



Operační program  
Doprava



Evropská unie  
Investice do vaší budoucnosti  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Fond soudržnosti

Číslo změny:	Obsah změny:	Datum změny:
01	Zpracování připomínek projednání	06/2013
02	Aktualizace	01/2017
03	-	-

Investor:



Správa železniční dopravní cesty, s.o.  
Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1

Stavební správa západ se sídlem v Praze  
Sokolovská 278/1955, 190 00 Praha 9

Sdružení pro projekt Modernizace trati Sudoměřice - Votice:



**METROPROJEKT**

Vedoucí sdružení:



SUDOP PRAHA a.s.  
Olšanská 1a, 130 80 Praha 3  
tel.: +420 267 094 111  
fax: +420 224 230 316  
e-mail: praha@sudop.cz

Hlavní inženýr projektu:

Ing. MILOŠ KRAMEŠ

Garant profese:

Ing. MICHAL GRAMBLIČKA

Zpracovatel části: E.1.7.1 Tunel Mezno, hloubené části - vjezdový a výjezdový portál



Mott MacDonald CZ, spol. s r.o.  
Národní 984/15, 110 00 Praha 1  
tel.: +420 221 412 800  
fax: +420 221 412 810  
e-mail: czech@mottmac.com

Středisko:

**TUNELŮ**

Vedoucí střediska:	Odpovědný projektant SO:	Vypracoval:	Kontroloval:
Ing. MICHAL GRAMBLIČKA	- dle příloh -	- dle příloh -	- dle příloh -

Název akce:

**MODERNIZACE TRATI SUDOMĚŘICE - VOTICE**

Část:

SO 71-25-01 Tunel Mezno, hloubená část - vjezdový portál  
SO 71-25-02 Tunel Mezno, ražená část  
SO 71-25-03 Tunel Mezno, hloubená část - výjezdový portál

Číslo smlouvy:

**12 106 201**

Projektový stupeň:

**PROJEKT**

Datum:

**01 / 2013**

Číslo části:

**E.1.7.1**

Název přílohy:

**1. OBECNÁ ČÁST**

**Souhrnná technická zpráva**

Měřítko:

-

Počet formátů:

**123 A4**

Číslo přílohy:

**1.1**

## Modernizace trati Sudoměřice – Votice

### SO 71-25-01 Tunel Mezno, hloubená část - vjezdový portál

### SO 71-25-02 Tunel Mezno, ražená část

### SO 71-25-03 Tunel Mezno, hloubená část - výjezdový portál

## Technická zpráva

### Obsah:

1.	IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE .....	4
2.	PŘEDMĚT DOKUMENTACE .....	5
3.	VSTUPNÍ PODMÍNKY .....	5
4.	ZÁKLADNÍ ÚDAJE.....	5
5.	VÝCHOZÍ PODKLADY.....	6
6.	SOUVISEJÍCÍ STAVEBNÍ OBJEKTY A PROVOZNÍ SOUBORY.....	6
7.	GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY .....	7
7.1	Hloubené části tunelu (SO 71-25-01 a SO 71-25-03).....	7
7.2	Hydrogeologické poměry lokality.....	8
7.3	Charakteristika skalního zářezu stávající železniční tratě.....	8
7.4	Vjezdový portál SO 71-25-01 .....	12
7.5	Výjezdový portál SO 71-25-03 .....	13
8.	STRUKTURNÍ ANALÝZA STĚN STAVEBNÍCH JAM HLOUBENÝCH ČÁSTÍ.....	15
8.1	Metoda klíčového bloku .....	15
8.2	Použitý software.....	16
8.3	Předpoklady a vstupní data.....	16
8.4	Vyhodnocení.....	18
8.5	Vjezdový portál (SO 71-25-01).....	18
8.6	Výjezdový portál (SO 71-25-03).....	20

8.7	Závěr .....	22
9.	PŘÍČNÉ ŘEZY TUNELU.....	22
9.1	SO 71-25-01 Tunel Mezno, hloubená část - vjezdový portál .....	23
9.2	SO 71-25-03 Tunel Mezno, hloubená část - výjezdový portál.....	23
10.	TECHNICKÉ ŘEŠENÍ .....	23
10.1	Tunel Mezno, hloubená část - vjezdový portál - SO 71-25-01 .....	23
10.2	Tunel Mezno, ražená část – SO 71-25-02.....	27
10.3	Tunel Mezno, hloubená část - výjezdový portál - SO 71-25-03 .....	36
10.4	Vybavení tunelu .....	40
11.	STATICKÉ VÝPOČTY .....	47
11.1	Posouzení stability svahů stavebních jam a portálových svahů.....	47
11.2	Definitivní ostění hloubených tunelů.....	47
11.3	Primární ostění raženého tunelu .....	47
11.4	Definitivní ostění raženého tunelu .....	47
12.	POUŽITÉ MATERIÁLY A JEJICH POŽADOVANÉ PARAMETRY.....	48
12.1	Stříkaný beton použitý pro zajištění stavební jámy.....	48
12.2	Hřebíky (svorníky SN) .....	48
12.3	Cementová zálivka hřebíků (SN svorníků) .....	48
12.4	Výztuž stříkaného betonu.....	49
12.5	Beton nosných konstrukcí hloubených částí tunelu, beton odolný proti průsakům vody 49	
12.6	Betonářská výztuž nosných konstrukcí hloubené části tunelu .....	50
12.7	Distanční podložky.....	51
12.8	Podkladní betony .....	51
12.9	Výplňové betony a betony zpevněných únikových chodníků .....	51
12.10	Vnitřní těsnící spárové pásy.....	51
12.11	Bentonitová těsnící rohož.....	51
12.12	Ochranná geotextilie pro bentonitovou rohož .....	51
13.	POUŽITÉ NORMY, SMĚRNICE A PŘEDPISY .....	53
14.	DOKLADY .....	55
15.	PŘÍLOHY .....	56

## 1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název projektu: Modernizace traťového úseku Sudoměřice - Votice  
Část: E 1.7.1 Tunel Mezno  
SO 71-25-01 Tunel Mezno, hloubená část - vjezdový portál  
SO 71-25-02 Tunel Mezno, ražená část  
SO 71-25-03 Tunel Mezno, hloubená část - výjezdový portál

Zadavatel: Správa železniční dopravní cesty, s.o.  
Stavební správa Praha  
Sokolovská 278 / 1995  
190 00 Praha 9

Zhotovitel: Sdružení pro projekt Modernizace trati Sudoměřice – Votice  
SUDOP Praha a.s. (vedoucí sdružení)  
Olšanská 1a  
130 80 Praha 3  
METROPROJEKT Praha a.s. (účastník sdružení)  
I. P. Pavlova 2/1786  
120 00 Praha 2

Subdodavatel: Mott MacDonald CZ, spol. s r.o.  
Národní 15/984  
110 00 Praha 1

Hlavní inž. projektu: Ing. Miloš Krameš  
SUDOP Praha a.s.  
tel.: 267 094 164  
e-mail: [milos.krames@sudop.cz](mailto:milos.krames@sudop.cz)

Odborný garant: Ing. Michal Gramblička  
SUDOP Praha a.s.  
tel.: 267 094 323  
e-mail: [michal.gramblicka@sudop.cz](mailto:michal.gramblicka@sudop.cz)

Kraj: Středočeský  
Stupeň: Projekt

## 2. PŘEDMĚT DOKUMENTACE

Předmětem dokumentace je projekt stavby tunelu Mezno, stavební objekty SO 71-25-01 Tunel Mezno, hloubená část - vjezdový portál, SO 71-25-02 Tunel Mezno, ražená část, SO 71-25-03 Tunel Mezno, hloubená část - výjezdový portál, který obsahuje návrh konstrukce dvoukolejného raženého tunelu celkové délky 840 m, staničení km 99,838 713 až km 10,860 000. Délka raženého úseku je 767,0 m, délka hloubené části tunelu na vjezdu je 48,5 m, na výjezdu 24,5 m.

## 3. VSTUPNÍ PODMÍNKY

Přípravná dokumentace byla zpracována v r. 2004 Sudopem Praha dle tehdy platné legislativy. V době projektování dokumentace pro stavební povolení byly nově platné dva důležité předpisy ovlivňující návrh technického řešení:

Evropská směrnice TSI – Bezpečnost v železničních tunelech (7.3.2008) a Vzorový list STP dvoukolejného tunelu pro konvenční ražbu, SŽDC s.o. (1.2.2012). Dle těchto požadavků bylo třeba uzpůsobit příčný profil tunelu.

## 4. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Tunel leží mezi středočeskými obcemi Mezno a Střezimíř.

Celková délka tunelu je 840 m. Délka ražené části je 767 m, hloubené jámy mají na vjezdu délku 48,5 m a na výjezdu 24,5 m. Vjezdový portál je ve staničení km 99,838 713, výjezdový portál je ve staničení km 100,60 000.

Železniční trať se nachází 30,45 m v přechodnici a dále v pravostranném oblouku o poloměru osy tunelu 1401,85 m. Protože tunel leží ve směrovém oblouku a délka tunelu je měřena v jeho ose, dochází k disproporcím v určování délky tunelu a staničení trati.

Tunel je výškově veden ve vrcholovém oblouku o poloměru  $R=28\,000$  m s vrcholem ve staničení km 100,079 141, v tomto bodě je lom nivelety. Od vjezdového portálu k tomuto bodu tunel stoupá 4,456 ‰ ve směru staničení 240 m, od vrcholu oblouku následně klesá 600 m sklonem 8,0‰. Nejvyšší bod v tunelu je ve staničení km 100,024 713 (TM 649,29), vjezdový portál je od tohoto bodu ve vzdálenosti 190 m (TM 840,0) a výjezdový portál je od tohoto bodu ve vzdálenosti 650 m (TM 0,0).

Výška stěny raženého portálu je na vjezdu 18,5 m (nadloží 7,2 m), na výjezdu 16 m (nadloží 5,5 m). Maximální výška nadloží raženého tunelu se je 26,3 m a nachází se po 397,5 m trasy.

Výstavba bude prováděna technologií NRTM. Příčný profil výrubu tunelu je navržen od 101,7 m<sup>2</sup> pro profil na patkách až 119,5 m<sup>2</sup> v profilu se spodní klenbou. Typ zajištění je navržen dle statického výpočtu respektujícího předpokládané geologické a geotechnické podmínky v místě výstavby.

**Projektová dokumentace byla zpracována k datu 01/2013. V červenci 2014 došlo k úpravě normy ČSN EN 206 (73 2403), což má dopad na projektovou dokumentaci v podobě zvýšených nároků na třídy betonu trvalých nosných konstrukcí. Podle přílohy F, tab.F1 platného znění výše uvedené normy se pro betonové konstrukce při vlivu prostředí XF1, XA1 a stejně tak při vlivu prostředí XF3, XA2 doporučuje použít beton minimální pevnostní třídy C 30/37. Na základě tohoto doporučení došlo k revizi této technické zprávy a výkazů výměr, kde klenby a opěří sekundárního ostění tunelu, původně navržené z betonu C 25/30, jsou nyní**

požadovány z betonu min. pevnostní třídy C 30/37. Výkresová část projektové dokumentace tunelových staveb nebyla v tomto smyslu revidována, nicméně uvedená změna se jich bezesbýtku týká a při tvorbě realizační dokumentace stavby (RDS) je nutné tyto požadavky na vyšší třídu betonu respektovat.

## 5. VÝCHOZÍ PODKLADY

- Modernizace trati Sudoměřice – Votice, přípravná dokumentace (SUDOP Praha 31. 10. 2004)
- Záznamy z porad, viz. 14. kapitola TZ (DOKLADY)

## 6. SOUVISEJÍCÍ STAVEBNÍ OBJEKTY A PROVOZNÍ SOUBORY

Část	Číslo SO, PS	Název PS, SO
D.2.4.	PS 71-02-03	T.O. Tunel Mežno, ASHS
D.2.4.	PS 71-02-04	T.O. Tunel Mežno, EZS
D.2.4.	PS 71-02-05	T.O. Tunel Mežno, kamerový systém
D.3.1	PS 71-06-01	T.O. tunel Mežno, DŘT
D.3.5	PS 71-03-01	Tunel Mežno, TS 22/0,4 kV - technologie
D.3.5	PS 71-03-02	Tunel Mežno, TS 22/0,4 kV - vnější uzemnění
D.4.4	PS 71-08-01	Vodárenský objekt pro obec Mežno, úprava vody
D.4.4	PS 71-08-01.1	Vodárenský objekt pro fy. Mydlářka, úprava vody
E.1.1	SO 71-10-01	Sudoměřice - Červený Újezd, železniční svršek
E.1.1	SO 71-11-01	Sudoměřice - Červený Újezd, železniční spodek
E.1.1	SO 71-13-01	Sudoměřice - Červený Újezd, nástupní a záchranná plocha u portálů tunelu
E.1.6	SO 71-71-01	Sudoměřice - Červený Újezd, přeložka vodovodu obce Mežno
E.1.6	SO 71-71-02	Sudoměřice - Červený Újezd, přeložka vodovodu fy Mydlářka
E.1.7	SO 71-25-04	Monitoring výstavby tunelu Mežno
E.1.7	SO 71-25-05	Tunel Mežno, požární vodovod
E.1.7	SO 71-25-06	Tunel Mežno, sanace škod způsobených ražbou tunelu
E.1.7	SO 71-25-07	Vodárenský objekt - náhradní studna pitné vody pro obec Mežno
E.1.7	SO 71-25-07.1	Vodárenský objekt - náhradní studna pitné vody pro fy. Mydlářka
E.1.8	SO 71-30-06	Přístupová komunikace k vjezdovému portálu tunelu Mežno
E.1.8	SO 71-30-07	Přístupová komunikace k výjezdovému portálu tunelu Mežno
E.2.1	SO 71-40-01	Sudoměřice - Červený Újezd, technologický objekt tunelu, trafostanice
E.3.1	SO 71-60-01	Sudoměřice – Červený Újezd, TV
E.3.6	SO 71-62-04	Tunel Mežno, rozvody nn a osvětlení
E.3.7	SO 71-61-01	Sudoměřice – Červený Újezd, ukolejnění vodičových konstrukcí

## 7. GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

### 7.1 Hloubené části tunelu (SO 71-25-01 a SO 71-25-03)

#### 7.1.1 Podklady - Průzkumné práce

Podkladem pro zpracování podkladů pro statické výpočty a posouzení stability bloků vznikajících během hloubení stavební jámy nosných konstrukcí SO 71-25-01 Tunel Mezno, hloubená část – vjezdový portál a SO 71-25-03 Tunel Mezno, hloubená část - výjezdový portál jsou:

- Modernizace trati Sudoměřice – Votice, Geotechnický a stavebně technický průzkum (GeoTec – GS, a.s. 2004)
- Modernizace trati Sudoměřice – Votice, Geotechnický, hydrogeologický a stavebně technický průzkum tunel (Sudop Praha a.s. 2012)
- Prohlídka zájmového území, prohlídka a dokumentace skalních výchozů v zářezu jižně od žst. Střeziměř 07/2012

#### 7.1.2 Geomorfologické poměry

Zájmové území v místě budoucího tunelu náleží do Vlašimské pahorkatiny, respektive jejího okrsku Jistebnické vrchoviny. Trasa tunelu prochází pod elevací o nadmořské výšce cca. 614 m n.m. Niveleta koleje je pak u vjezdového portálu v nadmořské výšce cca. 580,1 m n.m. u portálu výjezdového pak 576,9 m n.m.

Zhruba 350 až 400 m jihozápadně od trasy tunelu se nachází zářez stávající tratě dlouhý 450 m, hluboký do 15 m s výškou koleje v nadmořské výšce okolo 586 m n.m.

#### 7.1.3 Geologická stavba

##### 7.1.3.1 Skalní podloží

Území je budováno horninami pestré série moldanubika; převládajícím typem hornin jsou částečně migmatitizované, sillimanit-biotitické pararuly až migmatity, nepravidelně obsahující vložky granitoidů o mocnosti několika decimetrů až metrů. Podle geologické mapy by se měla před vjezdovým portálem (km cca 99,830) vyskytovat žíla leptynitu (hornina složená především z křemene a živců) několik metrů až desítek metrů mocná. Tento typ horniny nebyl provedenými průzkumy zastižen. Vložky odlišných hornin dodržují orientaci hlavního strukturního prvku horninového masívu, tj. foliace - převládající směr foliace v lokalitě (měření byla provedena v zářezu tratě jižně od železniční stanice Střeziměř) je SV - JZ s průměrným sklonem k SZ 30° – 35°, průměrná hodnota směru a sklonu foliace je pak 285°/35°.

##### 7.1.3.2 Kvarterní pokryv

Kvartér je zastoupen deluviálními hlinitokamenitými až písčítokamenitými sedimenty.

Ve smyslu dříve platné ČSN 73 1001 jde o poměrně pestrou směs zemin od štěrků tříd G3 až G5 (které spolu s písky převažují), přes písky S3 až S5, k soudržným zeminám charakteru štěrkovitých a písčitých hlín (F1 a F3) a plastických hlín a jílu (F5 až F7).

Těžitelnost zemin se pohybuje podle obsahu hrubých a kamenitých součástí dle ČSN 73 3050 mezi 2. a 4. třídou těžitelnosti.



Mocnost kvartéru v okolí stavby kolísá v rozmezí 1 až 4 m, zejména v závislosti na morfologii terénu. V případě vjezdového portálu je mocnost kvartéru vyšší, tedy 2 až 4 m. v prostoru výjezdového portálu maximálně 2,5 m, přibližně poloviny výšky u portálu vjezdového.

Z hlediska geotechnických vlastností lze pak ke kvartéru přiřadit i svrchní horizont zcela zvětralých ortorul. Tento horizont dosahuje mocnosti do 1,5 m. Hornina má charakter písčitého, tuhého jílu až hlinitého písku, dle ČSN 73 1001 klasifikovaného jako F4/CS nebo S4/SM.

## 7.2 Hydrogeologické poměry lokality

Lokalita se nachází na rozhraní mírně teplé MT3 a chladné oblasti CH7. Roční průměrné srážky se pohybují v rozmezí 650 – 700 mm srážek, roční průměrná teplota se pohybuje v rozsahu 6°C – 7°C.

V zářezu železniční tratě jsou pak patrné pouze ojedinělé slabé přítoky, a to zejména na bázi kvartérního pokryvu, výjimečně pak po puklinách. Celkově jsou pak obě stěny zářezu prakticky suché.

Oblast vjezdového portálu je odvodňována k jihovýchodu až jihu Černým potokem. Oblast výjezdového portálu je pak odvodňována k severu potokem Mastník.

## 7.3 Charakteristika skalního zářezu stávající železniční tratě

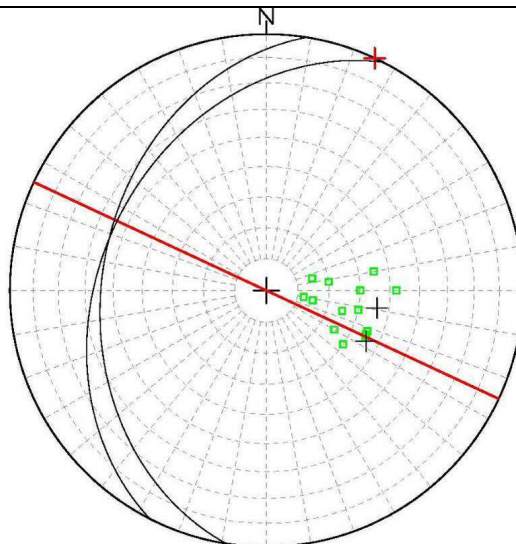
V rámci zpracování dokumentace považujeme za nutné vyhodnotit i stávající zářez železniční tratě jižně od železniční stanice Střezimíř.

Zářez se nachází 300 až 400 m jihozápadně od trasy plánovaného tunelu. Začíná jižně od stanice a končí za mostem silnice mezi Meznem a Střezimíř (u obce Stupčice). Zářez je dlouhý přibližně 450 m, široký 25 m, hloubka oproti okolí přibližně 12 m, směr 150° – 330°, dno (kolejnice) v nadmořské výšce 590 m n.m. Směrové vedení tras svírá úhel přibližně 30°.

Shodně s trasou tunelu se zářez nachází v silimanit-biotitických pararulách s vložkami granitických hornin. Jedná se tedy o stejné geologické prostředí. Hornina je mírně zvětralá až navětralá s velkou (60 – 200 mm) až velmi velkou (20 – 60 mm) hustotou diskontinuit, přičemž se tento údaj týká zejména foliace. Při použití dříve platného zařazení podle ČSN 73 1001 spadá dokumentovaná hornina do třídy R2 a R3.

Na stěnách zářezu je patrné, že hlavním strukturním prvkem je foliace, tvořící predisponované plochy odlučnosti. Průměrný směr foliace je 285°/35°. Přestože jsou tyto plochy velice zřetelné, nedochází na nich s výjimkou ojedinělých poruchových zón k samovolnému rozpadu horniny.





Obr. 1 - Charakteristický vzhled horniny v zářezu, s výraznými plochami foliace a orientace foliace v zářezu k ose trasy (červená linie)

Na poruchových zónách je hornina podél ploch foliace limonitizovaná a rozpadá se výrazně rychleji než okolní hornina. Převážná většina zářezu je však tvořena mírně zvětralou až navětralou horninou, která i přes dlouhodobé vystavení povětrnosti nijak nezměnila svoje geotechnické vlastnosti.



Obr. 2 - Vzhled horniny v poruchové zóně

Mimo ploch foliace je masív porušen i dalšími tektonickými prvky a to na sebe v zásadě kolmými puklinami. Z měření a ze statistického vyhodnocení získaných dat byly stanoveny tři systémy neprůběžných puklin. Jejich směry jsou:  $45^\circ/88^\circ$  (resp.  $225^\circ/88^\circ$ ),  $242^\circ/55^\circ$  a  $142^\circ/80^\circ$ . Délka těchto puklin je maximálně do 1,5 m a dochází podél nich

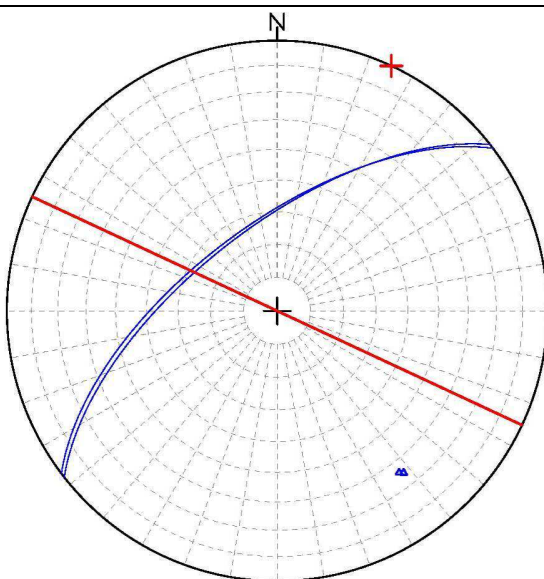


k vytváření typických bloků klínovitého tvaru. Většinou je však jejich délka 10 – 30 cm a hornina se následně rozpadá na fragmenty o objemu 0,5 – 1,5 dm<sup>3</sup>.

Mimo tyto „běžné“ systémy puklin je na severovýchodní straně zářezu zřetelná ojedinělá porucha. Jedná se o ostře ohraničenou poruchu s rozevřením 20 – 30 cm, vyplněnou silně alterovanou (chloritizovanou) horninou rozloženou na jílovitopísčité reziduum s úlomky křemene. Stěny pukliny nejsou nijak alterované, směr poruchy je 322°/65°, pokud budeme předpokládat její průběžnost, tak s velkou pravděpodobností zasahuje i do plánovaného tunelu.

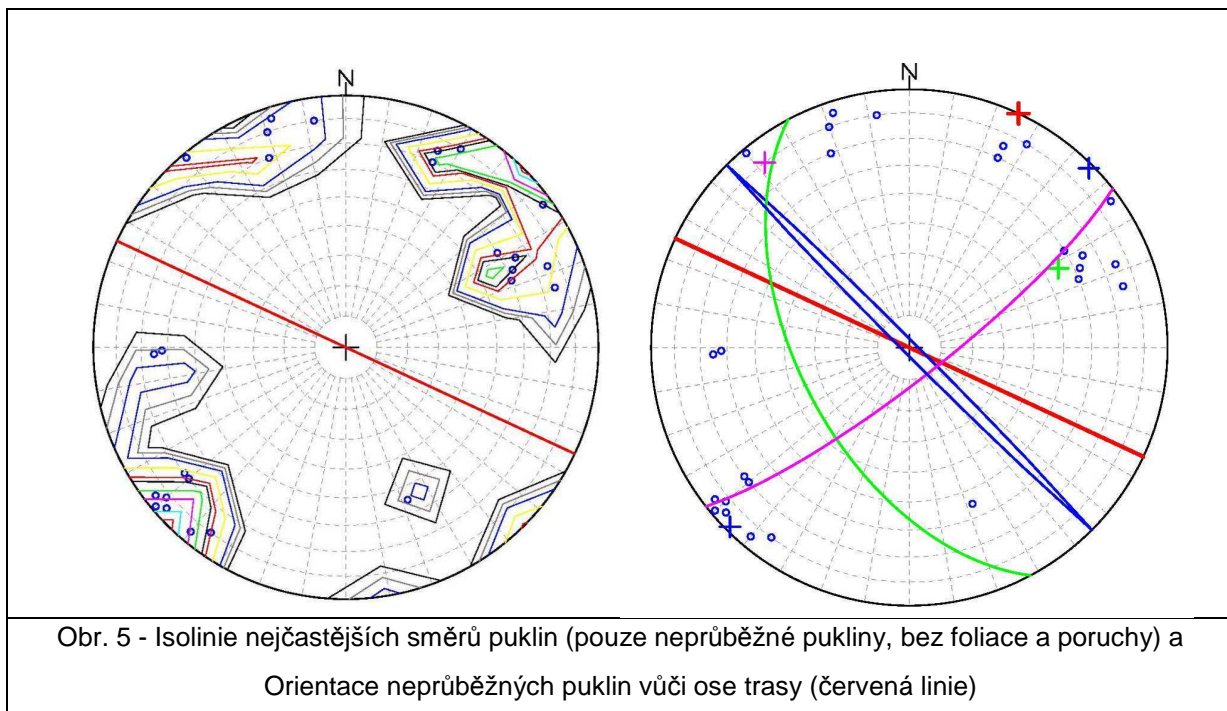


Obr. 3 - Porucha na severovýchodní straně zářezu, směr 322°/65° a rozevření do 30 cm a detail výplně poruchy



Obr. 4 - Orientace poruchy vůči ose trasy (červená linie)





Přestože je horninový masív v zářezu porušen foliací, třemi systémy neprůběžných puklin a je dlouhodobě vystaven atmosférickým vlivům, nevykazuje jakékoliv známky nestability nebo výraznějšího zvětrávání.



Zářez byl pravděpodobně vyhlouben pomocí trhacích prací. Stěny zářezu jsou po celou dobu jeho existence bez jakéhokoliv zajištění a mají sklon 70 – 85°. Je evidentní, že při hloubení došlo k rozpojení horniny po plochách vzniklých v důsledku trhacích prací, stávající systémy diskontinuit měly jen nepatrný vliv.

Svrchní část zářezu budovaná kvartérními zeminami a silně zvětralými až rozloženými pararulami je vysvahována v přirozeném sklonu bez dalšího zajištění. Mocnost kvartéru a zvětralin činí v místě zářezu 3 – 5 m.

## 7.4 Vjezdový portál SO 71-25-01

Portál je situován v mělké terénní depresi severozápadně od obce Mezno. V závěru deprese jsou umístěny objekty pro zásobování pitnou vodou. Plochy jsou využívány jako louky, pole a část tvoří ochranné pásmo jímacího objektu vodního zdroje.

Z průzkumných prací jsou z oblasti vjezdového portálu v současné době k dispozici vrtý J 131 a J 132 (Geotec 2004) a J 1001 (Sudop 2012).

Vrtý zachycují obdobný litologický sled.

Mocnost kvartérních zemin a silně zvětralých až rozložených rul, které lze vlastnostmi přiřadit ke kvartéru dosahuje v sondách 6 až 8 m, podle již neplatné ČSN 73 1001 jsou klasifikovány třídou S4 SM.

Postupně s hloubkou dochází k nárůstu kvality horniny, převážně pararul (v sondě J 132 je zastižena v úrovni 6,65 – 7,00 m poloha granitoidu). Od hloubky 12,4 m (J 131) respektive 8,25 m (J 132) jsou dokumentovány migmatizované pararuly a migmatity.

V hloubkové úrovni 5 (6) – 8 m pod terénem jsou podle již neplatné ČSN 73 1001 zastoupeny mírně zvětralé horniny třídy R4. Od hloubky 8 m pak navětralé a zdravé horniny tříd R3 – R2.

Vrtý umístěné v blízkosti profilu v km 99,920 dokumentují od hloubky cca 12,5 m a hlouběji zdravý až navětralý migmatit třídy R2 s pevností v prostém tlaku až 100 MPa.

Oproti výjezdovému portálu je zde výrazně větší mocnost kvartérních zemin a rozložených rul, kdy se báze těchto materiálů nachází v hloubce 6 – 8 m. Tato skutečnost je zřetelná i z geofyzikálního průzkumu. Se vzrůstající hloubkou však dochází k výraznému nárůstu kvality horniny, což nesvědčí o přítomnosti výraznější tektonické linie nebo porušení.

Hladina podzemní vody byla ve vrtu J 131 naražena v hloubce 2,8 m, ve vrtu J 132 pak v hloubce 2,5 m (jaro 2004) u nového vrtu J 1001 rovněž koresponduje. Jedná se o vodu akumulovanou v průlinovém prostředí kvartéru a zvětralin, která komunikuje s hlubšími partiemi ve skalních horninách po otevřených puklinách.

Dle dokumentace vrtů je zřejmé, že tak jako v nedalekém zářezu má hornina výraznou foliaci se sklonem 30 - 35°, směr předpokládáme shodný, tedy průměrně 285°.

Dokumentace ostatních ploch nespojitosti je z dostupných popisů vrtů problematická, pravděpodobně však bude obdobná jako v zářezu.

Plochy foliace zapadají v případě jihozápadní stěny stavební jámy „do svahu“, v případě severovýchodní stěny pak šikmo „ze svahu“, kdy s osou trasy svírají úhel zhruba 10°.

Jelikož po plochách foliace nedochází k výraznějšímu uvolňování horniny nebude severovýchodní stěna zářezu zásadně méně stabilní než stěna jihozápadní.

### 7.4.1 Charakteristický geotechnický profil, vjezdový portál (SO 71-25-01)

V následující tabulce jsou uvedeny směrné charakteristiky pro jednotlivé zastoupené horninové (zeminové) materiály v oblasti stavební jámy hloubené části tunelu na vjezdovém portále.

Hloubka	Materiál	Klasifikace ČSN 73 1001	Těžitelnost ČSN 73 3050	Směrné normové charakteristiky zastižených materiálů ČSN 73 1001
0 – 0,4 m (593) m n.m.	Ornice, humózní hlíny	O	2	-
0,4 – 2,0 m (592,6 - 591 m n.m.)	Hlína písčitá	F3 - MS	2	$\gamma_n = 18 \text{ kN/m}^3$ $C_{ef} = 30 \text{ kPa}$ $\varphi_{ef} = 28^\circ$ $E_{def} = 13 \text{ MPa}$ $E_{pres} = - \text{MPa}$ $\nu = 0,35$
2,0 – 5,0 m (591 – 588 m n.m.)	Písek hlinitý	S4 - SM	3	$\gamma_n = 18 \text{ kN/m}^3$ $C_{ef} = 5 \text{ kPa}$ $\varphi_{ef} = 28^\circ$ $E_{def} = 10 \text{ MPa}$ $E_{pres} = - \text{MPa}$ $\nu = 0,30$
5,0 – 8,0 m (588 – 585 m n.m.)	Pararula mírně až silně zvětralá	R4	4 - 5	$\gamma_n = 26 \text{ kN/m}^3$ $C_{ef} = 350 \text{ kPa}$ $\varphi_{ef} = 32^\circ$ $E_{def} = 1200 \text{ MPa}$ $E_{pres} = 550 \text{ MPa}$ $\nu = 0,25$ $\sigma_c = 15 \text{ (25) MPa}$
8,0 – 15,0 + (585 – 578 m n.m.) a hlouběji	Pararuly, migmatitizované pararuly, migmatit, zdravé až navětralé	R3 – R2	6	$\gamma_n = 26 \text{ kN/m}^3$ $C_{ef} = 3000 \text{ kPa}$ $\varphi_{ef} = 45^\circ$ $E_{def} = > 3000 \text{ MPa}$ $E_{pres} = 1100 \text{ MPa}$ $\nu = 0,10$ $\sigma_c = 45 \text{ MPa}$
v profilu km 99,920 12,5 + 580,5 a hlouběji	Migmatit, zdravý až navětralý	R2	6 - 7	$\gamma_n = 26 \text{ kN/m}^3$ $C_{ef} = 3500 \text{ kPa}$ $\varphi_{ef} = 45^\circ$ $E_{def} = > 4000 \text{ MPa}$ $E_{pres} = 1200 \text{ MPa}$ $\nu = 0,10$ $\sigma_c = 100 \text{ MPa}$

Tabulka 1 – Charakteristické hodnoty geotechnického profilu – vjezdový portál tunelu

## 7.5 Výjezdový portál SO 71-25-03

Rozhraní raženého výjezdového portálu a jámy portálu hloubeného je na km 10,6800.

Portál je situován v mírně svažitém terénu se sklonem k severozápadu mezi železniční zastávkou Střezimíř a lokalitou Lázně.

Z průzkumných prací jsou z oblasti vjezdového portálu realizovány vrty J 133 a J 134 (Geotec 2004) a HJ 1012 a J 1013 (Sudop 2012).

Vrty zachycují obdobný litologický a geotechnický sled, podobně jako u vjezdového portálu.

Mocnost kvartérních zemin a silně zvětralých až rozložených rul, které lze vlastnostmi přiřadit ke kvartéru dosahuje v sondách 1,5 až 2,6 m (což je výrazně méně oproti vjezdovému portálu), podle již neplatné ČSN 73 1001 jsou klasifikovány třídami F3 MS a F4 CS, místy až G4 GM.

Postupně s hloubkou dochází k nárůstu kvality horniny, převážně pararul a migmatizovaných pararul. Ve všech vrtech byly zastíženy polohy granitoidů (aplitických žul), mocnost těchto poloh kolísá v rozsahu 0,2 až 1,5 m, není však zřejmé, zda se jedná o spojitě těleso nebo jednotlivé nepravidelné vložky. Z hlediska geomechanických vlastností jsou přiřazeny k okolním rulám a migmatizovaným rulám.

Již v hloubkové úrovni 1,5 – 2,6 m pod terénem jsou podle již neplatné ČSN 73 1001 zastoupeny mírně zvětralé horniny třídy R4. Od hloubky 3,5 až 5,0 m pak navětralé a mírně zvětralé horniny třídy R3 (R4).

Od hloubky 8 m (v km 100,700), respektive 12 – 15 m (v km 100,680) jsou dokumentovány mírně zvětralé až zdravé horniny tříd R3 a R2

Hladina podzemní vody byla ve vrtech J 133 a J 134 naražena v hloubce 2,4 m (jaro 2004) u obou vrtů došlo shodně k přelivu nad 0,70 m. U nových vrtů HJ 1012 J 1013 vystoupala hladina také do úrovně terénu (07/2012).

Pravděpodobně se jedná se vodu akumulovanou v průlinovém prostředí kvartéru a zvětralin, stékající ve směru svahu k severozápadu. K přelivu dochází zřejmě vlivem výrazně nepropustných skalních hornin v podloží kvartérních písčitých zemin.

Dle dokumentace vrtů je zřejmé, že tak jako v nedalekém zářezu má hornina výraznou foliaci se sklonem 30 - 35°, směr předpokládáme shodný, tedy průměrně 285°.

Stejně jako u vjezdového portálu tunelu je dokumentace ostatních ploch nespojitosti z dostupných popisů vrtů problematická. Pravděpodobně však bude obdobná jako v zářezu.

Plochy foliace zapadají obdobně jako u vjezdového portálu v případě jihozápadní stěny stavební jámy „do svahu“, v případě severovýchodní stěny pak šikmo „ze svahu“, kdy s osou trasy svírají úhel zhruba 10°.

Protože po plochách foliace nedochází k výraznějšímu uvolňování horniny nebude severovýchodní stěna zářezu zásadně méně stabilní než stěna jihozápadní.



### 7.5.1 Charakteristický geotechnický profil, výjezdový portál (SO 71-25-03)

V následující tabulce jsou uvedeny směrné charakteristiky pro jednotlivé zastoupené horninové (zeminové) materiály v oblasti stavební jámy hloubené části tunelu na vjezdovém portále.

Hloubka	Materiál	Klasifikace ČSN 73 1001	Těžitelnost ČSN 73 3050	Směrné normové charakteristiky zastižených materiálů ČSN 73 1001
0 – 0,4 m (592) m n.m.	Ornice, humózní hlíny	O	2	-
0,4 – 2,6 m (591,6 – 589,4 m n.m.)	Hlína písčitá Štěrka hlinitý	F3 – MS G4 – GM	2 - 3	$\gamma_n = 18,5 \text{ kN/m}^3$ $c_{ef} = 28 - 30 \text{ kPa}$ $\varphi_{ef} = 25^\circ$ $E_{def} = 12 \text{ MPa}$ $E_{pres} = - \text{MPa}$ $\nu = 0,35$
2,6 – 5,0 m (589,4 – 587 m n.m.)	Migmatitizovaná pararula mírně zvětralá	R4	4 - 5	$\gamma_n = 24 \text{ kN/m}^3$ $c_{ef} = 250 - 300 \text{ kPa}$ $\varphi_{ef} = 30^\circ$ $E_{def} = 600 \text{ MPa}$ $E_{pres} = 400 \text{ MPa}$ $\nu = 0,25$ $\sigma_c = 8 - 15 \text{ MPa}$
5,0 – 12,0 m (587 – 580 m n.m.)	Migmatitizovaná pararula navětralá až mírně zvětralá, s vložka, i aplitické žuly	R3 (4)	5	$\gamma_n = 26 \text{ kN/m}^3$ $c_{ef} = 1200 \text{ kPa}$ $\varphi_{ef} = 35^\circ$ $E_{def} = 1200 \text{ MPa}$ $E_{pres} = 550 \text{ MPa}$ $\nu = 0,25$ $\sigma_c = 15 - 30 \text{ MPa}$
12,0 – 19,0 + (580 – 573 m n.m.) a hlouběji	Pararuly, migmatitizované pararuly, migmatit, zdravé až mírně zvětralé	R3 – R2	6	$\gamma_n = 26 \text{ kN/m}^3$ $c_{ef} = 3500 \text{ kPa}$ $\varphi_{ef} = 45^\circ$ $E_{def} = > 3000 \text{ MPa}$ $E_{pres} = 1100 \text{ MPa}$ $\nu = 0,15$ $\sigma_c = 30 - 100 \text{ MPa}$

Tabulka 2 – Charakteristické hodnoty geotechnického profilu – výjezdový portál tunelu

## 8. STRUKTURNÍ ANALÝZA STĚN STAVEBNÍCH JAM HLOUBENÝCH ČÁSTÍ

### 8.1 Metoda klíčového bloku

Strukturní analýza je založena na hodnotách konkrétních měření směru a sklonu na plochách nespojitosti (pukliny, vrstevní plochy, tektonické poruchy, foliace).

Vyhodnocení vychází z teorie klíčového (kritického) bloku (Goodman, Shi, 1984). Předpokladem pro vymezení bloku je existence minimálně dvou ploch, které spolu s plochou stěny zářezu a plochou povrchu vymezují tzv. klíčový blok nejčastěji klínovitého tvaru.



Bez ohledu na to, jakým počtem ploch je blok vymezen, je zpočátku jeho pohyb určen jen několika způsoby, a to vypadáváním, skluzem po ploše nebo kombinací skluzu a rotace. Všechny tyto pohyby vyžadují, aby došlo k otevření některé z ploch nespojitosti. Prvním varováním o pohybu bloků je tedy rozevírání diskontinuit.

Jako klíčový blok pak označujeme pouze ten, který může samovolně vypadnout do volného prostoru, aniž by muselo dojít k vypadnutí nebo posunutí okolních bloků. Zda dojde k vypadnutí takto definovaného bloku nezávisí pouze na geometrii (geometrie jednotlivých ploch vymezující blok), ale i na směru výsledné síly a třecích úhlech na diskontinuitách. Obdobně se postupuje i u podzemních staveb.

Vzniklý blok vymezený volnými plochami může vypadnout po překonání smykového odporu na diskontinuitách, nedojde-li v předstihu k jeho stabilizaci.

Výsledkem strukturní analýzy je stanovení mechanismu porušení skalního svahu, stanovení parametrů klíčových bloků, jako je jejich velikost, hmotnost a stupeň stability. Sílu nutnou ke stabilizaci klíčového bloku lze pak vypočítat s využitím vhodného softwaru.

Takto definovaný klíčový blok je maximálním „vypadnutelným“ blokem definovaným příslušnými plochami. Tyto maximální, vzhledem k volnému prostoru skalního zářezu nebo podzemnímu výrubu „nekonečné“, bloky nemusí být primárně nestabilní. Skutečné bloky však mohou být menší v závislosti na vzdálenosti diskontinuit v systému. **Vzdálenost ploch diskontinuit v systému není zadávaným parametrem.**

## 8.2 Použitý software

Pro stanovení klíčových bloků byl použit software Swedge 5.0

Swedge 5.0 umožňuje provedení vyhodnocení geometrie a stability bloků (klínů) u skalních svahů. Jak již bylo uvedeno dříve, klíny jsou definovány dvěma navzájem se protínajícími rovinami nespojitosti, rovinou svahu a povrchu. Volitelně lze posoudit i vliv hydrostatické síly (hydrostatického tlaku) a eventuálně přetížení. Program pracuje s integrovaným grafickým prostředím pro snadné zadávání dat a 3D vizualizaci modelu.

V rámci simulace v programu Swedge 5.0 jsou stanovena následující kritéria:

- Určení klíčového bloku (dle teorie Goodman a Shi, 1995)
- Určení směru posuvu bloku
- Určení velikosti, rozměrů bloku a jeho hmotnosti
- Určení jednotlivých sil působících na blok
- Stanovení stupně stability jednotlivého vymezeného bloku

## 8.3 Předpoklady a vstupní data

Předpokladem je nalezení a definice všech potenciálních kritických bloků, určených geometrií projektovaného zářezu a plochami diskontinuit. Proto jsou pro výpočet použity následující parametry s minimálními hodnotami smykových parametrů na plochách diskontinuit.

$$c_{ef} = 0 \text{ kPa}$$

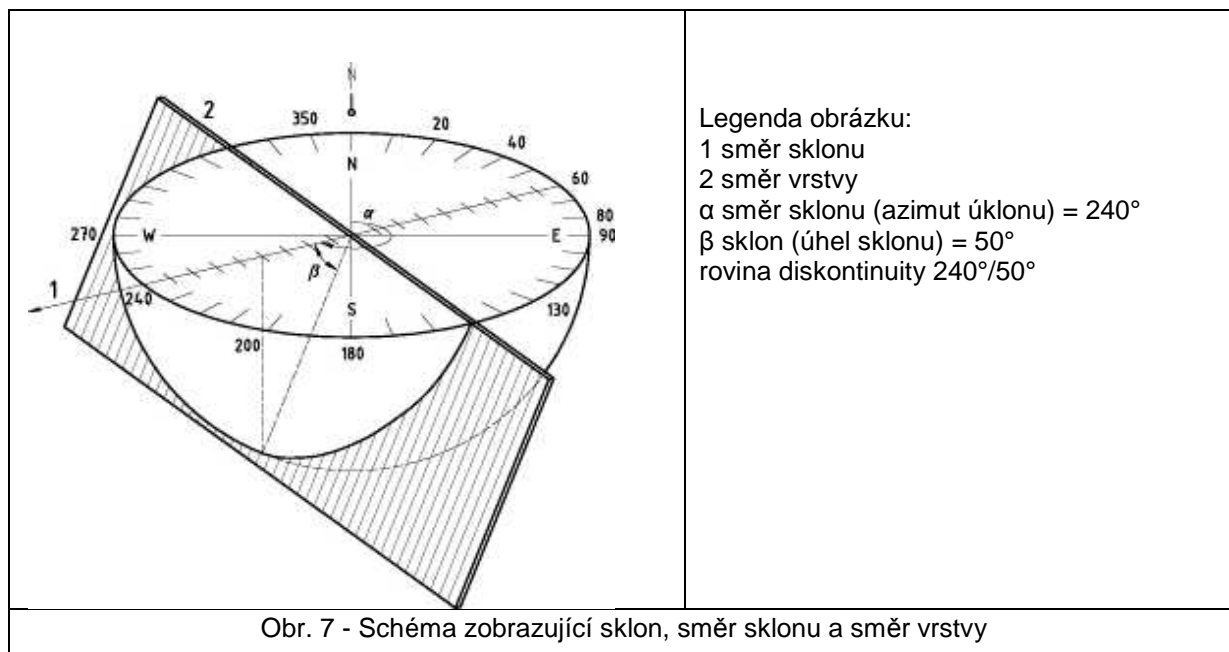
$$\varphi_{ef} = 10^\circ$$

$$\gamma_n = 26 \text{ kN/m}^3$$

Hodnoty přetížení nejsou zadávány. Hydraulická zatížení nejsou zadána. Za těchto parametrů je velice pravděpodobné, že případný blok bude uvolněn pouze vlivem gravitace.

Pro analýzu byla použita vlastní měření na blízkém zářezu železniční tratě, který je situován nedaleko od portálů projektovaného tunelu a nachází se ve stejném horninovém prostředí. Měřeny byly směry spádnic a velikosti sklonu diskontinuit. Což znamená, že například plocha se sklonem k jihozápadu, pod úhlem  $50^\circ$  je definována záznamem  $240/50^\circ$ .

Měření byla porovnávána s výsledky vrtného průzkumu Sudop Praha 06 – 07/2012.



### 8.3.1 Svahy zářezů

Parametry svahů zadané v analýze odpovídají projektu příslušného stavebního objektu Modernizace trati Sudoměřice – Votice, projektant Sudop Praha a.s., zpracovatel části: Mott MacDonald CZ. Směr a sklon svahu jsou zadávány obdobně jako u ploch diskontinuit, tedy směrem sklonu a jeho velikostí. Pro každý portál jsou tak definovány tři svahy.

### 8.3.2 Diskontinuity

Hlavním (opticky nejvýraznějším) strukturním prvkem je foliace, tvořící predisponované plochy odlučnosti. Průměrný směr foliace je  $285^\circ/35^\circ$ . Přestože jsou tyto plochy velice zřetelné nedochází na nich k samovolnému rozpadu horniny, vyjma ojedinělých poruchových zón.

Z měření a ze statistického vyhodnocení získaných dat byly stanoveny tři systémy neprůběžných puklin, jejich směry jsou:  $45^\circ/88^\circ$  (resp.  $225^\circ/88^\circ$ ),  $242^\circ/55^\circ$  a  $142^\circ/80^\circ$ . Tyto pukliny mají délku do 3 m. Z hlediska hodnocení rozevření jsou dle normy ČSN EN ISO 14689-1 sevřené až částečně otevřené, tedy s rozevřením od 0,1 až 0,5 mm.

V severovýchodní stěně stávajícího zářezu byla zastižena ojedinělá, ostře ohraničená porucha s orientací  $322^\circ/65^\circ$ , s rozevřením 20 – 30 cm (velmi široké rozevření), vyplněna silně alterovanou (chloritizovanou) horninou rozloženou na jílovitopísčité reziduum s úlomky křemene.

Při porovnávání těchto ploch je 14 možných kombinací, které jsou porovnávány s plochami svahů.

V případě, že kombinace umožní vznik klíčového bloku, je tento vykreslen a definován.

## 8.4 Vyhodnocení

Pro model byly použity diskontinuity popsané v předchozím textu:

- foliace: 285/35°
- pukliny: 142/80°, 225/88° (respektive 45/88°), 242/55°
- porucha: 322/65°
- Zadávána byla délka puklin 3m.

Do modelu jsou vždy zadávány dvě kombinace směrů puklin.

Tím je dáno 14 kombinací. Těchto 14 kombinací je poté programem porovnáváno s plochami svahu a povrchu. Jednotlivé kombinace mají pro přehlednost vždy stejné označení 01 až 14.

01	285°/35° 142°/80°	02	285°/35° 225°/88°	03	285°/35° 45°/88°	04	285°/35° 242°/55°	05	285°/35° 322°/65°	06	142°/80° 225°/88°	07	142°/80° 45°/88°
08	142°/80° 242°/55°	09	142°/80° 322°/65°	10	225°/88° 242°/55°	11	225°/88° 322°/65°	12	45°/88° 242°/55°	13	45°/88° 322°/65°	14	242°/55° 322°/65°

Tabulka 3 – kombinace pro provedení kinematické analýzy klíčového bloku

Na každém portálu jsou posuzovány tři svahy, tedy dva boční a portálová stěna.

## 8.5 Vjezdový portál (SO 71-25-01)

Základní definice svahů vjezdového portálu byly použity následovně:

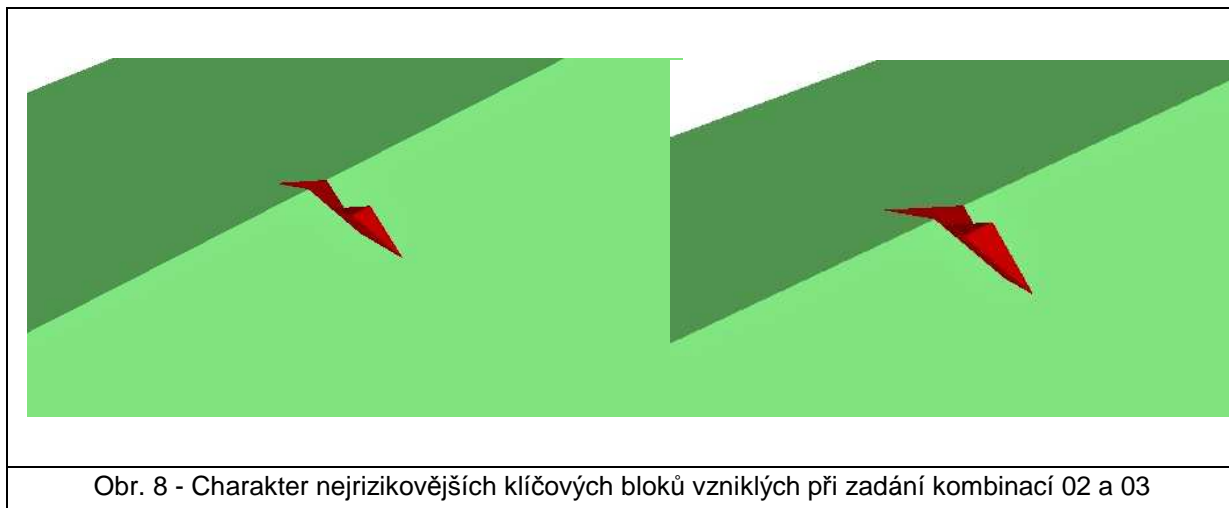
- jižní: orientace 9/69°, délka 48 m, výška 12 m
- severní: orientace 297/69°, délka 48 m, výška 12 m
- portál: orientace 109/79°, délka 22 m, výška 12 m

### 8.5.1 Jižní svah

Pro jižní svah vjezdového portálu byly definovány následující klíčové bloky (klíny), jsou vždy řazeny podle čísla výš uvedené kombinace ploch.

Číslo kombinace	Stupeň stability, FS	Objem bloku (m <sup>3</sup> )	Hmotnost bloku (t)	Dosah bloku od líce svahu (m)
02	0,386	0,076	0,198	0,6
03	0,3950	0,315	0,819	1,0
04	0,4214	0,044	0,114	0,5
10	1,2002	0,044	0,114	1,2
12	1,2222	0,144	0,374	1,3

Tabulka 4 – kombinace a vymezené bloky vznikající u jižního svahu, vjezdový portál



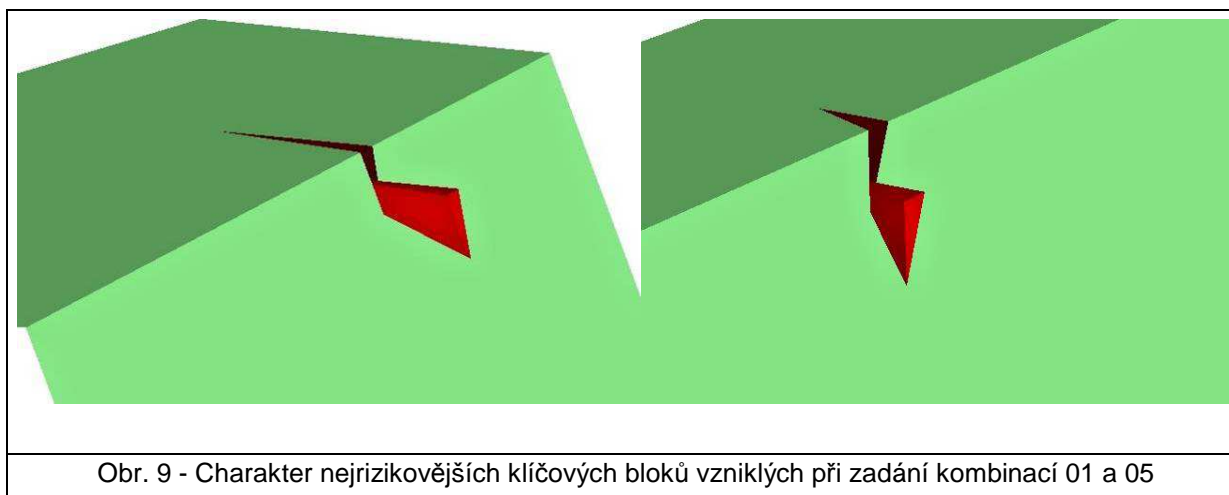
Obr. 8 - Charakter nejrizikovějších klíčových bloků vzniklých při zadání kombinací 02 a 03

### 8.5.2 Severní svah

Pro severní svah vjezdového portálu byly definovány následující klíčové bloky (klíny), jsou vždy řazeny podle čísla kombinace ploch.

Číslo kombinace	Stupeň stability, FS	Objem bloku (m <sup>3</sup> )	Hmotnost bloku (t)	Dosah bloku od líce svahu (m)
01	0,7087	0,384	0,998	2,22
05	0,6072	0,270	0,703	1,4
08	0,1727	0,497	1,292	0,88

Tabulka 5 – kombinace a vymezené bloky vznikající u severního svahu, vjezdový portál



Obr. 9 - Charakter nejrizikovějších klíčových bloků vzniklých při zadání kombinací 01 a 05

### 8.5.3 Portálový svah

Pro portálový svah nebyl při zadávaných parametrech vymezen v použitém software žádný klíčový blok.

## 8.6 Výjezdový portál (SO 71-25-03)

Základní definice svahů výjezdového portálu byly použity následovně:

- jihozápadní: orientace 34°/69°, délka 24 m, výška 12 m
- severovýchodní: orientace 220°/69°, délka 24 m, výška 12 m
- portál: orientace 323°/79°, délka 24 m, výška 12 m

### 8.6.1 Jihozápadní svah

Pro jihozápadní svah výjezdového portálu byly definovány následující klíčové bloky (klíny), jsou vždy řazeny podle čísla kombinace ploch.

Číslo kombinace	Stupeň stability, FS	Objem bloku (m <sup>3</sup> )	Hmotnost bloku (t)	Dosah bloku od líce svahu (m)
10	1,2002	0,0001	0,001	0,05
12	1,2222	0,012	0,032	0,15

Tabulka 6 – kombinace a vymezené bloky vznikající u jihozápadního svahu, výjezdový portál

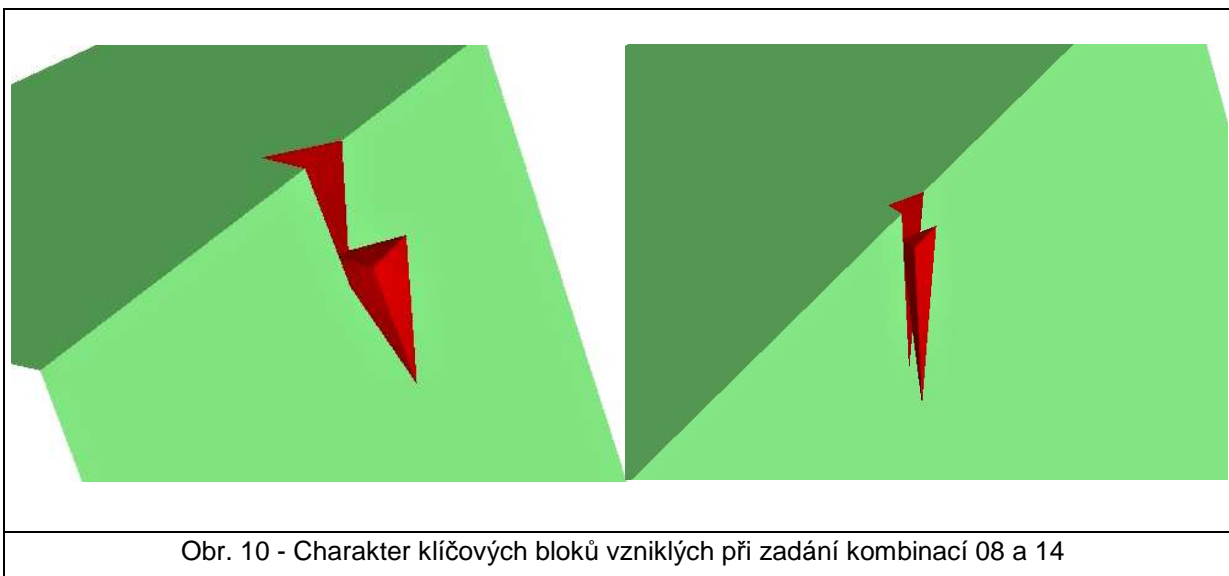
Bloky definované pro jihozápadní svah výjezdového portálu nepovažujeme za potenciálně nebezpečné.

### 8.6.2 Severovýchodní svah

Pro severovýchodní svah výjezdového portálu byly definovány následující klíčové bloky (klíny), jsou vždy řazeny podle čísla kombinace ploch.

Číslo kombinace	Stupeň stability, FS	Objem bloku (m <sup>3</sup> )	Hmotnost bloku (t)	Dosah bloku od líce svahu (m)
01	0,7087	0,434	1,128	2,45
05	0,6072	0,413	1,074	1,85
08	0,1727	0,639	1,661	0,88
14	0,1235	0,078	0,204	0,35

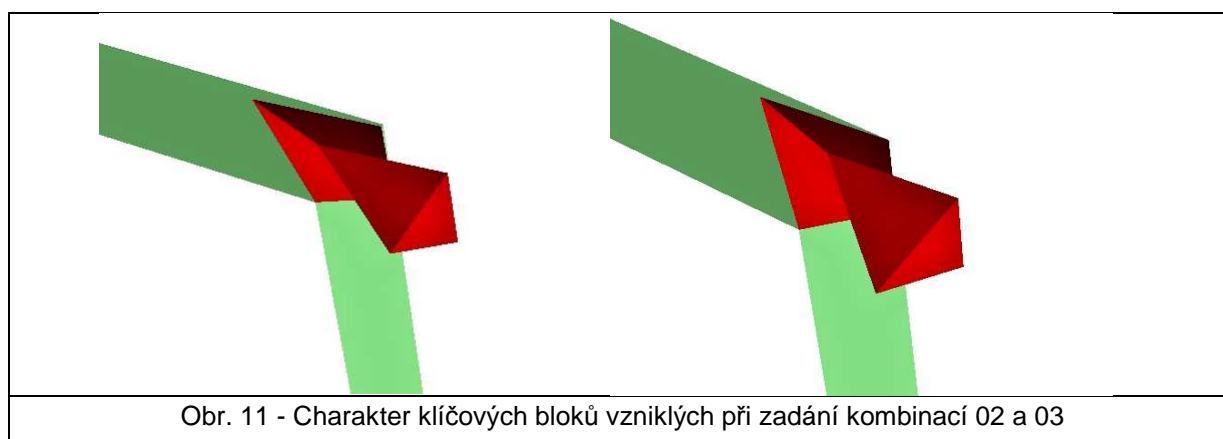
Tabulka 7 – kombinace a vymezené bloky vznikající u severovýchodního svahu, výjezdový portál



### 1.1.1 Portálový svah

Pro portálový svah výjezdového portálu byly definovány následující klíčové bloky (klíny), jsou vždy řazeny podle čísla kombinace ploch.

Číslo kombinace	Stupeň stability, FS	Objem bloku (m <sup>3</sup> )	Hmotnost bloku (t)	Dosah bloku od líce svahu (m)
02	0,3860	1,028	2,674	2,04
03	0,3950	0,983	2,557	2,05
04	0,4214	0,712	1,851	1,85
05	0,0822	0,004	0,010	0,05
10	1,2002	0,246	0,640	2,5
11	0,0822	0,005	0,013	0,05
12	1,2222	0,228	0,592	2,6
13	0,0822	0,005	0,013	0,05
14	0,0822	0,005	0,012	0,07





## 8.7 Závěr

### Vjezdový portál tunelu SO 71-25-01

Pro vjezdový portál tunelu Mezno SO 71-25-01 ze strukturní analýzy vyplývá, že typickým porušením masivu je vznik klínovitých bloků velikosti do  $0,5 \text{ m}^3$ . Přičemž bloky (dosah největšího porušení) zasahují průměrně do 1,5 m od líce svahu.

V případě portálového svahu nebyl dokonce vzhledem k orientaci diskontinuit žádný blok definován.

### Výjezdový portál tunelu SO 71-25-03

Ze strukturní analýzy vyplývá, že typickým porušením masivu je vznik klínovitých bloků velikosti do  $1,0 \text{ m}^3$ . Jednotlivé bloky (dosah největšího porušení) zasahují maximálně do vzdálenosti 2,0 m od líce svahu.

Nejvýraznější porušení spojené s možným vypadáváním bloků a projevy nestability očekáváme v případě portálového svahu stavební jámy. Tato skutečnost se týká jak vlastního svahu, tak i stability portálu raženého tunelu, kde lze očekávat zvýšené nebezpečí tvorby nadvylomů a vypadávání horniny z klenby kaloty raženého tunelu.

Případná porušení skalních zářezů, lze účinně eliminovat vhodným stabilizačním opatřením. Vzhledem k charakteru očekávaného způsobu porušení a předpokladu otevření zářezu pouze po dobu stavby by dostačujícím opatřením bylo postupné zastříkávání svahů stříkaným betonem během hloubení.

V případě portálového svahu doporučujeme zajištění rozšířit o systémové kotvení kotvami délky minimálně 4 m. Stavební jáma musí být účinně zajištěna proti přítokům povrchové vody. Vlastní skalní masiv se odvodní během hloubení. Přitoky během stavby odhadujeme v řádu dl/s.

## 9. PŘÍČNÉ ŘEZY TUNELU

Navržený příčný řez tunelu vychází ze Vzorového listu – Světly tunelový průřez dvoukolejného tunelu, z roku 1.2.20012. Upraven byl především vnitřní poloměr konstrukce tunelu na  $R=5700 \text{ mm}$  – viz záznam z jednání dne 14.6.2012.



Při návrhu geometrie konstrukce tunelu byl zohledněn i fakt, že všechny dosud realizované tunely na 4.tranzitním koridoru mají stejný STP. Tento upravený STP splňuje požadavky vyplývající ze směrnice TSI – Bezpečnost v železničních tunelech (7.3.2008).

## 9.1 SO 71-25-01 Tunel Mezno, hloubená část - vjezdový portál

Vnitřní líc horní klenby tvoří jeden poloměr  $R=5700$  mm se středem 1,9 m nad temenem kolejnice (TK). Tloušťka klenby tunelu je 600 mm. Spodní klenba je tvořena poloměrem  $R=17500$  mm. Vrchol (nejnižší místo) klenby je 1,75 m pod úrovní TK. Tloušťka protiklenby je 700 mm.

V příčném řezu s výklenkem je hloubka výklenku navržena tak, aby boční tunelová drenáž mohla proběhnout přímo bez zalomení. Hloubka výklenku je 1000 mm. Ostatní rozměry výklenku jsou v souladu s platnou ČSN 73 7508 Železniční tunely.

## 9.2 SO 71-25-03 Tunel Mezno, hloubená část - výjezdový portál

Vnitřní líc horní klenby tvoří jeden poloměr  $R=5700$  mm se středem 1,9 m nad temenem kolejnice (TK). Tloušťka klenby tunelu je 600 mm. Klenba je uložena na patkách 2150 x 650 mm (šířka x výška).

V příčném řezu s výklenkem je hloubka výklenku navržena tak, aby boční tunelová drenáž mohla proběhnout přímo bez zalomení. Hloubka výklenku je 1000 mm. Ostatní rozměry výklenku jsou v souladu s platnou ČSN 73 7508 Železniční tunely.

# 10. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

## 10.1 Tunel Mezno, hloubená část - vjezdový portál - SO 71-25-01

### 10.1.1 Výkopy stavební jámy

Stavební jáma hloubené části tunelu Mezno (vjezdový portál) je navržena jako svahovaná. Jáma má tři úrovně sklonů oddělených lavičkami. Popis jednotlivých úrovní od úrovně založení definitivního ostění směrem k povrchu je následující.

Na bocích stavební jámy má nejnižší část jámy navržený sklon 5:1. Horní hrana je ve výšce 584,25 m n.m. Výška této úrovně je proměnná v závislosti na podélném sklonu budoucí železniční trati. Maximální výška je 5,8 m na začátku jámy. V této výšce je navržena lavička šířky 1,5 m s minimálním sklonem 3% směrem do stavební jámy. Prostřední úroveň svahu má navržený sklon 4:1. Výška této úrovně 5,6 m. Nad touto úrovní je opět navržena lavička šířky 1,5 m s minimálním sklonem 3% směrem do stavební jámy. Nad touto lavičkou je pak jáma svahována sklonem 1:1,5 až do průniku svahu se stávajícím terénem.

Na terénu v blízkosti stavební jámy je nasypán ochranný zemní val proti povrchové vodě. Minimální výška valu je 0,5 m, šířka v koruně 0,5 m. Sklony boků valu jsou navrženy 1:1. Val musí být zhutněn, aby nedocházelo k jeho postupnému rozplavování. Jako materiál použitý pro zemní val bude použita málo rozpustná zemina. Val je zřízen okolo celého výkopu stavební jámy.

Dno stavební jámy stoupá ve směru staničení stejně jako budoucí železniční trať přibližně sklonem 0,45%. Na vlastním dně bude ponechána vrstva rostlé horniny 600 mm jako ochrana základové spáry po dobu výstavby. Tato vrstva bude odtěžena až těsně před provedením spodní klenby jednotlivých bloků nosné konstrukce ostění hloubeného tunelu, respektive před položením vrstvy podkladního betonu C8/10 X0 tloušťky 150 mm. Ve dně, podél svahů stavební jámy jsou zřízeny příkopy šířky 500 mm a minimální hloubky 400 mm. Dno obou příkopů je zpevněno a zajištěno stříkaným betonem.

Jednotlivé úrovně stavební jámy jsou zajištěny dvěma typy dočasného zajištění. Horní úroveň ve sklonu 1:1,5 je zajištěna pouze ochranou protierozní sítí. Ostatní úrovně jsou zajištěny vrstvou stříkaného betonu C16/20 X0 s jednou výztužnou sítí 150x6 mm, 150x6 mm. Zajištění svahů se stříkaným betonem je doplněno hřebíky délky 4 m, Ø 25 mm.

Portálový svah je navržen se dvěma úrovněmi sklonu svahů. Horní úroveň je stejně jako na bocích stavební jámy navržena ve sklonu 1:1,5. Spodní úroveň je v celé výšce (od dna jámy až po úroveň horní lavičky) navržena v jednom sklonu 5:1. Stejně jako na bocích stavební jámy je horní úroveň zajištěna protierozní sítí a spodní ve strmějším sklonu je navržena se zajištěním ze stříkaného betonu s jednou výztužnou sítí, doplněných ocelovými svorníky.

Ze strukturní analýzy provedené pro výkop stavební jámy vyplývá, že by nemělo docházet k nadměrnému vypadávání jednotlivých bloků směrem do stavební jámy. Výjimku tvoří hrana stabilizační lavičky nad každou úrovní, kde může k vypadnutí menších bloků dojít. Přesto je nutné provádět hloubení stavební jámy opatrně tak, aby k nadměrnému vypadávání bloků nedocházelo.

U portálového svahu je vybudován zárodek budoucího tunelu. Zárodek je navržen na celou výšku raženého tunelu. Konstrukce zárodku je vybudována z tunelových rámu použitých při ražbě tunelu v technologické třídě výrubu 5a (stejná třída jako je navržena pro ražbu tunelu v příportálové oblasti), výztužných sítí 150x6 mm, 150x6 mm (dvě vrstvy) a jemného pletiva.

Po dohloubení stavební jámy na úroveň 1000 mm pod TK (temeno kolejnice) jsou u portálového svahu smontovány tunelové rámy, je namontována vnější vrstva výztužné sítě. Na tuto výztužnou síť je upevněno jemné pletivo. Následně je směrem z vnitřku konstrukce nastříkána první vrstva stříkaného betonu. Jemné pletivo zajistí, aby stříkaný beton postupně vytvořil skořepinu konstrukce zárodku tunelu. Následně je upevněna vnitřní výztužná síť a konstrukce je dostříkána do plné tloušťky 300 mm.

Ještě před budováním zárodku tunelu je nad profilem budoucího raženého tunelu vyvrtán a osazen ochranný deštník ze 47 kusů mikropilot na délku 15 m. Jednotlivé mikropiloty jsou z trubek Ø108/16mm. Tento deštník tvoří předstihovou ochranu přístropí kaloty pro ražbu tunelu.

Jednotlivé sklony stavební jámy jsou napojeny na sklony svahů zemního tělesa železniční trati navržených příportálové oblasti.

### 10.1.2 Nosné konstrukce tunelu (definitivní ostění)

Konstrukce je navržena z betonu C30/37 XF3, XA2. Podle ČSN EN 206-1 je pro stupeň vlivu prostředí XF3 připuštěn maximální průsak vody 35 mm, při zkoušce dle ČSN EN 12390-8. Konstrukce byla ve statickém výpočtu navržena a posouzena na mezní stav použitelnosti s omezením rozvoje trhlin na max. 0,2 mm. Podrobnější požadavky na betonovou směs jsou uvedeny v kapitole 12.5 Beton nosných konstrukcí hloubených částí tunelu, beton odolný proti průsakům vody.

### 10.1.2.1 Typy bloků betonáže

Jednotlivé bloky betonáže mají délku 12 m. Celkem jsou v rámci SO 71-25-01 vybetonovány 4 bloky, vč. jednoho portálového bloku s čelní stěnou seříznutou pod úhlem 45°. Tento blok je označený jako P1, bloky 1 a 3 jsou s výklenkem a blok 2 je blok typický. Všechny bloky jsou navrženy s protiklenbou.

### 10.1.2.2 Postup práce

Betonáž nosných konstrukcí ostění hloubeného tunelu probíhá proudovou metodou postupně po jednotlivých částech ostění (protiklenba, klenba), podobně jako u definitivního ostění raženého tunelu.

Po provedení podkladních betonů vybetonovaných na základovou spáru pro vyrovnání možných nerovností vzniklých během hloubení stavební jámy bude montována výztuž spodní klenby definitivního ostění tunelu. Po zabetonování dna bude na bednění montována výztuž klenby tunelu. Následně bude provedena betonáž.

Výztuž spodní klenby a stejně i výztuž klenby tunelu je navržena jako vázaná z jednotlivých prutů. Výztuž klenby je navržena jako „vázaná, ležící na bednění“, tzn. výztuž není samonosná a pro její montáž musí být vždy nejdříve ustaveno bednění (bednicí vůz). Ve výztuži nejsou navrženy mezery pro odbednění předchozího bloku. Výklenky jsou dobetonovány následně po zabetonování klenby tunelu.

#### Příprava povrchu podkladního betonu pod protiklenbu

Před montáží výztuže spodní klenby nosné konstrukce je nutno provést očištění povrchu podkladního betonu stlačeným vzduchem, aby nedošlo k zabetonování nečistot do konstrukce.

#### Montáž výztuže spodní klenby

Výztuž spodní klenby konstrukce definitivního ostění je smontována z prutové výztuže. Hlavní nosná výztuž je tvořena jednotlivými pruty. Přesná specifikace průměrů vložek odpovídá výsledkům statického výpočtu a je uvedena v příslušném výkrese výztuže. Vzájemná vzdálenost vložek výztuže je v obou směrech 150 mm. To umožňuje provádět betonáž bez „hnízd“ a kaveren.

Distanční kozlíky jsou tvořeny pruty Ø 12 mm a jsou uvažovány jako součást smykové výztuže, proto jsou zakotveny dlouhými průběžnými pruty Ø 12 mm. Dále je smyková výztuž doplněna po stranách spodní klenby sponami Ø 12 mm podle potřeby dané statickým výpočtem.

Krytí výztuže na vnějším (dolním) líci ostění zajišťují distanční podložky. Bodové podložky lze nahradit distančními tyčemi tzv. „hady“ tak, aby celkové „podložení“ odpovídalo minimálnímu uvedenému.

Do pracovní spáry mezi spodní klenbou a klenbou tunelu je uložen do výztuže a následně zabetonován vnitřní těsnící pás šířky 240 mm. Tento těsnící pás plní úlohu těsnění v pracovní spáře mezi horní a spodní klenbou.

#### Montáž výztuže klenby tunelu

Výztuž klenby je montována po zabetonování spodní klenby. Tato výztuž je opět tvořena jednotlivými pruty. Jednotlivé nosné pruty jsou určeny statickým výpočtem.

Nosná výztuž je v pracovní spáře přesahem stykována s výztuží spodní klenby.

Rozdělovací výztuž je dána především požadavkem na omezení rozvoje trhlin vzhledem k rozdílnému stáří konstrukce spodní klenby a klenby tunelu.

Smyková výztuž je tvořena sponami příslušného průměru podle výsledků statického výpočtu. Smyk je sponami pokryt v plném rozsahu. Jako distanční prvky pro vymezení

vzájemné vzdálenosti vnitřní a vnější vrstvy výztuže slouží distanční kozlíky uložené po obvodě klenby tunelu.

Podle příslušného bloku jsou všechny výztužné prvky doloženy v příslušném výkresu výztuže.

#### 10.1.2.3 Ošetření povrchu betonového ostění

Po odbednění je nutno beton ošetřit tak, aby byly eliminovány objemové změny při jeho zrání a nedošlo ke vzniku smršťovacích trhlin. Podrobněji je ošetřování vybetonované konstrukce popsáno v kapitole 12.5 Beton nosných konstrukcí hloubených částí tunelu, beton odolný proti průsakům vody.

#### 10.1.2.4 Krytí výztuže

Nominální (jmenovité) krytí výztuže je 50 mm při obou površích. Minimální krytí při obou površích je 45 mm.

### 10.1.3 Ochrana nosných konstrukcí ostění hloubeného tunelu proti vodě

Po dokončení nosných konstrukcí bude klenba tunelu zakryta bentonitovou těsnicí rohoží. Přes těsnicí rohož bude položena ochranná geotextile jako ochrana proti poškození během provádění zpětných zásypů.

#### 10.1.4 Zpětný zásyp konstrukce

Pro těleso zpětného zásypu nosných konstrukcí hloubené části tunelu vybudované ve stavební jámě hloubeného tunelu SO 71-25-01 předpokládáme použití „předrceného“ kameniva vytěženého přímo během výkopových prací na stavební jámě nebo kameniva získaného jako rubanina při ražbě tunelu. Vlastní zásyp bude rozdělen na dvě části, zásyp portálového bloku P1 a zásyp zbytku konstrukce. Schéma rozdělení zásypu je uvedeno v příslušném výkresu.

Pro zásyp portálové bloku bude kamenivo upraveno tak, aby odpovídalo zatřídění podle dříve platné ČSN 73 1001 Základová půda pod plošnými základy šterk G1 GW dobře zrněný. Na povrchu portálového svahu bude pro celkové zpevnění provedena vrstva kamenného záhozu z balvanů minimální tloušťky 500 mm. Podle klasifikačního systému dříve platné normy ČSN 73 1001 předpokládáme provedení této vrstvy z balvanů minimální velikosti 200 mm (b). Pro toto kamenivo je prověřena stabilita portálového svahu statickým výpočtem.

Pro zásyp ostatních bloků může být použit méně kvalitní materiál s jemnozrnnou příměsí.

Zásyp bude postupně prováděn po vrstvách výšky přibližně 300 mm (maximálně 500 mm) tak, aby bylo možné provádět kvalitně postupné hutnění zásypového tělesa.

Zásyp mezi nosnou konstrukcí (NK) hloubeného tunelu a svahem stavební jámy bude proveden tak, aby rozdíl výšek vlevo a vpravo definitivního ostění (NK) nebyl větší než 1 m (1000 mm). Tímto způsobem bude zajištěno rovnoměrné namáhání konstrukce hloubeného tunelu během zásypových prací a sníženo riziko případného posunutí konstrukce.

Portálový svah je navržen se sklonem 40° tak, aby byla překryta první spára mezi bloky betonáže (spára mezi bloky P1 a 1). V portálovém svahu budou jednotlivé vrstvy přesypány směrem ze svahu minimálně o 300 mm, tzn. každá vrstva bude o 300 mm širší. To umožní provést zhutnění až do kraje vrstvy. Po zahutnění více vrstev bude tento přesyp zpětně odtěžen tak, aby zásypové těleso mělo požadovaný tvar.

Zhutnění zemin použitých v zásypu pro portálový blok P1 musí být provedeno na míru zhutnění minimálně  $D = 97\%$  (PS 97 %) za předpokladu zemin odpovídajících

zatřídění G1 GW. Kontrolní zkoušky na sypaných vrstvách doporučujeme provádět statickou zatěžovací deskou. Výsledné minimální hodnoty  $E_{\text{def2}} = 70 \text{ MPa}$ . Směrná minimální hodnota poměru  $E_{\text{def2}} / E_{\text{def1}} = 2,6$ .

Pro zeminy použité pro zásyp dalších 3 bloků hloubeného tunelu platí tyto požadavky. Zhutnění provedeno na minimálně  $D = 95 \%$  (PS 95 %). Kontrolní zkoušky na sypaných vrstvách doporučujeme opět provádět statickou zatěžovací deskou. Výsledné minimální hodnoty  $E_{\text{def2}} = 40 \text{ MPa}$ . Směrná minimální hodnota poměru  $E_{\text{def2}} / E_{\text{def1}} = 2,0$ .

Nad portálovým svahem a severovýchodním definitivním svahem portálového zářezu bude vybudován zemní val jako ochrana proti stékání povrchové vody k portálu tunelu a do předportálové části železniční trati. Tento val bude proveden ze zeminy s obsahem jemnozrnných částic. Val je napojen na obdobný val budovaný v rámci definitivní úpravy svahu železničního zářezu.

Výška zemního valu je 1 m, šířka valu v patě je přibližně 3 m.

## 10.2 Tunel Mezno, ražená část – SO 71-25-02

Začátek raženého tunelu je přibližně ve staničení km 100,655, konec ve staničení km 99,888 měřeno v koleji č.1. Délka raženého úseku je 767 m. Protože tunel leží ve směrovém oblouku a délka tunelu je měřena v jeho ose, dochází k disproporcím v určování délky tunelu a staničením trati. Minimální tloušťka definitivního ostění tunelu je 400 mm ve vrcholu horní klenby. Směrem k opěří se tloušťka ostění zvětšuje. Tloušťka primárního ostění závisí na technologické třídě výrubu. Líc primárního ostění je tvořen dvěma kružnicemi, rozhraní poloměrů je na rozhraní kaloty a jádra tunelu, což je výhodné jak z hlediska ražby a její kontroly, tak z hlediska výroby příhradových nosníků.

### 10.2.1 Technologie výstavby

Tunel je ražen Novou rakouskou tunelovací metodou. Rozpojování hornin je podle předpokládaných IG poměrů uvažováno mechanizovaně a v tvrdých polohách s použitím trhacích prací a mechanickým dočištěním líce výrubu. Rubanina je nakládána a odvážena nákladními automobily na mezideponii. Profil tunelu je horizontálně členěn na kalotu, jádro a počvu. Ostění tunelu je dvouplášťové s mezilehlou izolací. Primární ostění je tvořeno stříkaným betonem se sítí, příhradovými nosníky, kotvami a v případě potřeby jehlováním. Definitivní ostění je budováno monoliticky do bednění. Délku bloku betonáže přepokládáme 12 m. Tomu je přizpůsobena skladba bloků definitivního ostění a rozmístění výklenků tak, aby byly umístěny v ose bloku. V podélném směru je vzdálenost jednotlivých čeleb závislá na zastižených geologických podmínkách a bude přibližně určena technologickou třídou výrubu.

Ražba tunelu bude probíhat dovrchně od výjezdového portálu směrem k vjezdovému portálu do staničení km 100,025 (cca  $\frac{3}{4}$  délky tunelu), kde je nejvyšší bod tunelu - vrcholový oblouk. Od tohoto staničení se bude pokračovat úpadní ražbou, cca  $\frac{1}{4}$  délky tunelu, k vjezdovému portálu. Pro odvodnění po celou dobu výstavby bude nutné zřízení pracovní jímky a vodu čerpat do usazovací jímky před raženým portálem tunelu. Při portálových úsecích je navržena ražba v technologické třídě výrubu 5.

Základní prvky vystrojení tunelu jsou použity:

- stříkaný beton C 20/25, tloušťky 150, 200, 250 a 300 mm
- betonářské sítě 6/100 x 6/100
- kotvy SN nebo HUS, délky 3,0, 4,0 a 6,0 m
- ocelové příhradové nosníky výšky 100, 130, 180 a 230 mm



- předražené nebo do vrtů na sucho vsazované jehly Ø25 mm
- čelbový klín

Rozsah použití jednotlivých vystrojovacích prvků je závislý na geotechnické prognóze stability výrubu a výsledcích geotechnických měření na stavbě. Pro předpokládané chování horninového masivu stanovené na základě výsledků geotechnického průzkumu bylo stanoveno 6 základních technologických tříd výrubu NRTM a provedena prognóza jejich rozdělení v ražené části tunelu. Vzhledem k stupni dokumentace se jedná o orientační rozčlenění ražené části tunelu a předběžný návrh způsobu zajištění stability výrubu. Technologické třídy je možné po dohodě s odpovědnými zástupci zadavatele a zhotovitele upravit podle reálně zastížených geotechnických podmínek při ražbě – např. množství a pozice radiálních kotev apod. Úpravy technologických tříd nebo změna rozsahu technologických tříd oproti předpokladu mohou mít vliv na dobu výstavby a celkovou cenu stavby. Tyto změny lze provádět pouze se souhlasem zadavatele.

Předběžný návrh slouží pro stanovení výše investičních nákladů. Podrobný technologický postup ražby a způsob zajištění stability díla bude předmětem projektu stavby.

## 10.2.2 Řešení nadvýrubů

### Technologicky podmíněný nadvýrub:

Nadvýrub, který je předpokládán při daném způsobu provádění výrubu a jeho zajištění v daných geologických podmínkách (zahrnuje způsob rozpojování, délku záběru atd.). Jedná se o technologicky nezbytné nadvýšení teoretického líce výrubu, neboť při ražbě nelze v hornině vytvořit přesnou hladkou plochu uvedenou v projektu navíc, bez uvažování prostoru pro deformace horninového masivu při NRTM a bez tolerancí pro provádění ostění. Je nutno ho zahrnout do jednotkové ceny za ražení teoretického výrubu. V soupisu prací je uvedeno vodorovné přemístění rubaniny z technologického nadvýrubu v podzemí i na povrchu a výplň technologického nadvýrubu stříkaným betonem. Za dodržení tolerancí definitivního ostění dle TKP 20 lze výplň provést i monolitickým betonem definitivního ostění. Technologický nadvýrub se fakturuje paušálně, tedy v projektem stanovené hodnotě. Je věcí zhotovitele, aby při skutečném provádění byl technologický nadvýrub co nejmenší a tedy pro zhotovitele ekonomicky výhodný. Co nejmenší nadvýrub je současně také nejšetnější k horninovému masivu. Tato paušální položka nutí tedy zhotovitele k provádění bezpečného díla, k optimalizaci vrtného schématu pro trhací práce a tím i k minimalizaci nezaviněných nadvýlomů.

### Nadvýšení primárního ostění:

Líc primárního a sekundárního ostění je nepodkročitelný. Primární ostění bude provedeno s tolerancí (toleranci stanoví RDS dle možností zhotovitele), dále bude deformováno horninovým tlakem (očekávané deformace primárního ostění jsou od 30 mm do 50 mm) a dále musí být za lícem primárního a sekundárního ostění provedeny vrstvy izolace a vyrovnávací vrstva stříkaného betonu. Primární ostění je nutno provádět větší o hodnotu nadvýšení. Ocenění navýšeného (zvětšeného) profilu je zahrnuto v položce technologický nadvýrub. Kubatura zvětšení výrubu pro tolerance a onvergence je zahrnuta v kubatuře technologického nadvýrubu, který je paušálně placen pro celé dílo.

### Nezaviněný nadvýrub – Geologicky podmíněný:

Nadvýrub, který je způsoben neočekávanou lokální změnou geologických podmínek. Geologicky podmíněný nadvýrub bude uznán, pokud bude řádně zdokumentován na základě zhodnocení geomonitoringu a technického dozoru investora a přesáhne v jednotlivých

případech 1,0 m<sup>3</sup>. Geologicky podmíněný nadvýrub je vymezen mezi (hranicí) geologicky podmíněného nadvýrubu. Vykazovány a hrazeny jsou nadvýrubu, které přesahují tuto hranici. U geologicky podmíněného nadvýrubu je hrazena skutečná kubatura nad mezi geologicky podmíněného nadvýrubu. Za nezávislé nadvýrubu se nepovažují lokální vypadnutí horniny (vývaly), které vznikly v důsledku nesprávných pracovních postupů zhotovitele.

#### Nadvýrub způsobený technologickou nekází:

Zhotovitel v takových případech musí na příkaz TDI vyplnit vzniklé dutiny na vlastní náklady a tento nadvýrub nebude zadavatelem hrazen.

### **10.2.3 Ražená část - primární ostění**

Zajištění stability výrubu v jednotlivých technologických třídách je předpokládáno stříkaným betonem s ocelovou výztužnou sítí tloušťky 150 – 300 mm, dále příhradovými rámovými nosníky, radiálními horninovými svorníky od 3 m do 6 m kotvených po obvodu. V případě lokální nestability čelby jsou připravena další opatření – předrážené ocelové jehly, použití sklolaminátových kotev, horninový klín atd.

Návrh spodní klenby, přibližně v 1/3 ražené části tunelu 192 m od raženého vjezdového portálu, umožňuje jímání pitné vody z horninového masivu z rubové (vnější) strany tunelu cca ze vzdálenosti 10 - 20 m. Tunel se spodní klenbou bude mít celoplošnou fóliovou hydroizolaci, bez bočních drenáží tak, aby bylo minimalizováno trvalé ovlivnění režimu podzemních vod (opětovné nastoupení hladiny).

Tunel na patkách bude mít deštníkovou mezilehlou hydroizolaci s boční drenáží.

### **10.2.4 Technologické třídy výrubu**

Ražba tunelu je založena na základních principech nové rakouské tunelovací metody (NRTM). Předpokládáme, že rozpojování pevných hornin na čelbě bude prováděno pomocí trhacích prací, dle zastižených geotechnických podmínek, s následným dočištěním výrubu mechanizací. Podmínky pro ražbu, maximální dobu zabudování provizorního ostění, členění výrubu, výstroj tunelu / způsob zajištění výrubu a stručný popis bezpečnosti práce je popsána tzv. technologickou třídou.

Pro předpokládané podmínky v podzemí tunelu Mezno navrhujeme celkem 4 technologické třídy (dále TT) - 2 až 5 s tím, že TT 3 a TT 4 jsou připraveny ve variantách se zajištěním spodní klenby. TT 2 je určena do nejlepších geologických podmínek. TT 5 je oproti tomu navržena pouze se spodní klenbou do nejhorších geologických podmínek, do pásu předpokládaných tektonických poruch a oblastí, kde by mohlo docházet k nestabilitě výrubu.

Návrh technologického postupu prací a způsobu zajištění stability výrubu po dobu výstavby je vyžadován báňskými předpisy a vychází z určitých předpokladů o chování horninového masivu. Předepisuje standardní postup ražby a zajištění výrubu v takto definovaném prostředí. Během výstavby může dojít k atypickým situacím, které vyžadují okamžitou reakci na stávající geologické podmínky. Pokud by došlo k zásadnímu lokálnímu zhoršení podmínek, je možno použít další adekvátní opatření pro zajištění stability výrubu a bezpečnosti ražby. Jedná se zejména o: další členění dílčích výrubů (především v kalotě), úprava délky záběru, úprava délky, rozměru a typu kotev jak v čelbě, tak v ostění a úpravu vzdálenosti jednotlivých čelb dílčích výrubů. Příslušné rozhodnutí o změně standardního postupu učiní kompetentní pracovníci zadavatele a dodavatele přímo na stavbě.



### Technologická třída výrubu 2

Třída výrubu 2 je určena do nejlepších geologických podmínek v této lokalitě. Výrub tunelu je v příčném směru členěn horizontálně na kalotu, jádro a dno.

**Kalota tunelu** je zajištěna vrstvou stříkaného betonu SB25 (C20/25) tloušťky 150 mm s jednou vrstvou sítě 100x100/6x6 mm a příhradovými obloukovými nosníky výšky 100 mm. Pro systémové kotvení jsou použity kotvy HUS Ø25 mm délky 3,0 m. Minimální požadovaná únosnost kotev je 120 kN. V případě potřeby bude přístopí zajištěno předráženými jehlami Ø32 mm délky 4 m. Úroveň dna kaloty je +1,900 m nad úrovní temene kolejnice v koleji číslo 1 (dále jen TK), vrchol výrubu kaloty je 8,215 m nad TK (teoretický výrub), plocha teoretického výrubu kaloty je 62,64 m<sup>2</sup>. Délka záběru v kalotě 2,5 m (2,4 – 2,6 m).

**Jádro tunelu** je zajištěno vrstvou stříkaného betonu SB25 (C20/25) tloušťky 150 mm s jednou vrstvou sítě 100x100/6x6 mm upevňovanou pomocí krátkých kotviček přímo na líc výrubu. Úroveň dna jádra je 1,600 m pod TK, teoretická výška jádra je 3,500 m, plocha teoretického výrubu jádra je 36,29 m<sup>2</sup>. Délka záběru v jádře 5,0 m (4,8 – 5,2 m).

**Dno tunelu** je -1,600 m pod TK. Plocha teoretického výrubu dna je 2,75 m<sup>2</sup>.

Dno tunelu bude dotěženo před betonáží základových patek.

Celková teoretická plocha výrubu je **101,68 m<sup>2</sup>**. Všechny výše uvedené hodnoty se vztahují k teoretickému výrubu a výšky jsou měřeny v ose tunelu.

Maximální předpokládaná deformace v třídě 2 je **do 25 mm**.

Předpokládaná tloušťka hydroizolačního souvrství **do 35 mm**.

Předpokládaná tolerance primárního ostění **do 50 mm**.

### Technologická třída výrubu 3

Třída výrubu 3 je určena do dobrých geologických podmínek v této lokalitě. Výrub tunelu je v příčném směru členěn horizontálně na kalotu, jádro a dno.

**Kalota tunelu** je zajištěna vrstvou stříkaného betonu SB25 (C20/25) tloušťky 200 mm s dvěma vrstvami sítě 100x100/6x6 mm a příhradovými obloukovými nosníky výšky 130 mm. Pro systémové kotvení jsou použity kotvy HUS Ø25 mm délky 3,0 m. Minimální požadovaná únosnost kotev je 120 kN. V případě potřeby bude přístopí kaloty zajištěno předráženými jehlami Ø32 mm délky 4,0 m. Úroveň dna kaloty je +1,900 m nad TK, vrchol výrubu kaloty je 8,265 m nad TK (teoretický výrub), plocha teoretického výrubu kaloty je 63,64 m<sup>2</sup>. Dle potřeby je čelba částečně zastříkána. Délka záběru v kalotě 2,0 m (1,8 – 2,2 m).

**Jádro tunelu** je zajištěno vrstvou stříkaného betonu SB25 (C20/25) tloušťky 200 mm s dvěma vrstvami sítě 100x100/6x6 mm a příhradovými obloukovými nosníky výšky 130 mm. Pro systémové kotvení jsou použity kotvy HUS Ø25 mm délky 3,0 m. Minimální požadovaná únosnost kotev je 120 kN. Úroveň dna jádra je 1,600 m pod TK, teoretická výška jádra je 3,500 m, plocha teoretického výrubu jádra je 36,57 m<sup>2</sup>. Délka záběru v jádře 4,0 m (3,6 – 4,4 m).

**Dno tunelu** je -1,600 m pod TK. Plocha teoretického výrubu dna je 2,82 m<sup>2</sup>.

Dno tunelu bude dotěženo před betonáží základových patek.

Celková teoretická plocha výrubu je **103,03 m<sup>2</sup>**. Všechny výše uvedené hodnoty se vztahují k teoretickému výrubu a výšky jsou měřeny v ose tunelu.

Maximální předpokládaná deformace v třídě 3 je **do 30 mm**.

Předpokládaná tloušťka hydroizolačního souvrství **do 35 mm**.

Předpokládaná tolerance primárního ostění **do 50 mm**.

#### Technologická třída výrubu 3 se spodní klenbou

Třída výrubu 3 se spodní klenbou je určena do dobrých geologických podmínek v této lokalitě, do oblastí s předpokládaným jímáním podzemní vody v délce cca 100 m, přibližně v žkm 100,00 – 100,100 (TM 162,00 – TM 262,00). Uzavřený profil byl zvolen na základě hydrogeologického průzkumu, aby se minimalizovalo riziko ovlivnění podzemních vod v oblasti, která je místně využívána jako vodní zdroj pitné vody. Výrub tunelu je v příčném směru členěn horizontálně na kalotu, jádro a dno.

**Kalota tunelu** je zajištěna vrstvou stříkaného betonu SB25 (C20/25) tloušťky 200 mm s dvěma vrstvami sítí 100x100/6x6 mm a příhradovými obloukovými nosníky výšky 130 mm. Pro systémové kotvení jsou použity kotvy HUS Ø25 mm délky 3,0 m. Minimální požadovaná únosnost kotev je 120 kN. V případě potřeby bude přístropí kaloty zajištěno předráženými jehlami Ø32 mm délky 4,0 m. Úroveň dna kaloty je 1,900 m nad TK, vrchol výrubu kaloty je 8,265 m nad TK (teoretický výrub), plocha teoretického výrubu kaloty je 63,64 m<sup>2</sup>. Dle potřeby je čelba částečně zastříkána. Délka záběru v kalotě 2,0 m (1,8 – 2,2 m).

**Jádro tunelu** je zajištěno vrstvou stříkaného betonu SB25 (C20/25) tloušťky 200 mm s dvěma vrstvami sítí 100x100/6x6 mm a příhradovými obloukovými nosníky výšky 130 mm. Pro systémové kotvení jsou použity kotvy HUS Ø25 mm délky 3,0 m. Minimální požadovaná únosnost kotev je 120 kN. Úroveň dna jádra je 1,600 m pod TK, teoretická výška jádra je 3,500 m, plocha teoretického výrubu jádra je 36,58 m<sup>2</sup>. Délka záběru v jádře 4,0 m (3,6 – 4,4 m).

**Dno tunelu** je zajištěno vrstvou stříkaného betonu SB25 (C20/25) tloušťky 200 mm s dvěma vrstvami sítí 100x100/6x6 mm. Po dosažení potřebné pevnosti stříkaného betonu je dno tunelu zasypano tak, aby byla klenba chráněna před mechanizací. Vrchol dna spodní klenby je -2,545 m pod TK. Plocha teoretického výrubu dna je 14,52 m<sup>2</sup>.

Celková teoretická plocha výrubu je **114,74 m<sup>2</sup>**. Všechny výše uvedené hodnoty se vztahují k teoretickému výrubu a výšky jsou měřeny v ose tunelu.

Maximální předpokládaná deformace v třídě 3 je **do 30 mm**.

Předpokládaná tloušťka hydroizolačního souvrství **do 35 mm**.

Předpokládaná tolerance primárního ostění **do 50 mm**.

#### Technologická třída výrubu 4

Třída výrubu 4 je určena do mírně zhoršených geologických podmínek. Výrub tunelu je v příčném směru členěn horizontálně na kalotu, jádro a dno.

**Kalota tunelu** je zajištěna vrstvou stříkaného betonu SB25 (C20/25) tloušťky 250 mm s dvěma vrstvami sítí 100x100/6x6 mm a příhradovými obloukovými nosníky výšky 180 mm. Stabilita přístropí je zajištěna předráženými jehlami Ø32 mm délky 4 m a 330 mm. Pro systémové kotvení jsou použity kotvy HUS Ø25 mm délky 4,0 m. Minimální požadovaná únosnost kotev je 150 kN. Úroveň dna kaloty je +1,900 m nad TK, vrchol výrubu kaloty je 8,325 m nad TK (teoretický výrub), plocha teoretického výrubu kaloty je 64,84 m<sup>2</sup>. Čelba je

částečně zajištěna stříkaným betonem SB25 (C20/25) v tloušťce 50 mm. Délka záběru v kalotě 1,5 m (1,3 – 1,7 m).

**Jádro tunelu** je zajištěno vrstvou stříkaného betonu SB25 (C20/25) tloušťky 250 mm s dvěma vrstvami sítí 100x100/6x6 mm upevňovanou pomocí krátkých kotviček přímo na líc výrubu. Úroveň dna jádra je 1,600 m pod TK, teoretická výška jádra je 3,500 m, plocha teoretického výrubu jádra je 36,92 m<sup>2</sup>. Délka záběru v jádře 3,0 m (2,6 – 3,4 m).

**Dno tunelu** je -1,600 m pod TK. Plocha teoretického výrubu dna je 2,90 m<sup>2</sup>.

Dno tunelu bude dotěženo před betonáží základových patek.

Celková teoretická plocha výrubu je **104,66 m<sup>2</sup>**. Všechny výše uvedené hodnoty se vztahují k teoretickému výrubu a výšky jsou měřeny v ose tunelu.

Maximální předpokládaná deformace v třídě 4 je **do 40 mm**.

Předpokládaná tloušťka hydroizolačního souvrství **do 35 mm**.

Předpokládaná tolerance primárního ostění **do 50 mm**.

#### Technologická třída výrubu 4 se spodní klenbou

Třída výrubu 4 se spodní klenbou je určena do zhoršených geologických podmínek v této lokalitě, do oblastí s předpokládaným jímáním podzemní vody v délce cca 120 m, přibližně v žkm 100,00 – 100,120 (TM 162,00 – TM 282,00). Uzavřený profil byl zvolen na základě hydrogeologického průzkumu, aby se minimalizovalo riziko ovlivnění podzemních vod v oblasti, která je místně využívána jako vodní zdroj pitné vody. Výrub tunelu je v příčném směru členěn horizontálně na kalotu, jádro a dno.

**Kalota tunelu** je zajištěna vrstvou stříkaného betonu SB25 (C20/25) tloušťky 250 mm s dvěma vrstvami sítí 100x100/6x6 mm a příhradovými obloukovými nosníky výšky 180 mm. Stabilitu přístropí je zajištěna předraženými jehlami Ø32 mm délky 4,0 m á 330 mm. Pro systémové kotvení jsou použity kotvy HUS Ø25 mm délky 4,0 m. Minimální požadovaná únosnost kotev je 150 kN. Úroveň dna kaloty je 1,900 m nad TK, vrchol výrubu kaloty je 8,265 m nad TK (teoretický výrub), plocha teoretického výrubu kaloty je 64,84 m<sup>2</sup>. Čelba je částečně zajištěna stříkaným betonem SB25 (C20/25) v tloušťce 50 mm. Délka záběru v kalotě 1,5 m (1,3 – 1,7 m).

**Jádro tunelu** je zajištěno vrstvou stříkaného betonu SB25 (C20/25) tloušťky 250 mm s dvěma vrstvami sítí 100x100/6x6 mm a příhradovými obloukovými nosníky výšky 180 mm. Pro systémové kotvení jsou použity kotvy HUS Ø25 mm délky 4,0 m. Minimální požadovaná únosnost kotev je 150 kN. Úroveň dna jádra je 1,600 m pod TK, teoretická výška jádra je 3,500 m, plocha teoretického výrubu jádra je 36,92 m<sup>2</sup>. Délka záběru v jádře 3,0 m (2,6 – 3,4 m).

**Dno tunelu** je zajištěno vrstvou stříkaného betonu SB25 (C20/25) tloušťky 250 mm s dvěma vrstvami sítí 100x100/6x6 mm. Po dosažení potřebné pevnosti stříkaného betonu je dno tunelu zasypáno tak, aby byla klenba chráněna před mechanizací. Vrchol dna spodní klenby je -2,605 m pod TK. Plocha teoretického výrubu dna je 15,33 m<sup>2</sup>.

Celková teoretická plocha výrubu je **117,09 m<sup>2</sup>**. Všechny výše uvedené hodnoty se vztahují k teoretickému výrubu a výšky jsou měřeny v ose tunelu.

Maximální předpokládaná deformace v třídě 4 je **do 40 mm**.

Předpokládaná tloušťka hydroizolačního souvrství **do 35 mm**.

Předpokládaná tolerance primárního ostění **do 50 mm**.

#### Technologická třída výrubu 5

Třída výrubu 5 je navržena pouze se spodní klenbou a je určena do nejtěžších geologických podmínek v této lokalitě a do oblastí s předpokládaným jímáním podzemní vody v délce cca 120 m, přibližně v žkm 100,00 – 100,120 (TM 162,00 – TM 282,00). Uzavřený profil byl zvolen na základě hydrogeologického průzkumu, aby se minimalizovalo riziko ovlivnění podzemních vod v oblasti, která je místně využívána jako vodní zdroj pitné vody. Výrub tunelu je v příčném směru členěn horizontálně na kalotu, jádro a dno.

**Kalota tunelu** je zajištěna vrstvou stříkaného betonu SB25 (C20/25) tloušťky 300 mm s dvěma vrstvami sítí 100x100/6x6 mm a příhradovými obloukovými nosníky výšky 230 mm. Stabilita přístropí je zajištěna předráženými jehlami Ø32 mm 6,0 m á 300 mm. Pro systémové kotvení jsou použity samozávrtné injektované svorníky Ø25 mm délky 6,0 m. Minimální požadovaná únosnost kotev je 150 kN. Pro úroveň dna kaloty je 1,900 m nad TK, vrchol výrubu kaloty je 8,385 m nad TK (teoretický výrub). Čelba kaloty je na 100% plochy zajištěna stříkaným betonem SB25 (C20/25) v tloušťce až 100 mm v kombinaci s opěrným klínem a kotvením. Plocha teoretického výrubu kaloty je 66,06 m<sup>2</sup>. Délka záběru v kalotě 1,0 m (0,9 – 1,1 m).

**Jádro tunelu** je zajištěno vrstvou stříkaného betonu SB25 (C20/25) tloušťky 300 mm s dvěma vrstvami sítí 100x100/6x6 mm a příhradovými obloukovými nosníky výšky 180 mm. Pro systémové kotvení jsou použity kotvy SN Ø25 mm délky 6,0 m. Minimální požadovaná únosnost kotev je 150 kN. Úroveň dna jádra je 1,600 m pod TK, teoretická výška jádra je 3,500 m, plocha teoretického výrubu jádra je 37,27 m<sup>2</sup>. Délka záběru v kalotě 2,0 m (1,8 – 2,2 m).

**Dno tunelu** je zajištěno vrstvou stříkaného betonu SB25 (C20/25) tloušťky 300 mm s dvěma vrstvami sítí 100x100/6x6 mm. Po dosažení potřebné pevnosti stříkaného betonu je dno tunelu zasypano tak, aby byla klenba chráněna před mechanizací. Vrchol dno spodní klenby je -2,665 m pod TK. Plocha teoretického výrubu dna je 16,15 m<sup>2</sup>.

Celková teoretická plocha výrubu je **119,48 m<sup>2</sup>**. Všechny výše uvedené hodnoty se vztahují k teoretickému výrubu a výšky jsou měřeny v ose tunelu.

Maximální předpokládaná deformace v třídě 5 je **do 50 mm**.

Předpokládaná tloušťka hydroizolačního souvrství **do 35 mm**.

Předpokládaná tolerance primárního ostění **do 50 mm**.

#### **10.2.5 Ražená část - definitivní ostění**

Minimální tloušťka definitivního ostění tunelu je 400 mm ve vrcholu horní klenby, jednotně pro všechny třídy výrubu. Směrem k opěři se tloušťka ostění zvětšuje.

Po vyražení tunelu a zajištění výrubu primárním ostěním jsou zahájeny práce na definitivním ostění. V předstihu před betonáží je provedena kontrola profilu a případné doprofilování v místech, kde jsou překročeny tolerance pro provádění primárního ostění. Pak je provedena podkladní vrstva izolace stříkaným betonem jemné frakce a povrch je upraven v souladu s požadavky použité izolační fólie. V celé délce tunelu jsou nejprve provedeny patky horní klenby (resp. spodní klenba). Ty jsou upraveny tak, aby mohly být použity pro pojíždění bedničního vozu. Podle typu vozu je třeba upravit konstrukci a armaturu patek tak, aby byly schopny vůz zafixovat a přenést zatížení při betonáži horní klenby. V předstihu před

betonáží horní klenby je provedena mezilehlá izolace, za kterou již následuje vlastní betonáž definitivního ostění.

Definitivní ostění je navrženo z betonu C 30/37 XF1 XA1. Je betonováno na místě do bednicího vozu. O způsobu vyztužení rozhodne statický výpočet, který zohlední skutečné deformace, naměřené při ražbě tunelu. V úsecích, kde to statické podmínky nevyžadují, bude použito nevyztužené definitivní ostění. Z hlediska vyztužení ostění bude tunel rozdělen s ohledem na naměřené deformace primárního ostění a bloky pro betonáž definitivního ostění na typové bloky se shodným způsobem vyztužení. Těmto blokům pak odpovídá rozdělení tunelu na tunelové pasy. Číslování bloků pro betonáž odpovídá technologickému postupu prací a je významné pouze po dobu výstavby, číslování tunelových pasů je v souladu s požadavky drážních předpisů a je trvalým označením. Proto nejsou číslování totožná.

Ražený tunel je rozdělen do několika úseků podle technologických tříd postupů ražby. Úseky definitivního ostění jsou rozděleny a navrženy se základovými patkami a se spodní klenbou.

Ražené úseky na patkách jsou opatřeny proti vodě mezilehlou deštníkovou foliovou izolací, která je ukončena v patě boční drenáže. Úseky se spodní klenbou jsou zaizolovány celoplošně uzavřeně. V podélném směru je izolace ukončena na prvním a posledním raženém tunelovém pásu ukončovacím profilem. U těchto tunelových pásů je navrženo vodotěsné ostění dle TKP 20, třída vodotěsnosti 0 v kombinaci se spárovými těsnícími pásy pro napojení na hloubenou část. Po obou stranách ostění tunelu jsou vedeny služební chodníky šířky 912 mm vlevo a 1063 mm vpravo, ve kterých jsou uloženy kabelovody (9 otvorový multikanál + 3 chráničky DN 110) pro rozvody inženýrských sítí. V pravém chodníku je dále uložen požární suchovod a v části tunelu vodovodní trubka DN 100 náhradního vodního zdroje.

Vzorové příčné řezy jsou v přílohách č. 4.1 – 4.5.

#### Definitivní ostění – profil se základovými patkami pro třídu výrubu NRTM 2, 3, 4,

- tloušťka ostění 400 mm v klenbě a opěří, vnitřní poloměr klenby 5700 mm
- rozměry patek (základových pasů) 1350 x 650 mm, délka 12 m
- beton klenby, opěří i patek C 30/37 XA1, XF1
- podkladní beton C 8/10 X0, tloušťky 0,15 m je vyspádován ve sklonu 3% směrem ke střední tunelové stoce

#### Definitivní ostění – profil se spodní klenbou pro třídu výrubu NRTM 3, 4, 5

- tloušťka ostění 400 mm v klenbě a opěří, vnitřní poloměr klenby 5700 mm
- rozměry patek (základových pasů) 1350 x 650 mm, délka 12 m
- spodní klenba tloušťky 680 mm, vnější poloměr R=18700 mm, vnitřní R=18020 mm
- beton horní klenby i protiklenby a beton opěří a patek C 30/37 XA1 XF1,
- výplňový beton C 12/15 X0 je vyspádován ve sklonu 3 % směrem ke střední tunelové stoce



### Záchranné výklenky

Záchranné výklenky v tunelu mají jednotný rozměr. Záchranné výklenky jsou provedeny vstřícně po obou stranách tunelu, vždy ve středu každého lichého tunelového pasu. Vzájemná osová vzdálenost v podélném směru je 24 m, minimální světlé rozměry výklenků jsou: šířka = 2000 mm, hloubka = 750 mm, výška = 2200 mm.

### Tolerance sekundárního ostění:

Maximální radiální tolerance vnitřního líce ostění ve směru do dopravního prostoru je 25 mm.

Maximální radiální tolerance vnitřního líce ostění ve směru do horninového masivu je 50 mm.

Minimální tloušťka ostění je  $(d - 25)$  mm, kde  $d$  je teoretická (projektovaná) tloušťka ostění.

Lokálně je možno tuto tloušťku dále oslabit o 25 mm, takže výsledná tloušťka ostění je  $(d - 50)$  mm. Plocha takto oslabeného ostění je  $< 1 \text{ m}^2$ . Zmenšení tloušťky ostění je povoleno v rozsahu max. 20% plochy profilu na jednotku délky.

Rovinatost vnitřního líce ostění je dána tolerancí  $\pm 20$  mm na 10m délky (měřeno např. na lati).

Tolerance změny tloušťky ostění je do max.  $1.5 d$  nebo  $d + 300$  mm přičemž rozhodující je menší z obou hodnot. Nadvýrubu, které by vedly k větší tloušťce definitivního ostění, musí být vyplněny stříkaným betonem.

Výše uvedené hodnoty zahrnují všechny nepřesnosti, které vznikají při výrobě tj. zejména:

- nepřesnosti v geodetickém zaměření
- tolerance vzhledem na "polygonální" tvar ostění ve směrových obloucích
- tolerance bednicího vozu (výrobní tolerance, přesnost osazení před betonáží, deformace tlakem čerstvého betonu během betonáže) atd.

## **10.2.6 Izolace**

Pro tunel je požadována třída vodotěsnosti 0 dle TKP 20, kap. 20.3.8. Tato vodotěsnost je zajištěna v ražené části mezilehlou foliovou izolací tl. 2 mm, navrženou v rozsahu klenby a opěr. Izolace je ukončena v patě opěr, kde navazuje na podélnou patní drenáž v počtové části tunelu. V podélném směru je izolace ukončena na prvním a posledním raženém tunelovém pásu ukončovacím profilem. U těchto tunelových pásů je navrženo vodotěsné ostění dle TKP 20, třída vodotěsnosti 0 v kombinaci se spárovými těsnícími pásy pro napojení na hloubenou část. V místě pracovní (resp. dilatační) spáry musí být provedena ochrana izolace vložení ochranného pásu minimální šířky 500 mm. Je možno použít ochranný pás ze stejného materiálu, jako je materiál izolace. Pás je na izolaci upevněn na obou okrajích průběžnými nepřerušovanými sváry. Parametry svaru odpovídají svarům pro spojování izolačních pásů.

Izolace musí být opatřena signální vrstvou, která umožňuje vizuální kontrolu případného mechanického poškození při následně prováděných pracích. Výrobce určí postup při porušení signální vrstvy.

Tunel je izolován proti vodě mezilehlou izolací. Po proražení tunelu je provedena kontrola geometrie profilovacím vozem a primární ostění je zbaveno všech ostrých předmětů (závěsy vedení, konzoly apod.) a nerovností. Pak je proveden nástřik podkladní vrstvy

betonu (stříkaný beton jemné frakce kameniva 0 – 4 mm). Před osazením ochranné vrstvy geotextilie a hydroizolační fólie musí být podklad přezkoušen a potvrzeno převzetí dodavatelskou firmou, která bude izolace provádět. Převzetí musí být provedeno písemnou formou za účasti stavebního technického dozoru investora.

Na upravený povrch podkladní vrstvy izolace s pomocí speciálních hřebů s terčíky upevní ochranná vrstva geotextilie, která musí odpovídat požadavkům ČSN 73 3040 „Geotextilie v stavebních konstrukcích. Základné ustanovenia“. Zároveň musí splňovat podmínky stanovené výrobcem izolační fólie pro podkladní vrstvu izolace. Pak je nastřelen příslušný počet disků (v závislosti na zatížení a zakřivení líce tunelu) a vytvořena nosná vrstva izolace. Na disky je postupně od spodní části klenby navařena izolační fólie. Upevňovací prvky (terče) jsou od stejného výrobce, jako izolační fólie. Tím je zajištěna vzájemná kompatibilita. Konkrétní typ a způsob nastřelování doporučujeme odzkoušet na stavbě průkazní zkouškou. Upevňovací disky, které nejsou dostatečně upevněny v primárním ostění je nutno odstranit a nahradit jinými. Počet a umístění disků je voleno tak, aby byla fólie minimálně namáhána tahem. Izolace je svařována dvojítm svařem s možností testování na ztrátu tlaku ve svaru za jednotku času. Podmínky a technologie sváření musí dodavatel kontinuálně zaznamenávat na stavbě do svářečských protokolů. Tyto protokoly předává dodavatel kompetentnímu zástupci investora denně, nejpozději však před betonáží dalšího bloku ostění.

Podrobné požadavky na provádění a požadované parametry hydroizolačního souvrství a podkladní vrstvy jsou uvedeny v TKP 20, 22 a souvisejících předpisech a normách.

## 10.3 Tunel Mezno, hloubená část - výjezdový portál - SO 71-25-03

### 10.3.1 Výkopy stavební jámy

Stavební jáma hloubené části tunelu Mezno (výjezdový portál) je navržena jako svahovaná. Jáma má tři úrovně sklonů. Druhá a třetí úroveň (od dna stavební jámy) je oddělena lavičkou. Popis jednotlivých úrovní od úrovně založení definitivního ostění směrem k povrchu je následující.

Na bocích stavební jámy má nejnižší část jámy navržený sklon 5:1. V úrovni 579,826 m n.m se sklon mění na 2:1. Výška této úrovně je proměnná. Lavička na této úrovni je napojená na definitivní lavičku vytvořenou ve svazích zemního tělesa v příportálové oblasti. Výška lavičky se mění z 582,252 na 586,140 m n.m. Lavička má šířku 1,5 m s minimálním sklonem 3% směrem do stavební jámy. Nad touto lavičkou je pak jáma svahována sklonem 1:1,5 až do průniku svahu se stávajícím terénem.

Na terénu v blízkosti stavební jámy je nasypán ochranný zemní val proti povrchové vodě. Minimální výška valu je 0,5 m, šířka v koruně 0,5 m. Sklony boků valu jsou navrženy 1:1. Val musí být zhutněn, aby nedocházelo k jeho postupnému rozplavování. Val je zřízen okolo celého výkopu stavební jámy.

Dno stavební jámy klesá ve směru staničení stejně jako budoucí železniční trať přibližně sklonem 0,8%. Na vlastním dně bude ponechána vrstva rostlé horniny 600 mm jako ochrana základové spáry po dobu výstavby. Tato vrstva bude odtěžena až těsně před provedením základových patek jednotlivých bloků nosné konstrukce ostění hloubeného tunelu, respektive před položením vrstvy podkladního betonu C8/10 X0 tloušťky 150 mm. Předpokládá se odtěžení horniny na požadovanou úroveň pouze v místě patek. Ve dně, podél svahů stavební jámy jsou zřízeny příkopy šířky 500 mm a minimální hloubky 400 mm. Dno obou příkopů je zpevněno a zajištěno stříkaným betonem.



Jednotlivé úrovně stavební jámy jsou zajištěny dvěma typy dočasného zajištění. Horní úroveň ve sklonu 1:1,5 je zajištěna pouze ochranou protierozní sítí. Ostatní úrovně jsou zajištěny vrstvou stříkaného betonu C16/20 X0 s jednou výztužnou sítí 150x6 mm, 150x6 mm. Zajištění svahů se stříkaným betonem je doplněno hřebíky délky 4 m, průměru Ø 25 mm.

Portálový svah je navržen se dvěma úrovněmi sklonu svahů. Horní úroveň je stejně jako na bocích stavební jámy navržena ve sklonu 1:1,5. Spodní úroveň je v celé výšce (od dna jámy až po úroveň horní lavičky) navržena v jednom sklonu 5:1. Stejně jako na bocích stavební jámy je horní úroveň zajištěna protierozní sítí a spodní ve strmějším sklonu je navržena se zajištěním ze stříkaného betonu s jednou výztužnou sítí, doplněných ocelovými svorníky.

Ze strukturní analýzy provedené pro výkop stavební jámy vyplývá, že by nemělo docházet k nadměrnému vypadávání jednotlivých bloků směrem do stavební jámy. Výjimku tvoří hrana stabilizační lavičky nad každou úrovní, kde může k vypadnutí menších bloků dojít. Vzhledem k nutnosti napojení stavební jámy na výkop tělesa železniční trati není u stavební jámy na výjezdovém portálu navržena lavička mezi sklony 5:1 a 2:1. Rozvinutí této lavičky by znamenalo nárůst výkopů. Navíc tímto dojde i k omezení možnosti vypadnutí bloku.

Přesto je nutné provádět hloubení stavební jámy opatrně tak, aby k nadměrnému vypadávání bloků nedocházelo.

Stejně jako v jámě vjezdového portálu je u portálového svahu je vybudován zárodek budoucího tunelu. Zárodek je navržen na celou výšku raženého tunelu. Konstrukce zárodku je vybudována z tunelových rámců použitých při ražbě tunelu v technologické třídě výrubu Va (stejná třída jako je navržena pro ražbu tunelu v příportálové oblasti), výztužných sítí 150x6 mm, 150x6 mm (dvě vrstvy) a jemného pletiva. Po dohloubení stavební jámy na úroveň 1000 mm pod TK (temeno kolejnice) jsou u portálového svahu smontovány tunelové rámy, je namontována vnější vrstva výztužné sítě. Na tuto výztužnou síť je upevněno jemné pletivo. Následně je směrem z vnitřku konstrukce nastříkána první vrstva stříkaného betonu. Jemné pletivo zajistí, aby stříkaný beton postupně vytvořil skořepinu konstrukce zárodku tunelu. Následně je upevněna vnitřní výztužná síť a konstrukce je dostříkána do plné tloušťky 300 mm.

Ještě před budováním zárodku tunelu je nad profilem budoucího raženého tunelu vyvrtán a osazen ochranný deštník ze 47 kusů mikropilot na délku 15 m. Jednotlivé mikropiloty jsou z trubek Ø108/16mm. Tento deštník tvoří předstihovou ochranu přístropí kaloty pro ražbu tunelu.

Jednotlivé sklony stavební jámy jsou napojeny na sklony svahů zemního tělesa železniční trati navržených příportálové oblasti.

### 10.3.2 Nosné konstrukce tunelu (definitivní ostění)

Konstrukce je navržena z betonu C30/37 XF3, XA2. Podle ČSN EN 206-1 je pro stupeň vlivu prostředí XF3 připuštěn maximální průsak vody 35 mm, při zkoušce dle ČSN EN 12390-8. Konstrukce byla ve statickém výpočtu navržena a posouzena na mezní stav použitelnosti s omezením rozvoje trhlin na max. 0,2 mm. Podrobnější požadavky na betonovou směs jsou uvedeny v kapitole 12.5 Beton nosných konstrukcí hloubených částí tunelu, beton odolný proti průsakům vody.

### 10.3.2.1 Typy bloků výztuže

Jednotlivé bloky betonáže mají délku 12 m. Celkem jsou v rámci SO 71-25-03 vybetonovány 2 bloky. Jeden blok portálový, s čelní stěnou seříznutou pod úhlem 45°. Tento blok je označený jako P2 a blok 68 s výklenkem. Všechny bloky jsou navrženy na patkách.

### 10.3.2.2 Postup práce

Betonáž nosných konstrukcí ostění hloubeného tunelu probíhá proudovou metodou postupně po jednotlivých částech ostění (patky, klenba), podobně jako u definitivního ostění raženého tunelu.

Po provedení podkladních betonů pro vyrovnání možných nerovností vzniklých během hloubení stavební jámy bude montována výztuž základových patek definitivního ostění tunelu. Po zabetonování patek bude na bednění montována výztuž klenby tunelu. Následně bude provedena betonáž.

Výztuž patek a stejně i výztuž klenby tunelu je navržena jako vázaná z jednotlivých prutů. Výztuž klenby je navržena jako „vázaná na bednění“, tzn. výztuž není samonosná a pro její montáž musí být vždy nejdříve ustaveno bednění (bednicí vůz). Ve výztuži nejsou navrženy mezery pro odbednění předchozího bloku. Výklenky jsou dobetonovány následně po zabetonování klenby tunelu.

#### Příprava povrchu podkladního betonu pod základové patky

Před montáží výztuže základových patek nosné konstrukce je nutno provést očištění povrchu podkladního betonu stlačeným vzduchem, aby nedošlo k zabetonování nečistot do konstrukce.

#### Montáž výztuže základových patek

Výztuž základových patek konstrukce definitivního ostění je smontována z prutové výztuže. Hlavní nosná výztuž je tvořena jednotlivými pruty. Přesná specifikace průměrů vložek odpovídá výsledkům statického výpočtu a je uvedena v příslušném výkresu výztuže. Vzájemná vzdálenost vložek výztuže je v obou směrech 150 mm.

Krytí výztuže na vnějším (dolním) líci ostění zajišťují distanční podložky. Bodové podložky lze nahradit distančními tyčemi tzv. „hady“ tak, aby celkové „podložení“ odpovídalo minimálnímu uvedenému.

#### Montáž výztuže klenby tunelu

Výztuž klenby je montována po zabetonování spodní klenby. Tato výztuž je opět tvořena jednotlivými pruty. Jednotlivé nosné pruty jsou určeny statickým výpočtem.

Nosná výztuž je v pracovní spáře přesahem stykována s výztuží základové patky.

Rozdělovací výztuž je dána především požadavkem na omezení rozvoje trhlin vzhledem k rozdílnému stáří konstrukce spodní klenby a klenby tunelu.

Smyková výztuž je tvořena sponami příslušného průměru podle výsledků statického výpočtu. Smyk je sponami pokryt v plném rozsahu. Jako distanční prvky pro vymezení vzájemné vzdálenosti vnitřní a vnější vrstvy výztuže slouží distanční kozlíky uložené po obvodě klenby tunelu.

Podle příslušného bloku jsou všechny výztužné prvky doloženy v příslušném výkresu výztuže.

### 10.3.2.3 Ošetření povrchu betonového ostění

Po odbednění je nutno beton ošetřit tak, aby byly eliminovány objemové změny při jeho zrání a nedošlo ke vzniku smršťovacích trhlin. Podrobněji je ošetřování vybetonované

konstrukce popsáno v kapitole 12.5 Beton nosných konstrukcí hloubených částí tunelu, beton odolný proti průsakům vody.

#### 10.3.2.4 Krytí výztuže

Nominální (jmenovité) krytí výztuže je 50 mm při obou povrchích. Minimální krytí při obou povrchích je 45 mm.

### 10.3.3 Ochrana nosných konstrukcí ostění hloubeného tunelu proti vodě

Po dokončení nosných konstrukcí bude klenba tunelu zakryta bentonitovou těsnicí rohoží. Přes těsnicí rohož bude položena ochranná geotextile jako ochrana proti poškození během provádění zpětných zásypů.

#### 10.3.4 Zpětný zásyp konstrukce

Stejně jako u vjezdového portálu předpokládáme pro těleso zpětného zásypu nosných konstrukcí hloubené části tunelu SO 71-25-03 vybudované ve stavební jámě použití „předrceného“ kameniva vytěženého přímo během výkopových prací na stavební jámě nebo kameniva získaného jako rubanina při ražbě tunelu. Vlastní zásyp bude rozdělen na dvě části, zásyp portálového bloku P2 a zásyp zbytku konstrukce (blok 68). Schéma rozdělení zásypu je uvedeno v příslušném výkresu.

Pro zásyp portálové bloku bude kamenivo upraveno tak, aby odpovídalo zatřídění podle dříve platné ČSN 73 1001 Základová půda pod plošnými základy štěrk G1 GW dobře zrněný. Na povrchu portálového svahu bude pro celkové zpevnění provedena vrstva kamenného záhozu z balvanů minimální tloušťky 500 mm. Podle klasifikačního systému dříve platné normy ČSN 73 1001 předpokládáme provedení této vrstvy z balvanů minimální velikosti 200 mm (b). Pro toto kamenivo je prověřena stabilita portálového svahu statickým výpočtem.

Pro zásyp ostatních bloků může být použit méně kvalitní materiál s jemnozrnnou příměsí.

Technologie provedení zásypu je stejná jako na vjezdovém portále tunelu. Zásyp bude postupně prováděn po vrstvách výšky přibližně 300 mm (maximálně 500 mm) tak, aby bylo možné provádět kvalitně postupné hutnění zásypového tělesa.

Zásyp mezi nosnou konstrukcí (NK) hloubeného tunelu a svahem stavební jámy bude proveden tak, aby rozdíl výšek vlevo a vpravo definitivního ostění (NK) nebyl větší než 1 m (1000 mm). Tímto způsobem bude zajištěno rovnoměrné namáhání konstrukce hloubeného tunelu během zásypových prací a sníženo riziko případného posunutí konstrukce.

Portálový svah je navržen se sklonem 40° tak, aby byla překryta první spára mezi bloky betonáže (spára mezi bloky P2 a 68). V portálovém svahu budou jednotlivé vrstvy přesypány směrem ze svahu minimálně o 300 mm, tzn. každá vrstva bude o 300 mm širší. To umožní provést zhutnění až do kraje vrstvy. Po zhutnění více vrstev bude tento přesyp zpětně odtěžen tak, aby zásypové těleso mělo požadovaný tvar.

Zhutnění zemin použitých v zásypu pro portálový blok P2 musí být provedeno na míru zhutnění minimálně  $D = 97\%$  (PS 97 %) za předpokladu zemin odpovídajících zatřídění G1 GW. Kontrolní zkoušky na sypaných vrstvách doporučujeme provádět statickou zatěžovací deskou. Výsledné minimální hodnoty  $E_{\text{def}2} = 70 \text{ MPa}$ . Směrná minimální hodnota poměru  $E_{\text{def}2} / E_{\text{def}1} = 2,6$ .

Pro zeminy použité pro zásyp bloku 68 hloubeného tunelu platí tyto požadavky. Zhutnění provedeno na minimálně  $D = 95\%$  (PS 95 %). Kontrolní zkoušky na sypaných vrstvách doporučujeme opět provádět statickou zatěžovací deskou. Výsledné minimální hodnoty  $E_{\text{def}2} = 40 \text{ MPa}$ . Směrná minimální hodnota poměru  $E_{\text{def}2} / E_{\text{def}1} = 2,0$ .

Nad portálovým svahem a severovýchodním definitivním svahem portálového zářezu bude vybudován zemní val jako ochrana proti stékání povrchové vody k portálu tunelu a do předportálové části železniční trati. Tento val bude proveden ze zeminy s obsahem jemnozrnných částic. Val je napojen na obdobný val budovaný v rámci definitivní úpravy svahu železničního zářezu.

Výška zemního valu je 1 m, šířka valu v patě je přibližně 3 m.

## 10.4 Vybavení tunelu

Po obou stranách ostění tunelu je veden služební chodník min. šířky 750 mm (912 mm vlevo a 1063 mm vpravo), ve kterém jsou uloženy kabelovody (9 otvorový PE multikanál + 3 PE chráničky DN 110 po obou stranách) pro rozvody inženýrských sítí. U záchranných výklenků jsou na kabelových trasách provedeny šachty 1,0 x 0,5 m a 1,5 x 0,5 m, ze kterých jsou vyústěny chráničky pro rozvody elektroinstalací a měření bludných proudů.

Osvětlení tunelu je navrženo po obou stranách zářivkovými svítidly á 6 m.

Po celé délce tunelu je umístěn do chodníku na pravé straně (ve směru staničení) požární suchovod DN 100 mm z PE potrubí. Přístupové body suchovodu - požární hydranty – jsou umístěny do záchranných výklenků po 72 m, tyto výklenky jsou navíc doplněny osvětlením.

Mezi záchrannými výklenky je umístěno po obou stranách tunelu madlo z ocelové trubky. Portály jsou opatřeny ochrannou konstrukcí se sítí, která plní funkci protidotykové zábrany. Vybavení tunelu je v přílohách v kapitole 6 dokumentace projektu.

### 10.4.1 Odvodnění

Tunel je výškově veden ve vrcholovém oblouku o poloměru  $R=28\,000$  m s vrcholem ve staničení km 100,079 141, v tomto bodě je lom nivelety. Od vjezdového portálu k tomuto bodu tunel stoupá 4,456 ‰ ve směru staničení 240 m, od vrcholu oblouku následně klesá 600 m sklonem 8,0‰. Nejvyšší bod v tunelu je ve staničení km 100,024 713 (TM 649,29), vjezdový portál je od tohoto bodu ve vzdálenosti 190 m (TM 840,0) a výjezdový portál je od tohoto bodu ve vzdálenosti 650 m (TM 0,0).

Schéma odvodnění viz. příloha dokumentace 6.1

Podzemní voda bude odvedena podélnou drenáží k oběma portálům tunelu. Boční tunelové drenáže a střední tunelová drenáž (odvodnění štěrkového lože) jsou vzájemně propojeny příčným svodem po cca 72 m. Podélná boční drenáž je vypádována ve sklonu shodném s podélným sklonem konstrukce tunelu. Zastižená podzemní puklinová voda lokálních zvodní nemá spojitý charakter a bude se omezovat na jednotlivé zvodnělé pukliny a tektonické poruchy. Infilovaná srážková voda je svedena po mezilehlé izolaci do boční a dále střední tunelové drenáže. Výškové řešení boční tunelové drenáže umožňuje přímé napojení na odvodnění železničního svršku. Střední tunelová drenáž slouží k odvodnění štěrkového lože a je svedena do šachet situovaných před oběma portály tunelu.

Boční tunelová drenáž z částečně perforovaných trubek profilu 200 mm s rovným dnem je umístěna v úrovni patek definitivního ostění po obou stranách tunelu. Drenáž je uložena na podkladní beton a obsypána mezerovitým betonem frakce 16/32. Pro čištění boční drenáže jsou použity šachty PP DN 500 s litinovým poklopem, které jsou umístěny v záchranných výklencích. V pasech raženého tunelu se spodní klenbou jsou v pravých záchranných výklencích, ve kterých je umístěna šachta suchovodu, situovány napojovací šachty PP DN 315 s litinovým poklopem.

Odvodnění kolejového lože je řešeno vypádováním v příčném směru ve sklonu 3% směrem ke střední tunelové stoce. Střední tunelová stoka profilu 400 mm je navržena ve

sklonu tunelu a má dno v úrovni 1500 mm pod TK. Střední tunelovou stoku tvoří tlaku vzdorná PE (nebo PVC) trouba DN 400mm, SN 8 kN/m<sup>2</sup>, s částečně perforovaným povrchem a hladkým dnem, ukládaná do mezerovitého betonu v rýze pod kolejovým ložem. Prefabrikované plastové revizní šachty PP DN 600 mm jsou umístěny ve vzdálenostech po 72 m, v místě záchranných výklenků. Revizní šachty na střední tunelové stoce jsou opatřeny typovým ocelovým poklopem únosnosti D400. Střední tunelová stoka je v prostoru před portály zaústěna do kontrolní šachty DN 600 mm.

Drenážní potrubí musí umožnit čištění tlakovou vodou o tlaku 12 MPa.

#### 10.4.1.1 Základní parametry systému odvodnění tunelu

- šachty na čištění střední tunelové drenáže jsou umístěny v ose tunelu po 72 m na průsečíku osy výklenku a osy kolejí,
- boční tunelová drenáž s plochým dnem je navržena o profilu PP DN 200 mm a je umístěna v úrovni patek definitivního ostění po obou stranách tunelu, v profilu se spodní klenbou boční drenáž není
- střední tunelová drenáž je navržena kruhového profilu PP DN 400 mm,

V hloubeném tunelu je drenáž vedena po boku vnější strany tunelu, podél svislé konstrukce tunelu na ploše tvořené vyrovnávacím betonem. Boční drenáž s plochým dnem PP DN 200 má každém záchranném výklenku umístěnu šachtu PP DN 500 s litinovým poklopem pro její čištění. Boční drenáže hloubených úseků tunelu jsou ukončeny na portálu v drenážní šachtě DN 600.

Šachty před oběma portály jsou vzájemně propojeny a svedeny do kanalizační šachty a dále do odvodňovacího systému podél trati.

#### 10.4.2 Kabelovody

Pro potřebu převedení inženýrských sítí je tunel po obou stranách vybaven devíti otvorovým PE multikanálem doplněným třemi PE chráničkami DN 110. Na trase kabelovodu jsou umístěny šachty, které slouží jednak jako revizní šachty pro kontrolu kabelů, jednak pro šachty pro vyvedení sítí potřebných pro instalace v tunelu. Šachty jsou betonovány na místě v betonu C 12/15-X0 služebního chodníku. Zakrytí šachet je provedeno betonovým poklopem. Rozměry šachet jsou omezeny dispozičním uspořádáním, rozměry poklopů jsou atypické a jsou vyrobeny pro potřeby stavby. Situování šachet v oblasti záchranných výklenků je patrné z výkresové dokumentace.

#### 10.4.3 Osvětlení v tunelu

Únikové cesty v tunelu budou vybaveny elektrickým osvětlením. Nouzové osvětlení bude funkční nejméně po dobu 45 minut. Elektrické rozvody zajišťující funkci nouzového osvětlení budou zajišťovat dodávku ze dvou na sobě nezávislých napájecích zdrojů. Svítidla v tunelu jsou umístěna vstřícně po obou stranách tunelu ve cca výšce 0,90 m nad úrovní chodníků. Pro kabely jsou v definitivním ostění umístěny chráničky PE Ø 50 mm. Kabel je veden kabelovodem, tvořeným 9 otvorovým PE-multikanálem + 3 chráničkami DN 110 do kabelové šachty. V šachtě je provedeno odbočení a dále je kabel veden v chráničkách. Propojení se svítidly umístěnými mezi výklenky je provedeno chráničkami PE Ø50 mm, které jsou z kabelové šachty vyvedeny do boku. Pro upevnění svítidla nejsou požadovány žádné další úpravy definitivního ostění. Chráničky jsou v ostění tunelu upevněny k armatuře definitivního ostění před betonáží a musí být provedeny z jednoho kusu. Lokální oslabení ostění v tomto případě nehraje roli a je přípustné.



Niky pro vypínače osvětlení o rozměrech 100 x 100 x 100 mm jsou umístěny 1,5 m nad úrovní chodníku na obou portálech (pasy P1 a P2) a dále jsou rozmístěny v tunelu v pasech č. 17, 35, 53. Do niky pro vypínač vede 1 chránička PE Ø50 mm.

#### 10.4.3.1 Zásuvky – chráničky pro kabely

Zásuvky jsou umístěny v každém třetím záchranném výklenku tj. po 72 m pouze u koleje č. 1 v tunelových pasech č. 5, 11, 17, 23, 29, 35, 41, 47, 53, 59, 64. Zásuvky jsou zabudovány v zásuvkové skříni, nika pro skříň má rozměry 350 x 650 x 230 mm, výška nad chodníkem 1,0 m. K zásuvkám vedou v definitivním ostění 2 chráničky PE Ø 63 mm.

#### 10.4.4 Ochrana před vlivy bludných proudů

Ochrana konstrukcí tunelu je zásadně navržena jako pasivní. Od okolního horninového prostředí jsou konstrukce tunelu chráněny plášťovou izolací v rozsahu kleneb a opěr. Do líce tunelového ostění jsou vyvedeny kontrolní měřicí body, vodivě propojené s výztuží ostění.

Ochrana před vlivy bludných proudů je řešena v samostatné části dokumentace 1.5, vypracované firmou JEKU s.r.o, odpovědný projektant Ing. Bohumil Kučera.

#### 10.4.5 Požární suchovod

Po celé délce tunelu je umístěno do chodníku na pravé straně u koleje č. 2. nezavodněné požární PE potrubí (suchovod) DN 100. Přípojná místa jsou umístěna do samostatných šachet 500 x 500 mm v záchranných výklencích na pravé straně v blocích č. 5, 11, 17, 23, 29, 35, 41, 47, 53, 59, 63, 64, 66. Poloha suchovodu je zakreslena v projektové dokumentaci. Požární suchovod je navržen ve sklonu tunelu.

U portálu tunelu bude umístěna požární nádrž s obsahem 108m<sup>3</sup>. Plnění nádrže bude zajištěno požárními vozidly. U nádrže bude umístěna armaturní šachta propojená s nádrží potrubím PE 125 uloženým v nezámrzné hloubce. V armaturní šachtě bude zavodněné potrubí ukončeno dálkově ovládaným šoupátkem DN 125 se servopohonem. V případě nutnosti požárního zásahu bude šoupátko otevřeno, tím bude zavodněno požární potrubí v tunelu. Zavodnění potrubí bude provedeno do 15 minut od otevření uzávěru v šachtě. Z vodojemu bude k nástupové ploše u portálu a dále do tunelu vedeno nezavodněné potrubí DN 125.

Odbočky vyústění suchovodu (pro přípojná místa ve výklencích) jsou provedeny z ocelových pozinkovaných trubek DN 50mm, každý výtok je osazen rychlouzavíracím kulovým ventilem (rychlouzávěrem) DN 50mm a požární spojkou C52 s tlakovým víčkem. Pro vyústění suchovodu jsou využity revizní plastové šachty patní drenáže DN 500 provedené v monolitickém betonu chodníku ve výklencích. Šachty jsou kryté ocelovými poklopy o rozměrech 560 x 560 mm – viz příloha dokumentace 6.4. , osazenými do rámu z ocelových L profilů. Poklopy budou zajištěny proti odcizení nebo odhození řetězem délky 0,5 m, přivařeným ke spodní straně poklopu a k rámu poklopu, zabetonovanému do pochozí stezky.

Požární suchovod je detailně řešen v samostatném objektu SO 71-25-05 a je součástí dokumentace tunelu Mezno.

#### 10.4.6 Madlo v tunelu

V souladu s čl. 6.3.4.2.4 ČSN 737508 jsou v tunelu navržena při obou stranách pevná madla. Pokud není možno z důvodu vysoké rychlosti projíždějícího vlaku včas dosáhnout záchranného výklenku, je bezpečnost osoby před účinky tlakové vlny zajištěna madly, která jsou umístěna mezi záchrannými výklencem po obou stranách tunelu a kterých je možno se zachytit. Madlo je tvořeno ocelovou trubkou TR Ø 44.5 x 3.2 mm. K ostění tunelu je madlo připevněno příchytou, která je osazena do ostění tunelu čtyřmi vruty s půlkulatou hlavou do

elektroizolačních hmoždinek do betonu (např. hmoždinky řady SPIT). Proti korozi je konstrukce madla natřena syntetickou barvou tmavě modré barvy DB 510. Výška madla nad chodníkem je 1100 mm. V podélném směru je madlo umístěno tak, že začíná 1 m od hrany výklenku, resp. od hrany portálu. V místě pracovních spar mezi bloky betonáže je madlo nevodivě propojeno PE vložkou. Délka izolovaného úseku nepřekračuje 12 m a madla není třeba ukolejňovat.

Madlo v tunelu - viz příloha dokumentace 6.5

#### 10.4.7 Ochranné sítě na portálech

Pro ochranu proti nebezpečnému dotyku s živými částmi trakčního vedení jsou na obou portálech navrženy podle ČSN 73 6223 Ochrany proti nebezpečnému dotyku s živými částmi trakčního vedení a proti účinkům výfukových plynů na objektech nad kolejemi železničních drah, změna Z1 vydané 12/2000. Připevnění ocelové konstrukce k definitivnímu ostění je nutno provést tak, aby splňovala požadavky na ochranu proti účinkům bludných proudů. Ochranné sítě jsou upevněny ke konstrukci definitivního ostění na obou portálech tunelu. Poloha příčného řezu, ve kterém je konstrukce upevněna definuje vzdálenost 820 mm od horní hrany ostění ve vrcholu klenby (v ose tunelu). Rozsah sítí zabraňuje přístupu k hraně portálu. Krajiní sloupky konstrukce svírají s ostěním úhel 34°. Nosný systém tvoří sloupky IPE 120 a úhelníky L 60/60/6, výplň rámu tvoří žebírkové pletivo s velikostí ok 12,5 x 12,5 mm a tloušťkou drátu 1,5 mm. Pletivo je vloženo do rámu z úhelníků L 60/60/6, které budou k nosným sloupkům kromě přivaření ještě připevněny šroubovými spoji, aby nebylo možné rám z konstrukce vyrazit (opatření proti vandalizmu). Konstrukce je k ostění připevněna dodatečně po betonáži ostění a nevyžaduje vkládat do bednění žádné prvky pro upevnění. Chemické kotvy jsou osazovány do vrtů. Kotevní plech a ostění tunelu nesmí být v přímém kontaktu, aby nedocházelo k přenosu bludných proudů do konstrukce ostění. Proto je prostor mezi kotevním plechem a ostěním vyplněn plastbetonem.

Ochranné sítě na portálech – viz příloha dokumentace 6.7

#### 10.4.8 Ochrana proti korozi

Zámečnické konstrukce v tunelu musí být odpovídajícím způsobem chráněny proti korozi.

Korozní agresivita atmosféry je stanovena C5-I – velmi vysoká.

Požadovaná životnost nátěrového systému – velmi vysoká.

Je navržen ochranný nátěrový systém S4.23 (ONS 23) o celkové tloušťce 320µm se skladbou například:

- úprava povrchu otryskáním na stupeň SA 2,5
- základní nátěr EP se zinkovým pigmentem tl. 80 µm
- 2x podkladní nátěr EP tl. 80 µm (tloušťka jedné vrstvy)
- vrchní nátěr PUR tl. 80 µm, odstín RAL 8022

#### 10.4.9 Závěsy trakčního vedení

Trakční vedení železniční tratě je řešeno v SO 71-60-01. Součástí SO tunelu je příprava kotevních prvků pro upevnění závěsů trakčního vedení, ukotvení trakčního vedení a ukolejňovacího lana. Pro ukotvení budou použity lepené kotvy do betonu typu HVA, které

jsou určeny pro těžká kotvení určená do tlačené zóny železobetonu, prostého betonu a přírodního tvrdého kamene. Pro montáž těchto kotev je výrobcem vypracován technologický postup montáže za použití doporučených osazovacích nástrojů. Při správné

technologii montáže výrobce zaručuje hodnoty izolačního odporu větší než 5 k $\Omega$ , splňující požadavek na ochranu konstrukce proti účinkům bludných proudů.

Při vrtání otvorů pro osazení kotevních prvků je vysoká pravděpodobnost navrtání výztuže a tomu je třeba přizpůsobit jak technologický postup vrtání, tak systém ochrany proti účinkům bludných proudů. Minimální hloubka osazení šroubu je 175 mm, z ostění tunelu vyčnívající část závitového šroubu musí být min. 150 mm. Při montáži kotev je nutno dbát na situování jednotlivých závěsů dle výkresu schématu rozmístění kotev.

Příprava na upevnění konstrukce trakčního vedení – viz příloha dokumentace 6.6.

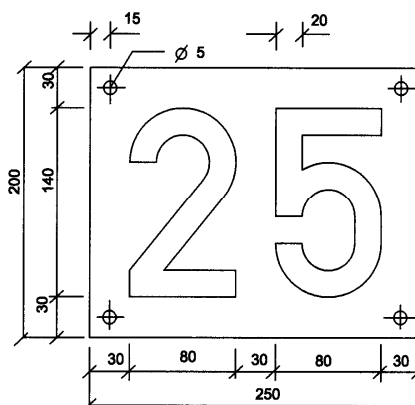
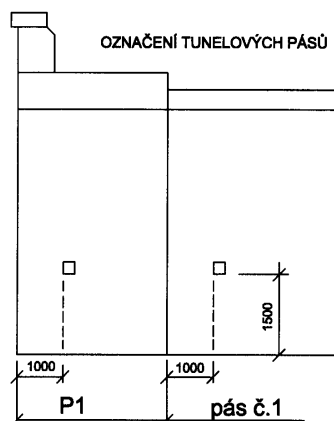
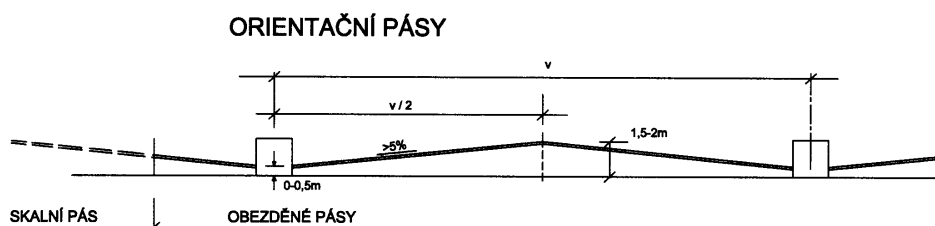
## 10.4.10 Značení v tunelu

### 10.4.10.1 Značení záchranných výklenků

Z bezpečnostních důvodů musí být vnější obrys záchranného výklenku opatřen trvanlivým nátěrem v pruhu tloušťky 0,1 m na líci tunelové trouby a pruhem tloušťky 0,1 m uvnitř výklenku. Požadavky na nátěr jsou následující: barva na betonové konstrukce, odolná proti vlhkosti a mikrovibracím, odstín RAL 9010 nebo 9016, korozivní agresivita prostředí C4 – vysoká, životnost nátěru – velmi vysoká.

### 10.4.10.2 Značení tunelových pásů

Číslo tunelových pásů se umísťují zásadně v levé opěře tunelu, ve výši 1,5m nad niveletou přilehlé koleje a ve vzdálenosti 0,5 m od začátku tunelového pásu. Rozměr tabulky pro značení tunelových pásů je 200x250 mm (výška x šířka). Minimální výška číslic je 140 mm. Značení bude provedeno při betonáži definitivního ostění jako „negativní“, tj. vytlačené do povrchu betonu definitivního ostění.

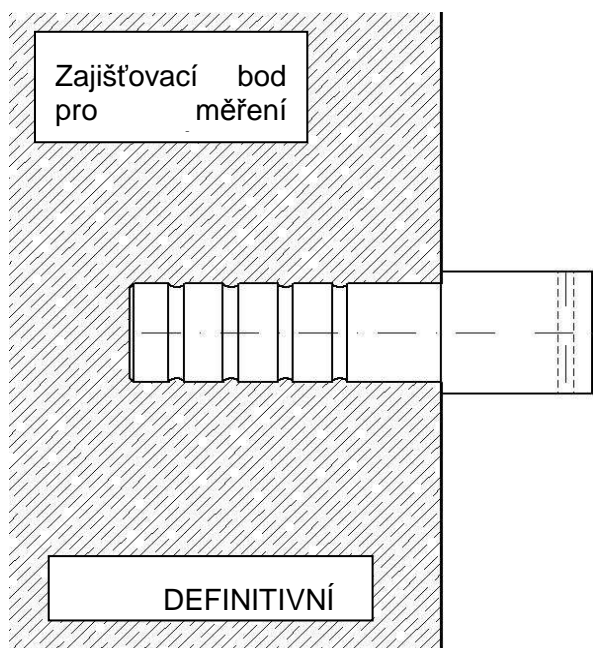


### Značení únikových cest

Pro zajištění bezpečného pohybu a úkrytu pracovníků v tunelu jsou na ostění provedeny orientační pásy. Jsou to šikmé bílé pruhy o šířce 0,2 m propojující vzájemně záchranné výklenky, resp. vedou až k portálům tunelu. Vrchol pruhu je 2 m nad úrovní pochozí plochy uprostřed mezi výklenky a končí u výklenkové obruby 0,5 m nad úrovní pochozí plochy. Požadavky na nátěr jsou následující: barva na betonové konstrukce, odolná proti vlhkosti a mikrovibracím, odstín RAL 9010 nebo 9016, korozivní agresivita prostředí C4 - vysoká, životnost nátěru – vysoká.

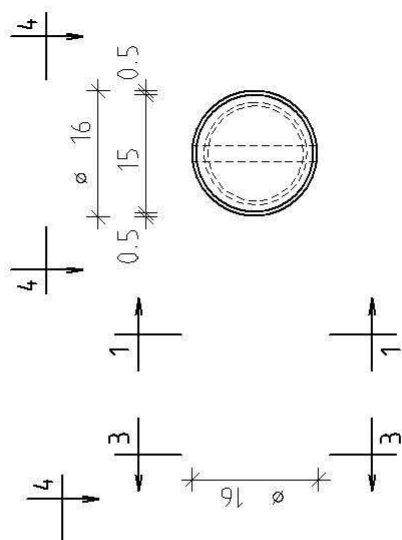
### Měření prostorové průchodnosti trati

V každém tunelovém pásu je osazena dvojice zajišťovacích bodů pro měření prostorové průchodnosti trati. Jedná se o konzolový prvek navržený z nerezové oceli umístěný 250 mm od spáry mezi tunelovými pásy ve výšce 500 mm nad úrovní TK. V tunelovém pásu P2 (výjezdový portál) je umístěna navíc dvojice bodů v poloze 250 mm od konce tunelového pásu, resp. od konce tunelu. V tunelovém pásu P2 jsou výjimečně osazeny celkem 4 body. Způsob osazení bodů musí zaručit dostatečnou bezpečnost proti účinkům bludných proudů na konstrukci tunelu. Zejména je nutno zabránit přímému dotyku měřicího bodu s železobetonovou konstrukcí definitivního ostění. Hloubka zakotvení bodu v ostění 40 mm zajišťuje, že nebude převrtána hlavní nosná výztuž konstrukce ostění (při předpokládaném krytí výztuže 50 mm). Body jsou navrženy tak, aby je bylo možno použít i jako značky pro zajištění prostorové polohy koleje (viz předpis ČD-S3 Železniční svršek). Na rozdíl od značky uvedené v předpise ČD-S3 je značka vyrobena z tyčoviny jako plnoprofilová. Podélná osa konzoly musí být orientována vodorovně a kolmo na osu zajišťované koleje. Měřičský znak konzolové zajišťovací značky pro stanovení polohy je vyznačen v horní ploše konzoly vyvrtaným svislým otvorem (viz ČSN 73 0420-1 a ČSN 73 0420-2 vydaných 07/2002). Výška je vztažena k horní ploše tohoto elementu. Parametry zajišťovacího bodu jsou uvedeny na obrázku. Po osazení všech značek je provedeno jejich geodetické zaměření (nulté měření). Pravoúhlé rovinné souřadnice a nadmořské výšky se uvádějí v metrech na tři desetinná místa. Zaměření bodu musí zabezpečit určení jeho polohy a výšky s přesností stanovenou podle ČSN 73 0422 pro vytyčení polohy podrobných bodů trasy (vztažené k bodům geodetické vytyčovací sítě). Připevnění značky musí být uskutečněno materiály a technologiemi schválenými hlavním geodetem SŽDC.

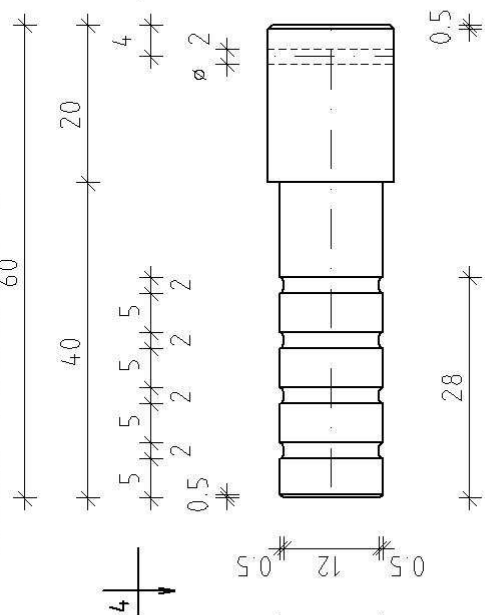


# VÝKRES ZAJIŠŤOVACÍHO BODU PRO MĚŘENÍ PROSTOROVÉ PRŮCHODNOSTI TRATI

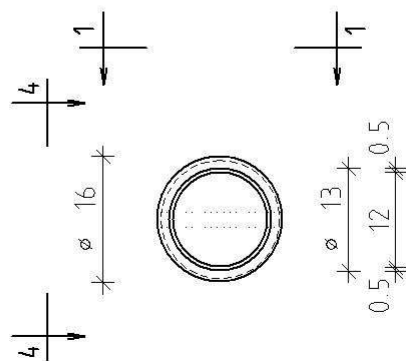
POHLED ZPRAVA 3-3



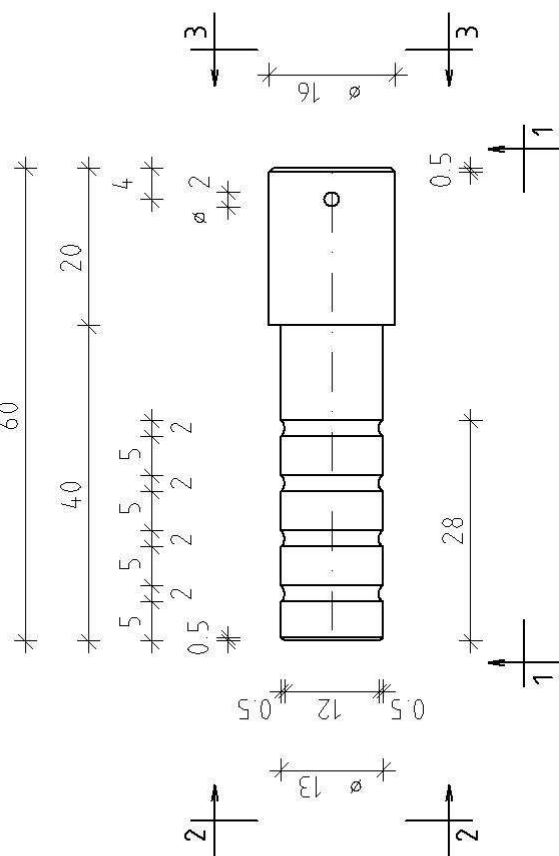
BOČNÍ POHLED 1-1



POHLED ZLEVA 2-2



POHLED SHORA





## 11. STATICKÉ VÝPOČTY

### 11.1 Posouzení stability svahů stavebních jam a portálových svahů

Stabilitní výpočty svahovaných jam hloubených částí tunelu byly stejně jako výpočty obou portálových svahů provedeny v programu GEO 5 společnosti Fine. Více informací je uvedeno přímo v příslušných přílohách.

### 11.2 Definitivní ostění hloubených tunelů

Statické výpočty jsou provedeny metodou konečných prvků (MKP) v programu SCIA Engineer verze 2009. Při modelování bylo využito tzv. „beam-spring“ modelu. Výpočty jsou provedeny jako rovinné, ve 2D.

Vlastní výpočty jsou provedeny na každém portále vždy pro dva charakteristické řezy. Jeden je vždy spočítán přímo pro portálový blok a druhý pro maximální nadloží.

Bližší informace o statickém výpočtu jsou uvedeny přímo v příslušné příloze.

### 11.3 Primární ostění raženého tunelu

Statické řešení primárního ostění bylo provedeno s využitím programu PLAXIS 2D 2012.

Statický výpočet primárního (dočasného) ostění ražené části tunelu viz příloha dokumentace 8.5.

### 11.4 Definitivní ostění raženého tunelu

Statický výpočet je součástí projektové dokumentace – Modernizace trati Sudoměřice - Votice. Cílem statického výpočtu bylo stanovení vnitřních sil a návrh výztuže trvalého ostění v ražené části tunelu. Celkem byl proveden výpočet na 3 modelech pro různé parametry horninového prostředí.

- Model se spodní klenbou km 100,100
- Model se spodní klenbou km 100,450
- Model na patkách km 100,236

Geotechnické parametry horninového masivu použité ve výpočetním modelu byly stanoveny na základě IGP.

Statické řešení definitivního ostění bylo provedeno s využitím programu ATENA, který pracuje na bázi nelineární MKP v režimu pružno – plastického přetváření. Program zahrnuje výpočet vnitřních sil, deformací, napětí a také šířku a polohu trhlin v definitivních konstrukcích. Horninové prostředí a zpětný zásyp je modelován pružným uložením s vyloučením tahového působení. Tuhost prostředí (ostění) byla stanovena dle vztahu uvedeného v ČSN 73 7501 pro modul reakce horninového prostředí.

Statický výpočet definitivního ostění ražené části tunelu viz příloha dokumentace 8.6.

## 12. POUŽITÉ MATERIÁLY A JEJICH POŽADOVANÉ PARAMETRY

### 12.1 Stříkaný beton použitý pro zajištění stavební jámy

Návrh receptury směsi stříkaného betonu, způsob provádění a zkoušení musí být v souladu s ČSN EN 14487-1 „Stříkaný beton - Část 1: Definice, specifikace a shoda“, ČSN EN 14487-2 „Stříkaný beton - Část 2: Provádění“. V bodech neuvedených v platných normách doporučujeme dokument „Zásady pro používání stříkaného betonu“ pracovní skupiny pro stříkaný beton Českého tunelářského komitétu ITA/AITES, ČTuK 2003.

Pro zajištění stavební jámy je použit stříkaný beton min. C20/25-X0. Tato dokumentace stanovuje pouze pevnostní parametry stříkaného betonu. Všechny složky pro výrobu stříkaného betonu musí vyhovovat odpovídajícím ustanovením ČSN EN 206-1, ČSN EN 14487-1 „Stříkaný beton - Část 1: Definice, specifikace a shoda“, ČSN EN 14487-2 „Stříkaný beton - Část 2: Provádění“ a dalším postupně přebíraným normám EU vztahujícím se na stříkaný beton a jeho složky. Cement, kamenivo, přísady a příměsi do stříkaného betonu musí být dodávány s prohlášením o shodě včetně protokolů s výsledky zkoušek a jejich hodnocením.

### 12.2 Hřebíky (svorníky SN)

Svorníky SN (Soil Nails = zemní hřebíky) jsou vyrobeny z žebírkové betonářské oceli B500B průměru  $\varnothing 25$  mm s mezí pružnosti  $RE = \min. 500 \text{ N/mm}^2$ , pevností v tahu  $R_m = \min. 550 \text{ N/mm}^2$  a tažností 5 %.

Tyč svorníků SN je opatřena závitem, podkladní deskou rozměrů 150 x 150 mm, podložkou a maticí pro aktivaci svorníku.

Požadovaná únosnost je 150 kN. Svorník plní pouze dočasnou funkci. Pro centrování kotev proto nejsou použity žádné speciální prvky.

Svorník je zasunut do vrtu  $\varnothing 43$  mm částečně vyplněného cementovou zálivkou, což použití centrátorů vylučuje. Při zatlačování svorníku do vrtu je zálivka rovnoměrně rozprostřena podél tyče. Lokální dotyk svorníkové tyče s lícem vrtu (horninou) není na závadu, neboť se jedná o prvek dočasného zajištění stability svahu a korozní ochrana vrstvou zálivky není požadována.

Přenos síly mezi zeminou a svorníkem probíhá prostřednictvím cementové zálivky po celé délce. Předpětí svorníků není požadováno, matice musí být dotažena tak, aby kotevní deska doléhala na líc svahu. Nepředpjaté svorníky SN působí po osazení do horninového prostředí jako výztuž v betonu a zvyšují podstatně jeho pevnost v tahu i smyku.

### 12.3 Cementová zálivka hřebíků (SN svorníků)

Cementová injekční směs (zálivka) je suspenze cementu a vody o vodním součiniteli max. 0,45, o objemové hmotnosti  $\gamma = 1870 \text{ kg/m}^3$ , ve složení c:v = 2,3 - 2,5:1. Dočasné horninové kotvy a hřebíky budou zasunuty do vrtů vyplněných cementovou zálivkou. Použitý cement musí být kvality podle normy ČSN P ENV 197-1 značky ENV 197-1 CEM I 42,5. Záměsová voda musí odpovídat ČSN 73 2028. Průkazní zkoušky budou prováděny v souladu s požadavky investora.

## 12.4 Výztuž stříkaného betonu

Do vrstvy stříkaného betonu mezi pilotami je navržena výztužná síť 6/150x6/150 vyrobená svařováním z žebírkového drátu.

### 12.4.1.1 Parametry materiálu sítě KARI:

Ocel:	BSt 500M dle DIN 488
Mez průtažnosti $R_{0,2}$ [MPa]	500
Pevnost $R_m$ [MPa]	550
Tažnost [%]	min. 5
Svařitelnost	zaručená

## 12.5 Beton nosných konstrukcí hloubených částí tunelu, beton odolný proti průsakům vody

Beton definitivního ostění je navržen třídy C 30/37 XF3 XA2 podle platné ČSN EN 1992-1-1 s maximálním průsakem 35 mm podle ČSN EN 12390-8. Všechny složky pro výrobu betonu musí vyhovovat odpovídajícím ustanovením ČSN EN 206-1. Cement, kamenivo, přísady a příměsi do betonu musí být dodávány s prohlášením o shodě včetně protokolů s výsledky zkoušek a jejich hodnocením.

### 12.5.1 Betonová směs

Pro beton nosné konstrukce definitivního ostění bude použita betonová směs s omezeným nárůstem hydratačního tepla. Požadovaná výsledná pevnost betonu C30/37 v tlaku nosné konstrukce bude dosažena po 90 dnech. Pro betonovou směs budou použity vysokopecní (síranovzdorné), portlandské směsné nebo struskové cementy např. CEM III/B, CEM II/B-S 32,5. Vodní součinitel betonové směsi by měl být omezen na  $w = 0,47$ . Stupeň sednutí kužele betonové směsi pro spodní klenbu definitivního ostění tunelu bude minimálně S3. Pro klenbu tunelu musí betonová směs mít stupeň sednutí kužele S4 nebo S5. Betonová směs nesmí segregovat. Hrubé kamenivo si nesmí sedat. Při zkoušce sednutím kužele nesmí hrubé kamenivo zůstat uprostřed a na krajích se nesmí odlučovat voda. Teplota betonové směsi při ukládání do konstrukce se musí pohybovat v rozmezí 12°C až 25°C.

### 12.5.2 Technologické zásady

Při ukládání do bednění musí být betonová směs řádně hutněna tak, aby nedocházelo ke vzniku „hnízd“ a dutin v nosné konstrukci. Betonáž musí probíhat bez přerušení a zbytečných technologických přestávek, aby v konstrukci nevznikaly „pracovní“ spáry a nebyla narušena kompaktnost konstrukce.

Během betonáže musí být kontrolován rozvoj hydratačního tepla. Maximální teplota v jádru konstrukce se doporučuje do 45°C. Teplotní spád po konstrukci, teplotní rozdíl mezi jádrem průřezu a povrchem konstrukce nesmí být větší než 25°C. To znamená, že je potřeba zajistit pokud možno „konstantní“ teplotu v celém průřezu. Nesmí docházet k přílišnému ochlazení povrchu betonové konstrukce.

### 12.5.3 Ošetřování betonové konstrukce

Po odbednění je nutno beton ošetřit tak, aby byly eliminovány objemové změny při jeho zrání a nedošlo ke vzniku smršťovacích trhlin. Betonové definitivní ostění po odbednění musí být ošetřováno vlhčením minimálně po dobu 1 týdne za sledování hydratačních teplot s cílem omezit vznik mikrotrhlin. Ostění lze ošetřovat ochranným nástřikem, zakrýváním apod.

Pro kontrolované ošetřování betonové konstrukce je nejvhodnější ošetřování klimatizačním návěsem za bednicím vozem. Délka klimatizačního vozu musí odpovídat ošetřování po dobu třech dnů po odbednění. Klimatizační vůz zamezuje rychlému ochlazování a vysychání čerstvě odbedněné konstrukce.

Bude zabráněno proudění vzduchu („průvanu“) profilem tunelu např. zakrytím čel bloku, resp. vybetonované části tunelu.

### 12.5.4 Odbednění nosné konstrukce

Odbedňovací pevnost, resp. doba odbednění konstrukce spodní klenby, resp. základových patek není stanovena. Odbedňovací pevnost klenby tunelu je určena na  $f_{ck}=8$  MPa (charakteristická hodnota). Zároveň s tímto požadavkem musí být dodržena minimální doba pro odbednění 24 hodin po ukončení betonáže. V realizační dokumentaci musí být hodnota odbedňovací pevnosti stanovena statickým výpočtem tak, aby nedošlo k nadměrným deformacím a rozvoji trhlin v betonové konstrukci.

Doba odbednění je v největší míře závislá na receptuře betonu, druhu cementu, použitých příměsích a náběhových pevnostech a závazně ji stanoví technologický předpis zhotovitele.

### 12.5.5 Kvalifikovaný personál

Po celou dobu betonáže bude před uložením do konstrukce kontrolována veškerá betonová směs dovážena na stavbu.

Po celou dobu betonáže musí být na stavbě přítomný odpovědný a kvalifikovaný vedoucí pracovník zhotovitele.

Po celou dobu betonáže musí být na stavbě přítomný odpovědný a kvalifikovaný technický dozor objednatele.

### 12.5.6 Zkušební blok

Na stavbě bude nejdříve vybetonován jeden zkušební blok na kterém bude ověřena navržená receptura betonové směsi a technologický postup zhotovitele. Tento blok bude použit jako referenční pro další bloky (konstrukce) zhotovené jako betonové s betonu odolného proti průsakům vody v rámci SO 71-25-01 a SO 71-25-03.

## 12.6 Betonářská výztuž nosných konstrukcí hloubené části tunelu

Ocel betonářské výztuže, samonosných výztužných a distančních oblouků a ostatních distančních prvků je navržena betonářské oceli B500B.

### 12.6.1.1 Parametry oceli:

mez průtažnosti  $f_{0,2k} = \min. 500 \text{ N/mm}^2$

mez pevnosti v tahu  $f_t = \min. 550 \text{ N/mm}^2$

tažnost min. 5 %.

## 12.7 Distanční podložky

Musí být vyrobeny z materiálů na bázi silikátů eventuálně z pryskyřičného pojiva. Pevnost, odolnost, trvanlivost, soudržnost, nepropustnost a nasákavost materiálu podložek musí odpovídat prostředí konstrukce. Tvar podložek musí splňovat požadavky na jmenovité krytí výztuže, pohledové vlastnosti povrchu betonu a nesmí bránit dokonalému probetonování krycí vrstvy. Jejich kontakt s bedněním musí být bodový. Nejsou přípustné kovové distanční podložky. Materiál podložek nesmí být nasákavý pro odformovací látky, dále nesmí způsobovat korozi výztuže v betonu.

## 12.8 Podkladní betony

Třída betonu podkladních vrstev nosné konstrukce hloubeného tunelu je předepsána třídou C8/10 X0.

## 12.9 Výplňové betony a betony zpevněných únikových chodníků

Třída výplňových betonů a betonů zpevněných únikových chodníků bude C12/15 X0.

## 12.10 Vnitřní těsnící spárové pásy

Vnitřní spárový pás těsnící spáru mezi jednotlivými bloky (sevřenou spáru, tzv. pressfuge) bude mít minimální šířku 400 mm, tloušťka pásu bude minimálně 5 mm.

Vnitřní spárový pás těsnící pracovní spáru mezi spodní a horní klenbou u nosných konstrukcí hloubené části tunelu na vjezdovém portále tunelu (SO 71-25-01 Tunel Mezno, hloubená část - vjezdový portál) bude mít minimální šířku 240 mm, tloušťka pásu bude minimálně 3 mm.

## 12.11 Bentonitová těsnící rohož

Požadavky na použitou těsnící bentonitovou rohož jsou následující:

- Index bobtnání 24 ml/2g
- Index ztráty kapaliny 18 ml
- Obsah montmorillonitu minimálně 80 %
- Součinitel propustnosti maximálně  $4,5 \times 10^{-11}$

## 12.12 Ochranná geotextilie pro bentonitovou rohož

Požadavky na použitou geotextilii

- Plošná hmotnost 800 g/m<sup>2</sup> ± 10 %
- Tloušťka – při tlaku 20 KPa ≥ 5,0 mm
- Pevnost v tahu – průměr v podélném a příčném směru ≥ 30 kN/m
- Tažnost – průměr v podélném a příčném směru ≥ 0 %



- Odolnost proti protlačování – CBR test - průtlak lisovníkem > 5,5 kN

### 13. POUŽITÉ NORMY, SMĚRNICE A PŘEDPISY

- ČSN 73 7508 Železniční tunely
- Rozhodnutí komise ze dne 20. prosince 2007 o technické specifikaci pro interoperabilitu subsystému „Bezpečnost v železničních tunelech“ v transevropském konvenčním a vysokorychlostním železničním systému (2008/163/ES)
- Vzorový list světlý tunelový průřez dvoukolejného tunelu, účinnost od 1.7.2004
- Vzorový list světlý tunelový průřez jednokolejného tunelu , účinnost od 1.3.2010
- Technické kvalitativní podmínky staveb Státních drah v platném znění
- Pravidla o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci, ČD - OP 16
- Předpis SŽDC - S 3 Železniční svršek, S 4 Železniční spodek, S 6 Správa tunelů
- ČSN 72 1006 Kontrola zhutnění zemin a sypanin
- ČSN 0037 Zemní tlak na stavební konstrukce
- ČSN 73 6301 Projektování železničních drah
- ČSN 73 6320:1997 Průjezdne průřezy na drahách celostátních, drahách regionálních a vlečkách normálního rozchodu
- ČSN 73 6360 Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha- Část 1: Projektování
- ČSN 73 7501 Navrhování konstrukcí ražených podzemních objektů
- ČSN EN 1991-1 Zásady navrhování a zatížení konstrukcí – Část 1: Zásady navrhování
- ČSN EN 1992-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí
- ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část1: Obecná pravidla
- ČSN EN 206-1 Beton: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- ČSN EN13670 Provádění betonových konstrukcí
- ČSN EN14487-1 Stříkaný beton: Definice, specifikace a shoda
- ČSN EN14487-2 Stříkaný beton: Provádění
- ČSN EN14199 Provádění speciálních geotechnických prací - Mikropiloty
- Zákon č. 61/1988 a č. 44/1988 v rozsahu projektových prací a jeho novelizace zák. č. 315/2001 Sb. č. 124/2000 Sb.
- Vyhláška 238/98, která mění vyhl. ČBÚ č.55/96 o požadavcích k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a bezpečnosti provozu při činnosti prováděné hornickým způsobem v podzemí
- Vyhláška č. 324/90 ČÚBP a ČBÚ o bezpečnosti práce a technických zařízeních při stavebních pracích
- Vyhláška ČBÚ č. 99/1995 ve změně 324/2001 o skladování výbušnin
- Vyhláška 104/1988 Sb. změna 242/1993 Sb Změna: 434/2000 Sb. Českého báňského úřadu ze dne 20. května 1988 o hospodárném využívání výhradních

ložisek, o povolování a ohlašování hornické činnosti a ohlašování činnosti prováděné hornickým způsobem

- Vyhlášky ČBÚ č. 73/2002 Sb., 74/2002 Sb. a 75/2002 Sb.
- Vyhláška č. 55/1996 Sb., o požadavcích k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a bezpečnosti provozu při činnosti prováděné hornickým způsobem v podzemí v platném znění
- Vyhláška ČBÚ č. 15/95 o oprávnění projektování a návaznou vyhláškou 340/92 o požadavcích na odbornou způsobilost báňského projektanta
- Zákon č. 309/2006 Sb., o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce ve znění pozdějších předpisů
- Nařízení vlády č. 591/2006 Sb., o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích
- Nařízení vlády č. 362/2005 Sb., o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky
- Nařízení vlády č. 101/2005 Sb., o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí
- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci ve znění pozdějších předpisů
- Nařízení vlády č. 494 z 14. listopadu 2001, kterým se stanoví způsob evidence a hlášení a zasílání záznamu o úrazu,
- Nařízení vlády č. 148/2006 O ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- Zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb
- Vyhláška č. 268/2009 o technických požadavcích na stavby

## 14. DOKLADY

- Záznam z porady dne 14.6.2012
- Záznam z porady dne 13.9.2012
- Záznam z porady dne 1.11.2012
- Záznam z porady dne 25.1.2013

## 15. PŘÍLOHY

- Návrh trhacích prací pro stavbu tunelu MEZNO, prosinec 2012, Ing. Luděk Bartoš, Bartoš – Engineering
- Projekt větrání – tunel Mezno, leden 2013, Ing. Petr Sobol



NÁZEV AKCE, PŘEDMĚT JEDNÁNÍ	Modernizace trati Sodoměřice - Votice Předjednání technického řešení E.1.7. TUNELY
DATUM	14. června 2012
MÍSTO	SUDOP Praha a.s., Olšanská 1a, 130 80 Praha 3, středisko 203 - tunelů (místnost 107A)
ÚČASTNÍCI	Ing. Seidlová, Ing. Krottil, Ing. Hofhanzl, Ing. Svoboda, Ing. Růžička, Ing. Mára, Ing. Pikhartová
ZAZNAMENAL(A)	Ing. Pikhartová

## Úvod

Účelem porady byl výběr délky navrhovaného STP (světelného tunelového průřezu) dvoukolejného tunelu.

## Změny oproti přípravné dokumentaci

Přípravná dokumentace byla zpracována v r.2004 Sudopem Praha dle tehdy platné legislativy. V současné době jsou nově platné: směrnice TSI – Bezpečnost v železničních tunelech (7.3.2008) a Vzorový list STP dvoukolejného tunelu pro konvenční ražbu (1.2.2012). Dle těchto požadavků je třeba upravit navržený příčný profil tunelu.

### Dle TSI:

- Šířka chodníku musí být nejméně 0,75m. BUDE DODRŽENO
- Nejmenší světelná výška nad chodníkem musí být 2,25m. BUDE DODRŽENO
- Nejnižší úroveň chodníku musí být ve výšce koleje. BUDE DODRŽENO

### Dle VL STP:

- Konstrukce kolejového žlabu dle Přílohy 11 (str.22) š. 2,26+4+2,26=8,52m, hl. 0,65m. BUDE DODRŽENO
- Geometrie příčného řezu dle Přílohy 3 (str.14). BUDE UPRAVENO!

## Závěr

Bude vytvořen **nový příčný profil tunelu** (geometrie světelného lince definitivního ostění).

**Tento profil bude respektovat požadavky TSI, skutečné převýšení koleje  $p=118\text{mm}$  a minimální šířku chodníku  $750+100=850\text{mm}$  (včetně pojistného prostoru).**

VL STP je sice závazný, dává však zpracovatelům projektových dokumentací určitou volnost pro různá atypická řešení, která jsou podpořena ekonomickým zhodnocením (viz. Komentář VL str. 3).

Nově navržený příčný profil bude platit pro oba tunely (Mezno a Deboreč) na této stavbě. Grafický návrh připraví Ing. Pikhartová.

Ing. Hofhanzl, jako zástupce investora a provozovatele (GŘ SŽDC), navrhuje aktualizovat Komentář ke Vzorovému listu dvoukolejného tunelu a to v součinnosti s jeho zpracovatelem Ing. Svobodou.

**Zaznamenala: Ing. Lenka Pikhartová**



NÁZEV AKCE, PŘEDMĚT JEDNÁNÍ	Modernizace trati Sodoměřice - Votice Vstupní porada E.1.7. TUNELY
DATUM	13. září 2012
MÍSTO	SUDOP Praha a.s., Olšanská 1a, 130 80 Praha 3, zasedací místnost č.7
ÚČASTNÍCI	Ing. Seidlová, Ing. Krottil, Ing. Krameš, Ing. Gramblička, Ing. Pikhartová, Ing. Velebil jr., RNDr. Vitásek, RNDr. Smolař, Ing. Mára, Ing. Svoboda, Ing. Růžicka, Ing. Šípová
ZAZNAMENAL(A)	Ing. Pikhartová

## Úvod

Účelem porady bylo seznámení účastníků s průběhem projekčních prací.

## Změny po 31.8.2012

### Ing. Gramblička

- Úvodní slovo
- Seznámení s problematikou zajištění zdroje pitné vody pro obec Mezno

### Ing. Krameš

- GPK, zatím pouze elektronické odsouhlasení
- Není zatím definována přesná hranice mezi železničním spodkem a tunelem

### Ing. Pikhartová

- STP, navržený tvar vyhovuje i zvětšenému převýšení koleje  $p=124\text{mm}$  (původní 118mm)
- Definitivní situování vjezdového a výjezdového portálu tunelu Mezno je již zaneseno dokoordinační situace (nové staničení trati km 99,838 713 – 100,680).
- Ražené portály budou umístěny teprve po vyhodnocení geologie a prostorových možností daných územním rozhodnutím (hranice záboru).

### RNDr. Vitásek

#### Geologie **tunelu Mezno**

- Chybí odvrtat 3 vrty u vstupního portálu (začnou 24.9.) + 14 dní vyhodnocování
- Potvrzení předpokladů PD – příznivé podmínky, vodonosné pukliny
- Prezentace závěrů hydrogeologa (Ing. Jäger), zadání měření vydatnosti doplňkových zdrojů vody



Ing. Svoboda

Stavební jámy na obou portálech tunelu Mezno

- Na obou portálech tunelu bude stavební jáma navržena jako svahovaná. Šířkové uspořádání jámy bude odpovídat betonáži s použitím protibednění na bocích konstrukce. Rozsah stavební jámy bude upřesněn ve spolupráci s projektantem ražené části (Ing. Pikhartová, Ing. Velebil – Sudop Praha a.s.)

Nosné konstrukce hloubených tunelů

- Nosné konstrukce hloubených tunelů budou navrženy z betonu odolného proti průsakům vody. Třída betonu C 30/37 XF3, XA2. Na výjezdovém portále bude konstrukce provedena na patkách, na vjezdovém bude konstrukce provedena na protiklenbě. Do dokumentace budou přiloženy i výkresy výztuže. Výztuž bude navržena v neekonomičtější variantě, tzn. výztuž montovaná na bednicím voze z prutové výztuže. Případné výklenky budou uvažovány s dodatečnou betonáží.
- Záchranné výklenky budou upraveny tak, aby patní drenáž proběhla podél konstrukce bez zalamování potrubí, tzn. výklenky budou prohloubeny za minimální požadovaný rozměr 750mm.

RNDr. Smolař

Geologie **tunelu Deboreč**

- Průzkum pro tunel byl ukončen. V zásadě byly potvrzeny předpoklady z předběžného průzkumu. Některé vrty byly situovány do poruchových zón. Jednalo se o vrty PJ 1018, HJ 1019 a J 1021. Vrtné jádro z porušených poloh je v drobných úlomcích a výnos jádra je nízký.
- Podle výsledků průzkumu se za plánovaným raženým vjezdovým portálem vyskytuje cca 25 m mocná odlabená zóna, která bude vyžadovat sanaci před ražbou, resp. posun portálu. Před výjezdovým portálem ve st. km cca 105,085 - 105,105 se vyskytuje tektonické porušení, které bude rovněž vyžadovat sanaci - či posun portálu?
- Ovlivnění vodních zdrojů v blízkosti vjezdového portálu - v monitorovací síti označené jako S2 - S4: Objekty S2 a S3 byly naposledy využívány jako zdroj vody pro osadu Borek v 80. letech. Po zavedení dálkového vodovodu, využívajícího vzdálené zdroje v nivě Mastníku u Červeného Újezdu, jsou tyto objekty opuštěny. **Vydatnost zdrojů S2 a S3 bude ovlivněna drenážním účinkem tunelu.** Může dojít i k úplnému znehodnocení těchto zdrojů. Současný majitel je nejasný, místní správa Vodovodů a kanalizací se k objektům nehlásí. V případě poškození zdrojů zřejmě nebude nutné provádět náhradní zdroj.
- **Objekt S4**, umístěný pod silnicí Horní Borek – Červený Újezd, **bude zřejmě fyzicky zlikvidován stavbou.** Jedná se o studnu sahající do hloubky 9 m zděnou kamenem. Studna částečně zasahuje do tělesa stávající silnice.

Ing. Mára

- Řešení svahované jámy
- Nacení 1m<sup>2</sup> pro variantní řešení zajišťování (mikropilotový deštník, ražba členěním průřezu..)

Ing. Šípová

- Přemístění vodojemu



## Diskuse

Budování dočasného (havarijního) či trvalého zdroje pitné vody?

Zajištění kapacity až 140m<sup>3</sup>/den?

Vybudování sběrné jímky na čistou vodu, dotovanou:

- z tunelu
- ze stávajících zdrojů
- z dovezených zdrojů

## Závěr

Projekční práce budou pokračovat dle stávající GPK.

Termín 15.11.2012 k připomínkám platí!

**Zaznamenala: Ing. Lenka Pikhartová**



NÁZEV AKCE, PŘEDMĚT JEDNÁNÍ	Modernizace trati Sudoměřice - Votice Tunely Mezno, Deboreč - Vstupní porada	
DATUM	13. září 2012	
MÍSTO	Sudop Praha, Olšanská 1a, místnost 7	

JMÉNO A PŘÍJMENÍ	ORGANIZACE	E-MAIL / TELEFON	PODPIS
JIRÍ VELEBIL	SUDOP	jiri.velebil.jir@sudop.cz 267094 133	Vel
PETR SUDOMA	MM	PETE. SUDOMA @ HOTTMAC.COM 603 188 571	Sudoma
PAVEL RŮŽIČKA	TÚH	PAVEL.RUZICKA@HOTTMAC.COM 606 073 225	Ruzicka
PAVEL KROTIL	SUDOP, SR	krotile@sudop.cz 9722 44704	Krotil
LENKA SEIDLOVÁ	SUDOP, SR	seidlova@sudop.cz 9722 44725	Seidlova
Lenka Pírkartová	Sudop Praha a.s.	lenka.pirkartova@sudop.cz 267094 133	Pirka
PETR VITAŠEK	— —	pek.vitas@sudop.cz 605 229 888	Vitas
Zdeněk Smolár	Geotec-GS	smolar@geotec-gs.cz 603 439 654	Smolár
Jiří Máva	METROPROJEKT	mava@metroprojekt.cz 603 198 824	Mava



[illegible]

NÁZEV AKCE, PŘEDMĚT JEDNÁNÍ	<b>Modernizace trati Sodoměřice - Votice</b> Výrobní porada části <b>E.1.7. TUNELY</b>
DATUM	1. listopadu 2012
MÍSTO	SUDOP Praha a.s., Olšanská 1a, 130 80 Praha 3, zasedací místnost č.7
ÚČASTNÍCI	viz. prezenční listina
ZAZNAMENALA	Ing. Pikhartová

## Úvod

Účelem porady bylo:

- seznámení účastníků s aktuálním stavem projekčních prací
- diskuse o požadavcích všech zainteresovaných stran
- určení směru dalšího postupu projektování a projednávání

## Průběh jednání

### Ing. Gramblička

- Úvodní slovo, stručný popis železničních tunelů Mezno a Deboreč, předpoklady výstavby
- Možnosti zajištění zdrojů pitné vody pro obec Mezno a objekty firmy Mydlářka s.r.o.
- Informace o jednání projektanta a zpracovatele PBŘ doc. Kvarčáka s gen. ing. Svobodou (náměstkem GR HZS ČR) ze dne 16.10.2012 na VŠB v Ostravě

## **TUNEL MEZNO**

### Ing. Pikhartová

- Prezentace kapitol obsahu dokumentace (pro oba tunely shodné)
- Ukázka letecké mapy se širšími vztahy v dotčené oblasti kolem tunelu (obce, tunel, příjezdové komunikace k portálům, těleso železničního spodku..)

Podélný profil tunelu délky 840m – rozpracovaný

- Tunel má střechovitý tvar. Stoupá od vjezdového portálu ve sklonu 4,456‰. Vrchol leží po cca 192m. Dále klesá ve sklonu 8,0‰ až po výjezd.
- Hranice ochranného pásma vodního zdroje II. stupně protíná tunel ve zhruba 133m, z čehož je 48m hloubeného a 85m raženého úseku. Od vjezdové části bude tunel proveden v uzavřeném profilu se spodní klenbou obalený celopláštovou fóliovou izolací. Délka této úpravy je navržena 240m, čímž přesahuje za hranici ochranného pásma o 107m a za vrchol nivelety o 48m (tj. 1 dilatační celek).
- Realizace vrtů pro doplnění zdrojů pitné vody, je navržena v místech tunelových bloků č.13 – 23, v místech záchranných výklenků po pravé straně chodníku, celkem ve 120m. Jedná se o maximální úsek za hranicí ochranného pásma vodního zdroje, který může být realizován



s ohledem na požadovaný minimální spád vodovodního potrubí 3‰ (plast DN100). 96m lze vést potrubí v protispádu aniž by vystoupalo z chodníku.

#### Vybavení tunelu

- Popis výkresu vzorového příčného řezu s převýšení kolejí  $p=124\text{mm}$ . Vybavení v chodnicích 12ks kabelových chrániček vpravo i vlevo + vpravo 2 ks potrubí DN110 suchovod a vodovod (**vybavení je pro oba tunely shodné mimo potrubí vodovodu, které je pouze v tunelu Mezno**).

#### RNDr. Vitásek

##### Geologie

- Chybí vyhodnotit 1 hydrovrt u vstupního portálu ( + týden na vyhodnocení)
- Potvrzení předpokladů PD – vcelku příznivé podmínky, vodonosné pukliny

#### RNDr. Jäger

- Přítoky podzemní vody do tunelu mají být zvládnutelné bez zvláštních opatření. Očekávaný celkový stálý odtok vody z tunelu, po nastolení nového režimu podzemní vody, je 2 - 3 l/s
- V současné době je prováděno sledování hladiny ve všech využívaných studnách pro vodovod obce Mezno a pto vodovod společnosti Mydlářka a.s. Výsledkem bude určení množství vody, které bude nutno do systémů přidat náhradními zdroji po ovlivnění stávajících studní (vodojemů) u vjezdového portálu. Předpokládaný termín - přelom listopad/prosinec 2012. Následně bude nutná vnitřní pracovní porada o řešení náhradních zdrojů.

#### Ing. Velebil

- Popis navrhovaných technologických tříd postupů ražby, zajištění dílčích výrubů při ražbě, navrhované prvky pro zajištění stability výrubu do předpokládaných geologických podmínek. Uvažovány jsou 4 technologické třídy, přičemž technologické třídy 2, 3 a 4 jsou navrhovány ve variantách se spodní klenbou - cca 1/3 ražené části a zbytek tunelu bude založen na patkách. Technologická třída 5 do geologických poruchových zón a v oblasti ražených portálů je navržena pouze se spodní klenbou.
- Návrh spodní klenby, přibližně v 1/3 ražené části tunelu 192 m od raženého vjezdového portálu, umožňuje jímání pitné vody z horninového masivu z rubové (vnější) strany tunelu cca ze vzdálenosti 10 - 20 m. Tunel se spodní klenbou bude mít celoplošnou fóliovou hydroizolaci, bez bočních drenáží tak, aby bylo minimalizováno trvalé ovlivnění režimu podzemních vod (opětovné nastoupání hladiny).
- Tunel na patkách bude mít deštníkovou mezilehlou hydroizolaci s boční drenáží.
- Zajištění stability výrubu v jednotlivých technologických třídách je předpokládáno stříkaným betonem s ocelovou výztužnou sítí tloušťky 150 – 300 mm, dále příhradovými rámovými nosníky, radiálními horninovými svorníky od 3 m do 6 m kotvených po obvodu. V případě lokální nestability čelby jsou připravena další opatření – předrážené ocelové jehly, použití sklolaminátových kotev, horninový klín atd.

#### Ing. Svoboda

##### Stavební jámy na obou portálech tunelu Mezno

- Na obou portálech tunelu bude stavební jáma navržena jako svahovaná se třemi úrovněmi laviček. Sklony jednotlivých úrovní zdola 5:1, 4:1, 1:1,5. Portálový svah v obou stavebních



jámách pouze dvě úrovně se sklony zdola 5:1, 1:1,5. Šířka laviček 1,5 m. Po předání podkladů projektanta železničního spodku a přístupových komunikací bude stavební jáma napojena na definitivní železniční těleso.

- Součástí portálového svahu bude i konstrukce zárodku budoucího tunelu a případný mikropilotový deštník (na základě požadavku projektanta ražené části). Šířkové uspořádání jámy bude odpovídat betonáži s použitím protibednění na bocích konstrukce.

Nosné konstrukce hloubených tunelů

- Nosné konstrukce hloubených tunelů budou navrženy z betonu třídy betonu C 30/37 XF3, XA2. Na výjezdovém portále bude konstrukce provedena na patkách (2 bloky), na vjezdovém portále bude konstrukce provedena na protiklenbě (4 bloky).
- V rámci koordinace s tunelem Deboreč bylo upraveno seřiznutí portálového bloku z 60° na 45°.

## TUNEL DEBOREČ

Ing. Mára

- Byly prezentovány vzorové příčné řezy pro hloubenou i raženou část. Dle zastižené geologie se předpokládá založení na patkách (zejména vjezdová část) i na protiklenbě (zejména výjezdová část a poruchová pásma). Minimální tloušťka definitivního ostění hloubených úseků je 600 mm, v ražené části je oproti předchozímu stupni PD upravena na 400 mm. Beton použitý pro definitivní ostění C30/37.
- V poruchovém pásmu na výjezdovém úseku tunelu bude nutno při ražbě kromě horizontálního členění výrubu provádět i vertikální členění kaloty v kombinaci s mikropilotovými deštníky a tlakovou injektáží – toto je předběžná informace, může být ještě upřesněno. Rovněž zde bude navržena tloušťka definitivního ostění.
- V chodnících po stranách tunelu je veden požární suchovod DN 100 mm a na každé straně devítiořádkový kabelovod + 3 ks chrániček DN 100 mm, tedy celkem 12–ti otvorová kabelová trasa na každé straně.

Ing. Urbánek

Bylo prezentováno technické řešení zajištění stavebních jam vjezdového a výjezdového hloubeného úseku. Úvodní příportálová část je navržena jako svahovaná, zajištěná stříkaným betonem se sítěmi v kombinaci s ocelovými hřebíky. Navazující boky stavební jámy a čelní portálová stěna jsou zajištěny záporovým pažením s ocelovými převážkami a pramencovými kotvami. Na výjezdovém úseku jsou v horní části doplněny rozpěry. Při zpracování byly posouzeny různé varianty (způsob zajištění, výška rozhraní mezi záporami a svahovanou částí atd.), tato byla shledána jako nejekonomičtější a zároveň nejbezpečnější z hlediska provádění. Navržené řešení bylo odsouhlaseno.

## Diskuse

### Těsnicí clona stávajících studní obce Mezno a fy. Mydlářka

Prezentace doplňující ochrany stávajících studní navržené fy. [GME s.r.o](#)

Rámcový návrh řešení podzemní těsnicí stěny:

- Podzemní těsnicí clona bude vybudována technologií vysokotlakové injektáže polyuretanem
- Injektáž bude prováděna přes závrtné tyče R32



- Bude použita dvousložková polyuretanová pryskyřice GEOPUR, která má certifikát pro použití ve stavebnictví a hornictví, použití pro styk s pitnou vodou
- Rámcový odhad ceny 4,83 mil Kč při rozsahu 150m délky stěny, 12m délky injektážních tyčí ve 2 řadách v rozponu 0,5m a za předpokladu spotřeby 50kg injektážní hmoty na 1 tyč.
- Stěnu bude nutno umístit s ohledem na lokální směry proudění (ověřit matematickým modelem)

Byly prezentovány pracovní výstupy z matematického modelu proudění vody v dotčeném, předportálovém zářezu, který zpracovává [Karlova univerzita](#). Při současných znalostech vychází předpoklad poklesu hladiny vody v místě stávající studny obce Mezno 40cm a rychlost postupu podzemních vod směrem k zářezu cca 10cm za 24 hod.

Ing. Krotil

Do výkazu prací doporučuje zahrnout pokusný úsek realizace těsnicí clony.

## **Odvodnění vjezdového předzářezu tunelu Mezno**

p. Vobruba

Dotaz ohledně místa odvodnění zářezu. Stávajícím propustkem pod tratí vede zatrubněný potok, který probíhá skrz obec. Kapacita tohoto potrubí je ??? (obavy z mnohem větší odvodňované plochy a popř. z vypouštění požárních nádrží)!

Ing. Bonev

Kolejový spodek celé části zářezu je odvodněn do stávajícího koryta vodoteče

*Na následující pravidelné interní poradě zpracovatelů dne 5.11.2012, svolané HIPem Ing. Kramešem, došlo k předání této informace. Kapacita bude prověřena (zjištění profilu a vedení potrubí).*

## **Zdroj pitné vody pro obec Mezno**

p. Vobruba

Stanovisko obce Mezno k přípravě výstavby koridoru a tedy v tomto případě tunelu Mezno jsou stále stejná.

Obec Mezno trvá na tom, aby po dobu stavby a po jejím dokončení měla obec zajištěnu stále vodu v dostatečném množství, pochopitelně i v řádné kvalitě a v ceně (myšleno, že v současné době teče voda ¾ roku do obce samotíží a tedy zadarmo). K vodním zdrojům musí být zajištěn stále příjezd. Jakákoliv navrhovaná řešení musí být projednána s obcí Mezno a musí z a r u č i t, že tato podmínka bude beze zbytku splněna, investorem písemně garantována a veškerá opatření k zajištění potřebných řešení budou realizována před započítáním stavby koridoru na katastrálních územích obce Mezno.

Naše obec chápe význam této stavby, ale nesmí být v žádném případě, ani tím nejmenším, realizována na úkor našich občanů. Naopak měla by být pro ně přínosem.

Ing. Gramblička, RNDr. Jäger

Projektant popsal zabezpečení těchto požadavků jako systém, zahrnující následovná opatření :

- Přednostní vybudování nových vedení zabezpečujících odvedení pitné vody od studny do obce, vodojemy napojit na vzdálené využívané zdroje a na obecní vodovod a vodovod a.s. Mydlářka,





dodávka vody bude nadále probíhat z nových vodojemů, v případě potřeby mohou být vodojemy doplňovány vodou i z odpojených studní v sousedství, které budou prohloubeny dostatečně hluboko pod počvu tunelu (zářezu).

- Vytvoření podzemní clony, která zabezpečí minimalizaci úniku ze zdrojů podzemních vod
- Zabezpečení nepřetržitého dovozu pitné vody ze zdrojů v Červeném Újezdě (správcem obecního vodovodu p. Dohnalem byla potvrzena dostatečná kapacita) i pro případ havárie při výstavbě tunelu. Pro tento stav se v místě vjezdového portálu vybudují nádrže pro obec Mezno i objekty Mydlářka s.r.o.
- V celém rozsahu ochranného pásma podzemních zdrojů podzemních vod bude tunel na délku 192m realizován se spodní klenbou a uzavřeným hydroizolačním systémem tak, aby se po výstavbě obnovil stávající režim povrchových a podzemních vod a nedošlo k ohrožení zájmů a majetku druhých osob dle Horního zákona.
- V průběhu stavby bude vybudován náhradní zdroj, který bude napojen na vodojemy (vrty z tunelu, nové studny apod - bude řešeno v samostatně na základě nových poznatků).
- V ražené části tunelu bude vytvořen systém vrtů, který bude schopen jímat podzemní vodu (při výstavbě bude v rámci geotechnického monitoringu podrobně sledován hydrogeologický profil a navrhnutá místa s předpokládanými největšími přítoky podzemních vod), bude vyhodnocena její zdravotní nezávadnost a v případě potřeby bude dopravena přečerpáváním ke stálým zásobníkům. Systém odčerpávání a dopravy nebude napojen na žádnou část technologického vybavení tunelu, t.j. nemůže dojít ke kontaminaci vody.

## Požárně bezpečnostní řešení

### Ing. Gramblička

Vzhledem ke skutečnosti, že připravována PD bude posouzena GŘHZS ČR, projektant diskutoval s náměstkem GŘHZS gen.ing. Svobodou o obecných zásadách návrhu PBŘ – Požárně bezpečnostního řešení pro tunely Mezno i Deboreč. Přítomní se na jednání 16.10.2012 na půdě VŠB TU Ostrava shodly na tom, že vybavení tunelů by mělo především respektovat zásady realizované na předchozím úseku 4. Železničního koridoru ČR v úseku Votice – Benešov s 5 dvoukolejnými železničními tunely, platnou legislativu reprezentovanou především evropskou směrnicí TSI – Bezpečnost železničních tunelů, předpisy pro požární ochranu objektů a platné normy SŽDC s.o.

### Ing. Fousek

Požárně bezpečnostní řešení pro stavební povolení pro oba tunely musí řešit podmínky ze souhlasného stanoviska s podmínkami k územnímu řízení. Dále tato dokumentace musí obsahovat všechny podrobnosti dle aktuálně platné legislativy (technické a právní předpisy na úseku požární ochrany). K návrhu požárně bezpečnostního řešení doporučujeme sjednat separátní jednání se zástupci investora, HIP, zpracovatele PBŘ a jednotlivých zástupců HZS ČR (MV – generální ředitelství HZS ČR, HZS Středočeského kraje a HZS Jihočeského kraje). Závěrem upozornil na nezbytnost kapitoly zabezpečení stavby či území jednotkami požární ochrany, vč. opatření k zajištění bezpečnosti osob provádějících hašení požáru a záchranné práce.

### Ing. Krotil

- Požaduje ověření vyhlášky (kap.) o pokrytí jednotkami HZS, pokud ano - nutno doplnit, že součástí je pouze ověření dostatečnosti počtu jednotek - nikoliv zajištění.

*Projektant ověří.*

- Doporučil uvažovat s čerpadly pro pitnou podzemní vodu i pro potřeby HZS.



*Požadavek projektant prověří z hlediska požadovaného el.příkonu.*

## Závěr

Je nutná důsledná koordinace mezi jednotlivými profesemi!

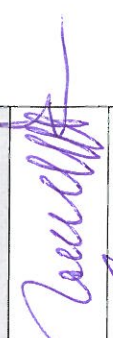



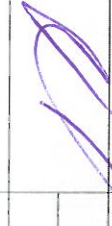



Nejbližší termín je 20.11.2012 pro odevzdání podkladů do celkové koordinační situace, další termín je 20.12.2012 pro odevzdání jednotlivých SO.

***V zápise byly použity osobní příspěvky autorů (Gramblička, Jäger, Velebil, Svoboda, Mára, Urbánek, Vobruba, Fousek), zaznamenala: Lenka Pikhartová.***



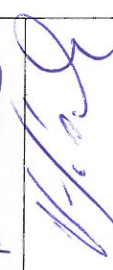
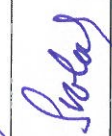







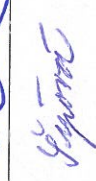


# PREZENČNÍ LISTINA

NÁZEV AKCE, PŘEDMĚT JEDNÁNÍ	Modernizace trati Sudoměřice - Votice E.1.7. Tunely Mezno, Deboreč – Výrobní porada
DATUM	1. listopadu 2012
MÍSTO	Sudop Praha, Olšanská 1a, místnost 7

	JMÉNO A PŘÍJMENÍ	ORGANIZACE	E-MAIL / TELEFON	PODPIS
1.	Rudolf VOŽRUBA	OBEC MEZNO	uervo@fiscali.cz 724 254 834	
2.	Ondřej JÄGER	AQH s.r.o.	JAAGER@AQH.cz 604 202 668	
3.	Jiří KUMĚŠ	OBEC STŘETIN	obeco@stretin.cz 603 208 400	
4.	LUBOŠ MAREK	OBEC JEŠETICE	marek@agro.cz 602 452 275	
5.	Jiří ŠIMÁNEK	SZDC, BEZ	simanek@szdc.cz 602 686 611	
6.	VLADIMÍR TAŘOBSKÝ	SZDC, SSZ	724 275 180 taborsky@szdc.cz	
7.	PETR HOFMANZL	SZDC OTH	HOFMANZL@SZDC.cz 724 77 80 73	
8.	Lenka SEIDLOVÁ	SZDC SRZ	seidlova@szdc.cz 9744 94828	
9.	Pavel KROTK	M	uwoh@szdc.cz 9742 97704	



	JMÉNO A PŘÍJMENÍ	ORGANIZACE	E-MAIL / TELEFON	PODPIS
10	Hrušková' Eliška	SDC SSZ	hrušková@sdsc.cz 602 660 092	
11	PECALA Bedřich	SDC HRS	Pecala B@sdsc.cz 602 248 995	
12	VITAŠEK PETER	SUDOP	pekr.vitasek@sudop.cz 605 229 898	
13	PETR ŠUBODA	MOH Kc Praha	petr.suboda@mothrec.com 603 188 571	
14	Štěpán Smolár	GeoTec-GS	smolark@geotec-gs.cz 603 439 654	
15	BERAN BEŘKA	HYDRAPEA-AL	BERAN@HYDRAPEA.CZ 603 422 009	
16	MICHAL KOLEVSKÝ	MOH Mac Donald	michal.kolevsky@mothrec.com 421 341 846	
17	JIRÍ VELEBIL	SUDOP	jiri.velebil.j@sudop.cz 267 094 133	
18	Lenka Píkhartová'	Sudop Praha	lenka.pikhartova@sudop.cz 267 094 133	
19	TOMÁŠ URBÁNEK	MP	URBANEK@METROPROJECT.CZ 296 154 516	
20	Kössler Milan	ARCADIS	Kössler@arcadisga.cz 424 218 678	
21	ŠÍPOVÁ DORA	IKP CE	dora.sipova@ikpc.com 255 433 360	

## ALMENO A PRIJMEMI

ZDENĚK BEZDEKOVSKÝ

#25  
ste, kraje

LUKÁŠ FOUŠEK

H2S  
Sty. kra

2017 4A'2A

# Metropolis



<b>NÁZEV AKCE, PŘEDMĚT JEDNÁNÍ</b>	<b>Modernizace trati Sodoměřice - Votice</b> Závěrečná porada části <b>E.1.7. TUNELY</b>
<b>DATUM</b>	25. ledna 2013
<b>MÍSTO</b>	SUDOP Praha a.s., Olšanská 1a, 130 80 Praha 3, zasedací místnost č.7
<b>ÚČASTNÍCI</b>	viz. prezenční listina
<b>ZAZNAMENALA</b>	Ing. Pikhartová
<b>OMLUVENÍ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ing. Šnauková (zpracovatel části E.1.7.2) – pracovní vytížení</li> <li>– p. Klimeš (obec Střeziměř) – obec nemá výhrady k projektu</li> <li>– p. Říha (obec Červený Újezd) - nemoc</li> </ul>

## Účel porady:

- prezentace odevzdávaného projektu ve fázi dokumentace k připomínkám investorovi
- diskuse o případných dalších požadavcích zainteresovaných stran

## Úvod

Ing. Gramblička

- Úvodní slovo, stručný popis části E.1.7 TUNELY.

## Průběh jednání

### TUNEL MEZNO

#### Základní údaje

Ing. Pikhartová

- Prezentace kapitol obsahu dokumentace (pro oba tunely shodné)
- Ukázka letecké mapy se širšími vztahy v dotčené oblasti kolem tunelu (obce, tunel, příjezdové komunikace k portálům, těleso železničního spodku..)

#### Vzorový příčný řez raženého tunelu

Definitivní ostění je navrženo v tloušťce 400 mm v kalotě. Tloušťka spodní klenby je 680 mm. Patky mají rozměry 650x1350 mm. Beton je třídy C30/37 XF1, XA1. Ochrana proti vodě je zajištěna mezilehlou foliovou izolací tloušťky 2 mm se signální vrstvou. Izolace profilu se spodní klenbou je celopláštová. V úseku s patkami je boční drenáž DN 200. Z boční drenáže jsou vedeny příčné svody do střední tunelové stoky DN 400 mm.



## Geologie

RNDr. Vitásek

- Vyjždění bloků do čelby
- Zpřesnění charakteristik

## Hydrogeologie

- Největší přítoky zespodu, metrologická voda je pouze doplňková
- Puklinová voda ? směr ?

## Technologie ražby

Ing. Velebil

Popis navrhovaných technologických tříd postupů ražby, zajištění dílčích výrubů při ražbě, navrhované prvky pro zajištění stability výrubu do předpokládaných geologických podmínek. Uvažovány jsou 4 technologické třídy, přičemž technologické třídy 2, 3 a 4 jsou navrhovány ve variantách se spodní klenbou - cca 1/3 ražené části a zbytek tunelu bude založen na patkách. Technologická třída 5 do geologických poruchových zón a v oblasti ražených portálů je navržena pouze se spodní klenbou.

Ing. Krotil

- Doplnit výkres TT 5b, který bude sloužit k ocenění jednotkové ceny. Navrženou TT 5b požaduje investor doplnit do rozpočtu s výměrou 1 bm tak, aby se po její ocenění ve veřejné soutěži a v případě výskytu technologické třídy při ražbě tato nemusela oceňovat. **Zpracováno.**
- V dokumentaci uvést údaje časové prodlevy uzavírání profilů při ražbách. **Bude zpřesněno.**

## NOVÉ VODÁRENSKÉ OBJEKTY

p. Vobruba (obec Mezno)

Prezentované situování nového objektu nebylo obcí schváleno (výběr umístění ze 2 variant měl být podložen ekonomickou výhodností pro obec)!

Ing. Krotil

- Lze ověřit kvalitu pitné vody jímané z vrtů z tunelu? (Doporučení prozkoumat stávající stav vod z hlediska dodržení kvality pitné vody).
- Doplnit úpravnu pitné vody. **Doplněno do rozpočtu SO 71-25-06 (SANACE).**

p. Beran (fy. Mydlářka)

Mydlářka upozorňuje, že v dané lokalitě má stávající el. vedení, které nekoliduje s řešením stavby, ale zároveň nepokrývá elektrickou potřebu pro čerpání vody ze stávající studny do nového vodojemu.

Ing. Krameš

V rámci stavby musíme doplnit el. přípojku pro uvedený účel - pan Staněk z MP po koordinaci s Ing. Novákem z IKP.

- *Nejsem si jist, co bude reálnější (nejen technicky, ale hlavně smluvně, projednáním) - buď táhnout přípojku pro Mydlářku v trase přeložky napájecího kabelu obce Mezno (SO 71-62-12) a*



*tudíž od napojení na stávající trafo energetiky v km cca 99,325. Druhou možností by byl pouze přívod pro obec a Mydlářka by se napojila až z jejího přívodu v místě nového vodojemu - pak je nutno vše dojednat smluvně, jedná se o prodej energie spolu s podružným měřením. Třetí možností by mohlo být napojení na drážní elektrické rozvody s měřením a dodávkou energie od dráhy - opět nutno smluvně dořešit. Žádám kolegu Staňka o návrh - na základě návrhu upravím objektovou skladbu*

- Úprava vody pro Mydlářku by mohla vypadnout z objektové skladby? Nebo ji pojednáme jako jedinou úpravnu pro obec i Mydlářku (nasazena by musela být na zdroji vody pro oba spotřebitele). Zde opravdu nevím, co je lepší řešení - očekávám odbornou diskuzi. Následně by případně došlo k úpravě objektové skladby. Zatím ponechávám dva PS s technologií úpravy pro oba subjekty. Jedná se asi opravdu jen o pytel na peníze, musíme jej mít ale jasně definován pro ocenění zhotovitelem, na něhož je třeba přesunout vlastní konkrétní řešení.*

## Stavební jámy na obou portálech

Ing. Růžička

Nosné konstrukce hloubených tunelů budou navrženy z betonu třídy betonu C 30/37 XF3, XA2. Na výjezdovém portále bude konstrukce provedena na patkách (2 bloky), na vjezdovém portále bude konstrukce provedena na protiklenbě (4 bloky).

U obou portálů je navržena boční drenáž za ostěním hloubeného tunelu s čisticí šachtou v záchranném výklenku.

Ing. Krotíl, Ing. Seidlová, Ing. Tábořský

Pro zvýšení ochrany před podzemní vodou všech žlb. konstrukcí hloubených úseků doporučujeme obalit tunely těsnicí fólií vrstvou vodonepropustného materiálu (bentonitové rohože?).

***Bude doplněno do čistopisu!***

## TUNEL DEBOŘEČ

Ing. Mára

### Hloubené úseky:

Zajištění stavební jámy je navrženo ze záporového pažení v kombinaci s kotvením a rozpěrami. Úvodní část hloubené stavební jámy je provedena jako svahovaná, se zajištěním stříkaným betonem se sítěmi a kotvením hřebíky délek 4 – 8 m.

Ostění hloubených tunelů je navrženo v tloušťce 600 mm z betonu odolného proti průsakům vody třídy C30/37 XF3, XA1. Na vjezdovém úseku jsou 4 bloky založené na patkách, na výjezdovém úseku jsou 4 bloky založené na protiklenbě. Požadavky na doplnění těsnicí folie a využití popílkového stabilizátu bude z časových důvodů kompletně zapracován do čistopisu, v odevzdávané dokumentaci jsou zahrnuty textově v technické zprávě.

### Ražená část:

Pro raženou část je navrženo celkem 5 technologických tříd výrubu. Jsou to třídy 2, 3 a 4 do oblastí s lepšími poměry, kde bude tunel založen na patkách a třídy 5a a 5b s protiklenbou, určené do poruchových pásem. Tloušťka primárního ostění se pohybuje od 150 do 400 mm.

Definitivní ostění je navrženo v tloušťce 350 mm (resp. 450 mm pro třídu 5b) z betonu třídy C30/37 XF1, XA1. Ochrana proti vodě je zajištěna mezilehlou foliovou izolací tloušťky 2 mm se signální vrstvou. Izolace je ukončena v patě opěr, kde navazuje na boční drenáž DN 200. Z boční drenáže jsou vedeny příčné svody do střední tunelové stoky DN 400 mm.



## POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍ ŘEŠENÍ

Ing. Gramblička

Popis zpracovaného PBR

Ing. Šimánek

Požadavek na zaslání zpracovaného PBR v elektronické podobě.

Ing. Fousek

Cca 4 týdny po postoupení PBR k tunelům Mezno a Deboreč k DSP na MV-GŘ HZS ČR navrhujeme vyvolat separátní jednání k těmto dokumentům za účasti MV-GŘ HZS ČR, HZS StČK, HZS JČK, HIP, projektanta PBR a investora. Opětovně upozorňujeme, že součástí PBR musí být mimo jiné i zhodnocení možnosti provedení požárního zásahu, opatření k zajištění bezpečnosti zasahujících jednotek požární ochrany a stanovení počtu, druhu a rozmístění požární techniky a věcných prostředků požární ochrany v souladu s § 31 odst. 1 písm. b zákona č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů, resp. § 41 odst. 2 písm. k vyhlášky č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru.

Zásuvkový rozvod v tunelech – navrhujeme instalovat v obou tunelech „mrtvý kabel“ se zásuvkovými skříněmi 230/400V umožňující „oživení“ napojením vlastních energetických zdrojů (např. elektrocentrál) z prostoru před tunelovými portály. Přípojný body doporučujeme umístit na nástupní ploše nebo vně technologických objektů, avšak mimo požárně nebezpečný prostor.

Ing. Košar

Pro účely údržby a případný požární zásah budou oba tunely uvnitř vybaveny zásuvkovými skřínkami 400V/230V, a to po jedné straně tunelu po rozestupech do max. 98m. Zásuvkové skříně budou napájeny z jednoho zdroje, z trafostanice u severního portálu tunelu. Z důvodu zamezení nedovolenému odběru za běžného provozu budou zásuvkové skříně odepnuty od el. sítě. Pouze v době servisních prací a při mimořádných událostech budou zásuvky dálkově od dopravního dispečera připojeny na síť. Dále tento dispečer dálkově otevře elektrický ventil pro zavodnění a rozsvítí uvnitř tunelu, o čemž bude zpětně informován. Současně bude mít informace i dispečer požární ochrany (jak drážní tak státní) a elektrodispečer.

## Diskuse

### ODVODNĚNÍ VJEZDOVÉHO PŘEDZÁŘEZU TUNELU MEZNO

Ing. Bonev

Kolejový spodek celé části zářezu je odvodněn do stávajícího koryta vodoteče

### OSVĚTLENÍ TUNELŮ

Ing. Krottil, Ing. Seidlová, Ing. Tábořský

Zástupce TDI požaduje doplnit časovač osvětlení, který by omezil osvětlení vnitřku tunelu. Doporučena hodnota je 20 až 60 min.

Ing. Fousek

Časovač nesmí omezit funkci a ovládání nouzového osvětlení uvnitř tunelu.



Ing. Košar

Ovládání osvětlení uvnitř tunelů bude jednak místní; od ovládacích panelů zap/vyp u obou portálů a od prosvětlených zap. tlačítek uvnitř tunelů (jednostranně v rozestupech max. 250m). Místní sepnutí provozu bude časově omezeno; po 60min. po zapnutí dojde k automatickému vypnutí. Nadřazené tomuto místnímu ovládání bude ovládání dálkové, dispečerské. Dopravní dispečer může tunel samostatně trvale rozsvítit či zhasnout s tím, že je zpětně informován o provozu osvětlení (i při zapnutí místního).

**VIZUALIZACE**p. Marek (obec Ješetice)

- Dotaz na únosnost komunikace nad portálem. **?(zjistit)**
- Požadavek poskytnutí vizualizací portálů tunelu Deboreč. **Dostane.**

**Závěr**

Termín pro kompletaci tištěné dokumentace k připomínkám drážních složek je 30.1.2013.










***Vzhledem k tomu, že některé výkresy, do kterých by měly být zapracovány změny vzešlé z této porady, jsou již v tisku, tak není možné zapracovat tyto změny k tomuto termínu odevdání. Proto budou tyto požadavky zapracovány až v rámci připomínek objednatele k dokumentaci!***



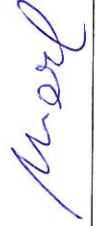



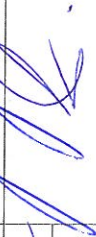









# PREZENČNÍ LISTINA

NÁZEV AKCE, PŘEDMĚT JEDNÁNÍ	Modernizace trati Sudoměřice - Votice E.1.7. Tunely Mezno, Deboreč – Závěrečná porada	
DATUM	25. ledna 2013	
MÍSTO	Sudop Praha, Olšanská 1a, místnost 7	

	JMÉNO A PŘÍJMENÍ	ORGANIZACE	E-MAIL / TELEFON	PODPIS
1.	Zdeněk Smolár	GeoTec-GS	smolar@geotec-gr.cz 603 439 654	
2.	Pavel Růžička	Mott MacDonald	pavel.ruzicka@mottmac.com 606 073 225	
3.	Michal Kolář	Mott MacDonald	michal.kolar@mottmac.com	
4.	Jiří Mařa	METROPROJEKT	marja@metroprojekt.cz 603 198 824	
5.	Jana Marek	SZDC, OŘPHA	marekjan@sfdc.cz 428 542 013	
6.	Vladimír Taborský	SZDC SS2	taborskyn@sfdc.cz 724 275 180	
7.	Hilmar Köster	ARCHDIS	koster@archdisgr.cz 424 118 670	
8.	Pavel Krol	SZDC SS2	krol@sfdc.cz 972 244 04	
9.	PETE HOFHANZL	SZDC OTU	HOFFHANZL@SZDC.CZ 724 7780 73	

	JMÉNO A PŘÍJMENÍ	ORGANIZACE	E-MAIL / TELEFON	PODPIS
10.	Lenka Šencllová	VEDA, s.r.o.	sencllova@prode.cz 922 448 21	
11.	Jiří Šimánek	SŘE, OKR	simanek@szdc.cz 606 686 611	
12.	LUBOŠ MAREK	OBEC JEŠETICE	lubmarek@gmail.com 602 452 275	
13.	LUBAŠ FOUŠEK	HPS Stěke	Lubos.Foussek@sch.ips.cz 724 979 487	
14.	Rudolf VOBRUŠA	obc VERNO	meruo@fisceli.cz 724 254 834	
15.	ONDŘEJ VÁČEK	AGH s.r.o.	VACEK@AGH.CZ 604 202 664	
16.	VÁCLAV ŽERAN	MYDLENKA	ŽERAN@MYDLENKA.CZ 603 422 209	
17.	JIŘÍ VELEBIL	SUDOP PRAHA a.s.	jiri.velebil@sudop.cz 267 094 133	
18.	Lenka Píkhartová	Sudop Praha a.s.	lenka.pikhartova@sudop.cz 267 094 133	
19.	Michal Valouch	AV-60 UZS o.j.	michal.valouch@ghk.issn.cz 910 894 860	
20.	Karel Kovář	SUDOP PRAHA	Karel.Kovar@sudop.cz 267 094 133	
21.	MICHAL GRAMBLICKÝ	TIPTON	michal.gramblicky@tipton.cz 267 094 133	



**JMÉNO A PŘÍJMENÍ**

## ORGANIZACE

E-MAIL / TELEFON

**PODPIS**

# BARTOŠ – ENGINEERING

*Ing. Luděk Bartoš*

*znalec v oboru seismické účinky technických otřesů a trhací práce, poradenská  
činnost, úřední měření*

**602 00 BRNO, Nerudova 8**

**tel.+fax: 549 248 565**

---

## **Návrh trhacích prací pro stavbu tunelu MEZNO**

**STAVBA: „MODERNIZACE TRATI SUDOMĚŘICE U TÁBORA – VOTICE“**

Objekt:	71 – 25 – 01	Tunel Mezno – hloubená část - vjezdový portál
	71 – 25 – 02	Tunel Mezno – ražená část
	71 – 25 – 03	Tunel Mezno – hloubená část - výjezdový portál

Objednatel : SUDOP PRAHA, a.s.

Ing. Luděk BARTOŠ  
Trhací práce, znalec a poradce,  
úřední měření techn. otřesů  
602 00 Brno, Nerudova 8  
Tel.: 05/748565



.....  
zhotovitel

Brno, prosinec 2012

## 0. Úvod

Předložený posudek zpracovaný jako „Návrh trhacích prací pro stavbu tunelu Mezno“ stanovuje omezující podmínky možného použití technologie trhacích prací při respektování ochrany veřejných i soukromých zájmů v blízkém okolí stavby před jejich nežádoucími účinky.

P o d k l a d y :

1. Výkresová dokumentace a technická zpráva, SUDOP Praha a.s.
2. ČSN 730040 "Zatížení stavebních objektů technickou seizmicitou a jejich odezva".
3. "Technické podmínky výstavby metra sv. 10 " Trhací práce a kontrola jejich nežádoucích účinků " (dále TP 10 )
4. Nařízení vlády č. 272//2011 o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.
5. "Technické podmínky pro zavedení technologie řízeného výlomu na stavbě metra", edice VUIS č.217/1986, Bartoš

## 1. Základní údaje o stavbě

Modernizovaná trasa Sudoměřice u tábora – Votice bude procházet od km 99,880 do km 100,720 tunelem Mezno délky 840,0 m. Tunel Mezno je dvojkolejný tunel s osovou vzdáleností kolejí 4,00 m a s STP 73,60 m<sup>2</sup>. Tunel bude na obou portálech proveden jako hloubený a to v délce 40,0m na vjezdovém i výjezdovém portálu. Ražený tunel má délku 760,0 m.

Vjezdový portál tunelu Mezno se nachází severozápadně od obce Mezno a jeho výjezdový portál se nachází východně od obce Střeziměř.

Tunel prochází v celé své délce pod územím využívaném zemědělci jako pole. Ražená část (staničení km 99,920 – 100,680) je dlouhá 760,0 m. Vjezdová hloubená část tunelu i výjezdová hloubená část tunelu je dlouhá 40,0m. Od vjezdového portálu tunelu niveleta trasy stoupá ve sklonu 4,829 ‰ do staničení 100,000 km, kde je výškový lom od kterého niveleta klesá ve sklonu 5,093 ‰ až do staničení 100,700 km zde se niveleta lomí a dále klesá ve sklonu 8,00 ‰ až k výjezdovému portálu ve staničení 100,720 km. Tunel bude v celé délce vyražen ve směru od výjezdového portálu dovrchně směrem ke vjezdovému.

Délka tunelového pasu definitivního ostění je 10,0 m, osová vzdálenost bezpečnostních výklenků je 20,0 m.

Teoretická plocha výrubu (tř. NRTM 3) tunelu je 114,74 m<sup>2</sup>. Světlá tunelová plocha (STP) je 73,60 m<sup>2</sup>. Ražba bude probíhat převážně dovrchně proti směru staničení od výjezdového portálu. Nadloží tunelu dosahuje u portálů 7–8 m, ve střední části 27m.



Trasa tunelu se kříží ve st. km 100,460 se stávající komunikací vedoucí ze Stupčic k objektu bývalých lázní, nadloží cca 22,0m. U vjezdového portálu se nacházejí dvě studny sloužící jako zdroj pitné vody pro obec Mezno a pro zemědělskou společnost Mydlářka a.s.

## **2. Geologické poměry**

Širší zájmové území náleží k geomorfologickému celku Sedlecké vrchoviny. Trasa tunelu Mezno se nachází pod plochou elevací západně až severozápadně od obce Mezno v blízkém jižním okolí osady Lázně.

V masívu převažují sillimanit-biotitické pararuly, místy migmatitizované (přecházející až do migmatitů). V masívu se vyskytují i polohy dalších hornin - nepravidelné vložky granitoidů o mocnosti několika decimetrů až metrů, zastiženy byly také svorové ruly.

Z hlediska pevnosti převažují v horninovém masívu v zóně budoucí tunelové trouby horniny se střední až vysokou pevností třídy R3 a R2. Pouze v oblasti obou portálů lze očekávat horniny s nízkou pevností třídy R4 a ojediněle až velmi nízkou pevností třídy R5.

Podle stupně zvětrání převažují v horninovém masívu navětralé horniny, v oblastech tektonického porušení a při povrchu masívu se vyskytují mírně zvětralé horniny, lokálně až silně zvětralé horniny. Generelně lze zvětrání horninového masívu v zóně tunelové trouby hodnotit v rozmezí mírně zvětralého až navětralého, místy až zdravého.

V blízkosti tektonických poruch jsou horniny porušené až podrcené.

V podrobných údajích se odkazuje na zprávu o IGP.

## **3. Členění trasy tunelů a charakteristika jednotlivých úseků z hlediska použití trhacích prací**

Ražba tunelu bude cyklická, technologií Nové rakouské tunelovací metody (NRTM). Niveleta trati klesá ve směru staničení, od jihovýchodu k severozápadu.

Trasa byla na základě klasifikačního hodnocení rozdělena na následující úseky :

- 1.úsek - km 99,880 - 99,920 - vjezdový portálový úsek
- 2.úsek - km 99,920 - 100,140
- 3.úsek - km 100,140 - 100,170
- 4.úsek - km 100,170 - 100,440
- 5.úsek - km 100,440 - 100,470
- 6.úsek - km 100,470 - 100,580
- 7.úsek - km 100,580 - 100,680
- 8.úsek - km 100,680 - 100,720 - výjezdový portálový úsek

### **Charakteristiku dílčích úseků:**

#### **Úsek km 99,880 - 99,920**

V tomto úseku bude stavba pravděpodobně prováděna technologií *cut & cover*.

- mocnost nadloží se zvětšuje se směrem rostoucího staničení a je v rozmezí od cca 3 do 7 m, mocnost horninového nadloží se zvětšuje od cca 0 do 1 m,
- při hloubení budou rozpojovány :
  - kvartérní pokryv o mocnosti 3 až 4 m tvoří deluviální sedimenty, které řadíme do 2. a 3. třídy těžitelnosti podle ČSN 73 3050,
  - v podloží kvartérního pokryvu je cca 3 m mocná zóna silně až mírně zvětralých hornin třídy R5 - R4, s velkou až střední hustotou diskontinuit, které řadíme do 4. až 5. třídy těžitelnosti (podle intenzity rozpukání),
  - pod touto zónou se předpokládají pararuly mírně zvětralé až navětralé s velkou hustotou diskontinuit, v pevnostní třídě R4 - R3 (R2), třídy těžitelnosti 5. až 6.,
  - pro výlomy pod úroveň nivelety v koncové části úseku v prostředí R3 až (R2) bude třeba horniny rozpojovat pomocí trhacích prací.
- svahy stavební jámy budou stupňovité, na rozhraní jednotlivých etáží o šířce cca 1,5 m; v zářezu hlubším než 6 m bude stabilita svahů jištěna svorníky, nebo překryta stříkaným betonem.

#### **Úsek km 99,920 - 100,140**

- ražba v tomto úseku bude probíhat v prostředí zvětralých až navětralých hornin, většinou se stupněm pevnosti R3 (lokálně až R2), s velkou až střední hustotou diskontinuit
- mocnost nadloží je v rozmezí od cca 8 do 23 m, z toho horninové nadloží dosahuje mocnosti 1 - 18 m,
- ražbu zařazujeme celkově do 3. technologické třídy podle NRTM, v prostředí tektonického porušení do 4. třídy,
- trhací práce budou použity podle zastižení pevných skalních hornin

#### **Úsek km 100,140 - 100,170**

- ražba bude probíhat v prostředí pararul silně zvětralých až navětralých (tektonicky porušených), se stupněm pevnosti R3, převážně s velkou hustotou diskontinuit,
- mocnost nadloží je v rozmezí cca 23 až 24 m, z toho horninové nadloží činí 16 - 17 m,
- ražbu zařazujeme do 4. technologické třídy podle NRTM,
- rozpojování hornin bude trhacími pracemi

#### **Úsek km 100,170 - 100,440**

- ražba bude probíhat v nejkvalitnější části horninového masívu v prostředí navětralých až zdravých hornin (pararul s vložkami granitoidů, v počátku úseku lze též očekávat málo mocné polohy svorové ruly), většinou v pevnostní třídě R2, s převážně střední hustotou diskontinuit,

- mocnost nadloží je v rozmezí od cca 22 do 27 m, z toho horninové nadloží dosahuje hodnot v rozmezí 15 - 24 m,
- ražbu zařazujeme do 3. technologické třídy podle NRTM,
- celý úsek bude ražen technologií trhacích prací

#### **Úsek km 100,440 - 100,470**

- ražba bude probíhat v prostředí pararul a granitoidů, silně zvětralých až navětralých (tektonicky porušených), se stupněm pevnosti R3, převážně s velkou hustotou diskontinuit,
- mocnost nadloží je v rozmezí cca 22 až 21 m, z toho horninové nadloží činí cca 17 - 15 m,
- ražbu zařazujeme do 4. technologické třídy podle NRTM,
- rozpojování hornin bude trhacími pracemi

#### **Úsek km 100,470 - 100,580**

- ražba bude probíhat v prostředí zvětralých až navětralých hornin (sillimanit-biotitických pararul s vložkami granitoidů), stupeň pevnosti hornin podle ČSN 72 1001, resp. 73 1001 je v nižších hodnotách R2, převážně se střední hustotou diskontinuit,
- mocnost nadloží postupně klesá od cca 21 do 13 m, z toho horninové nadloží dosahuje maximálně 15 m, minimálně 8 m,
- ražbu je zařazena do 3. technologické třídy podle NRTM,
- rozpojování hornin bude trhacími pracemi

#### **Úsek km 100,580 - 100,680**

- ražba by měla probíhat v prostředí migmatitů až sillimanit-biotitických pararul s vložkami granitoidů, zvětralých až navětralých (v okolí km 100,630 tektonicky porušených), se stupněm pevnosti R3 až R2, převážně se střední hustotou diskontinuit,
- mocnost nadloží je v rozmezí od cca 13 do 7 m, z toho horninové nadloží je pouze 8 až 2m,
- ražba je zařazena celkově do 3. technologické třídy podle NRTM, v prostředí tektonického porušení do 4. třídy,
- rozpojování hornin bude trhacími pracemi

#### **Úsek km 100,680 - 100,720**

- mocnost nadloží se zmenšuje se směrem rostoucího staničení a je v rozmezí od cca 7 do 3 m, mocnost horninového nadloží se zmenšuje od cca 2 do 0 m
- při hloubení úseku budou rozpojovány :
  - zeminy kvartérního pokryvu o mocnosti 2 - 3 m, které jsou zastoupeny deluviálními sedimenty charakteru písčitých jílu; jsou zařazeny do 2. a 3. třídy těžitelnosti podle ČSN 73 3050,

- v podloží kvartérního pokryvu bude zářez hlouben v přípovrchové rozvolněné zóně (o mocnosti cca 0,5 až 1,0 m), tvořené silně až mírně zvětralými horninami (pararulami) třídy R5 - R4, s velmi velkou hustotou diskontinuit, zařazené do 4. až 5. třídy těžitelnosti,
- spodní partie zářezu budou pravděpodobně hloubeny až v prostředí navětralých hornin třídy R3 - R2, s velkou až střední hustotou diskontinuit, které řadíme do 5. - (6.) třídy těžitelnosti
- dočasné svahy stavební jámy budou stupňovité, na rozhraní jednotlivých etází rozdělené lavičkami o šířce cca 1,5 m.; v zářezu hlubším než 6 m bude zajištění svorníky
- navětralé horniny bude nutné rozpojovat buď pomocí trhacích prací, alternativně těžkými rozrývači,

#### 4. Objekty a zařízení v zájmové oblasti stavby

Trasa tunelu Mezno se nachází pod plochou elevací západně až severozápadně od obce Mezno v blízkém jižním okolí osady Lázně. Nadmořská výška terénu stoupá od místa východního portálu z hodnoty cca 591 m na nejvyšší kótu cca 614 m n.m. a poté se svažuje k místu severozápadního portálu s povrchem terénu na úrovni cca 587 m n.m. Kromě nejbližšího okolí obou portálů, kde se nacházejí louky, je celé území zemědělsky obhospodařováno. V nadloží v km.100,4 je podcházena místní komunikace.

V prostoru před vjezdovým portálem se nachází vodní jímací zdroje.

Seismickými účinky trhacích prací mohou být dotčeny nejbližší stavební objekty osady Lázně, které se nachází v nadloží, nejbližší ve vzdálenosti cca 130m od výjezdového portálu.

Žádné podzemní inženýrské sítě se v blízkém okolí nenachází. Trasu kříží vzdušné vedení VVN.

Seismickými účinky mohou být rovněž dotčeny související konstrukce stavby tunelu tj. portálové objekty, pažené a kotvené konstrukce a ostění.

#### 5. Přípustné hodnoty dynamického namáhání stavebních objektů a inž. sítí

Mez dynamického namáhání je dle ČSN 730040 "Zatížení stavebních objektů technickou seizmicitou a jejich odezva" stanovena příslušnou hodnotou rychlosti kmitání, kdy poměrná deformace ještě nevyvolá křehká porušení zdiva a omítek u staveb nebo trhlinky ve spojích potrubních řadů nebo na izolaci kabelových vedení.

Rychlost kmitání se měří obvykle přímo na objektu a to na úrovni terénu, nejnižším podlaží, při základech (tzv. referenční stanoviště). Inženýrské sítě se mohou měřit rovněž přímo na obnaženém vedení nebo na terénu nad jejich uložením.

Stupně poškození klasifikuje norma takto:

<i><b>Stupně poškození</b></i>	<i><b>Popis poškození</b></i>
<b>0</b>	Bez poškození. Nevznikají žádná viditelná poškození. Funkce objektů, jako např. vodotěsnost nádrží apod. jsou plně zachovány
<b>1</b>	První známky poškození. Trhlinky do šířky 1 mm na styku stavebních prvků (ve stropních fabionech).

<i>Stupně poškození</i>	<i>Popis poškození</i>
<b>2</b>	Lehká rozrušení s malými škodami. Trhlínky šířky do 5 mm v omítce, příčkách, v komínovém zdivu, opadávání omítky, uvolnění krytiny
<b>3</b>	Střední rozrušení s vážnými škodami. Stabilita není ohrožena. Trhlíny širší než 5 mm v příčkách i nosných zdech. Opadávání krytiny a částí komínů.

Dle ČSN 730040, tab. 9 jsou třídy odolnosti pozemních objektů bytových a občanských klasifikovány takto :

tř. **A** : chatrné stavby, neodpovídající stavebním předpisům, zříceniny, historické budovy z neopracovaného kamene nebo cihel s klenutými překlady, průvlaky a plošnými klenbami nad místnostmi v přízemí a suterénu, budovy v památkové ochraně apod.

tř. **B** : běžné cihelné stavby, izolované nebo řadové domky s půdorysnou plochou do 200 m<sup>2</sup>, nejvýše o 3 podlažích.

tř. **C** : velké budovy z cihel a tvárnic, dobře ztužené stavby panelové a montované z betonových prvků, zdivo na cementovou maltu.

tř. **D** : budovy ze skeletu ocelového nebo betonového, dřevěné a hrázděné stavby s dobrým ztužením, prostý beton.

tř. **E** : železobetonové a ocelové konstrukce, výrobní a provozní objekty, železobetonová sila a zásobníky.

Dle čl. 5.5.3 **Druhy základové půdy** jsou členěny v kategoriích (dle ČSN 731001):

a) horniny všech tříd při tabulkové výpočtové únosnosti  $R_{dt} \leq 0,15$  MPa a jestliže je hladina podzemní vody trvale ve hloubce rozsahu 1 m až 3 m pod základovou spárou.

b) Horniny všech tříd při tabulkové výpočtové únosnosti  $R_{dt} \leq 0,15$  MPa a jestliže je hladina podzemní vody trvale v hloubce větší než 3 m pod základovou spárou. Do této kategorie patří také skalní horniny všech tříd při tabulkové výpočtové únosnosti  $R_{dt} \geq 0,15$  MPa a jestliže je hladina podzemní vody trvale v rozsahu 1 m až 3 m pod základovou spárou.

c) Horniny všech tříd při tabulkové výpočtové únosnosti  $R_{dt} \geq 0,15$  MPa a jestliže je hladina podzemní vody trvale ve hloubce větší než 3 m pod základovou spárou. Do této kategorie patří i skalní horniny při tabulkové výpočtové únosnosti  $R_{dt} > 0,6$  MPa pokud hladina podzemní vody je trvale v hloubce větší než 1 m.

#### **Zatřídění inženýrských objektů:**

tř. **C** : Kamenné mosty, opěrné zdi, zděné vodojemy

tř. **D** : Opěry mostů z opracovaného kamene, monolitické vodojemy

tř. **E** : Železobetonové inženýrské stavby.

#### **Zatřídění podzemních objektů:**

tř. **C** : Keramické a kamenné obklady a dlažby v podzemních objektech metra a podchodech

tř. **D** : Cihelné, kamenné a tvárnice obzdivky v podzemních objektech

tř. **E** : Betonové monolitické konstrukce podzemních objektů, podzemní stěny

tř. **F** : Železobetonové a ocelové ostění tunelů



**Zatřídění podzemních inženýrských sítí a kabelů:**

**Tř. C :** Potrubí osinkocementové, kameninové, kabelové spojky,

**Tř. D:** Potrubí litinové, betonové, potrubí z umělých hmot.

**Tř. E:** Kabely žilové, koaxiální sdělovací kabely.

**Tř. F:** Potrubí ocelové.

**Závislost stupně poškození** na maximální rychlosti kmitání, na druhu objektu a na základové půdě dle tab. 14 normy :

<i>Rychlost kmitání (mm/s) pro obor frekvence otřesu</i>			<i>Stupeň poškození (tab. 13)</i>	<i>Tř.odolnosti objektu (tab. 9 )</i>	<i>Druh základové půdy(5.5.3)</i>
<i>f pod 10Hz</i>	<i>10 až 50 Hz</i>	<i>f nad 50 Hz</i>			
Do 3	3 až 6	6 až 15	0	A	a
3 až 6	6 až 12	12 až 20	0	A	b,c
				B	a
6 až 10	10 až 20	15 až 30	0	B	b,c
				C	a
			1	A	a
8 až 15	15 až 30	20 až 40	0	C	b
				B	c
			1	A	b,c
				B	a
10 až 20	20 až 30	30 až 50	0	C	c
				D	a
			1	B	b
				C	a
			2	A	a
15 až 25	25 až 40	40 až 70	0	D	b,c
				E	a
			1	C	b
				B	c
			2	A	b,c
				B	a
20 až 40	40 až 60	60 až 100	0	E	b,c
				F	a
			1	C	c
				D	a
			2	B	b,c
				C	a
30 až 50	50 až 100	100 až 150	0	F	b,c
			1	D	b,c
				E	a
			2	C	b

Podle tohoto systému je provedeno zařídění okolních objektů a zařízení, které by mohly být dotčeny technickou seismicitou. Frekvenční charakteristika dominantních otřesů se předpokládá v rozmezí 10 až 50 Hz. Druh základové půdy se uvažuje **b**.

Pro stupeň porušení **0** se stanovují tyto přípustné hodnoty rychlosti kmitání :

<i>Posuzovaný objekt - charakteristika</i>	<i>Třída odolnosti</i>	<i>Rychlost kmitání (mm/s)</i>
Cihelné a kamenné stavby, chatrné a ostatní drobné stavby neodpovídající stavebním předpisům, stavby v památkové ochraně	A	6
Běžné stavby rodinných domů z cihelného, tvárniceového zdiva, stavebně - technický stav dobrý, neporušené	B	10
Dtto v horším stavebně – technickém stavu, drobné trhliny ve zdivu a omítkách, staticky mírně narušené	B	7,5
Velké budovy z cihel, panelové a montované stavby z betonových prvků, bez významnějších porušení	C	25
Malé stavby, hospodářská stavení, garáže apod.	B	15
Vyskružené studně	D	50
Betonové konstrukce mostů, mostní opěry	E	50
Stožáry el. vedení	E	60
Těleso kolejové tratě	F	120
Kotvené stěny, kořeny kotev	E	80
Nadzemní betonové konstrukce ( monolit)	D	50
Vodovodní litinová potrubí (staré rozvody)	D	40
Vodovodní potrubí z tvárné litiny	D	60
Kameninové, betonové potrubí	D	50
Potrubí z technických hmot	D	60
Ocelová potrubí NTL	F	60
Ocelová potrubí STL,VTL (plynová)	F	50
Žilové kabely elektrické	E	120
Spojové koax. kabely (optické kabely)	E	50
Spojové kabely ostatní	E	80

Pro konstrukce související se stavbou tunelu platí tyto hodnoty :

- Portálové konstrukce  $v_p = 200 \text{ mm/s}$
- Stříkané sekundární ostění B20  $v_p = 250 \text{ mm/s}$
- Svorníky (v koncové části), kotvy  $v_p = 250 \text{ mm/s}$
  
- Nástřik betonové směsi (platí pro sekundární lícovou vrstvu) při dosažení pevnosti do
 

30 %	$v_p = 60 \text{ mm/s}$
50 %	120 mm/s
75 %	180 mm/s
přes 75%	250 mm/s

Pro určení účastníků řízení o povolení trhacích prací bude limitní mezi 50 % hodnota přípustného dynamického zatížení.

## 6. Dynamická odezva od akustické vlny

Akustické účinky odstřelů na okolí budou působit z prostoru od výjezdového portálu na přilehlou zástavbu obce Střezimíře.

Přípustná hodnota akustického tlaku ( $P_{\max}$ ), při kterém nenastane poškození skleněných ploch a keramických obkladů, střešní krytiny ani uvolnění okenních rámtů či dveřních zárubní, je stanovena dle TP 10 (3) a činí

$$P_{\max} = 0,15 \text{ kPa}$$

S ohledem na konfiguraci terénu se nepředpokládá, že dynamická odezva akustické vlny na okolních objektech překročí stanovené přípustné normové meze dynamického přetížení dle ČSN 730040. Skutečná intenzita akustické vlny může být prošetřena měřením.

## 7. Hygienické limity hluku

Akustické účinky trhacích prací budou pozorovány v prostoru okolní zástavby sousedících obcí, kdy akustická vlna bude působit i do širšího okolí.

Hygienické limity hodnoty hluku a vibrací stanovuje "Nařízení vlády č. 272/2011 Sb o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací" (4)

### § 12 Hygienické limity hluku v chráněných venkovních prostorech staveb a v chráněném venkovním prostoru

#### Odst.4

Vysokoenergetický impulsní hluk se vyjadřuje ekvivalentní hladinou akustického tlaku  $C L_{\text{Ceq,T}}$  a současně i průměrnou hladinou expozice zvuku  $C L_{\text{CE}}$  jednotlivých impulsů. V denní době se stanoví pro 8 souvislých a na sebe navazujících nejhluchnějších hodin

Hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku  $C$  vysokoenergetického impulsního hluku se stanoví pro denní dobu  $L_{\text{Ceq,8h}}$  se rovná 83 dB, pro noční dobu  $L_{\text{Ceq,1h}}$  se rovná 40 dB.

Ekvivalentní hldina akustického tlaku  $C L_{\text{Ceq,T}}$  nse vypočte způsobem upraveným v částo C přílohy č. 3 k tomuto nařízení, tj.:

Způsob výpočtu hygienického limitu vysokoenergetického impulsního hluku:

Ekvivalentní hladina akustického tlaku  $L_{\text{Ceq,T}}$  vysokoenergetického impulsního hluku se vypočte ze vztahů:

$$\begin{aligned} L_{\text{Ceq,T}} &= 2,0 L_{\text{CE}} - 93 + 10 \cdot \lg(N/N_0) - 10 \cdot \lg(T/T_0) && \text{pro } L_{\text{CE}} > 100 \text{ dB} \\ L_{\text{Ceq,T}} &= 1,18 L_{\text{CE}} - 11 + 10 \cdot \lg(N/N_0) - 10 \cdot \lg(T/T_0) && \text{pro } L_{\text{CE}} < 100 \text{ dB} \end{aligned}$$

Kde  $N$  je počet impulsů za dobu  $T$  (s),  $N_0 = 1$  a  $T_0 = 1$

Trhací práce v noční době mohou být prováděny při splnění uvedených hygienických limitů v chráněném prostoru zástavby. Nutno prokázat měřením.

### 8. Výpočet ekvivalentních náloží

Stanovení mezních náloží je provedeno výpočtem podle ČSN 730040, čl. 4.7.5 pro rovnici přenosu :

$$m_{ev,n} = (u^{(1)} \cdot L / K)^2 \quad (1)$$

kde :  $m_{ev,n}$  - ekvivalentní normová hmotnost nálože (kg)  
 $u^{(1)}$  - přípustná rychlost kmitání posuzovaného objektu (mm/s)  
 $L$  - vzdálenost těžiště odstřelu (nálože) od posuzovaného objektu (m)  
 $K$  - konstanta přenosu geologickým prostředím (odb.odhad)

Pro trhací práce v blízkém kontaktu s konstrukcemi tunelu, portálů, kotev apod. se doporučují tyto nálože:

$L$ (m)	$K$	$m_{ev,n}$ při $u^{(1)} = 100$ mm/s	$m_{ev,n}$ při $u^{(1)} = 150$ mm/s	$m_{ev,n}$ při $u^{(1)} = 200$ mm/s	$m_{ev,n}$ při $u^{(1)} = 250$ mm/s
1,5	1 200			0,1	0,15
2	1 100		0,1	0,15	0,20
3	950	0,1	0,20	0,40	0,60
4	800	0,25	0,50	1,0	1,5
5	700	0,5	1,0	2,0	3,0
6	600	1,0	2,0	4,0	6,0
8	450	3,1	7,0	12,6	
10	400	6,25	14,0	25,0	

Tabulka náloží respektujících bezpečnost ostatních objektů a zařízení ve vzdálenosti 50 až 300 m.:

$L$ (m)	$K$	$m_{ev,n}$ pro rychlost kmitání (mm/s)				
		1	2	3	5	10
50	250			0,36	1	4
100	200	0,25	1	2,25	6,25	25
150	160	0,9	3,5	7,9	22	
200	130	2,4	9,4	21,3		
250	110	5,1	20,6			
300	100	9				

**Pozn.** Uvedené nálože platí jak pro ražení tunelu tak i pro portálové hloubené úseky.

Podle tabulky lze pro konkrétní situaci tj. posuzovaný objekt a příslušnou vzdálenost odstřelu stanovit odpovídající nálož  $m_{ev,n}$ . Úpravy náloží jsou možné na základě výsledků a hodnocení seismických měření a přepočtu hodnoty  $K$ .

Výpočet náloží pro příslušné časování se provede takto :

- Nálož v milisekundové fázi (interval zpoždění pod 0,075 s)  $m_{j,n} = 0,5 m_{ev,n}$
- Nálož v sekundové fázi (interval zpoždění přes 0,075 s)  $m_{j,n} = 1,5 m_{ev,n}$
- Pro zálomové a jednotlivé vrty platí  $m_{j,n} = m_{ev,n}$

Celková nálož je dána součtem náloží v časových stupních a počtem časových stupňů příslušné řady časovaných iniciátorů.

## 9. Výpočet izoseist

Oblast zastiženou seismickým vlněním stanovené intenzity určují tzv. izoseisty. Průběh izoseisty ( $i$ ) příslušné hodnoty rychlosti kmitání povrchem území se stanoví výpočtem podle vztahu (1) v závislosti na hmotnosti mezní nálože:

<b>Rychlost kmitání (mm/s)</b>	<b><i>i (vzdálenost izoseisty) - m</i></b>				
	<b><i>m<sub>ev,n</sub> = 3,6 kg</i></b>	<b><i>4,8 kg</i></b>	<b><i>6 kg</i></b>	<b><i>10 kg</i></b>	<b><i>20 kg</i></b>
1	210	245	270	300	350
3	105	125	140	170	200
5	70	85	100	125	140
10	50	60	70	90	110

Vykreslení průběhu izoseist odpovídá stanoveným náložím pro celou stavbu tunelu.

## 10. Technologie trhacích prací

### 10.1 Ražený tunel

Technologie trhacích prací musí být přizpůsobena navrženému projektovému členění výrubu, stanoveným postupům a konkrétním horninovým podmínkám na čelbě. Vrtací práce budou prováděny s průměrem vrtů min. 40 mm.

Trhací práce při obrysu tunelu doporučuji s realizací řízeného odlomu ke zpřesnění výrubního profilu a omezení zóny rozrušení horniny v zaobrysovém masivu .

Vzájemné rozteče vrtů (  $l$  ) pro dané geologické podmínky jsou odvislé od záběru (  $R$  ) tj. postupu na odstřel:

Pro obrysové vrty platí	$l = 0,4 \text{ až } 0,5 R$
Pro předobrysové vrty	$l = 0,5 \text{ až } 0,55 R$
Pro přibírkové vrty platí rozteče	$l = 0,65 \text{ až } 0,8 R$
Pro počevní vrty platí	$l = 0,55 \text{ až } 0,7 R$
pro vrty zálomové	$l = 0,45 \text{ až } 0,55 R$



Podle horninových podmínek a vrtného schéma se doporučují dílčí nálože (Perunitu 20, Danubitu 1 a pod.) v rozmezí:

#### Výlom kaloty:

<i>Druh vrtů</i>	<i>Postup 1 m</i>	<i>1,5 m</i>	<i>2,0 m</i>	<i>2,5m</i>
zálomové	0,3 - 0,45	0,6 - 0,7	0,9 - 1,1	1,1 – 1,4
přibírkové	0,4 - 0,5	0,7 - 0,9	1,0 - 1,2	1,2 – 1,4
počevní	0,5 - 0,7	0,8 - 1,0	1,3 - 1,5	1,4 – 1,7
předobrysové	0,4 - 0,5	0,6 - 0,7	0,9 - 1,0	1,0 – 1,2
obrysové +)	0,3 - 0,35	0,4 - 0,5	0,6 - 0,7	0,8 – 1,0

+) nálože v obrysových vrtech jsou odlehčené příp. i odstíněné

#### Výlom jádra a spodní klenby :

<i>Druh vrtů</i>	<i>Postup 1 m</i>	<i>3,0</i>	<i>4 m</i>
těžební	0,5	1,8 - 2,4	3,2 - 3,6
počevní	0,6	2,4 - 2,8	3,6 - 4,0
obrysové	0,5	1,6 - 2,2	3,0 - 3,4

Vrtná schémata na postup ražení kaloty 1,0m 1,5m, 2,0m a 2,5 m, a výlomu jádra na postup 2,0 3,0 a 4,0 m jsou přílohou NTP. Návrh řadového odstřelu výlomu jádra je v příloze č. 9.

Návrh časování je s použitím elektrických časovaných rozbušek DeM, DeD a DeP. V případě potřeby lze použít tunelovou řadu 40 časových stupňů neelektrických rozbušek Indetshock

Technické parametry vrtných schémat jsou uvedeny v příslušném vrtném schématu.

Návrh válcového zálomu pro postup ražení kaloty na 3 m a více je uveden v příloze 9

### 10.2 Portálové úseky - hloubené

Technologie trhacích prací musí být přizpůsobena navrženému projektovanému členění podle úrovně kotvení pažících konstrukcí a horninovým podmínkám.

Trhací práce budou řešeny systémem víceřadových nebo plošných odstřelů na mocnost rozpojovaného bloku horniny s převrtáním vrtů pod úroveň těžebního stupně cca 5 D (D = průměr vrtu).

Vrtací práce budou prováděny při mocnosti rozpojovaného bloku horniny do 1,0 m ručními vrtacími kladivy s průměrem vrtů D = 25 až 36 mm.

Vrtné práce lomovou vrtnou soupravou se navrhuje o profilu vrtů 75 až 100 mm, při mocnosti rozpojovaného bloku větším jak 2 m.

Vrtné schéma plošných nebo víceřadových odstřelů na výšku stupně 2 až 3 m se stanovuje v šachovitém uspořádání jednotlivých vrtů o vzájemných roztečích vrtů i řad volených v závislosti na průměru vrtů tj. = 17 až 20 D. Záběr 1. řady vrtů (vzdálenost k volné stěně) před se stanovuje 25 až 35 D.

Při výlomech víceřadovými clonovými, resp. plošnými odstřely na výšku těžebního stupně 4m, příp. i více bude záběr 1. řady vrtů cca 30 až 40 D, vzdálenosti vrtů mezi sebou a v řadách 17 až 20 D. Vrtů budou svislé, nebo v závislosti na odlučnosti a přirozeného sklonu vrstev ve sklonu 75 až 80°. Pro odřez při nepřístupnosti vrtné soupravy shora bude nutné použití patních, případně zvedacích vrtů.

K přesnějšímu vytváření závěrných stěn a ke snížení nadvylomů se doporučuje ve vhodných geologických podmínkách realizovat řízený výlom na obrysové ploše.

Nálože ve vrtech budou iniciovány milisekundovými rozbuškami DeM - SICCA, s možností použití čas. stupňů 0 až 30, nebo neelektrickým systémem roznětu Indetshock.

## 11. Technologie trhacích prací s řízeným odlomem v hloubených úsecích

Na odlomové ploše zářezu se navrhuje ve vhodných geologických podmínkách realizovat řízený výlom, technologií :

- **presplitingu** tj. vytvořením štěrby mezi vrty na odlomové ploše v časovém předstihu před vlastním těžebním odstřelem (na celou výšku odřezu)
- **hladkého odstřelu**, kdy nálože ve vrtech na odlomové ploše jsou oslabené a odlehčené a jsou iniciovány v poslední fázi odstřelu (na výšku těžebního stupně).

Doporučené parametry řízeného výlomu podle vrtného profilu:

<i>D (mm)</i>	<i>p (kg/m<sup>-1</sup>)</i>	<i>hladký odlom</i>		<i>presplit m<sub>v</sub> (m)</i>
		<i>m<sub>v</sub> (m)</i>	<i>w (m)</i>	
65	0,25 – 0,3	0,6 – 0,7	1,0 – 1,1	0,4 – 0,5
75	0,3 – 0,4	0,7 – 0,8	1,1 – 1,2	0,5 – 0,6
80	0,4 – 0,6	0,8 – 0,9	1,2 – 1,3	0,6 – 0,7
85	0,6 – 0,7	0,9 – 1,0	1,3 – 1,4	0,7 – 0,8
90	0,7 – 0,8	1,0 – 1,1	1,4 – 1,5	0,8 – 0,9

Pozn. Nižší hodnoty platí pro horniny nižších pevností

V tabulce značí :  
 D – profil vrtu  
 p – měrná délková hmotnost nálože  
 m<sub>v</sub> – rozteče obrysových vrtů  
 w – záběr (tlumící vrstva), vzdálenost obrysových vrtů od linie vrtů předobrysových

Další zásady pro realizaci řízeného výlomu - presplitu:

- Mocnost tlumící vrstvy se stanovuje  $w = 8 \text{ až } 15 D$
- časový předstih presplitu před těžebním odstřelem podle postupu těžebních prací
- při současném odstřelu volit časový předstih co největší, min. 250 ms před iniciací předobrysových náloží
- časování – nejvhodnější je současná iniciace co největšího počtu náloží, nebo po sekcích náloží
- konstrukce nálože – spojitá (nebo průběžná několika pramenná bleskovice, případně dělená v uspořádání jako girlanda na průběžné bleskovici

- hutnota nálože po délce vrtu má být rozdílná, u ústí vrtu od  $p = 0$  až ve vzdálenosti 20 až 30 D na plnou hodnotu  $p$ , u dna vrtu na délku cca 20 D se volí hodnota  $p$  dvojnásobná. Cca 0,7 m od ústí se doporučuje vložení 0,2 kg náložky.
- ucpávka – výplňová, ucpávkový materiál silně mezerový – drť
- přesnost vrtání, max. odchylka  $\pm 15$  cm

Zásady pro realizaci hladkého odstřelu:

- Mocnost tlumící vrstvy se stanovuje  $w = 15$  až 25 D
- časování – nejvhodnější je současná iniciace co největšího počtu náloží, nebo po sekcích náloží s časovým odstupem po odpalu předobrysových náloží 100 ms
- konstrukce nálože – spojitá, případně dělená v uspořádání jako girlanda na průběžné bleskovici
- hutnota nálože po délce vrtu má být rozdílná, u ústí vrtu od  $p = 0$  až ve vzdálenosti 20 až 30 D na plnou hodnotu  $p$ , u dna vrtu na délku cca 20D se volí hodnota  $p$  dvojnásobná. Cca 0,7 m od ústí se doporučuje vložení 0,2 kg náložky k omezení zátrhů.
- ucpávka – výplňová, ucpávkový materiál silně mezerový – drť
- přesnost vrtání, max. odchylka  $\pm 15$  cm

K ověření správné aplikace parametrů řízeného výlomu v daných horninových podmínkách je nutné vykonání zkušebních odstřelů s případnou úpravou technických parametrů i náloží podle jejich výsledku. Pro předpokládané horninové podmínky v zářezu doporučuji upřednostnění presplitu.

## 12. Doporučené nálože

Podle geologických a geotechnických podmínek se trhací práce předpokládají v dále uvedených úsecích stavby. Nálože jsou stanoveny s ohledem na možné postupy ražení v přísl. třídách NRTM.

<i>Objekt</i>	<i>Úsek od km</i>	<i>do km</i>	<i><math>m_{ev,n}</math> (kg)</i>
Hloubený úsek	99,880	99,920	20,0
Ražený tunel	99,920	99,950	4,8
	99,950	100,00	6,0
	100,00	100,630	10,0
	100,630	100,660	6,0
	100,660	100,680	4,8
Hloubený úsek	100,680	100,720	20,0

## 13. Měření nežádoucích účinků trhacích prací

### 13.1 Měření seismických účinků

Měření otřesových i akustických účinků je součástí kontroly technologie trhacích prací k ověření správnosti používaných náloží a jejich dynamické odezvy na blízkých okolních objektech osady Lázně i v prostoru zástavby obce Střezimíře.

Tato měření jsou v povinnostech dodavatele stavebních prací. Výsledky měření jsou dokladem pro řešení případných pozdějších sporů nebo stížností na vzniklé škody.

Mimo uvedená měření budou prováděna i příslušná měření v rámci geotechnického monitoringu.

Program kontrolních měření :

Navrhují se kontrolní prošetření seismických účinků při ražení tunelu od výjezdového portálu na nejbližší zástavbě obce Střeziměř - celkem 2 x měření a v úseku následné ražby mezi km. 100,650 až 100,550 celkem 3 kontrolní měření na stavebních objektech lázní.

### 13.2 Měření akustických účinků

Akustické účinky budou měřeny zejména k prošetření možnosti použití trhacích prací v noční době, v chráněném prostoru obytné zástavby obce Střeziměř .Předpoklad cca 2 měření.

## 14. Bezpečnostní a jiná opatření

K zajištění bezpečnosti elektrického roznětu náloží musí být na všech zahajovaných pracovištích (na povrchu, i v tunelu) provedena měření bludných proudů Podle výsledku měření bude rozhodnuto o typu odolnosti elektrických rozněcovadel, které bude možno používat.

## Z á v ě r

Předloženým „Návrhem trhacích prací“ jsou stanoveny základní podmínky pro trhací práce při ražení železničního tunelu Mezno ( SO 71-25 ), respektující zajištění bezpečnosti okolních objektů i životního prostředí.

„Návrh trhacích prací“ je odborným podkladem k vypracování Technického projektu trhacích prací velkého rozsahu“ podle podmínek Vyhl. ČBÚ č. 72/1988 Sb, ve znění pozdějších předpisů.

Vypracovali : Ing. Luděk Bartoš  
Ing. Luděk Bartoš ml.

Ing. Luděk BARTOŠ  
Trhací práce, znalec a poradce,  
úřední měření techn. otřesů  
602 00 Brno, Nerudova 8  
Tel.: 05/748565



Dne 16. 12. 2012

Přílohy (jako součást celého projektu):

SITUACE - seismická zóna rychlosti kmitání 5 mm/s  
Podélný řez – trhací práce s mezními náložemi

Přílohy NTP :

- č. 1: Vrtné schéma kalota postup 1 m
- č. 2. Vrtné schéma kalota postup 1,5 m
- č. 3 Vrtné schéma kalota postup 2,0 m
- č. 4 Vrtné schéma kalota postup 2,5 m
- č. 5 Vrtné schéma jádro, postup 2,0 m
- č. 6 Vrtné schéma jádro, postup 3,0 m
- č. 7 Vrtné schéma jádro, postup 4,0 m
- č. 8 Vrtné schéma jádro, řadový odstřel
- č. 9 Typy válcových zálomů



**Železniční tunel : Mezno**

M 1:90

plocha 64,84 m<sup>2</sup>

V V S - kalota tunelu

objem 97,26 m<sup>3</sup>

NRTM 4

obvod 33 m

**Parametry vrtného schema****Celkem vrtů 145**rozteč vrtů obrys 680 mm  
záběr vrtů obrys 790 mmpatní 700 mm  
patní 740 mmostatní 840 mm  
ostatní 800 mm

Časování SICCA

DeM 49

DeD 70

DeP 36

Celkem 145 ks rozbušek

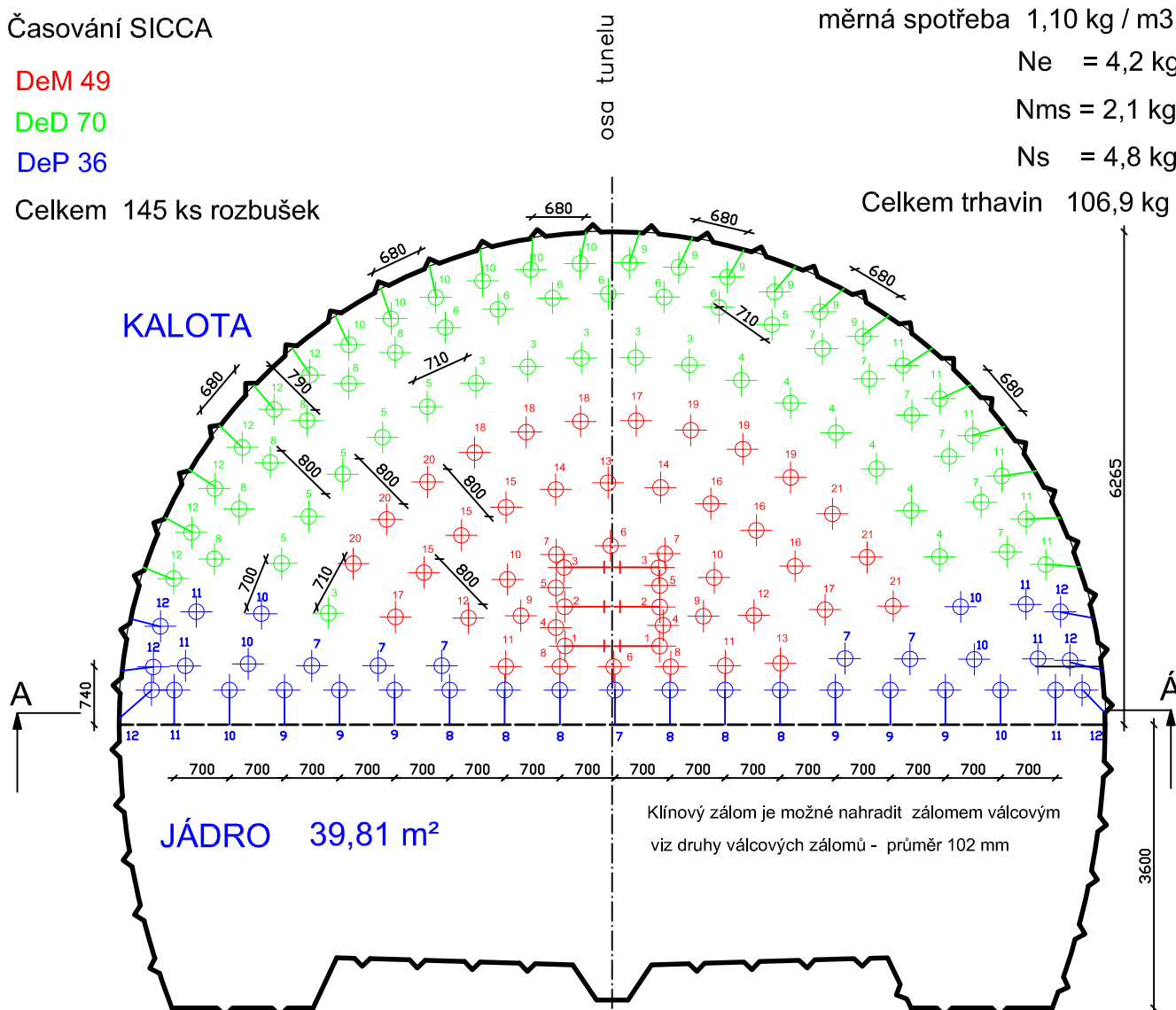
měrná spotřeba 1,10 kg / m<sup>3</sup>

Ne = 4,2 kg

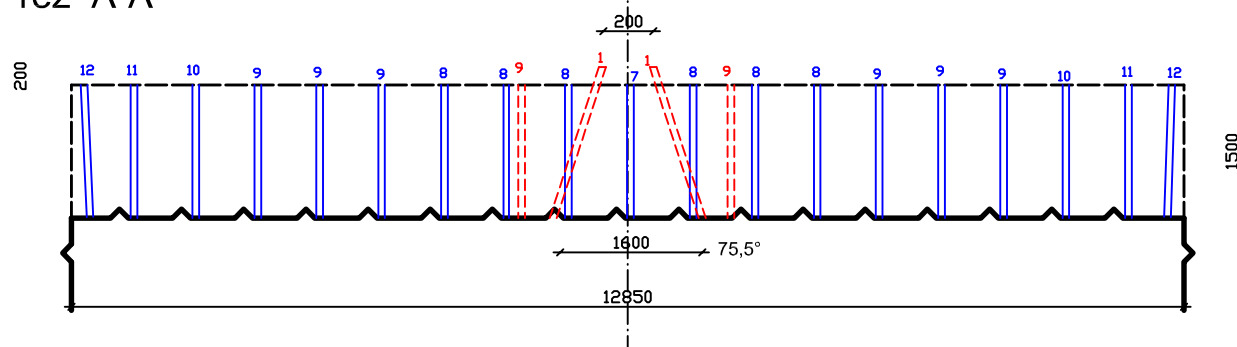
Nms = 2,1 kg

Ns = 4,8 kg

Celkem trhavin 106,9 kg



řez A-Ā



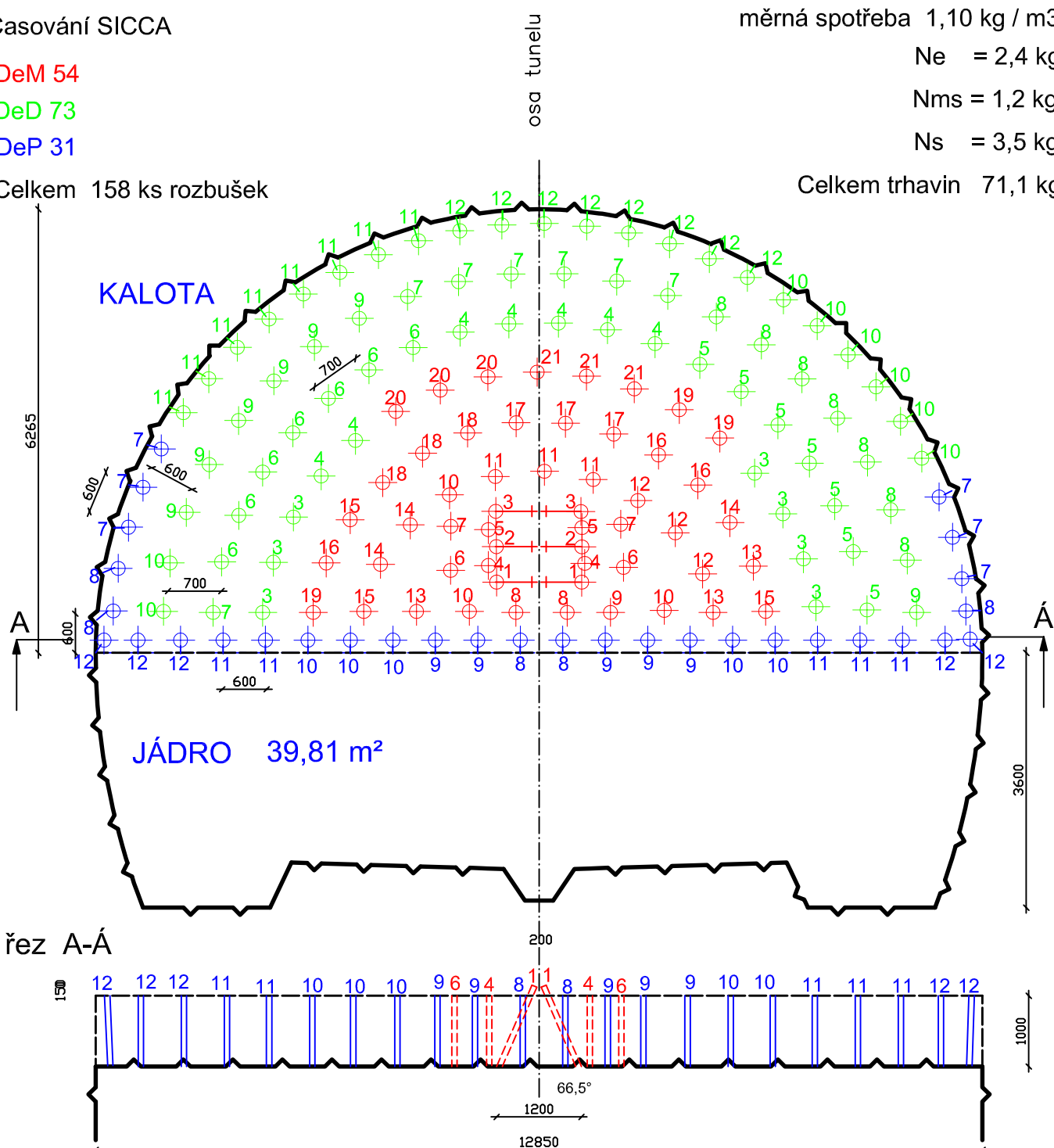
NRTM 4  
obvod 33 m

Celkem vrtů 158

ostatní 700 mm  
ostatní 700 mm

$N_s = 3,5 \text{ kg}$

Celkem trhavin 71,1 kg



**Železniční tunel : Mezno**

M 1:90

V V S - kalota tunelu

N R T M 3

plocha 63,64m<sup>2</sup>objem 127,2 m<sup>3</sup>

obvod 33 m

**Parametry vrtného schema****Celkem vrtů 124**

rozteč vrtů obrys 690 mm

patní 825 mm

ostatní 880 mm

záběr vrtů obrys 800 mm

patní 700 mm

ostatní 800 mm

Časování SICCA

DeM 44

DeD 50

DeP 30

Celkem 124 ks rozbušek

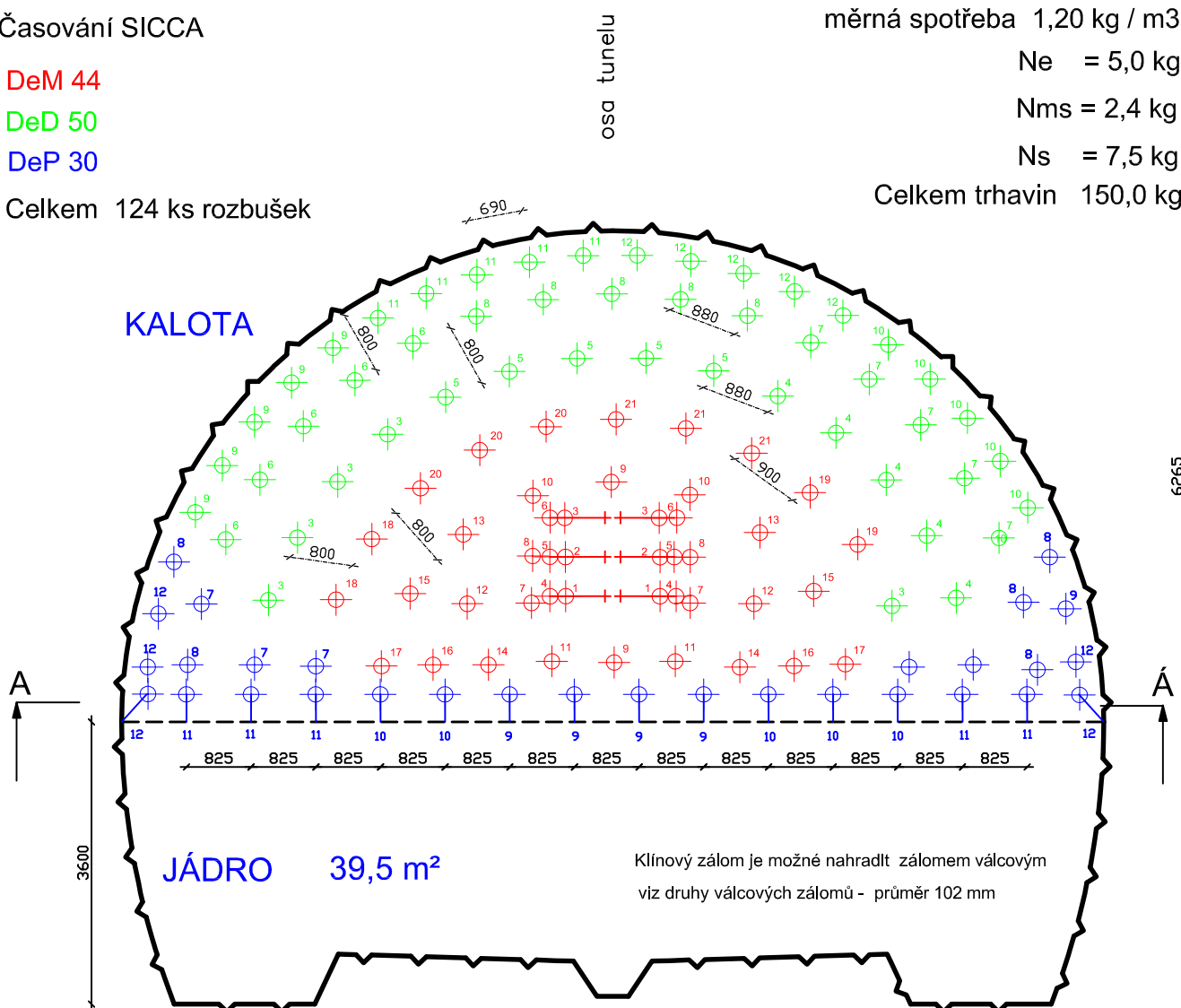
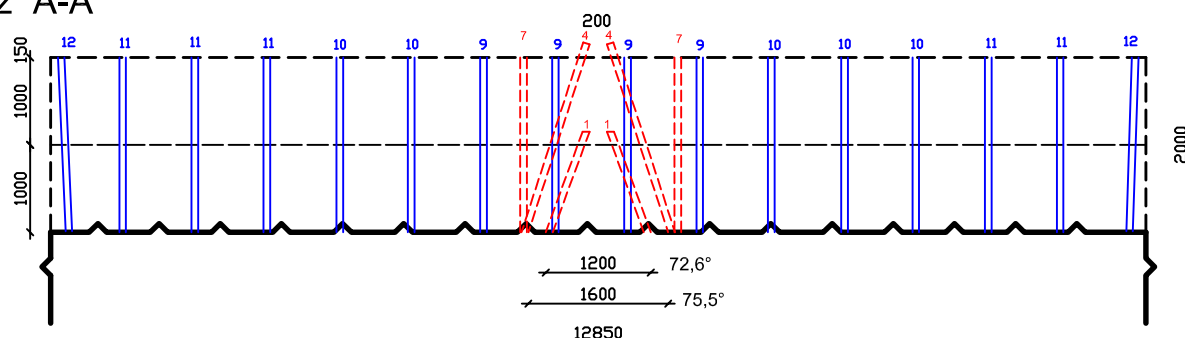
měrná spotřeba 1,20 kg / m<sup>3</sup>

Ne = 5,0 kg

Nms = 2,4 kg

Ns = 7,5 kg

Celkem trhavin 150,0 kg

**řez A-Á**

# PROJEKT VĚTRÁNÍ

MODERNIZACE TRATI  
SUDOMĚŘICE - VOTICE  
TUNEL MEZNO

## OBSAH:

<b>1</b>	<b>Všeobecná část .....</b>	<b>3</b>
1.1	Základní údaje .....	Chyba! Záložka není definována.
1.2	Použité podklady .....	4
1.3	Výchozí normy, předpisy, vyhlášky .....	4
1.4	Seznam stavebních objektů řešených v této realizační dokumentaci.....	4
<b>2</b>	<b>Technická část.....</b>	<b>4</b>
2.1	SO 71-25-02 Tunel Mezno, ražená část.....	4
2.1.1	Stručný popis stavebního objektu.....	4
2.1.2	Vstupní hodnoty .....	5
2.1.3	Stanovení objemového průtoku čerstvých větrů .....	7
2.1.3.1	Všeobecně .....	7
2.1.3.2	Na základě exhalace oxidu uhličitého .....	7
2.1.3.3	Na základě zplodin vzniklých trhací prací .....	8
2.1.3.4	Na základě vývinu prachu .....	12
2.1.3.5	Při použití mechanismů se vznětovým motorem.....	12
2.1.3.6	Podle počtu pracovníků v nejsilněji obsazené směně.....	12
2.1.4	Výpočet specifického odporu a tlakových ztrát VZT zařízení .....	12
2.1.5	Závěr popis větrání .....	13
<b>3</b>	<b>Přílohová část.....</b>	<b>14 - 24</b>

# **1 Všeobecná část**

## **1.1 Základní údaje**

Akce :	Modernizace trati Sudoměřice - Votice
Objekt:	SO 71-25-02 Tunel Mezno – ražená část
Zadavatel:	Správa železniční dopravní cesty, s.o. Stavební správa Praha Sokolovská 278 / 1995 190 00 Praha 9
Zhotovitel:	Sdružení pro projekt Modernizace trati Sudoměřice – Votice SUDOP Praha a.s. (vedoucí sdružení) Olšanská 1a 130 80 Praha 3 METROPROJEKT Praha a.s. (účastník sdružení) I. P. Pavlova 2/1786 120 00 Praha 2
Hlavní inženýr projektu.:	Ing. Miloš Krameš SUDOP Praha a.s.
Odborný garant:	Ing. Michal Gramblička SUDOP Praha a.s.
Odpovědný projektant části:	Ing Petr Sobol
Stupeň PD:	Projekt
Datum dokončení:	leden 2013



## 1.2 Použité podklady

- a) Podklady dodané zhotovitelem SUDOP Praha a.s.
  - Situace
  - Podélný profil
  - Příčné řezy technologické třídy výrubu NRTM
  - Schéma tříd NRTM
- b) Maximální nálože na jeden odpal dle raženého profilu a technologické třídy

## 1.3 Výchozí normy, předpisy, vyhlášky

- a) Zákon č. 258/2000 Sb. O ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů.
- b) Zákon č. 258/2000 Sb., O ochraně veřejného zdraví, v návaznosti na nařízení vlády ČR č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění nařízení vlády ČR č. 68/2010 Sb.
- c) Vyhláška č. 55 Českého báňského úřadu ze dne 7. 2. 1996 o požadavcích k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a bezpečnosti provozu při činnosti prováděné hornickým způsobem v podzemí, ve znění vyhlášky č. 238/1998.
- d) ON 446009 „Separátní větrání“

## 1.4 Seznam stavebních objektů řešených v této realizační dokumentaci

SO 71-25-02 Tunel Mezno, ražená část

# 2 Technická část

## 2.1 SO 71-25-02 Tunel Mezno, ražená část

### 2.1.1 Stručný popis stavebního objektu

Jedná se o modernizaci trati mezi obcemi Mezno a Střeziměř. Celková délka tunelu je 840 m. Délka ražené části je 767 m, hloubené jámy mají na vjezdu délku 48,5 m a na výjezdu 24,5 m.

Ražba tunelu bude probíhat dovrchně od výjezdového portálu směrem k vjezdovému portálu do staničení km 100,025 (cca . délky tunelu), kde je nejvyšší bod tunelu - vrcholový oblouk. Od tohoto staničení se bude pokračovat upadní ražbou, cca . délky tunelu, k vjezdovému portálu. Tunel bude ražen podle zásad nové rakouské tunelovací metody (NRTM) za použití trhacích prací.

Čelba bude členěna horizontálně a to na kalotu (horní část výrubu, rozděleného pracovní plochou přibližně uprostřed) a na jádro s počvou (boční a dolní části výrubu). Pouze v místech s nejnejpříznivějšími podmínkami bude čelba kaloty předělena přibližně na dvě stejné části se společnou střední stěnou, opatřenou příhradovým rámem, zakotvenou a zastříkanou.

Dočasné ostění - primer je tvořeno svorníky, stříkaným betonem vyztuženým ocelovými sítěmi, ocelovými příhradovými ramenáty a v úsecích ohrožených nestabilitou přístropí předraženy, nebo převrtávanými ocelovými jehlami

Trvalé ostění sekunder je tvořené vyztuženým monolitickým betonem realizovaným pomocí posuvného bednění.

### 2.1.2 Vstupní hodnoty

➤ celková délka předmětného tunelu km 100,680 - 99,840		840,00 m
➤ celková délka ražené části tunelu km 100,655 - 99,888		767,00 m
➤ horizontální členění - hrubý profil tech. třída II.	–celkový	101,68 m <sup>2</sup>
	–kalota	62,64 m <sup>2</sup>
	– jádro	39,04 m <sup>2</sup>
- hrubý profil tech. třída III.	–celkový	114,74 m <sup>2</sup>
	–kalota	63,64 m <sup>2</sup>
	– jádro	36,58 m <sup>2</sup>
	– dno	14,52 m <sup>2</sup>
- hrubý profil tech. třída IV.	–celkový	117,09 m <sup>2</sup>
	–kalota	64,84 m <sup>2</sup>
	– jádro	36,92 m <sup>2</sup>
	– dno	15,33 m <sup>2</sup>
- hrubý profil tech. třída Va.	–celkový	119,48 m <sup>2</sup>
	–kalota	34,08 m <sup>2</sup>
	–klín	31,98 m <sup>2</sup>
	– jádro	37,27 m <sup>2</sup>
	– dno	16,15 m <sup>2</sup>
- světlý profil tech. třída II.	–celkový	101,68 m <sup>2</sup>
	–kalota	59,70 m <sup>2</sup>
	– jádro	37,98 m <sup>2</sup>
- světlý profil tech. třída III.	–celkový	106,98 m <sup>2</sup>
	–kalota	59,70 m <sup>2</sup>
	– jádro	35,44 m <sup>2</sup>
	– dno	11,84 m <sup>2</sup>
- světlý profil tech. třída IV.	–celkový	107,36 m <sup>2</sup>
	–kalota	59,90 m <sup>2</sup>
	– jádro	35,50 m <sup>2</sup>
	– dno	11,97 m <sup>2</sup>
- světlý profil tech. třída Va.	–celkový	107,74 m <sup>2</sup>
	–kalota	28,11 m <sup>2</sup>
	–klín	31,98 m <sup>2</sup>
	– jádro	35,55 m <sup>2</sup>
	– dno	12,10 m <sup>2</sup>
➤ primární obezdívka	ocelový příhradový ramenát, ocelové sítě stříkaný beton	
➤ max. počet pracovníků v odvětrávané části	15 pracovníků	

Popis technologických tříd, a způsob zajištění

<b>Technologická třída:</b>	<b>2</b>	<b>celkem délka 54 m</b>
Geologie:	- nejlepších geologické podmínky	
Výstroj tunelu:	-stříkaný beton C20/25 tl. 150 mm, jedna vrstva sítě 100x100/6x6 mm, kotvy dl. 3,0 m	
Členění výrubu:	-horizontální	
<b>Technologická třída:</b>	<b>3</b>	<b>celkem délka 456 m</b>
Geologie:	- dobré geologické podmínky	
Výstroj tunelu:	- stříkaný beton C20/25 tl. 200 mm, dvě vrstvy sítě 100x100/6x6 mm, kotvy dl. 3,0 m	
Členění výrubu:	-horizontální	

<b>Technologická třída:</b>	<b>4</b>	<b>celkem délka 172 m</b>
Geologie:	- mírně zhoršené	
Výstroj tunelu:	-stříkaný beton C20/25 tl. 250 mm, dvě vrstvy sítě 100x100/6x6 mm, kotvy dl. 4,0 m	
Členění výrubu:	-horizontální	
<b>Technologická třída:</b>	<b>5a</b>	<b>celkem délka 85 m</b>
Geologie:	-nejtěžší geologické podmínky	
Výstroj tunelu:	-stříkaný beton C 20/25 tl. 300 mm, dvě vrstvy sítě 100x100/6x6 mm, kotvy dl. 4,0 m	
Členění výrubu:	-horizontální	

➤ Celkové nálože

Celkové nálože na 1 odstřel se pro výpočet větrání stanovují v těchto hodnotách:

Kalota

Postup (m)	Q kg/m <sup>3</sup>	Nálož celkem (kg)
1,0	1,1	72
1,5	1,1	107
2,0	1,2	150
2,5	1,2	188

Jádro tunelu (čelní postup ražby)

Postup (m)	Q kg/m <sup>3</sup>	Nálož celkem (kg)
2,0 (1/2 profilu)	0,62	25,0
3,0 (1/2 profilu)	0,60	36,0
4,0 (1/2 profilu)	0,50	40,0

Jádro tunelu (řadový odstřel, svislé vrtání):

Postup 4 m (1/2 profilu) celk. nálož 36 kg

Q – měrná spotřeba trhavin

Použití mechanismů se vznětovými motory

➤ Liebherr R934 B	1 ks
➤ JCB 3 CX	1 ks
➤ Nakladač VOLVO BM L 180 E	1 ks
➤ Čelní nakladač LOCUST 752	1 ks
➤ Vrtací vůz ATLAS COP.ROCKET BOOMER L2C – total	1 ks
➤ Damper VOLVO A25 CTS 6 x 6	2 ks
➤ Mobilní plošina ATLAS COP. DC 16/HL	1 ks
➤ Manipulátor pístový MEYCO, Aliva	1 ks
➤ Autodomíhávač	2 ks

### Maximální výkony dieselových motorů u předpokládaných mechanismů

➤ Liebherr R934 B	132 kW
➤ JCB 3 CX	67 kW
➤ Nakladač VOLVO BM L 180 E	148 kW
➤ Čelní nakladač LOCUST 752	84 kW
➤ Damper VOLVO A25 CTS 6 x 6	187 kW
➤ Vrtací vůz ATLAS COP.ROCKET BOOMER L2C – total	59 kW
➤ Mobilní plošina ATLAS COPCO DC 16/HL	84 kW
➤ Manipulátor pístový MEYCO, Aliva	59 kW

### Maximální současné nasazení dieselových motorů

➤ Nakladač VOLVO BM L 180 E	1 ks
➤ Damper VOLVO A25 CTS 6 x 6	2 ks
➤ Mobilní plošina ATLAS COP. DC 16/HL	1 ks
➤ Manipulátor pístový MEYCO, Aliva	1 ks
➤ Vrtací vůz ATLAS COP.ROCKET BOOMER L2C – total	1 ks

Pro výpočet potřebného množství větrů budou uvažovány pouze nejnepríznivější hodnoty z výše uvedených vstupních hodnot.

## **2.1.3 Stanovení objemového průtoku čerstvých větrů**

### **2.1.3.1 Všeobecně**

Při stanovení potřebného množství větrů se vychází z požadovaného složení důlních větrů, viz BP - vyhláška č. 55/96 § 50 odst. 1:

- kyslík O<sub>2</sub> min. 20 % obj. v důl. ovzduší,
- oxid uhelnatý CO nesmí překročit 0,003 %,
- oxid uhličitý CO<sub>2</sub> nesmí překročit 1,0 %,
- oxidy dusíku NO + NO<sub>2</sub> nesmí překročit 0,00076 %,
- sirovodík H<sub>2</sub>S nesmí překročit 0,00072 %.

### **2.1.3.2 Na základě exhalace oxidu uhličitého**

Jeden pracovník vyvine 1,5 litru CO<sub>2</sub> za minutu. Nejvyšší počet pracovníků na pracovišti – 15 což činí 1,35 m<sup>3</sup>.hod<sup>-1</sup> CO<sub>2</sub> a při součinnosti strojů pak činí celkové množství čerstvých větrů pro odvětrání:

$$Q_o = \frac{100 \cdot q}{C - C_1}$$

$$Q_B = \frac{100 \cdot 0,069715}{1,0 - 0,05} = \underline{7,33 m^3 s^{-1}}$$

q = průměrná exhalace CO<sub>2</sub> [m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>]

C = NPK [%]

C<sub>1</sub> = koncentrace CO<sub>2</sub> ve vtažných větrech [%]

### 2.1.3.3 Na základě zplodin vzniklých trhačích prací

Foukací způsob separátního větrání

$$Q_o = \frac{3 \cdot 0,349}{t} \cdot \sqrt[3]{A \cdot b \cdot S^2 \cdot L^2}$$

A = max. hmotnost odpálené trhaviny na 1 odpal [kg]

b = množství konvenčního CO na 1 kg trhaviny [m<sup>3</sup> kg<sup>-1</sup>]

S = světlý průřez díla [m<sup>2</sup>]

t = potřebná délka k odvětrání [min.]

ρ<sub>h</sub> = měrná hmotnost horniny [kg.dm<sup>-3</sup>]

L<sub>v</sub> = délka záběru

L = délka díla [m]

Tech. třída II. - horizontální členění – kalota - délka záběru 2,5 m

$$Q_C = \frac{3 \cdot 0,349}{67} \cdot \sqrt[3]{188 \cdot 0,06 \cdot 59,7^2 \cdot 524^2} = \underline{35,0 m^3 s^{-1}}$$

Výpočet doby odvětrání v závislosti na vzdálenosti mezi čelbou a portálem

$$Q_C = \frac{3 \cdot 0,349}{x} \cdot \sqrt[3]{188 \cdot 0,06 \cdot 62,34^2 \cdot 254 \div 524^2} = \underline{35,0 m^3 s^{-1}}$$

Délka tunelu [ m ]	Množství větrů [ m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	Doba větrání [ min. ]
500-524	35,0	67,0
450-500	35,0	64,0
400-450	35,0	61,0
350-400	35,0	57,0
300-350	35,0	52,0
254-300	35,0	46,0

Tech. třída III. - horizontální členění – kalota - délka záběru 2,0 m

$$Q_C = \frac{3 \cdot 0,349}{75} \cdot \sqrt[3]{150 \cdot 0,06 \cdot 59,7^2 \cdot 694^2} = \underline{35,0 m^3 s^{-1}}$$

Výpočet doby odvětrání v závislosti na vzdálenosti mezi čelbou a portálem

$$Q_C = \frac{3 \cdot 0,349}{x} \cdot \sqrt[3]{165 \cdot 0,06 \cdot 59,7^2 \cdot 64 \div 694^2} = \underline{35,0 m^3 s^{-1}}$$

Délka tunelu [ m ]	Množství větrů [ m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	Doba větrání [ min. ]
650-694	35,0	75,0
600-650	35,0	72,0
550-600	35,0	68,0
500-550	35,0	64,0
450-500	35,0	60,0
400-450	35,0	56,0
350-400	35,0	52,0
300-350	35,0	48,0
250-300	35,0	43,0
200-250	35,0	38,0
150-200	35,0	33,0
100-150	35,0	27,0
64-100	35,0	21,0

Tech. třída IV. - horizontální členění – kalota - délka záběru 1,5 m

$$Q_C = \frac{3 \cdot 0,349}{70} \cdot \sqrt[3]{107 \cdot 0,06 \cdot 59,9^2 \cdot 744^2} = \underline{35,0 m^3 s^{-1}}$$



Výpočet doby odvětrání v závislosti na vzdálenosti mezi čelbou a portálem

$$Q_c = \frac{3 \cdot 0,349}{x} \cdot \sqrt[3]{107 \cdot 0,06 \cdot 59,5^2 \cdot 34 \div 744^2} = \underline{35,0 m^3 s^{-1}}$$

Délka tunelu [ m ]	Množství větrů [ m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	Doba větrání [ min. ]
700-744	35,0	70,0
650-700	35,0	67,0
600-650	35,0	64,0
550-600	35,0	60,0
500-550	35,0	57,0
450-500	35,0	54,0
400-450	35,0	51,0
350-400	35,0	46,0
300-350	35,0	42,0
250-300	35,0	38,0
200-250	35,0	34,0
150-200	35,0	30,0
100-150	35,0	24,0
50-100	35,0	19,0
34-50	35,0	12,0

Tech. třída Va. - horizontální členění - kalota - délka záběru 1,0 m

$$Q_c = \frac{3 \cdot 0,349}{42} \cdot \sqrt[3]{72 \cdot 0,06 \cdot 31,98^2 \cdot 767^2} = \underline{45,0 m^3 s^{-1}}$$

$$Q_c = \frac{3 \cdot 0,349}{x} \cdot \sqrt[3]{107 \cdot 0,06 \cdot 59,5^2 \cdot 34 \div 744^2} = \underline{35,0 m^3 s^{-1}}$$

Délka tunelu [ m ]	Množství větrů [ m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	Doba větrání [ min. ]
750-767	35,0	42,0
694-750	35,0	40,0
224-254	35,0	20,0
0-64	35,0	8,0

Vypočtené množství čerstvých větrů platí pouze za předpokladu, že vzdálenost luteného tahu od čelby bude vyhovovat předepsanému vztahu:

Foukací způsob

$$L = 3,5 \div 4,5 \cdot \sqrt{59,70} = \underline{27,0 \div 35,0 m}$$

#### 2.1.3.4 Na základě vývinu prachu

$$Q_0 = \frac{4 \cdot d \cdot S \cdot g}{NPK}$$

d = vzdálenost luten od čelby [m]

g = předpokládaný vývin prachu [mg.m<sup>-3</sup>]

S = světlý průřez díla [m<sup>2</sup>]

NPK = nejvyšší přípustná koncentrace prachu [mg.m<sup>-3</sup>]

Horizontální členění – kalota

$$Q_D = \frac{4,0 \cdot 35 \cdot 59,7 \cdot 20}{2} = 83860 m^3 hod^{-1} = \underline{23,3 m^3 \cdot s^{-1}}$$

Horizontální členění – jádro

$$Q_D = \frac{4,0 \cdot 35 \cdot 37,98 \cdot 20}{2} = 53172 m^3 hod^{-1} = \underline{14,8 m^3 \cdot s^{-1}}$$

### 2.1.3.5 Při použití mechanismů se vznětovým motorem

- Nakladač VOLVO BM L 180 E při nakládání na čelbě - 70% max. výkonu 103,6 kW  
 $Q_E = 4 \cdot 103,6 = 414,4 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} = \underline{6,9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}}$
- Dempr stojí na čelbě při nakládání –volnoběh - 20% max. výkonu 37,4 kW  
 $Q_E = 4 \cdot 37,4 = 149,6 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} = \underline{2,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}}$
- Dempr plně naložený vyjíždí dovrchně z tunelu - 75% max. výkonu 140,25 kW  
 $Q_E = 4 \cdot 140,25 = 561 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} = \underline{9,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}}$
- Dempr prázdný zajiždí na čelbu - 50% max. výkonu 93,50 kW  
 $Q_E = 4 \cdot 93,50 = 374 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} = \underline{6,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}}$
- Mobilní plošina 70% max. výkonu 58,8 kW  
 $Q_E = 4 \cdot 58,8 = 352,8 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} = \underline{5,9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}}$
- Vrtací vůz ATLAS COP.ROCKET BOOMER L2C - při práci je napojen na pohon elektro
- Manipulátor pístový MEYCO, Aliva při práci na čelbě - 80% max. výkonu 47,2 kW  
 $Q_E = 4 \cdot 47,2 = 188,8 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} = \underline{3,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}}$

$$\Sigma Q_E = 6,9 + 2,5 + 9,4 + 6,2 + 5,9 + 3,1 = \underline{34,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}}$$

### 2.1.3.6 Podle počtu pracovníků v nejsilněji obsazené směně

$$Q_0 = 0,1 \cdot n$$

$$Q_F = 0,1 \cdot 15 = \underline{1,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}}$$

n = nejvyšší počet pracovníků ve směně

### 2.1.4 Výpočet specifického odporu a tlakových ztrát VZT zařízení

Schéma větracího zařízení



Měrný odpor na vstupu

$$\Delta p_{vstup} = \lambda \cdot \frac{\gamma}{2} \cdot v^2 = 1 \cdot \frac{1,2}{2} \cdot 17,1^2 = \underline{175,46 Pa} \Rightarrow R = \frac{\Delta p_{vstup}}{Q^2} = \frac{175,5}{34,4^2} = \underline{0,15 k\mu}$$

Lutnový tah flexibilní nevyztužený o průměru 1600 mm a délky 840 m

$$R_{2000} = 0,81057 \cdot \lambda \cdot \frac{\gamma}{S^5} \cdot L = 0,81057 \cdot 0,0198 \cdot \frac{1,2}{1,6^5} \cdot 840 = \underline{1,54 k\mu}$$

Celkový odpor a tlakový spád na straně výtaku

$$\Sigma R_{výtak} = R_{tl} + R_{1400} = 0,15 + 1,54 = \underline{1,69 k\mu}$$

$$\Delta p = R \cdot Q^2 = 1,69 \cdot 34,4^2 = \underline{1999 Pa}$$

### 2.1.5 Závěr - popis větrání

Na základě vstupních jednání, dodaných podkladů a provedených výpočtů je při ražení předmětného tunelu navrženo následující odvětrání.

#### Horizontální členění - větrání separátní foukací

- Odvětrání bude zajištěno ventilátorem Korfmann AL14–950/250, umístěným v předportáli
- Vedení větrů je realizováno pomocí lutnového tahu flexibilního nevyztuženého o průměru 1600 mm.
- Nucené větrání musí být zřízeno před zahájením trhacích prací, nejpozději však po vyražení patnácti metrů.
- Vzdálenost luten od čelby kaloty při horizontálním členění je při foukacím způsobu separátního větrání stanovena na 35,0 m.
- Čekací doba po trhací práci je odvislá od velikosti nálože a délky tunelového tubusu tj. vzdálenosti portálu od čelby. Délka čekací doby se pohybuje v rozmezí mezi 46 a 76 min. při ražbě v tech. třídě II., v rozmezí mezi 21 a 75 min. při ražbě v tech. třídě III., v rozmezí mezi 12 a 70 min. při ražbě v tech. třídě IV a v rozmezí mezi 8 a 42 min. při ražbě v tech. třídě Va., (viz tabulka výpočtů doby odvětrání str. 8 a 11 projektu větrání).
- Prodlužování je prováděno tak, aby byla dodržena max. vzdálenost luten od čelby.
- Zavěšování bude prováděno na ocelové lanko uchycené k primární výztuži.
- Spojování a těsnění lutnového tahu musí být realizováno tak, aby nedocházelo k větrným ztrátám.
- Montáž lutnového tahu musí být plynulá, bez přesahů ve spojích mezi jednotlivými lutnami a bez zbytečných netěsností. Veškerá kolena a odbočení musí být též plynulá bez ostrých hran, aby nedocházelo k neúměrným ztrátám a větším odporům.

- Vzhledem k tomu, že ventilátory překračují povolené hladiny hluku musí být ochráněny proti vyzařování hlukových emisí a to jak vzhledem ke komunálnímu tak i pracovnímu prostředí (ventilátor Korfmann AL14–950/250).

### 3 Přílohová část

Seznam příloh:

1. Pracovní diagram ventilátoru Korfmann AL14–950/250
2. Situace
3. Podélný řez
4. Příčné řezy
5. Schéma odvětrání – horizontální členění

Vypracoval: Ing. Petr Sobol

Datum: 25.01.2013

Ing. Petr S O B O L  
*projekce větrání  
podzemních pracovišť*

  
.....  
RAZÍTKO A PODPIS

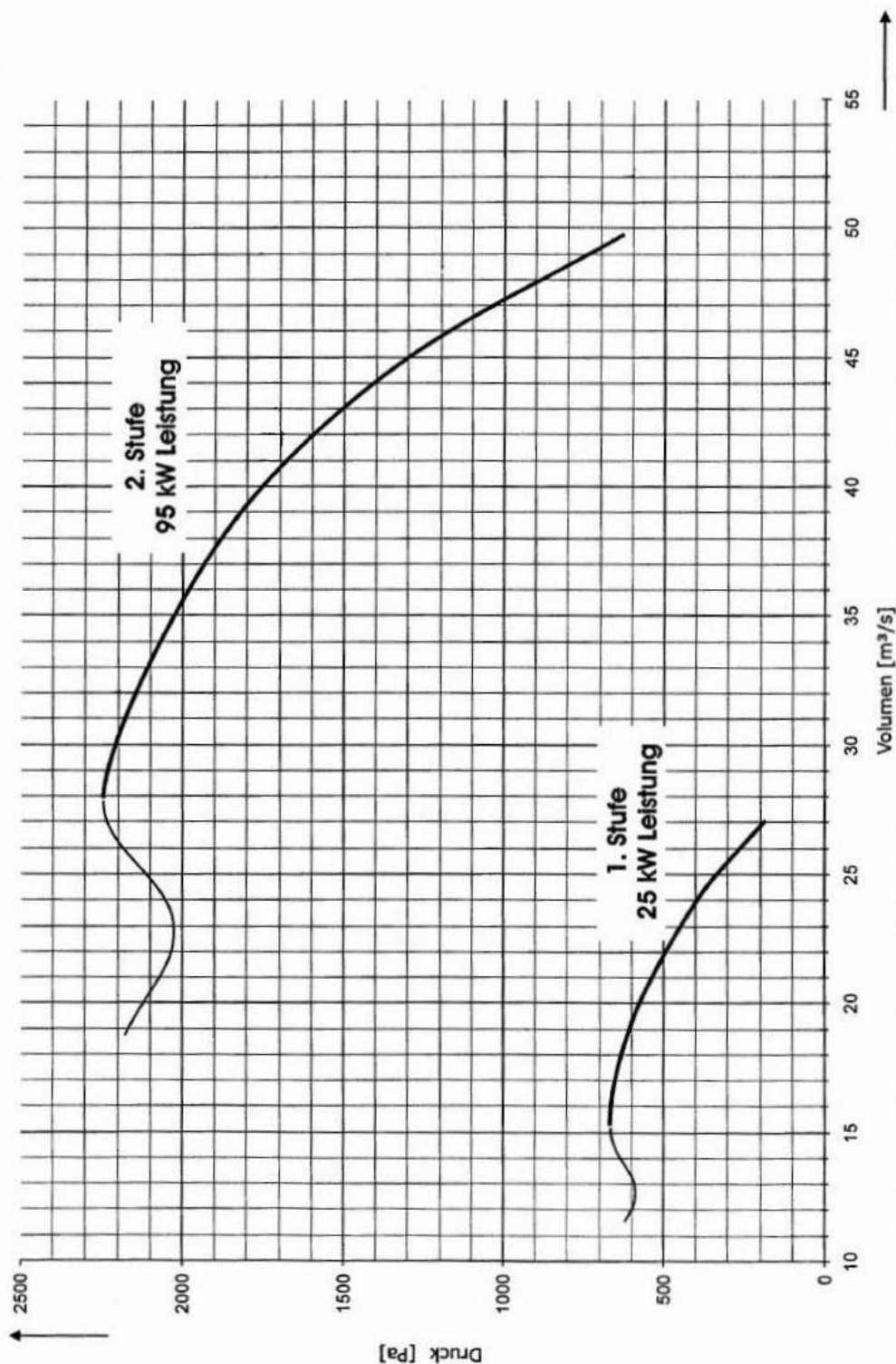
VÝKONOVÉ SCHÉMA pro ventilátorovou stanici AL14-950/250 s jednou ventilátorovou jednotkou



**Kofmann**  
Lufttechnik GmbH

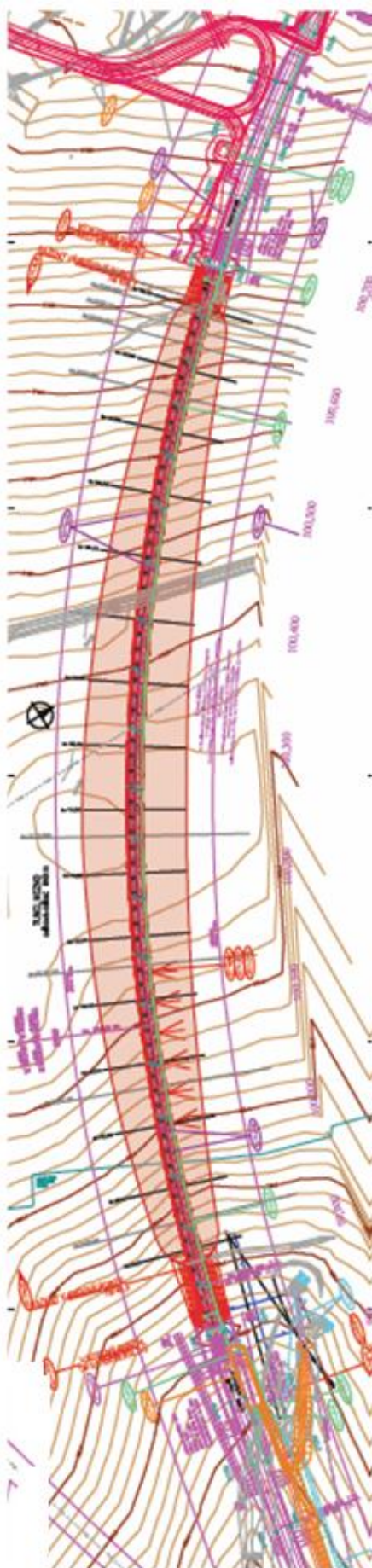
**Kennlinien Axialventilat**  
Characteristic Axial Flow Fan  
*Characteristic Axioux*

AL 14 -950/250  
Ø 1400 ; 95/25 kW

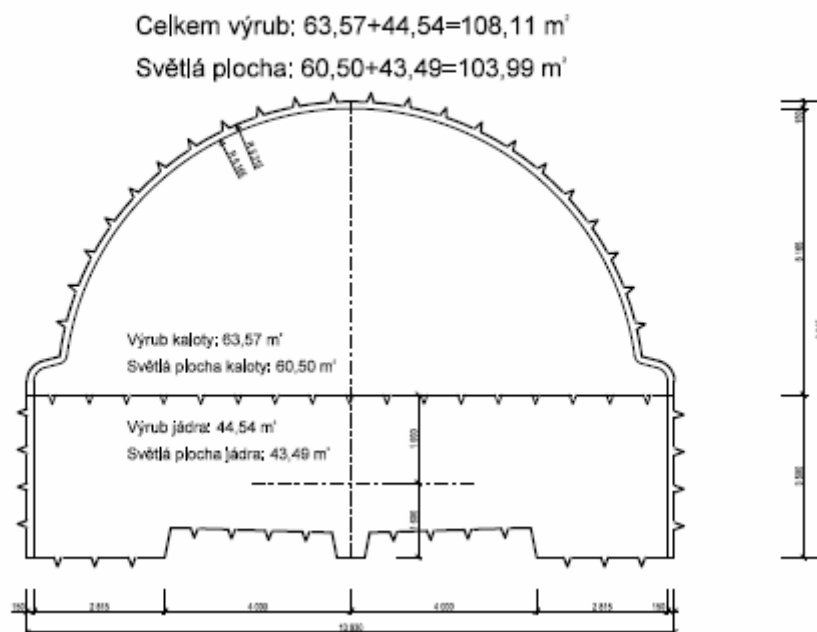
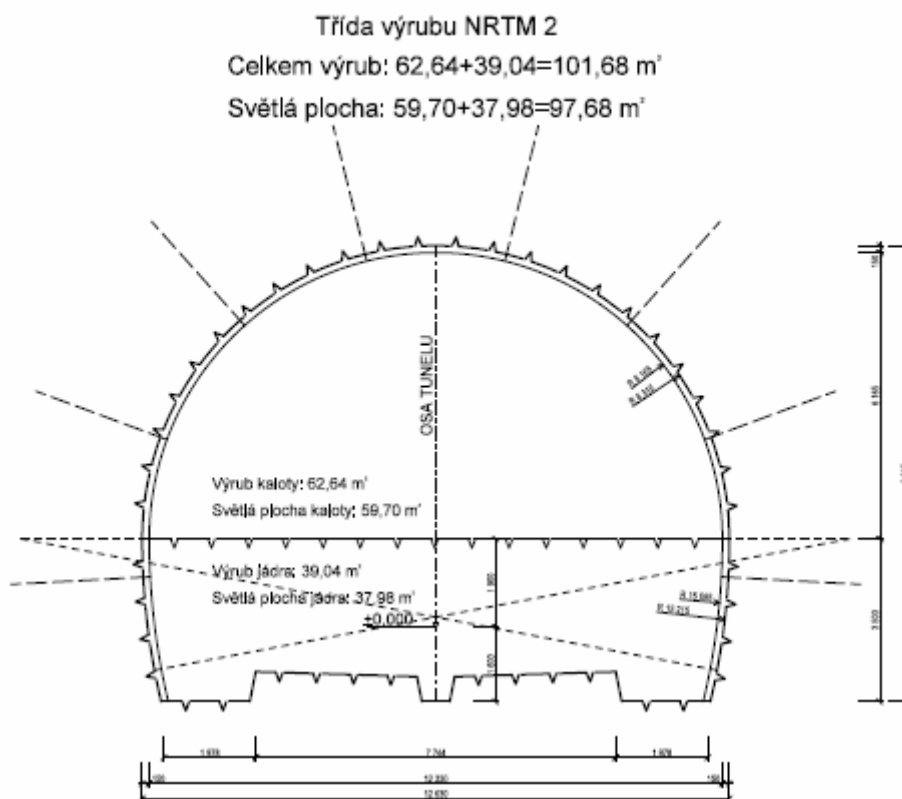


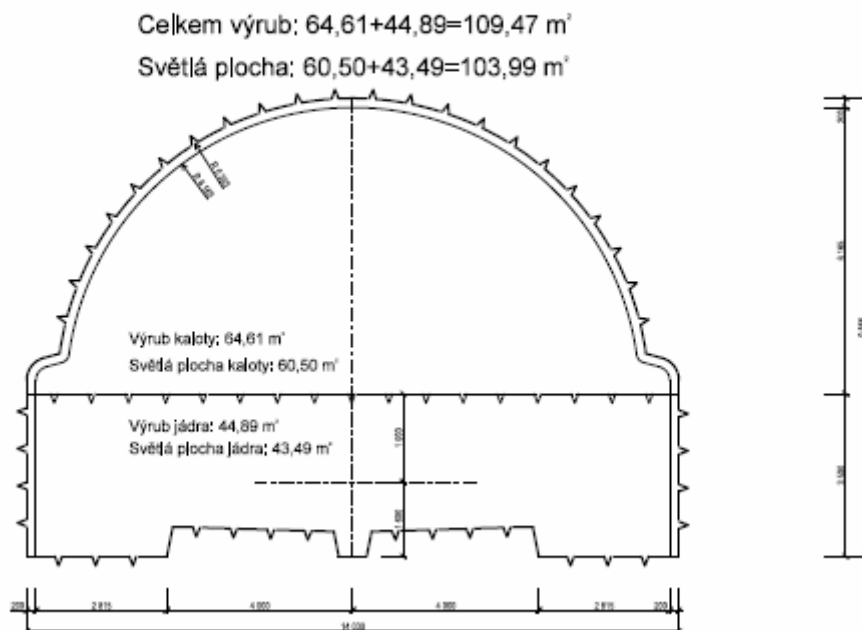
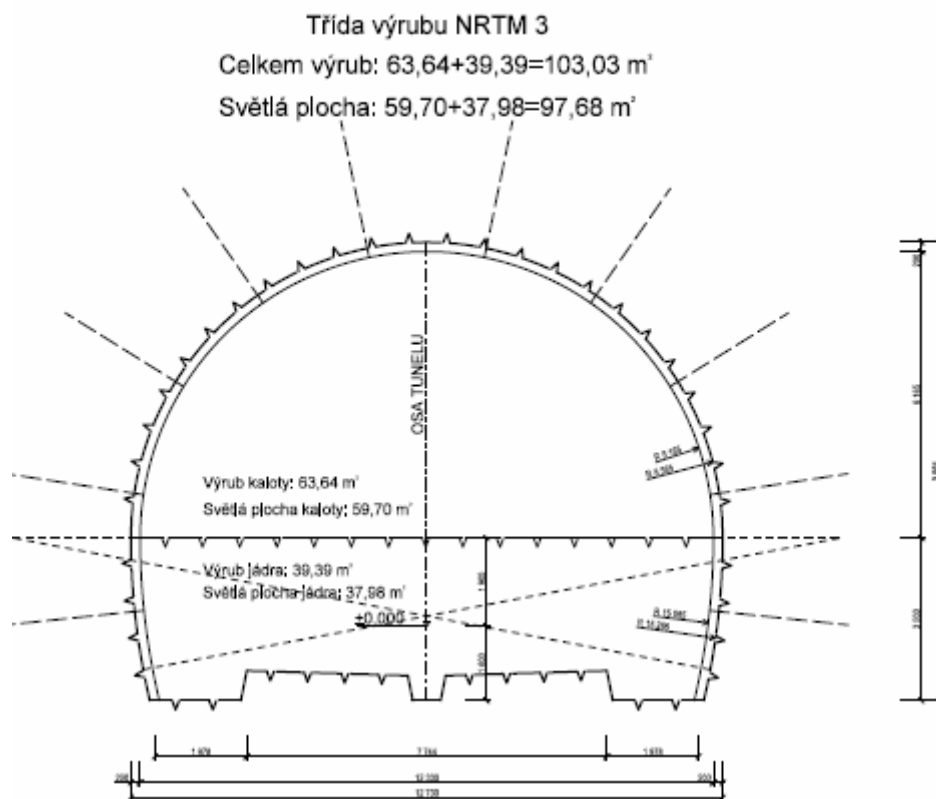


## SITUACE





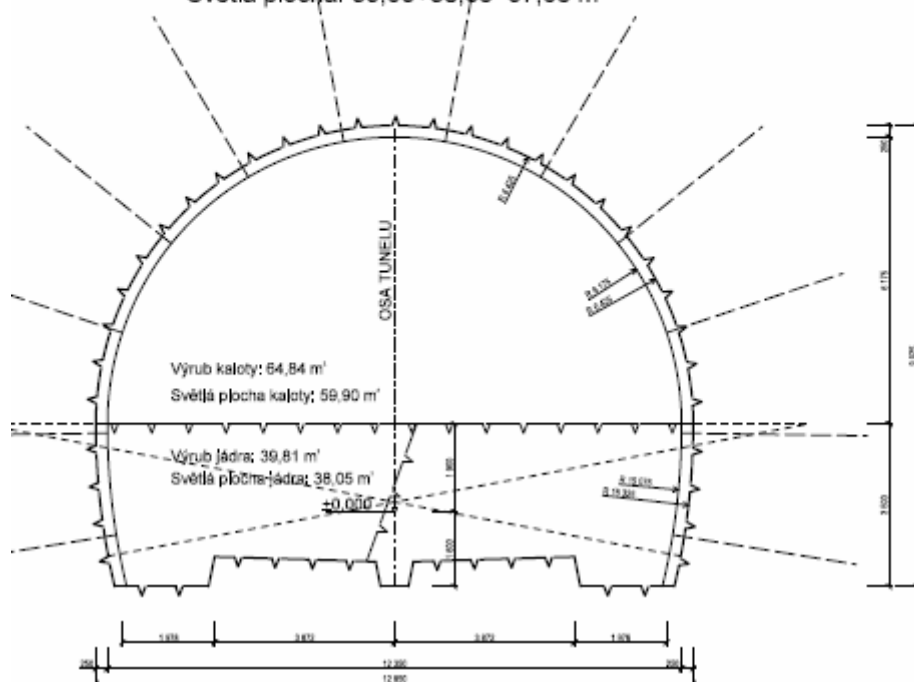




Třída výrubu NRTM 4

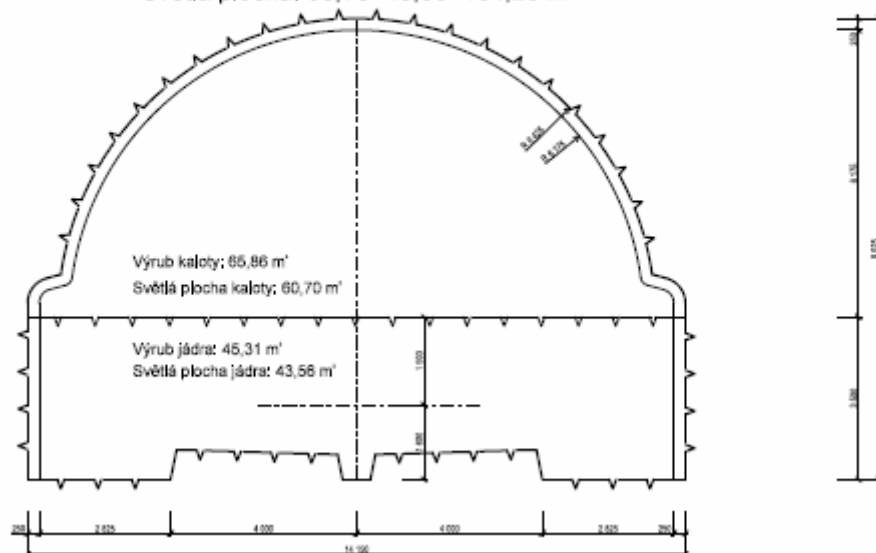
Celkem výrub:  $64,84 + 39,81 = 104,65 \text{ m}^2$

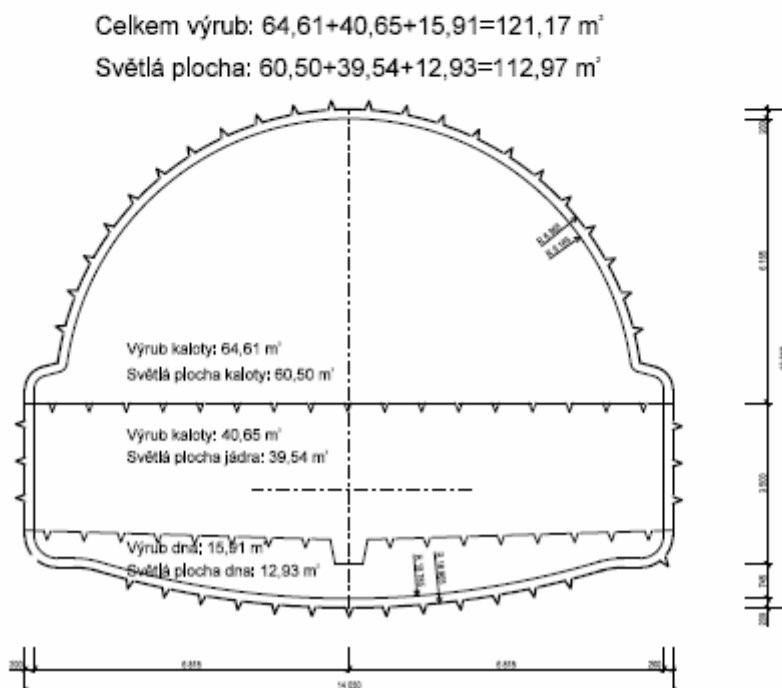
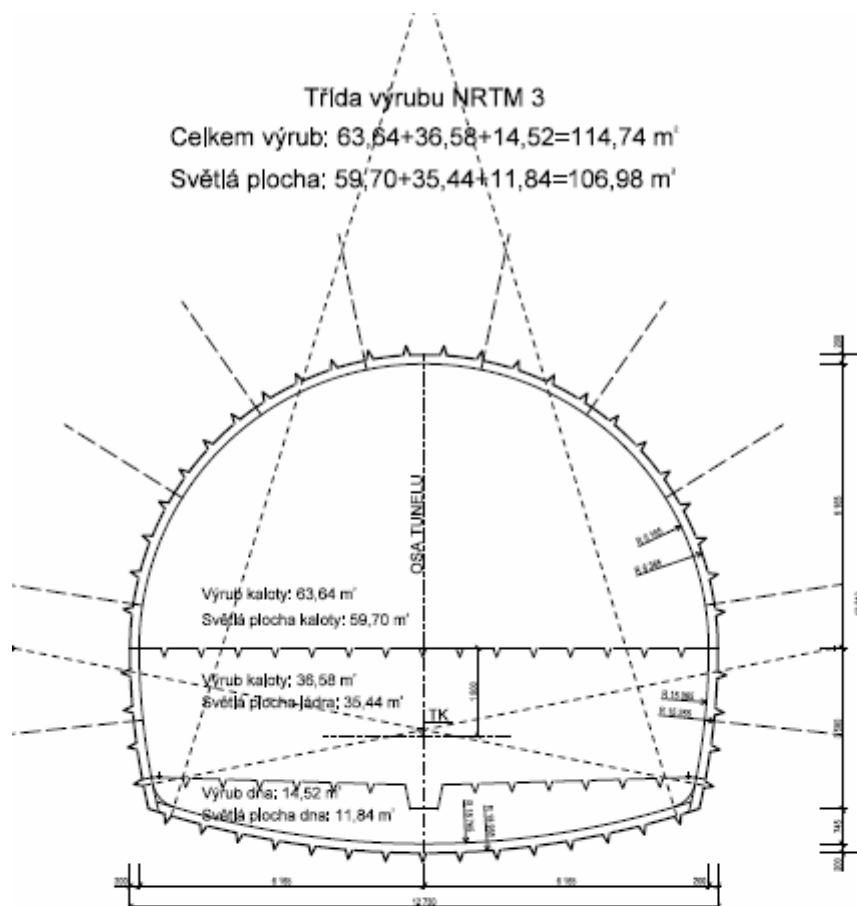
Světlá plocha:  $59,90 + 38,05 = 97,95 \text{ m}^2$



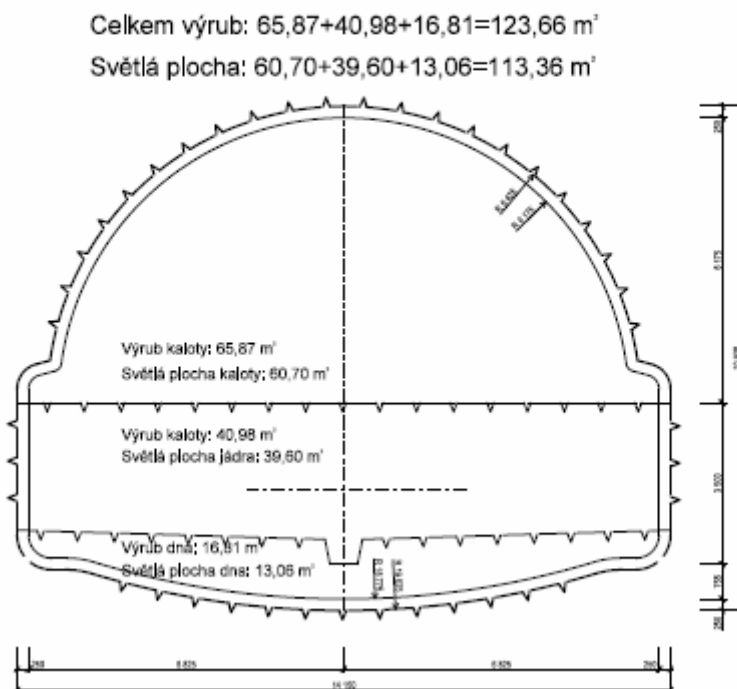
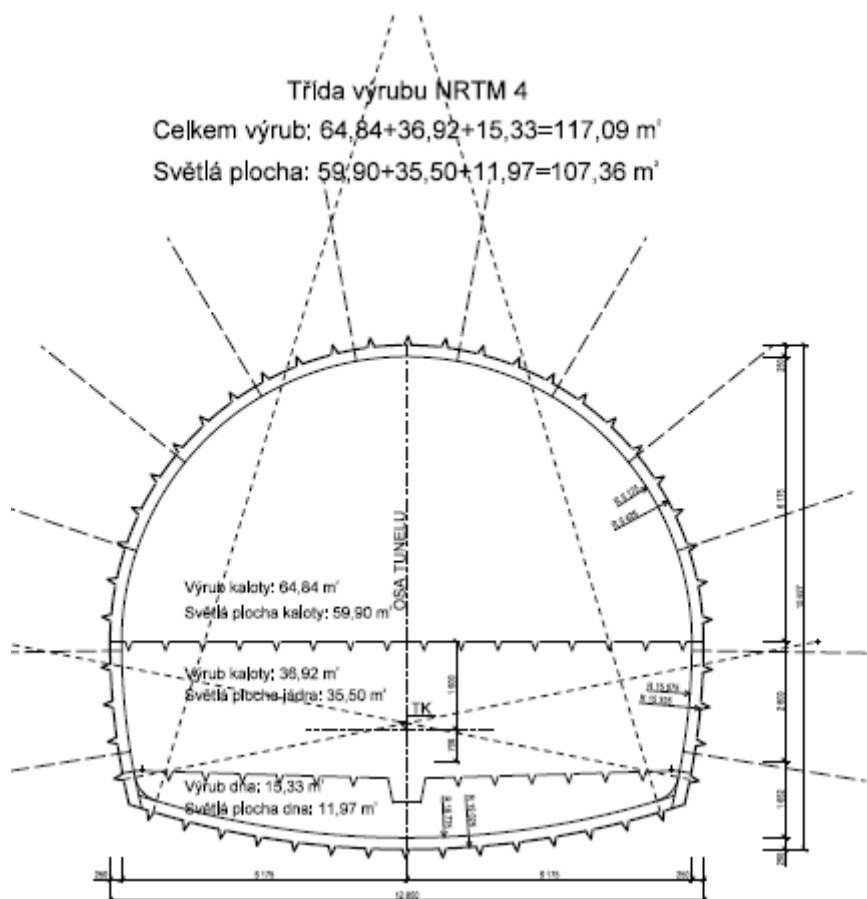
Celkem výrub:  $65,86 + 45,31 = 111,17 \text{ m}^3$

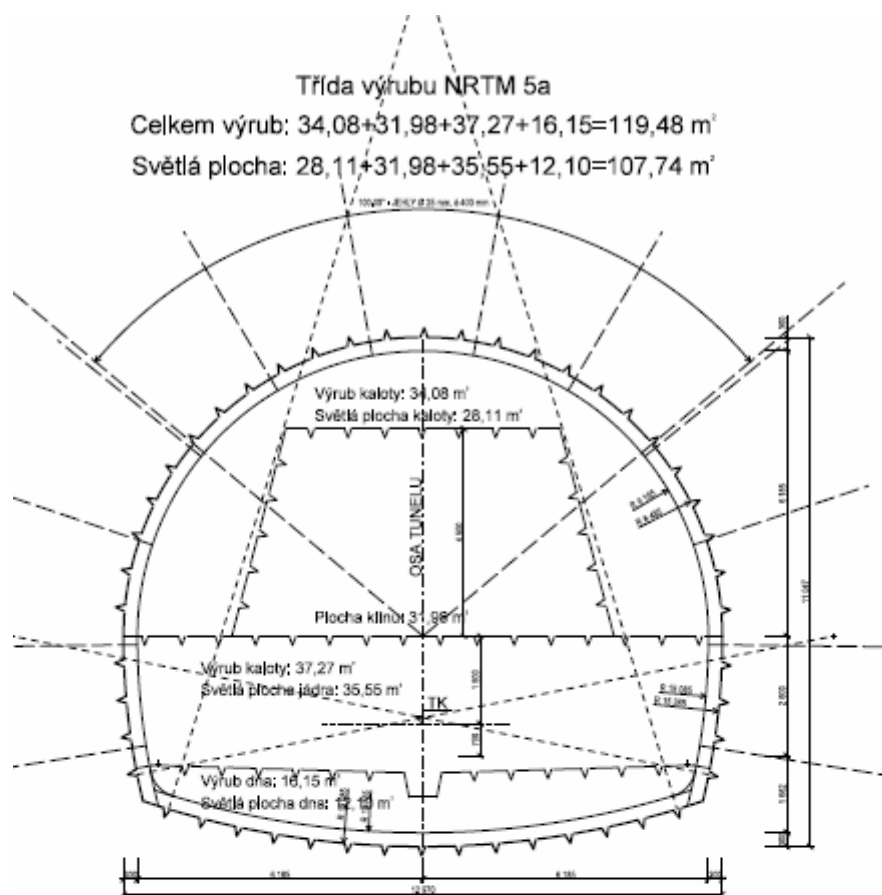
Světlá plocha:  $60,70 + 43,56 = 104,26 \text{ m}^2$





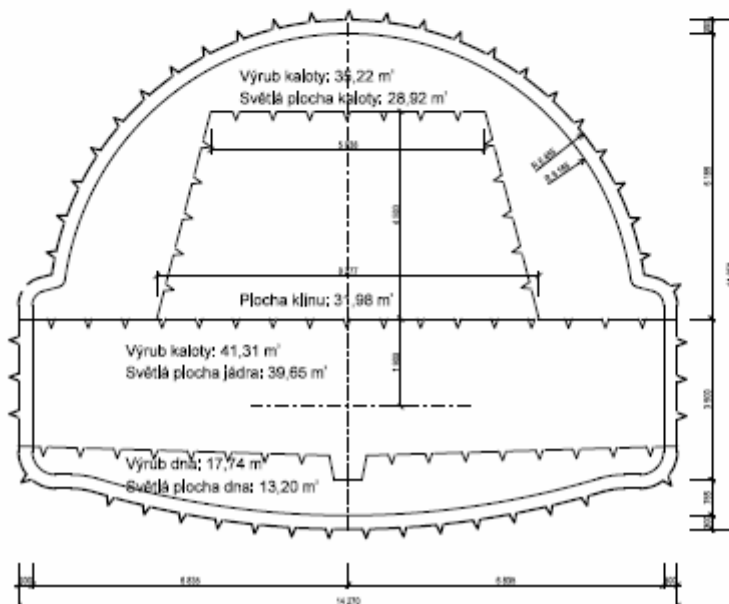






Celkem výrub:  $35,22+31,98+41,31+17,74=126,25 \text{ m}^2$

Světlá plocha:  $28,92+31,98+39,65+13,20=113,76 \text{ m}^2$



## SCHÉMA ODVĚTRÁNÍ

