

Paré:


Orientační schéma:

Razítko oprávněné osoby:

Podpis:

Datum:

Revize:	Datum:	Popis:	Kontroloval:
001	16. 10. 2023	Studie po připomínkách	M. Hnilička

Stavebník / investor:	Správa železnic, státní organizace		SPRÁVA ŽELEZNIC
Adresa:	Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1		
Zástupce investora:	Stavební správa západ		
Adresa:	Ke Štvanici 656/3, 186 00 Praha 8		

Zhotovitel díla:	Společnost „SP + SEU + Mott Nemaše DÚR, DSP“, správce SUDOP PRAHA a.s.			M MOTT MACDONALD
Adresa:	Olšanská 1a, 130 00 Praha 3			
Kontakt:	T: +420 267 094 111 E: praha@sudop.cz			
Zhotovitel části / objektu:	Mott MacDonald CZ, spol. s r.o.			M MOTT MACDONALD
Adresa:	Národní 984/15, 110 00 Praha 1			
Kontakt:	T: +420 221 412 800 E: czech@mottmac.com			
Hlavní projektant (HIP):	Ing. Miloš Krameš	Specialista:	Ing. Petr Makásek Ph.D.	

Název stavby / akce:	MODERNIZACE TRATI NEMANICE I - ŠEVĚTÍN, ČÁST B			Označení (S-kód):	S631500294
				Zakázka:	20-185.201
Název části:	Tunely			Označení části:	D.2.1.7
Název objektu:	Studie změny způsobu provádění ražby tunelů z nové rakouské tunelovací metody na ražbu pomocí razicích štítů TBM			Číslo objektu / komplexu:	-
Název přílohy:	Technická zpráva			Číslo přílohy:	1 . 001
Název dílčí části přílohy:					
Odpovědný projektant:	Zpracovatel přílohy:	Měřítka:	Stupeň dokumentace: STUDIE		
Ing. Petr Makásek Ph.D.	Ing. Petr Makásek	Formáty: 58 x A4			
Kraj:	Katastrální území:	TUDU:	Smluvní datum zpracování: 05/2023		
Jihočeský	viz textová část	viz textová část			
S-kód:	Stupeň dokumentace:	Část:	Objekt:	Podobjekt:	Příloha:
S 6 3 1 5 0 0 2 9 4	- - - - -	D 2 1 0 7	- - - - -	- - - - -	1 0 0 1

Mott Mac Donald
Národní 984/15
110 00
Praha 1

T + 420 221 412 800
mottmac.com

Studie změny způsobu provádění ražby tunelů z nové rakouské tunelovací metody na ražbu pomocí razicích štítů TBM

Technická zpráva

Záznam o vydání a revizích

Revize	Datum	Vypracoval	Kontroloval	Schválil	Popis
P01	05/2023	PM	MH	PM	koncept
001	10/2023	PM	MH	PM	čistopis

Document reference: | - |

Třída informací: Standardní

Tento dokument je vydán pro stranu, která si jej objednala a pouze pro specifické účely spojené s výše uvedeným projektem. Nesmí být využíván jinou stranou ani k jinému účelu.

Nepřijímáme žádnou odpovědnost za důsledky používání tohoto dokumentu jinou stranou nebo jeho používání k jinému účelu. Nepřijímáme žádnou odpovědnost za jakékoli chyby nebo opomenutí způsobená chybami nebo opomenutími v datech, které nám dodaly jiné strany.

Tento dokument obsahuje důvěrné informace a proprietární duševní vlastnictví. Bez našeho svolení a svolení strany, která si jej objednala, nesmí být poskytnut jiným stranám.

Obsah

1.	SEZNAM ZKRATEK	1
2.	IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE	1
3.	VÝKRESOVÉ PŘÍLOHY	2
4.	ZADÁNÍ STUDIE	3
5.	POPIS PROJEKTU PDPS	4
5.1.	Hosínský tunel	4
5.2.	Chotýčanský tunel	5
6.	POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ	6
6.1.	Základní charakteristika navržených variant	6
6.1.1.	Varianta 1 „dvoukolejný tunel“	6
6.1.2.	Varianta 2 „s příčkou bez dveří“	7
6.1.3.	Varianta 3 „s příčkou s dveřmi“	8
6.2.	Vzorové příčné řezy – ražený tunel TBM	9
6.2.1.	Porovnání příčných řezů raženého tunelu	10
6.3.	Technologické vybavení v tunelu	11
6.3.1.	Trakční vedení	11
6.3.2.	Zabezpečovací zařízení	11
6.3.3.	Silnoproudé technologie	11
6.3.4.	Osvětlení	12
6.3.5.	Sdělovací zařízení	12
6.3.6.	Místní kabelizace	12
6.3.7.	Kamerový systém	12
6.3.8.	PZTS, EPS, LIDAR	13
6.3.9.	Dálkový kabel, dálkový optický kabel, závěsný optický kabel	13
6.3.10.	Přenosový systém	13
6.3.11.	Radiové systémy	13
6.4.	Ověření dimenze střední příčky	14
6.5.	Shrnutí aerodynamického posouzení	15
6.5.1.	Závěrečné poznámky	15
6.5.2.	Doporučení	16
6.6.	Únikové cesty	17
6.6.1.	Únikové cesty v tunelu	17
6.6.2.	Ústí únikové cesty / technologické štoly na portálech	20
6.6.3.	Vjezdový portál Hosínského tunelu	20
6.6.4.	Výjezdový portál Hosínského tunelu	21

6.6.5.	Vjezdový portál Chotýčanského tunelu	22
6.6.6.	Výjezdový portál Chotýčanského tunelu	23
6.6.7.	Shrnutí únikových cest / technologických štol	25
6.7.	Větrání v tunelu	26
6.7.1.	Větrání projektu PDPS	26
6.7.2.	Koncepce větrání alternativních variant	26
6.8.	Posouzení z pohledu požární ochrany	27
6.8.1.	Celkové zhodnocení varianty 1	27
6.8.2.	Celkové zhodnocení varianty 2	27
6.8.3.	Celkové zhodnocení varianty 3a resp. 3b	27
6.8.4.	Závěrečné zhodnocení	27
6.9.	Technologie ražby TBM	28
6.9.1.	Stroj TBM	28
6.9.2.	Specifikace tunelového ostění (VARINATA 2, 3b)	28
6.9.3.	Geotechnická rizika	28
6.10.	Zahájení ražeb, zařízení staveniště	30
6.10.1.	Logistika betonových segmentů	33
6.10.2.	Výstavba integrované štoly	33
6.11.	Využití rubaniny do násypu mezi tunely	35
6.11.1.	Rubanina z horninového prostředí (otevřený mód ražby)	35
6.11.2.	Rubanina ze zeminového prostředí (uzavřený mód EPB)	37
6.11.3.	Využití rubaniny z Hosínského a Chotýčanského tunelu	38
6.11.4.	Závěr z vyjádření geologa stavby k využití rubaniny	39
6.11.5.	Porovnání objemu rubaniny pro účel harmonogramu	40
6.12.	Dopad na kolejové řešení	41
6.13.	Harmonogram výstavby	44
6.13.1.	Předpokládané parametry mechanizované ražby	44
6.13.2.	Transport rubaniny a přesun stroje mezi tunely	44
6.13.3.	Předpokládané souběhy stavebních činností	46
6.13.4.	Ostatní ovlivňující činnosti	46
6.13.5.	Harmonogram – varianta A	47
6.13.6.	Harmonogram – varianta B	48
6.13.7.	Porovnání variant harmonogramu s PDPS	49
6.13.8.	Celková doba výstavby	49

7. PŘÍLOHY

50

1. SEZNAM ZKRATEK

TM	tunel metry, lokální staničení osy pro účel ražby
HPV	hladina podzemní vody
SO	stavební objekt
ZS	zařízení staveniště

2. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Stavba	„Modernizace trati Nemanice I – Ševětín, část B“		
Stupeň dokumentace	Studie		
ISPROFIN / S-kód	327 360 4901 / S631500294		
Část dokumentace	D.2.1.7		
Objekt	SO 38-25-50	Hosínský tunel	
	SO 38-25-70	Chotýčanský tunel	
	-		
Místo stavby	Jihočeský kraj obec: České Budějovice a Hrdějovice trať České Budějovice – Benešov u Prahy – Praha		
Zařazení v drážní síti	tratě: 280 00 České Budějovice – Benešov u Prahy 220 00 Nemanice – Plzeň hl. n.		
Stávající vlastník	Správa železnic, státní organizace		
Nový vlastník	Správa železnic, státní organizace		
Provozovatel/Správce	Správa železnic, státní organizace, Oblastní ředitelství Plzeň		
Objednatel dokumentace	Správa železnic, státní organizace		
Korespondenční adresa objednatele	Správa železnic, státní organizace Stavební správa západ Ke Štvanici 656/3, 186 00 Praha 8		
Odpovědná osoba objednatele	Ing. Marek Zeman, tel. 725 444 352, ZemanMa@spravazeleznic.cz		
Zhotovitel dokumentace	Společnost „ SP + SEU + MOTT_NemaŠe_DÚR, DSP “ s těmito společníky: SUDOP PRAHA a.s. Olšanská 2643 / 1, 130 80 Praha 3 SUDOP EU a.s. Olšanská 2643 / 1,		

	130 80 Praha 3 Mott MacDonald CZ, spol s r. o. Národní 984/15, 110 00 Praha 1
Hlavní inženýr projektu	Ing. Miloš Krameš, Autorizovaný inženýr pro dopravní stavby, č.0006917 tel: 267 094 164, milos.krames@sudop.cz
Projektant studie	Mott MacDonald CZ, SUDOP PRAHA a.s.
Odpovědný projektant objektu	Ing. Petr Makásek Ph.D. Autorizovaný inženýr pro geotechniku, č. 0011831 tel. 601 394 062, petr.makasek@mottmac.com
Kontroloval	Ing. Petr Makásek, Ing. Michal Hnilička
Vypracoval	Mott MacDonald: Tunely, koordinace: Ing. Petr Makásek Ph.D., Ing. Michal Hnilička
	SUDOP Praha: Únikové cesty: Ing. Jakub Střížík, Ing. Marcel Poštek Kolejové vedení: Ing. Eva Syrová Geologický posudek rubaniny: RNDr. František Dragoun
	Tunguard s.r.o.: Posouzení větrání a aerodynamické posouzení: Ing Očkaják, Ing. Petr Pospíšil, Dr. Bernd Hagenah
	FBI VŠB – TÚO: Požární ochrana: doc. Ing. Petr Kučera, Ing. Bradáčová, CSc., prof. Dr. Aleš Dudáček

3. VÝKRESOVÉ PŘÍLOHY

02_001	Hosínský tunel - Celková situace
02_002	Chotýčanský tunel - Celková situace
02_003	Vzorové příčné řezy - ražený tunel
02_004	Vzorové příčné řezy - hloubený tunel + štola
02_010	Hosínský tunel - Schéma - Varianta 1
02_011	Hosínský tunel - Schéma - Varianta 2
02_012	Hosínský tunel - Schéma - Varianta 3a
02_013	Hosínský tunel - Schéma - Varianta 3b
02_014	Chotýčanský tunel - Schéma - Varianta 1

02_015	Chotýčanský tunel - Schéma - Varianta 2
02_016	Chotýčanský tunel - Schéma - Varianta 3a
02_017	Chotýčanský tunel - Schéma - Varianta 3b
02_020	Únikové cesty - Varianta 1
02_021	Únikové cesty - Varianta 2 - list 1 z 2
02_022	Únikové cesty - Varianta 2 - list 2 z 2
02_023	Únikové cesty - Varianta 3a
02_024	Únikové cesty - Varianta 3b
02_030	Vjedový portál - Hosínský tunel
02_031	Výjezdový portál - Hosínský tunel
02_032	Vjezdový portál - Chotýčanský tunel
02_033	Výjedový portál - Chotýčanský tunel
02_040	Posun raženého výjezdového portálu - Hosínský tunel
02_050	Situace zařízení staveniště
02_060	Harmonogram výstavby tunelů

4. ZADÁNÍ STUDIE

Porovnání technických a ekonomických dopadů změny způsobu provádění ražby tunelu z nové rakouské tunelovací metody na ražbu pomocí razicích štítů TBM.

V rámci průkazu se předpokládá prověření celkem tří možných TBM variant řešení tunelů:

1. jeden dvoukolejný TBM s neprůchozí příčkou + propojení do únikové chodby pod kolejemi; *(ve studii označována jako varianta 2)*
2. jeden dvoukolejný TBM (bez příčky) + propojení do únikové chodby pod kolejemi; *(ve studii označována jako varianta 1)*
3. jeden dvoukolejný TBM s průchozí příčkou s únikovými dveřmi (požární uzávěry) a ventilací oddělených částí TT v případě požáru *(ve studii označována jako varianta 3)*

Porovnání technických a ekonomických dopadů bude zahrnovat:

- návrh technického řešení variant na úrovni studie, výpočet střední příčky (náraz, požár), prodloužení ražby na výjezdovém portálu Hosínského tunelu => redukce zajištění stav. jámy, požárně bezpečnostní řešení – základní koncepce pro posouzení variant a relevantnosti návrhu, + konzultace – požární vodovod, ventilace;
- projednání technického řešení v rámci Správy železnic, HZS JČ a se stavebním úřadem;

- konzultace navržených variant řešení s výrobcí TBM (konzultace k velikosti a typu TBM, jeho výrobě a dalším požadavkům na přípravu stavby) a se zhotoviteli (použití TBM, uspořádání ZS, přístupy, cena ražby);
- v rámci řešení portálů bude prověřeno vyústění chodby do prostoru plochy IZS, únik přes pozemní objekt, logistika TBM segmentů, plochy ZS, organizace výstavby (vstupy pro ZOV), předpokládaný HMG výstavby tunelových částí, vypracování rozdílového výkazu výměr + základní nacenění dle cenových ukazatelů.

Prověření využitelnosti vyrubaného materiálu pomocí razících štítů.

Předpokládaný návrh časového harmonogramu přípravy a realizace stavby vycházející z jednotlivých variant TBM řešení tunelů spolu s očekávanou finanční náročností změny projektu v rámci projektantem doporučené varianty.

5. POPIS PROJEKTU PDPS

Úsek Nemanice I – Ševětín je dlouhý zhruba 17 km, a kromě mnoha dalších staveb obsahuje dva významné tunelové objekty: Chotýčanský tunel délky 4806 m a Hosínský tunel délky 3120 m. Harmonogram projektové přípravy je následující:

Dokumentace DÚR	06/2011
vydáno územní rozhodnutí	09/2019
Dokumentace DSP	06/2021
Dokumentace PDPS	11/2022

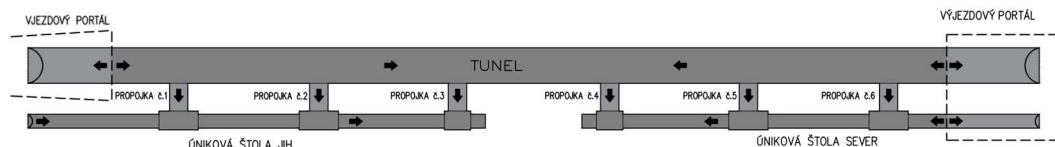
5.1. Hosínský tunel

Hosínský tunel je navržen v celkové délce 3120 m (délka v ose tunelu). Z toho je hloubený tunel vjezdového portálu dlouhý 144 m (TM 0 – 144), ražený tunel 2808 m (TM 144 – 2952) a hloubený tunel výjezdového portálu 168 m (TM 2952 - 3120).

Z důvodu bezpečnosti jsou pro únik osob při mimořádné události navrženy dvě paralelní únikové štoly propojené s tunelem propojkami ve vzájemné vzdálenosti do 500 m.

Úniková štola jih je dlouhá 1363,907 m a je rozdělena na hloubený portál délky 6,176 (TM_{JÚŠ} 0 – TM_{JÚŠ} 6,176) a raženou část délky 1357,731 m (TM_{JÚŠ} 6,176 – TM_{JÚŠ} 1363,907).

Úniková štola sever je dlouhá 1346,910 m a rozdělena na hloubenou část délky 167,066 m (TM_{SÚŠ} 0 – TM_{SÚŠ} 167,066) a raženou část délky 1179,844 m (TM_{SÚŠ} 167,066 – TM_{SÚŠ} 1346,910).



Obr. 1 Schéma Hosínského tunelu – projekt PDPS

Seznam stavebních podobjektů tunelu (PDPS)

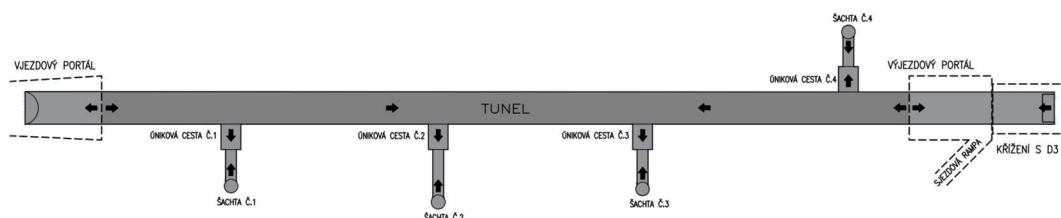
SPO 38-25-50.00 – Obecná část

- SPO 38-25-50.01 – Výkop a zajištění stavební jámy vjezdového portálu
- SPO 38-25-50.02 – Výkop a zajištění stavební jámy výjezdového portálu
- SPO 38-25-50.03 – Ražba a primární ostění tunelu
- SPO 38-25-50.04 – Ražba a primární ostění únikových cest
- SPO 38-25-50.05 – Hydroizolace a drenáže
- SPO 38-25-50.06 – Ostění hloubeného úseku, vjezdový portál
- SPO 38-25-50.07 – Ostění hloubeného úseku, výjezdový portál
- SPO 38-25-50.08 – Definitivní ostění raženého úseku tunelu
- SPO 38-25-50.09 – Definitivní ostění únikových cest
- SPO 38-25-50.10 – Zásypy vjezdového portálu
- SPO 38-25-50.11 – Zásypy výjezdového portálu
- SPO 38-25-50.12 – Vnitřní vybavení a dokončovací práce

5.2. Chotýčanský tunel

Chotýčanský tunel je navržen v celkové délce 4806 m (délka v ose tunelu). Z toho je hloubený tunel vjezdového portálu dlouhý 60 m (TM 0 – 60), ražený tunel 4464 m (TM 60 – 4524) a hloubený tunel výjezdového portálu 282 m (TM 4524 - 4806). Z toho od TM 4668 do TM 4806 je tunelový tubus v křížení s dálnicí D3 řešen sníženým obdélníkovým profilem.

Z důvodu bezpečnosti, jsou pro únik osob při mimořádné události navrženy čtyři únikové cesty v tunelu na povrch v maximální vzdálenosti do 1,0 km.



Obr. 2 Schéma Chotýčanského tunelu – projekt PDPS

Seznam stavebních podobjektů tunelu (PDPS)

- SPO 38-25-70.00 – Obecná část
- SPO 38-25-70.01 – Výkop a zajištění stavební jámy vjezdového portálu
- SPO 38-25-70.02 – Výkop a zajištění stavební jámy výjezdového portálu
- SPO 38-25-70.03 – Ražba a primární ostění tunelu
- SPO 38-25-70.04 – Ražba a primární ostění únikových cest
- SPO 38-25-70.05 – Hydroizolace a drenáže
- SPO 38-25-70.06 – Ostění hloubeného úseku, vjezdový portál
- SPO 38-25-70.07 – Ostění hloubeného úseku, výjezdový portál

SPO 38-25-70.08 – Definitivní ostění raženého úseku tunelu

SPO 38-25-70.09 – Definitivní ostění únikových cest

SPO 38-25-70.10 – Zásypy vjezdového portálu

SPO 38-25-70.11 – Zásypy výjezdového portálu

SPO 38-25-70.12 – Vnitřní vybavení a dokončovací práce

SPO 38-25-70.13 – Stavební jáma v místě křížení s dálnicí D3

SPO 38-25-70.14 – Hloubený tunel v místě křížení s dálnicí D3

6. POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ

Obecně se technická studie zabývá možnostmi nahradit navrženou metodu tunelování NRTM v dokumentaci PDPS alternativními technologiemi ražby pomocí tunelovacích strojů. Aby byl návrh technického řešení v maximální možné shodě se schváleným územním rozhodnutím, je tunel navržen jako jednotubusový. Dle jednotlivých variant je dopravní prostor pro oba dopravní směry spojený, je tedy dvokolejový, případně jsou dopravní směry rozděleny střední dělicí příčkou a v podstatě se tak jedná o dvojici jednokolejových tunelových tubusů.

Návrh únikových cest se liší podle jednotlivých variant, nicméně v maximální možné míře sleduje současný návrh PDPS. Únikové cesty jsou pro oba tunely shodně navrženy po maximální vzdálenosti 500 m (oproti vzdálenosti 1000 m v Chotýčanském tunelu v PDPS). V Chotýčanském tunelu je ponechána šachta č.2, přes kterou je navrženo zásobování požárního suchovou v tunelu vodou. **Šachta bude sloužit pouze k technickým účelům, není tedy navržena ani jako úniková ani jako zásahová pro složky IZS.**

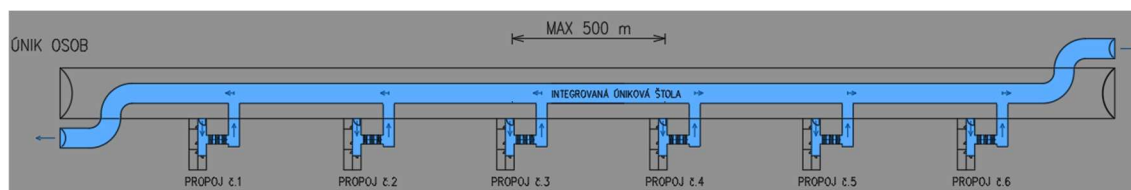
Výstup únikových cest na zpevněné portálové plochy se oproti PDPS nemění. Veškeré úpravy tunelových objektů je možné provést v rámci dočasných a trvalých záborů navržených v PDPS. Pro varianty se střední příčkou se z důvodu rozšíření osové vzdálenosti mezi kolejemi na 5,2 resp. 5,9 m změní kolejové vedení v předportálových oblastech.

6.1. Základní charakteristika navržených variant

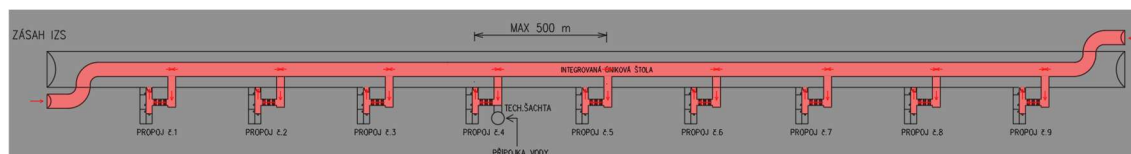
6.1.1. Varianta 1 „dvokolejný tunel“

Varianta uvažuje s dvokolejovým dopravním prostorem a integrovanou únikovou cestou ve dně kruhového profilu. Propojení dopravního prostoru a únikové štolky je uvažováno pomocí jednostranného příčného propojení. Únik osob a zásah jednotek IZS při mimořádné události probíhá přes integrovanou štolu a příčné propojení. Defacto se tato varianta koncepčně od původního řešení PDPS neliší. Technologické místnosti jsou umístěny v úrovni kolejí v příčném propojení. Únikové cesty jsou přetlakově větrány, technologické místnosti jsou opatřeny provozním větráním z prostoru štolky.

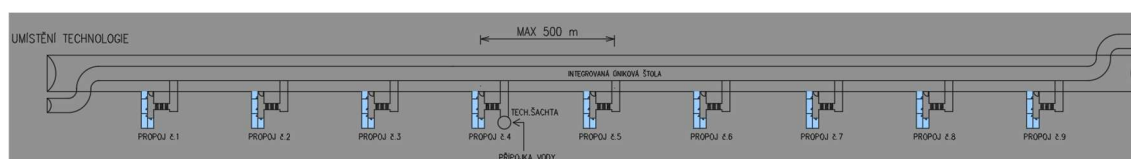
Tato varianta předpokládá zajištění speciálního zásahového vozidla IZS do integrované štolky.



Obr. 3 Schéma únikových cest Hosínského tunelu – Varianta 1



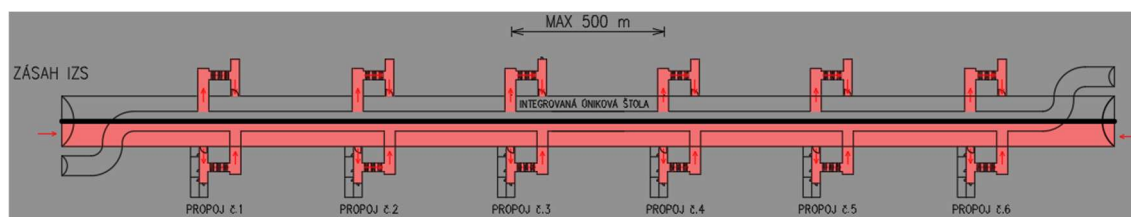
Obr. 4 Schéma zásahu složek IZS v Chotýčanském tunelu – Varianta 1



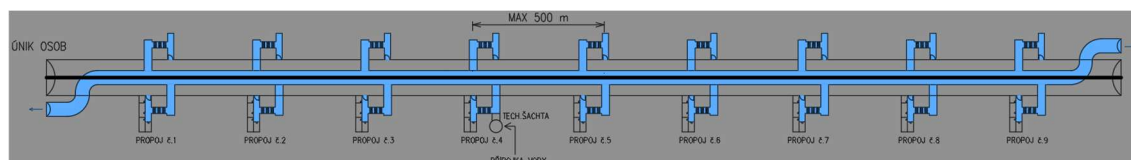
Obr. 5 Umístění technologie v Chotýčanském tunelu – Varianta 1

6.1.2. Varianta 2 „s příčkou bez dveří“

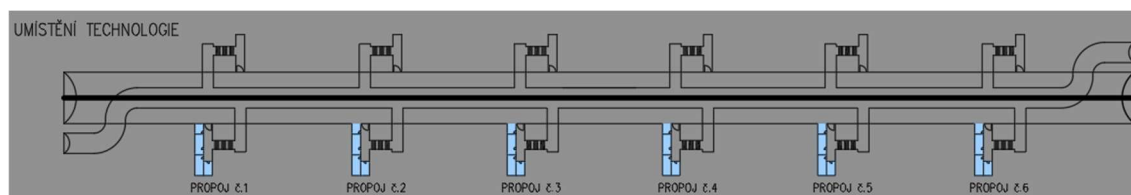
Varianta předpokládá rozdělení dopravního prostoru tunelu střední příčkou, vzniknou tak dva oddělené tunelové tubusy. Propojení tubusů a únikové štoly je uvažováno pomocí oboustranného příčného propojení. Únik osob při mimořádné události probíhá přes integrovanou štolu a příčná propojení. Zásah jednotek IZS potom přes nezasažený tubus tunelu a příčná propojení. Technologické místnosti jsou umístěny v úrovni kolejí v příčném propojení po jedné straně. Únikové cesty jsou přetlakově větrány, technologické místnosti jsou opatřeny provozním větráním z prostoru štoly.



Obr. 6 Schéma zásahu složek IZS v Hosínském tunelu – Varianta 2



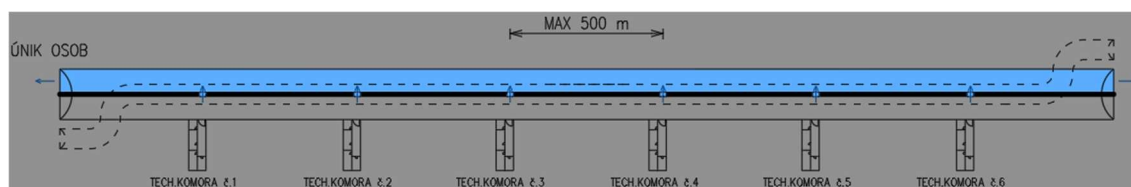
Obr. 7 Schéma únikových cest Chotýčanského tunelu – Varianta 2



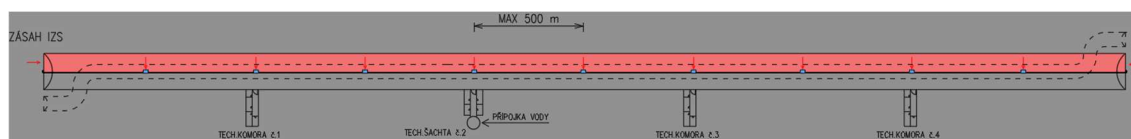
Obr. 8 Umístění technologie v Hosínském tunelu – Varianta 2

6.1.3. Varianta 3 „s příčkou s dveřmi“

Varianta také předpokládá rozdělení dopravního prostoru tunelu střední příčkou, vzniknou tak dva oddělené tunelové tubusy. Pro propojení tubusů jsou ve střední příčce navrženy požární dveře po vzdálenosti max. 500 m. Únik osob a zásah jednotek IZS při mimořádné události probíhá přes nezasažený tubus tunelu a požární dveře. Aby při otevření požárních dveří nedocházelo k úniku kouře do nezasaženého tunelu je v tunelu navrženo požární podélné větrání.

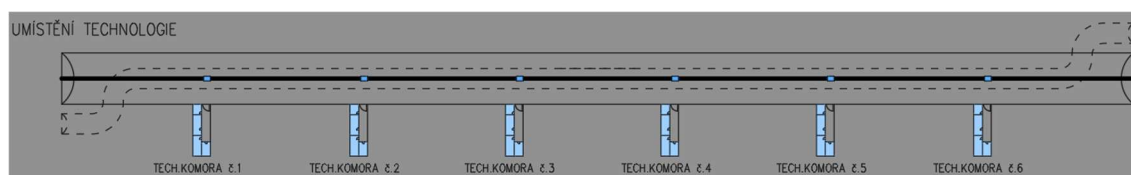


Obr. 9 Schéma únikových cest Hosínského tunelu – Varianta 3a

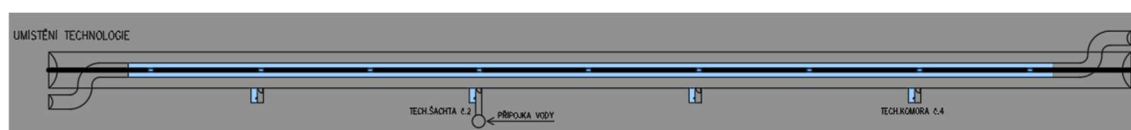


Obr. 10 Schéma zásahu složek IZS v Chotýčanském tunelu – Varianta 3a

Umístění technologických místnosti se liší v podvariantách 3a a 3b. Ve variantě 3a jsou místnosti umístěny v úrovni kolejí v příčných technologických komorách po jedné straně. Technologické místnosti jsou opatřeny provozním větráním z prostoru tunelu. Ve variantě 3b jsou v úrovni kolejí do technologických komor umístěny pouze trafostanice (2x v Hosínském tunelu a 4 x v Chotýčanském tunelu) po jedné straně tunelu. Ostatní technologické vybavení je situováno do prostoru štoly v patě profilu. Trafostanice jsou opatřeny provozním větráním z prostoru tunelu. Technologický prostor ve štoli je provozně větrán přes portály štoly.



Obr. 11 Schéma umístění technologie v Hosínském tunelu – Varianta 3a

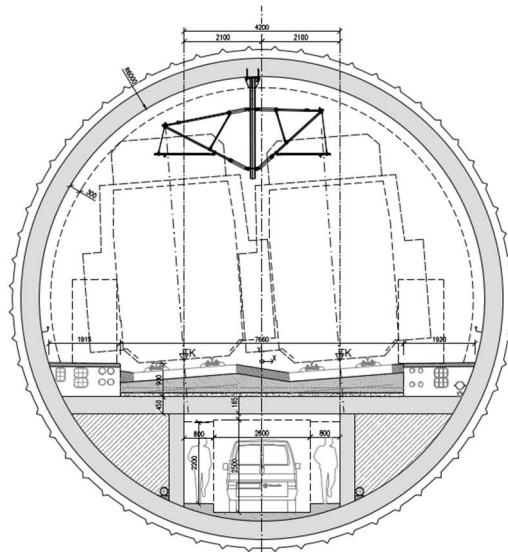


Obr. 12 Schéma umístění technologie v Chotýčanském tunelu – Varianta 3b

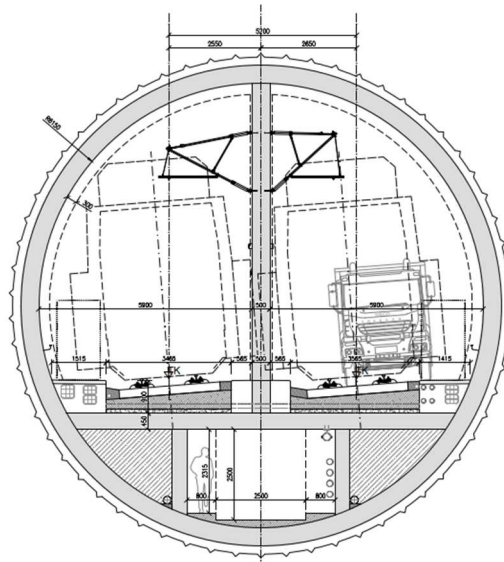
6.2. Vzorové příčné řezy – ražený tunel TBM

Pro výše zmíněné varianty jsou navrženy příčné řezy zohledňující zejména následující body:

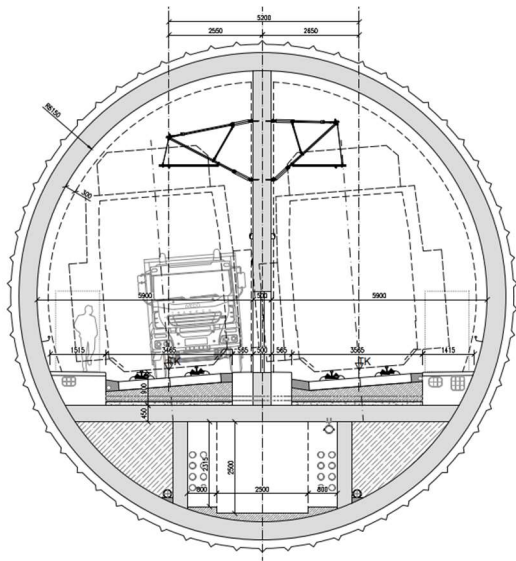
- pojistný prostor 300 mm (obsahující stavební toleranci 100 mm)
- volný postranní prostor je možné směrem k střední ose tunelu vypustit
- střední dělicí příčka tloušťky 500 mm
- minimální tolerance ke střední dělicí příčce 50 mm
- světlá plocha tunelu umožňující relevantní požadavek na aerodynamiku v tunelu (viz kapitola 6.5)
- vnitřní vybavení v tunelu (chodníky, PJD) je navrženo v souladu s projektem PDPS



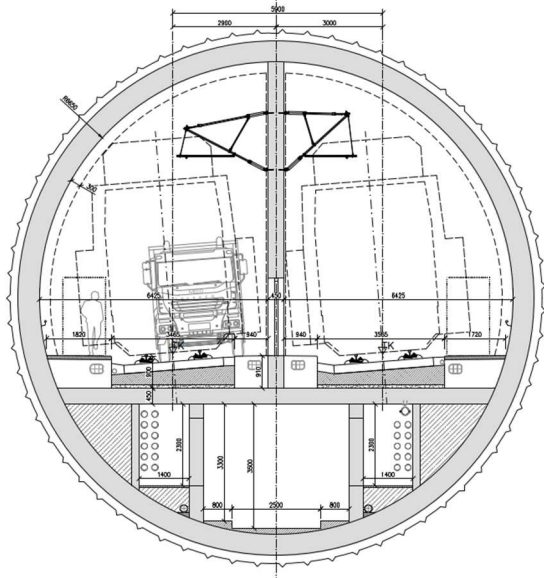
Obr. 13 Vzorový příčný řez – varianta 1



Obr. 14 Vzorový příčný řez – varianta 2



Obr. 15 Vzorový příčný řez – varianta 3a



Obr. 16 Vzorový příčný řez – varianta 3b

6.2.1. Porovnání příčných řezů raženého tunelu

Tab. 1 Porovnání VPR

Varianta	Osová vzdálenost kolejí [m]	Vnitřní průměr tunelu [m]	světlý profil dopravního prostoru [m2]	profil únikové cesty š * v [m*m]
1	4,2	12,0	78,2	2,6*2,5 + 2 x 0,8*2,2
2	5,2	12,3	2 x 40,6	2,5*2,5 + 2 x 0,8*2,3
3a	5,2	12,3	2 x 40,6	# 2,5*2,5 + 2 x 0,8*2,3
3b	5,9 (5,2##)	13,3	2 x 44,1	# 3,5*2,5 + 2 x 0,8*3,3

nejedná s únikovou cestu ale o technologickou štolu
pro příčný řez varianty 3b je možno uvažovat osovou vzdálenost pouze 5,2 m

6.3. Technologické vybavení v tunelu

6.3.1. Trakční vedení

Varianta 1 nevyžaduje z pohledu trakčního vedení výrazné změny oproti řešení z PDPS – konzoly TV budou řešené obdobně, musí dojít k úpravě pružinového kotvení, pro obě koleje zůstává jedno ukolejňovací lano pro propojení prvků TV téměř v celé délce tunelů. Zároveň také zůstává vedení kabelů 25 kV (obcházecí vedení, které tunelem pouze procházejí) pod levým chodníkem.

V případě varianty 2 a 3 se střední příčkou se mění způsob upevnění konzol TV na střední příčku bez použití kozlíků. Pružinová kotvení vodičů TV musejí být na samostatných kozlících (vždy zvlášť pro trolejový drát a zvlášť pro nosné lano) a v tunelu musí být dvě ukolejňovací lana pro propojení prvků TV (ukolejňovací lano zvlášť pro lichou a sudou kolej). Kabely 25kV (obcházecí vedení) musejí být vedeny v samostatném požárním úseku, který je určen pouze pro kabely TV. Toto lze řešit v různých variantách umístěním buď v chodníku nebo v samostatném kabelovém prostoru v integrované štolě, případně v chodníku integrované štolý.

Řešení závěsů TV pro jednotlivé varianty je zakresleno ve vzorových příčných řezech.

Investiční náklady na trakční vedení v tunelech budou ve všech variantách obdobné s investičními náklady v PDPS.

Pozn.: Z realizace Ejrovických tunelů vyplývá, že vzhledem k napojení jednotlivých segmentů na sebe dochází k nepřesnostem, které mají vliv na rozměry závěsů trakčního vedení. Trakční vedení je tedy potřeba řešit v době realizace. Řešení musí probíhat dle konkrétně zaměřených příčných řezů tunelů v místech závěsů TV na stavbě. Je tedy nutné počítat s časovým prostorem a s náklady pro řešení trakčního vedení až po hrubé výstavbě tunelové trouby.

6.3.2. Zabezpečovací zařízení

Pro provedení zabezpečovacího zařízení jsou všechny varianty řešení TBM tunelů vyhovující a navržená řešení není nutno výrazně měnit. Vzhledem k nemožnosti realizace nik v segmentovém ostění budou čítače náprav a další zařízení umístěny přímo na ostění.

Ve variantě 2 a 3 se střední příčkou by bylo možné vést zabezpečovací kabely po obou stranách tunelu, takže by nebylo nutné řešit podchody kabelů pod kolejemi. V případě vedení zabezpečovacích kabelů integrovanou štolou, respektive kolektorem je nutné rozvody kabelů k prvkům na ostění současně na levou i pravou stranu tunelu.

Investiční náklady na zabezpečovací zařízení v tunelech budou ve všech variantách obdobné s investičními náklady v PDPS.

6.3.3. Silnoproudé technologie

Pro všechny varianty řešení tunelů pro trafostanice uvnitř tunelů (při zachování požadavků z PDPS) umístěním do únikových cest i do bočních rozrážek dojde k částečnému přeuspořádání technologie, což bude mít dopad především na rozdílné délky kabelový vedení.

Pro varianty 1 a 2 nedochází pro technologie mimo tunel k žádným změnám, obě varianty jsou proveditelné a rozdíl ceny oproti DSPS je zanedbatelný.

Pro variantu 3 jsou pro přetlakové větrání použity proudové ventilátory u portálů tunelů. To znamená vyšší odběr z portálových trafostanic a tedy řádově vyšší dimenze transformátorů, kabelových vedení, počet rozvaděčů a jejich přeuspořádání. Pro ventilátory pak zřejmě vznikne požadavek na místnost, kde budou umístěny frekvenční měniče ventilátorů, což vyvolá další

změny ve stavební části. Navýšení příkonu by mělo zásadní dopad na energocentrum (vyšší prostorové nároky na stavební část) a jeho VN přípojku od distributora (navýšení rezervovaného příkonu) – technologicky vyšší dimenze transformátorů a záložního zdroje, kabelových vedení a jejich kompenzace. Tato varianta proveditelná ale znamenala by výraznější změny v energocentru a portálových trafostanicích a nutnost aktualizovat energetické výpočty napájecího rozvodu 6kV. Nárůst investičních nákladů se předpokládá v řádu desítek milionů Kč.

6.3.4. Osvětlení

V případě varianty 1 nedochází ke změně řešení osvětlení (provozního ani nouzového) navrženého v PDPS, kdy jsou svítidla nouzového osvětlení i provozního osvětlení umístěna na obou bocích tunelu (nouzové v madle a provozní na ostěni)

V případě varianty 2 bude vhodné provést přepočty světelně technického výpočtu.

Pro variantu 3 pak bude nutné stávající nouzové osvětlení doplnit o prvky, které zvýrazní prostor v okolí úniku přes střední příčku – osvětlení přechodu kolejí a samotných únikových dveří.

Pro obě varianty se střední příčkou by bylo vhodnější přemístění svítidel provozního osvětlení na střední příčku.

V žádné z uvedených variant nedochází k významnému doplnění technologického vybavení, takže se nepředpokládá výrazný dopad do investičních nákladů oproti stávajícímu řešení.

6.3.5. Sdělovací zařízení

V rámci PDPS bylo předpokládáno provedení nik a chrániček v definitivním ostěni pro rozvaděče a kabely. Vzhledem k nemožnosti toto navrhnout v segmentové ostěni budou veškerá kabelová propojení z kabelovodů vedena po povrchu v chráničkách a rozvaděče budou umístěny na povrchu ostění (např. rozvaděče pro LIDAR a kamerový systém – cca 600x400x230mm).

Pro investiční náklady jednotlivých částí sdělovacího zařízení je předpoklad, že v případě tunelu Chotýčany dojde k zvýšení počtu únikových cest, které bude nutné vybavit, změnou současné vzájemné vzdálenosti 1000 m na 500 m.

6.3.6. Místní kabelizace

Ve všech variantách dojde ke korekci vedení místních optických kabelů tunelovou rourou (např. požadavky v únikové štolě pod kolejištěm) a rozmístění případných technologických místností, ale také dle měněných požadavků ostatních technologií na počty a vyvedení optických vláken. Kompletní změna je nutná jak ve variantě bez přepážky, tak i s přepážkou. (PS 38-02-51 Hosínský tunel, místní kabelizace, PS 38-02-54 Chotýčanský tunel, místní kabelizace).

U všech variant dojde k navýšení investičních nákladů o cca 30 milionů Kč (10 milionů Hosín, 20 milionů Kč Chotýčany). V případě umístění technologie do integrované štoly (varianta 3b) je to pak 15 milionů Kč (5 milionů Hosín a 10 milionů Kč Chotýčany).

6.3.7. Kamerový systém

U všech variant bude nutné znovu řešit rozmístění kamer u vstupů do únikových cest, v úsecích únikových cest a výstupů na nástupní plochy před portály.

U varianty 1 nedojde k navýšení investičních nákladů. V případě varianty 2 a 3 s dělicí stěnou bude nutné v tunelech umístit dvojnásobný počet prvků (kamery, kabelizace, rozvaděče). Investiční náklady budou vyšší o cca 22 milionů (9 milionů Hosín, 13 milionů Kč Chotýčany).

6.3.8. PZTS, EPS, LIDAR

U všech variant bude nutné znovu řešit rozmístění systémů PZTS, EPS a LIDAR dle nového rozmístění a dispozic technologických místností. Systém EPS bude navržen v souladu s aktualizovaným PBR. Odhad investičních nákladů pro nové prvky a rozvody PZTS a EPS je cca 2 - 4 miliony Kč.

6.3.9. Dálkový kabel, dálkový optický kabel, závěsný optický kabel

Ve všech variantách není předpokládána změna vedení DOK, maximálně dojde ke korekci vedení tunelovou troubou (kabelovody v chodnicích tunelu, samostatný kabelový kanál ve spodní části profilu).

Změna ve všech třech variantách se bude týkat TOK a to obdobně jako u místních kabelizací. Tedy změny dle rozmístění případných technologických místností a také dle měněných požadavků ostatních technologií na počty a vyvedení optických vláken.

(PS 30-02-51.1 Nemanice - Ševětín, DOK, TOK a TK, PS 30-02-52.1 Nemanice - Ševětín, DOK ČD-Telematika a.s., dalších PS části D.1.2.5 se změna netýká).

U všech variant dojde k navýšení investičních nákladů o cca 15 milionů Kč (5 milionů Kč Hosín, 10 milionů Kč Chotýčany). V případě umístění technologie do integrované štoly (varianta 3b) je to pak 5 milionů Kč (0 milionů Kč Hosín a 5 milionů Kč Chotýčany).

6.3.10. Přenosový systém

Součástí přenosového systému, který slouží pro datové připojení zařízení radiového zařízení, telefonního zařízení, PZTS (EVS), EPS, kamerového systému, DDTS, rozhlasového zařízení atd. Ve všech variantách dojde ke korekci vedení tunelovou rourou dle rozmístění technologických místností a únikových cest v souladu s novým PBR.

Investiční náklady vzrostou přidáním rozvaděčů, datových přepínačů a zdrojů. Navýšení bude cca 30% u tunelu Hosín (2,03 mil Kč) a cca 50% u tunelu Chotýčany (3,12 mil Kč), celkem tedy 5,15 mil. Kč. V případě umístění technologie do integrované štoly (varianta 3b) dojde pouze k navýšení cca 50% u tunelu Chotýčany (3,12 mil Kč), tunel Hosín bude beze změny.

6.3.11. Radiové systémy

Ve všech variantách bude nutné řešit pokrytí únikových cest (pod koleje), především v úsecích únikových prostor a výstupů do nástupních zásahových ploch před portály.

Za rádiové systémy GSM-R a IZS bude nutné řešit v případě změny tunelů:

V případě tunelů s příčkou (varianta 2 a 3) bude pro pokrytí obou tunelových trub nutný dvojnásobný počet vyzařovacích kabelů. Toto povede k nutnosti přepočítání technologie GSM-R a IZS včetně napájení, což může mít dopad do celé technologie radiového pokrytí.

Navýšení investičních nákladů pro variantu 1 jsou pro tunel Hosín minimální (pokrytí celé délky integrované štoly), pro Chotýčanský tunel jde v případě pokrytí integrované štoly o navýšení o cca 30 milionů Kč.

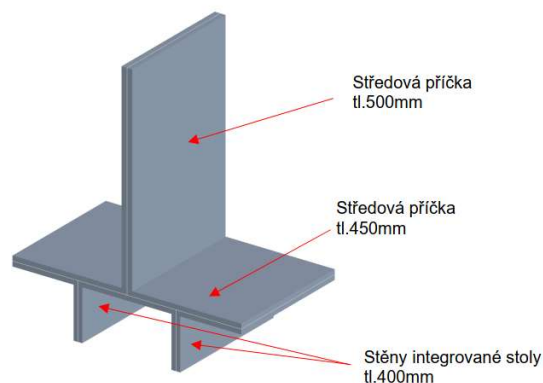
V ostatních variantách se střední příčkou dojde k navýšení oproti PDPS o pokrytí druhé tunelové trouby, integrované štoly a nových prostor, u tunelu Hosín o cca 40-50 milionů Kč, u tunelu Chotýčany o 50 – 60 milionů Kč.

6.4. Ověření dimenze střední příčky

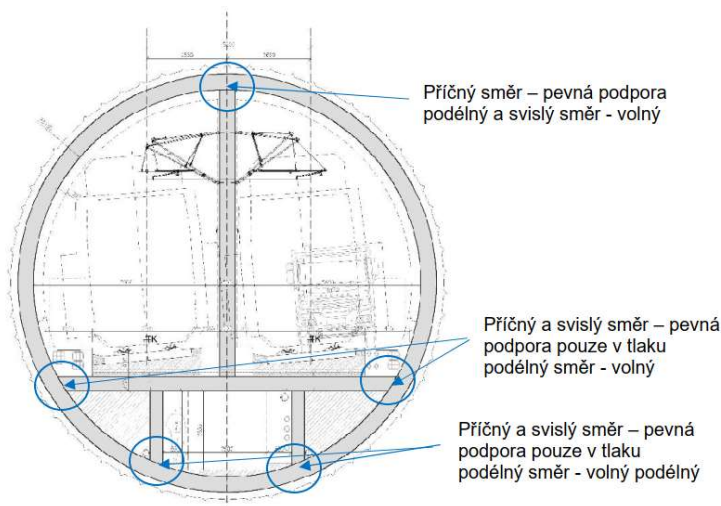
Pro návrh příčného řezu tunelu byla ověřena tloušťka střední dělicí příčky 500 mm.

Z pohledu statického působení, je stěna zatížena převážně aerodynamickým tlakem projíždějícího vlaku a nárazem vykolejeného vlaku. Působící tlaky založené na výpočtu působení projíždějícího vlaku jsou ukázány v tabulce č.2. Pro výpočet byla použita hodnota 8,3 kPa.

Statický model konstrukce byl vytvořen v programu Autodesk Robot Structural Analysis v.2022. Model se skládá ze stěn (středová příčka, stěny integrované stoly) a desky (vodorovná deska pod pevnou jízdní dráhou), které jsou uloženy na nelineárních podporách zvolených tak, aby reflektovali pravděpodobné uložení vnitřní konstrukce do segmentového ostění. Rozložení dimenzí a podpor je patrné z následujících obrázků.



Obr. 17 Model konstrukce



Obr. 18 Definice podpor

Konstrukce středové příčky byla předběžně posouzena na beton minimální třídy C30/37. Středová příčka tl. 500 mm uvažovanému zatížení vyhoví.

6.5. Shrnutí aerodynamického posouzení

Pro účel studie bylo provedeno posouzení velikosti několika návrhů příčného řezu (přesněji řečeno velikosti světlého profilu dopravního prostoru) od 37,4 m² po 50,3 m² ve smyslu aerodynamického komfortu podle TSI s následujícími závěry:

- Zdravotní kritérium TSI vyhovuje pro všechny uvažované profily v obou tunelech.
- Netěsněné soupravy: Kritérium tlakového komfortu je splněno pro všechny profily větší než 37,4 m².
- Těsněné soupravy: Kritérium tlakového komfortu je splněno pro profil 40,6 m² a větší, pro profil vlaku 12 m² (a menší). Požadovaný dynamický koeficient je $\tau = 6$ s pro Hosínský tunel, a $\tau = 7,5$ s pro Chotýčanský tunel.

Poznámka: Hodnota dynamického koeficientu $\tau = 7,5$ s je konzervativní hodnota pro moderní kolejová vozidla

- Vybavení tunelu (požární únikové dveře, kryty) je u menších profilů (37,4 a 40,6 m²) vystaveno výraznému tlakovému zatížení.

Pro zvolený tunelový průřez je třeba prověřit, zda vhodné tunelové zařízení vydrží tyto vysoké tlaky v nepřetržitém provozu.

Tab. 2 Tlakové zatížení pro posuzované příčné profily

	Hosínský t.			Chotýčanský t.		
Profil	min	max	abs	min	max	abs
[m ²]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
37,4	-3,9	4,8	8,7	-4,2	4,9	9,1
40,6	-3,7	4,3	8,0	-4	4,3	8,3
45,2	-3,3	3,8	7,1	-3,6	3,7	7,3
50,3	-3	3,2	6,2	-3,2	3,2	6,4

Z důvodu zmíněného vysokého tlakového namáhání na vybavení v tunelu, je pro účel porovnání jednotlivých variant uvažováno s posuvnými požárními dveřmi na elektrické ovládání s tlakovou únosností 8 kPa při velikosti profilu tunelu 40,6 m² a 44,1 m².

6.5.1. Závěrečné poznámky

Zdravotní kritérium TSI představuje povinný požadavek, který se vztahuje jak na netěsněné, tak těsněné soupravy, u kterých může dojít ke ztrátě integrity těsnění, například rozbitím okna.

Naopak kritérium komfortu, ačkoli nejsou povinná, poskytují cenné vodítko pro návrh tunelu. Zejména kritéria tlakového komfortu stanovená pro delší dobu trvání (např. 10 s a více) jsou zřídka kdy dosažena, zejména když vlaky vyjíždějí z delších tunelů.

Tento problém si vyžaduje stanovení specifických hodnot pro konkrétní projekt. Například v tunelech mezi městy Mattstatten a Rothrist ve Švýcarsku je specifickým kritériem předepsána maximální změna tlaku (dP max) menší než 1,5 kPa v časovém horizontu 4 sekund.

Podobně vysokorychlostní tunel de la Guadarrama ve Španělsku dodržuje požadavek na dP max menší než 2,5 kPa. Tato přizpůsobená kritéria komfortu zohledňují složitou souhru mezi

dynamikou tlaku a pohybem vlaku a poskytují rámec, který zlepšuje zážitek z tunelu jak pro cestující, tak pro vlakové systémy.

6.5.2. Doporučení

1. Optimální průjezdný profil: Doporučujeme počítat s minimální velikostí tunelového profilu $40,6 \text{ m}^2$ pro oba tunely. Tato velikost zajišťuje dostatečný prostor a efektivní provozní flexibilitu pro různé typy vlaků.
2. Požadavek na koeficient těsnosti vlaku: Pro zajištění nejlepšího komfortu cestujících se doporučuje dosáhnout koeficientu dynamického utěsnění vlaku přibližně $\tau = 7,5 \text{ s u}$ u vlaků odpovídajících specifikaci Gabarit C (12 m^2). U vlaků s menšími rozměry průřezu, jako je ICE 1 (11 m^2 , TSI-Gabarit B) nebo ICE 3 (10 m^2 , TSI-Gabarit A), se vyžadují méně přísné koeficienty těsnosti vlaku.

Výsledky aerodynamického posouzení viz příloha č. P01.

6.6. Únikové cesty

Z hlediska bezpečnosti jsou pro únik osob a zásah složek IZS v případě mimořádné události v tunelu navrženy únikové cesty. Hlavním cílem je v maximální možné míře využít kruhový profil raženého tunelu umístěním únikové cesty na dno. Tím dojde k redukci konvenčně ražených částí únikových cest.

6.6.1. Únikové cesty v tunelu

Únikové cesty pro varianty 1 a 2 se skládají z integrované štolky a příčných propojení. Pro variantu 1 dvojkolejného tunelu je v Hosínském tunelu navrženo 6 příčných propojení vpravo ve směru staničení po maximální vzdálenosti 500 m. V Chotýčanském tunelu je takto stejně navrženo 9 příčných propojení. Dochází tak k výraznému zkrácení únikové vzdálenosti z původního 1 km mezi únikovými cestami na 500 m a zejména k sjednocení systému únikových cest v obou tunelech. Do únikových cest (do vstupní chodby v úrovni TK) budou stejně jako v projektu PDPS umístěny technologické místnosti pro trafostanice, sdělovací zařízení a rozvodna slaboproudu.

Ve variantě 2 dochází ke zdvojení příčných propojení, neboť je nutné s únikovou štolou propojit oba tubusy tunelu, které jsou odděleny střední dělicí příčkou. Technologické místnosti budou umístěny pouze v propojeních po pravé straně ve směru staničení.

Ve variantě 3 (s příčkou s dveřmi) jsou pro oba tunely jako únikové cesty navrženy požární dveře mezi tunelovými tubusy po maximální vzdálenosti 500 m. Integrovaná štolka pro obě podvarianty 3a a 3b slouží k technickým účelům a není navržena pro únik osob ani pro zásah složek IZS. Ve variantě 3a jsou technické místnosti navrženy v postranních technologických komorách, které nejsou propojeny s integrovanou štolou. V integrované štolce se předpokládá vedení kabelů, vodovodu a drenáže tunelu. Ve variantě 3b je většina technologického zařízení umístěna do integrované štolky. V úrovni tunelu jsou navrženy pouze technologické komory pro umístění traf. Pro Hosínský tunel jsou navrženy 2 technologické komory po pravé straně ve směru staničení, respektive 4 pro Chotýčanský tunel.

Pro Chotýčanský tunel dochází u všech předložených variant ke zjednodušení orientace v tunelu. Je sjednocen systém únikových cest s Hosínským tunelem a veškerá technologická zařízení jsou umístěna vpravo ve směru staničení. V návrhu PDPS je jedna z únikových cest (č.4) umístěna vlevo ve směru staničení.

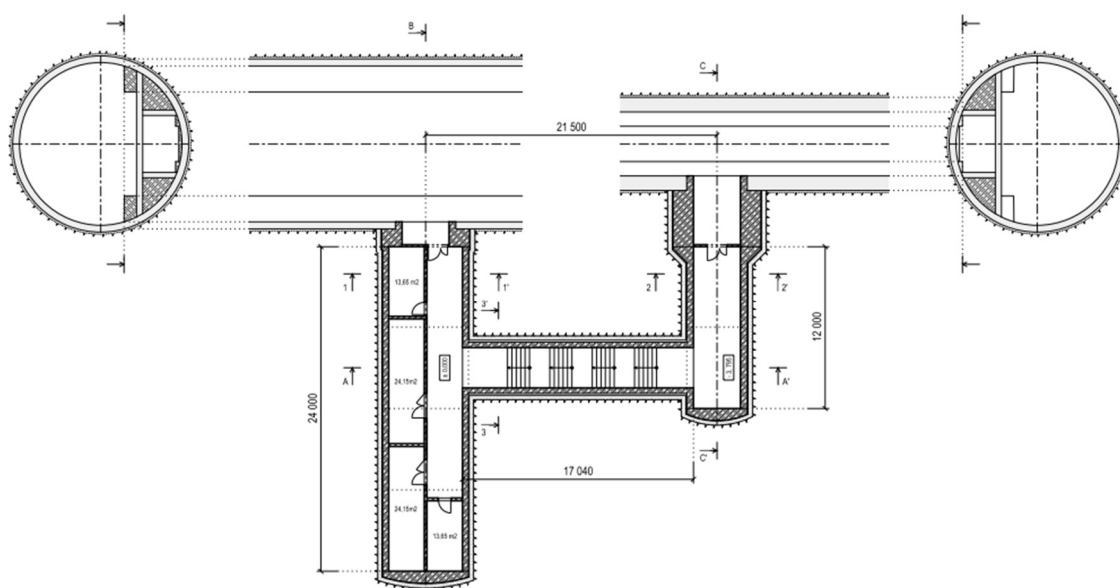
Z důvodu zásobování požárního suchovodu Chotýčanského tunelu je ponechána v návrhu šachta číslo 2. Nebude ale navržena jako úniková, nýbrž pouze jako technická. Dojde tak ke zmenšení profilu šachty a vynechání požárně-evakuačního výtahu. Šachta bude osazena pouze technickým schodištěm, na povrchu bude ponechán přístupový objekt a manipulační plocha.

Tab. 3 Porovnání příčného propojení únikových cest – Hosínský tunel

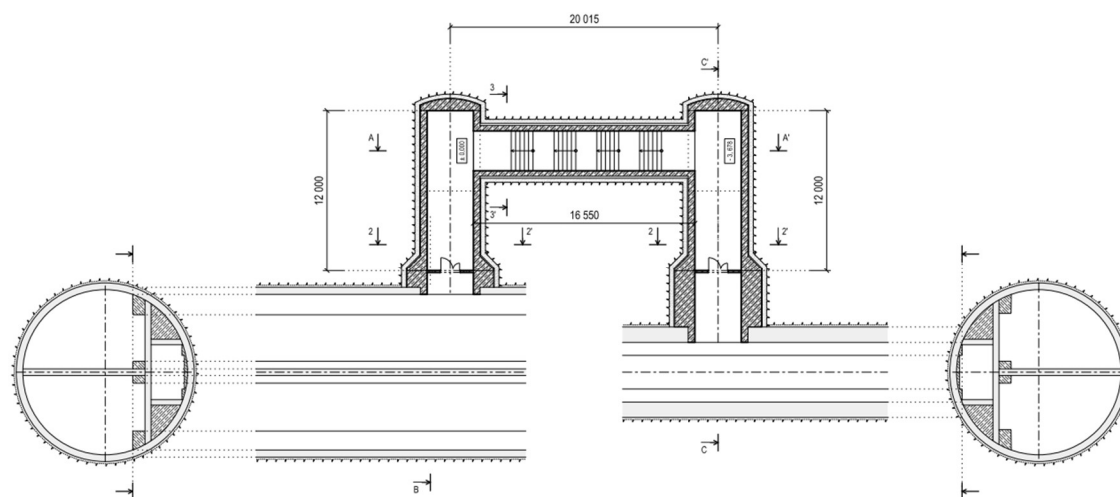
	PDPS	Var 1	Var 2	Var 3a	Var 3b
Koncepce ÚC a tech. místností	2 štolky, 6 propojek	6 x ÚC s tech. místnostmi	6 x ÚC s tech. místnostmi + 6 x ÚC	6 x Tech. Komora „VSE“ + 6x požární dveře	2 x Tech. Komora „TRAFO“ + 6x požární dveře

Tab. 4 Porovnání příčného propojení únikových cest – Chotýčanský tunel

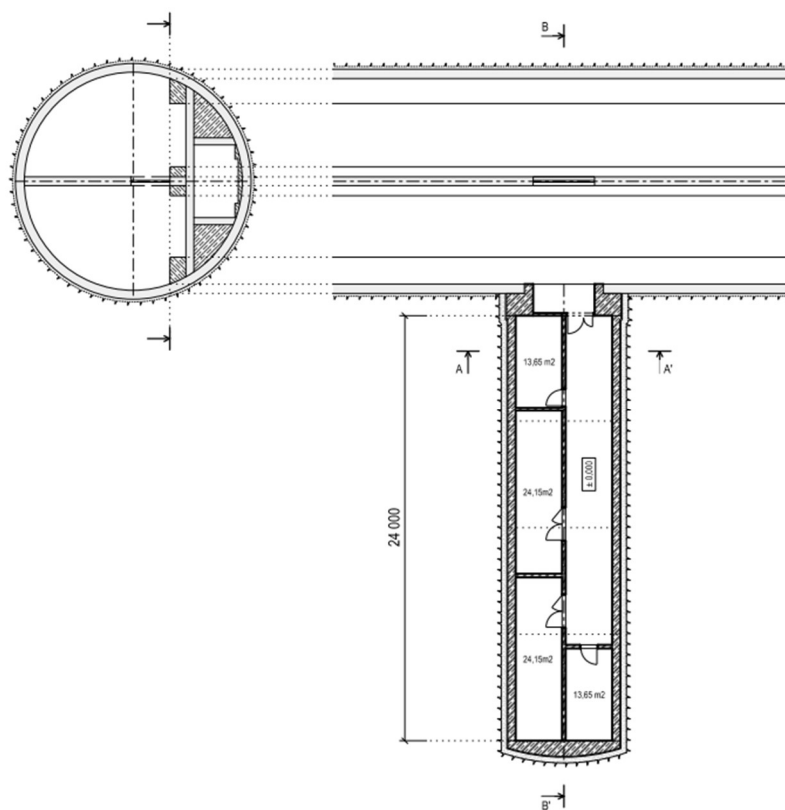
	PDPS	Var 1	Var 2	Var 3a	Var 3b
Koncepce ÚC a tech. místností	4 únikové štoly a šachty	9 x ÚC s tech. místnostmi, 1 x tech. šachta	9 x ÚC s tech. místnostmi + 9 x ÚC + 1 x tech. šachta	9 x Tech. Komora „VSE“ + 9 x požární dveře	4 x Tech. Komora „TRAFO“ + 9 x požární dveře



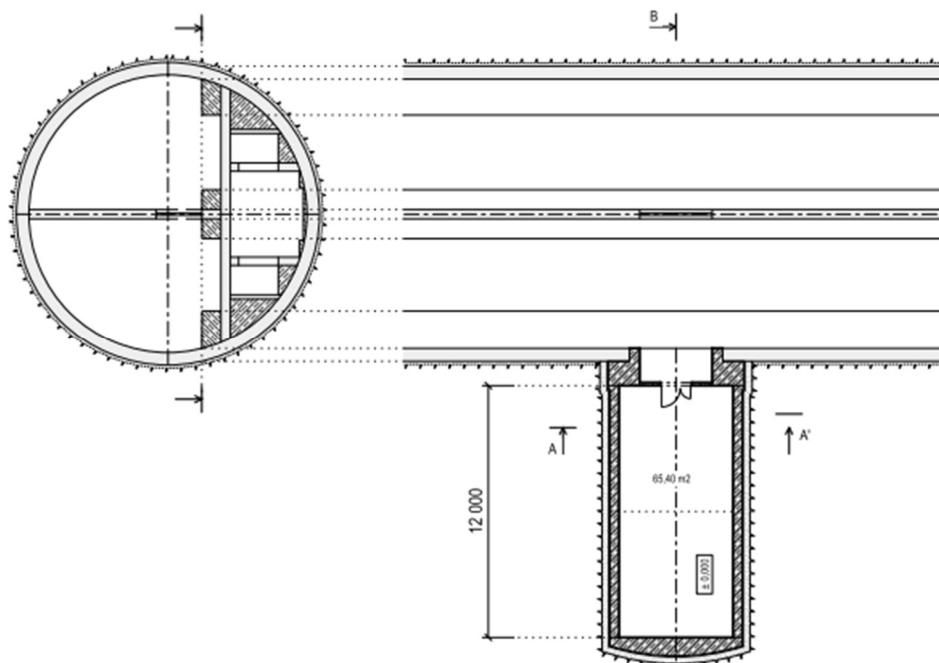
Obr. 19 Půdorys únikové cesty – varianta 1



Obr. 20 Půdorys únikové cesty – varianta 2 (část bez technologických místností)



Obr. 21 Půdorys únikové cesty – varianta 3a



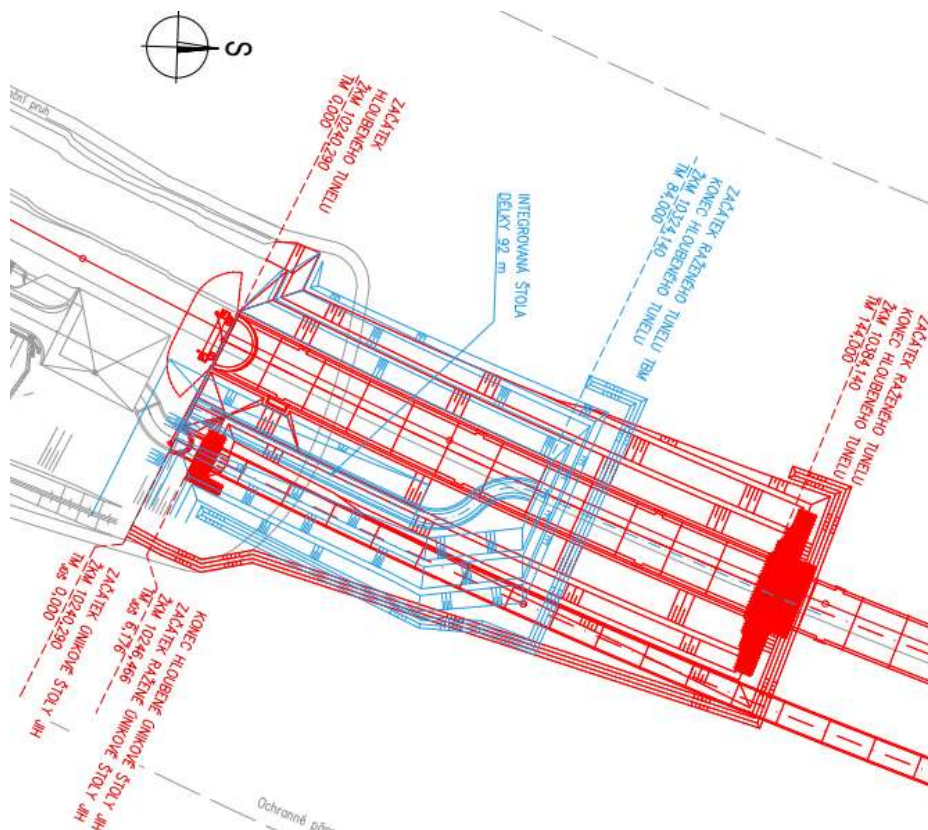
Obr. 22 Půdorys únikové cesty – varianta 3b

Integrovaná štola je v místě hloubeného tunelu vyosena mimo profil tunelu a stoupá ve sklonu 1:12 k ploše IZS. Dochází tak k rozšíření stavebních jam (kromě výjezdového portálu Hosínského tunelu, kde byla hloubená štola navržena již v PDPS), případně je nutné navrhnout novou paženou konstrukci stavební jámy (vjezdový portál Chotýčanského tunelu) namísto otevřeného výkopu, aby nebyla přesáhnuta hranice dočasných záborů.

Výústěním integrované štolky tunelu na všech čtyřech portálech přímo na plochu IZS, dochází k výraznému zjednodušení přístupu do štolky a úniku ze štolky. Je eliminováno riziko přejezdu koleji na výjezdovém portálu Hosínského tunelu a stejně tak přístup k tunelu kolejištěm od plochy IZS na výjezdovém portálu Chotýčanského tunelu v původním řešení PDPS. Profil štolky umožňuje vjezd vozidel s průjezdným profilem 2,5 x 2,5 resp. 2,6 x 2,5 m. Zásah IZS přes integrovanou štolku se uvažuje pouze ve variantě 1.

6.6.3. Vjezdový portál Hosínského tunelu

Zde je integrovaná štolá vyvedena po pravé straně ve směru staničení z plochy IZS. Začíná sjezdovou rampou s postranními zdíčkami délky cca 12 m a pokračuje hloubenou štolou délky cca 85 m po ražený portál tunelu. Pro realizaci štolý bude nutné jámu na pravé straně proti PDPS rozšířit. Ražený portál lze posunout cca do staničení 10,324 14, což odpovídá zkrácení délky jámy o cca 60 m.

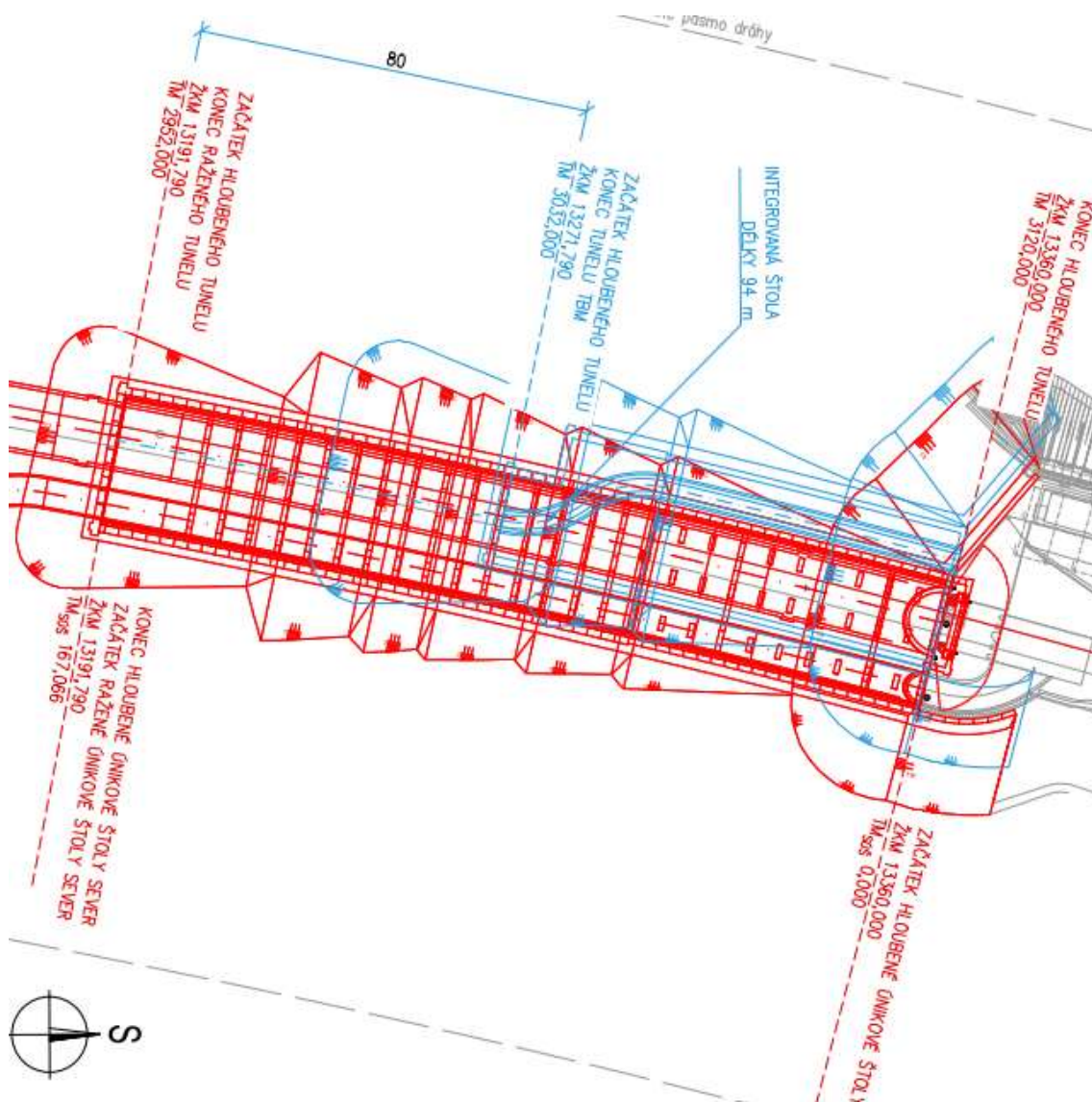


Obr. 23 Výkop stavební jámy – vjezdový portál Hosínského tunelu

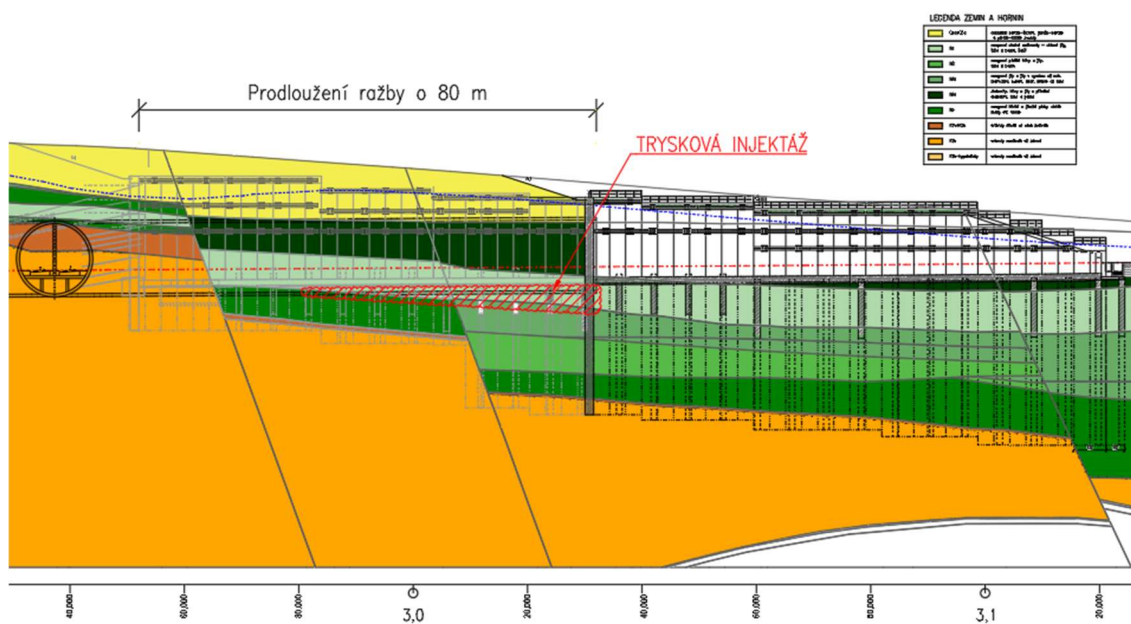
6.6.4. Výjezdový portál Hosínského tunelu

Z důvodu eliminace přejezdu trati směrem do únikové štolky a sjednocení bezpečnostního řešení na všech portálech je zde úniková štola vyvedena po levé straně ve směru staničení přímo na plochu IZS. Navržená stavební jáma tedy bude oproti řešení PDPS přes osu tunelu ozrcadlena. Zároveň je navrženo prodloužení ražby o cca 80 m a tím zkrácení konstrukce hlubinného založení stavební jámy výjezdového portálu. Nicméně oblast, kde zasahují lignity do počvy budoucího raženého tunelu jsou riziková ve smyslu „zapadnutí“ stroje. Po výkopu stavební jámy bude skutečná geologická situace zhodnocena a případně bude nutné před ražbou v předstihu realizovat tryskové injektáže do vrstvy lignitů. Jedná se o délku cca 50 m.

Délka navržené hloubené štolky je cca 94 m.



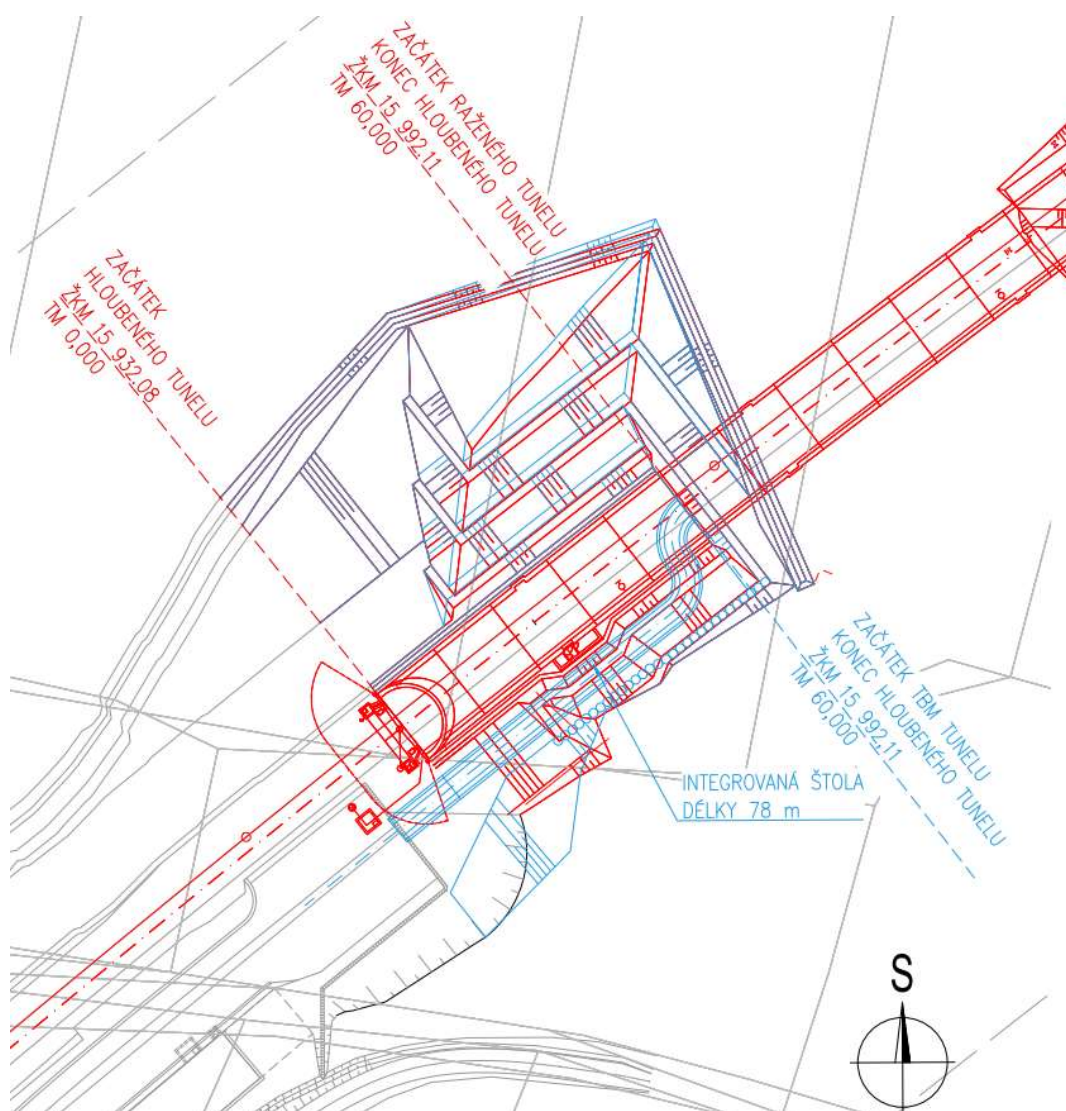
Obr. 24 Výkop stavební jámy – výjezdový portál Hosínského tunelu



Obr. 25 Posun raženého výjezdového portálu Hosinského tunelu

6.6.5. Vjezdový portál Chotýčanského tunelu

Zde je integrovaná štola vyvedena po pravé straně ve směru staničení z plochy IZS. Začíná sjezdovou rampou s postranními zídkami délky cca 11,5 m a pokračuje hloubenou štolou délky cca 66,5 m po ražený portál tunelu. Pro realizaci štoly bude nutné část pravého boku zajištění stavební jámy (cca 45 m) změnit ze svahovaného hřebíkového svahu na pilotovou stěnu. Ražený portál zůstává navržen ve staničení 15,992 11, hloubený tunel tedy bude realizován v délce 60 metrů, stejně jako v projektu PDPS.



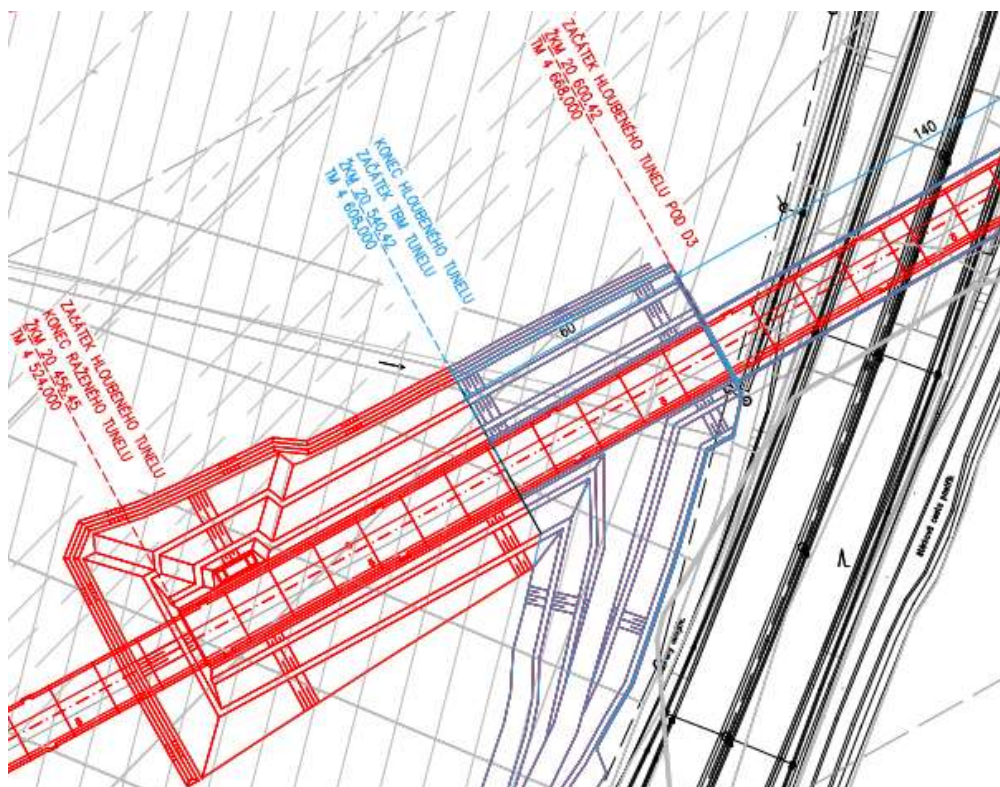
Obr. 26 Výkop stavební jámy – vjezdový portál Chotýčanského tunelu

6.6.6. Výjezdový portál Chotýčanského tunelu

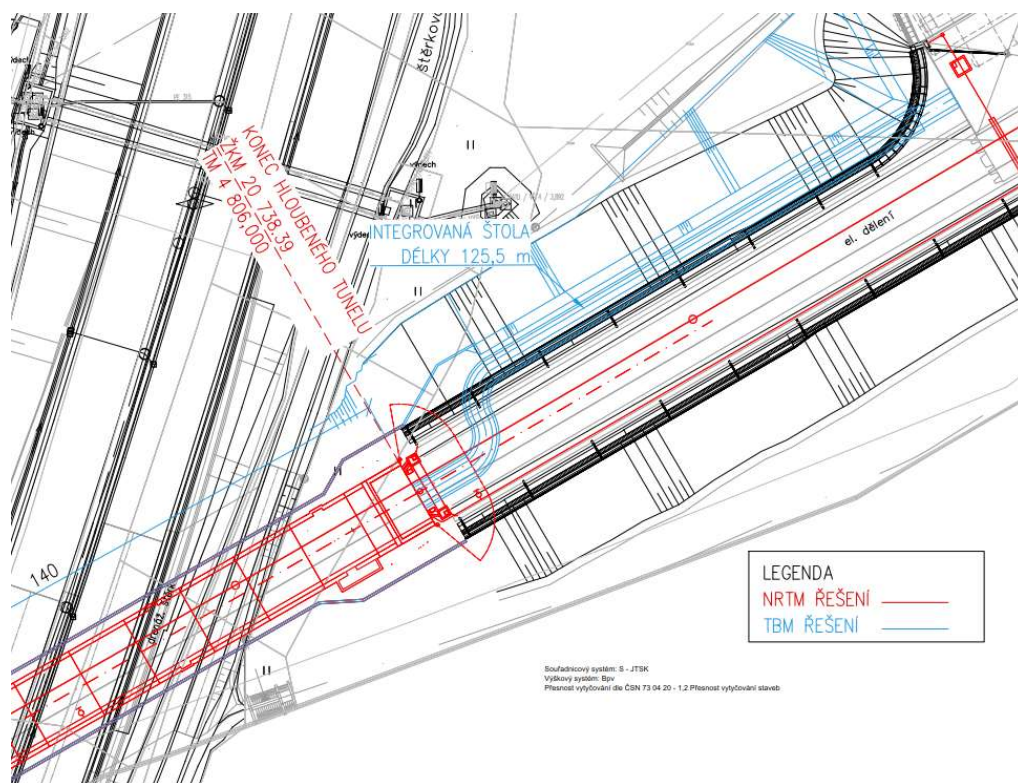
Zde je integrovaná štola vyvedena po levé straně ve směru staničení z plochy IZS. V délce cca 134 m je vedena paralelně s tratí za navrženou gabinovou stěnou. Tato může být částečně s hloubenou konstrukcí kombinována, například jako její obklad. Ještě před portálem hloubeného tunelu se štola směrovým esíčkem dostane do osy tunelu. V hloubeném tunelu je štola součástí tunelové konstrukce pod základovou deskou v místě křížení s dálnicí D3, resp jako součást spodní klenby hloubeného tunelu ve stavební jámě výjezdového portálu.

Stavební jáma bude lehce rozšířena pro potřeby výjezdu stroje TBM a jeho demontáže, nicméně z důvodu úspory výkopu stavební jámy je navrženo prodloužení raženého úseku o 94 m. Ražený portál se posune do staničení 20,550 45 a pro účely demontáže stroje zůstává jáma dostatečné délky 50 m. Celková délka štoly v hloubené části je 322 m.

Ražbu tunelu nelze prodloužit za křížení s dálnicí D3 z důvodu malého rozdílu výšek mezi niveletami v místě křížení. V místě křížení je tedy nutné uvažovat snížený profil tunelu (box) jako v dokumentaci PDPS.



Obr. 27 Výkop stavební jámy – výjezdový portál Chotýčanského tunelu – část 1



Obr. 28 Výkop stavební jámy – výjezdový portál Chotýčanského tunelu – část 2

6.6.7. Shrnutí únikových cest / technologických štol

Délky únikových cest / technických štol jsou uvedeny v tabulce níže a jsou pro všechny varianty stejné.

Tab. 5 Délky hloubených štol

Část		Délka hloubené štoly [m]	Celková délka štoly [m]
Hosínský tunel	vjezdový	92	3134
	výjezdový	94	
Chotýčanský	vjezdový	66,5	4942
	výjezdový	315,5	

Tab. 6 Délky tunelů

Část	Typ tunelu	Délka [m]	Celková délka tunelu [m]
Hosínský tunel	hloubený	48	3120
	hloubený se štolou a VZT, start TBM	36	
	ražený	2948	
	hloubený se štolou a VZT, příjem TBM	18	
	hloubený	70	
Chotýčanský	hloubený	24	4806
	hloubený se štolou a VZT, start TBM	36	
	ražený	4560	
	hloubený se štolou a VZT, příjem TBM	24	
	hloubený se štolou	24	
	box se štolou	138	
	Štola mimo tunel	125,5	

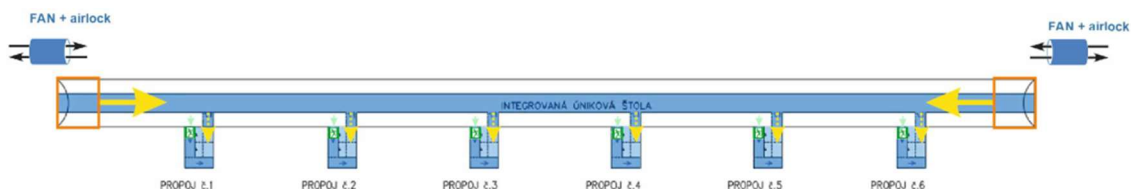
6.7. Větrání v tunelu

6.7.1. Větrání projektu PDPS

V obou tunelech je v projektu PDPS navrženo větrání pouze únikové cest. V případě Chotýčanského tunelu jsou čtyři únikové cesty větrány přes povrchové objekty nad únikovými šachtami. V případě Hosínského tunelu jsou dvě únikové štoly s příčnými propojkami větrány dvěma nasávacími objekty. Ty jsou umístěny mimo oblast tunelových portálů z důvodu možného zakouření zářezu během mimořádné události. Dále jsou větrány (chlazeny) technologické místnosti, které jsou umístěny v propojkách (resp. technologických komorách) v úrovni tunelu. Větrání je realizováno z / do prostoru únikové cesty.

6.7.2. Koncepce větrání alternativních variant

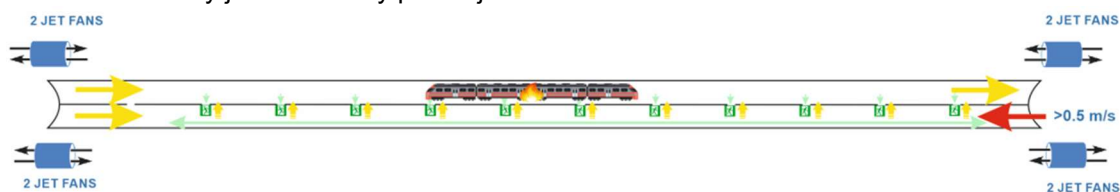
Pro variantu dvoukolejného tunelu (Varianta 1) a variantu se střední příčkou bez dveří (Varianta 2) se koncepce větrání v podstatě nemění. Větrány jsou pouze únikové cesty neboli integrovaná štola ve dně tunelového profilu a příčná propojení. Na obou koncích štoly na portálech je navrženo vzduchotěsné uzamčení (airlock), kde jsou osazeny proudové ventilátory vytvářející přetlak a proudění vzduchu 1-2 m/s přes otevřené požární dveře do tunelu. Tunelové trubky jsou bez mechanického větrání.



Obr. 29 Schéma větrání únikových cest – Hosínský tunel – varianta 1

Pro variantu 3 je navrženo větrání tunelových trub. To je navrženo následovně:

- větrání zasáhnutého tunelového tubusu – proudovými ventilátory ve směru jízdy vlaku
- větrání nezasáhnutého tubusu – vytváření přetlaku ve shodném směru jako v zasažení troubě pomocí proudových ventilátorů, rychlost vzduchu min. 0,5 m/s
- zabránění recirkulace vzduchu/dýmu na portálu
- proudové ventilátory budou osazeny v hloubených částech tunelu v nadvýšném profilu
- na všech portálech bude osazena dvojice reverzibilní ventilátorů (větrání oběma směry), kromě vjezdového portálu Chotýčanského tunelu, kde je hloubený tunel krátký (60 m) a ventilátory jsou navrženy pouze jednosměrné.



Obr. 30 Větrání tunelových trub

Integrovaná štola je v tomto případě vybavena pouze provozním větráním technologického prostoru. Proudové ventilátory na portálech vytvářejí proudění vzduchu na jednu stranu za účelem výměny vzduchu.



Obr. 31 Větrání technologické štoly

6.8. Posouzení z pohledu požární ochrany

Plné znění vyjádření k požární ochraně je přiloženo v příloze č. P03.

6.8.1. Celkové zhodnocení varianty 1

Integrovaná úniková štola je navržena pro evakuaci osob a zároveň pro zásah složek IZS. Bude tak docházet ke zpomalení zásahu IZS. Je nutné respektovat provoz na vedlejší koleji a provoz zastavit, aby nedošlo ke střetu evakuovaných osob s protijedoucí vlakovou soupravou. U Chotýčanského tunelu dojde ke zkrácení doby evakuace ze zasaženého prostoru, protože jsou propojky rozmístěny ve vzdálenosti do 500 m v souladu s TSI čl. 4.2.1.5.2 odst. b2) [2]. Zároveň dochází k výraznému usnadnění zásahu složek IZS náhradou únikových šachet průběžnou štolou. Úniková integrovaná štola je v Hosínském tunelu oproti stávajícímu řešení DSP průběžná.

6.8.2. Celkové zhodnocení varianty 2

Integrovaná úniková štola je navržena pro evakuaci osob. Zásah složek IZS je možno vést z nezasazené části TT přes příčné propojky (a integrovanou štolu) do zasažené části TT. Není nutné respektovat provoz na vedlejší koleji a provoz zastavit, aby nedošlo ke střetu evakuovaných osob s protijedoucí vlakovou soupravou. U Chotýčanského tunelu dojde ke zkrácení doby evakuace ze zasaženého prostoru, protože jsou propojky rozmístěny ve vzdálenosti do 500 m v souladu s TSI čl. 4.2.1.5.2 odst. b2) [2]. Zároveň dochází k výraznému usnadnění zásahu složek IZS náhradou únikových šachet průběžnou štolou. Úniková integrovaná štola je v Hosínském tunelu oproti stávajícímu řešení DSP průběžná.

6.8.3. Celkové zhodnocení varianty 3a resp. 3b

Integrovaná úniková štola je navržena pouze jako technologická. Zásah složek IZS je možno vést z nezasazené části TT přes dveře do zasažené části TT. U Chotýčanského tunelu dojde ke zkrácení doby evakuace ze zasaženého prostoru, protože jsou dveře rozmístěny ve vzdálenosti do 500 m v souladu s TSI čl. 4.2.1.5.2 odst. b2) [2]. Zároveň dochází k výraznému usnadnění zásahu složek IZS tunelem oproti přístupu přes šachty v řešení DSP. Pro zajištění bezpečného úniku osob je potřeba dosáhnout požadovaného přetlaku vzduchu v požárem nezasazené části tunelové trouby. Musí se respektovat provoz na vedlejší koleji a provoz zastavit, aby nedošlo ke střetu osob s protijedoucí vlakovou soupravou. V místech dveří je nutno upravit přechod mezi chodníkem a kolejištěm.

6.8.4. Závěrečné zhodnocení

Porovnání stávajícího řešení s navrhovanými variantami lze jednoznačně kladně hodnotit u všech variant Hosínského tunelu. Integrovaná štola je navržena průběžná, případně evakuaci zajišťují dveře ve střední stěně.

U Chotýčanského tunelu je výrazným zlepšením všech variant zrušení hlubokých šachet s výtahy, a to jak z hlediska evakuace osob, tak zásahu složek IZS. Úniky jsou v Chotýčanském tunelu navrženy po maximální vzdálenosti 500 m, tedy v poloviční vzájemné vzdálenosti, než tomu bylo v řešení DSP.

Ve variantě 1 může docházet ke zpomalení zásahu IZS z důvodu protisměrného pohybu unikajících osob v integrované štolě. Varianty 2 a 3 mají výhodu v nezávislém přístupu složek IZS přes nezasazenou část TT. Nezbytným předpokladem varianty 3 je ale návrh větrání tunelové trouby tak, aby již při evakuaci bylo účinně zabráněno průniku kouře do nezasazené, příčkou oddělené části tunelové trouby (byl v ní vytvořen přetlak).

6.9. Technologie ražby TBM

Varianty alternativního řešení k projektu PDPS předpokládají změnu technologie výstavby z původní konvenční metody NRTM na strojní ražbu.

Dle geologického průzkumu (pro Hosínský tunel viz část E.2.1.1.5, pro Chotýčanský tunel viz část E.2.1.1.4) lze předpokládat prostředí ražby od měkkých neogenních jílu, po tvrdé polohy granodioritů. Z tohoto důvodu je předpokládáno s konvertibilním strojem TBM. Je uvažována s pořízením jednoho stroje TBM pro ražbou obou tunelů.

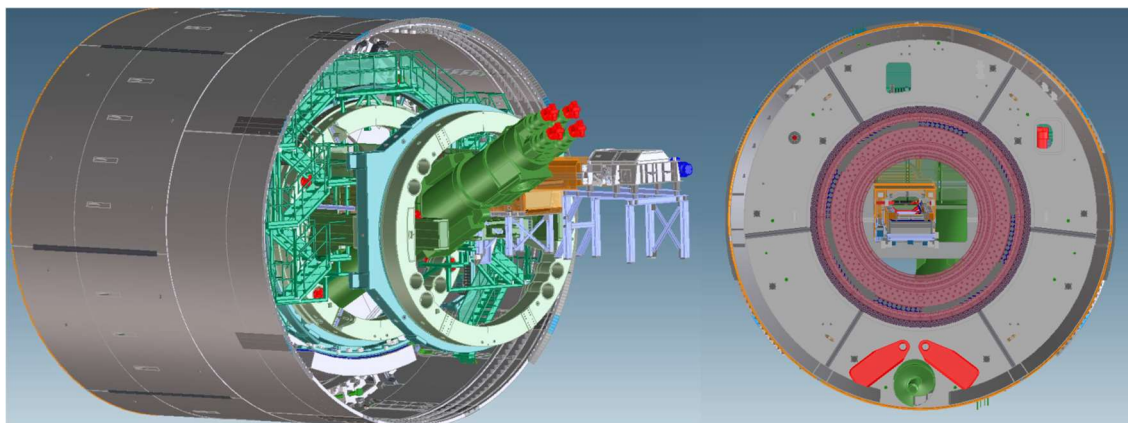
Tab. 7 Orientační rozdělení módu ražby

Mód ražby	otevřený	uzavřený
Hosínský tunel	61 %	39 %
Chotýčanský tunel	83 %	17 %

6.9.1. Stroj TBM

Konvertibilní stroj $\varnothing 13,75$ (varianta 2 a 3a) je osazen paralelně šnekovým dopravníkem a dopravníkovým pásem, který umožní ražbu ve dvou módech:

- otevřeném módu v tvrdých horninách
- v uzavřeném módu EBP do míst výrazných zvodnělých horninových poruch a do prostředí rozložených hornin případně zemin



Obr. 32 Osazení stroje TBM

6.9.2. Specifikace tunelového ostění (VARINATA 2, 3b)

- Vnitřní profil segmentového ostění $\varnothing 12,3$ m
- Vnější profil segmentového ostění $\varnothing 13,3$ m
- Průměr stroje TBM $\varnothing 13,75$ m
- tloušťka ostění 500 mm
- nadvýšení štítu 225 mm
- systém seg. ostění 8+1, délka segmentu 2,0 m
- návrhový tlak podzemní vody 6,0 barů v ose

6.9.3. Geotechnická rizika

- výrazné přítoky podzemní vody podél tektonických poruch v Chotýčanském tunelu v km 19,987 – 20,190

- proměnlivost zvětrání hornin v trase tunelu
- tektonický kontakt granodioritů a rul v Chotýčanském tunelu (cca km 18,490)
- hladina podzemní vody v Hosínském tunelu až 80,5 m
- vysoké hodnoty abrazivity CAI (2 – 4.4) hornin v Chotýčanském tunelu mohou způsobovat opotřebení šnekového dopravníku pro EPB mód
- proměnlivost pevnosti hornin (UCS) pararuly, ortoruly, ruly, granodiority 8 – 140 MPa a pískovce < 1 MPa
- nízký až střední potenciál ucpání během ražby, případně na portálech Hosínského tunelu
- zanořování stroje TBM do vrstvy lignitů na výjezdovém portálu Hosínského tunelu

6.10. Zahájení ražeb, zařízení staveniště

Pro oba tunely se preferuje dovrchní ražba z vjezdového portálu. U obou vjezdových portálů je také k dispozici dostatečná plocha pro zařízení staveniště. Orientačně je ideálně potřeba 14250 m² plochy pro zázemí strojní ražby + cca 900 m² na dočasný sklad segmentů, viz tabulka níže. Hlavní sklad segmentů se předpokládá mimo prostor stavby, v továrně na výrobu segmentů.

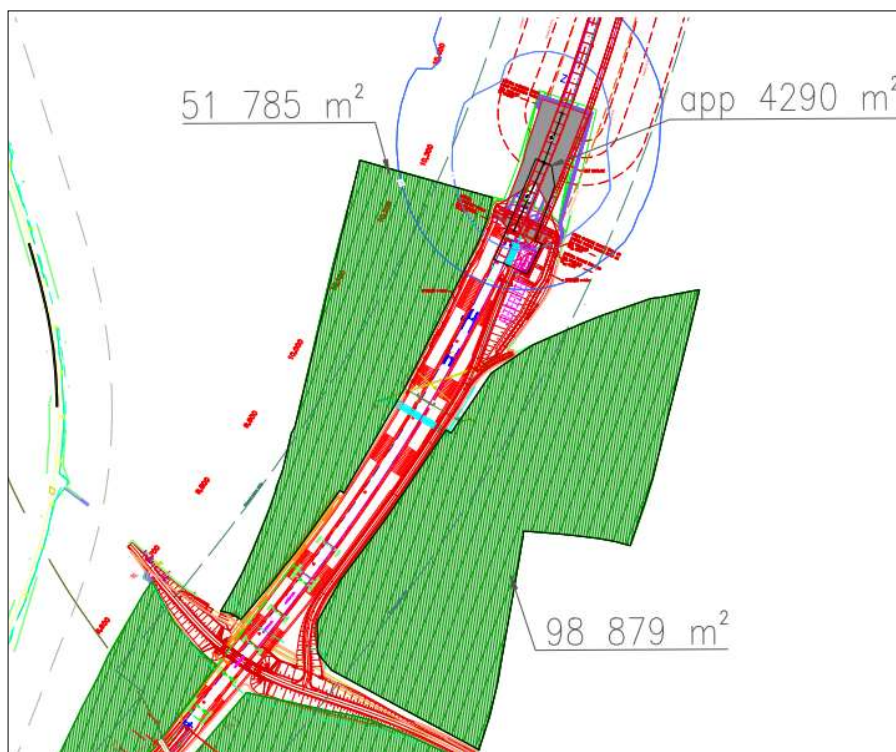
Příjem stroje v obou případech bude možné uskutečnit v prostoru stavebních jam na výjezdových portálech.

Na portálech je dále nutné zřídit přípojku vody a el. energie. Orientační požadavky na spotřebu viz tabulky níže.

Tab. 8 Orientační požadavky na velikost zařízení staveniště:

-	m ²
Vývoz rubaniny z tunelu	6000
Chladicí zařízení	80
Zařízení k míchání injektáže	320
Ventilace	100
Dopravníkový pás	550
Nakládání rubaniny	900
Dílny, zázemí	600
Sklady	500
Portálový jeřáb	250
Kanceláře	800
Elektrická instalace	400
Parkovací místa	1000
Bezpečnost	500
ČOV	250
Ostatní	2000
Celkem	14 250
Sklad segmentů	880 *

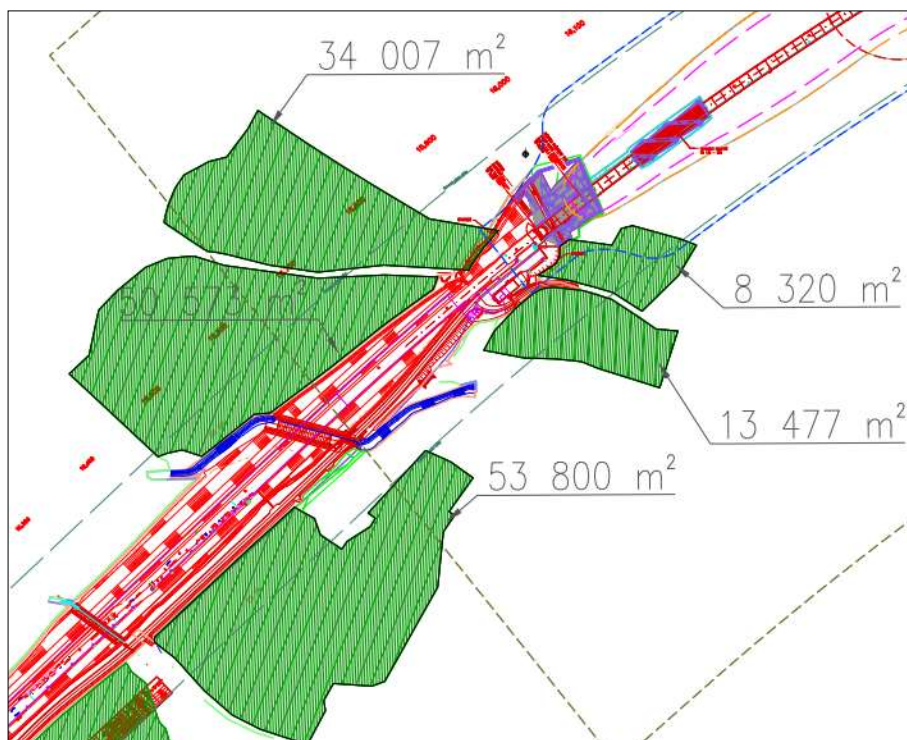
* Zásoba na 3 dny, prům. postup ražby 15 m/den = 22 prstenců = 44 míst á 20 m² = 880 m².



Obr. 33 Plochy ZS u vjezdového portálu Hosínského tunelu



Obr. 34 Plochy ZS u výjezdového portálu Hosínského tunelu



Obr. 35 Plochy ZS u vjezdového portálu Chotýčanského tunelu



Obr. 36 Plochy ZS u výjezdového portálu Chotýčanského tunelu

Elektrická přípojka

Tab. 9 Orientační požadavek na el. energii

Tunel	12,0 MVA 20kV
ZS	2,5 MVA 400V
Bezpečnostní zásobování	2,0 MVA 400V
Dopravníkový pás	1,5 MVA 400V

Přípojka vody

Tab. 10 Orientační požadavek na přípojku vody

Během ražby	120 m ³ /hod
Maximum	200 m ³ /den

6.10.1. Logistika betonových segmentů

Pro výrobu segmentového ostění se předpokládá využití výrobních kapacit v regionu.

Výroba a dozrávání dílců segmentového ostění se předpokládá v areálu výrobního závodu.

Na stavbě se uvažuje pouze se zásobou segmentů na 3 dny ražby (cca 22 prstenců).

Pro výrobu prefabrikovaných segmentů tunelového ostění byla prověřena možnost využití Závodu MABA Prefa spol. s r.o. se sídlem ve Veselí nad Lužnicí, Čtvrť J. Hybeše 549.

Společnost je součástí rakouského koncernu Kirchdorfer Group, který má s výrobou tunelového segmentového ostění zkušenosti. Závod se rozkládá na cca 12 ha, což umožňuje nejen výrobu, ale především skladování již hotových segmentů před jejich dopravou na samotnou stavbu, kde bude omezený prostor pro skladování. Závod je od zařízení staveniště vzdálen cca 30 km a kromě silniční dopravy pro dovoz segmentů, je možnou alternativou kolejová přeprava, protože v areálu závodu se nachází vlečka napojená na provozovanou trať.

6.10.2. Výstavba integrované štoly

Za účelem zrychlení celkové doby výstavby je v rámci studie předpokládána výstavba integrované štoly v části raženého tunelu za pomoci prefabrikátů. Pro zásobování razicího štítu lze použít přejezdové mosty nebo vhodného návrhu prefabrikace respektive postupu výstavby.

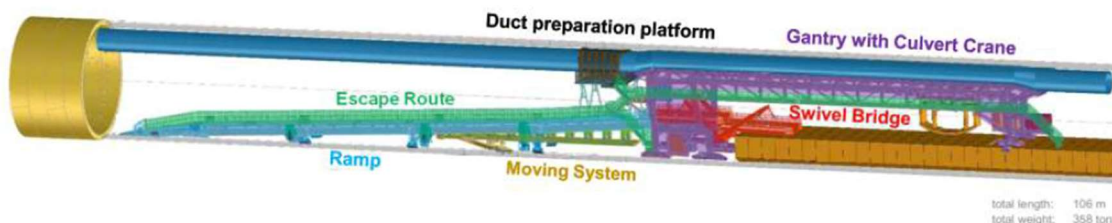
Prefabrikáty integrované štoly by pravděpodobně svojí délkou odpovídaly délce segmentového ostění, tedy 2,0 m. Rychlost výstavby je limitována rychlostí ražby. Místa příčných propojení únikových cest, respektive technologických komor budou řešena monoliticky po dokončení ražeb těchto příčných propojení. Hloubené části štoly budou realizovány spolu s hloubenými tunely ve stavebních jamách buďto jako monolitické konstrukce nebo také s použitím prefabrikátů.



Obr. 37 Tunel pod Suezským kanálem



Obr. 38 Prefabrikace dna tunelu, zdroj f. Herrenknecht



Obr. 39 Přejezdový most, zdroj f. Herrenknecht

6.11. Využití rubaniny do násypu mezi tunely

Rubanina může obecně obsahovat různé přísady (stavební chemii). Nicméně je-li úprava provedena vhodně, nemusí rubanina vykazovat žádné odlišné vlastnosti ve srovnání s přirozeným stavem horniny/zeminy kromě konzistence a organického obsahu.

Rubanina proto obecně zůstává ve stejné třídě likvidace odpadů jako původní hornina/zemina, i když každé staveniště musí být hodnoceno jako individuální případ.

Vzhledem k extrémně vysoké citlivosti vodních organismů je toxicita využívaných prostředků pro vodní prostředí jednou z nejkritičtějších oblastí – nejen pro přísady pro úpravu hornin/zemin, ale pro všechny chemikálie používané při ražbě. Aby bylo zajištěno, že vybrané chemikálie jsou pro vodní organismy co nejbezpečnější, provádějí se speciální testy akutní toxicity podle pokynů OECD. Hodnoty LC50/EC50 a NOEC jsou k dispozici na vyžádání u výrobců aditiv.

6.11.1. Rubanina z horninového prostředí (otevřený mód ražby)

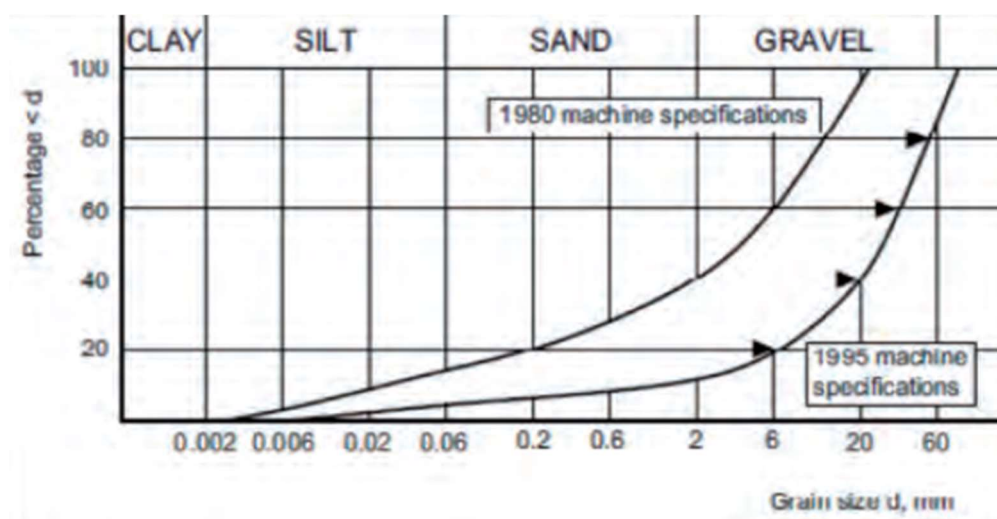
Křivka zrnitosti rubaniny z mechanizované ražby se oproti rubanině z konvenční ražby NRTM s trhacími pracemi liší. Má obecně menší velikost a typický protáhlý a zploštělý tvar. Materiál může být rozdělen do čtyř skupin:

Horninový prach, tvoří se na kontaktu řezných disků a horniny

Střepy a úlomky hornin, vzniklé řezáním a oddělením drobných složek horniny

Vločky a čipsy, vznikající řezáním a oddělením části horniny mezi dvěma nástroji „dláty“

Bloky, vzniklé oddělením většího kusu horniny po plochách diskontinuity



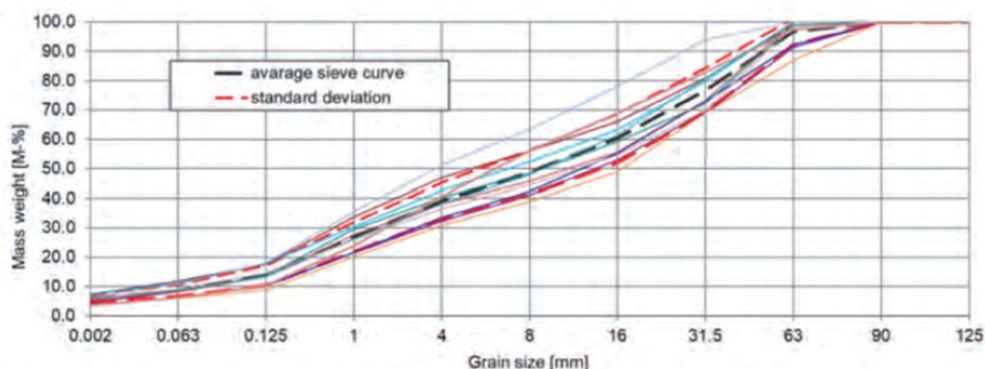
Obr. 40 Typická křivka zrnitosti rubaniny z mechanizované ražby

Kromě typu matečné horniny ovlivňuje zrnitostní křivku několik parametrů jako přítlačná síla a vzdálenost mezi řeznými nástroji. Zvýšení přítlačné síly způsobuje hlubší řez a tím i větší velikost a zároveň rovnoměrnost rozdělení velikosti zrn rubaniny.

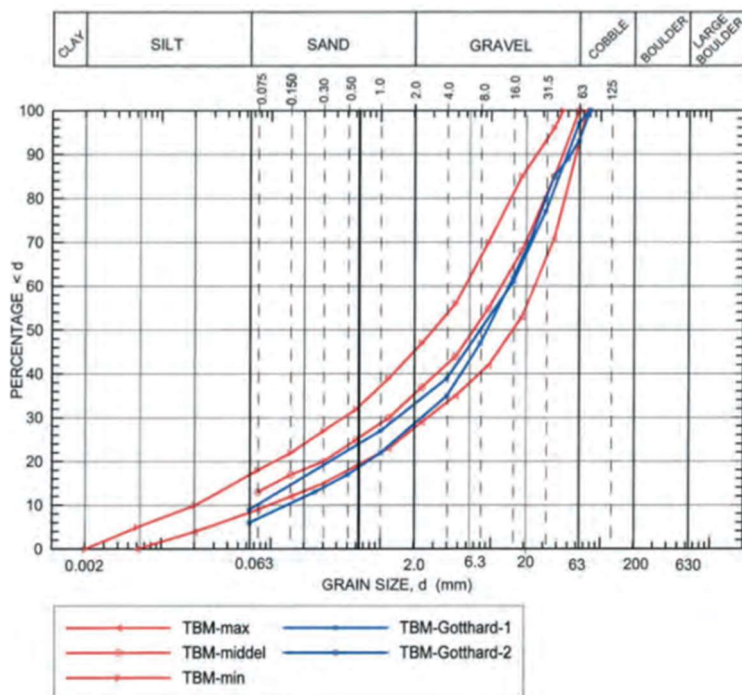
Následující obrázky ukazují rozdělení zrnitosti v tvrdých rulách pro TBM $\varnothing 10$ m po nadrcení v primárním drtiči (maximální velikost zrna 150 mm) (Obr. 41), respektive obálku 19 rozlišných TBM tunelů v Norsku a křivky z bázového tunelu Gotthard (Obr. 42).

Vytěžený materiál je většinou jemně až středně-zrnitý. Ojedinelé se mohou díky puklinám v hornině vyskytnout bloky o délce hrany až 30 cm, zrna mají většinou maximální šířku 60 až 100 mm. Přibližně 30 až 40 % zrn je však do 4 mm. Ploché odštěpky horniny, které se odřezávají disky, jsou maximálně 22 mm silné při dnešní standardní rozteči řezných drah disků 86 mm. V případě tvrdé horniny, ve které je obtížné razit, jako je žula nebo tvrdá rula, jsou odštěpky obzvláště ploché. Pokud je tvrdost horniny nižší, např. u měkkých rul nebo sedimentů, mají odštěpky kompaktnější tvar. Je třeba poznamenat, že rubanina není suchá, nýbrž je ovlivněná buď horninovou vodou nebo technologickou vodou z procesu ražby.

Studie ukazují, že zrna větší než 8 mm jdou obecně placaté a ne kubické, zatímco zrna menší než 8 mm splňují geometrické požadavky pro kamenivo do betonu. Porovnáme-li to s konvenční ražbou s trhacími pracemi, materiál ze stojní ražby může mít špatný tvar zrna pro širší použití jako kamenivo do betonu. Nevhodný tvar zle předejít použitím speciálního typu drtiče. Navíc má rubanina ze strojní ražby obecně nízkou/sníženou odolnost proti drcení a produkuje tak více jemných částic. Materiál je také vodě senzitivní a obsahuje jemnou složku, která zadržuje vodu.



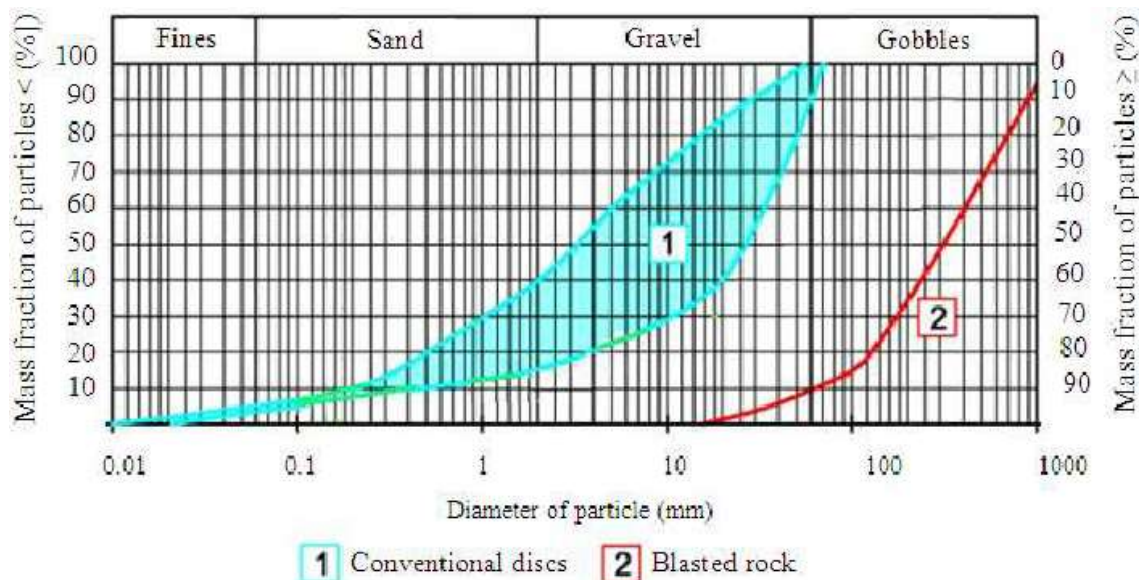
Obr. 41 Typické rozdělení zrnitosti rubaniny ve tvrdých rulách



Obr. 42 Rozdělení zrnitosti rubaniny z tunelů TBM

Drsnost povrchu a přítomnost ostrých hran zlepšují vazbu mezi kamenivem a betonem, ale snižují zpracovatelnost a vyžadují větší množství vody a cementu, což vede ke zvýšení nákladů.

Na obrázku níže je porovnání typické křivky zrnitosti z konvenční ražby trhačími pracemi a z mechanizované ražby.



Obr. 43 Porovnání křivky zrnitosti z mechanizované ražby a ražby drill & blast

6.11.2. Rubanina ze zeminového prostředí (uzavřený mód EPB)

Tato část rubaniny je velmi zavodněná a obsahuje stopy upravovacích prostředků. Ty musí být obecně biodegradovatelné a ekologicky nezávadné. Někdy je rubaninu nutné procesovat, aby byla zlepšena její konzistence kvůli možnému odvozu.

V nejhorším případě (velmi tekutá rubanina s velkou příměsí bentonitové suspenze) je před skládkováním třeba promíchat rubaninu s jinou zemínou. Další možnost procesování představuje přimíchávání 0,5-1% CaO. (pro znovuvyužití v násypech 1-3%, pro využití v zakládání 6%).

Pro tento typ rubaniny připadá v úvahu nejčastěji pouze skládkování bez další úpravy. Obecná charakteristika rubaniny: heterogenní zrnitost, mineralogie a konzistence (od mokrého po tekuté chování), lubrikovaná, možné adhezivní chování, nízká drenážní schopnost. Přítomnost tensidů, polymerů, stopy mazacích prostředků.

Použití jako materiálu pro násypy vyžaduje požadavky na zhutnění, pevnost ve smyku a únosnost; tyto vlastnosti lze ovlivnit použitím aditiv, protože tyto modifikují chování rubaniny z hlediska lepidlosti, plasticity, abrazivity, konzistence a tření.

Při znovupoužívání rubaniny z EPB módu je třeba prověřit možnou kontaminaci. Použité přísady mají obecně určitou biodegradační schopnost; analýzy opakované po určitou dobu by mohly prokázat snížení koncentrace markerů pod závazné prahové limity. Tato přirozená biodegradace je způsobena především oxidačními reakcemi a přetvářením rubaniny. Urychlit ji lze praním nebo sušením vytěženého materiálu. Používané produkty pro úpravu zemin /hornin při stavbě tunelů lze rozdělit do čtyř skupin:

- **Tensidy** (pěny): jedná se především o pěny a mají různé chování a složení v závislosti na jejich konkrétním použití. Při smíchání se zemínou upravují vlastnosti vytěženého

materiálu. Obecně je jejich biologická rozložitelnost dobrá (2–4 měsíce), zeminy smíchané s tensidy jsou plastické, vnitřní tření je sníženo a nedochází k vytváření prachu. Degradace tensidů prochází různými kroky zahrnujícími rozpad alkylového řetězce, sulfonatické skupiny a případně benzenového kruhu. Tento proces je ovlivněn časem, oxidací a působením bakterií. Vzhledem k tomu, že tensidy interagují s prostředím sorpcí a degradací, měly by být brány v úvahu všechny ovlivňující faktory: fyzikálně-chemické vlastnosti masivu, stávající a probíhající environmentální parametry, chemická struktura přísad. Všechny tyto proměnné ovlivňují délku trvání degradace.

- **Polymery:** používané pro řešení specifických problémů souvisejících se zlepšením pracovních parametrů stroje. Mohou se přidávat společně s pěnou nebo jednotlivě vstříkovat a zesilují účinky pěn; obecně se používají, když je v masivu přebytek vody.
- **Bentonitová suspenze:** Tato přísada není z chemického hlediska příliš relevantní, ale její reologie dramaticky mění chování rubaniny a v určitém procentu zůstává v rubanině i po obvyklých regeneračních úpravách. Z environmentálního hlediska však nepředstavuje nebezpečí, jelikož se jedná o přírodní materiál (jíl).
- **Ostatní přísady:** jako jsou chemikálie proti oděru, mazací tuky na plášť stroje, malty jako injektáž za rub ostění, prostředky proti zalepování, neiontové odpěňovače pro dodatečnou úpravu, vápno, vápenaté plnivo.

Zatímco u tensidů (pěn) se očekává chemická degradace, u polymerů mohou nastat určité problémy. Mazací tuky lze připravit na určitou úroveň degradace. Avšak tyto mazací tuky určují většinou koncentraci kontaminantů.

6.11.3. Využití rubaniny z Hosínského a Chotýčanského tunelu

Z hlediska geologických podmínek poměr využitelnosti rubaniny odpovídá předpokladu projektu PDPS. Jako hornina vhodná či podmíněně vhodná byla v projektu PDPS klasifikována část ražby v dobrých geologických podmínkách odpovídající navětralému nebo zdravému masivu. V našem případě se jedná o ruly a granodiority v Chotýčanském tunelu, respektive o ortoruly a pararuly v Hosínském tunelu. Jako materiál nevhodný pro další využití byly v projektu PDPS klasifikovány ostatní případy geologie na čelbě, tedy vrstvy pokryvných útvarů, lignity a neogenní jíly a dále rozložené až silně zvětralé horniny.

Tomuto rozdělení v podstatě odpovídá rozdělení mechanizované ražby do otevřeného respektive uzavřeného módu.

Rubaninu lze na základě výsledků podrobného geotechnického průzkumu a předpokládaného způsobu ražby rozřadit do tří skupin:

1. Třída A – Vysoce kvalitní materiál, recyklovatelný jako betonové kamenivo
2. Třída B – Materiál střední kvality, ale recyklovatelný jako materiál do násypů
3. Třída C – Nerecyklovatelný materiál na skládku.

Obecně bude uvažováno, že vytěžený materiál je považován za nekontaminovaný, pokud neexistují důkazy o opaku. To se týká jak možné geogenní kontaminace, tak kontaminace látkami během ražby.

Využití vytěženého materiálu jako nezámrzná vrstva kameniva

Materiál TBM má velmi rovnoměrnou distribuci velikosti částic bez odlehklých hodnot nebo nadměrného nahromadění jednotlivých frakcí. Podle empirických hodnot se distribuce velikosti částic pohybuje v rozmezí šterkopískové směsi použitelné pro stavební účely pro základové vrstvy. Materiál lze použít jako plný šterkopísek bez jakéhokoli zpracování.

Při znovupoužití neupraveného materiálu je třeba dodržet optimální obsah vody 6 až 7. S obsahem jemných částic nižším než 3 % hmotnosti je materiál považován za mrazuvzdorný.

Použití vytěženého materiálu jako násypy

Materiál nevyžaduje žádnou předúpravu, aby mohl být použit pro násypy se sklonem do 40°. Při výrobě by mělo být podloží před plněním dobře a trvale odvodněno, pouze za suchého počasí zhutněno a povrch násypu by měl být ihned chráněn.

Obdobně jako je tomu doposud v řešení PDPS je možné, že část použitého materiálu z ražby bude při zabudování do násypového tělesa nutné zlepšit vápnem a cementem (ZZVC). Rozsah uvedeného zlepšení bude nutno ověřit a zpřesnit až při realizaci formou velkopokusů.

Obecně předpokládáme, že ražba v otevřeném módu bude generovat rubaninu vhodnou pro následné využití pro výstavbu násypu. Oproti tomu ražba v uzavřeném módu bude generovat horninu nevhodnou do násypu. Ta bude uložena do zářezů opuštěné trati nebo odvezena jako odpad na skládku Planá nad Lužnicí.

6.11.4. Závěr z vyjádření geologa stavby k využití rubaniny

Vyjádření k využitelnosti rubaniny je přiloženo v příloze č. P02.

Hosínský tunel

V geologicky nepříznivých poměrech bude raženo cca 20 % délky tunelu, tj. cca 566 m. využití rubaniny z daného úseku stavby si vyžádá zvýšené náklady na úpravu pro zpětné využití – zvýšená četnost manipulace s materiálem, vysušení, případná chemická/biodegradační úprava po použití stabilizátorů a plastifikátorů, zlepšení pojivy. Přednostně doporučujeme využít tento materiál po úpravě pojivy pro budování jádra násypových konstrukcí. Materiál, který nebude upraven pojivy bude převážně namrzavý, se střední hodnotou kapilární vzlínavosti.

Předpokládáme, že vlivem technologie ražby (TBM) dojde k znehodnocení části rubaniny v objemu cca 3%, tj. cca z 74 m délky tunelu – výjezdový portál. Zde předpokládáme smísení rubaniny s lignitem, rašelinou a vysoce plastickými zeminami. Rubaninu s podílem organické složky nelze použít pro budování násypových těles žel. trati ani trvalých komunikací. Znehodnocenou rubaninu doporučujeme deponovat odděleně od vhodných zemín, po dokončení stavby bude použita k sanaci opuštěných zářezových úseků stavby. Před využitím musí být provedena případná chemická/biodegradační úprava.

Ve zbývající části stavby, cca 77 %, tj. cca 2190 m lze očekávat, že rubanina bude nabývat vhodných parametrů pro zpětné využití do násypových těles. Materiál lze využít jak pro budování jader násypů, tak i na povrchovou úpravu svahů. Všeobecně lze konstatovat, že rubanina bude nabývat charakteru netříděného lomového kameniva převážně frakce 0-200 mm. Upozorňujeme, že materiál s vyšším obsahem nulové frakce může být mírně namrzavý. Podle potřeb stavby a způsobu zpětného využití doporučujeme rubaninu fragmentovat na vhodnou zrnitostní frakci. Rubaninu vzhledem k očekávané zrnitosti nebude možné bez druhotného přetřídění použít, jako materiál pro „těžkou“ sanaci. Vzhledem k obsahu nulové frakce lze u rubaniny očekávat převážně nízké hodnoty kapilární vzlínavosti – materiál bez druhotné fragmentace nedoporučujeme používat jako sanační vrstvu pro přerušení kapilární vzlínavosti do budoucích násypových těles. Pro sanační vrstvy doporučujeme použít přetříděnou rubaninu vhodné zrnitostní frakce, bez obsahu frakce 0 mm.

Chotýčanský tunel

V geologicky nepříznivých poměrech bude raženo cca 26 % délky tunelu, tj. cca 1155 m. využití rubaniny z daného úseku stavby si vyžádá zvýšené náklady na úpravu pro zpětné využití – zvýšená četnost manipulace s materiálem, vysušení, případná chemická úprava po použití stabilizátorů a plastifikátorů, zlepšení pojivy. Přednostně doporučujeme využít tento materiál po úpravě pojivy pro budování jádra náspových konstrukcí. Materiál, který nebude upraven pojivy bude převážně namrzavý, se střední hodnotou kapilární vzlínivosti.

Ve zbývající části stavby, cca 74 %, tj. cca 3309 m lze očekávat, že rubanina bude nabývat vhodných parametrů pro zpětné využití do násypových těles. Materiál lze využít jak pro budování jader násypů, tak i na povrchovou úpravu svahů. Všeobecně lze konstatovat, že rubanina bude nabývat charakteru netříděného lomového kameniva převážně frakce 0-200 mm. Upozorňujeme, že materiál s obsahem nulové frakce může být mírně namrzavý. Podle potřeb stavby a způsobu zpětného využití doporučujeme rubaninu fragmentovat na vhodnou zrnitostní frakci. Rubaninu vzhledem k očekávané zrnitosti nebude možné bez druhotného přetřídění použít, jako materiál pro „těžkou“ sanaci. Vzhledem k obsahu nulové frakce lze u rubaniny očekávat převážně nízké hodnoty kapilární vzlínivosti – materiál bez druhotné fragmentace nedoporučujeme používat jako sanační vrstvu pro přerušení kapilární vzlínivosti do budoucích náspových těles. Pro sanační vrstvy doporučujeme použít přetříděnou rubaninu vhodné zrnitostní frakce, bez obsahu frakce 0 mm.

6.11.5. Porovnání objemu rubaniny pro účel harmonogramu

V souladu s původním předpokladem (v PDPS) bude rubanina z tunelu využita pro výstavbu násypu mezi tunely. Vzhledem k časovému harmonogramu bude na založení násypu použit nakoupený materiál. Pro vlastní těleso násypu se využije asi 450 000 m³ rubaniny. Zbytek bude odvážen na zařízení staveniště u Hrdějovic (vjezdový portál Hosínského tunelu) odkud budou přebytky odváženy na skládku, respektive k uložení do opuštěného tělesa dráhy.

Tab. 11 Porovnání výrubů ražených tunelů

	PDPS			Ražba TBM – Varianta 1		
	Výrub z tunelu a ÚC	Rubanina vhodná do násypů		Výrub z tunelu	Rubanina vhodná do násypů	
	[m3]	[m3]	[%]	[m3]	[m3]	[%]
Hosínský t.	341 888	249 393	72,95	417 480	254 663	61 %
Chotýčanský t.	557 721	419 469	75,21	647,520	537 442	83 %

Objem vhodných zemin z ražby únikových cest Hosínského tunelu je v projektu PDPS 66 314 m³. V Chotýčanském tunelu pouze 15,278 m³.

Objem vhodných zemin z ražby příčných propojení respektive technologických komor pro tunel TBM bude z obou tunelů dle varianty od 4,655 do 60,557 m³.

6.12. Dopad na kolejové řešení

V souvislosti se zpracováním doprovodné STUDIE k projektu stavby ve věci porovnání technických a ekonomických dopadů změny způsobu provádění ražby tunelu z nové rakouské tunelovací metody na ražbu pomocí razicích štítů TBM proběhlo i předběžné prověření rozšíření osově vzdálenosti kolejí na 5,2 m a 5,9 m z pohledu geometrické polohy koleje.

První prověřovaný návrh se zabýval odsunutím koleje č. 2 od koleje č. 1 na požadovanou vzdálenost. Toto řešení by bylo výhodnější z hlediska zachování staničení v úseku celé stavby Nemanice – Ševětín (kromě ŽST Nemanice).

- a) Před Hosínským tunelem by úpravy železničního svršku i železničního spodku SO 38-10(11)-51 zasáhly až na jeho začátek – tj. bylo by nutné přepracovat celý stavební objekt (cca 700 m před portál).

Pro osovou vzdálenost 5,2 m by toto řešení bylo možné, ale za předpokladu zhoršení parametrů koleje č.2. Došlo by ke zkrácení vstupní přechodnice oblouku a tím ke zvýšení sklonu vzetupnice na nestandardní hodnotu.

Pro osovou vzdálenost 5,9 m by toto řešení možné nebylo, pokud by nedošlo k přepracování celé trasy (natočení, posun tečen atd.) nebo vložení protisměrného oblouku, který by ale zasahoval do oblasti výhybek č. 716 a 717. To by pravděpodobně znamenalo úpravu výhybky č. 717 do netypové transformace.

Závěrečné zhodnocení: Nezbytné úpravy GPK jsou proveditelné, ale ani jedno řešení není vhodné z více důvodů např. z hlediska dynamiky, údržby, s ohledem na to, že se jedná o novou trať.

- b) V mezitunelovém úseku by odsunutí koleje č. 2 s provedením zpětného návratu do osově vzdálenosti 5,0 m potřebné pro vložení spojek v odbočce Dobřejovice znamenalo zasunutí konce/začátku přechodnice vstupního/výstupního oblouku. To by mělo za následek zkrácení mezipřímé.

Pro osovou vzdálenost 5,2 m by toto řešení bylo možné, ale za předpokladu zhoršení parametrů koleje č.2. Z jednoduchých oblouků s přechodnicemi by byly oblouky složené. To není vhodné řešení z více důvodů např. z hlediska dynamiky, údržby, s ohledem na to, že se jedná o novou trať.

Pro osovou vzdálenost 5,9 m by toto řešení možné nebylo, pokud by nedošlo k přepracování celé trasy (natočení, posun tečen atd.).

Při zafixování obou původně navržených oblouků před a za dobřejovickou mezipřímou, by nebyla dodržena její minimální délka pro vložení spojek. Pokud by se návrh kvůli zpětnému zasunutí KP/ZP řešil pomocí rozšíření osově vzdálenosti v oblasti mezipřímé, mezipřímá by se prodloužila. Ve větší osově vzdálenosti by ale i vložené spojky dosáhly větší délky, takže by mezipřímá stejně nebyla dostatečná.

Za Hosínským tunelem by úpravy železničního svršku i železničního spodku SO 38-10(11)-51 zasáhly až na jeho konec – tj. bylo by nutné přepracovat celý stavební objekt (cca 1500 m za portál).

Před Chotýčanským tunelem by úpravy železničního svršku i železničního spodku SO 38-10(11)-53 zasáhly až na jeho začátek – tj. bylo by nutné přepracovat celý stavební objekt (cca 450 m před portál).

Závěrečné zhodnocení: Nezbytné úpravy GPK jsou proveditelné, ale oproti dosavadnímu řešení by došlo k degradaci výsledného návrhu. Zvláště pro osovou vzdálenost 5,9 m by se jednalo o výrazný zásah.

- c) Za Chotýčanský tunelem by návrat do osové vzdálenosti 5,0 m v ŽST Ševětín znamenal využití protisměrného oblouku s navázáním v inflexním bodě. Úprava přechodu osové vzdálenosti musí být co nejkratší, aby nebylo nutné upravovat konfiguraci celé stanice Ševětín.

Toto řešení není vhodné řešení z více důvodů např. z hlediska dynamiky, údržby, s ohledem na to, že se jedná o novou trať.

Za Chotýčanským tunelem by úpravy železničního svršku i železničního spodku SO 38-10(11)-53 zasáhly až na jeho konec – tj. bylo by nutné přepracovat celý stavební objekt (cca 220 m za portál).

Závěrečné zhodnocení: Nezbytné úpravy GPK jsou proveditelné, ale oproti dosavadnímu řešení by došlo ke zhoršení parametrů výsledného návrhu (při zamezení dopadu do návrhu řešení navazující stanice Ševětín).

Vzhledem k výše popsaným problémům by bylo pravděpodobně vhodnější odsunout na požadovanou vzdálenost kolej č. 1. Uvedeného se týká níže popsaný druhý prověřovaný návrh.

Odsunutím koleje č. 1 by však došlo ke změně staničení v celém úseku od ŽST Nemanice až na konec stavby (včetně ŽST Ševětín).

- a) Před Hosínským tunelem by úpravy železničního svršku i železničního spodku SO 38-10(11)-51 zasáhly až na jeho začátek – tj. bylo by nutné přepracovat celý stavební objekt (cca 700 m před portál).

Pro osovou vzdálenost 5,2 m i 5,9 m by se odsun koleje č. 1 vyřešil pomocí prodloužené přechodnice, která by zasahovala až do úseku spojky z výhybek č. 716 a 717. To by ale neměl být problém. Sklon vzetupnice by se tímto řešením zlepšil.

Závěrečné zhodnocení: Nezbytné úpravy GPK jsou proveditelné.

- b) V mezitunelovém úseku by odsunutí koleje č. 1 s provedením zpětného návratu do osové vzdálenosti 5,0 m potřebné pro vložení spojek v odbočce Dobřejovice znamenalo:

Pro osovou vzdálenost 5,2 m by od Hosínského tunelu při zafixování oblouku v něm došlo ke zkrácení výstupní přechodnice oblouku a tím ke zvýšení sklonu vzetupnice na nestandardní hodnotu. Od Chotýčanského tunelu při zafixování oblouku v něm by musel být vložen další oblouk se vstupní přechodnicí s blízkým poloměrem, aby nebylo nutné vkládat ještě přechodnici mezilehlou.

Pro osovou vzdálenost 5,9 m při zafixování oblouků v obou tunelech by musel být vložen další oblouk s blízkým poloměrem a výstupní/vstupní přechodnicí na obou stranách.

Pro oba případy by vložení spojek nebyl problém s ohledem na konfiguraci spojek.

V obou případech by se ale jednalo o zhoršení geometrických poměrů trati v k.č.1.

Navíc řešení by se zhoršilo i z hlediska dynamiky, údržby – jedná se o novou trať.

Za Hosínským tunelem by úpravy železničního svršku i železničního spodku SO 38-10(11)-51 zasáhly až na jeho konec – tj. bylo by nutné přepracovat celý stavební objekt (cca 1500 m za portál).

Před Chotýčanským tunelem by úpravy železničního svršku i železničního spodku SO 38-10(11)-53 zasáhly až na jeho začátek – tj. bylo by nutné přepracovat celý stavební objekt (cca 450 m před portál).

Závěrečné zhodnocení: Nezbytné úpravy GPK jsou proveditelné, ale oproti dosavadnímu řešení by došlo ke zhoršení výsledného návrhu.

- c) Za Chotýčanský tunelem by odsunutí koleje č. 1 s provedením zpětného návratu do osové vzdálenosti 5,0m v ŽST Ševětín znamenalo:

Pro osovou vzdálenost 5,2 i 5,9 m by od Chotýčanského tunelu při zafixování oblouku v něm musel být vložen další oblouk s výstupní přechodnicí a blízkým poloměrem, aby nebylo nutné vkládat ještě přechodnici mezilehlou.

To není vhodné řešení z více důvodů např. z hlediska dynamiky, údržby, s ohledem na to, že se jedná o novou trať.

Za Chotýčanským tunelem by úpravy železničního svršku i železničního spodku SO 38-10(11)-53 zasáhly až na jeho konec– tj. bylo by nutné přepracovat celý stavební objekt (cca 220 m za portál).

Závěrečné zhodnocení: Nezbytné úpravy GPK jsou proveditelné, ale oproti dosavadnímu řešení by došlo ke zhoršení parametrů výsledného návrhu (při zamezení dopadu do návrhu řešení navazující stanice Ševětín).

Všechny tyto případné a výše uvedené dodatečné úpravy geometrické polohy kolejí by bylo nutné projednat s odborem O13 a je možné, že by vyvolaly zásah i do delších úseků, než je uvedeno, a to včetně dalších vyvolaných úprav a změn v rozsahu všech souvisejících PS a SO a to zejména z důvodu změny šířky násypů a zářezů v rámci řešení železničního spodku (mostní objekty, trakční vedení, souběžné komunikace, kabelové trasy a další). Z velké části by se tak jednalo o úpravy a změny řešení, které nejsou zcela vhodné, a to jak z technického, tak zřejmě i z ekonomického hlediska. Navíc by se jednalo o zhoršení některých parametrů, a to zejména vzhledem ke skutečnosti, že se jedná o zcela novou trať.

Změna technického řešení může mít rovněž dopad i do rozsahu trvalých záborů stavby (rozšíření tělesa dráhy s ohledem na zvětšenou osovou vzdálenost).

6.13. Harmonogram výstavby

6.13.1. Předpokládané parametry mechanizované ražby

Pro potřeby návrhu orientačního harmonogramu výstavby tunelů je uvažováno s následujícími vstupy:

Výroba stroje TBM	14 měsíců
Příprava na transport stroje, transport	3 měsíce
Sestavení stroje	5 měsíců
Předpokládaný průměrný postup ražeb	15 m / den
Integrovaná štola (prefabrikovaná)	15 m / den (v raženém tunelu jinak 30 m / den)

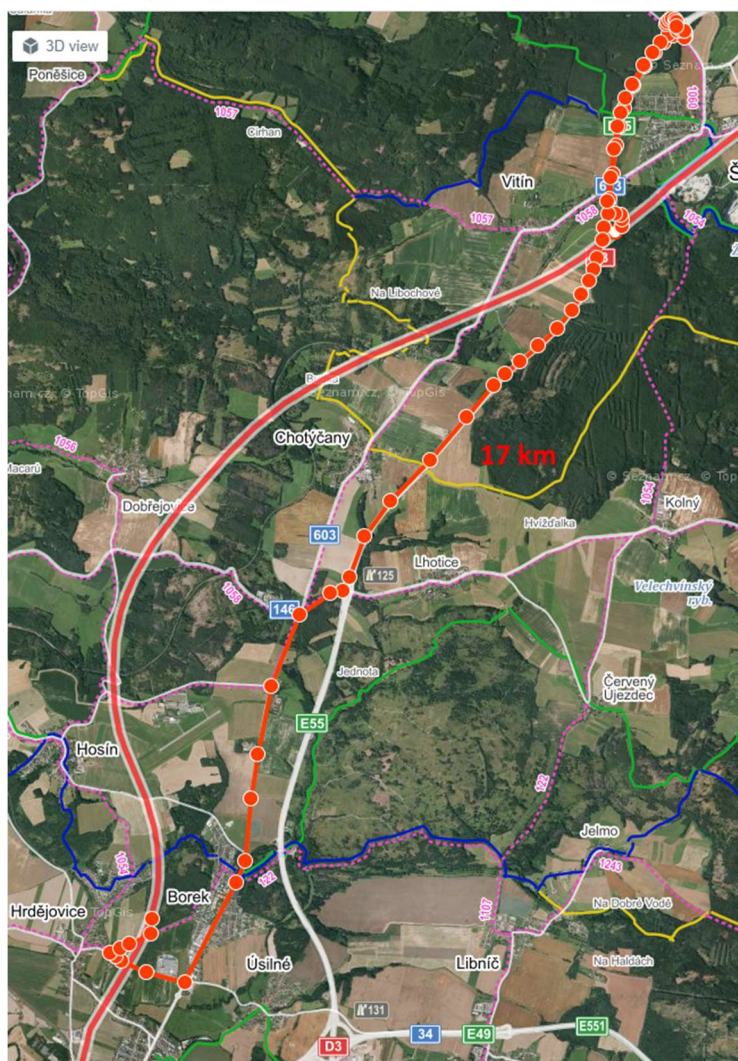
6.13.2. Transport rubaniny a přesun stroje mezi tunely

Ražba tunelů je úzce spjata s budováním vysokého zářezu mezi oběma tunely v oblasti Dobřejovic. Z hlediska přesunu rubaniny a jejího možného využití k výstavbě násypu jsou porovnány dvě varianty zahájení ražeb. Buď bude ražen první Chotýčanský tunel (varianta A) nebo Hosínský tunel (varianta B).

Varianta A

Výhodou této varianty je celkově větší objem rubaniny pro budování násypu a posunutí rizika výjezdu v lignitech a neogenních jílech na konec ražeb. Neohrožuje to tak výstavbu druhého tunelu. Nicméně nevýhodou je oproti variantě B výrazně delší transportní cesta stroje z výjezdového portálu Chotýčanského tunelu na vjezdový portál Hosínského tunelu, který bude po dálnici D3 a přilehlé silniční síti. Z důvodu delší trasy a využití silniční sítě se počítá s nutností rozmontovat stroj na menší části než v případě varianty B.

Vhodná rubanina k dispozici (456 m ražby)	zahájení ražby+ 1 M
Převoz stroje TBM (CH → H, 17 km)	4 M



Obr. 44 převoz stroje TBM – varianta A

Varianta B

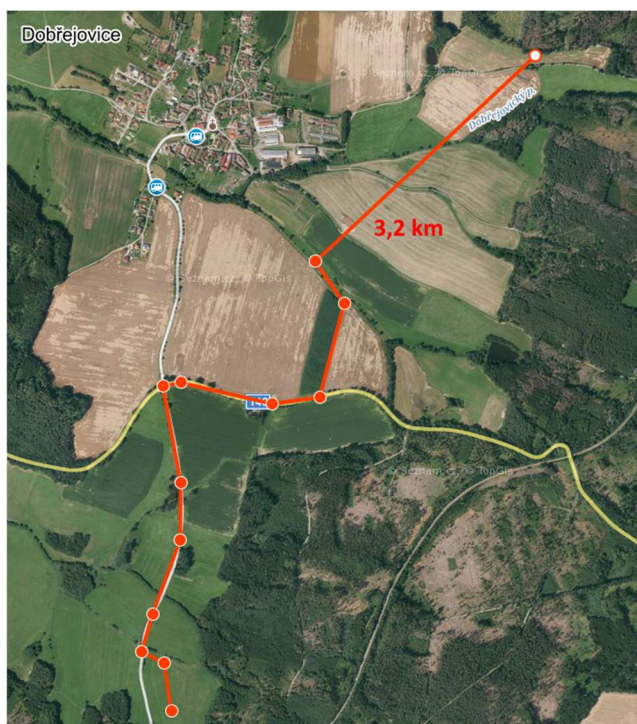
Výhodou této varianty je krátký transport tunelovacího stroje z výjezdového portálu Hosínského tunelu na vjezdový portál Chotýčanského tunelu, který bude z větší části po staveništní komunikaci. Nevýhodou je celkově menší objem rubaniny z tunelu v počátku budování násypu. Dále je zde riziko výjezdu stroje v oblasti lignitů a neogenních jíílů a tím možné riziko zpoždění ražby druhého tunelu.

Vhodná rubanina k dispozici (693 m ražby)

zahájení ražby + 1,5 M

Převoz stroje TBM (H → CH, 3,2 km)

2 M



Obr. 45 převoz stroje TBM – varianta B

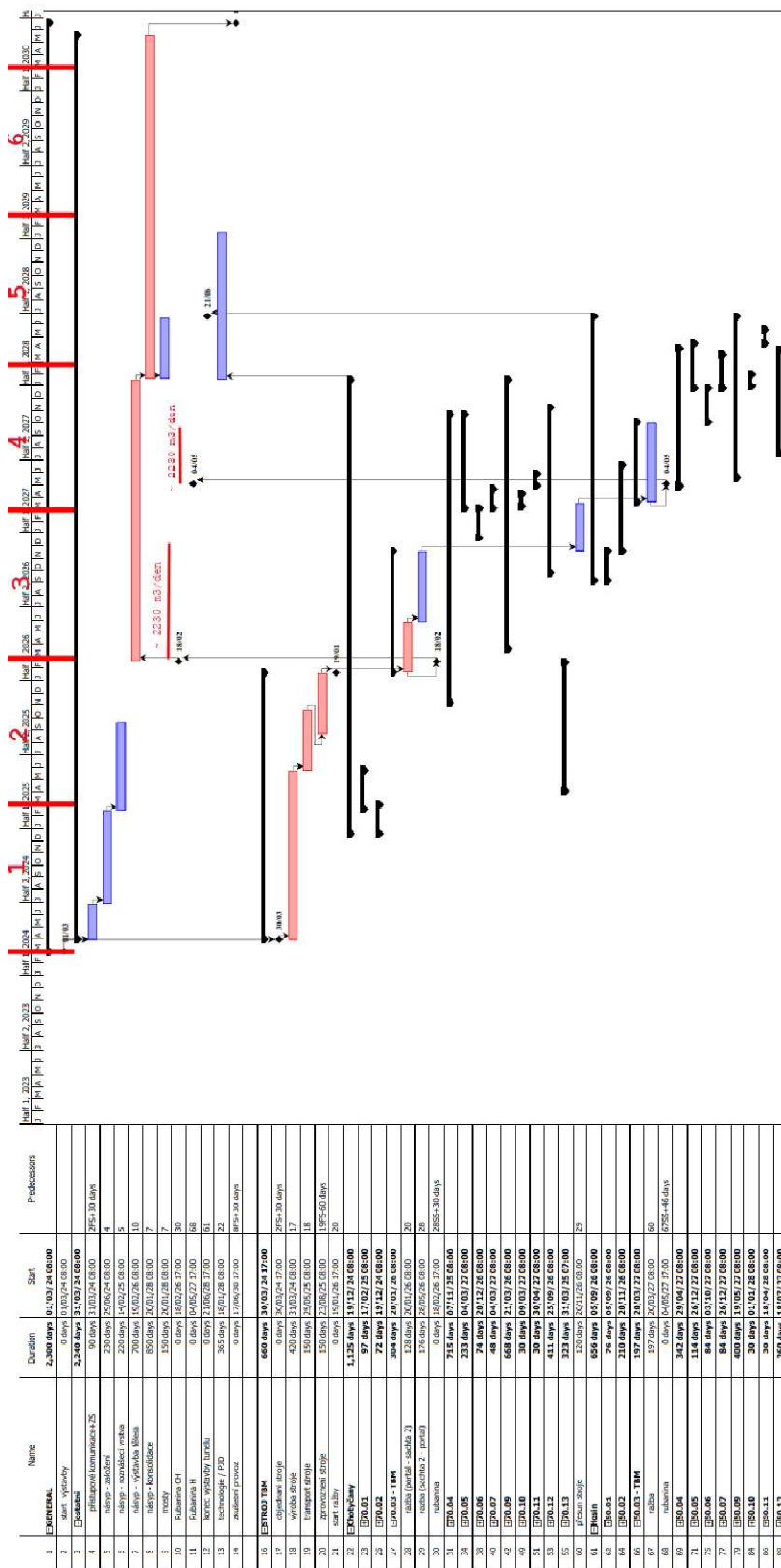
6.13.3. Předpokládané souběhy stavebních činností

- stavební jámy na vjezdových portálech musí být postaveny před zahájením transportu stroje TBM
- stavební jámy na výjezdu musí být hotovy před příjezdem stroje TBM
- realizace únikové štoly v raženém tunelu (prefabrikáty) 2 měsíce po zahájení ražeb
- ražba únikových cest / technických komor po projetí stroje TBM místem propojení č.4 (šachta) – ve variantě 2 ražba min. 2 propojení v souběhu
- ražba šachty č.2 po projetí stroje TBM místem propojení
- Začátek realizace sekundárního ostění únikových cest 2 měsíce po zahájení jejich ražeb, ve variantě 2 realizace min. 4 propojení v souběhu
- realizace hloubených tunelů 1 měsíc po ukončení ražeb, 1 forma
- realizace hloubených částí únikových /technických štol po dokončení hloubených tunelů splou s prováděním izolace bou hloubených konstrukcí
- realizace zásypů a finální modelace portálů během betonáže hloubených štol + 1 měsíc
- realizace vnitřních konstrukcí (chodníky) 2 měsíce po zahájení realizace štol

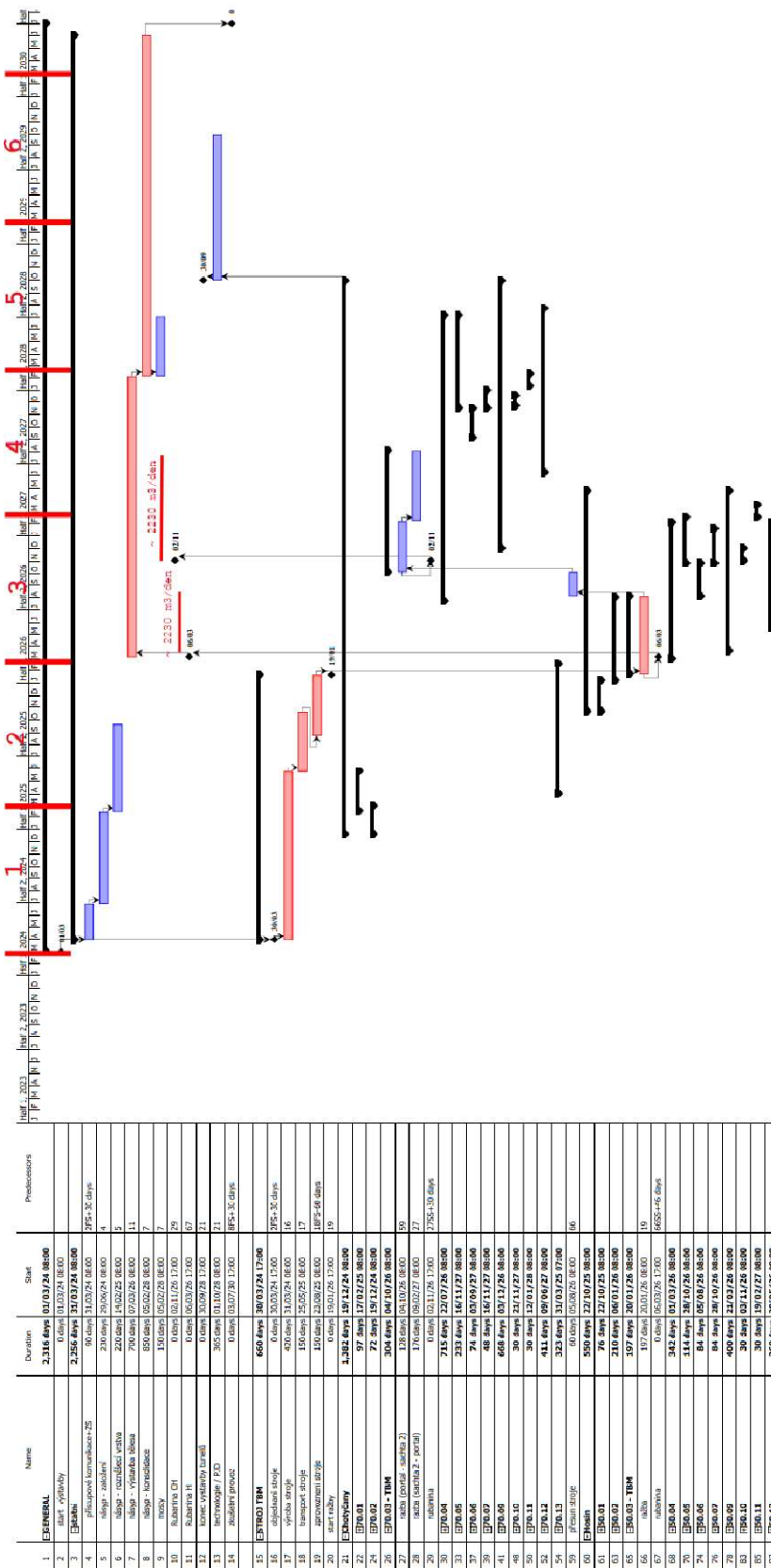
6.13.4. Ostatní ovlivňující činnosti

- | | |
|---|---------|
| • Staveništní komunikace, příprava ZS (všechny portály) | 90 dní |
| • Založení násypu mezi tunely | 230 dní |
| • Roznášecí platforma násypu | 220 dní |
| • Budování násypu | 700 dní |
| • Konsolidace násypu | 850 dní |
| • Výstavba mostů | 150 dní |

6.13.5. Harmonogram – varianta A



6.13.6. Harmonogram – varianta B



6.13.7. Porovnání variant harmonogramu s PDPS

Tab. 12 Porovnání variant postupu ražeb

	Varianta A	Varianta B	PDPS
Celková doba výstavby	1574 dní	1657 dní	2194 dní
Dostupnost vhodné rubaniny z tunelu	za 719 dní	za 735 dní	za 608 dní

Harmonogram výstavby nezohledňuje rozdíly mezi variantami technického řešení tunelu TBM. Lze předpokládat, že doba výstavby únikových cest se dá upravit souběhem prací, například ražba primárního ostění a betonáže sekundárního ostění více propojení najednou.

Z hlediska využití rubaniny pro výstavbu násypu je Varianta A (start Chotýčanským tunelem) výhodnější. Rubanina bude dříve k dispozici a bude ji více, respektive dostatek k zbudování celého násypu. Nemusí se tak dovážet rubanina i z ražby Hosínského tunelu (od jeho vjezdového portálu).

Oproti projektu PDPS dohází i k navýšení denního výnosu z ražby na cca 2230 m3/den. Při této výnosnosti se dá předpokládat, že je možné výrazně urychlit dobu výstavby násypu z cca 700 dní na 300 dní (uložení cca 2000 m3 denně).

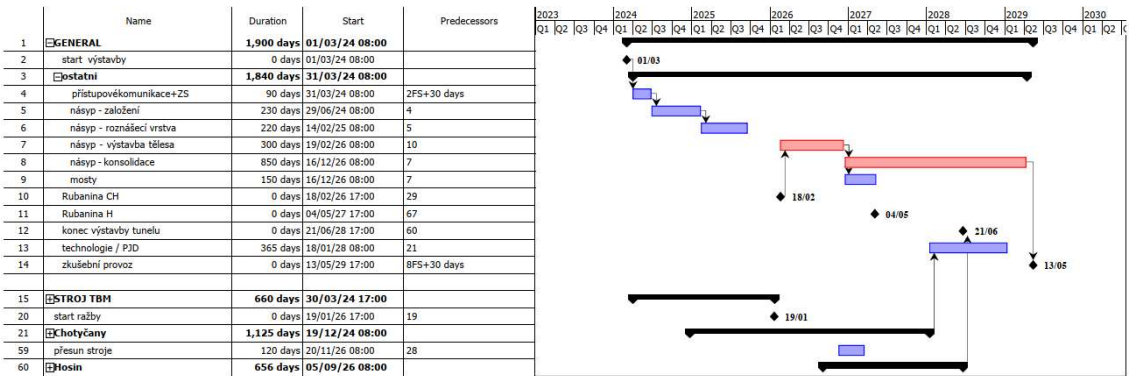
Kritická cesta výstavby je ovlivněna dobou konsolidace násypu, ta se dá urychlit za cenu akceptace zvýšených deformací, a tedy možných provozních a stavebních opatření během zkušebního provozu (např. formou omezení rychlosti jízdy a zvýšení rozsahu prací spojených s udržením GPK a průběhu TV).

6.13.8. Celková doba výstavby

Na harmonogramu níže je zjednodušeně stanovena kritická cesta výstavby ovlivňující celkový harmonogram výstavby pro variantu A.

Zkrácení doby výstavby tunelů z 6 let na 4,5 roku vede i ke zkrácení celkové doby výstavby cca z 7 let na 6 let (doba po uvedení do zkušebního provozu), při uvažování zkrácené doby výstavby násypu až na 5,5 roku.

Obr. 46 Celková doba výstavby



7. PŘÍLOHY

- P01 Aerodynamické posouzení
- P02 Prověření možnosti zlevnění náspu železničního tělesa v úseku mezi tunely
- P03 Studie z pohledu požární ochrany
- P04 Ekonomické posouzení variant ražby TBM
- P05 Doporučená varianta
- P06 Ražba únikové štoly Hosínského tunelu

P.1 Aerodynamické posouzení

1. Úvod

Posouzení Hosínského tunelu (o délce 3120 m) a Chotýčanského tunelu (o délce 4800 m) bylo provedeno s ohledem na tlakový komfort pro současné vysokorychlostní vlaky. Je uvažován jejich příčný průřez 12 m^2 a rychlost jízdy 200 km/hod. Toto hodnocení systematicky navazuje na "Aerodynamické posouzení Hosínského a Chotýčanského tunelu" (IP-Engineering, vydáno 30. června 2022) pro dokumentaci DSP.

Pro účel studie byly posouzeny různé průřezy tunelu variant reprezentujících jednokolejné tunely, a tedy směrovou dopravu bez střetávání vlaků. Podrobnější aerodynamické výpočty je nutné provést na konkrétní technické řešení v podrobnějších stupních dokumentace.

2. Cíl

Cílem provedených studií je ověřit, zda jsou splněna kritéria tlakového komfortu pro různé průřezy tunelu. To umožní určit vhodný světlý průřez tunelu.

3. Předpoklady posouzení

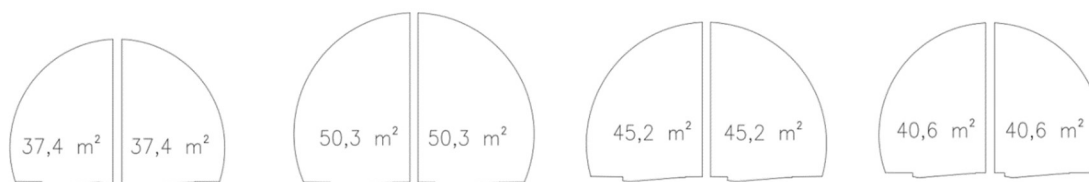
Vlakové soupravy a klíčové provozní charakteristiky

- Průřez vlaku: 12 m^2 (GC, TSI Infrastructure Requirement)
- Délka vlaku: 400 m
- Rychlost vlaku: 200 km/h
- Koeficient těsnosti vlaků:
 - $\tau = 0 \text{ s}$ pro netěsněné vlakové soupravy
 - $\tau = 6 \text{ s}$, pro těsněné vlakové soupravy
- Změny tlaků ve vlaku jsou posuzovány na třech různých místech:
 - 10 m od čela vlaku
 - ve středu vlaku
 - 10 m konce vlaku

Poznámka: pro toto posouzení byla pro těsněné soupravy uvažována hodnota $\tau = 6 \text{ s}$ odpovídající realistickému dynamickému koeficientu. Tato hodnota je výrazně nižší, než hodnoty získané měřením podle směrnice UIC 660, která uvádí statické hodnoty. Zkušenosti ukazují, že statické hodnoty dosažené v laboratorních podmínkách jsou 2 až 3krát větší než ty z dennodenního provozu. Proto hodnota 6 s reprezentuje konzervativní hodnotu pro intenzivně používané vozidlo po několika letech provozu.

Tunely

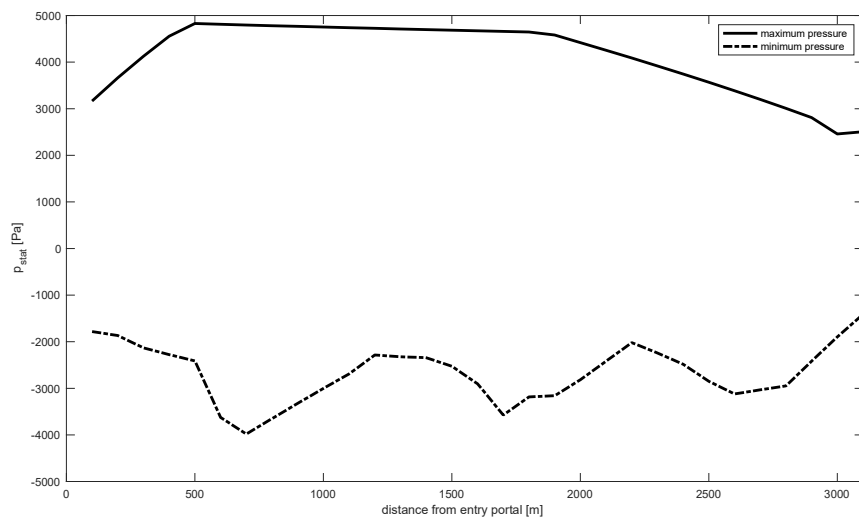
Aerodynamické vlastnosti vlaků, kritéria tlakového komfortu a okrajové podmínky byly odvozeny z výše uvedené zprávy PDPS. Světelné profily dopravního prostoru tunelu byly uvažované dle obrázku níže.



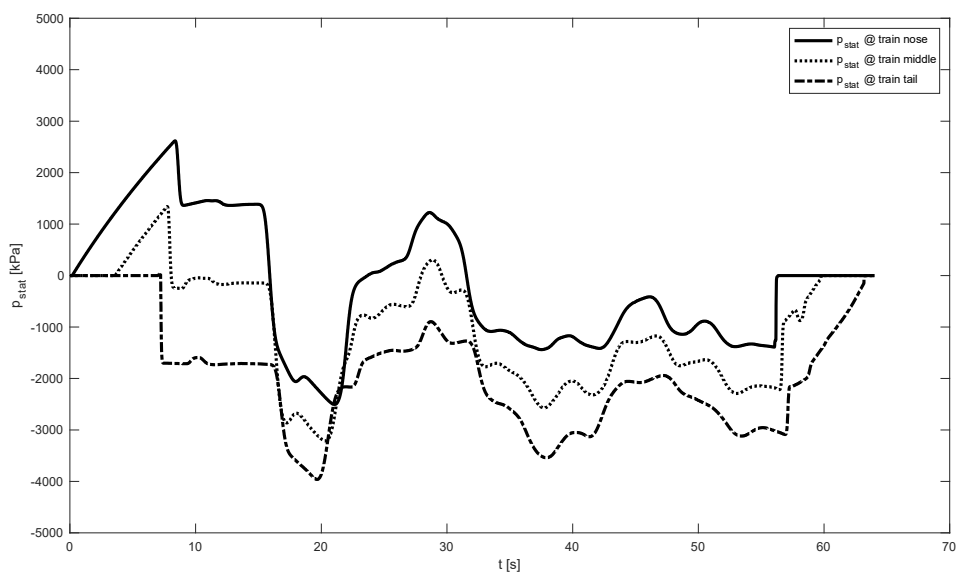
Obr. 1 Různé varianty příčného profilu pro aerodynamické posouzení

4. Výsledky

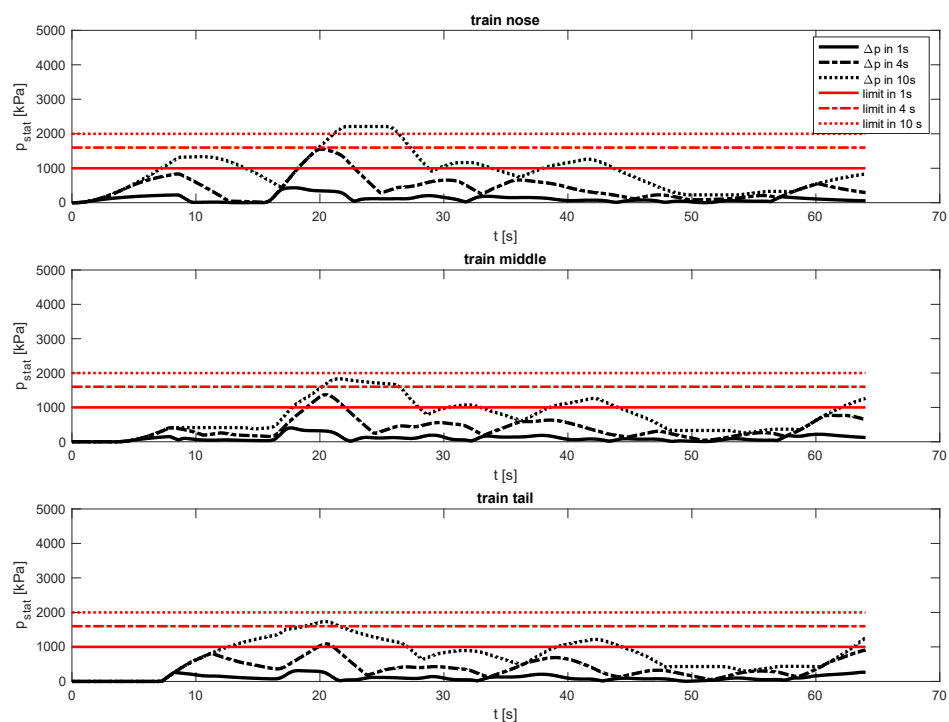
a. Hosínský tunel, profil 37,4 m²



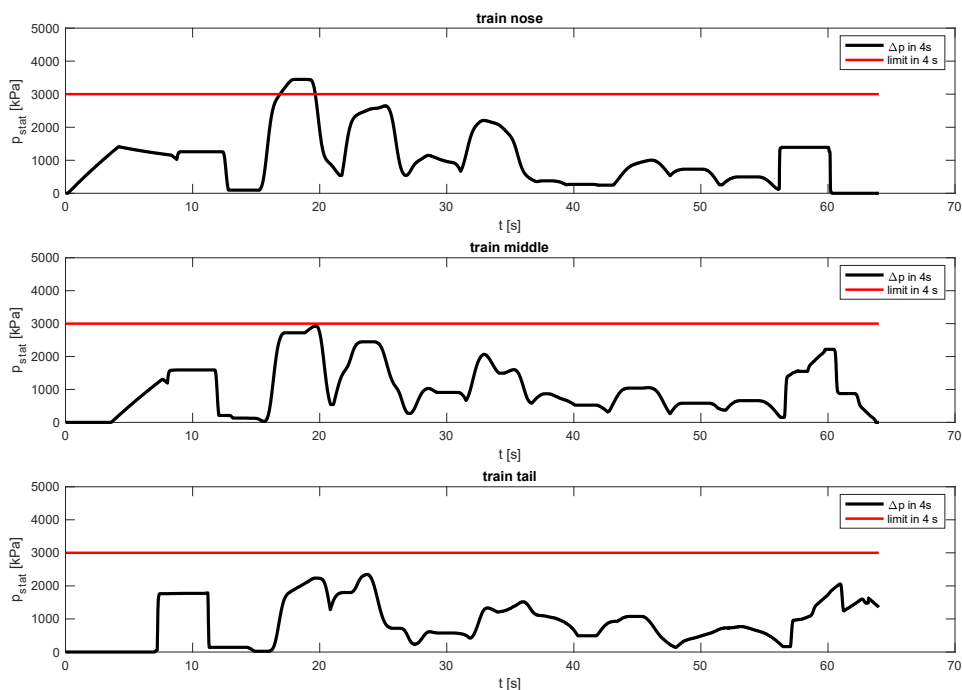
Obr. 2 Min a Max tlakové zatížení v traťovém tunelu



Obr. 3 Přechodný signál statického tlaku v různých místech uvnitř tunelu

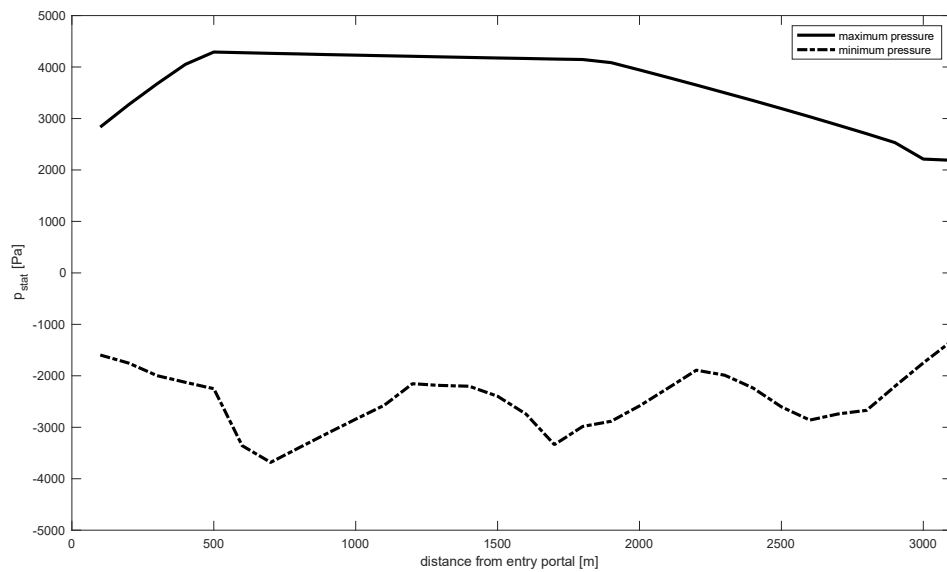


Obr. 4 Změny tlaku v utěsněných vlacích pro různá kritéria komfortu (pro 1, 4, 10 sec)

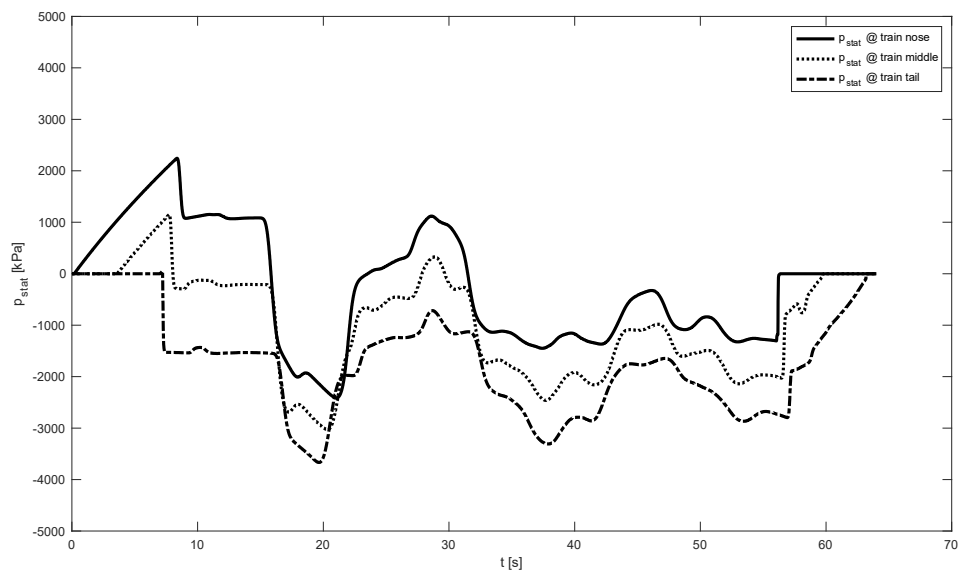


Obr. 5 Změny tlaku v netěsněných vlacích pro kritérium komfortu ve 4 sec

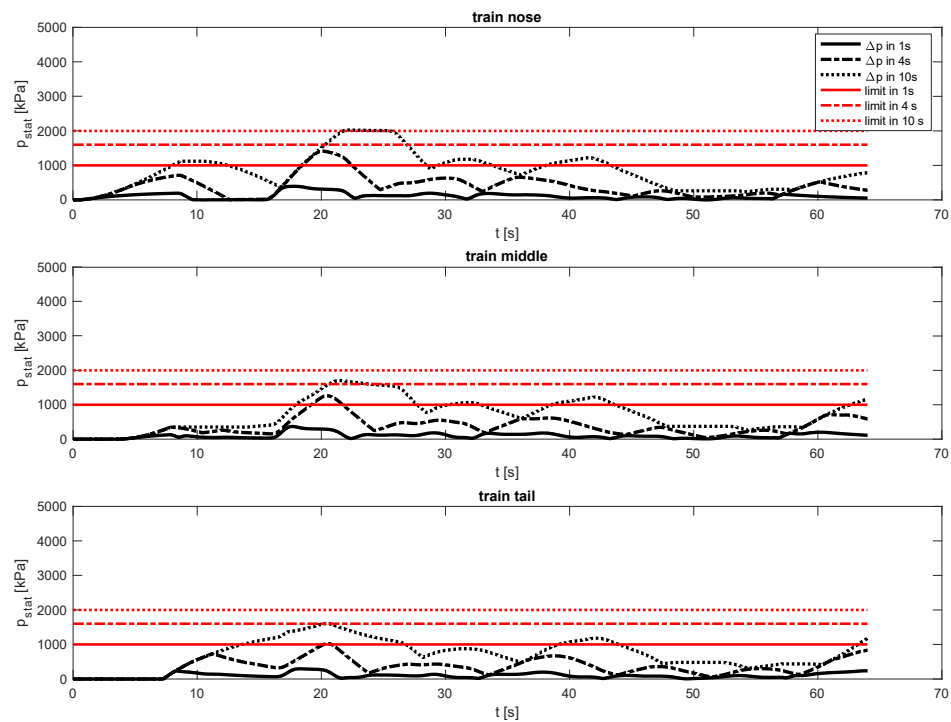
b. Hosínský tunel, profil 40,6 m²



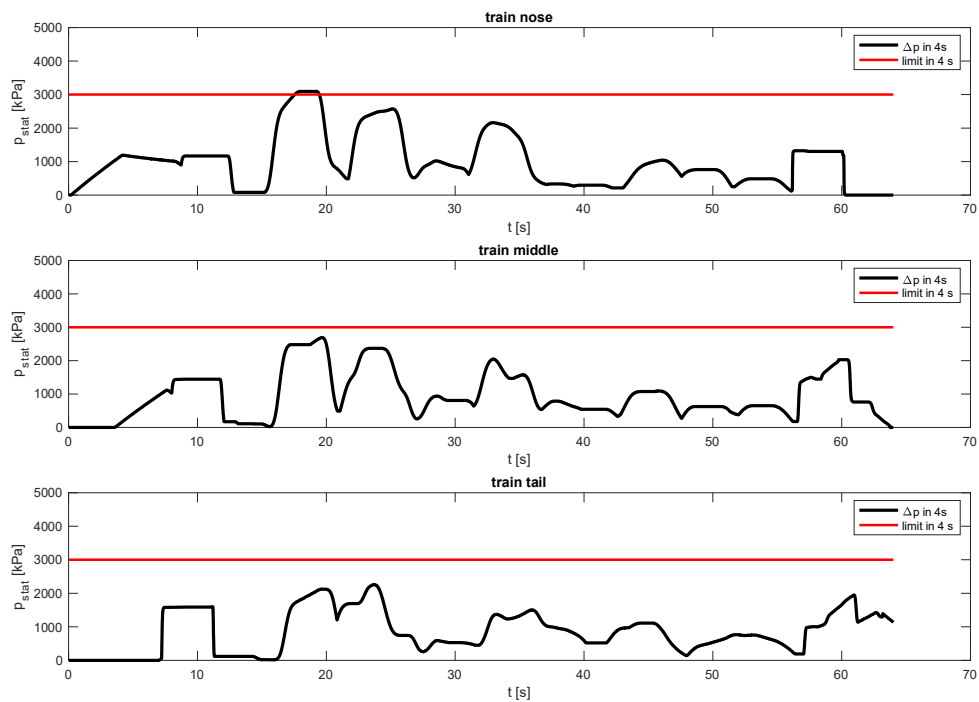
Obr. 6 Min a Max tlakové zatížení v traťovém tunelu



Obr. 7 Přechodný signál statického tlaku v různých místech uvnitř tunelu

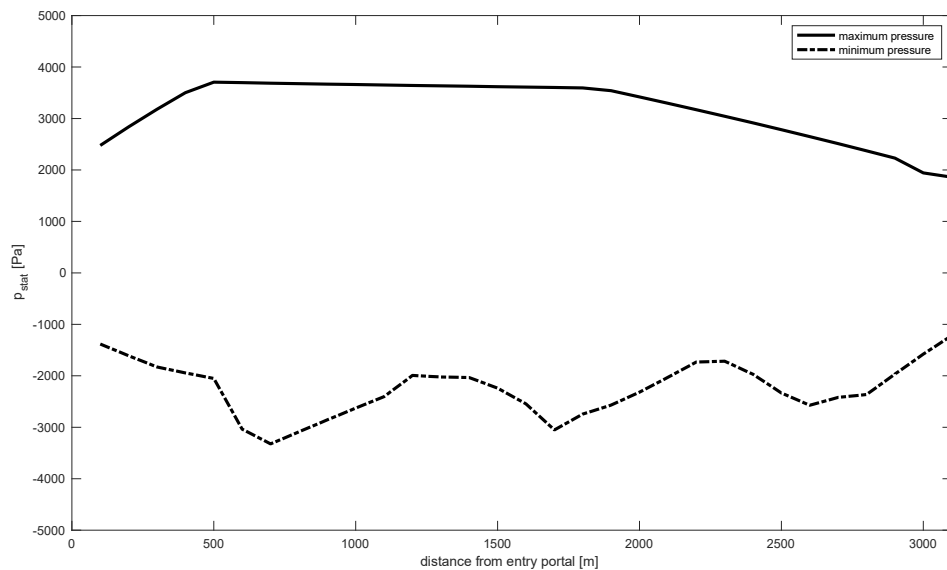


Obr. 8 Změny tlaku v utěsněných vlacích pro různá kritéria komfortu (pro 1, 4, 10 sec)

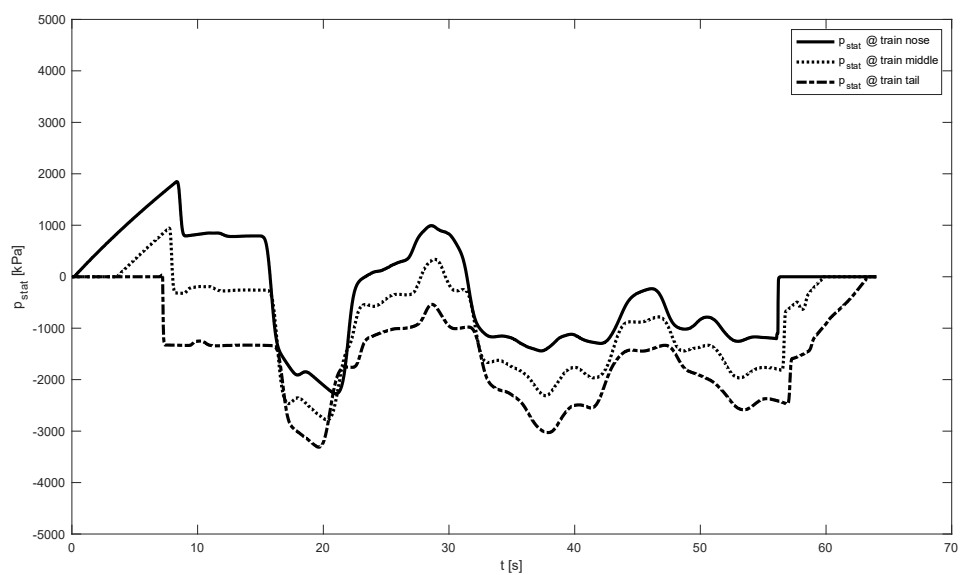


Obr. 9 Změny tlaku v netěsněných vlacích pro kritérium komfortu ve 4 sec

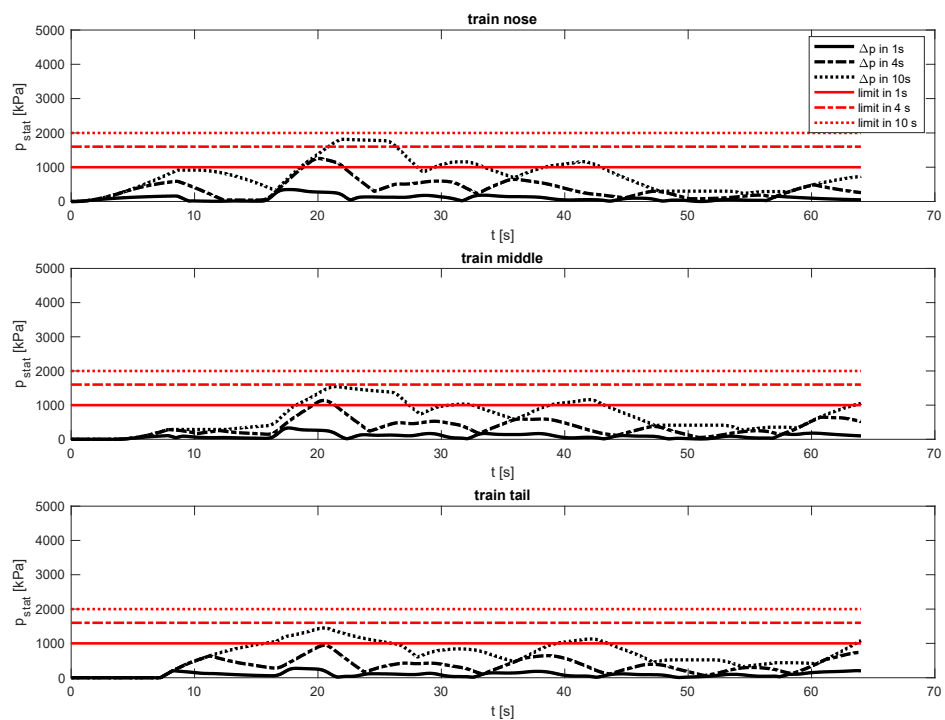
C. Hosínský tunel, profil 45,2 m²



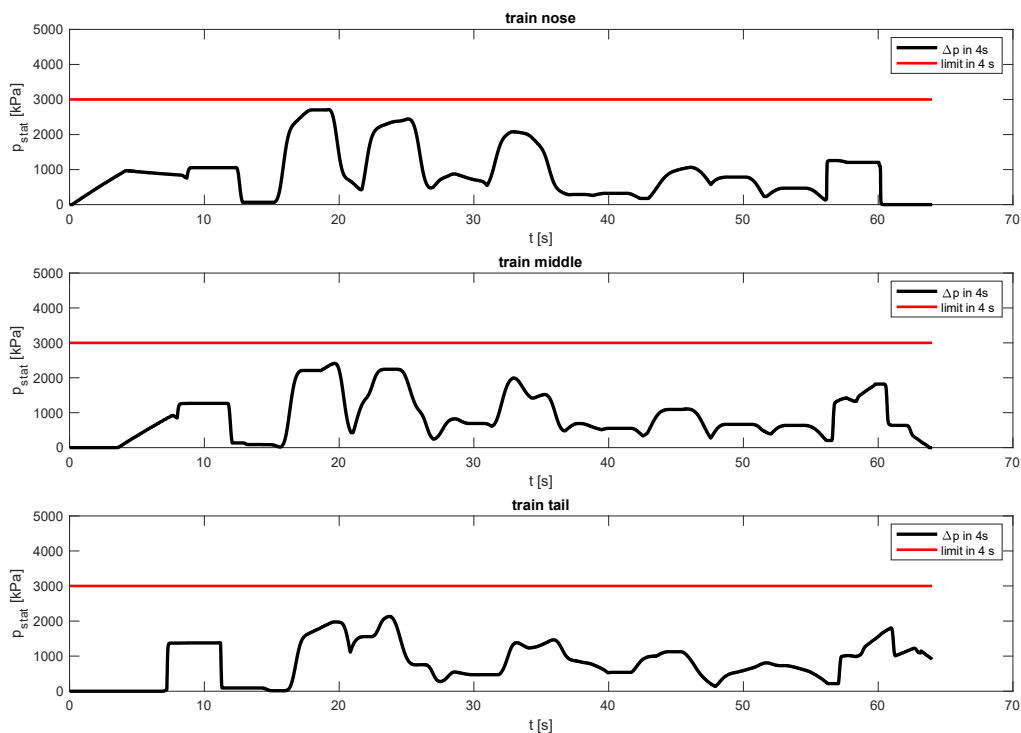
Obr. 10 Min a Max tlakové zatížení v traťovém tunelu



Obr. 11 Přechodný signál statického tlaku v různých místech uvnitř tunelu

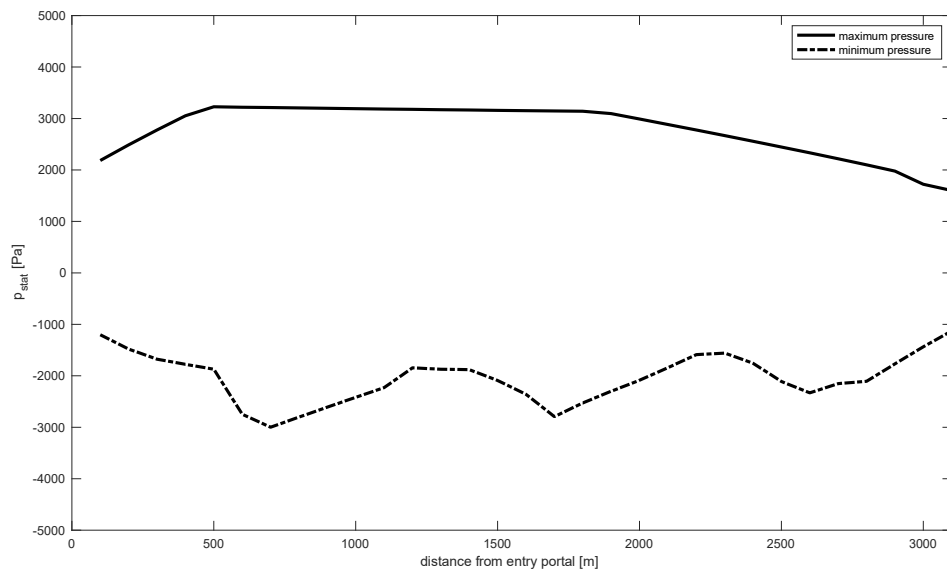


Obr. 12 Změny tlaku v utěsněných vlacích pro různá kritéria komfortu (pro 1, 4, 10 sec)

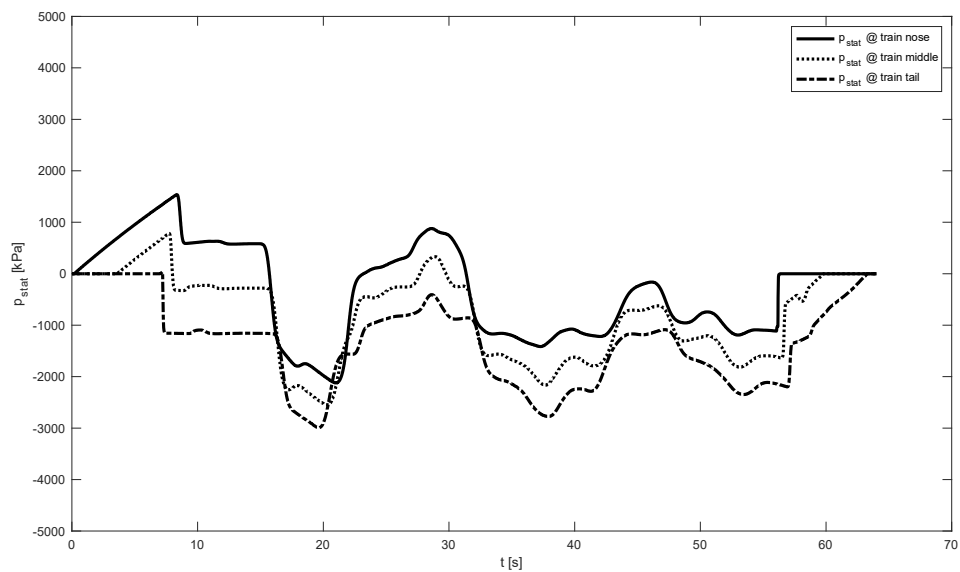


Obr. 13 Změny tlaku v netěsněných vlacích pro kritérium komfortu ve 4 sec

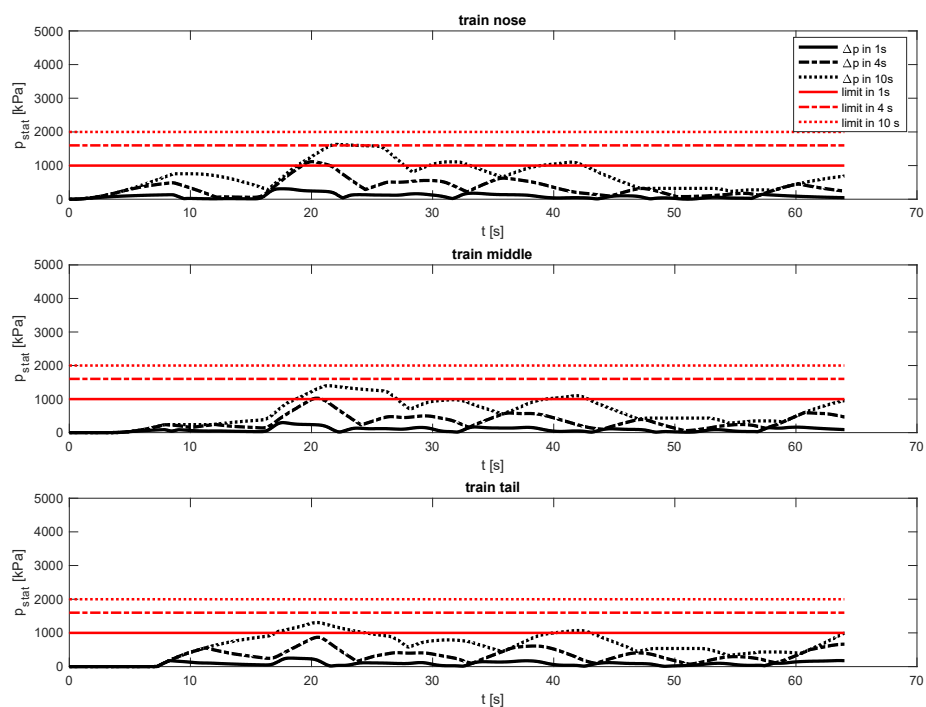
d. Hosínský tunel, profil 50,3 m²



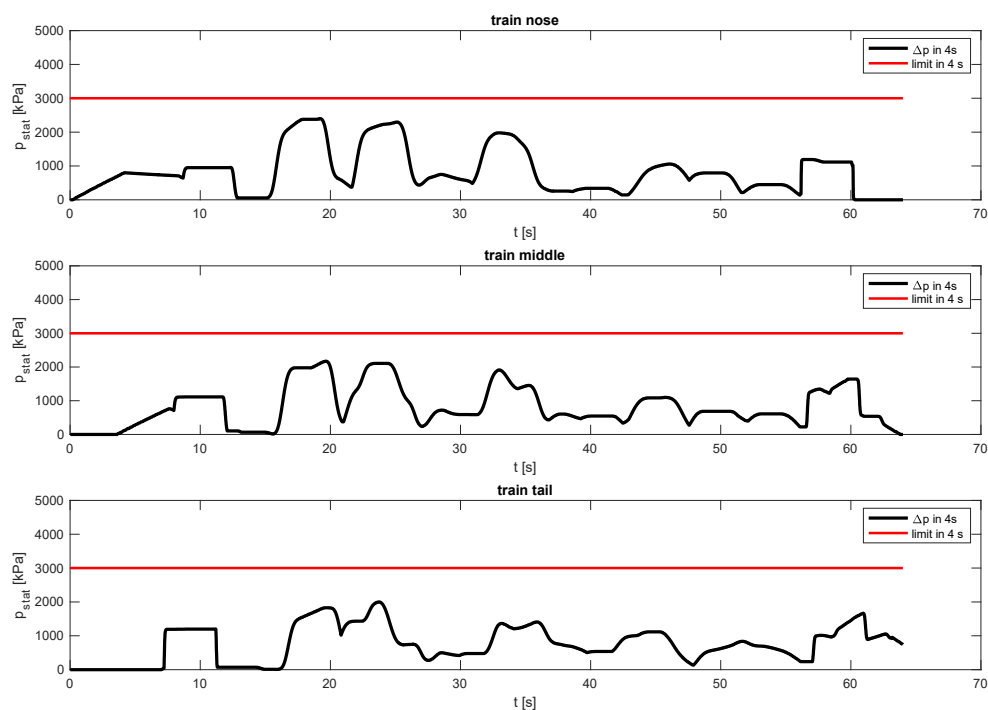
Obr. 14 Min a Max tlakové zatížení v traťovém tunelu



Obr. 15 Přechodný signál statického tlaku v různých místech uvnitř tunelu

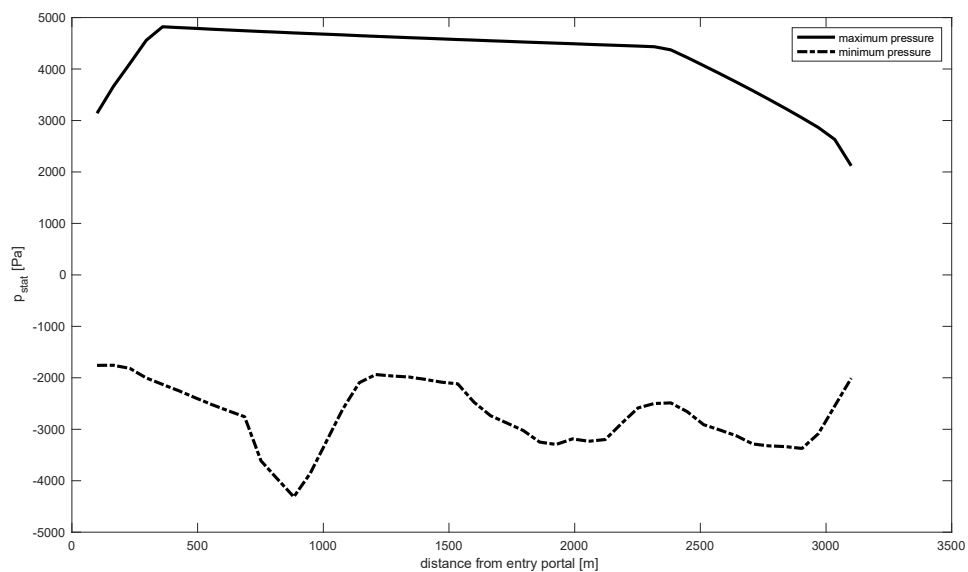


Obr. 16 Změny tlaku v utěsněných vlacích pro různá kritéria komfortu (pro 1, 4, 10 sec)

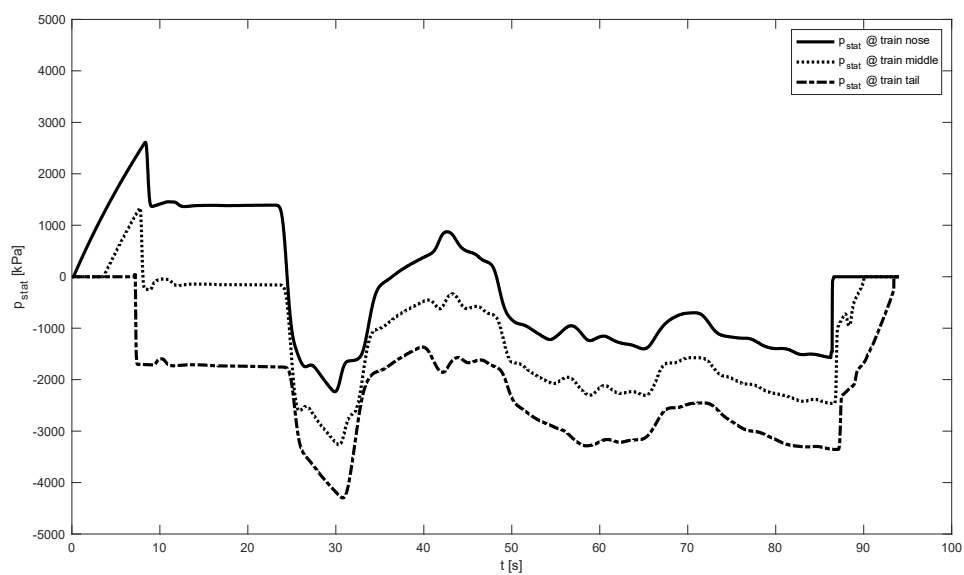


Obr. 17 Změny tlaku v netěsněných vlacích pro kritérium komfortu ve 4 sec

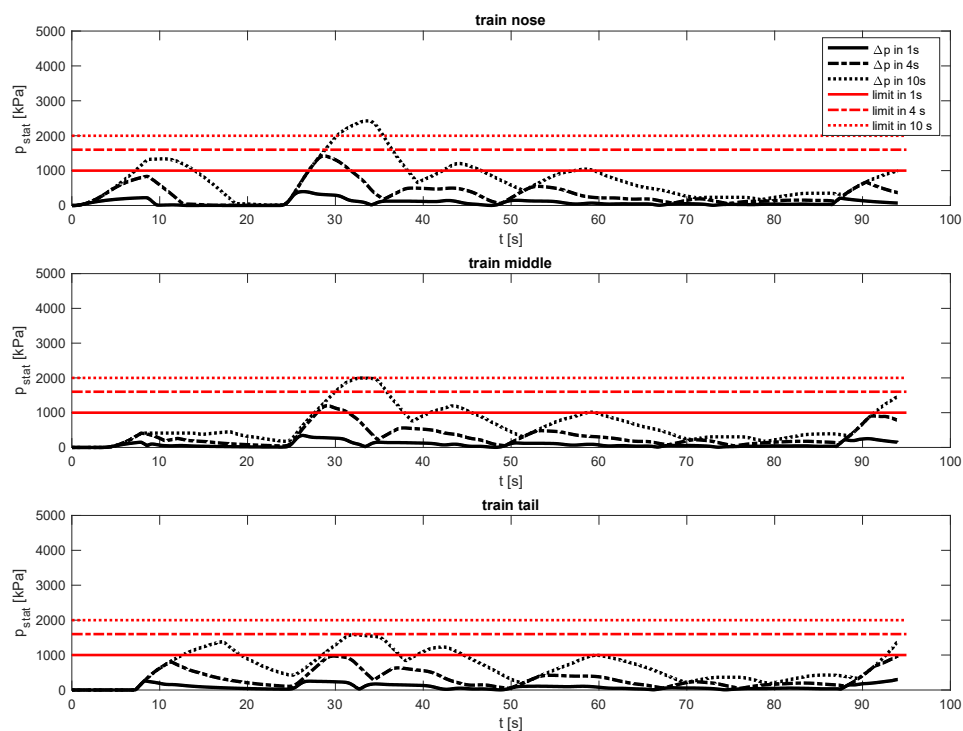
e. Chotýčanský tunel, profil 37,4 m²



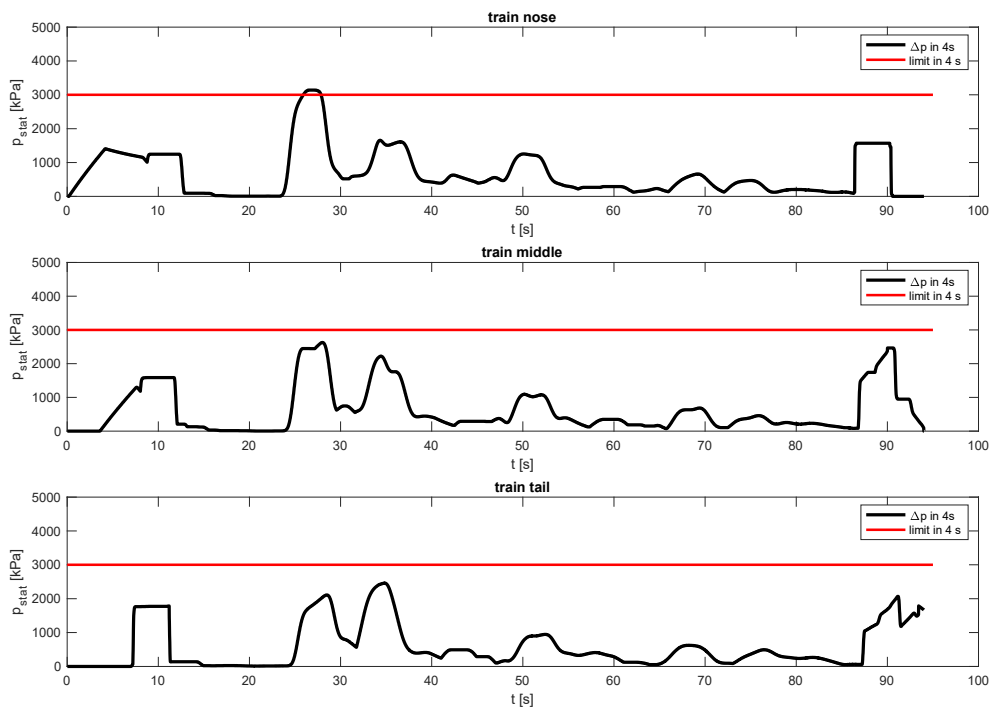
Obr. 18 Min a Max tlakové zatížení v traťovém tunelu



Obr. 19 Přechodný signál statického tlaku v různých místech uvnitř tunelu

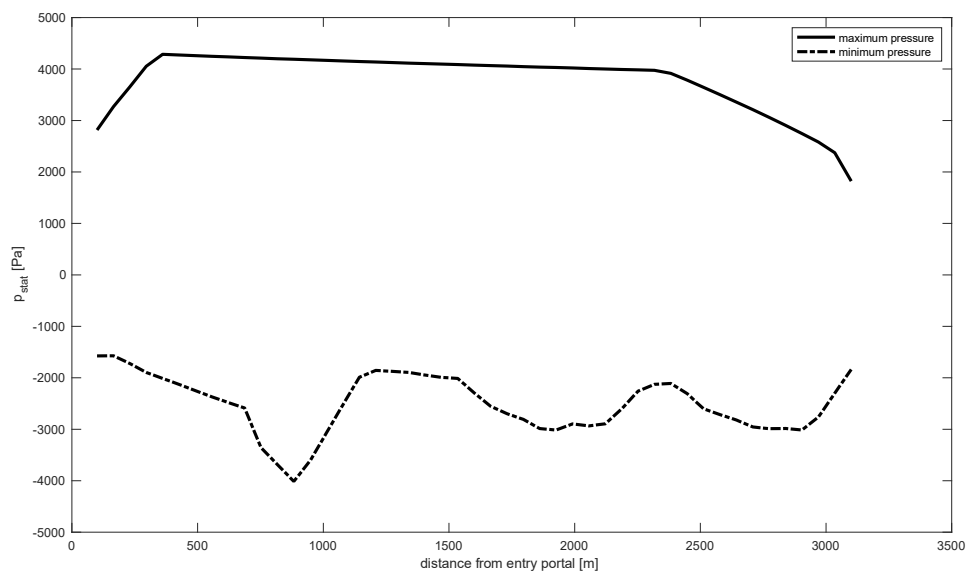


Obr. 20 Změny tlaku v utěsněných vlacích pro různá kritéria komfortu (pro 1, 4, 10 sec)

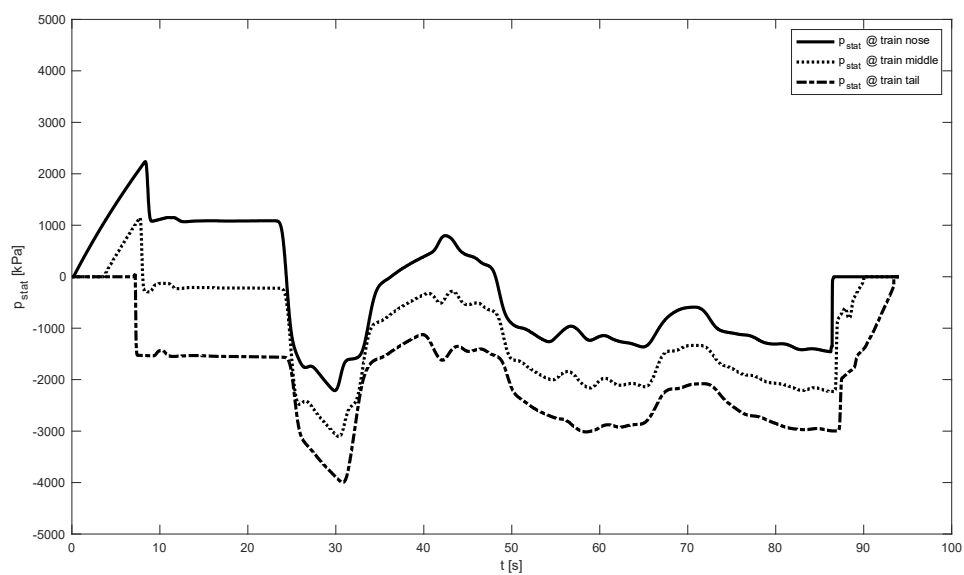


Obr. 21 Změny tlaku v netěsněných vlacích pro kritérium komfortu ve 4 sec

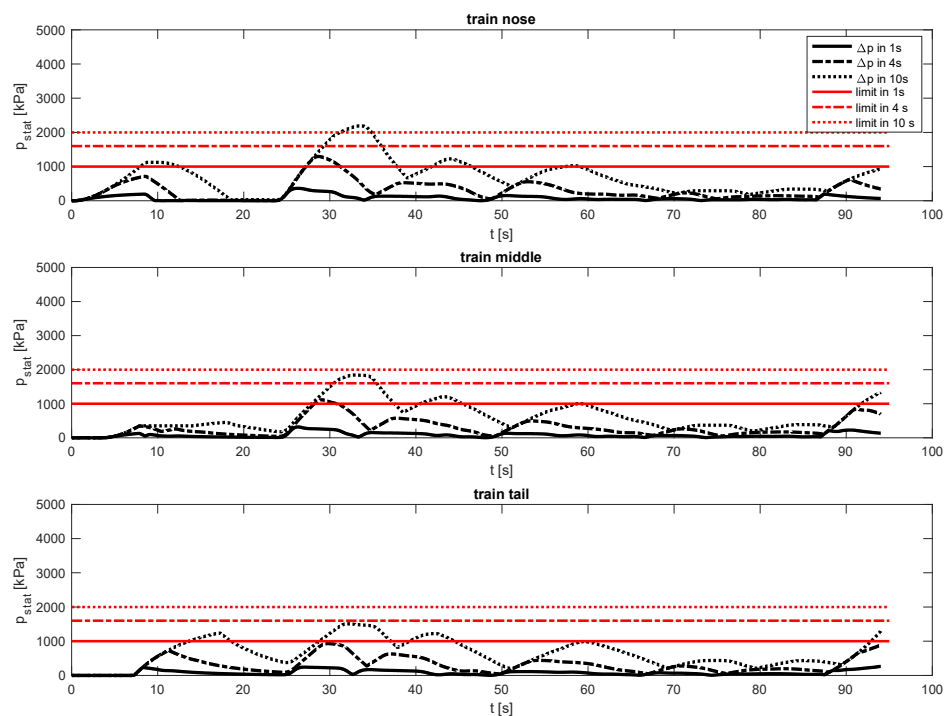
f. Chotýčanský tunel, profil 40,6 m²



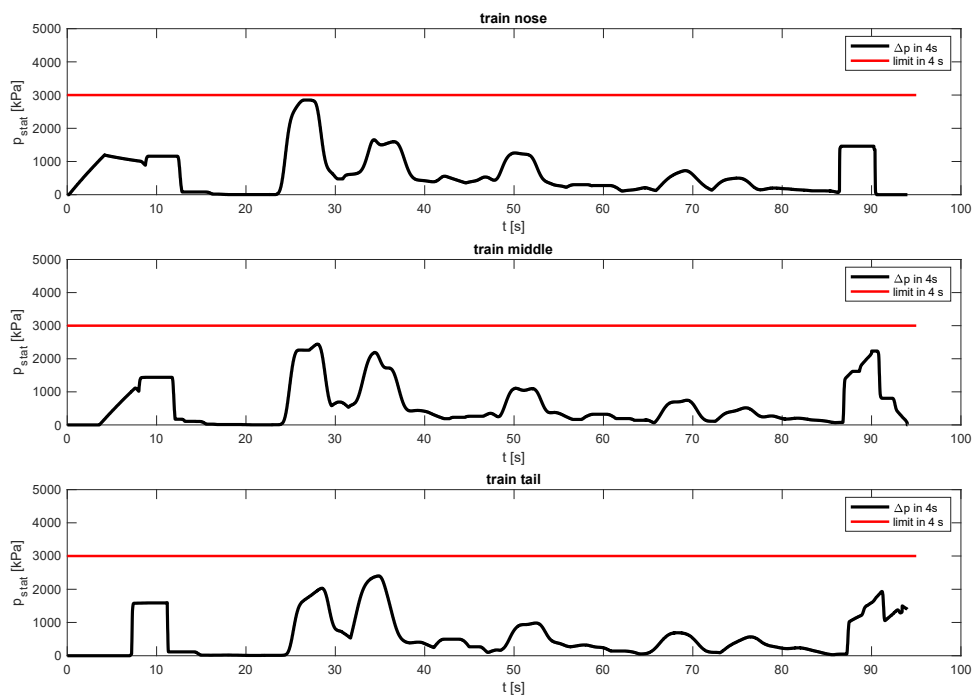
Obr. 22 Min a Max tlakové zatížení v traťovém tunelu



Obr. 23 Přechodný signál statického tlaku v různých místech uvnitř tunelu

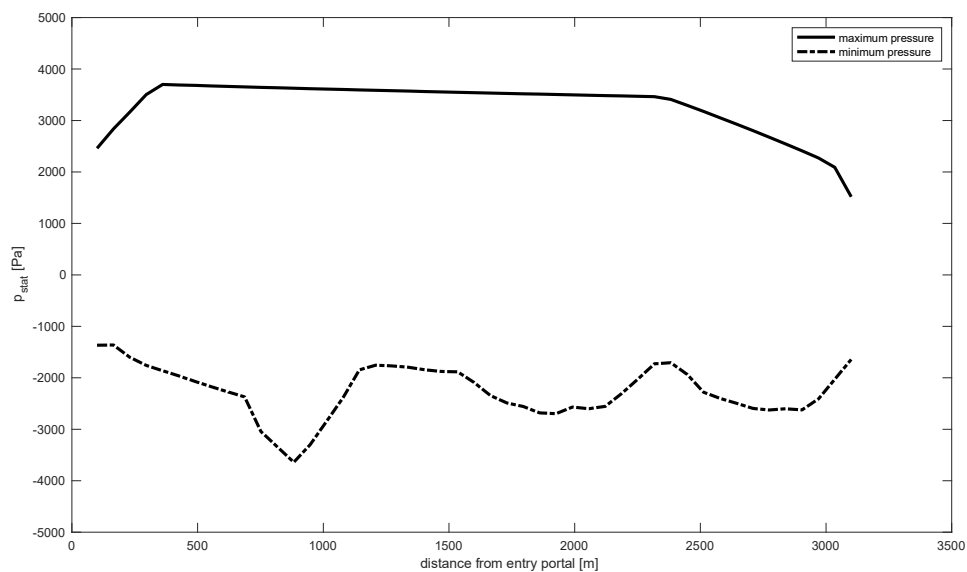


Obr. 24 Změny tlaku v utěsněných vlcích pro různá kritéria komfortu (pro 1, 4, 10 sec)

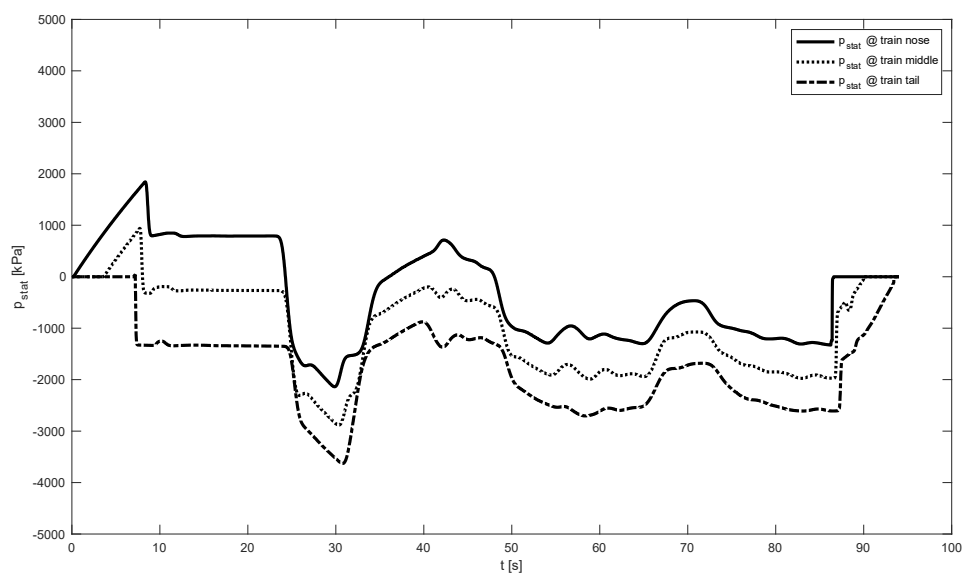


Obr. 25 Změny tlaku v netěsněných vlcích pro kritérium komfortu ve 4 sec

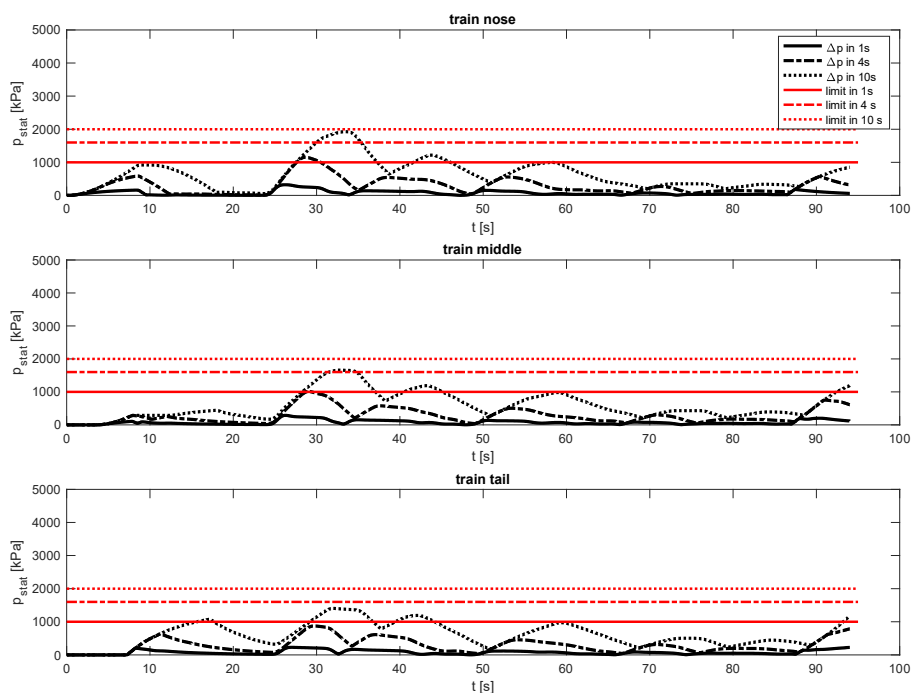
g. Chotýčanský tunel, profil 45,2 m²



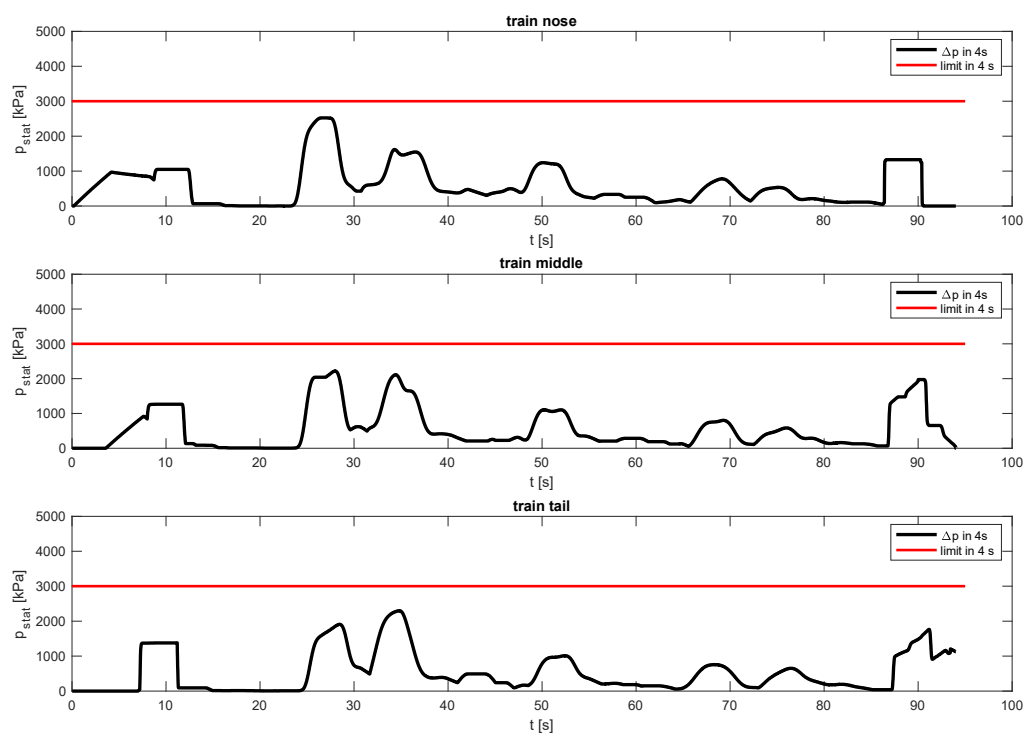
Obr. 26 Min a Max tlakové zatížení v traťovém tunelu



Obr. 27 Přechodný signál statického tlaku v různých místech uvnitř tunelu

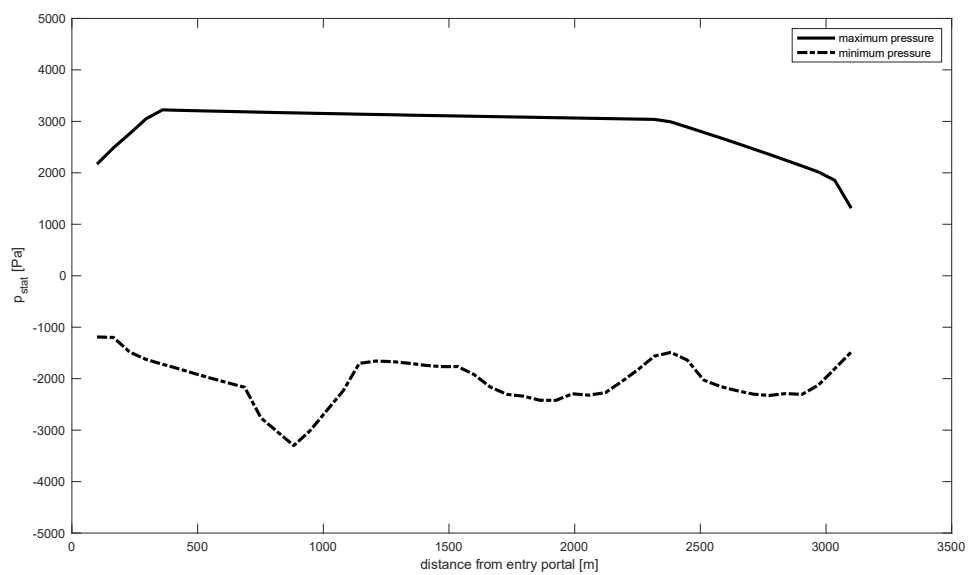


Obr. 28 Změny tlaku v utěsněných vlcích pro různá kritéria komfortu (pro 1, 4, 10 sec)

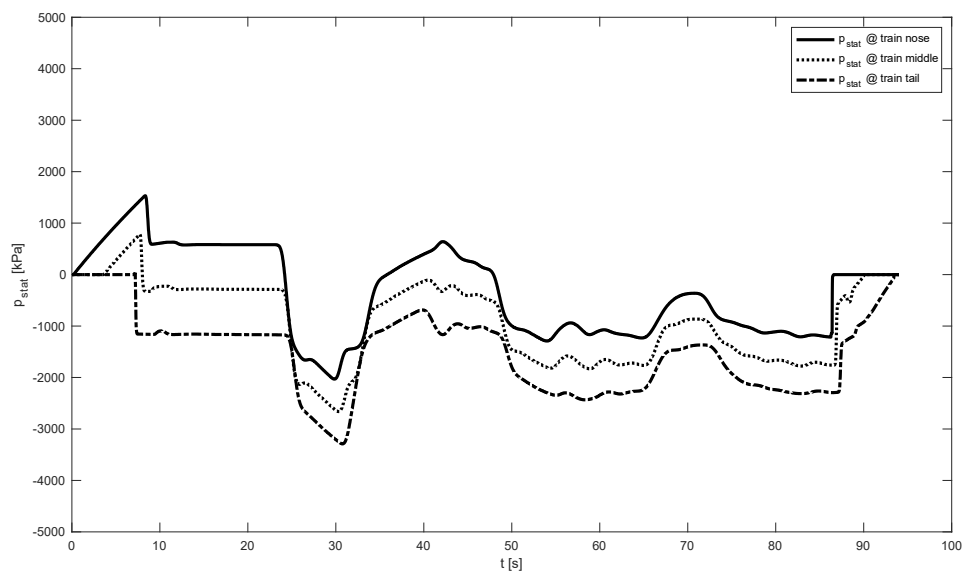


Obr. 29 Změny tlaku v netěsněných vlcích pro kritérium komfortu ve 4 sec

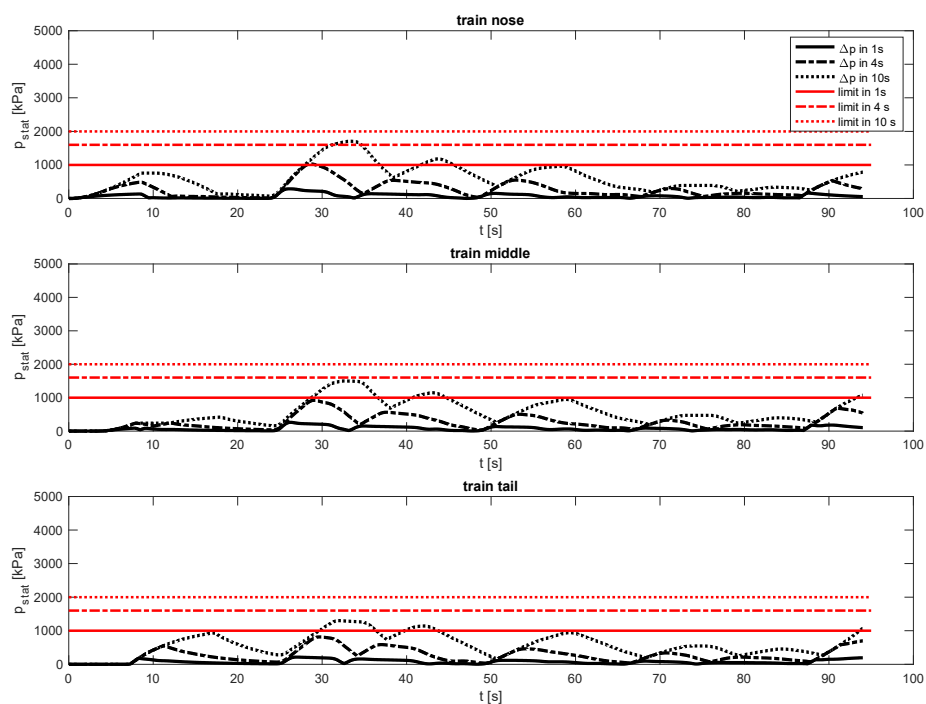
h. Chotýčanský tunel, profil 50,3 m²



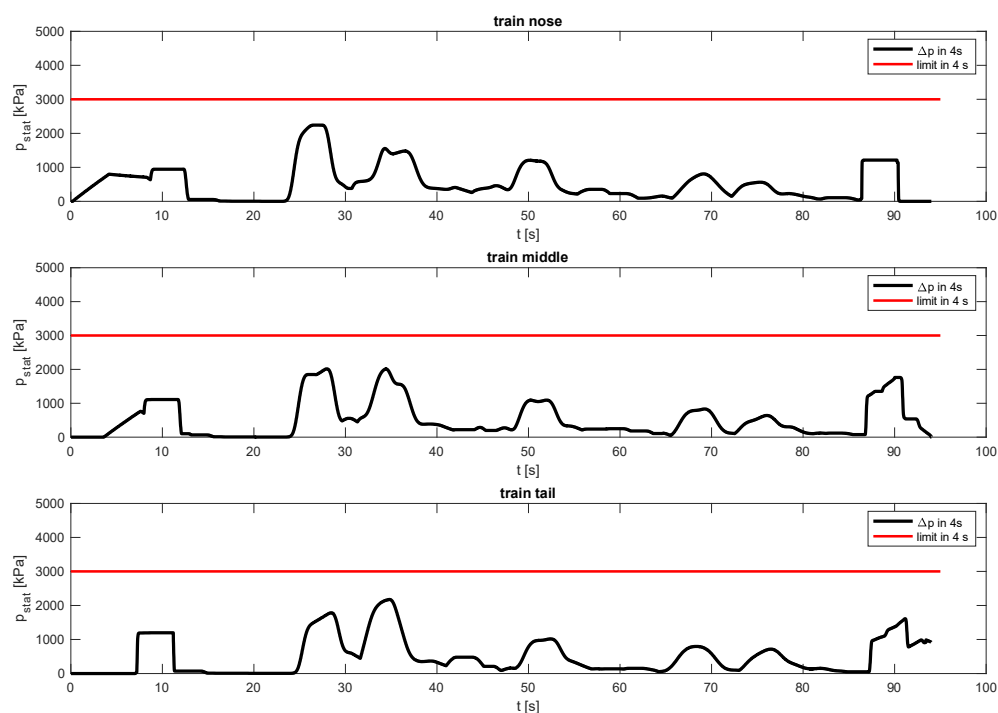
Obr. 30 Min a Max tlakové zatížení v traťovém tunelu



Obr. 31 Přechodný signál statického tlaku v různých místech uvnitř tunelu



Obr. 32 Změny tlaku v utěsněných vlacích pro různá kritéria komfortu (pro 1, 4, 10 sec)



Obr. 33 Změny tlaku v netěsněných vlacích pro kritérium komfortu ve 4 sec

5. Závěry

- Zdravotní kritérium TSI vyhovuje pro všechny uvažované profily v obou tunelech.
- Netěsněné soupravy: Kritérium tlakového komfortu je splněno pro všechny profily větší než 37,4 m².
- Těsněné soupravy: Kritérium tlakového komfortu je splněno pro profil 40,6 m² a větší, pro profil vlaku 12 m² (a menší). Požadovaný dynamický koeficient je $\tau = 6$ s pro Hosínský tunel, a $\tau = 7,5$ s pro Chotýčanský tunel.

Poznámka: Hodnota dynamického koeficientu $\tau = 7,5$ s je konzervativní hodnota pro moderní kolejová vozidla

- Vybavení tunelu (požární únikové dveře, kryty) je u menších profilů (37,4 a 40,6 m²) vystaveno výraznému tlakovému zatížení.

Pro zvolený tunelový průřez je třeba prověřit, zda vhodné tunelové zařízení vydrží tyto vysoké tlaky v nepřetržitém provozu.

Závěrečné poznámky

Zdravotní kritérium TSI představuje povinný požadavek, který se vztahuje jak na netěsněné, tak těsněné soupravy, u kterých může dojít ke ztrátě integrity těsnění, například rozbitím okna.

Naopak kritérium komfortu, ačkoli nejsou povinná, poskytují cenné vodítko pro návrh tunelu. Zejména kritéria tlakového komfortu stanovená pro delší dobu trvání (např. 10 s a více) jsou zřídka kdy dosažena, zejména když vlaky vyjíždění z delších tunelů.

Tento problém si vyžaduje stanovení specifických hodnot pro konkrétní projekt. Například v tunelech mezi městy Mattstatten a Rothrist ve Švýcarsku je specifickým kritériem předepsána maximální změna tlaku (dP max) menší než 1,5 kPa v časovém horizontu 4 sekund.

Podobně vysokorychlostní tunel de la Guadarrama ve Španělsku dodržuje požadavek na dP max menší než 2,5 kPa. Tato přizpůsobená kritéria komfortu zohledňují složitou souhru mezi dynamikou tlaku a pohybem vlaku a poskytují rámec, který zlepšuje zážitek z tunelu jak pro cestující, tak pro vlakové systémy.

Doporučení

1. Optimální průjezdný profil: Doporučujeme počítat s minimální velikostí tunelového profilu 40,6 m² pro oba tunely. Tato velikost zajišťuje dostatečný prostor a efektivní provozní flexibilitu pro různé typy vlaků.
2. Požadavek na koeficient těsnosti vlaku: Pro zajištění nejlepšího komfortu cestujících se doporučuje dosáhnout koeficientu dynamického utěsnění vlaku přibližně $\tau = 7,5$ s u vlaků odpovídajících specifikaci Gabarit C (12 m²). U vlaků s menšími rozměry průřezu, jako je ICE 1 (11 m², TSI-Gabarit B) nebo ICE 3 (10 m², TSI-Gabarit A), se vyžadují méně přísné koeficienty těsnosti vlaku.

P.2 Prověření možnosti zlevnění náspu železničního tělesa v úseku mezi tunely

MODERNIZACE TRATI NEMANICE I – ŠEVĚTÍN, ČÁST B

Prověření možnosti zlevnění náspu železničního tělesa v úseku mezi tunely

**Využití materiálů z probíhajících staveb – Sudoměřice-
Votice a Soběslav-Doubí – Specifikace podmínek
Prověření využitelnosti vyrubaného materiálu pomocí
razících štítů**

GEOTECHNICKÉ POSOUZENÍ

1. Úvod

Na základě požadavku investora stavby bylo provedeno prověření možnosti zlevnění náspu železničního tělesa v úseku přeložky železniční tratě mezi tunely Chotýčany a Hosín, v km 13,360-15,932.

Předmětem prvního požadavku bylo zhodnocení využitelnosti vyrubaného materiálu pomocí razících štítů z tunelů Chotýčany a Hosín. Druhým bodem požadavku bylo provedení zhodnocení využití těžených materiálů z probíhajících (dokončovaných) staveb železničních úseků – Sudoměřice-Votice a Soběslav-Doubí.

V rámci prvního požadavku byla provedena rešerše provedených průzkumů, odborné konzultace s odpovědnými projektanty TBM, zhodnocení očekávané rubaniny podle ČSN 73 6133 a S4. Dále vytipování úseků stavby s možností použití chemických stabilizátorů pro výnos rubaniny, včetně možných rizik při zpětném využití v rámci stavby. Dále byly těžené materiály zhodnoceny z hlediska využití materiálu pro náspové těleso železniční trati, s doporučením využití těženého materiálu pro různé úrovně náspu (jádro náspu, sanační vrstvy, atd.), včetně všeobecného zhodnocení, zda jsou těžené materiály vhodné pro zlepšení pojivy.

V rámci druhého požadavku byla provedena rešerše dostupných průzkumů, zhodnocení těžených materiálů, zjištění jejich využitelnosti v rámci původní stavby. Dále bylo provedeno terénní šetření po stávajících deponiích (zemnicích), včetně vizuálního zhodnocení materiálu. V rámci terénní rekonstrukce byla v jednotlivých deponiích, podle charakteru materiálu, provedena mělká sondáž, za účelem odkrytí klimatickými poměry nedegradovaných částí deponie. Byly odebrány tři charakteristické vzorky deponovaného materiálu. Materiál deponií byl zhodnocen podle vhodnosti materiálu do náspových těles podle ČSN 73 6133 a S4, včetně doporučení využití materiálu (jádro násypu, sanační vrstvy, atd.).

2. Přehled geologických poměrů zájmového území

Níže uváděné stručné zhodnocení geologických poměrů vychází z podrobného IGP a GTP akcí:

- Modernizace trati Nemanice I – Ševětín, část B (GeoTec-GS, a.s., 2021)
- Modernizace trati Sudoměřice – Votice (SUDOP PRAHA a.s., 2013)
- Modernizace trati Veselí n.L.-Tábor, II.část, úsek Veselí n.L.-Doubí u Tábora (GeoTec-GS, a.s., 2011)

Předkvartérní podklad

Z regionálně geologického hlediska můžeme převážnou část zájmového území zařadit k moldanubické oblasti Českého masivu. Skalní podloží je zastoupeno horninami blíže neurčeného, převážně však svrchnoproterozoického, v menší míře patrně i spodnopaleozoického a svrchnopaleozoického stáří. Pokryvné útvary jsou zastoupeny svrchnokřídovými, terciárními a kvartérními sedimenty.

Prvotní zvrásnění proterozoických hornin a regionální metamorfóza proběhly při kadomské orogenezi. V další fázi variského vrásnění dále intrudují granitoidy, na něž je vázána periplutonní metamorfóza charakterizovaná sillimanitem a cordieritem. Nejmladší etapa má retrográdní charakter při nízkých teplotách a tlacích. Stavba moldanubika je šupinovitá, inverzní příkrovová s přesouváním šupin od západu k východu. V současné době hlubokou odhalené horniny představují orogenní kořen centrálních partií variského horstva o původní výšce několika km.

Základními horninami ve sledovaném území jsou peliticko-psamitické sedimenty, metamorfované na biotitické, biotiticko-sillimanitické a ojediněle i biotiticko-cordieritické pararuly. V původní formě to byly převážně drobové, břidličné sledy flyšového rázu a různé

zrnatosti. Horniny jsou detailně provrásněné, migmatitizované, místy je lze charakterizovat až jako migmatity. Pestré vložky sedimentárních hornin představují kvarcitické ruly, kvarcity, grafitické kvarcity, vápenosilikátové horniny (erlány a skarny), mramory, dolomitické vápence a grafitické ruly. Dále se jako vložky vyskytují metamorfované vulkanické horniny, metabazity. Jedná se hlavně o amfibolity, granátické amfibolity a amfibolické ruly. Nejčastějším členem vložek pestré skupiny jsou amfibolity.

Zájmové území leží mezi velkými plutonickými tělesy, moldanubickým a středočeským plutonem. Obě tělesa zasahují do svých plášťů z moldanubických metamorfovaných hornin četnými průniky žilných těles, které intrudovaly v další fázi variské orogeneze. Plošně významnější je výskyt granitoidních hornin náležejících k okrajovým partiím středočeského plutonu, jedná se především o porfyrické středně zrnité amfibol-biotitické žuly, středně zrnité biotitické až biotit-amfibolické granodiority až syenity. Mezi žilné horniny, sledující často predisponované tektonické linie v metamorfovaných horninách, patří aplity a místy i žilný křemen (u žilných hornin křemene a aplitu nelze vyloučit, že se jedná o synmetamorfní horniny. Lokálně byla zastížena i drobná tělesa kumulátové horniny ze skupiny ortopyroxenitů (stavrit – aktinolitický glimmerit).

Horniny předkvartérního pokryvu obecně zvětrávají velice nepravidelně. Intenzita a charakter zvětrávání závisí na stupni prokřemenění, míře porušení tektonickými vlivy a částečně na odlišném chemickém složení. Chemické složení odlišné pouze o několik málo procent od normálu, může v daném prostředí znamenat výskyt hluboce zvětralých hornin, nebo naopak výskyt pevných prokřemenělých hornin. Metamorfované pararuly jsou horniny obecně náchylné ke zvětrávání. Zóna intenzivního zvětrání a porušení hornin je v těchto územích mocnější a může dosahovat až prvních desítek metrů. Zvětraliny rul mají převážně charakter písčitojílovitých a písčitohlinitých zemin s variabilní příměsí drobných úlomků a střípků matečné horniny. Ruly jsou často prostoupeny pevnými, křemennými žilami, které často sledují predisponované tektonické linie. Dále jsou v těchto horninách poměrně hojněji zastoupeny pevnější (rigidnější) nepravidelná tělesa, s částečně odlišným chemickým složením. Tato tělesa pak vytvářejí v různých zvětralinových zónách pararul pevnější bloky větších rozměrů (až první desítky metrů). Magmatické granitoidní horniny zvětrávají značně proměnlivě. Produkty zvětrání mají štěrkovitohlinitý, písčitohlinitý, písčitojílovitý, jílovitopísčitý a hlinitopísčitý charakter, obvykle se jedná o zeminy ulehlé, resp. pevné až velmi pevné konzistence.

Svrchně paleozoické horniny jsou v zájmovém území zastoupeny hlubinnými migmatity moldanubického plutonu (Ševětínský masív) a žilnými tělesy aplitu, pegmatitu a žilných žul, které pronikají metamorfovanými horninami proterozoika. Granodiority ševětínského plutonu jsou velmi výrazně tektonicky postiženy, lze hovořit až o kataklastickém porušení. To se projevuje jednak velmi hustou sítí diskontinuit, ale především silným zvětráním a alterací hornin do velkých hloubek v okolí tektonických poruch.

Sedimenty svrchní křídý v zájmovém území jsou tvořeny klikovským souvrstvím a patří do dvou geologických jednotek – budějovické a třeboňské pánve. Křídové sedimenty třeboňské pánve byly zastíženy na konci úseku u Ševětína. Převládajícím zastíženým horninovým typem jsou jemnozrné, středně zrnité až hrubozrné křemenné hlinitojílovité písky až pískovce. Charakteristické je pro ně nestejně zrnité zrnitostní složení, které se často velmi rychle mění ve vertikálním a horizontálním směru; hojné jsou přechody až ve slepence s různým stupněm zpevnění, závislým na druhu výplně. Pískovce i slepence mívají malé množství limonitického nebo hematitového tmelu. Ojedinele byly zastíženy pískovce s vrstvičkami prachovitěho uhlí v mocnosti cca 1 – 2 cm. Méně rozšířený je v zájmovém území jemnozrný (jílovitý až prachovitý) vývoj. Převládají pestré písčité jílovce až prachovce, které tvoří různě mocné polohy v převažujících pískovcích.

Terciární sedimenty jsou zastoupeny uloženinami spodní části mydlovarského souvrství neogénního stáří. Mydlovarské souvrství představuje subhorizontálně uložené nezpevněné zeminy. Výskyt terciárních sedimentů je převážně tektonicky ohraničen, v jejich podloží se vyskytují metamorfované horniny proterozoika. Litologicky se jedná převážně o jemnozrné jílovité uloženiny s podružnými vložkami písčitých až štěrkovitých zemin. Svrchu se vyskytují polohy diatomitů až diatomových jílů, světle šedé až šedorezavé barvy o mocnosti do 10 m. V

jejich podloží se nachází souvrství slabě prouhelněných lignitů s polohami uhelných jíílů o celkové mocnosti cca 8 m. Pod uhelnými sedimenty se vyskytují polohy plastických jíílů až slabě zpevněných jíílovců popř. prachovců šedé až šedo zelené barvy, které hlouběji přecházejí do šedých písčitých jíílů s polohami jíílovitých až hlinitých písků, místy až slabě zpevněných pískovců.

KVARTÉRNÍ POKRYV

Kvartérní pokryv je v zájmovém území zastoupen navážkami, deluviálními, deluviofluviálními, fluviálními a eolickodeluviálními sedimenty. Navážky se vyskytují lokálně v celém zájmovém území a tvoří především násypy železniční trati, zemní tělesa místních komunikací, popř. terénní úpravy v zastavěném území. Jsou velmi různorodé, převážně se jedná o místní zeminy hlinitopísčitého až jíílovitopísčitého charakteru s proměnným obsahem štěrkovité frakce, popř. stavební suti. Mocnost je velmi proměnlivá, dosahuje max. cca 2-8 m (tělesa železniční násypů).

Deluviální sedimenty jsou plošně nejrozšířenějším typem zemin v zájmovém území. Jedná se o sedimenty vzniklé svahovými pohyby, často za součinnosti vodního ronů. Deluviální sedimenty nemají jednotné litologické složení, ale odrážejí místní geologickou stavbu. Na horninovém podkladu jíílovců a prachovců odpovídají zpravidla písčitým hlínám a jíílům, v území budovaném pískovci se jedná zpravidla o píský s variabilním podílem hlinité a jíílovité složky. V oblastech s výskytem vyvěřelých a metamorfovaných hornin mají deluvia převážně charakter hlinitých až jíílovitých písků s proměnným obsahem úlomků podložních hornin. Mocnost deluviálních sedimentů je velmi proměnlivá, obvykle dosahuje cca 0,3 – 2,5 m, ojediněle dosahuje při úpatí svahů mocnosti 4 – 10 m. Deluviofluviální (splachové) sedimenty se vyskytují převážně v závěrech údolí drobných místních vodotečí, jejich rozsah je však minimální. Jsou tvořeny hlinitopísčitými a jíílovitopísčitými zeminami s proměnným obsahem úlomků podložních hornin. celková mocnost se pohybuje v rozmezí cca 1 – 3 m.

Fluviální sedimenty jsou v zájmovém území vázány na údolní nivy místních vodotečí a vyšší terasové stupně řeky Vltavy. Nejstarší jsou vyšší terasové stupně řeky Vltavy, jejich stáří odpovídá pleistocénnímu vývoji. Tyto sedimenty byla zastiženy pouze v úseku cca České Budějovice – potok Kyselá voda. Sedimenty představují dva terasové stupně – starší mindel a mladší riss. Jedná se o středně ulehlé až ulehlé fluviální písčité štěrky a píský s proměnným obsahem štěrkovité frakce. Jejich mocnost se pohybuje v rozmezí cca 3 – 8 m.

Mladší holocénní sedimenty se vyskytují v údolích stávajících vodotečí. Jedná se převážně o jemnozrnné sedimenty charakteru písčitých hlín a jíílů, hlín a jíílů s nízkou až střední, lokálně i vysokou plasticitou, měkké až pevné konzistence. Při bázi bývají často zastižena souvrství charakteru jíílovitých a hlinitých štěrků a písků. Tyto sedimenty jsou převážně zvodnělé, středně ulehlé. Mocnost je značně variabilní v závislosti na morfologické stavbě a velikosti vodního toku a pohybuje se v rozmezí cca 1 – 8 m.

Eolickodeluviální sedimenty byly zastiženy pouze v okolí obce Ševětín. Sedimenty nemají jednotné litologické složení, ale odrážejí v širším měřítku místní geologickou stavbu. Jsou reprezentovány převážně jíílovitoprachovitými zeminami až jííly, při vyšším podílu písčité složky nabývají až charakteru prachovitopísčitých až jíílovitopísčitých zemin. Původně se jednalo o eolické sedimenty (spraše, sprašové hlíny), které byly redeponovány vodním ronem, soliflukcí, popř. svahovými pohyby.

Bližší popis geologických poměrů je uveden v průvodních zprávách jednotlivých staveb.

3. Prověření využitelnosti vyrubaného materiálu pomocí razících štítů

V rámci zadání je požadováno prověření vhodnosti vyrubaného materiálu metodou mechanizovaného tunelování (TBM) z tunelů Hosín a Chotýčany. V této kapitole uvádíme zhodnocení využitelnosti vytěženého materiálu pro zpětné použití v rámci stavby, zejména pro budování násypového tělesa na přeložce žel. trati v úseku mezi tunely Hosín a Chotýčany. Vzhledem k částečně odlišným inženýrskogeologickým a geotechnickým poměrům výše uvedených tunelů, je charakteristika využitelnosti rubaniny pro každý tunel uvedena samostatně.

Všeobecně lze konstatovat, že při ražbě metodou TBM ve zdravých až navětralých a mírně zvětralých horninách (horniny pevnostní třídy R1, R2, R3, částečně i R4) rubanina nabývá zrnitostní frakce 0-200 mm. Objemový podíl frakce 0-4 mm, resp. 0-8 mm je pak závislý na stupni zvětrání. Všeobecně lze konstatovat, že ražba v horninách s vyšším stupněm zvětrání generuje materiál s vyšším podílem frakce 0-4-8 mm.

Tunel Hosín

Daný tunel bude v úseku staničení km 10,384-13,204 ražen převážně v prostředí moldanubických hornin charakteru rul a migmatitů, s ojedinělými proniky žilných (aplitických) žul. V krátkém počátečním úseku budou do staničení cca km 10,440 zastíženy i méně diageneticky zpevněné, při bázi však pevné proželezněné křídové horniny – pískovce. V samotném závěru raženého úseku pak očekáváme výskyt nezpevněných terciérních sedimentů Dobřejovické pánve – písky, jílovité písky, písčité jíly, vysoce plastické hlíny, rašelina, lignit (uhlí). Horniny jsou v úseku stavby nepravidelně postiženy zlomovou tektonikou, v počátečním úseku i intenzivními zvětrávacími procesy, které nepravidelně zasahují do hloubek přesahujících 30 m. V počátečním a závěrečném úseku očekáváme zvýšené přítoky podzemních vod, které budou mít negativní vliv na výslednou charakter rubaniny.

- úsek staničení km 10,384-10,940:

- tunel bude ražen v prostředí křídových, méně diageneticky zpevněných zcela až silně zvětralých, při bázi až navětralých pevných proželezněných pískovců a zcela až silně zvětralých rul, pevnostní třídy R6, R5, lokálně s pevnějšími málo mocnými, nepravidelnými prolohami hornin pevnostní třídy R4,
- v daných úsecích očekáváme pro zajištění stability výrubu použití chemických stabilizátorů a plastifikátorů. Tyto chemické látky dále umožňují efektivnější výnos rubaniny strojem TBM – snižuje se riziko zacpání dopravníků rubaniny. Jedná se o tzv. „mokrý proces“, množství potřebné vody lze podle zkušeností odhadnout na cca 24 l.s⁻¹ pro jeden razící štít,
- vytěžená rubanina nabývá charakteru silně zvodnělé, kašovité zeminy frakce cca 0-64 mm,
- před zpětným použitím v rámci stavby bude nutné snížit objem vody v rubanině – zeminy doporučujeme vhodně rozprostřít a nechat vyschnout,
- před zpětným použitím doporučujeme u rubaniny provést zkoušky zhutnění (hutnicí pokus) a zkoušky zlepšení směsnými pojivy – stanovení receptury. Předběžně lze uvažovat s použitím směsných vápenocementových pojiv, s vyrovnaným nebo vyšším podílem vápna. Procentuální poměr přidaného pojiva bude závislý na aktuální vlhkosti rubaniny. Předběžně lze uvažovat se 2-4 hmotnostními procenty přidaného pojiva,
- upozorňujeme, že vody z ražby metodou TBM obsahují chemické látky z výše uvedených stabilizátorů a plastifikátorů. Používané chemické látky nejsou dle výrobců nebezpečné podzemním vodám, jsou plně biologicky degradovatelné,
- pro úplnou biodegradaci vyrubaného materiálu je nutné počítat s delším časovým horizontem, který je závislý na množství přidaných chemických látek.

- úsek staničení km 10,940-13,130:

- tunel bude ražen v prostředí navětralých až zdravých hornin (ruly), pevnostní třídy R2/R1 a R2/R3, lokálním tektonickým porušením a občasnými, variabilně mocnými, nepravidelnými žilnými prolohami hornin pevnostní třídy R2,
- v blízkosti tektonických poruch očekáváme vyšší stupeň podrcení hornin, případně jejich alteraci,
- v daných úsecích nepředpokládáme pro zajištění stability výrubu použití chemických stabilizátorů a plastifikátorů,
- vytěžená rubanina nabývá převážně charakteru štěrkodrti frakce cca 0-200 mm,
- před zpětným použitím musí být rubanina rozdružena na vhodnou, do násypů použitelnou zrnitostní frakci. Dále doporučujeme u rubaniny provést zkoušky zhutnění (hutnicí pokus) a zkoušky zlepšení směsnými pojivy,
- rozdružené kamenivo vhodné zrnitostní frakce lze použít i do sanačních vrstev násypového tělesa
- v horninách byla vrtnými pracemi v blízkosti tektonických poruch zjištěna lokální kumulace sulfidů a hydroxidů železa (pyrit, limonit).

- úsek staničení km 13,130-13,204:

- klenba tunelu bude v daném úseku ražena v prostředí nezpevněných značně variabilních terciérních sedimentů, včetně proloh vysoce plastických hlín, rašeliny až lignitu. Kalota a počva tunelu bude postupně ražena v silně zvětralých až navětralých horninách pevností třídy R5 až R2. V daném úseku budou pevné horniny nepravidelně tektonicky porušeny a podrceny,
- v daném úseku stavby očekáváme zvýšené přítoky vod na čelbu, které budou snižovat kvalitu rubaniny – převlhčení zemin,
- pro zajištění stability výrubu budou v úseku použity chemické stabilizátory a plastifikátory. Tyto chemické látky dále umožňují efektivnější výnos rubaniny strojem TBM – snižuje se riziko zacpání dopravníků rubaniny. Jedná se o tzv. „mokrý proces“, množství potřebné vody lze podle zkušeností odhadnout na cca 24 l.s⁻¹ pro jeden razicí štít – množství přidávané vody bude závislé na přirozeném přítoku vod z geologického prostředí,
- vlivem technologie ražby (TBM) lze očekávat celkové promísení, prohnětení rubaniny – směs drceného kameniva, jílu, písků, rašeliny a lignitu.
- vytěžená rubanina nabývá charakteru silně zvodnělé, kašovitě písčitohlinité a písčitojílovité, slídnaté zeminy převážně frakce cca 0-32, lokálně až 64 mm,
- vzhledem k očekávanému smísení rubaniny s organickými materiály (lignit, rašelina) doporučujeme rubaninu použít na rekultivaci (zavážku) zářezových úseků opouštěné tratě,
- upozorňujeme, že vody z ražby metodou TBM obsahují chemické látky z výše uvedených stabilizátorů a plastifikátorů. Používané chemické látky nejsou dle výrobců nebezpečné podzemním vodám, jsou plně biologicky degradovatelné. Pro úplnou biodegradaci vyrubaného materiálu je nutné počítat s delším časovým horizontem, který je závislý na množství přidávaných chemických látek.
- v horninách byla vrtnými pracemi v blízkosti tektonických poruch zjištěna lokální kumulace sulfidů a hydroxidů železa (pyrit, limonit).

V geologicky nepříznivých poměrech bude raženo cca 20 % délky tunelu, tj. cca 566 m. využití rubaniny z daného úseku stavby si vyžádá zvýšené náklady na úpravu pro zpětné využití – zvýšená četnost manipulace s materiálem, vysušení, případná chemická/biodegradační úprava po použití stabilizátorů a plastifikátorů, zlepšení pojivy. Přednostně doporučujeme využít tento materiál po úpravě pojivy pro budování jádra náspových konstrukcí. Materiál, který nebude upraven pojivy bude převážně namrzavý, se střední hodnotou kapilární vzlínavosti.

Předpokládáme, že vlivem technologie ražby (TBM) dojde k **znehodnocení části rubaniny** v objemu cca 3%, tj. cca z 74 m délky tunelu – výjezdový portál. Zde předpokládáme smísení rubaniny s lignitem, rašelinou a vysoce plastickými zeminami. Rubaninu s podílem organické složky nelze použít pro budování náspových těles žel. trati ani trvalých komunikací. Znehodnocenou rubaninu doporučujeme deponovat odděleně od vhodných zemin, po dokončení stavby bude použita k sanaci opuštěných zářezových úseků stavby. Před využitím musí být provedena případná chemická/biodegradační úprava.

Ve zbývající části stavby, cca 77 %, tj. cca 2190 m lze očekávat, že rubanina bude nabývat vhodných parametrů pro zpětné využití do násypových těles. Materiál lze využít jak pro budování jader náspů, tak i na povrchovou úpravu svahů. Všeobecně lze konstatovat, že rubanina bude nabývat charakteru netříděného lomového kameniva převážně frakce 0-200 mm. Upozorňujeme, že materiál s vyšším obsahem nulové frakce může být mírně namrzavý. Podle potřeb stavby a způsobu zpětného využití doporučujeme rubaninu fragmentovat na vhodnou zrnitostní frakci. Rubaninu vzhledem k očekávané zrnitosti nebude možné bez druhotného přetřídění použít, jako materiál pro „těžkou“ sanaci. Vzhledem k obsahu nulové frakce lze u rubaniny očekávat převážně nízké hodnoty kapilární vzlínavosti – materiál bez druhotné fragmentace nedoporučujeme používat jako sanační vrstvu pro přerušení kapilární vzlínavosti do budoucích náspových těles. Pro sanační vrstvy doporučujeme použít přetříděnou rubaninu vhodné zrnitostní frakce, bez obsahu frakce 0 mm.

Tunel Chotýčany

Daný tunel bude v úseku staničení km 15,993-cca 18,450 ražen převážně v prostředí moldanubických hornin charakteru rul a migmatitů, s lokálními žilnými proniky žilných (aplitických) žul. Horniny jsou v počátečním a koncovém úseku výrazně postiženy zlomovou tektonikou a intenzivními zvětrávacími procesy. V úseku staničení km 18,450-20,457 bude tunel ražen v prostředí hlubně vyvěřelých magmatických hornin – granodioritu. V počátečním a výrazně delším koncovém úseku jsou horniny postiženy výrazněji zlomovou tektonikou a intenzivními zvětrávacími procesy, které nepravidelně zasahují do hloubek přesahujících 30 m. V počátečním a závěrečném úseku očekáváme zvýšené přítoky podzemních vod, které budou mít negativní vliv na výslednou charakter rubaniny.

- úsek staničení km 15,993-16,478 a km 17,875-17,950:

- tunel bude ražen v prostředí zcela až silně zvětralých hornin (ruly), pevnostní třídy R6, R5, R4, lokálně s pevnějšími málo mocnými, nepravidelnými žilnými prolohami hornin pevnostní třídy R3,
- v daných úsecích očekáváme pro zajištění stability výrubu použití chemických stabilizátorů a plastifikátorů. Tyto chemické látky dále umožňují efektivnější výnos rubaniny strojem TBM – snižuje se riziko zacpání dopravníků rubaniny. Jedná se o tzv. „mokrý proces“, množství potřebné vody lze podle zkušeností odhadnout na cca 24 l.s⁻¹ pro jeden razící štít,
- vytěžená rubanina nabývá charakteru silně zvodnělé, kašovité zeminy frakce cca 0-64 mm,
- vyrubaný materiál bude převážně namrzavý
- před zpětným použitím v rámci stavby bude nutné snížit objem vody v rubanině – zeminy doporučujeme vhodně rozprostřít a nechat vyschnout,

- před zpětným použitím doporučujeme u rubaniny provést zkoušky zhutnění (hutnicí pokus) a zkoušky zlepšení směsnými pojivy – stanovení receptury. Předběžně lze uvažovat s použitím směsných vápenocementových pojiv, s vyrovnaným nebo vyšším podílem vápna. Procentuální poměr přidaného pojiva bude závislý na aktuální vlhkosti rubaniny. Předběžně lze uvažovat se 2-4 hmotnostními procenty přidaného pojiva,
 - upozorňujeme, že vody z ražby metodou TBM obsahují chemické látky z výše uvedených stabilizátorů a plastifikátorů. Používané chemické látky nejsou dle výrobců nebezpečné podzemním vodám, jsou plně biologicky degradovatelné,
 - pro úplnou biodegradaci vyrubaného materiálu je nutné počítat s delším časovým horizontem, který je závislý na množství přidaných chemických látek,
 - v horninách byla vrtnými pracemi v blízkosti tektonických poruch zjištěna lokální kumulace sulfidů a hydroxidů železa (pyrit, limonit). U sulfidů a hydroxidů železa vlivem působení povětrnostních dochází k jejich chemickému rozkladu.
- úsek staničení km 16,478-17,875 a km 17,950-18,450:
- tunel bude ražen v prostředí navětralých až zdravých hornin (ruly), pevnostní třídy R2/R1 a R2/R3, lokálním tektonickým porušením a málo mocnými, nepravidelnými žilnými prolohami hornin pevnostní třídy R2,
 - v daných úsecích nepředpokládáme pro zajištění stability výrubu použití chemických stabilizátorů a plastifikátorů,
 - vytěžená rubanina nabývá převážně charakteru šterkodrti až netříděného lomového kamene i frakce cca 0-200 mm,
 - před zpětným použitím musí být rubanina rozdružena na vhodnou, do násypů použitelnou zrnitostní frakci. Dále doporučujeme u rubaniny provést zkoušky zhutnění (hutnicí pokus) a zkoušky zlepšení směsnými pojivy,
 - rozdružené kamenivo vhodné zrnitostní frakce lze použít i do sanačních vrstev násypového tělesa
 - v horninách byla vrtnými pracemi v blízkosti tektonických poruch zjištěna lokální kumulace sulfidů a hydroxidů železa (pyrit, limonit).
- úsek staničení km 18,450-18,575 a km 19,987-20,457:
- tunel bude v prvním uvedeném úseku ražen v prostředí silně tektonicky porušených, podrcených a rozmělněných zcela až silně zvětralých horninách (granodiorit), pevnostní třídy R6, R5, lokálně s pevnějšími málo mocnými, nepravidelnými prolohami hornin pevnostní třídy R4. V druhém úseku pak bude ražen v tektonicky porušených zcela až silně zvětralých horninách (granodiorit), pevnostní třídy R6, R5. Ve zvětralinovém plášti se pak vyskytují oblá, pevná rigidní tělesa až několika metrových rozměrů pevnostní třídy R2/R3. V úseku km 22,180-20,350 byla vrty indikována výrazná zvodnělá porucha, s velmi nízkou kvalitou horniny,
 - v daných úsecích stavby očekáváme zvýšené přítoky vod na čelbu, které budou snižovat kvalitu rubaniny – převlhčení zemin,
 - v daných úsecích očekáváme pro zajištění stability výrubu použití chemických stabilizátorů a plastifikátorů. Tyto chemické látky dále umožňují efektivnější výnos rubaniny strojem TBM – snižuje se riziko zacpání dopravníků rubaniny. Jedná se o tzv. „mokrý proces“, množství potřebné vody lze podle zkušeností odhadnout na cca 24 l.s⁻¹ pro jeden razicí štít – množství přidávané vody bude závislé na přirozeném přítoku vod z geologického prostředí,

- vytěžená rubanina nabývá charakteru silně zvodnělé, kašovité písčitochlinité a písčitojílovité, slídnaté zeminy převážně frakce cca 0-32 mm, lokálně 0-64 mm,
 - vyrubaný materiál bude převážně namrzavý,
 - před zpětným použitím v rámci stavby bude nutné snížit objem vody v rubanině – zeminy doporučujeme vhodně rozprostřít a nechat vyschnout,
 - před zpětným použitím doporučujeme u rubaniny provést zkoušky zhutnění (hutnící pokus) a zkoušky zlepšení směsnými pojivy – stanovení receptury. Předběžně lze uvažovat s použitím směsných vápenocementových pojiv, s vyšším podílem cementu. Procentuální poměr přidaného pojiva bude závislý na aktuální vlhkosti rubaniny. Předběžně lze uvažovat se 2-4 hmotnostními procenty přidaného pojiva,
 - upozorňujeme, že vody z ražby metodou TBM obsahují chemické látky z výše uvedených stabilizátorů a plastifikátorů. Používané chemické látky nejsou dle výrobců nebezpečné podzemním vodám, jsou plně biologicky degradovatelné,
 - pro úplnou biodegradaci vyrubaného materiálu je nutné počítat s delším časovým horizontem, který je závislý na množství přidaných chemických látek,
 - v horninách byla vrtnými pracemi v blízkosti tektonických poruch zjištěna lokální kumulace sulfidů a hydroxidů železa (pyrit, limonit). U sulfidů a hydroxidů železa vlivem působení povětrnostních dochází k jejich chemickému rozkladu.
- úsek staničení km 18,575-19,987:
- tunel bude ražen v prostředí navětralých až zdravých hornin (granodiorit), pevnostní třídy R2/R1 a R2/R3, lokálním tektonickým porušením, místy s vyšším podrcením (kataklázou),
 - v daných úsecích nepředpokládáme pro zajištění stability výrubu použití chemických stabilizátorů a plastifikátorů,
 - vytěžená rubanina nabývá převážně charakteru štěrkodrti až netříděného lomového kamene frakce cca 0-200 mm,
 - před zpětným použitím musí být rubanina rozdružena na vhodnou, do násypů použitelnou zrnitostní frakci. Dále doporučujeme u rubaniny provést zkoušky zhutnění (hutnící pokus) a zkoušky zlepšení směsnými pojivy,
 - rozdružené kamenivo vhodné zrnitostní frakce lze použít i do sanačních vrstev násypového tělesa,
 - v horninách byla vrtnými pracemi v blízkosti tektonických poruch zjištěna lokální kumulace sulfidů a hydroxidů železa (pyrit, limonit).

V geologicky nepříznivých poměrech bude raženo cca 26 % délky tunelu, tj. cca 1155 m. využití rubaniny z daného úseku stavby si vyžádá zvýšené náklady na úpravu pro zpětné využití – zvýšená četnost manipulace s materiálem, vysušení, případná chemická úprava po použití stabilizátorů a plastifikátorů, zlepšení pojivy. Přednostně doporučujeme využít tento materiál po úpravě pojivy pro budování jádra násypových konstrukcí. Materiál, který nebude upraven pojivy bude převážně namrzavý, se střední hodnotou kapilární vzlínivosti.

Ve zbývající části stavby, cca 74 %, tj. cca 3309 m lze očekávat, že rubanina bude nabývat vhodných parametrů pro zpětné využití do násypových těles. Materiál lze využít jak pro budování jader násypů, tak i na povrchovou úpravu svahů. Všeobecně lze konstatovat, že rubanina bude nabývat charakteru netříděného lomového kameniva převážně frakce 0-200 mm. Upozorňujeme, že materiál s obsahem nulové frakce může být mírně namrzavý. Podle potřeb stavby a způsobu zpětného využití doporučujeme rubaninu fragmentovat na vhodnou zrnitostní frakci. Rubaninu vzhledem k očekávané zrnitosti nebude možné bez druhotného

přetřídění použít, jako materiál pro „těžkou“ sanaci. Vzhledem k obsahu nulové frakce lze u rubaniny očekávat převážné nízké hodnoty kapilární vztlávanosti – materiál bez druhotné fragmentace nedoporučujeme používat jako sanační vrstvu pro přerušení kapilární vztlávanosti do budoucích náspových těles. Pro sanační vrstvy doporučujeme použít přetříděnou rubaninu vhodné zrnitostní frakce, bez obsahu frakce 0 mm.

4. Prověření možnosti a specifikace podmínek pro využití materiálů z probíhajících staveb – Sudoměřice-Votice a Soběslav-Doubí

V rámci objednávky bylo požadováno zhodnocení možnosti a stanovení podmínek využitelnosti přebytečného materiálu z předcházejících stavebních úseků železniční trati. Konkrétně se jednalo o úsek:

- Soběslav – Doubí u Tábora
- Sudoměřice u Tábora – Votice

V rámci úkolu byla provedena rešerše realizovaných geotechnických průzkumů na výše uvedených stavbách, bylo provedeno zhodnocení těžených materiálů a zjištění jejich využitelnosti v rámci původní stavby. Dále bylo provedeno místní terénní šetření po stávajících deponiích (zemnicích), bylo provedeno vizuální zhodnocení materiálu deponií. Za účelem odhalení klimatickými poměry nedegradovaných částí deponií byla provedena mělká sondáž. Byly odebrány 3 ks charakteristických vzorků, které byly podrobeny základním klasifikačním rozborům. Podle výsledků zkoušek byly materiály zhodnoceny dle vhodnosti materiálu do náspových těles podle ČSN 73 6133 a S4.

- Soběslav – Doubí u Tábora

Na základě terénní rekognoskace bylo zjištěno, že v rámci stavby došlo již k aplanaci materiálu ze zbytkových deponií. Při terénní rekognoskaci bylo zjištěno, že materiálem nevyužitým v rámci stavby byly, v souladu s projektovou dokumentací, rekultivovány opuštěné zářezy bývalé žel. trati. Toto zjištění bylo potvrzeno i odpovědným projektantem stavby (METROPROJEKT a.s.).

V rámci projektu je uvažováno s částečným odtěžením stávajících náspových úseků opouštěné tratě. V rámci projektu byl realizován GT průzkum stávajících náspů, bylo odebráno celkem 10 ks vzorků. Směsné vzorky byly podrobeny analýzám v rozsahu ukazatelů dle přílohy č.2 a tab. č.2.1 a dále pak byly provedeny rozborů dle přílohy č. 10, tabulky č. 10.1 a 10.2 vyhlášky č. 294/2005 Sb. Vzorky byly zpracovány v akreditované zkušební laboratoři VZ lab s.r.o., Praha. Vyhodnocení je provedeno pro každou z tabulek 2.1, 4.1, 10.1 a 10.2 vyhl. 294/2005 zvlášť. Jedná se o úseky žel. trati v km:

- 62,500-63,147, mocnost odtěžení max. cca 3,5 m, délka 647 m, vzorek 1S z km 62,800 a 62,900
- 63,560-63,740, mocnost odtěžení cca 1,5-2,5 m, délka 180 m, vzorek 2S z km 63,640 a 63,720
- 65,212-65,705, mocnost odtěžení cca 1,5-2,5 m, délka 493 m, vzorek 1K z km 65,450 a 65,550
- 65,930-66,333, mocnost odtěžení max. 3,0 m, délka 403 m, vzorek 2K z km 66,050 a 66,150
- 68,355-69,055, mocnost odtěžení cca 2,0 m, délka 700 m, vzorek 1R z km 68,550 a 68,650

Podle výsledků laboratorních zkoušek lze konstatovat, že podle tabulky 2.1: Ve výluzích nebyla překročena limitní hodnota ani u jednoho z ukazatelů. Uvedené detekované koncentrace splňují kritéria pro třídu vyuhovatelnosti I.

Podle tabulky 4.1: Limitní koncentrace pro uvedené ukazatele překročeny nebyly. TOC stanoven nebyl, avšak vzhledem k nízkým koncentracím DOC ve výluzích (<50 mg/l, vyhl. 294/2005 Sb.) je materiál v tomto parametru považován za vyhovující.

Tabulka 10.1: Vyjma vzorku K3S (násep 1K), nebyly překročeny limitní koncentrace u žádného z uvedených ukazatelů. U směšného vzorku K3S (násep 1K) byly překročeny u ukazatele těžkých kovů As (arzen). Z vyhodnocení vyplývá, že vzorek nevyhovuje požadavkům tab. 10.1.

Tabulka 10.2: Na základě provedených testů ekotoxicity bylo zjištěno, že odpady reprezentované analyzovanými vzorky K3S (násep 1K) a K4S (násep 2K) splňují podmínky sloupce I a II, tabulky 10.2. Odpady reprezentované analyzovanými vzorky K1S (násep 1S), K2S (násep 2S) a K5S (násep 1R) splňují podmínky sloupce I, tabulky 10.2.

V případě rozhodování o dalším nakládání s odpadem bude vhodné přijmout další opatření ke zjištění vlastností těchto odpadů (v souladu se sdělením odboru odpadů MŽP k problematice „Limitní hodnoty ukazatelů – interpretace výsledků zkoušek“, Věstník MŽP č. 2/2021). Na základě dosud známých informací není možné jednoznačně rozhodnout, bez znalosti místa případného využití odpadů (stanovení přirozených přírodních požadových hodnot) na povrchu terénu, zda případný odpad reprezentovaný těmito vzorky vyhovuje či nevyhovuje požadavku stanovenému pro využití odpadů na povrchu terénu.

Dále byly z náspových těles odebrány vzorky pro provedení základního klasifikačního rozboru použitých zemín. Vzhledem k historickému budování náspů, nelze přesně definovat rozsah a množství jednotlivých vhodných, podmínečně a vhodných a nevhodných materiálu podle ČSN 73 6133. Laboratorními rozborů byl ověřen výskyt navážek charakteru štěrku hlinitého (G4/GMY), dále písčité hlíny a jílu (F3/MSY, F4/CSY), štěrkovitého jílu (F2/CGY), hlinitého a jílovitého písku (S4/SMY, S5/SCY), lokálně i písku s příměsí jemnozrnné zeminy (S3-S-F). Dále byly lokálně zastiženy i tuhé, středně plastické jíly (F6/CIY). Výše uvedené zeminy jsou podle ČSN 73 6133 a předpisu SŽ S4 hodnoceny jako podmínečně vhodné pro použití do náspových těles. Před použitím materiálů do náspů doporučujeme provést jejich homogenizaci.

Podle sdělení projektanta probíhají v současné době jednání s místními samosprávami o zachování stávajících náspových těles. Finální stanovisko nebylo do data zpracování této zprávy známo. V rámci rekognoskace byly zjištěny pouze zbytkové deponie ornice.

Na základě výše uvedených zjištění konstatujeme, že se v úseku výše uvedené stavby nenachází žádné deponie využitelného materiálu pro budování mezitunelového náspového úseku na stavbě Nemanice – Ševětín.

- Sudoměřice u Tábora – Votice

Na základě terénní rekognoskace byly zjištěno, že v rámci stavby dochází k aplanaci materiálu ze zbytkových deponií. Při terénní rekognoskaci bylo zjištěno, že materiálem nevyužitým v rámci stavby jsou v současnosti rekultivovány opuštěné zářezy bývalé žel. trati (03/2023).

- 1. zbytková deponie materiálu byla zjištěna ve staničení km cca 97,700. Zde se jedná o vytěžené horniny (ruly) v různém stupni zvětrání převážně ze zářezu v km cca 97,000-97,250. Zastižený materiál lze charakterizovat jako netříděný lomový kámen frakce 0-500 mm, s nižším podílem frakce až 800 mm. V deponii zastižené horniny pevnostní třídy R6 až R2, jsou smíseny s deluviálními kvartérními sedimenty. Horniny pevnostní třídy R6 a R5 podléhají při vystavení klimatickým vlivům zvětrávacím procesům – rozpadají se na hrubě písčitou slídnatou zeminu s příměsí drobnozrnného štěrku. Podle získaných jednotlivých zrnitostních frakcí bude rozhodnuto o způsobu využití materiálu deponie – hrubší kamenitá frakce je vhodná pro sanační vrstvy, jemnozrnnější frakce naopak do jader náspových těles. V blízkosti se dále nachází zbytková deponie ornice.

Foto 1 až 3: Deponie v km 97,700



Zrnitostní frakce deponie

- 2 a 3. zbytková deponie materiálu se nachází v rozmezí staničení km cca 98,300-98,600. Zde se jedná o vytěžené horniny (převážně ruly) v různém stupni zvětrání převážně ze zářezu v km cca 98,400-99,100 a z předzářezu vjezdového portálu tunelu i samotného tunelu Mezno. Zastižený materiál lze charakterizovat jako netříděný lomový kámen frakce 0-500 mm, s nižším podílem frakce až 800 mm. V deponii jsou patrné polohy s vyšším podílem kamenito-štěrkovité a hlinitopísčité frakce. Zastižené horniny pevnostní třídy R6 až R2 jsou smíseny s deluviálními kvartérními sedimenty. Horniny pevnostní třídy R6 a R5 podléhají při vystavení klimatickým vlivům zvětrávacím procesům – rozpadají se na hrubě písčitou slídnatou zeminu s příměsí drobnozrnného štěrku. V rámci deponie probíhá její odtěžování, materiálem jsou sanovány (zaváženy) již opuštěné zářezové úseky bývalé tratě. V část materiálu deponie byla zrnitostně roztříděna. Podle získaných jednotlivých zrnitostních frakcí bude rozhodnuto o způsobu využití materiálu deponie – hrubší kamenitá frakce je vhodná pro sanační vrstvy.

Foto 4 až 7: Deponie v km 98,300



Foteno z protilehlé deponie



Zbytky materiálu protilehlé deponie



Zbytky materiálu deponie cca km 97,250, vlevo opuštěný násep bývalé tratě, v pozadí mostní objekt s rekultivovaným zářezem – zavezeným místním výkopovým materiálem



Zrnitostní charakter deponie

- 4. deponie materiálu se nachází ve staničení km cca 105,200. Zde se jedná o deponii organických a humózních zemin – ornice, podorničí. Zeminy jsou hodnoceny jako nepoužitelné pro budování násypových těles.

Foto 8: Deponie humózních a organických zemin v km cca 105,200



- 5. deponie materiálu se nachází ve staničení km cca 109,525-109,750. Zde se jedná o vytěžené horniny (převážně ruly) v různém stupni zvětrání smíšené

s kvartérními deluviálními sedimenty charakteru hlinitých a jílovitých písků, písčitých hlín a jílu až středně plastických jílu. Materiál deponie lokálně obsahuje příměs stavebního odpadu – betony, geotextilie, apod. Zastižený materiál lze charakterizovat jako netříděný lomový kámen frakce 0-500 mm. V deponii jsou patrné oblasti s vyšším podílem kamenito-štěrkovité a naopak jílovité až hlinito-písčito-jílovité frakce. Horniny pevnostní třídy R6 a R5 podléhají při vystavení klimatickým vlivům zvětrávacím procesům – rozpadají se na hrubě písčitou slídnatou zeminu s příměsí drobnozrnného štěrku. Podstatná část deponie pochází z výstavby předchozího úseku Votice – Benešov, materiál deponie složil k vybudování předstihového náspového tělesa přes místní vodoteč - Mastník. Daná deponie oproti ostatním vizuálně obsahuje nejvyšší podíl jemnozrnné frakce 0 mm.

Foto 8 až 12: Deponie v km cca 109,525-109,750



Celkový pohled na deponii



Zrnitostní charakter deponie – vyšší podíl jemnozrnné frakce



Zrnitostní charakter deponie – vyšší podíl štěrkovité frakce



Příměs stavebního odpadu – beton, geotextilie, dřevo, plasty



Deluviální sedimenty charakteru středně plastického jílu F6/Cl

Všeobecně lze konstatovat, že deponie č. 1, 2, 3 jsou podle ČSN 73 6133 i podle předpisu SŽ S4 podmíněčně vhodné pro použití do násypových těles. Podmínkou bude rozdužení, defragmentace a homogenizace materiálu na vhodnou zrnitostní frakci. Podle charakteru homogenizovaného materiálu pak bude rozhodnuto o případném zlepšení směsnými pojivy. U materiálu s vyšším podílem jemnozrné frakce (cca 40-75%) předpokládáme použití směsných vápenocementových pojiv v poměru cca 70% CaO, 30% cementu v objemu cca 1,5-2%. U homogenizovaného materiálu s podílem jemnozrné frakce do 40 % pak orientačně uvažujeme s použitím směsných pojiv s vyšším procentuálním zastoupením cementu (50-70%), v objemu cca 1-2%. Přesné množství přidávaného pojiva bude stanoveno na základě laboratorních zkoušek, v závislosti na výsledné zrnitosti a vlhkosti materiálu v době provádění zemních prací.

Materiál deponie č. 5 vizuálně obsahuje nejvyšší podíl jemnozrné frakce, předpokládáme že daná deponie bude zdrojem méně kvalitního materiálu, oproti deponiím č. 1, 2, 3. Celkově materiál deponie hodnotíme podle ČSN 73 6133 i podle předpisu SŽ S4 jako podmíněčně vhodný pro použití do násypových těles. Podmínkou bude rovněž rozdužení, defragmentace a homogenizace materiálu na vhodnou zrnitostní frakci. Podle získaných jednotlivých zrnitostních frakcí bude rozhodnuto o způsobu využití materiálu deponie – sanační kamenité vrstvy, jádro násypu. Dále musí být provedeno selektivní odstranění nevhodných navážek charakteru stavebního odpadu – geotextilie, dřevo, apod. Podle charakteru homogenizovaného materiálu pak bude rozhodnuto o případném zlepšení směsnými pojivy. Zlepšení pojivy bude obdobné jako v předchozím textu. Vzhledem k stáří a zrnitostnímu charakteru deponie, lze očekávat vyšší vlhkost materiálu. Doporučujeme uvažovat o cca 0,5% vyšším podílem směsných pojiv. Přesné množství přidávaného pojiva bude rovněž stanoveno

na základě laboratorních zkoušek, v závislosti na výsledné zrnitosti a vlhkosti materiálu v době provádění zemních prací.

Z deponií byly odebrány 3 charakteristické vzorky materiálu. Vzorky byly podrobeny základnímu klasifikačnímu rozboru v akreditované laboratoři zemin a hornin. Materiál z deponií 2 a 3 byl zrnitostně zařazen jako štěrk hlinitý. Podle ČSN 73 6133 lze materiál označit třídou a symbolem G4/GM, podle ČSN EN ISO 14688-2 je materiál označen jako saclGr – štěrk jílovitopísčitý. Daný materiál je hodnocen jako podmíněčně vhodný pro použití do aktivní zóny dopravních staveb i do násypových těles.

Vzorek z deponie 5 představoval vizuálně nejméně vhodný materiál pro využití do násypových těles. Laboratorně byl podle zrnitosti zařazen jako jíl s nízkou plasticitou, pevné konzistence. Podle ČSN 73 6133 lze materiál označit třídou a symbolem F6/CL, podle ČSN EN ISO 14688-2 je materiál označen jako saCl – jíl písčitý. Daný materiál je hodnocen jako nevhodný pro použití do aktivní zóny a jako podmíněčně vhodný do násypových těles dopravních staveb.

5. Závěr

Na základě požadavku investora stavby bylo provedeno prověření možnosti zlevnění náspu železničního tělesa v úseku přeložky železniční tratě mezi tunely Chotýčany a Hosín, v km 13,360-15,932 za využití vyrubaného materiálu pomocí razících štítů z tunelů Chotýčany a Hosín. Charakteristika rubaniny je uvedena v kapitole č.3.

Dále bylo provedeno zhodnocení využití těžných materiálů z probíhajících (dokončovaných) staveb železničních úseků – Sudoměřice-Votice a Soběslav-Doubí. Na základě terénní rekognoskace a pro jednání s projektantem stavby Soběslav-Doubí konstatujeme, že se v daném úseku nenachází žádná deponie, která by byla potenciálním zemníkem pro výstavbu násypového tělesa. Pro budování náspu lze částečně využít části opuštěného železničního násypu, u který se předpokládá jejich odtěžení. Materiál doporučujeme před zpětným využitím homogenizovat a následně využít do jádra nového násypového tělesa. Pro použití do aktivní zóny doporučujeme provést zlepšení materiálu směsnými pojivy. Charakter pojiva musí být stanoven na základě laboratorních zkoušek po homogenizaci materiálu.

Na stavbě železničního úseku Sudoměřice-Votice byly zjištěny 4 potenciálně využitelné zbytkové deponie materiálu. Materiál je podle platných norem hodnocen jako podmíněčně vhodný do násypových těles dopravních staveb. Podmínky využitelnosti materiálu jsou uvedeny v předchozím textu. Před zpětným využitím musí být provedena technologická úprava a přetřídění materiálů. Dále musí být před zpětným použitím provedeny příslušné laboratorní zkoušky materiálu – základní klasifikační rozbor, zkouška Proctor Standart, včetně stanovení receptury pro zlepšení zemin, hutnicí pokus, který stanoví optimální způsob ukládání materiálů do násypového tělesa, apod. V současné době probíhá aplanace deponií, materiálem jsou v souladu s projektovou dokumentací sanovány (zaváženy) zářezové úseky již opuštěné tratě. Objem stávajících deponovaných hmot zjištěných ke dni 14.3.2023 se jeví, vzhledem potřebnému objemu hmot v rámci stavby Nemanice – Ševětín jako zanedbatelný.

V Praze dne 12. 4. 2023.

Vypracoval:

RNDr. František Dragoun

P.3 Studie z pohledu požární ochrany

Zpracovatel:

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta bezpečnostního inženýrství
Lumírova 13/630, Ostrava-Výškovice

**Studie TBM z pohledu požární ochrany
Tunely Hosín a Chotýčany**
(Modernizace trati Nemanice I – Ševětín)

Investor:

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

Objednatel:

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

Datum zpracování:

květen 2023

Verze dokumentu:

2023-05-25

Počet stran:

12

OBSAH

1	ÚVODNÍ ČÁST	3
1.1	IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE.....	3
1.2	PŘEDMĚT PLNĚNÍ.....	4
1.3	PODKLADY PRO VYPRACOVÁNÍ.....	4
1.3.1	<i>Podklady dodané objednatelem a zpracovatelem</i>	<i>4</i>
1.3.2	<i>Předpisy, technické dokumenty a ostatní podklady</i>	<i>4</i>
2	STÁVAJÍCÍ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ STAVEB DLE DSP	5
2.1	TUNEL HOSÍN	5
2.1.1	<i>Technické řešení</i>	<i>5</i>
2.1.2	<i>Technické řešení z pohledu požární ochrany</i>	<i>5</i>
2.2	TUNEL CHOTÝČANY	5
2.2.1	<i>Technické řešení</i>	<i>5</i>
2.2.2	<i>Technické řešení z pohledu požární ochrany</i>	<i>5</i>
3	NAVRHOVANÉ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ	6
3.1	KONCEPCE ŘEŠENÍ VARIANTY 1 (TUNEL BEZ STŘEDNÍ PŘÍČKY)	6
3.1.1	<i>Technické řešení</i>	<i>6</i>
3.1.2	<i>Technické řešení z pohledu požární ochrany</i>	<i>6</i>
3.1.3	<i>Tunel Hosín</i>	<i>6</i>
3.1.4	<i>Tunel Chotýčany</i>	<i>6</i>
3.1.5	<i>Celkové zhodnocení varianty 1</i>	<i>7</i>
3.2	KONCEPCE ŘEŠENÍ VARIANTY 2 (TUNEL SE STŘEDNÍ PŘÍČKOU BEZ DVEŘÍ).....	8
3.2.1	<i>Technické řešení</i>	<i>8</i>
3.2.2	<i>Technické řešení z pohledu požární ochrany</i>	<i>8</i>
3.2.3	<i>Tunel Hosín</i>	<i>8</i>
3.2.4	<i>Tunel Chotýčany</i>	<i>8</i>
3.2.5	<i>Celkové zhodnocení varianty 2</i>	<i>9</i>
3.3	KONCEPCE ŘEŠENÍ VARIANTY 3 (TUNEL SE STŘEDNÍ PŘÍČKOU S DVEŘMI)	10
3.3.1	<i>Technické řešení</i>	<i>10</i>
3.3.2	<i>Technické řešení z pohledu požární ochrany</i>	<i>10</i>
3.3.3	<i>Tunel Hosín</i>	<i>10</i>
3.3.4	<i>Tunel Chotýčany</i>	<i>11</i>
3.3.5	<i>Celkové zhodnocení varianty 3</i>	<i>11</i>
4	ZÁVĚR	12

1 ÚVODNÍ ČÁST

1.1 Identifikační údaje

Stavba:

Název stavby: **Modernizace trati Nemanice I – Ševětín**

Stavební objekt: **Tunely Hosín a Chotýčany**

Místo stavby: Železniční trať České Budějovice - Praha
traťový úsek Nemanice I - Ševětín

Stupeň: studie stavby

Investor stavby:

Název investora: **Správa železniční, státní organizace**

Adresa investora: Dlážděná 1003/7
110 00 Praha 1

Zpracovatel dokumentace:

Název: VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta bezpečnostního inženýrství
Katedra požární ochrany

Adresa: Lumírova 630/13
700 30 Ostrava - Výškovice

Vypracovali:

doc. Ing. et Ing. Petr Kučera, Ph.D.
autorizovaný inženýr v oboru PBS
AO 1104493

Ing. Isabela Bradáčová, CSc.
autorizovaný inženýr v oboru PBS
AO 1000004

prof. Dr. Ing. Aleš Dudáček

1.2 Předmět plnění

Předmětem plnění je **posouzení studie stavby** tunelů Hosín a Chotýčany z pohledu požární ochrany. Všeobecně je cílem studie porovnat technické a ekonomické dopady změny způsobu provádění ražby tunelu z nové rakouské tunelovací metody na ražbu pomocí razicích štítů TBM (Tunnel Boring Machine).

V rámci průkazu se předpokládá prověření celkem tří možných TBM variant řešení tunelů:

- **Varianta 1** - jeden dvoukolejný tunel s neprůchozí příčkou + propojení do únikové chodby pod kolejemi;
- **Varianta 2** - jeden dvoukolejný tunel (bez příčky) + propojení do únikové chodby pod kolejemi;
- **Varianta 3** - jeden dvoukolejný tunel s průchozí příčkou s únikovými dveřmi (požární uzávěry) a ventilací oddělených částí tunelové trouby v případě požáru.

Jedná se o stavby železničních tunelů delších než 1000 m, proto jsou posuzované tunely zařazeny **do stavby kategorie III z hlediska požární bezpečnosti a ochrany obyvatelstva** v souladu s § 9 vyhlášky č. 460/2021 Sb. [7].

1.3 Podklady pro vypracování

1.3.1 Podklady dodané objednatelem a zpracovatelem

- [1] Prezentace Modernizace trati Nemanice I – Ševětín: Studie TBM tunelů Hosín a Chotýčany – Vstupní porada. Mott MacDonald Praha, 02/2023.

1.3.2 Předpisy, technické dokumenty a ostatní podklady

- [2] Nařízení Komise (EU č. 1303/2014) ze dne 18. 11. 2014 o technické specifikaci pro interoperabilitu týkající se „bezpečnosti v železničních tunelech“ železničního systému Evropské unie. Ve znění pozdějších změn a oprav (Nařízení Komise EU č. 2016/912, Prováděcí Nařízení Komise EU č. 2019/776).
- [3] Směrnice Rady 92/58/EHS ze dne 24. června 1992 o minimálních požadavcích na bezpečnostní nebo zdravotní značky na pracovišti.
- [4] Zákon ČNR č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů.
- [5] Vyhláška MV č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci), ve znění pozdějších předpisů.
- [6] Vyhláška MV č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb, ve znění pozdějších předpisů.
- [7] Vyhláška MV č. 460/2021 Sb., o kategorizaci staveb z hlediska požární bezpečnosti a ochrany obyvatelstva.
- [8] Nařízení vlády č. 133/2005 Sb., o technických požadavcích na provozní a technickou propojenost evropského železničního systému, ve znění pozdějších předpisů.
- [9] ČSN 73 7508: Železniční tunely. ČNI 2002.
- [10] ČSN 73 0802 (2. edice): Požární bezpečnost staveb. Nevýrobní objekty. ÚNMZ 2020.

2 STÁVAJÍCÍ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ STAVEB DLE DSP

2.1 Tunel Hosín

2.1.1 Technické řešení

Tunel Hosín (3 120 m) je navržen jako dvoukolejný s jednou tunelovou troubou pro obousměrný provoz. Podél tunelové trouby jsou navrženy dvě záchranné štolý, jejichž začátky lícují s portály. Do záchranných štol vede z tunelové trouby 6 propojek ve vzájemných vzdálenostech do 500 m. V propojkách budou po stranách vybudovány technologické prostory pro umístění technologických zařízení sloužících železniční dopravě.

2.1.2 Technické řešení z pohledu požární ochrany

Pro únik (evakuaci) osob z ohroženého prostoru tunelové trouby slouží především nechráněná úniková cesta v plné šíři profilu tunelu, ústící portálem na volné prostranství nebo ke vstupu do nejbližší únikové cesty s východy na záchrannou/nástupní plochu u portálů. Chráněné únikové cesty (záchranné chodby a štolý) budou vybaveny přetlakovým větráním. Záchranné chodby a štolý slouží nejen jako únikové cesty, ale jsou i přístupovými cestami pro složky IZS.

Nevýhodou stávajícího řešení je neprůběžná záchranná štola, kdy na jejich koncích je nutno provést stavební úpravy umožňující otáčení vozidel IZS. Vjezd a výjezd vozidel je možný pouze jedním portálem štolý.

2.2 Tunel Chotýčany

2.2.1 Technické řešení

Tunel Chotýčany (4 806 m) je navržen jako dvoukolejný s jednou tunelovou troubou pro obousměrný provoz. Podél tunelové trouby Chotýčanského tunelu jsou v různých polohách situovány čtyři záchranné šachty Š1 až Š4 (hloubka šachet se pohybuje od 28 m do 72 m). Záchranné šachty Š1, Š2 a Š3 jsou situovány ve směru staničení vpravo od tunelové trouby, šachta Š4 pak vlevo od tunelové trouby. Vstupy z tunelu do únikových cest jsou rozmístěny ve vzájemných vzdálenostech do 1000 m.

2.2.2 Technické řešení z pohledu požární ochrany

Požární úseky tvoří tunelová trouba a únikové cesty (stavebně neoddělené části – záchranná chodba, propojovací chodba a příslušná záchranná šachta). V záchranných chodbách jsou umístěny stavebně oddělené technologické místnosti. Záchranné šachty vyúsťují na terén nad tunelem nadzemním objektem s výstupem na záchrannou plochu pro osoby a nástupní plochu pro složky IZS. Ve všech šachtách je umístěno únikové schodiště šířky 1,8 m a evakuační/požární výtah. Únikové cesty budou vybaveny přetlakovým větráním.

Nevýhodou stávajícího řešení je použití chráněných únikových cest jak pro evakuaci osob, tak nástup složek IZS do tunelu. Vzdálenost vstupů osob po cca 1000 m z tunelové trouby do únikových cest je limitní hodnotou podle TSI [2].

3 NAVRHOVANÉ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

3.1 Koncepce řešení varianty 1 (tunel bez střední příčky)

3.1.1 Technické řešení

Řešení odpovídá dvoukolejnému železničnímu tunelu s obousměrným provozem. Úniková paralelní štola je integrována do dna tunelu. Příčné propojky jsou orientovány pouze na jednu stranu tunelové trouby.

Základní popis technických opatření:

- únikové cesty zajišťují jednostranné propojení se schodištěm do integrované únikové štoly,
- výstup z integrované únikové štoly na portálech je realizováno rampou,
- technologické místnosti jsou součástí příčného propojení,
- přetlakové větrání únikových cest je zajištěno přes portály integrované štoly,
- provozní větrání technologických místností je zabezpečeno z prostoru štoly,
- aerodynamické podmínky tunelu jsou srovnatelné se stávajícím řešením projektové dokumentace, kde byla splněna všechna kritéria komfortu dle požadavku TSI [2].

3.1.2 Technické řešení z pohledu požární ochrany

Při této variantě bude integrované úniková štola sloužit jak pro únik osob, tak pro zásah složek IZS. Propojky a úniková integrovaná štola musí být požárně odvětrány.

3.1.3 Tunel Hosín

- úniková integrovaná štola je průběžná,
- příčné propojky jsou ve vzájemných maximálních vzdálenostech 500 m,
- v propojkách jsou umístěny technologické místnosti.

Výhody

- integrovaná úniková štola je chráněná úniková cesta, umožňuje únik osob na obě strany,
- propojení jižní a severní únikové štoly
- vzdálenost výstupů pro únik osob je v souladu s TSI čl. 4.2.1.5.2 odst. b2) [2].

Nevýhody

- musí se respektovat provoz na vedlejší koleji a provoz zastavit, aby nedošlo ke střetu osob s protijedoucí vlakovou soupravou,
- proud osob v integrované únikové štolě je proti směru pohybu složek IZS,
- použití požární techniky je omezeno rozměry integrované únikové štoly 2,5 x 2,5 m (v souladu s řešením DÚR 2,25 m x 2,25 m),
- vynášení věcných prostředků PO příslušníky IZS z integrované únikové štoly do prostoru požárem zasaženého tunelu (výškový rozdíl mezi integrovanou štolou a tunelovou troubou).

3.1.4 Tunel Chotýčany

- úniková integrovaná štola je průběžná,
- příčné propojky jsou ve vzájemných maximálních vzdálenostech 500 m,

- v propojkách jsou umístěny prostory technologických místností,
- oproti stávajícímu řešení jsou zrušeny šachty č. Š1, č. Š3, č. Š 4 se vším příslušenstvím a nadzemními objekty,
- ponechána šachta č. 2 pro umístění požárního vodovodu s příslušenstvím.

Výhody

- integrovaná úniková štola je chráněná úniková cesta, umožňuje únik osob na obě strany.
- Oproti řešení DSP jsou úniky po 500 m, tedy v poloviční vzájemné vzdálenosti. Vzdálenost výstupů pro únik osob je v souladu s TSI čl. 4.2.1.5.2 odst. b2) [2].
- Odpadá nutnost překonávání výrazného výškového rozdílu schodištěm/výtahem oproti řešení DSP s hlubokými šachtami.

Nevýhody

- musí se respektovat provoz na vedlejší koleji a provoz zastavit, aby nedošlo ke střetu osob s vlakovou soupravou na vedlejší koleji,
- proud osob v integrované únikové štolě, je proti směru pohybu složek IZS,
- použití požární techniky je omezeno rozměry integrované únikové štoly 2,5 x 2,5 m (v souladu s řešením DÚR 2,25 m x 2,25 m),
- vynášení věcných prostředků PO z integrované únikové štoly do prostoru požárem zasaženého tunelu (výškový rozdíl mezi integrovanou štolou a tunelovou troubou).

3.1.5 Celkové zhodnocení varianty 1

Integrovaná úniková štola je navržena pro evakuaci osob a zároveň pro zásah složek IZS. Bude tak docházet ke zpomalení zásahu IZS. Je nutné respektovat provoz na vedlejší koleji a provoz zastavit, aby nedošlo ke střetu evakuovaných osob s protijedoucí vlakovou soupravou. U Chotýčanského tunelu dojde ke zkrácení doby evakuace ze zasaženého prostoru, protože jsou propojky rozmístěny ve vzdálenosti do 500 m v souladu s TSI čl. 4.2.1.5.2 odst. b2) [2]. Zároveň dochází k výraznému usnadnění zásahu složek IZS náhradou únikových šachet průběžnou štolou. Úniková integrovaná štola je v Hosínském tunelu oproti stávajícímu řešení DSP průběžná.

3.2 Koncepce řešení varianty 2 (tunel se střední příčkou bez dveří)

3.2.1 Technické řešení

Navrhované řešení je obdobou dvou jednokolejných železničních tunelů, kdy úniková paralelní štola je integrována do dna tunelu. Příčné propojky jsou orientovány na obě strany tunelové trouby.

Základní popis technických opatření:

- únikové cesty zajišťují oboustranné propojení se schodištěm do integrované únikové štoly,
- výstup z integrované únikové štoly na portálech je řešen rampou
- technologické místnosti jsou součástí příčného propojení
- přetlakové větrání únikových cest je zajištěno přes portály integrované štoly,
- provozní větrání technologických místností je zabezpečeno z prostoru štoly,
- aerodynamické podmínky tunelu splňují kritéria komfortu dle požadavku TSI [2], technická zařízení, zejména dveře do únikových cest budou výrazně namáhány tlakovými rázy.

3.2.2 Technické řešení z pohledu požární ochrany

Při této variantě bude integrované úniková štola sloužit pro únik osob. Zásah složek IZS bude veden z nezasažené části TT přes příčné propojky (a integrovanou štolu) do zasažené části TT. Propojky a úniková integrovaná štola musí být přetlakově větrány.

3.2.3 Tunel Hosín

- úniková integrovaná štola je oproti stávajícímu řešení průběžná,
- oboustranné příčné propojky jsou ve vzájemných maximálních vzdálenostech 500 m,
- v propojkách jsou umístěny prostory technologických místností.

Výhody

- samostatné požární úseky (příčkou oddělené části tunelové trouby) pro každý směr železniční dopravy, bez průchodů mezi oběma částmi tunelové trouby,
- nemusí se respektovat provoz ve vedlejší požárem nezasažené části tunelové trouby,
- nemůže dojít ke střetu osob s vlakovou soupravou ve vedlejší části tunelové trouby,
- integrovaná úniková štola je chráněná úniková cesta, umožňuje únik osob na obě strany,
- vzdálenost výstupů pro únik osob je v souladu s TSI čl. 4.2.1.5.2 odst. b2) [2],
- možný vjezd vozidel IZS do požárem nezasažené části tunelové trouby s přístupem přes příčné propojky do zasažené části TT.
- možnost použití vybraných vozidel IZS v tunelu.

Nevýhody

- vynášení věcných prostředků PO příslušníky IZS z integrované únikové štoly nebo z vedlejší požárem nezasažené části tunelové trouby štolou do prostoru zasažené části tunelu (výškový rozdíl mezi TT a integrovanou únikovou štolou).

3.2.4 Tunel Chotýčany

- úniková integrovaná štola je průběžná,
- oboustranné příčné propojky jsou ve vzájemných maximálních vzdálenostech 500 m,
- v příčných propojkách jsou umístěny prostory technologických místností,

- oproti stávajícímu řešení jsou zrušeny šachty č. Š1, č. Š3, č. Š 4 se vším příslušenstvím a nadzemními objekty,
- ponechána šachta č. 2 pro umístění požárního vodovodu s příslušenstvím.

Výhody

- Oproti řešení DSP jsou úniky po 500 m, tedy v poloviční vzájemné vzdálenosti. Vzdálenost výstupů pro únik osob je v souladu s TSI čl. 4.2.1.5.2 odst. b2) [2].
- samostatné požární úseky (příčkou oddělené části tunelové trouby) pro železniční dopravu, při evakuaci a přístupu složek IZS přes integrovanou únikovou štolu se nemusí respektovat provoz ve vedlejší požárem nezasažené části tunelové trouby
- nemůže dojít ke střetu osob s vlakovou soupravou ve vedlejší části tunelové trouby,
- integrovaná úniková štola je chráněná úniková cesta, umožňuje únik osob na obě strany.
- Zásah složek IZS je možno vést z nezasažené části TT přes příčné propojky (a integrovanou štolu) do zasažené části TT.
- Odpadá nutnost překonávání výrazného výškového rozdílu schodištěm/výtahem oproti řešení DSP s hlubokými šachtami.
- možnost použití vybraných vozidel IZS v tunelu.

Nevýhody

- vynášení věcných prostředků PO příslušníky IZS z integrované únikové štoly nebo z vedlejší požárem nezasažené části tunelové trouby přes integrovanou štolu příčnými propojkami do prostoru zasažené části tunelu (výškový rozdíl mezi TT a integrovanou štolou);

3.2.5 Celkové zhodnocení varianty 2

Integrovaná úniková štola je navržena pro evakuaci osob. Zásah složek IZS je možno vést z nezasažené části TT přes příčné propojky (a integrovanou štolu) do zasažené části TT. Není nutné respektovat provoz na vedlejší koleji a provoz zastavit, aby nedošlo ke střetu evakuovaných osob s protijedoucí vlakovou soupravou. U Chotýčanského tunelu dojde ke zkrácení doby evakuace ze zasaženého prostoru, protože jsou propojky rozmístěny ve vzdálenosti do 500 m v souladu s TSI čl. 4.2.1.5.2 odst. b2) [2]. Zároveň dochází k výraznému usnadnění zásahu složek IZS náhradou únikových šachet průběžnou štolou. Úniková integrovaná štola je v Hosínském tunelu oproti stávajícímu řešení DSP průběžná.

3.3 Koncepce řešení varianty 3 (tunel se střední příčkou s dveřmi)

3.3.1 Technické řešení

Toto řešení je obdobou dvou jednokolejných železničních tunelů. Ve střední příčce jsou navrženy průchody s posuvnými dveřmi. Paralelní štola je integrována do dna tunelu a slouží pouze pro technologické účely.

Základní popis technických opatření:

- mezi tunely a integrovanou únikovou štolou není přímé propojení,
- výstup z integrované únikové štoly na portálech je realizován rampou
- technologické komory jsou umístěny do bočních rozrážek, případně je technologické vybavení (kromě trafostanic) umístěno do integrované štoly, přičemž trafostanice jsou umístěny do bočních rozrážek),
- je navrženo přetlakové větrání tunelových trub,
- provozní větrání je zajištěno pro integrovanou únikovou štolu a technologické komory,
- aerodynamické podmínky tunelu splňují kritéria komfortu dle požadavku TSI [2], technická zařízení, zejména dveře do únikových cest budou výrazně namáhány tlakovými rázy.
- v integrované štole je umožněn přístup ke kabelům a technologiím,

3.3.2 Technické řešení z pohledu požární ochrany

Při této variantě bude nezasažená část tunelové trouby sloužit jak pro únik osob, tak pro zásah složek IZS. Tunelová trouba nezasažená požárem musí být přetlakově větrána.

3.3.3 Tunel Hosín

- průchody (požární posuvné dveře) ve střední příčce jsou ve vzájemných vzdálenostech cca 500 m.

Výhody

- samostatné požární úseky pro železniční dopravu,
- vzdálenost průchodů pro únik osob je v souladu s TSI čl. 4.2.1.5.2 odst. b2) [2],
- možnost použití vybraných vozidel IZS v tunelu.

Nevýhody

- musí se respektovat provoz ve vedlejší části tunelu a je nutné provoz zastavit, aby nedošlo ke střetu osob s protijedoucí vlakovou soupravou v nezasažené části tunelové trouby (obdobný princip jako u dvoutubusových tunelů, ovšem s propojkou nulové délky, tedy evakuované osoby po průchodu přes protipožární dveře přímo vstupují do kolejiště v nezasažené části TT a nemohou „vyčkat“ v tunelové propojce na zastavení dopravy na druhé koleji),
- klade vysoké nároky na přetlakovou ventilaci – již při evakuaci musí být přetlak v požárem nezasažené části oproti zasažené části tunelové trouby.

3.3.4 Tunel Chotýčany

- průchody (požární posuvné dveře) ve střední příčce jsou v maximálních vzdálenostech 500 m.
- oproti stávajícímu řešení jsou zrušeny šachty č. Š1, č. Š3, č. Š 4 se vším příslušenstvím a nadzemními objekty,
- ponechána šachta č. 2 pro umístění požárního vodovodu s příslušenstvím.

Výhody

- samostatné požární úseky pro železniční dopravu,
- vzdálenost průchodů pro únik osob je v souladu s TSI čl. 4.2.1.5.2 odst. b2) [2],
- možnost použití vybraných vozidel IZS v tunelu.

Nevýhody

- musí se respektovat provoz na vedlejší koleji a provoz zastavit, aby nedošlo ke střetu osob s protijedoucí vlakovou soupravou (obdobný princip jako u dvoutubusových tunelů, ovšem s propojkou nulové délky, tedy evakuované osoby po průchodu přes protipožární dveře přímo vstupují do kolejiště v nezasažené části TT a nemohou „vyčkat“ v tunelové propojce na zastavení dopravy na druhé koleji),
- klade vysoké nároky na přetlakovou ventilaci – již při evakuaci musí být přetlak v požárem nezasažené části oproti zasažené části tunelové trouby.

3.3.5 Celkové zhodnocení varianty 3

Integrovaná úniková štola je navržena pouze jako technologická. Zásah složek IZS je možno vést z nezasažené části TT přes dveře do zasažené části TT. U Chotýčanského tunelu dojde ke zkrácení doby evakuace ze zasaženého prostoru, protože jsou dveře rozmístěny ve vzdálenosti do 500 m v souladu s TSI čl. 4.2.1.5.2 odst. b2) [2]. Zároveň dochází k výraznému usnadnění zásahu složek IZS tunelem oproti přístupu přes šachty v řešení DSP. Pro zajištění bezpečného úniku osob je potřeba dosáhnout požadovaného přetlaku vzduchu v požárem nezasažené části tunelové trouby. Musí se respektovat provoz na vedlejší koleji a provoz zastavit, aby nedošlo ke střetu osob s protijedoucí vlakovou soupravou. V místech dveří je nutno upravit přechod mezi chodníkem a kolejištěm.

4 ZÁVĚR

Porovnání stávajícího řešení s navrhovanými variantami lze jednoznačně kladně hodnotit u všech variant Hosínského tunelu. Integrovaná štola je navržena průběžná, případně evakuaci zajišťují dveře ve střední stěně.

U Chotýčanského tunelu je výrazným zlepšením všech variant zrušení hlubokých šachet s výtahy, a to jak z hlediska evakuace osob, tak zásahu složek IZS. Úniky jsou v Chotýčanském tunelu navrženy po maximální vzdálenosti 500 m, tedy v poloviční vzájemné vzdálenosti, než tomu bylo v řešení DSP.

Ve variantě 1 může docházet ke zpomalení zásahu IZS z důvodu protisměrného pohybu unikajících osob v integrované štole.

Varianty 2 a 3 mají výhodu v nezávislém přístupu složek IZS přes nezasaženou část TT.

Nezbytným předpokladem varianty 3 je ale návrh větrání tunelový trub tak, aby již při evakuaci bylo účinně zabráněno průniku kouře do nezasažené, příčkou oddělené části tunelové trouby (byl v ní vytvořen přetlak).

P.4 Ekonomické posouzení variant ražby TBM

Parametry výpočtu ceny

Cenové porovnání je provedeno na základě cen v rozpočtu projektu PDPS ve variantě 1. 2. 2023 (finální odevzdání rozpočtu PDPS na SŽ).

Cena nezohledňuje snížení nákladů vlivem zrychlení výstavby.

K vyčíslení celkové ceny výstavby tunelů byl použit následující zjednodušený výpočet:

- stavení jámy – porovnání na základě objemu výkopu
- ražba TBM je uvažována dle indikativní ceny zhotovitele a dle zkušenosti z jiných projektů
- únikové cesty – vypočteny z navržených příčných řezů, vnitřní konstrukce odhadnuty
- izolace – vypočteny dle obvodu navržených příčných řezů, předpokládá se celoplášťová izolace ražených částí a deštníková hloubených částí
- hloubené tunely – vypočteny dle poměru objemu betonu dle navržených příčných řezů
- zásypy – vypočteny
- geotechnický monitoring – beze změny
- technologie v tunelu – odhad nárůstu ceny

Vliv na ostatní SO

Změna koncepce na mechanizovanou ražbu pomocí strojů TBM ovlivňuje náklad výstavby i mimo tunelové objekty a to zejména na převozy vytěženého materiálu a železniční spodek a inženýrské konstrukce v důsledku navýšení osové vzdálenosti kolejí (pouze varianty 2, 3a, 3b).

Ražba profilu TBM produkuje nárůst rubaniny až o 46 % více rubaniny z tunelu, které je nutné někde uložit, nebo odvést na skládku. Vliv na převoz většího množství rubaniny je proveden navýšením ceny odborným odhadem o **19-46 %** (podle varianty) ve stavebním objektu:

SO 38-82-01 Hluboká - Ševětín, rekultivace opouštěného tělesa dráhy

Rozšíření osové vzdálenosti má za následek nutnost přepracování kolejového řešení, rozšíření mostů násypů a zářezů. Vliv na železniční spodek a inženýrské konstrukce je uvažován navýšením o **10 %** pro varianty 2, 3a a **15%** pro variantu 3b z původní ceny PDPS pro následující stavební objekty:

SO 38-11-51 Nemanice - Dobřejovice, železniční spodek

SO 38-11-52 Odbočka Dobřejovice, železniční spodek

SO 38-11-53 Odbočka Dobřejovice, železniční spodek

SO 38-20-03 Železniční most v st. km 13,658 přes Luční potok

SO 38-20-04 Železniční most v st. km 14,193

SO 38-20-05 Železniční most v st. km 14,337 – přes přeložku silnice II/146

SO 38-20-06 Železniční most v st. km 14,847

SO 38-20-07 Železniční most v st. km 15,004

SO 38-20-08 Železniční most v st. km 15,280

SO 38-20-09 Železniční most v st. km 15,598 přes Dobřejovický potok

SO 38-22-01 Silniční most v st. km 9,664 na silnici III/10576

Oproti tomu dojde v úspoře v podobě vypuštění realizace přístupových komunikací a zpevněných ploch k šachtám č. 1, 3 a 4 Chotýčanského tunelu:

SO 38-30-61.04 Nemanice-Ševětín, přístupová komunikace k únikovému objektu č. 4 – Vitín-Klíny

SO 38-30-61.11 Nemanice-Ševětín, přístupová komunikace k únikovému objektu č.1 - Na Lesině, veřejná část

SO 38-30-61.12 Nemanice-Ševětín, přístupová komunikace k únikovému objektu č.2 - Chotýčany-U Nádraží, veřejná část

SO 38-30-61.21 Nemanice-Ševětín, přístupová komunikace k únikovému objektu č.1 - Na Lesině, neveřejná část

SO 38-30-61.22 Nemanice-Ševětín, přístupová komunikace k únikovému objektu č.2 - Chotýčany-U Nádraží, neveřejná část

SO 38-40-57 Únikové objekty Chotýčanského tunelu (zůstává pouze objekt na šachtě č.2)

PS 38-08-01 Výtahy únikových objektů

Porovnání variant

Chotýčanský t.	název SO	PDPS	Var 1	Var 2	Var 3a	Var 3b
SO 38-25-70.01	Výkop a zajištění stavební jámy vjezdového portálu	22,134,474	35,442,497	35,442,497	35,442,497	35,442,497
SO 38-25-70.02	Výkop a zajištění stavební jámy výjezdového portálu	72,918,325	27,997,456	27,997,456	27,997,456	27,997,456
SO 38-25-70.03	Ražba a primární ostění tunelu	2,770,550,536	3,093,203,040	3,234,793,320	3,234,793,320	3,822,937,560
SO 38-25-70.04	Ražba a primární ostění únikových cest	106,295,555	142,527,232	208,513,508	97,207,006	55,031,359
SO 38-25-70.05	Hydroizolace a drenáže	295,937,377	12,179,444	16,745,422	9,000,504	6,476,835
SO 38-25-70.06	Ostění hloubeného úseku, vjezdový portál	32,927,883	49,318,102	49,318,102	49,318,102	49,318,102
SO 38-25-70.07	Ostění hloubeného úseku, výjezdový portál	67,914,604	32,096,871	32,096,871	32,096,871	32,096,871
SO 38-25-70.08	Definitivní ostění raženého úseku tunelu	1,272,451,467	0	0	0	0
SO 38-25-70.09	Definitivní ostění únikových cest	90,142,743	120,245,754	161,076,209	93,061,520	66,741,429
SO 38-25-70.10	Zásypy vjezdového portálu	5,834,938	7,352,841	7,352,841	7,352,841	7,352,841
SO 38-25-70.11	Zásypy výjezdového portálu	17,245,524	5,331,355	5,331,355	5,331,355	5,331,355
SO 38-25-70.12	Vnitřní vybavení a dokončovací práce	212,693,877	421,223,699	620,740,039	646,692,255	646,596,264
SO 38-25-70.13	Stavební jáma v místě křížení s dálnicí D3	55,626,459	58,898,603	58,898,603	58,898,603	58,898,603
SO 38-25-70.14	Hloubený tunel v místě křížení s dálnicí D3	122,218,589	126,603,531	126,603,531	126,603,531	126,603,531
SO 38-25-80	Geotechnický monitoring	121,500,000	126,603,531	126,603,531	126,603,531	126,603,531
Chotýčanský tunel celkem		5,266,392,349	4,259,023,956	4,711,513,285	4,550,399,392	5,067,428,234
		-	80.87%	89.46%	86.40%	96.22%
Hosinský t.	název SO	PDPS	Var 1	Var 2	Var 3a	Var 3b
SO 38-25-50.01	Výkop a zajištění stavební jámy vjezdového portálu	93,376,927	32,095,925	32,095,925	32,095,925	32,095,925
SO 38-25-50.02	Výkop a zajištění stavební jámy výjezdového portálu	851,578,488	527,002,727	527,002,727	527,002,727	527,002,727
SO 38-25-50.03	Hosinský tunel, ražba a primární ostění tunelu	1,484,572,332	1,999,728,632	2,091,265,506	2,091,265,506	2,471,495,598
SO 38-25-50.04	Hosinský tunel, ražba a primární ostění únikových štol	649,298,978	67,291,488	111,282,339	37,078,004	6,720,680
SO 38-25-50.05	Hydroizolace a drenáže	213,536,031	8,921,611	11,965,596	6,802,318	4,985,823
SO 38-25-50.06	Ostění hloubeného úseku, vjezdový portál	81,025,973	64,166,279	64,166,279	64,166,279	64,166,279
SO 38-25-50.07	Ostění hloubeného úseku, výjezdový portál	60,686,666	40,491,103	40,491,103	40,491,103	40,491,103
SO 38-25-50.08	Definitivní ostění raženého úseku tunelu	837,214,453	0	0	0	0
SO 38-25-50.09	Definitivní ostění únikových cest	326,741,179	63,269,554	90,489,857	45,146,732	26,201,970
SO 38-25-50.10	Zásypy vjezdového portálu	10,109,899	8,576,486	8,576,486	8,576,486	8,576,486
SO 38-25-50.11	Zásypy výjezdového portálu	39,159,526	17,504,010	17,504,010	17,504,010	17,504,010
SO 38-25-50.12	Vnitřní vybavení a dokončovací práce	172,472,333	270,077,308	400,706,843	426,659,060	426,563,069
SO 38-25-60	Geotechnický monitoring	81,000,000	81,000,000	81,000,000	81,000,000	81,000,000
Hosinský tunel celkem		4,900,772,785	3,180,125,123	3,476,546,672	3,377,788,150	3,706,803,670
		-	64.89%	70.94%	68.92%	75.64%
technologie (navýšení) - Chotýčany		-	75,120,000	117,120,000	147,120,000	132,120,000
technologie (navýšení) - Hosin		-	23,030,000	80,030,000	110,030,000	97,000,000
Tunely celkem		10,167,165,134	7,537,299,079	8,385,209,956	8,185,337,542	9,003,351,904
		-	74.13%	82.47%	80.51%	88.55%
Vliv do SO mimo tunely + převoz rubaniny		-	287,092,812	496,925,541	496,925,541	679,724,041
Celkové tunelové náklady s ovlivněním ostatních částí		10,167,165,134	7,824,391,891	8,882,135,497	8,682,263,082	9,683,075,945
		úspora	2,342,773,243	1,285,029,637	1,484,902,051	484,089,188

P.5 Doporučená varianta

Souhrn změn technického řešení oproti PDPS

Hosínský tunel

- Zkrácení vjezdového portálu o cca 60 m
- Zkrácení hloubeného tunelu na vjezdovém portálu o 60 m
- Zkrácení výjezdového portálu o 80 m
- Zkrácení hloubeného tunelu na výjezdovém portálu o 80 m
- Změna technologie ražby a prodloužení raženého tunelu o 140 m
- Náhrada propojek novou koncepcí únikových cest (dle jednotlivých variant)
- Náhrada dvou paralelních štol jednou integrovanou, celkové prodloužení štoly o 423 m
- Úprava zásypů portálu odpovídající zkrácení stavebních jam
- Úprava větrání tunelu (dle jednotlivých variant)
- Hydroizolace – celoplášťová, čerpací jímka na portálech
- Není nutná realizace TI ve stavební jámě na vjezdovém portálu
- Možná TI v místě lignitové vrstvy na výjezdovém portálu

Chotýčanský tunel

- úprava vjezdového portálu – pilotová stěna
- Zkrácení výjezdového portálu o 94 m
- Zkrácení hloubeného tunelu na výjezdovém portálu o 94 m
- Změna technologie ražby a prodloužení raženého tunelu o 94 m
- Náhrada únikových štol a šachet novou koncepcí únikových cest (dle jednotlivých variant)
- Návrh integrované štoly o celkové délce 4942 m
- Ponechána šachta č.2 nicméně je upravena pouze jako technologická „bez únikového výtahu“
- Úprava zásypů portálu odpovídající zkrácení stavebních jam
- Úprava větrání tunelu (dle jednotlivých variant)
- Hydroizolace – celoplášťová, čerpací jímka na portálu
- Není nutná realizace TI v místě ražby TTV 6

Výběr varianty

Změna technologie ražby tunelů z konvenční metody NRTM na mechanizované tunelování pomocí stroje TBM přináší potenciál zlevnění stavby o **0,48 -2,34 mld** korun, což odpovídá procentuální úspoře **11–26** % v tunelové části stavby včetně odhadu ovlivnění i objektů mimo tunely. Zároveň lze stavbu uvést do provozu o **1 – 1,5** roku dříve.

Všechny zvažované varianty generují významné změny v řešení stavby, které by bylo nutno řešit formou změny rozhodnutí o umístění stavby (ÚR stavby). Varianta č.1 generuje relativně menší rozsah změn oproti zbývajícím zvažovaným variantám.

Tab. 1 Potenciál použití mechanizovaného tunelování

	PDPS	TBM			
		Var 1	Var 2	Var 3a	Var 3b
Režim ovlivnění podzemních vod (trvalý stav)	☹️	😊			
Těsnící horninové injektáže	☹️	😊			
Ražba v poruchových zónách	☹️	😊			
Rychlost výstavby (tunelů)	6 let	4,5 roku			
Lignity na výjezdovém portálu Hosínského t.	☹️	😐			
Riziko zaboření stoje, zpoždění výstavby	😊	☹️			

Segmentové ostění je opatřeno těsnícími prvky mezi segmenty i mezi prstenci ostění. Spolu s rubovou injektáží tak představují těsnící systém, který funguje okamžitě po osazení ostění. Izolace je celoplášťová a tedy výrazně snižuje trvalý drenážní účinek tunelu na horninový masiv.

Přes problematická místa ražby bude stroj TBM přecházet v uzavřeném módu, eliminuje se nutnost realizace horninových injektáží a výrazně se snižuje riziko během ražby.

Ražba tunelovacím stojem výrazně zkracuje dobu výstavby tunelů.

Nová koncepce únikových cest sjednocuje řešení obou tunelů s maximální vzdáleností mezi úniky 500 m. Ve variantách s dělicí příčkou přistupují složky IZS k místu události nezasaženým tubusem.

Použití stroje TBM dovoluje zkrácení výjezdového portálu Hosínského tunelu v problematických geologických podmínkách nicméně nese s sebou i riziko zaboření stroje.

Zjednodušené porovnání variant

Tab. 2 Základní porovnání variant a PDPS

	PDPS	TBM			
		Var 1	Var 2	Var 3a	Var 3b
Rubanina (přebytek)	☹️	1.	2.	2.	4.
Kolejové řešení	😊	1.	2.	2.	4.
Požárně bezpečnostní řešení	☹️	4.	3.	1.	1.
Provoz / údržba (zavírání tunelu / trub)	☹️	4.	3.	2.	1.
Investiční náklady	☹️	1.	3.	2.	4.
Celkové pořadí	-	11	13	9	14
	-	2.	3.	1.	4.

Varianta 1 sice přináší největší finanční úsporu, ale zároveň nepřináší větší benefity pro údržbu, provoz a zejména řešení únikových cest je nejméně komfortní ze všech variant. V podstatě zachovává současné řešení a snižuje komfort zásahu složek IZS v Hosínském tunelu.

Varianta 2 je finančně druhá nejnáročnější z důvodu zdvojení tunelů únikových cest. Přináší benefit v podobě rozdělených tubusů a tím zjednodušení údržby provozu (možnost provozovat tubusy tunelu jednotlivě), a zásahu IZS.

Varianta 3a je oproti variantě 1 finančně nákladnější nicméně přináší benefity v podobě údržby, provozu i požární bezpečnosti jako ve variantě 2. Vyžaduje ale úpravu kolejového řešení mimo tunelové stavby rozšířením osové vzdálenosti o 1 m.

Varianta 3b je ze všech předložených variant finančně nejnáročnější z důvodu největšího profilu tunelu a největšího ovlivnění stavby mimo tunely rozšířením osové vzdálenosti na 5,9 m.

Na základě výše zmíněného doporučujeme variantu 3a.

P.6 Ražba únikové štoly Hosínského tunelu

Pro úplnost zhodnocení možných finančních úspor vlivem úpravy technického řešení byla prověřena i varianta propojení únikových štol Hosínského tunelu. Z důvodu nesouladu řešení s dokumentací DUR nebyla tato možnost v projektu PDPS uvažována a mezi štolami tak „chybí“ cca 450 m štoly. Štola tak není průjezdná a bylo nutno do projektu PDSP doplnit výhybny a místo k otáčení vozidel IZS.

Ražba metodou NRTM

V tabulce níže jsou porovnány varianty řešení ražby únikových štol metodou NRTM na základě porovnání objemu výrubu a plochy řezu sekundárního ostění. Propojením dojde k navýšení délky štol z 2711 m na 3128 m.

Varianta I: původní řešení DUR – průjezdný profil 2,25 x 2,25, nejsou započítány propojky a rozrážky

Varianta II: řešené PDPS – průjezdný profil 3,5 x 3,5, nepropojené štoly, výhybny, otáčení vozidel IZS

Varianta III: řešení PDPS s průjezdnou štolou, bez výhyben a otáčení vozidel

Varianta	I.	II.	III.
plocha raženého profilu [m2]	13,65	65,26	62,26
plocha sekundárního ostění [m2]	2,71	6,63	6,63
Primární a sekundární ostění štoly	414 377 358	976 040 155	1 095 143 591
Snížení / navýšení oproti řešení PDPS	-561 662 797	-	+ 119 130 436

Ražba metodou TBM

V případě návrhu průběžné štoly lze uvažovat o realizaci štoly o celkové délce 3128 m pomocí stroje TBM. Jednalo by se přibližně o ostění s vnitřním profilem 6 m. Při odhadu ceny ražby 250 000 -300 000 Kč/m ražby by cena štoly dosáhla částky 782 až 938,4 milionů Kč.