJEKTOVÁ, KONZULTAČNÍ A INŽENÝRSKÁ SPOLEČNOST CERTIFIKÁT ISO 9001 SUDOP PRAHA a.s., OLŠANSKÁ 1a, 130 80 PRAHA 3 DIČ CZ25793349 www.sudop.cz				 SUDOP PRAHA		
PROJEKTANT	VYPRACOVAL	KONTROLA	HIP	ATELIÉR DOPRAVNÍCH STAVEB		
Ing. Tomáš ŽITKO	Ing. Tomáš ŽITKO	Ing. Marcel POŠTEK	Ing. Jan HRACHOVEC	ČÍSLO ZAKÁZKY	1-0603-00/10	
AKCE D35 STARÉ MĚSTO – MOHELNICE, DŮR, IČ vč. zaměření ČÁST D.1 STAVEBNÍ ČÁST, D.1.5 OBJEKTY PODZEMNÍCH STAVEB OBJEKT TUNEL MALETÍN				DOKUMENTACE	DŮR	
				MĚŘITKO		
				DATUM	05.2020	
OBSAH PŘÍLOHY GEOTECHNICKÝ MONITORING – TECHNICKÁ ZPRÁVA				POČET FORMÁTŮ	30 x A4	
				ČÁST	ČÍSLO PŘÍLOHY	ČÍSLO KOPIE
				D.1.5	001	
				KÓD		
DOKUMENTACI LZE UŽÍVAT POUZE VE SMYSLU PŘÍSLUŠNÉ SMLOUVY O DÍLO. VÝKRES, ČI JEHO ČÁST, MŮŽE BÝT KOPIROVÁN NEBO JINÝM ZPŮSOBEM ROZŠÍŘOVÁN POUZE PO PŘEDCHOZÍM SOUHLASU VPÚ DECO PRAHA a.s.						

## Obsah

<b>1</b>	<b>Identifikační údaje</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Předmět dokumentace</b>	<b>4</b>
2.1	Předmět dokumentace	4
2.2	Rozsah a podmínky platnosti	4
<b>3</b>	<b>Seznam zkratk</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Referenční dokumenty</b>	<b>6</b>
4.1	Seznam norem a předpisů použitých při zpracování dokum.	6
4.2	Seznam podkladů a dalších referenčních dokumentů	6
4.3	Seznam příloh dokumentace <i>SO 650 GTM - Tunel Maletín</i>	6
4.4	Seznam podobjektů <i>SO 650 GTM - Tunel Maletín</i>	7
4.5	Seznam SO úzce souvisejících se <i>SO 650 GTM - Tunel Maletín</i>	7
<b>5</b>	<b>Užitá terminologie</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>Geologická skladba a hydrogeologie zájmového území</b>	<b>11</b>
6.1	Geologické poměry	11
6.2	Plochy diskontinuit	12
6.3	Kvazihomogenní celky a technologické třídy výrubu	12
6.4	Hydrogeologie v dané lokalitě	13
<b>7</b>	<b>Stavební řešení tunelu Maletín</b>	<b>14</b>
7.1	Vliv stavby na okolní zástavbu a inženýrské sítě	15
<b>8</b>	<b>Významné podobjektory související s <i>SO 650</i></b>	<b>16</b>
8.1	Hloubená stavební jáma – Hradecký portál (SO 601.11), Olomoucký portál (SO 601.21)	16
8.2	Hloubené úseky – Hradecký portál (SO 601.12), Olomoucký portál (SO 601.22)	16
8.2.1	Tunelové ostění	16
8.3	Ražba a dočasné vystrojení výrubu – <i>TT</i> (SO 601.31), <i>PTP</i> (SO 601.33)	16
8.4	Sekundární ostění včetně izolací – <i>TT</i> (SO 601.32), <i>PTP</i> (SO 601.34)	17
8.4.1	Hydroizolační systém	17
8.4.2	Sekundární ostění	17
8.5	Zpětné zásypy – Hradecký portál (SO 601.14), Olomoucký portál (SO 601.24)	17
<b>9</b>	<b>Výstavba</b>	<b>19</b>
9.1	Zásady organizace výstavby	19
9.2	Odhadovaná doba výstavby	19
9.3	Odhad investičních nákladů <i>SO 650 GTM - Tunel Maletín</i>	19
<b>10</b>	<b>Zásady technického řešení pomocí observační metody a použití GTM</b>	<b>20</b>
<b>11</b>	<b>Varovné stavy</b>	<b>21</b>
11.1	Definice varovných stavů	21
11.2	Posuzování varovných stavů	21
<b>12</b>	<b>SO 650.1: GTM – Tunel Maletín – Předstihový monitoring</b>	<b>22</b>
<b>13</b>	<b>SO 650.2: GTM – Tunel Maletín – Monitoring během výstavby</b>	<b>23</b>
13.1	Sledování přetvoření horninového masivu pomocí <i>SP</i>	24
13.1.1	Měření vodorovných deformací metodou vertikální inklinometrie	24
13.1.2	Měření svislých deformací pomocí extenzometrů	24
13.1.3	Geodetické sledování deformací povrchu	24
13.2	Měření deformací svahů stavební jámy	25
13.3	Měření deformací výrubu	25
13.3.1	Okamžik osazení měřičského bodu	25

13.3.2	Četnost měření a nulové měření.....	26
13.3.3	Přesnost měření .....	26
13.3.4	Vyhodnocení výsledků .....	26
13.4	Měření tlaku působícího na tunelové ostění .....	26
13.5	Inženýrskogeologické sledování výstavby (stálý GT dozor) .....	27
13.6	Měření trhlin na objektech.....	27
13.7	Sledování kvality důlních vod a vod čerpaných z výkopů.....	28
13.8	Sledování projevů chování horninového masivu .....	28
14	<b>SO 650.3: GTM – Tunel Maletín – Sledování stavby po dokončení.....</b>	<b>29</b>

## Seznam obrázků

Obr.°1:°	Lokalizace „SO 601 Tunel Maletín“ .....	4
Obr. 2:	Posloupnost varovných stavů (zdroj:[9], kap.4.3.3, obr. č.4.2) .....	21

## Seznam tabulek

Tab. 1:	Geotypy zastižené IGP.....	12
Tab. 2:	Kvazihomogenní celky a technologické třídy výrubu PTT .....	13
Tab. 3:	Přibližné délky tunelových trub.....	14
Tab. 4:	Odhadovaná časová náročnost ražeb .....	19
Tab.°5:°	°Předstihový monitoring .....	22
Tab.°6:°	°Monitoring během výstavby.....	23
Tab.°7:°	°Monitoring po dokončení stavby .....	29

## 1 Identifikační údaje

- **STAVBA:** **D35 STARÉ MĚSTO – MOHELNICE, DÚR, IČ VČ. ZAMĚŘENÍ**
  - Stupeň dokumentace: Dokumentace pro vydání rozhodnutí o umístění stavby (DUR)
  - Část dokumentace: D.1.5 (Dok. objektů / Stavební část / Objekty podzemních staveb)
  - Číselná řada SO/PS: 650 – GTM Tunel Maletín
- 

- **OBJEDNATEL:** **Ředitelství silnic a dálnic ČR**
  - Sídlo objednatele: Na Pankáci 546/56, 140 00 Praha 4
  - IČO: 659 93 390
  - DIČ: CZ65993390
  - Právní forma: Příspěvková organizace
  - Bankovní spojení: ČNB, č.ú. 20001-15937031/0710
  - Datová schránka: zjq4rhz
  
  - Zástupce objednatele: **Ing. Jan Kroupa, FEng.**
  - Ve věcech smluvních: **Ing. Martin Smolka, MBA**  
(martin.smolka@rsd.cz; +420 585 759 312)
  - Ve věcech technických: **Ing. Hana Urbánková**  
(hana.urbankova@rsd.cz; +420 585 759 338)
- 

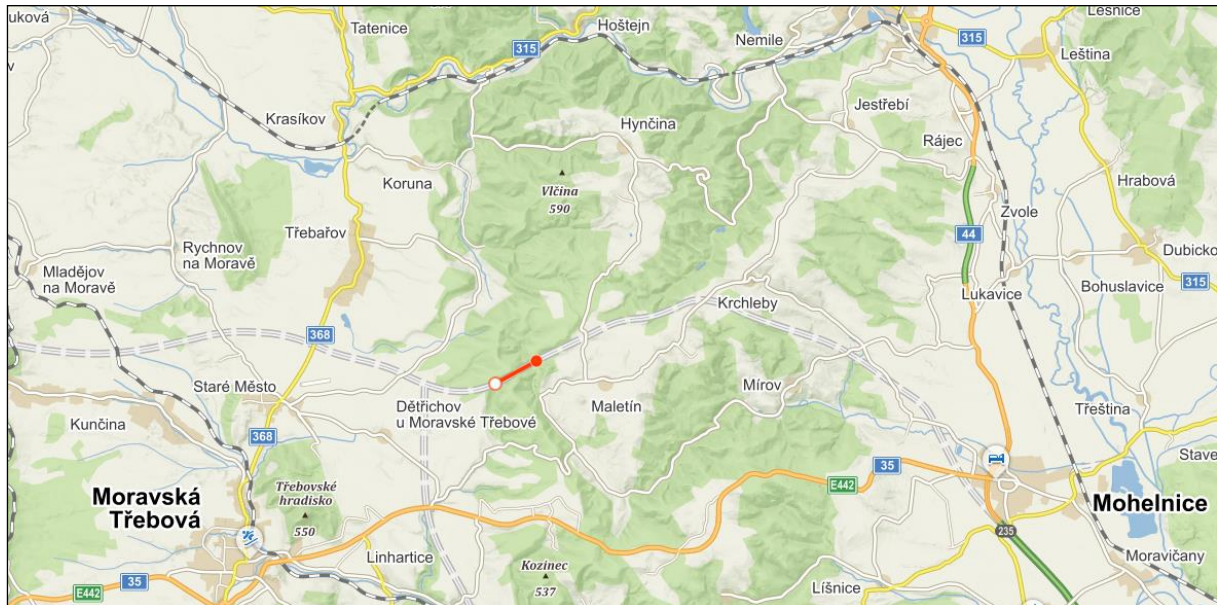
- **ZHOTOVITEL:** **Účastníci Společnosti „SUDOP GROUP\_Velké projekty\_RS“**
  - Společníci: Sp. 1 – SUDOP PRAHA a.s. (IČO: 25793349)  
Sp. 2 – PUDIS a.s. (IČO: 45272891)  
Sp. 3 – METROPROJEKT Praha a.s. (IČO: 45271895)  
Sp. 4 – VPÚ DECO PRAHA a.s. (IČO: 60193280) – správce spol.  
Sp. 5 – Dopravoprojekt Brno a.s. (IČO: 46347488)  
Sp. 6 – DOPRAVOPROJEKT, a.s. (IČO: 31322000)
  
  - Hl. inženýr projektu (HIP): **Ing. Jan Hrachovec**  
(hrachovec@vpupraha.cz; +420 730 857 686)
- 

- **STAVEBNÍ OBJEKT:** **SO 650 GTM – TUNEL MALETÍN**
- Projektant SO – tech.garant: **Ing. Tomáš Zítka, CEng MICE, EUR ING**  
(tomas.zitko@sudop.cz; +420 605 446 289)
- Projektant SO – vypracoval: **Ing. Marcel Poštek**  
(marcel.postek@sudop.cz; +421 902 609 725)  
**Mgr. Hana Smržová, Ph.D.**

## 2 Předmět dokumentace

### 2.1 Předmět dokumentace

Předmětem předkládané dokumentace je návrh geotechnického monitoringu pro výstavbu tunelu Maletín (SO 601 Tunel Maletín) projektovaného v rámci dokumentace pro vydání rozhodnutí o umístění stavby (DUR) D35 Staré Město – Mohelnice. Nově navrhovaný tunel je přibližně 1 312,5 m dlouhý a leží západně od obce Maletín, severně od obce Borušov a východně od obce Děřichov u Moravské Třebové (viz Obr.°1 níže) v pardubickém kraji (olomoucký portál leží téměř na rozhraní kraje pardubického a olomouckého). Jedná se o dálniční tunel šířkové kategorie T8 se směrově oddělenou dopravou (pro každý jízdní směr je navržena jedna dvoupruhová tunelová trouba).



Obr.°1:°Lokalizace „SO 601 Tunel Maletín“

### 2.2 Rozsah a podmínky platnosti

Tato TZ se zabývá návrhem a technickým popisem SO 650 GTM - Tunel Maletín navrženého v rámci stavby D35 Staré Město – Mohelnice. GTM SO 650 sleduje dočasné stavební jámy hloubených úseků a raženou část tunelu. Projekt je zpracován ve stupni DUR, čemuž odpovídá i přesnost a míra detailu. **Veškeré technické údaje jsou pouze přibližné a budou dále upřesňovány a optimalizovány v rámci navazujících stupňů projektové přípravy.**

Předpokládaná podobjektová skladba SO 650 je uvedena v kap. 4.4 na str. 7.

Seznam jednotlivých příloh dokumentace SO 650 je uveden v kap. 4.3 na str. 6. Všechny přílohy dokumentace SO 650 a TZ tvoří její nedílnou součást.

Podklady, které byly použity pro zpracování dokumentace jsou uvedeny v kap. 4.2 na str. 6. Normy, předpisy a další referenční dokumenty, které byly při návrhu technického řešení zohledňovány jsou uvedeny v kap. 4.1 na str. 6. Zkratky použité v textu jsou vysvětleny v kap. 3 na str. 5. Užší význam obecných technických termínů, platný pro tuto TZ, je definován v kap. 5 na str. 8.

Tato dokumentace je určena pouze pro stavbu, účely a činnosti vyplývající ze SoD (č. smlouvy objednatele: 14PT-000556; ISPROFIN: 5001550024.39501) mezi objednatelem a zhotovitelem. Zhotovitel zpracoval tuto dokumentaci pro objednatele a nepřijímá žádnou zodpovědnost či závazky, v souvislosti s touto dokumentací, vůči třetím stranám.

**Tento stupeň dokumentace je podkladem pro územní řízení a neslouží k realizaci díla!**

### 3 Seznam zkratk

- **C&C** – Metoda výstavby *Cut & Cover* (viz *kap.5 na str.8*)
- **DSP** – Dokumentace pro vydání stavební povolení
- **DÚR** – Dokumentace pro vydání územního rozhodnutí
- **EX** – Extenzometrické měření
- **GB** – Geodetický bod
- **GTM** – Geotechnický monitoring
- **HPV** – Hladina podzemní vody
- **HV** – Hydrogeologický vrt
- **HG** – Hydrogeologický
- **IG** – Inženýrsko-geologický
- **IKM** – Inklinometrické měření
- **LTT** – Levá tunelová trouba
- **NRTM** – *Nová rakouská tunelovací metoda* (viz *kap.5 na str.8*)
- **OPT** – Ochranné pásmo tunelu
- **PD** – Projektová dokumentace / Dokumentace
- **PK** – Pozemní komunikace
- **POs** – Primární ostění
- **PTP** – Průchozí tunelové propojky
- **PTT** – Pravá tunelová trouba
- **RA** – Riziková analýza
- **RAMO** – Rada monitoringu (viz *kap.5 na str.8*)
- **RDS** – Realizační dokumentace stavby
- **ŘSD** – Ředitelství silnic a dálnic ČR
- **SO** – Stavební objekt
- **SOs** – Sekundární ostění
- **SP** – Sdružený profil (I.SP, II.SP, III.SP)
- **TgM** – Trigonometrické měření
- **TM** – *Tunelový metr*
- **TP** – Technické podmínky
- **TT** – Tunelová trouba
- **TTV** – Technologická třída výrubu
- **TZ** – Technická zpráva
- **DZS** – Dokumentace pro zadání stavby

## 4 Referenční dokumenty

### 4.1 Seznam norem a předpisů použitých při zpracování dokum.

- [1] **ČSN 73 7507**: Projektování tunelů pozemních komunikací; Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví; Prosinec 2013
- [2] **ČSN 73 6133**: Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací; TNK 41 Geotechnika, TNK 147 Navrhování a provádění vozovek a zemních těles
- [3] **ČSN P 73 1005**; Inženýrskogeologický průzkum; Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví; 11/2016
- [4] **ČSN EN 1990**; 73 0002; EC: Zásady navrhování konstrukcí; Český normalizační institut; Praha; Únor 2011
- [5] **ČSN EN 1992-1-1**; 73 1201; EC2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby; Český normalizační institut; Praha; Listopad 2006
- [6] **ČSN EN 1997-1**; 73 1000; EC7: Navrhování geotechnických konstrukcí – část 1: Obecná pravidla; Český normalizační institut; Praha; Září 2006
- [7] **ČSN EN 1997-2**; 73 1000; EC7: Navrhování geotechnických konstrukcí – část 2: Průzkum a zkoušení základové půdy; Český normalizační institut; Praha; Březen 2008
- [8] **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
- [9] **TP 237**: Technické podmínky – Geotechnický monitoring tunelů pozemních komunikací; MD ČR, odbor pozemních komunikací a územního plánu; Praha; Květen 2011
- [10] **TKP 24**: Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací: Kapitola 24 – TUNELY; Ministerstvo dopravy ČR, odbor infrastruktury; Praha; Prosinec 2006
- [11] **TKP-D 7**: Technické kvalitativní podmínky pro dokumentaci staveb pozemních komunikací: Kapitola 7 – TUNELY, PODZEMNÍ OBJEKTY A GALERIE (TUNELOVÉ STAVBY); Ministerstvo dopravy ČR, Odbor pozemních komunikací; Praha; 2016

### 4.2 Seznam podkladů a dalších referenčních dokumentů

- [12] **D35 Staré Město – Mohelnice, DUR, tunel Maletín, D.1.5, SO 601 tunel Maletín, Technická zpráva, č.p. 001**; SUDOP PRAHA a.s.; Ing. Tomáš Zítka, Ing. Marcel Poštek; Praha 2019;
- [13] **D35 Staré Město – Mohelnice, Tunel Maletín, Předběžný geotechnický průzkum, Závěrečná zpráva pasportu E1 – tunel Maletín**; Inset s.r.o.; Ing. Ladislav Šplíchal; Zakázka č. 1809013600; Praha; 2019;
- [14] **D35 Staré Město – Mohelnice, Situace – Úsek Staré Město – Maletín**; Stupeň dokumentace: TP (Technická pomoc); Č. přílohy: 2.1; Měřítko 1:5000; Ing. Pavel Krejčí, Ing. Libor Palán; Dopravoprojekt Brno, Č. zakázky: 17-010-A1-ZP; 05/2018;
- [15] **D35 Staré Město – Mohelnice, Podélný profil, 1. část**; Stupeň dokumentace: TP (Technická pomoc); Č. přílohy B.3.1A; Měřítko 1:5000/500; Ing. Pavel Krejčí, Ing. Libor Palán; Dopravoprojekt Brno, Č. zakázky: 17-010-A1-ZP; 05/2018.
- [16] **Návrh na změnu nivelety tunelu Maletín**; SUDOP PRAHA a.s.; Ing. Tomáš Zítka, Ing. Marcel Poštek; Praha 2019;

### 4.3 Seznam příloh dokumentace SO 650 GTM - Tunel Maletín

- [17] **101**: Geotechnický monitoring -Technická zpráva
- [18] **102**: Geotechnický monitoring - Situace

#### **4.4 Seznam podobjektů SO 650 GTM - Tunel Maletín**

- [19] **SO 650.1: GTM – Tunel Maletín – Předstihový monitoring**
- [20] **SO 650.2: GTM – Tunel Maletín – Monitoring během výstavby**
- [21] **SO 650.3: GTM – Tunel Maletín – Sledování stavby po dokončení**

#### **4.5 Seznam SO úzce souvisejících se SO 650 GTM - Tunel Maletín**

- [22] **SO 601: Tunel Maletín;** část dokumentace: D.1.5; zpracovatel: Ing. Tomáš Zítka, Ing. Marcel Poštek; SUDOP PRAHA a.s.



## 5 Užitá terminologie

- **C&C**
  - metoda *Cut & Cover* slouží k výstavbě hloubených tunelů, příp. k výstavbě portálových hloubených částí ražených tunelů;
  - metoda spočívá v prvotním vyhloubeným dočasně stavební jámy / zářezu, ve které se následně vybetonují tunelové tubusy; po vybetonování tubusů, instalace *HI* systému a ochranné vrstvy se dočasná stavební jáma zasype;
  - k provádění zpětných zásypů dočasných stavebních jam portálových úseků patří i zformování portálových svahů (součástí může být např. vyztužení zemního tělesa geosyntetiky, rozprostření kamenného záhozu, apod.).
  
- dočasný portál (ražený portál)
  - portál ražené části tunelu vytvořený na rozhraní hloubené a ražené části;
  - musí zajistit přenos zemního (někdy i hydrostatického tlaku) na čelní stěně stavební jámy (konstrukční uspořádání statických prvků této čelní stěny musí zároveň umožnit realizaci ražeb tunelových trub včetně předstihových opatření (např. vrtání jehlový nebo *MP* deštník, příp. čelbových sklolaminátových kotev, montáž předštitku, apod...);
  - má pouze dočasnou funkci; po vyražení tunelu a zhotovení hloubeného úseku se stavební jáma zasype a portál tak zanikne.
  
- **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*).
  
- horizontální členění
  - způsob ražby tunelu, při kterém je čelba tunelu „vodorovně“ rozdělena na dílčí výruby (zpravidla na kalotu a lávku nebo na kalotu, lávku a dno – protiklenbu);
  - hlavními důvody členění výrubu jsou:
    - zmenšení plochy čelby zvyšuje její stabilitu (dílčí čelby jsou stabilnější);
    - snížení doby, po kterou zůstává výrub nezajištěný (menší čelba znamená menší objem rubaniny, který je nutné odtěžit před instalací *POs*);
    - technologické limity (maximální vertikální dosah stavební mechanizace).
  
- **NRTM**
  - Nová rakouská tunelovací metoda je konvenční observační metoda cyklické ražby (jednotlivé pracovní cykli se skládají z rozpojení horniny → naložení a odvezení rubaniny z tunelu → primární = dočasné zajištění výrubu);
  - základní koncept *NRTM* spočívá ve využití horninového masivu v okolí výrubu co-by nosné konstrukce, horninový masiv tak ve vztahu ke konstrukci tunelu nefiguruje pouze jako zatížení, ale využívá se jeho

- spolupůsobení s *POs* pro přenos geostatického zatížení vyvolaného ražbou tunelu
- jedná se o *observační metoda* ⇒ teoretické předpoklady návrhu chování výrubu musí být při realizaci ověřovány za pomoci *GTM* a následně je návrh vstrojovacích tříd výrubu optimalizován dle zjištěné situace in-situ.
- *observační metoda*
    - způsob návrhu anebo 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 *GTM* (jedná se především o geodetické 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 pružně optimalizovat technologický postup ve vztahu ke skutečně zastiženým geologickým podmínkám (návrh a následná optimalizace technologických tříd výrubu), reagovat na aktuální situace a vyhodnocovat potenciální rizika spojená s výstavbou (ve vztahu k investičním nákladům a bezpečností provádění ražeb).
  - *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.
  - *POs*
    - ostění ze *SB* (příp. dalších výztužných prvků jako např. příhradové oblouky z betonářské výztuže, horninové svorníky a kotvy, jehlové / mikropilotové deštníky, příp. výztužné prvky ze sloupů *TI*, atd...) sloužící k zajištění výrubu během ražby;
    - má pouze dočasnou funkci (návrhová životnost je zpravidla dva roky);
    - součástí *POs* je i *SB* sloužící k zajištění čelby výrubu aplikovaný v rámci jednotlivých záběrů.
  - *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.
  - *repassportizace*
    - 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.

- SOs
  - ostění z monolitického ŽB (příp. PB) s trvalou nosnou funkcí (návrhová životnost zpravidla 100 let);
  - ostění se instaluje až po odeznění deformací POs.
  
- 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.
  
- TM
  - tunelový metr představuje staničení os jednotlivých tunelových trub, začínající od průsečíku svislé roviny vedené vnější hranou portálového bloku a osou tunelové trouby v úrovni nivelety;
  - TM zahrnují i hloubené úseky tunelu;
  - je vztaženo zvláště pro PTT a LTT.
  
- 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
  - definice dle TKP-D7 [11], kap.7.1.2: „část území v blízkosti stavby tunelu, ve které mohou působit indukované účinky stavby a kde existuje reálné riziko vzniku škod na majetku.
  
- zóna sledování
  - definice dle TKP-D7 [11] **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**, kap.7.1.2: „širší zóna (za zónou ovlivnění a poklesů), ve které sice existuje zcela minimální riziko vzniku škod, ale ve které existuje riziko uplatňování nároků na náhradu škod na majetku, vzniklých stavbou“.

## 6 Geologická skladba a hydrogeologie zájmového území

Základním podkladem pro získání informací o geologické a hydrogeologické skladbě zájmového území byl *Předběžný geotechnický průzkum [13]*. a *Návrh na změnu nivelety tunelu Maletín [16]*.

### 6.1 Geologické poměry

Trasa tunelu Maletín prochází kyšperskou synklinálou, jejíž výplň tvoří sedimenty české křídové pánve. Tyto horniny jsou následně překryty poměrně málo mocnými kvartérními sedimenty deluviálního původu. Tunelové trouby procházejí na své trase pod dvěma morfolozickými hřebeny. Nadloží se pohybuje v rozmezí od 15 m do 71 m (měřeno od nivelety tunelu).

V rámci IG průzkumu ([13] byly horniny v zájmové oblasti rozděleny podle jejich geotechnických vlastností do tzv. geotypů (viz *Tab. 1*).

#### 6.1.1.1 Kvartérní sedimenty (Qp):

Kvartérní pokryv je tvořen deluviálními sedimenty jemnozrnného (Qp7) až štěrkovitého charakteru (Qp10).

#### 6.1.1.2 Předkvartérní podklad (Mk):

Sedimentární horniny české křídové pánve. Různý stupeň zvětrání horniny je značen písmeny a, b. Uložení vrstev těchto hornin v zájmové oblasti je následující:

- **Perucko-Korycanské souvrství** tvořeno pískovci až jílovitými pískovci (Mk10, Mk11, Mk12). Pouze svrchní část tohoto souvrství byla zachycena vrtnými pracemi při IGP. Při aktuálním vedení nivelety trasa tunelu tímto souvrstvím neprochází.
- **Bělohorské souvrství** tvořeno převážně masivními slínovci, prachovci a jílovitými vápenci (Mk6-9a, Mk6-9b). Ve slínovcích byly zaznamenány rozevřené pukliny.
- **Jizerské souvrství** tvořeno převážně jemnozrnnými pískovci (Mk2-3a, Mk2-3b)

Název geotypu	Stratigrafie	Geneze	Popisná charakteristika geotypu	ČSN 736133
An	recent	antropogenní	Štěrky s příměsí jemnozrnné zeminy	An
Orn	holocén	pedogeneze	Hlíny s nízkou plasticitou, hlíny písčité, písky hlinité, štěky hlinité	Orn
Qp7	pleistocén	deluviální sediment	Jíly písčité	F4CS
Qp8			Jíly s nízkou plasticitou	F6CL
Qp9			Písky hlinité	S4SM
Qp10			Štěky jílovité	G5GC
Mk2a	Mesozoikum, křída stř. turon – jizerské souvrství	mořský sediment	Pískovce prachovito jílovité velmi zvětralé	R6-R5
Mk2b			Pískovce mírně zvětralé	R5
Mk3a			Pískovce a pískovce glaukonitické slabě zvětralé	R4
Mk3b			Pískovce zdravé, pískovce vápnité slabě zvětralé a zdravé	R3(R2)
Mk6a	Mesozoikum, křída spodní turon – bělohorské souvrství		Pískovce jílovité velmi zvětralé, pískovec glaukonitický mírně zvětralý	R6
Mk6b			Pískovce jílovité mírně zvětralé, glaukonitické slabě zvětralé	R5
Mk7a			Pískovce jílovité a vápnitý slabě zvětralý	R4
Mk7b			Pískovce jílovité a vápnitý zdravý	R3(R2)
Mk8a			Slínovce a prachovec velmi zvětralý	R6
Mk8b			Slínovce a prachovec mírně zvětralý	R5
Mk9a			Slínovce a prachovec slabě zvětralý	R4
Mk9b			Slínovce, vápnité jílovce a jílovité vápence zdravé	R3(R2)
Mk10		Mk sv. cenoman perucko-korycanské s.	sladkovodní a mořský sediment	Pískovec jílovitý velmi zvětralý a pískovec glaukonitický mírně zvětralý
Mk11	Pískovec jílovitý mírně zvětralý		R5	
Mk12	Pískovec křemitý, jílovité a glaukonitický slabě zvětralý		R4	

Tab. 1: Geotypy zastížené IGP

## 6.2 Plochy diskontinuit

V oblasti trasy tunelu jsou horninové celky tektonicky narušeny řadou subvertikálních poruch. V místech těchto zlomů se dá předpokládat vysoké narušení skalního masivu a tedy následně i vyšší stupeň zvětrání hornin. Kromě diskontinuit tektonického původu jsou v křídových horninách přítomny i subhorizontální plochy vrstevnatosti jakožto následek procesu sedimentace.

Zdokumentované systémy diskontinuit:

- Plochy vrstevnatosti, které se mírně uklání k severozápadu.
- Dva systémy subvertikálních diskontinuit, které jsou vzájemně kolmé/kosé.
- Západní portál – V místě plánovaného západního portálu byl IG průzkumem zastížen subvertikální zlom, který má za následek rozpuštění horninového masivu a posun hornin podél zlomu. Vzniknuvší pukliny mohou být vyplněny jílem.
- Východní portál – vysoká míra rozpukanosti křídových sedimentů.

## 6.3 Kvazihomogenní celky a technologické třídy výrubu

V rámci IGP [13] byla vyhodnocena kvalita horninového masivu a trasa tunelu byla rozčleněna do 9 KHC, kde jednotlivé celky se vyznačují jednotnou TTV. Rozdělení PTT do KHC zohledňující optimalizaci navržené nivelety v rámci DUR je uvedeno v Tab. 2 níže.

č. KHC staničení PTT [km]	Část horninového masívu	Přítoky podzemní vody [l/s]	TTV
<b>I.</b> 0,300 – 0,495	okrajový/značné rozpukání	0,1 – 0,5	<b>4</b> nepříznivé
<b>II.</b> 0,495 – 0,611	dostatečné horninové nadloží	-	<b>4</b> nepříznivé
<b>III.</b> 0,611 – 0,785	dostatečné horninové nadloží	-	<b>3</b> zhoršené
<b>IV.</b> 0,785 – 0,851	okrajový/značné rozpukání	0,1 – 0,5	<b>3</b> zhoršené
<b>V.</b> 0,851 – 0,954	min. mocnost skalního nadloží	1,0 – 5,0	<b>4</b> nepříznivé
<b>VI.</b> 0,954 – 1,066	okrajový/značné rozpukání	0,1 – 0,5	<b>5a</b> velmi nepříznivé
<b>VII.</b> 1,066 – 1,125	dostatečné horninové nadloží	-	<b>5a</b> velmi nepříznivé
<b>VIII.</b> 1,125 – 1,442	dostatečné horninové nadloží	-	<b>3</b> zhoršené
<b>IX.</b> 1,442 – 1,614	okrajový/značné rozpukání	0,1 – 0,5	<b>3</b> zhoršené

Tab. 2: Kvazihomogenní celky a technologické třídy výrubu PTT

## 6.4 Hydrogeologie v dané lokalitě

V zájmovém území se nachází horniny s průlinově-pulkinovou propustností, které tvoří systém kolektorů vody. Stavba tunelu dle výškové Varianty B [16] nebude zasahovat do hladiny podzemní vody naměřené během prací pro IG průzkum.

## 7 Stavební řešení tunelu Maletín

SO 601 Tunel Maletín se skládá ze dvou tunelových trub. Jejich osy jsou od sebe vzdáleny zhruba 30 až 37 m (tak, aby mezi nimi byl zachován horninový pilíř šířky přibližně 18 až 25 m, tzn. přibližně jedenapůl až dvojnásobek průměru výrubu).

Metoda výstavby tunelu je kombinovaná – skládá se z krátkých hloubených portálových úseků budovaných pomocí metody C&C a dlouhého úseku raženého konvenční cyklickou ražbou dle zásad NRTM (Tab. 3).

Úsek	Délka LTT	Staničení LTT	Délka PTT	Staničení PTT
Hloubený, C&C (hradecký portál)	75,0 m	km 0,6730	75,0 m	km 0,3015
		km 0,7480		km 0,3765
Ražený, NRTM	1 212,5 m	km 1,9605	1 200,0 m	km 1,5765
		km 1,9855		km 1,6140
Hloubený, C&C (olomoucký portál)	25,0 m	-	37,5 m	-
<b>Celkem</b>	<b>1 312,5 m</b>	<b>-</b>	<b>1 312,5 m</b>	<b>-</b>

Pozn.: Z praktických důvodů je uvedena délka tunelových trub měřena mezi průsečíky svíslých rovin vedených vnějšími líci portálových bloků s osami tunelových trub v úrovni nivelety, nikoli v místě plného průřezu skloněných portálů, jak je uvedeno v ČSN 73 7507 **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**, kap. 3.2.1.

Tab. 3: Přibližné délky tunelových trub

V tunelu je navrženo dvouplášťové ostění s mezilehlou HI fólií. POs bude standardně prováděno ze SB vyztuženého pomocí svařovaných sítí a výztužných příhradových oblouků z betonářské výztuže a systémového kotvení pomocí horninových svorníků (alternativně může být primární zajištění provedeno ze stříkaného betonu z rozptýlenou výztuží). V poruchových oblastech budou navíc prováděna preventivní / ochranná stabilizační opatření. SOs je navrženo z monolitického železobetonu (eventuálně může být provedeno z prostého betonu pokud se prokáže dostatečná únosnost ve skutečně zastiženém geologickém prostředí). Ostění bude betonováno do ocelového posuvného bednění (bedněního vozu) po jednotlivých betonážních blocích. Každý blok bude betonován ve dvou krocích, nejprve protiklenba a poté horní klenba

V tunelu jsou navrženy celkem čtyři tunelové propojky. Propojky budou raženy stejnou technologií jako hlavní tunelové trouby.

Hloubené části tunelových trub byly navrženy jako ŽB monolitické konstrukce zhotovené v dočasných stavebních jamách, které se po betonáži hloubených trub zasypají. Při provádění zpětných zásypů se zformují trvalé šikmé portálové svahy (předpokládá se vyztužení strmých portálových svahů geosyntetiky).

- Koncepční řešení: dvoutubusový tunel se směrově oddělenou dopravou
- Délka tunelu: > 1000 m ⇒ dlouhý tunel (dle ČSN 73 7507 [1], čl. 4.2.3)
- Přibližná délka PTT: 1 312,5 m (viz Tab. 3 níže)
- Přibližná délka LTT: 1 312,5 m (viz Tab. 3 níže)
- Počet průchozích propojek: 4 ks
- Počet průjezdných propojek: 0 ks
- Plocha výrubu: cca 109 m<sup>2</sup>

- Světlná plocha tunelu: cca 61 m<sup>2</sup>
- Technologie výstavby: kombinovaná – NRTM, C&C
- Kategorie tunelu: TA (ve smyslu ČSN 73 7507 [1], čl. 4.2.5)
- Šířková kategorie tunelu: T8 (dva jízdní pruhy šířky 3,5 m a dva vodící proužky šířky 0,5 m)
- Návrhová rychlost: 130 km/hod z hlediska stavebního řešení (trasování, rozhledy,...)  
100 km/hod z hlediska technologického vybavení

Souběžně s trasou tunelu vedou dvě ochranná pásma. Jedná se jednak o OPT (ve smyslu ČSN 73 7507 [1], čl. 4.1.5) ve vzdálenosti 30 m od ostění a pak ochranné pásmo dálnice (ve smyslu zákona 13/1997), které je ve vzdálenosti 100 m od osy PK.

## 7.1 Vliv stavby na okolní zástavbu a inženýrské sítě

V koordinační situaci a charakteristických příčných řezech dokumentace SO601 [22] jsou znázorněny zálomové úhly vymezující zónu ovlivnění a zónu sledování. Zóna ovlivnění je uvažována přibližným dosahem aktivního klínu (tj.  $45^\circ + \varphi/2$  od vodorovné) a zóna sledování je stanovena co-by dosah pasivního klínu (tj.  $45^\circ - \varphi/2$  od vodorovné) s praktickým omezením maximálního dosahu do vzdálenosti rovné pětinásobku průměru tunelového výrubu ( $5 \times D \approx 60,5$  m).

Z dostupných informací není známo, že by nad SO tunelu ležely jakékoli stávající SO či inženýrské sítě choulostivé na poklesy podloží (tunel je umístěn v extravilánu, v nadloží se nachází lesní půda a trvalý travní porost). V nadloží je evidována pouze účelová komunikace ( $km_{PPT} = 1,285$ ;  $km_{LTT} = 1,631$ ). Rozvoj poklesové kotliny v nadloží tudíž nepředstavuje významnější riziko pro povrchovou zástavbu.

Dle informací uvedených v GTP [13], kap. 3.9 se v navrhované trase nenachází žádné poddolované území a pouze v širším okolí jsou evidována stará důlní díla a potenciální ložiska železných rud, která však mají nízkou prozkoumanost.



## 8 Významné podobjekty související s SO 650

### 8.1 Hloubená stavební jáma – Hradecký portál (SO 601.11), Olomoucký portál (SO 601.21)

Stavební jáma na hradeckém portálu má délku cca 75 m, šířku ve dně cca 55 m a hloubku 11 až 16 m.

Stavební jáma na olomouckém portálu má délku cca 25 – 40 m, šířku ve dně cca 50 m a hloubku 11 až 16 m.

Stabilita bočních stěn stavební jámy je zajištěna pomocí hřebíkových svahů. Jsou navrženy svahy o sklonu 3:1 s lavičkami šířky 2,5 m po max. 6 m. Svahy jsou zajištěny pomocí ocelových hřebíků a stříkaného betonu s výztužnou sítí.

Stěny *dočasných portálů* jsou zajištěny pomocí záporového pažení z profilů I(IPN) 400, navržených v osových vzdálenostech 1,5 m o maximální výšce 16 m. Zápor jsou převázané železnou převázkou tvořenou s 2xU 300, skrz kterou se provede pramencová kotva. Převázky jsou ve třech kotevních úrovních. První je 1,5 m od vrchní hrany záporu a následně v osových vzdálenostech 3 m. Před stěnou dočasného portálu je mezi tunelovými rourami ponechán opěrný klín zvyšující celkovou stabilitu záporového pažení.

### 8.2 Hloubené úseky – Hradecký portál (SO 601.12), Olomoucký portál (SO 601.22)

#### 8.2.1 Tunelové ostění

Ostění hloubených úseků je navrženo z monolitického ŽB. Vlastní klenba tunelového ostění je posazena na protiklenbu. Vnitřní líc hloubených částí tunelového ostění plynule navazuje na vnitřní líc ražený úseků. Předpokládaná tloušťka ostění je v koruně 500 mm a v počvě 1 550 mm.

Hloubené úseky a vždy min. první blok ražené části navazující na hloubenou část tunelu musí být betonován z vodonepropustného betonu z důvodu osazení vnitřních těsnících pasů do čel jednotlivých bloků. Vnější líc ostění bude opatřen hydroizolací, ochrannou vrstvou z netkané geotextilie a pískovým obsypem (prevence proti poškození *HI* během hutnění zpětných zásypů).

Tunelové trouby jsou ukončeny zešíkmeným portálovým blokem s parapetním límcem a žlabem za vnější hranou ostění.

### 8.3 Ražba a dočasné vystrojení výrubu – TT (SO 601.31), PTP (SO 601.33)

Tunel bude ražený konvenčním způsobem dle zásad *NRTM*. Jedná se o cyklický způsob výstavby po jednotlivých záběrech. Základní charakteristikou této metody je využití spolupůsobení horninového masivu v okolí výrubu pro zajištění stability výrubu. Úkony prováděné v rámci jednoho cyklu prací lze rozdělit do tří základních operací:

- 1) rozpojování horniny (buď mechanicky pomocí impaktorů a výložníkových fréz nebo s využitím trhacích prací – kde lze úkony dále dělit na vrtání, nabíjení, odstřel a větrání);
- 2) odvoz rubaniny;
- 3) zajišťování výrubu (instalace primárního ostění ze stříkaného betonu a betonářské výztuže, osazení horninových svorníků a kotev,...).

V případě nepříznivého geologického prostředí (v případě tunelu Maletín se očekává zastížení oblastí silně zvětralých jílových pískovců ve střední části trasy a podcházení údolí s nedostatečným horninovým nadložím – štěrková vrstva blízko koruny) se budou provádět preventivní / ochranná stabilizační opatření (instalace jehlových / mikropilotových deštníků, kotvení čelby, předstihová

injektáž nebo injektáž za ostění, v nejkritičtějších oblastech pak zhotovení pilířů z tryskové injektáže po obvodu tunelu příp. i v čelbě a usazení POs kaloty na „patky“).

U ražeb pomocí observačních metod se v DSP provádí návrh tzv. vystrojovacích tříd výrubu. Jedná se o návrh určitého souboru stabilizačních opatření, které se uplatní pro zajištění daného záběru v předpokládaném geologickém prostředí. V ČR se zpravidla vystrojovací třídy značí číslicí 1 až 5 a třída č. 5 se dále dělí na 5a a 5b, s tím, že ražby v optimálním geologickém prostředí spadají do 1. třídy a ražby v nejméně vhodném geologickém prostředí spadají do třídy 5b. V GTP [13] byly pro tunel Maletín doporučeny TTV 3 až 5b. Pro účely odhadu IN byly tyto TTV revidovány s ohledem na optimalizaci nivelety (více viz Příloha č.1: Návrh na změnu nivelety tunelu Maletín [16]) a tato revize je uvedena v Tab. 2 na str. 13.

### **Tunelové propojky**

Ražby tunelových propojek budou prováděny obdobným způsobem, jako ražba tunelových trub. Ražba propojky může být zahájena až po té, co čelba tunelového tubusu odstoupí na vzdálenost min.  $3 \times D$  (kde  $D$  je průměr výrubu tunelového tubusu).

### **Odvádění důlních vod v době výstavby**

Tunel je navržen nad očekávanou HPV. Případná podzemní voda v okolí výrubu bude odváděna pomocí dočasných stavebních drenáží k hradeckému portálu. Zde bude jímána do retenčních nádrží a používána pro potřeby stavby. Případný přebytek vody bude před navrácením do vodního recipientu kontrolován a upravován (usazovací nádrže, odlučovače ropných látek, úprava pH, apod.).

## **8.4 Sekundární ostění včetně izolací – TT (SO 601.32), PTP (SO 601.34)**

### **8.4.1 Hydroizolační systém**

Z důvodů snahy o minimální ovlivnění režimu podzemních vod SO tunelu Maletín, je navržen uzavřený hydroizolační systém doplněný navíc o systém těsnících clon eliminujících migraci podzemních vod rozrušenou horninou podél tunelu.

### **8.4.2 Sekundární ostění**

SOs je navrženo z monolitického ŽB (příp. může být z prostého betonu, pokud to zastižené geologické a geotechnické podmínky umožní) a skládá se z klenby tunelového ostění (předpokládaná tl. v koruně je 350 mm) a protiklenby (předpokládaná tl. v počvě 1 200 mm).

Technický návrh SOs tunelových propojek je prakticky shodný s technickým návrhem SOs tunelových tubusů. Předpokládaná tloušťka SOs v koruně tunelových propojek je 300 mm.

## **8.5 Zpětné zásypy – Hradecký portál (SO 601.14), Olomoucký portál (SO 601.24)**

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

Je vhodné do horní části zpětných zásypů včlenit vrstvu z nepropustné zeminy, která zamezí nebo alespoň zpomalí vsakování srážkových vod do spodních vrstev (snížení drenážního efektu zpětného zásypu).

Portálové bloky tunelů jsou rovněž ukloněny v poměru 1:1,5 a ukončeny ŽB římsami, které zamezí vnikání srážkových vod stékajících po svahu. Okolo těchto říms je vydlážděn žlab, kterým bude dešťová voda svedena do horských vpustí dálniční kanalizace.

U horní hrany portálových zářezů je (tam kde je to opodstatněné) navržen zemní val výšky cca 1 m, bránící vniknutí srážkových vod do portálové oblasti (snahou je neshbírat srážkové vody do kanalizace, ale odklánět je na přilehlé pozemky). Portály budou oploceny, aby se zamezilo vniknutí zvěře a nepovolaných osob do prostoru provozované dálnice.

## 9 Výstavba

### 9.1 Zásady organizace výstavby

Předpokládá se, že ražba tunelu bude prováděna dovrchně směrem od hradeckého portálu. Vlastnímu zahájení ražby musí předcházet:

- zřízení přístupových cest;
- příprava ploch pro mezideponii (vytěžený materiál), sedimentačních nádrží, dočasné uložení skrývek a materiálu pro zpětný zásyp dočasných stavebních jam (vč. plochy pro jeho úpravu – drtička, příp. mísící centrum);
- kácení dřevin v nezbytném rozsahu (plochy pro: přístupové cesty, ZS, dočasné stavební jámy hloubených úseků, apod.) a provedení skrývek (sejmutí lesní hrabanky) a dočasného zemního valu po obvodu staveniště sloužícího k zamezení vniku srážkových vod;
- zřízení ZS – skládá se z čistého zázemí (kontejnerová sestava pro kanceláře, šatny a ostrahu; trafostanice; jímky pro ČOV; myčky vozidel; parkoviště, atd. – cca 1 500 m<sup>2</sup>), špinavého zázemí (kontejnerová sestava pro sklady, dílny, lampovnu; haly údržby; myčka strojů; EKO sklad maziv a olejů; zásobník pohonných hmot; čistící zařízení důlních vod, odluhovač ropných látek, atd. – cca 1 500 m<sup>2</sup>), zřízení elektrických přípojek (vodovodní přípojka není v dané lokalitě k dispozici a tak bude nutné vodu pro potřeby stavby dovážet);
- vrtání záporového pažení (pažení dočasného portálu);
- příprava ploch pro mezideponii a dočasné deponování skrývek;
- vyhloubení dočasných stavebních jam (hloubené úseky tunelu) vč. jejich zapažení (hřebíkové svahy).

Ačkoli se předpokládá ražba pouze od hradeckého portálu, v dostatečném předstihu před prorážkou tunelových trub musí být vybudována dočasná stavební jáma u olomouckého portálu, která zajistí bezpečné dokončení ražeb a umožní výstavbu hloubené části tunelu. Proto je nutné i u olomouckého portálu provést obdobné stavební práce (být v menším rozsahu), jako u hradeckého portálu.

Pro ZS a deponie jsou určeny pouze plochy v záboru budoucího tělesa dálnice. Žádné dočasné zábory pro tyto účely nejsou uvažovány, a pokud je zhotovitel bude potřebovat, musí si je sjednat sám, na vlastní odpovědnost a ve vlastní režii.

### 9.2 Odhadovaná doba výstavby

Byl proveden přibližný odhad časové náročnosti ražeb v jednotlivých TTV (viz Tab. 4) a následně odhad celkové doby výstavby SO tunelu.

TTV	Postup ražeb v m/den	Časová náročnost ražby v hod/Tm
3	5,0	4,8 h / 1 Tm
4	3,0	8,0 h / 1 Tm
5a	1,0	24,0 h / 1 Tm

Tab. 4: Odhadovaná časová náročnost ražeb

**Čas potřebný na výstavbu SO 601 Tunel Maletín (včetně instalace technologického vybavení a pokládku vozovky) je 52 měsíců (tj. cca 4,33 let).**

### 9.3 Odhad investičních nákladů SO 650 GTM - Tunel Maletín

Byl proveden hrubý odhad IN SO 650 GTM - Tunel Maletín. Geotechnický monitoring se skládá z průměrné ceny za 1 m délky tunelu.

Průměrná cena za jeden metr pak činí přibližně 50 000 Kč/mb.

**Z provedeného odhadu IN vychází celková cena za SO 650 GTM - Tunel Maletín cca 131 250 000 Kč.**

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

Při návrhu geotechnických konstrukcí se vychází z ČSN EN 1997-1 [6]. 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 [4], 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 [3], 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.

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 *DZS* nebo *RDS*.

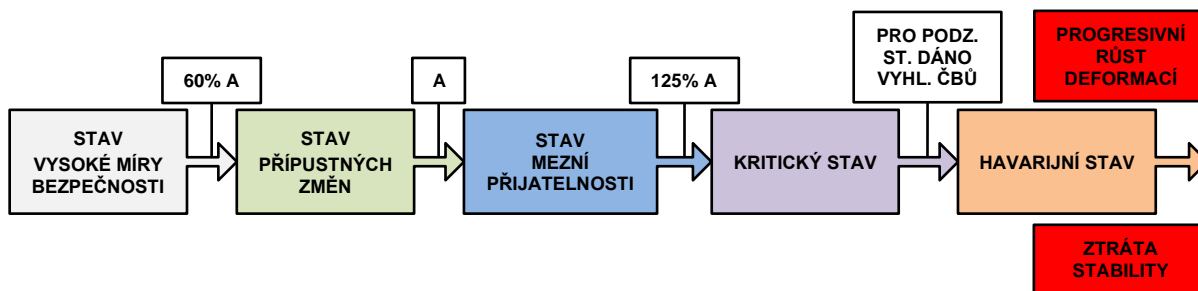
## 11 Varovné stavy

### 11.1 Definice varovných stavů

Varovné stavy vychází z [9], kap.4.3 a musí být stanoveny v DSP, DZS nebo RDS.

Kritéria varovných stavů se odvíjí 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 hodnoceníh výsledků měření, a to v závislosti na růstu poznatků o chování konstrukce v daných geologických podmínkách.

Ve smyslu TP-237 [9], kap.4.3 jsou definovány varovné stavy dle Obr. 2 níže:



Obr. 2: Posloupnost varovných stavů (zdroj:[9], kap.4.3.3, obr. č.4.2)

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.

Klíčovým varovným stavem je varovný stav mezní přijatelnosti. V [9], 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 – viz Obr. 2).

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

### 11.2 Posuzování varovných stavů

Při rozhodování, 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:

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

## 12 SO 650.1: GTM – Tunel Maletín – Předstihový monitoring

SO	Cíl měření	Nástroje GTM
SO°650.1 GTM	Globální vodní režim	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pasport studní (pokud jsou)</li><li>• Měření HPV v hydrologických vrtech</li></ul>
	Nivelace terénu	<ul style="list-style-type: none"><li>• Geodetické zaměření, zaměření zhlaví vrtů</li></ul>
	Stav objektů v zóně ovlivnění	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pasportizace objektů (zde asfaltová silnice)</li></ul>

Tab. °5: °Předstihový monitoring

Předstihový monitoring vodního režimu realizovaný před zahájením stavby (jeho měření) se provádí v měsíčních až dvoutříměsíčních intervalech min po dobu jednoho roku před zahájením stavby.

## 13 SO 650.2: GTM – Tunel Maletín – Monitoring během výstavby

Tato kapitola uvádí (Tab.°6) a popisuje jednotlivé navržené disciplíny GTM. Předběžný návrh jejich uplatnění v rámci SO 650.2 GTM – Tunel Maletín je názorně zpracován v Situaci GTM [18]. GTM bude podrobněji řešen ve vyšších stupních projektové přípravy.

SO	Podobjekt	Cíl měření	Nástroje GTM
SO°601.11 SO°601.21	Stavební jámy	Deformace svahů (viz kap. 13.2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inklinometry</li> <li>• Trigonometrické měření</li> </ul>
	Záporový pažení	Měření sil v kotvách	• Dynamometry
		Deformace (zejména horizontální)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inklinometry</li> <li>• Trigonometrické měření</li> </ul>
SO°601.31 - Ražba a dočasné vystrojení výrubu	POs	Geologický popis hornin, popis diskontinuit, stabilita čelby (viz kap. 13.5)	• Geotechnický pasport čelby
		Plocha výrubu	• Trigonometrické měření
		Divergence / konvergence POs (viz kap. 13.3)	• Trigonometrické měření
		Deformace horninového prostředí vlivem ražby – vznik poklesové kotliny (viz kap. 13.1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivelace na povrchu terénu</li> <li>• Tyčové extenzometry osazené do vrtů provedených z povrchu</li> <li>• Inklinometry</li> </ul>
		Napětí na rozhraní hornina – POs, radiální zatížení POs (viz kap. 13.4)	• Tlakové podušky
		Napětí v betonu POs – obvodové zatížení POs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tlakové podušky</li> <li>• Strunové deformetry</li> </ul>
		Odtok vody z tunelu	• Průtokový vodoměr
		Globální vodní režim	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Měření HPV ve vrtech</li> <li>• Pasport studní (pokud jsou)</li> </ul>
		Chemismus vody (viz kap. 13.7)	• Odběr vzorků, analýza
		Seismické, dynamické a akustické účinky	• Vibrografy a seismografy na mobilních základnách
		Kontrola dimenzí; zaměření povrchu horniny nebo povrchu POs (využití pro přípravu na betonování SOs)	• 3D scan
SO°601.32 - Sekundární ostění	SOs	Kontrola rozměrů ostění	• Trigonometrické měření
		Teplota v ostění	• Teplotní čidla
		Napětí v SOs	• Strunové deformetry
		Měření trhlin v ostění (viz kap. 13.6)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sádrové pásky</li> <li>• Pásková měřidla</li> <li>• Příložné hrotové deformetry</li> <li>• Automatické dilatometry</li> </ul>

Tab.°6:°Monitoring během výstavby



Periodický kontrolní 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.

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

## 13.1 Sledování přetvoření horninového masivu pomocí SP

V rámci sdružených profilů u ražených portálů je navrženo extenzometrické a inklinometrické měření a geodetické sledování deformací na povrchu.

SP jsou navrženy v blízkosti otevřených stavebních jam. Je tedy nutné provést instrumentaci v dostatečném časovém předstihu. (min. 14 dní před začátkem zemních prací). Po instrumentaci je nutné provést první nulté čtení a po 14 dnech cementačního klidu druhé nulté čtení.

Pravidelné měření je nutné zahájit nejpozději 20 m před příchodem ražby do sledovaného profilu. Před příchodem ražby do sledovaného profilu postačí četnost měření 3× týdně. V okamžiku průchodu čelby je nutné měřit 1× za 24 hodin. Po průchodu čelby se interval měření sladí s intervalem geodetického měření deformací výrubu a může se podle vývoje změřených hodnot prodloužit postupně na 1× týdně až 1× za 14 dní až do ustálení deformací. Pokud po uzavření celého výrubu 2 po sobě jdoucí měření vykazují menší deformaci než 1 mm, měření se ukončí.

### 13.1.1 Měření vodorovných deformací metodou vertikální inklinometrie

Přesná inklinometrie umožňuje sledování vodorovných pohybů osy vrtu, který prochází zájmovým prostředím. 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. Inklinometry je také výhodné osazovat do zabetonovaných chrániček v portálových stěnách.

### 13.1.2 Měření svislých deformací pomocí extenzometrů

Navržené vícenásobné tyčové extenzometry se osadí z povrchu a budou sloužit ke zjištění velikosti a průběhu svislých přetvoření v nadloží tunelu vyvolané jednak hloubením stavební jámy, ale hlavně postupující ražbou tunelu.

### 13.1.3 Geodetické sledování deformací povrchu

Kromě přetváření horniny v okolí výrubu může nastat vlivem ražby i sedání povrchu. Průběh poklesové kotliny, která tak vznikne, má zásadní vliv na přetváření či stabilitu tunelové stavby. Na tvar poklesové kotliny má, kromě celé řady neovlivnitelných faktorů, také vliv navržená technologie a skutečný způsob provádění ražení a vyztužování.

Pro zjištění průběhu poklesové kotliny a vyčíslení tzv. objemové ztráty zeminy (Loss of Ground) je extenzometrický profil na povrchu doplněn (ve směru „kolmém“ na osu tunelu) body přesné nivelace.

Pro toto měření postačí ocelové tyče ze žebírkové oceli o délce cca 2,0 m, zaražené do zeminy a opatřené na konci barevným zvýrazněním. Pohyb těchto konců je pak geodeticky sledován.

Osazení profilu proběhne ve stejné době, jako osazení víceúhlových extenzometrů, včetně provedení nultého čtení.

## 13.2 Měření deformací svahů stavební jámy

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). Je prováděno 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  $\pm 2$  mm v poloze a  $\pm 1$  mm ve výšce.

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. Měření deformací svahů stavební jámy je koordinováno s měřením deformací výrubu. Pokud dojde k výše popsaným klimatickým změnám, je měření operativně doplněno a přizpůsobeno vzniklé situaci.

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 pro ražbu tunelu. 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. Tento cyklus trvá až do vyražení 30 m tunelu v kalotě. Pokud deformace vykazují tendenci k ustálení, je možno cyklus měření prodloužit na interval 7, 14 a dále až na 30 dní. V případě, kdy se čelba kaloty přiblíží do vzdálenosti 30 m od druhého portálu, je situace obdobná situaci při zahájení ražby a četnost měření se zvýší na interval 3 dny. Tento stav trvá až do prorážky tunelu. Prodloužení intervalu měření je opět závislé na průběhu deformace v čase a jejím trendu k ustálení. Prodloužení intervalu měření je možno provést v případě, kdy tři po sobě následující měření vykazují výrazné snížení rychlosti nárůstu deformací (tendence k ustálení deformací).

## 13.3 Měření deformací výrubu

Pro měření deformací výrubu bude použita geodetická metoda. Jedná se o měření absolutních změn (zaznamenání pohybu bodů vyjádřených dvěma složkami –  $x$  a  $y$ ). Posuny ve směru „ $x$ “ představují horizontální složku deformace a posuny ve směru „ $y$ “ její vertikální složku. Vyhodnocení naměřených veličin je možné v různých formách. Výsledkem měření je stanovení změny polohy jednotlivých bodů v rovině příčného řezu tunelu v závislosti na čase a postupu ražby (polohy čelby dílčích výrubů vzhledem k poloze měřičského profilu).

I přes nižší míru přesnosti je vhodné také měřit posuny ve směru „ $z$ “ (podélné deformace).

Systém měření spočívá ve vytvoření měřicího profilu z pevných bodů, jejichž posun v čase se sleduje a vyhodnocuje. Rozmístění bodů v profilu je navrženo s ohledem na členění výrubu.

### 13.3.1 Okamžik osazení měřičského bodu

Měřičský bod je osazen vždy v posledním provedeném záběru před provedením dalšího záběru. Bod je osazen pokud možno co nejbližší k čelbě, ale zároveň dostatečně daleko, aby nebyl při dalším postupu poškozen stavební mechanizací. Pro výsledky měření deformací je významná rychlá instalace měřených bodů do profilu a jejich dokonalá fixace. Body musí umožňovat libovolný počet bezchybně opakovatelných měření i při měnící se geometrii výrubu.

### 13.3.2 Četnost měření a nulové měření

Nulové měření je provedeno bezprostředně po instalaci měřičských bodů do ostění (nejpozději před provedením dalšího záběru). Četnost měření je závislá na průběhu deformací v čase, resp. na jejich tendenci k ustálení. Měření následující po nulovém měření probíhají ve 24 hodinových cyklech. V případě rychlého nárůstu deformace je možno tento interval zkrátit. Prodloužení intervalu měření je možno provést v případě, kdy tři po sobě následující měření vykazují výrazné snížení rychlosti nárůstu deformací (tendence k ustálení deformací). V tomto případě se doporučuje prodloužení intervalu měření na tři dny. Obnovení 24 hodinového cyklu měření je cca 30 m před průchodem čelby příslušným měřičským profilem. Prodloužení cyklu z 24 hodin na tři dny je opět v případě, kdy tři po sobě následující měření vykazují výrazné snížení rychlosti nárůstu deformací. Stejný postup platí i v případě dobrání dna tunelu. Prodloužení intervalu z třídního na týdenní, resp. měsíční je opět závislé na vývoji nárůstu deformací v čase. Měření se provádějí až do okamžiku zabudování definitivního ostění. Betonáž definitivního ostění smí být zahájena, pokud rychlost přírůstu deformací nepřesáhne 4 mm / měsíc.

### 13.3.3 Přesnost měření

Při tomto geodetickém měření deformací je požadovaná přesnost absolutní polohy měřičských bodů:

±2 mm v poloze a ±1 mm ve výšce.

### 13.3.4 Vyhodnocení výsledků

Měření jsou obvykle vyhodnocována v kanceláři přímo na stavbě okamžitě po zaměření. Výsledkem je grafické znázornění časové závislosti deformací pro jednotlivé měřičské profily a body, které je předáno do 1 hodiny po ukončení měření na vedení stavby. Zpracovateli projektové dokumentace objektu jsou výsledky zasílány prostřednictvím e-mail nejpozději do 24 hodin od provedení měření, aby mohl v případě nutnosti zaujmout k nastalé situaci stanovisko. Každý z bodů měřičského profilu je v grafu označen vlastní křivkou, která znázorňuje jeho příslušnou složku deformace v čase. Současně je nutno v grafu zaznamenat časový průběh jednotlivých fází výrubu vzhledem k měřičskému profilu (vzdálenost čelby dílčího výrubu od měřičského profilu v čase). Tak je možno určit vliv ražby na vývoj deformací a společně s dalšími geotechnickými měřeními a dokumentací čelby tunelu v každém záběru provést správnou interpretaci výsledků a prognózu dalšího postupu.

Všechny výsledky deformačních měření musí být interpretovány ihned (v tomtéž dni, kdy byla měření provedena), nejpozději však do 24 hodin. Jestliže jsou při měření zjištěny okolnosti vyžadující rychlou změnu prvků primárního ostění tunelu (kotvy, sítě atd.), tak opatření musí proběhnout co nejdříve. Kromě sledování absolutní hodnoty deformace je nutno velmi pečlivě sledovat a vyhodnocovat časový průběh deformace, zejména rychlost přírůstků.

V případě poškození bodu je nutno v co nejkratší době osadit a zafixovat náhradní bod a provést nulté měření. Informace o nultém měření jsou uvedeny přímo na formuláři grafického znázornění průběhu deformací.

## 13.4 Měření tlaku působícího na tunelové ostění

Dimenze jak POs tak i SOs se posuzují pomocí numerických modelů založených nejčastěji na MKP. Geologické skladba podloží, geometrie konstrukcí, vliv času a další faktory ovlivňující skutečné chování konstrukce a spolupůsobení konstrukce-masiv jsou v numerických analýzách zohledněny s přiměřenou mírou zjednodušení. Vstupní hodnoty inženýrsko-geologických veličin jsou navíc závislé na kvalitě měření (jak in-situ tak i v laboratoři) a správné interpretaci získaných dat. Posudky se navíc provádí pouze na vybraných řezech, ze kterých se dále extrapolují pro zbytek konstrukce. Výsledky matematického modelování jsou proto vždy zatíženy určitou nepřesností (jedná se tedy pouze o určitý předpoklad chování). Při realizaci díla se návrh optimalizuje na základě dat získaných z GTM (*observační metoda*). Pro ověření správného návrhu dimenzí se provádí měření deformací výrubu, ale zároveň je velmi vhodné provádět přímé měření totálního napětí působícího na tunelové ostění.

Měření totálního napětí působícího na ostění se provede pomocí tlakových polštářů osazených na stěny výrubu (přímo na rozhraní zemina-konstrukce) nebo na vnější líc POs (na první nástřik betonu tloušťky cca 50 mm). Polštáře se umístí (v počtu 8 ks) rovnoměrně po obvodu výrubu do oblasti II. sdruženého profilu. Naměřená data budou bez zbytečné prodlevy vyhodnocována a prezentována na pravidelných setkání RAMO.

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

Celý průběh výstavby (realizace podzemních staveb, odtěžování stavebních jam pro vlastní zářezy,...) musí být průběžně zaznamenáván v rámci inženýrskogeologické dokumentace v souladu s vyhláškou [8], §17. Jedná se zejména o:

- geologický popis těžených zemin a hornin (klasifikace dle ČSN P 73 1005 [3], Příloha A);
- zatřídění zemin a hornin dle:
  - vhodnosti pro pozemní komunikace (dle ČSN 73 6133 [2], kap. 4; případně [2], tab. A.1)
  - těžitelnosti zemin a hornin (dle ČSN P 73 1005 [3], Příloha B)
  - vrtatelnosti zemin a hornin (dle ČSN P 73 1005 [3], Příloha C);
- tektonická měření - vrstevnatost, puklinatost, další plochy foliace;
- hydrogeologická měření - výskyt zvodnění;
- další jevy mající vztah k postupu výstavby.

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 (např. jehlové deštníky, vyšší mocnost POs, více armatury v SOs apod.), která budou součástí RDS.

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

### 13.6 Měření trhlin na objektech

Sledování vývoje trhlin na objektech se provádí měřením změn vzdálenosti dvou pevných bodů, fixovaných ke sledované konstrukci.

Rozsah měření: +20 mm; rozlišení 0,5 mm; přesnost  $\pm 1$  mm.

Měření je možné provádět měřidly různého typu:

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

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 SO tunelu by se teoreticky mohlo jednat o trhliny v řádech 0,1 mm na SOs eventuálně o trhliny v řádech jednotek mm na POs) se provádí při její zastižení.

## 13.7 Sledování kvality důlních vod a vod čerpaných z výkopů

Tyto vody 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.

## 13.8 Sledování projevů chování horninového masivu

Mimo výše popsaných a více či méně složitých systémů měření je nutno sledovat projevy chování horninového masivu běžnou obhlídkou. Jedná se o sledování případných poruch primárního ostění (trhlin), které mohou být způsobeny jednak technologickou nekázní, jednak projevem horninových tlaků. V případě vzniku trhliny v primárním ostění je zakázáno tuto trhlinu přestříkat betonem či jinak zacetit, pokud se nejedná o opatření ke zvýšení únosnosti ostění. Je nutno sledovat vývoj trhliny, zejména směr, rozevření, délku a polohu v trhliny v ostění a o sledování poříditi záznam. Ke sledování vývoje rozevření trhliny slouží např. sádrové pásky, případně je možno v místě poruchy osadit další měřičský profil. V případě, že dochází k nárůstu projevů horninového tlaku je nutno podle charakteru projevů provést příslušná stabilizační opatření (např. instalovat horninové svorníky).

## 14 SO 650.3: GTM – Tunel Maletín – Sledování stavby po dokončení

V rámci trvalého GTM bude nutné zejména geodeticky sledovat deformace sekundárního ostění (osazení geodetických bodů přibližně každých 100 m, plus jeden profil v každé tunelové propojce), 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.

Dlouhodobý GTM je důležitým bezpečnostním prvkem, jehož cílem odhalit jakékoliv anomálie ohrožující dlouhodobou životnost díla.

SO	Podobjekt	Cíl měření	Nástroje GTM
SO°601.32	SOs	Deformace	• Trigonometrické měření
SO°650.3	-	Globální vodní režim	• Měření v zachovaných hydrovrtech
SO°601.14, SO 601.24	Portálová oblast	Deformace	• Trigonometrické měření • Inklinometry

Tab.°7:°Sledování stavby po dokončení

Vypracoval:

V Praze dne 6.12. 2019

.....  
**Ing. Tomáš Zítka, CEng MICE, EUR ING**  
autorizovaný inženýr pro geotechniku (0701444)  
báňský projektant (OBÚ - SBS/03647/2014/OBU-02)  
odborný znalec (Č.j.: SBS 24400/2017/ČBÚ-21/4)