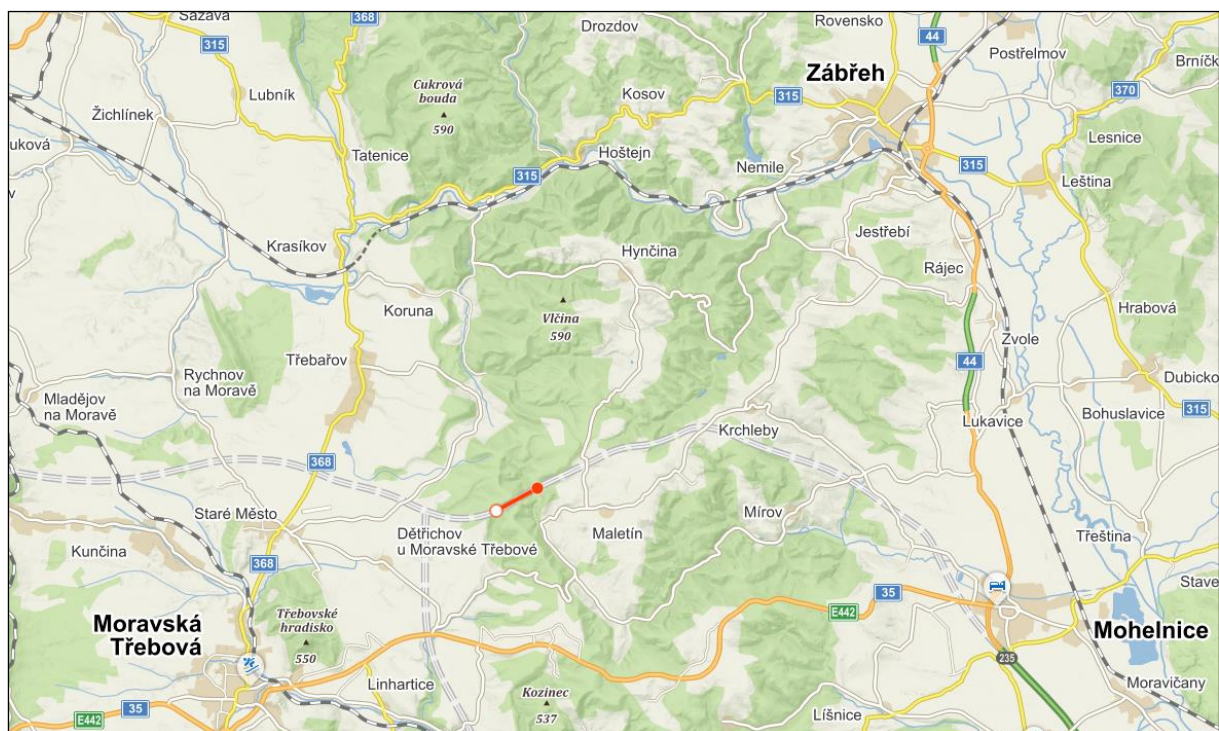




D35 Staré Město - Mohelnice

Návrh na změnu nivelety tunelu Maletín



23.08.2019

Vypracovali: Ing. Tomáš Zítka, Ing. Marcel Poštek

Obsah

1	Identifikační údaje.....	5
2	Úvod.....	6
3	Referenční dokumenty a údaje	9
3.1	Seznam podkladů a dalších referenčních dokumentů	9
3.2	Seznam norem a předpisů	9
3.3	Seznam příloh	10
3.4	Seznam zkratk	10
4	Základní informace	12
4.1	Předmět Dokumentu	12
4.2	Cíl návrhu	12
5	IG a HG poměry	13
5.1	Geologické poměry	13
5.1.1	Souhrn stěžejních informací převzatý z <i>Předběžného GTP [7]</i>	13
5.2	Hydrogeologické poměry	15
5.2.1	Souhrn stěžejních informací převzatý z <i>Předběžného GTP [7]</i>	15
5.2.2	Hydrogeologické poměry – interpretace projektanta	15
6	Technické řešení ražených tunelů	17
6.1	Základní technické informace o tunelu	17
6.2	Směrové vedení trasy	18
6.3	Výškové vedení trasy	18
6.4	Ražba	19
6.5	Technologická třída výrubu č. 3	21
6.6	Technologická třída výrubu č. 4	22
6.7	Technologická třída výrubu č. 5a	23
6.8	Technologická třída výrubu č. 5b	24
6.9	Hydroizolace	25
6.10	Varianta A	26
6.10.1	Geologická skladba v trase tunelu	26
6.10.2	Výhody technického řešení varianty A	26
6.10.3	Nevýhody technického řešení varianty A	26
6.11	Varianta B	26
6.11.1	Výhody technického řešení varianty B	27
6.11.2	Nevýhody technického řešení varianty B	27
6.12	Varianta C	27
6.12.1	Výhody technického řešení varianty C	27
6.12.2	Nevýhody technického řešení varianty C	27
7	Vztah navrhovaných změn k dokumentaci EIA.....	28
7.1	<i>EIA – Textová část [1]</i>	28
7.1.1	<i>EIA – Textová část [1], kap. B.I.6, Směrové poměry:</i>	28
7.1.2	<i>EIA – Textová část [1], kap. B.I.6, Tunely:</i>	28
7.1.3	<i>EIA – Textová část [1], kap. B.I.6, Tabulka 13: Plochy vozovek:</i>	29
7.1.4	<i>EIA – Textová část [1], kap. B.I.6, Box 1: Zač. trasy (km 91,1) – Maletín:</i>	29
7.1.5	<i>EIA – Textová část [1], kap. B.II.2 Voda:</i>	29
7.1.6	<i>EIA – Textová část [1], kap. B.II.2 Voda, Období výstavby:</i>	29

7.1.7	EIA – Textová část [1], kap. B.II.2 Voda, Období provozu:	30
7.2	EIA – Příloha č. 5:, Hydrologické posouzení [2].....	31
7.2.1	EIA – Př.5 [2], kap. 3.2.7.: Hodnocení vlivu záměru na PV a vodní zdroje	31
7.2.2	EIA – Př.5 [2], kap. 3.2.7., Úsek č. 1	34
7.2.3	EIA – Př.5 [2], kap. 3.2.7., Úsek č. 2	35
7.2.4	EIA – Př.5 [2], kap. 3.2.7., Úsek č. 3	36
8	Ekonomické zhodnocení	38
9	Doba výstavby.....	39
10	Kvalitativní vyhodnocení všeobecných rizik výstavby.....	40
10.1	Posouzení rizika při výstavbě dle observačních zásad NRTM	40
10.2	Metodika hodnocení rizik	41
10.3	Varianta A.....	43
10.4	Varianta B.....	44
10.5	Varianta C.....	45
10.6	Závěry Rizikové analýzy	46
11	Závěr	47

1 Identifikační údaje

Stavba:	D35 Staré Město - Mohelnice
Stupeň:	Dokumentace pro vydání rozhodnutí o umístění stavby (DUR)
Kraj:	Pardubický, Olomoucký
Objednatel:	Ředitelství silnic a dálnic ČR
HIS:	Ing. Hana Urbánková (ŘSD, Správa Olomouc)
Projektant:	SUDOP GROUP_Velké projekty_RS
HIP:	Ing. Jan Hrachovec
Část:	D.1.600 Objekty podzemních staveb
Objekty:	SO 601 Tunel Maletín
Zpracovatel SO:	SUDOP PRAHA, a.s.
Garant profese SO:	Ing. Tomáš Zítka, CEng MICE, EUR ING

2 Úvod

Tento *Dokument* se zabývá variantami výškového vedení trasy projektované novostavby dálnice D35 v místě stavebního objektu tunelu Maletín, navrženého v rámci úseku Staré Město – Mohelnice. Cílem dokumentu je popsat a porovnat varianty výškového vedení trasy pozemní komunikace v tunelu předběžně navržené projektantem po zahájení práce na *DUR* tak, aby investor mohl provést výběr optimální varianty po zvážení všech relevantních kritérií.

Základní varianta trasy (dále označovaná jako „*Varianta A*“) byla převzata z dokumentace EIA, na kterou zpracovávaná projektová dokumentace navazuje. Po prostudování dostupných podkladů, zejména předběžného geotechnického průzkumu, projektant upozornil investora na nevhodné výškové vedení trasy v této variantě ve vztahu ke geologické skladbě podloží. Navržená trasa prochází přibližně ve střední části tunelu relativně mělce pod údolím. Pakliže v tomto úseku nedojde k zahloubení tunelu, tj. úpravě výškového vedení trasy pozemní komunikace, bude zde tunel muset být ražen částečně v oblasti bez horninového nadloží (nad korunou tunelu má základová půda povahu zemin, viz fotodokumentace sondy *IGP* na *Obr. 1*) a částečně v nepříznivém prostředí velmi zvětralých prachovitých pískovců.



Obr. 1 Fotodokumentace vrtného jádra HJ48 v prostoru tunelu navrženého ve Variantě A

V reakci na tuto situaci projektant navrhl možné úpravy výškového vedení trasy dálnice, jimiž lze docílit větší zahloubení tunelu v tomto kritickém úseku. Nejprve byla navržena úprava trasy spočívající ve snížení nivelety v krajní hodnotě až o 18 m (dále označovaná jako „*Varianta C*“). Tímto dosažené zahloubení tunelu v kritickém úseku povede na ražbu ve výrazně příznivějším geologickém prostředí. Dojde také k navýšení délky tunelu. Navržená změna trasy je proveditelná a výhodná z hlediska navazujících inženýrských objektů. Otázkou však zůstává, zda by její implementace byla v souladu se schválenou dokumentací EIA, protože v navržené hloubce by tunel v určité části své trasy procházel pod úrovní puklinové (skalní) podzemní vody predikovanou provedenými průzkumy.

Proto byla navržena ještě další, kompromisní úprava trasy (dále označovaná jako „**Varianta B**“), ve které se tunel zahlubuje až k predikované hladině podzemní vody, nikoli však pod ni. Toto řešení s sebou nese nižší rizika spojená s možným ovlivněním režimu podzemních vod (oproti *Variantě C*) a zároveň snižuje rizika spojená s výstavbou v nepříznivém geologickém prostředí (oproti *Variantě A*), ne však v takové míře jako *Varianta C*. Tunel je v této variantě kompromisní i svou délkou.

Všechny tři zmíněné varianty jsou v tomto Dokumentu podrobně popsány (viz kap.6 na str.17) a porovnávány z hlediska možného dopadu do schválené dokumentace EIA (viz kap.7 na str.28), investiční náročnosti (viz kap.8 na str.38), harmonogramu výstavby (viz kap.9 na str.39) a rizik spojených s výstavbou (viz kap.10 na str.40). V závěru Dokumentu (viz kap.11, na str.47) je v přehledné tabulce (Tab. 20) uveden souhrn porovnávaných faktorů s doporučením projektanta.

Plnohodnotné porovnání bylo zpracováno s cílem dosažení objektivitu nad rámec prostého porovnání výměr. Např. delší tunel prováděný v příznivějším prostředí může být investičně méně náročný než kratší tunel navržený v prostředí velmi nepříznivém.

Alternativním přístupem by mohlo být snížení hloubky tunelu v kritickém úseku pod údolím tak, aby zde mohl být proveden jako hloubený namísto ražby, což zmiňuje zpracovatel předběžného geotechnického průzkumu ve své závěrečné zprávě. Toto řešení bylo zvažováno, ale nakonec zamítnuto a dále nerozvíjeno z následujících důvodů:

- posun trasy vzhůru by znamenal nutnost umístění stoupacího pruhu do tunelu, což by mělo za následek jednak výrazný nárůst investičních nákladů a zároveň by zvětšení profilu tunelu vedlo k zvýšení rizik spojených s ražbou úseků navazujících na hloubenou část;
- nutnost zajištění hluboké dočasné stavební jámy v nepříznivé základové půdě;
- provádění stavby z povrchu terénu v oblasti, která je podle dokumentace EIA významnou zoologickou lokalitou a na které s tímto nebylo dříve uvažováno;
- nutnost kácení rozsáhlých lesních ploch a zvyšování dočasných záborů (v rozporu s dokumentací EIA, kap. 7);
- posun trasy vzhůru by také znamenal ražbu navazujících částí tunelu v méně příznivém prostředí.

Z hlediska hodnocení variant projektant dále upozorňuje na několik zásadních témat popsaných níže:

Varianta A a v menší míře také *Varianta B* povede v kritickém úseku na ražbu tunelu při nízkém nadloží v nepříznivých podmínkách, což je z tunelářského hlediska riziková situace. I přes současný technologický pokrok totiž neexistují stoprocentní záruky, že se vše odehraje dle očekávaných scénářů. Proto je nutné vždy posuzovat možná rizika a k návrhu podzemních děl přistupovat s pokorou a respektem. Pakliže existuje schůdná cesta ke snížení rizik spojených s ražbou tunelu, je nutné ji vzít v úvahu a posoudit její přínosy i zápory s ohledem na ostatní parametry projektu. Představa o návrhu technických opatření, která za všech situací stoprocentně zaručí hladký průběh ražeb, není reálná. Dokladem toho budiž příklady staveb, kde přes veškeré úsilí došlo k mimořádným událostem – tunelový komplex Blanka, tunely Žilina, Jablůnkov nebo Březno.

Jak již bylo zmíněno, *Varianta C* v určitém úseku prochází pod hladinou podzemní vody. Přesněji řečeno, hladina podzemní vody sahá přibližně ke koruně tunelového profilu. *Varianty A* a *B* naopak prochází relativně blízko povrchu, takže v době výstavby by ražba tunelu mohla mít drenážní účinky na vodu na povrchu a na případnou zastiženou vodu podzemní.

Snahou projektanta je režim podzemních vod ovlivnit co nejméně ve všech případech. V době výstavby tunelu se nelze drenážním účinkům ražeb účinně bránit. Lze ale navrhnout opatření, která budou eliminovat ovlivnění režimu podzemních vod po dokončení stavby. Ve všech variantách je proto uvažováno s uzavřeným hydroizolačním systémem, který spočívá v návrhu hydroizolační fólie po celém obvodu tunelových tubusů. Tunelové trouby se pak nevybavují rubovým drenážním potrubím, které by jinak mělo vliv na režim podzemní vody. Dále, aby po dokončení stavby nedocházelo

k migraci vody ani podél tunelového ostění, projektant navrhuje těsnící clony v místech přírodních izolantů mezi portálem a jednotlivými vodními kolektory. Vodní režim by se tak měl po dokončení stavby navrátit přibližně do původního stavu. Z investičního hlediska je uzavřený drenážní systém sice nákladnější na výstavbu, ale úspornější co do provozních nákladů, protože není nutné vynakládat finanční prostředky na čištění rubového drenážního potrubí.

Pro překonání kritického úseku pod údolím je u *Varianty A* a *B* využita technologie tryskové injektáže, která se jeví dle dostupných informací v daných podmínkách jako nejvhodnější. Nevýhodou provádění této technologie z profilu tunelu je kromě vysoké ceny i časová náročnost, což se projevuje jak v propočtu investičních nákladů, tak i v odhadované harmonogramu prací. Tento vliv je o poznání výraznější u *Varianty A*, kde je tato technologie použita ve větším rozsahu jak z hlediska délky překonávané oblasti, tak také kubaturou v dané vstrojovací třídě (viz. *kap.6.8 na str.24*).

3 Referenční dokumenty a údaje

3.1 Seznam podkladů a dalších referenčních dokumentů

- [1] **EIA – Textová část:** Dálnice D35 v úseku Staré město – Mohelnice, Dokumentace podle § 8 zákona č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí), v platném znění; Textová část; Evernia s.r.o., Liberec 2016
- [2] **EIA – Příloha č. 5:** Dálnice D35 v úseku Staré město – Mohelnice, Dokumentace podle § 8 zákona č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí), v platném znění; textová část; **Hydrogeologické posouzení**, Příloha dokumentace č. 5; Evernia s.r.o.; Liberec 2016
- [3] **EIA – Příloha č. 7:** Dálnice D35 v úseku Staré město – Mohelnice, Dokumentace podle § 8 zákona č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí), v platném znění; **Hodnocení vlivů na PUPFL**, Příloha dokumentace č. 7; Evernia s.r.o.; Brandýs nad Labem 2016
- [4] **EIA – Příloha č. 8:** Dálnice D35 v úseku Staré město – Mohelnice, Dokumentace podle § 8 zákona č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí), v platném znění; **Biologický průzkum**, Příloha dokumentace č. 8; Evernia s.r.o.; Liberec 2016
- [5] **EIA – Grafická část:** D35 Staré město – Mohelnice – Doplnění podkladů pro přepracování dokumentace EIA; Studie; Příloha č. 7: **Podélný profil** – úsek Staré Město – Maletín; M 1:10 000/1 000; Ing. M. Koloušek; Valbek, spol. s r.o.; Zak. č. 15LI3201002; 03/2016
- [6] **D35 Staré Město – Mohelnice, Předběžný geotechnický průzkum, Předběžný hydrogeologický průzkum, Příloha 2 – Hydrodynamické zkoušky;** AQH s.r.o.; RNDr. Jäger; 12/2018
- [7] **D35 Staré Město – Mohelnice, Tunel Maletín, Předběžný geotechnický průzkum, Závěrečná zpráva pasportu E1 – tunel Maletín;** Inset s.r.o.; Ing. Ladislav Šplíchal; Zakázka č. 1809013600; Praha; 2019
- [8] **D35 Staré Město – Mohelnice, Podélný profil, ČÁST A;** Záměr projektu, Č. přílohy D, Ing. Pavel Krejčí, Ing. Libor Palán; Dopravoprojekt Brno, Č. zakázky: 17-010-A1-ZP; 05/2018

3.2 Seznam norem a předpisů

- [9] **ČSN 73 08 73:** Požární bezpečnost staveb – Zásobování požární vodou, Český normalizační institut, Červen 2003
- [10] **ČSN 73 7507:** Projektování tunelů pozemních komunikací; UNMZ; Prosinec 2013
- [11] **TKP-D 7:** Technické kvalitativní podmínky pro dokumentaci staveb pozemních komunikací, Kapitola 7, Tunely podzemní objekty a galerie (tunelové stavby); Ministerstvo dopravy, Obor Pozemních komunikací; Schváleno: MD-OPK čj. 74/2016-120-TN/10, ze dne 29.3.2016
- [12] **Vyhláška č.146/2008 Sb.:** Vyhláška o rozsahu a obsahu projektové dokumentace dopravních staveb; platnost od 29. 04. 2008, účinnost od 14.05. 2008.
- [13] **Vyhláška č. 55/1996 Sb.:** Vyhláška Českého báňského úřadu o požadavcích k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a bezpečnosti provozu při činnosti prováděné hornickým způsobem v podzemí; Únor 1996
- [14] **Vyhláška č. 265/2012 Sb.:** Vyhláška kterou se mění vyhláška č. 55/1996 Sb., o požadavcích k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a bez provozu při činnosti prováděné hornickým způsobem v podzemí; Červenec 2012
- [15] **Vyhláška č.405/2017** ze dne 24. listopadu 2017 kterou se mění vyhláška č. 499/2006 o dokumentaci staveb, ve znění vyhlášky č. 62/2013 Sb., a vyhláška č. 169/2016 Sb.,

o stanovení rozsahu dokumentace veřejné zakázky na stavební práce a soupisu stavebních prací, dodávek a služeb s výkazem výměr.

[16] **ÖGG**: Richtlinie für die Kostenermittlung Projekte der Verkehrsinfrastruktur; Österreichische Gesellschaft für Geomechanik; Austria; 2005

3.3 Seznam příloh

- [17] **Příloha č.01**: Podélný řez – Varianta A
- [18] **Příloha č.02**: Podélný řez – Varianta B
- [19] **Příloha č.03**: Podélný řez – Varianta C
- [20] **Příloha č.04**: Podélný řez – Soutisk variant A, B, C
- [21] **Příloha č.05**: Fotodokumentace vrtného jádra PJ47 se zákresem variantní polohy tunelu ([7])
- [22] **Příloha č.06**: Fotodokumentace vrtného jádra HJ48 se zákresem variantní polohy tunelu ([7])
- [23] **Příloha č.07**: Situace Var.C s vyznač. ochranným pásmem vodních zdrojů (www.geology.cz)
- [24] **Příloha č.08**: Hydrogeol. řez trasou tun.v km 93,08 – 94,18 (RNDr. Šeda, OHGS; 06/2011 [2])
- [25] **Příloha č.09**: Podélný geologický profil tunelem Maletín (Mgr. Šplíchal, INSET; 02/2019 [7])
- [26] **Příloha č.10**: Dokumentace průzkumných sond (Mgr. Šplíchal, INSET; 02/2019 [7])
- [27] **Příloha č.11**: Zoologické lokality – Situace (Evernia s.r.o.; 2016 [4])

3.4 Seznam zkratk

- **Dokument** Myšleno tento „Návrh na změnu výšky nivelety tunelu“
- **DSP** Projektová dokumentace pro vydání stavebního povolení
(ve smyslu *Přílohy č. 5 k vyhlášce č. 146/2008 Sb.* [12])
- **DUR** Dokumentace pro vydání rozhodnutí o umístění stavby
(ve smyslu *Přílohy č. 4 k vyhlášce č. 499/2006 Sb.* [15])
- **GTP** Geotechnický průzkum
- **HIP** Hlavní inženýr projektu
- **HIS** Hlavní inženýr stavby
- **HMG** Harmonogram
- **HPV** Hladina podzemní vody
- **HZS** Hasičský záchranný sbor
- **CHOPAV** Chráněná oblast přirozené akumulace vod
- **IN** Investiční náklady
- **IZS** Integrovaný záchranný systém
- **MŽP** Ministerstvo životního prostředí České republiky
- **MÚK** Mimoúrovňová křižovatka
- **NKV** Nádrž kontaminovaných vod
- **NRTM** Nová rakouská tunelovací metoda
- **OPVZ** Ochranné pásmo vodního zdroje
- **PDPS** Projektová dokumentace pro provádění stavby
(ve smyslu *Přílohy č. 6 k vyhlášce č. 146/2008 Sb.* [12])
- **PK** Pozemní komunikace
- **POs** Primární ostění
- **PS** Provozní soubor
- **PV** Podzemní voda
- **PUPFL** Pozemky určené k plnění funkce lesa
- **SB** Stříkaný beton
- **SO** Stavební objekt
- **SOs** Sekundární ostění
- **Tm** Tunel-metr (vzdálenost v metrech měřená od začátku tunelu)

- **TTV** Technologické třídy výrubu
- **UNMZ** Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví
- **ZP** Záměr projektu
- **ŽP** Životní prostředí

4 Základní informace

4.1 Předmět Dokumentu

Předmětem tohoto „Návrhu na změnu nivelety tunelu Maletín“ (dále pouze „Dokument“) je porovnání variant možného usazení nivelety tunelu Maletín navrhovaného na dálnici D35 v úseku Staré Město – Mohelnice.

Dle TKP-D, kap.7 [9], odst. 7.7.2.3 Základní požadavky na DÚR platí: „Na základě upřesnění informací o geotechnických poměrech v trase díla a rozpracování technického řešení musí dojít k určení definitivního výškového a směrového vedení trasy, zejména s ohledem na vhodné umístění portálů, dostatečnou výšku nadloží nebo zjištěné tektonické poruchy, které by mohly výrazně zkomplikovat výstavbu a vést k nárůstu investičních nákladů.“

Dokument porovnává následující tři varianty výškového vedení v oblasti tunelu Maletín¹:

- A) Výškové vedení převzaté z dokumentace EIA [5] (viz [17]);
- B) Niveleta snížena v krajní hodnotě o cca 6 m do oblasti s příznivějšími geologickými poměry při současném udržení počvy tunelu nad HPV (viz [18]);
- C) Niveleta snížena v krajní hodnotě až o cca 18 m do oblasti s uspokojivými geologickými poměry, avšak s HPV lokálně až na úrovni koruny tunelu (viz [19]).

Dokument se zabývá dopady snížení nivelety z pohledu SO tunelu. Nutno dodat, že navrhované změny přinášejí pozitivní dopad i do dalších profesí, jako např.:

- krajinný ráz (zakomponování liniové stavby více pod horizont krajiny);
- migrační studie (prodloužení tunelu);
- dopravní řešení (snížení sklonu vozovky – splnění standardních normových požadavků na stoupání bez nutnosti výstavby stoupacího pruhu);
- zkrácení mostního objektu u olomouckého portálu.

V případě výběru Varianty C je však nutné počítat s dočasným drenážním účinkem tunelu na podzemní vodu po dobu výstavby.

4.2 Cíl návrhu

Dokument si klade za cíl poskytnout dostatek informací pro investora k zaujetí stanoviska o výběru preferované varianty především s ohledem na:

- 1) rizika spojená s ražbou tunelu při nízkém nadloží v oblasti slínovců a jílovců s kalotou zasahující až do štěrkových kvartérních vrstev a v oblastech prachovitých pískovců a středně až silně tektonicky porušených pískovců (zejm. s ohledem na bezpečnost a ochranu zdraví při práci);
- 2) rizika spojená s udržením ekonomické návratnosti stavby;
- 3) částečně rizika plynoucí z nedodržení harmonogramu projektových příprav – míra vlivu navržených změn na dokumentaci EIA je posuzována v samostatném dokumentu;
- 4) rizika plynoucí z nedodržení harmonogramu stavebních prací (dodatečná sanační opatření, možné zmáhání výrubu, atp.).

Dokument může rovněž sloužit jako podklad pro MŽP k vydání předverifikačního stanoviska posuzující míru vlivu Varianty B a Varianty C na schválenou dokumentaci EIA.

¹ Pro přehlednost jsou v rámci tohoto Dokumentu jednotlivé varianty barevně rozlišeny a sice: Varianta A fialovou barvou, Varianta B zelenou barvou a Varianta C červenou barvou. V textu se také objevují citace výňatků z referenčních dokumentů. Ty jsou v uvozovkách, psány kurzívou a zvýrazněny modrou barvou. Citace rovněž obsahují referenční odkaz na zdroj textu.

5 IG a HG poměry

5.1 Geologické poměry

5.1.1 Souhrn stěžejních informací převzatý z *Předběžného GTP [7]*

5.1.1.1 GTP [7], kap. 1: Obecné údaje:

„Z geologického pohledu tunel prochází prostředím poměrně pevných hornin české křídové pánve reprezentovaných pískovci jizerského souvrství, slínovci a vápnitými pískovci bělohorského souvrství. Ve středu trasy jsou tunelové trouby vedeny prostředím s málo mocným skalním nadložím (km 93,586 – 93,750).“

5.1.1.2 GTP [7], kap. 3.2.1: Staničení tunelové trouby km 93,190 – 93,607:

„Ve staničení km 93,190 – 93,251 je vedena v pískovcích jizerského souvrství (Mk2b, Mk3a a Mk3b). Pískovce jizerského souvrství jsou mírně zvětralé až zdravé a nabývají pevnosti v rozsahu R5 až R3. Pískovce jsou značně podrcené z důvodu přítomnosti subvertikálních poruch. Vrstevnatost se projevuje jako rovná a průběžná diskontinuita s minimálním rozevřením. Pukliny související se většími subvertikálními diskontinuitami jsou rovné a zvlně často neprůběžné a mají drsný povrch.“

„Od staničení 93,251 až do 93,541 je již tunelová trouba vedena sedimenty charakteru slínovců, vápnitých jílovců a pískovců, náležícími bělohorskému souvrství (Mk7a, Mk7b, Mk8a, Mk9a, Mk9b). Důlní dílo je prostoupeno subvertikální poruchou v km 93,367. V okolí poruchy předpokládáme větší podrcení horninového masívu.“

„V intervalu staničení km 93,541 – 93,607 klesá mocnost skalního nadloží a na konci úseku je již nulová. S klesající mocností skalního podloží se zhoršují vlastnosti horninového masívu, tzn. klesá horninová pevnost a narůstá hustota diskontinuit.“

5.1.1.3 GTP [7], kap. 3.2.2: Staničení tunelové trouby km 93,607 – 93,710:

„Ve staničení km 93,607 – 93,710 není nad tunelovou troubou horninový masív v uvažované niveletě. Horní třetina a nadloží tunelové trouby je tvořeno deluviálními zeminami charakteru štěrku jílovitého. Horniny tvoří až spodní dvě třetiny tunelové trouby. Kvarterní pokryv je tvořen deluviálními sedimenty charakteru štěrku jílovitého (Qp10), který má pevnou konzistenci. Na vrstvu kvarterních zemin může být vázané zvodnění v kvarterních sedimentech. V místě vrtu PJ47, který dokumentuje daný kvaziisogenní celek jsou na povrchu malé mokřady a prameniště. Proto v tomto úseku může docházet k **zasakování vody** z kvarterních sedimentů zejména při významných srážkových událostech. Horniny jsou zde zastoupeny velmi (Mk8a) a slabě (Mk9a) zvětralými slínovci. Velmi zvětralé slínovce jsou silně rozložené a mají velmi velkou hustotu diskontinuit. Diskontinuity jsou zde často rozevřené a vyplněné nadložní zeminou. **V tomto úseku by bylo vhodné při změně nivelety tunelovou stavbu provádět svrchu - hloubenou.**“

5.1.1.4 GTP [7], kap. 3.2.3: Staničení tunelové trouby km 93,710 – 94,290:

„Ve staničení km 93,710 – 93,881 je horninový masív tvořen pískovci jizerského souvrství (Mk2b). Jedná se o zakleslý blok s horninami jizerského souvrství, které jinak tvoří vršek horninového sledu. Od staničení km 93,711 narůstá mocnost skalních hornin. Ve staničení km 93,711 – 93,824 jsou horniny více rozpukané, je zde větší hustota ploch diskontinuit a ojediněle zde může docházet k průsaku vody z kvarterního horizontu do tunelové trouby.“

„Skalní masív nabývá maximální mocnosti nad tunelovou troubou ve staničení km 93,881 – 94,199. Horninové prostředí tunelové trouby je tvořeno mírně zvětralými až zdravými slínovci (Mk8b, Mk9a, Mk9b). Méně zastoupené jsou polohy vápnitých pískovců a písčitých vápenců slabě zvětralé (Mk7a) a zdravé (Mk7b). Ve slínovcích jsou přítomny polohy silicitů. Hornina je masivní, ale mohou v ní být

rozevřené subvertikální pukliny. K přítokům podzemní vody může docházet pouze podle subvertikálních puklin. Tento úsek je málo porušený a předpokládáme, že přítok vody zde budou ojedinělé.“

„Ve staničení km 94,199 – 94,290 je prostředí v celé délce tvořeno horninami bělohorského souvrství, především zdravými slínovci, které laterálně přecházejí až do písčitých vápenců, ojediněle i vápnitých pískovců. S rostoucím staničením klesá mocnost skalního nadloží a okraj křídových sedimentů je více rozpukáný. Rozpukání je především subvertikálními puklinami. Podle subvertikálních puklin může docházet k malým přítokům podzemní vody, do ražené tunelové trouby.“

5.1.1.5 GTP [7], kap. 8: Zhodnocení podmínek ražby²:

„Tunelová trouba prochází pod dvěma hřbety tvořenými sedimenty české křídové pánve. Ve středu trasy mezi dvěma hřbety trase tunelu prochází pod údolím. Strop tunelu se zde blíží povrchu. Jedná se o úsek trasy staničení km 93,607 – 93,710 kde chybí skalní nadloží tunelu. V úsecích pod hřbety křídových sedimentů ve staničení km 93,190 – 93,607 a 93,710 – 94,290 je charakter horninového prostředí tunelu vhodný pro konvenční způsob (ražbu). Pouze v úseku průchodu pod údolím, nemá tunel horninové nadloží a zde by byl vhodný tunel realizovat hloubeným způsobem.“

5.1.1.6 GTP [7], kap. 8.1: Ražený tunel – konvenčním způsobem ražby³:

„Ve staničení km 93,190 až 93,607 a 93,710 až 94,290 je vhodné realizovat stavbu tunelové (tunelových) trouby (trub), klasickým konvenčním způsobem ražby, tzn. novou rakouskou tunelovací metodou (NRTM) případně plnoprofilovým razícím štítem. Ražba zde bude probíhat v prostředí s dostatečným horninovým nadložím, vyjma okrajových úseků kde tunelová trouba vychází z horninového masívu. Okrajové úseky reprezentují kvaziisogenní celky I, IV, VI a IX. V okrajových úsecích je horninový masív značně rozpukáný, má velmi velkou až velkou hustotu diskontinuit. V době vydatných srážkových úhrnů zde může docházet i k přítokům vody o vydatnosti 0,1 – 0,5 l/s.“

„Dostatečné skalní nadloží je v kvaziisogenních celcích II, III, VII a VIII. V těchto úsecích budou problematické úseky se subvertikálními puklinami, které mohou být rozevřené a hornina je zde více zvětřalá a dosahuje menší pevnosti.“

„Hladina podzemní vody je vázaná na křídové horniny. Podzemní voda do tunelových trub nebude zasahovat, je v hloubkách 10,0 až 18,0 m pod niveletou komunikace.“

„Technologická třída ražby je v okrajových částech většinou velmi nepříznivá pro kvaziisogenní celky IV. 5a a pro kvaziisogenní celek VI. 5a až 5b. Kvaziisogenní celek I. má technologickou třídu 4 až 5a a kvaziisogenní celek IX má třídu 4 (ale zde je mocnost skalního nadloží větší). V místech s dostatečným horninovým nadložím jsou technologické třídy ražby zhoršené až nepříznivé. Kvaziisogenní celek II. má technologickou třídu ražby 3. - zhoršenou a kvaziisogenní celky III. a VIII. mají technologickou třídu ražby 4. – nepříznivou. U kvaziisogenního celku VII. je technologická třída ražby na rozhraní technologických tříd 4. a 5a (nepříznivá a velmi nepříznivá). Kvaziisogenní celky jsou popsány v tabulce 17.“

„Ve staničení km 93,607 – 93,710 (kvaziisogenní celek V.) chybí nad tunelovou troubou skalní nadloží. Strop tunelu je tvořen deluviálními zeminami charakteru štěrků jílovitých. Při vydatných srážkových úhrnech může docházet k přítokům vody do tunelové trouby v řádu 0,5 – 2,0 l/s. Při klasifikaci horninového masívu je zařazen do nejhorších stupňů. V tomto staničení možná i s přesahem do vedlejších kvaziisogenních celků IV. a VI. bude nutné razit pod ochranným deštníkem předháněných kotev nebo z proudové injeckáže z tunelu a z povrchu.“

² Popis se vztahuje k Variantě A

³ Popis se vztahuje k Variantě A

5.2 Hydrogeologické poměry

5.2.1 Souhrn stěžejních informací převzatý z Předběžného GTP [7]

GTP [7], kap. 3: Geologické a hydrogeologické poměry:

„Z hlediska hydrogeologické rajonizace prochází počátek trasy hydrogeologickým rajónem 4262 – Kyšperská synklinála. Kapitola hydrogeologické poměry je převzatá z přílohy 11. Hydrogeologický průzkum.“

„Rozsah Kyšperské synklinály je totožný s bilančním celkem 8 (BC8) dle členění české křídové pánve (Herčík, a další, 1999). Jedná se o jeden z vodárensky nejvýznamnějších rajónů východních Čech. Hydrogeologické prostředí jižní části Kyšperské synklinály je tvořeno sedimenty svrchní křídly.“

„Bazální kolektor A tvoří průlino-puklinově propustné pískovce perucko-korycanské souvrství. Tento kolektor vystupuje na povrch v údolí nad Starým Maletínem (pasportizované objekty S49 a S50). Z vodárenského hlediska je to kolektor nevýznamný z důvodu špatné kvality podzemní vody, omezeného rozšíření a nedostatečného infiltračního zázemí. Příznivější podmínky pro oběh jsou však právě v jihovýchodní části rajonu. Severně od Starého Maletína byly vody z tohoto kolektoru, společně s vodami z nadložního kolektoru B jímány pro zásobování zemědělského statku v Maletíně (AGROPROJEKT Olomouc, 1971).“

„Hlavní kolektor B je vázán na prachovito-písčité spongolitické slínovce bělohorského souvrství. Jedná se o křehké rigidní horniny, které se při deformaci tříští a tím v nich vzniká puklinový systém. Příčnou poklesovou dislokací u Starého Města je oddělena jižní část Kyšperské synklinály na oblast se samostatným oběhem podzemních vod, jež je drénována JV směrem do Třebůvky u Pečikova. Kolektor B je vodohospodářsky nejvýznamnější v BC8. Hlavní oblast tvorby podzemní vody kolektoru B je východní okraj Kyšperské synklinály mezi Petrušovem, Žipotínem a Pečíkovem, kde na povrch vycházejí sedimenty spodního turonu. V oblasti plánované stavby se mocnost spodnoturonského kolektoru pohybuje okolo 40-50 m.“

„Kolektor C je nesouvisle tvořen puklinovým systémem spongolitických slínovců a pískovců ve svrchní části jizerského souvrství. V zájmovém území má využití v úzkém pruhu s volnou hladinou a živým oběhem podzemní vody. Je otevřen k východu, kde se, jak doplňují, odvodňuje. Mocnost této zvodně je 30-40 m.“

„Hladina podzemní vody vázaná na křídové horniny do tunelových trub nebude zasahovat je v hloubkách 10,0 až 18,0 m pod niveletou komunikace.“

„Do tunelové trouby může zasahovat voda zasáknutá do kvarterního pokryvu během vydatných srážkových úhrnů tam kde je větší mocnost kvarterního pokryvu a kde je k tomu vhodný terén. Taková místa jsou oba portály, kde předpokládáme úhrny 0,1 – 0,5 l/s a přibližně ve středu tunelové trouby kde je mocnost kvarterního pokryvu největší a je zde malé údolí. V těchto místech předpokládáme přítoky do díla 0,5 – 2,0 l/s. Odhad přítoku do díla byl provedený pro srážkový úhrn přívalového deště 50 mm.“

5.2.2 Hydrogeologické poměry – interpretace projektanta

Z jedenácti provedených průzkumných vrtů byla ustálena hladina podzemní vody zaznamenána pouze u pěti z nich (viz [25] a [26]). Jedná se o vrty KJ45 (dle [6] se jedná o kolektor B) v místě západního sedla (u hradeckého portálu), HJ48 (dle [6] se jedná o kolektor C) pod údolím, PJ49 (dle [6], tab. č.17 se jedná o kolektor C) v místě východního sedla (u olomouckého portálu), PJ51 (kolektor A) u olomouckého portálu a HJ52 (dle [6] se jedná o kolektor A) u olomouckého portálu.

Z dostupných dat lze usuzovat na:

- výskyt kolektoru A v perucko-korycanských jílovitých pískovcích u olomouckého portálu;
- výskyt kolektoru B v pískovcích bělohorského souvrství (pískovcová kra zapuštěná ve slínovcích v západním hřbetu u hradeckého portálu);
- výskyt kolektoru C v prostředí pískovců jizerského souvrství pod údolím a v prostředí slínovců bělohorského souvrství pod východním hřbetem u olomouckého portálu.

Ve vrtech J46 a PJ47 ustálená hladina zastižena nebyla (stejně tak jako ve vrtech PJ44 a HJ43) a vrty KJ45 a HJ48 zastihly rozdílné vodní kolektory. HPV vyznačená v podélném řezu tedy udává informaci spíše orientační (odhadovanou) než exaktní a míra propojení této HPV je neprokázána (slínovce bělohorského souvrství zde působí jako izolant a míra propojení se odvíjí od puklinatosti horninového masivu). Proto autor geologického řezu [25] tuto hladinu vykreslil pouze tečkovanou čarou.

Dle GTP [7] (viz kap. 5.2.1 výše) je z pohledu ochrany podzemních vod významný především kolektor B. Z dostupných údajů lze usuzovat na přítomnost kolektoru B ve slínovcích bělohorského souvrství s reálnou ustálenou hladinou pod navrženou stavbou (ve všech třech variantách) s výjimkou oblasti pod západním sedlem, kde byla zastižena pískovcová kra bělohorského souvrství. Tato kra má subhorizontální stratifikaci a je vymezena dvěma subvertikálními poruchami (systém dvou navzájem kolmých poruch). HPV tak v této oblasti stoupá do vyšších partií systémem diskontinuit (dle GTP [7], kap. 7.2. mohou být trhliny otevřené a je zde zaznamenán výskyt zón s velmi vysokou hustotou diskontinuit). Lze předpokládat i určitý vztah mezi HPV a srážkovými úhrny v této lokalitě.

6 Technické řešení ražených tunelů

6.1 Základní technické informace o tunelu

Z pohledu ČSN 73 7507 [9], kap.4.2. se ve všech třech případech jedná o tunel dlouhý (tj. délky přes 1000 m) kategorie TA (intenzita dopravy 32 160 vozidel za 24 hod pro oba dva směry, tj. 8 040 vozidel za 24 hodin pro jeden jízdní pruh).

Tunel je ražený s krátkými hloubenými úseky v oblasti portálů. Přibližná délka tunelu uvažovaná pro jednotlivé varianty (měřena jako nejdelší vzdálenost v ose tunelové trouby mezi vnějšími hranami betonážních bloků) je uvedena v *Tab. 1* níže.

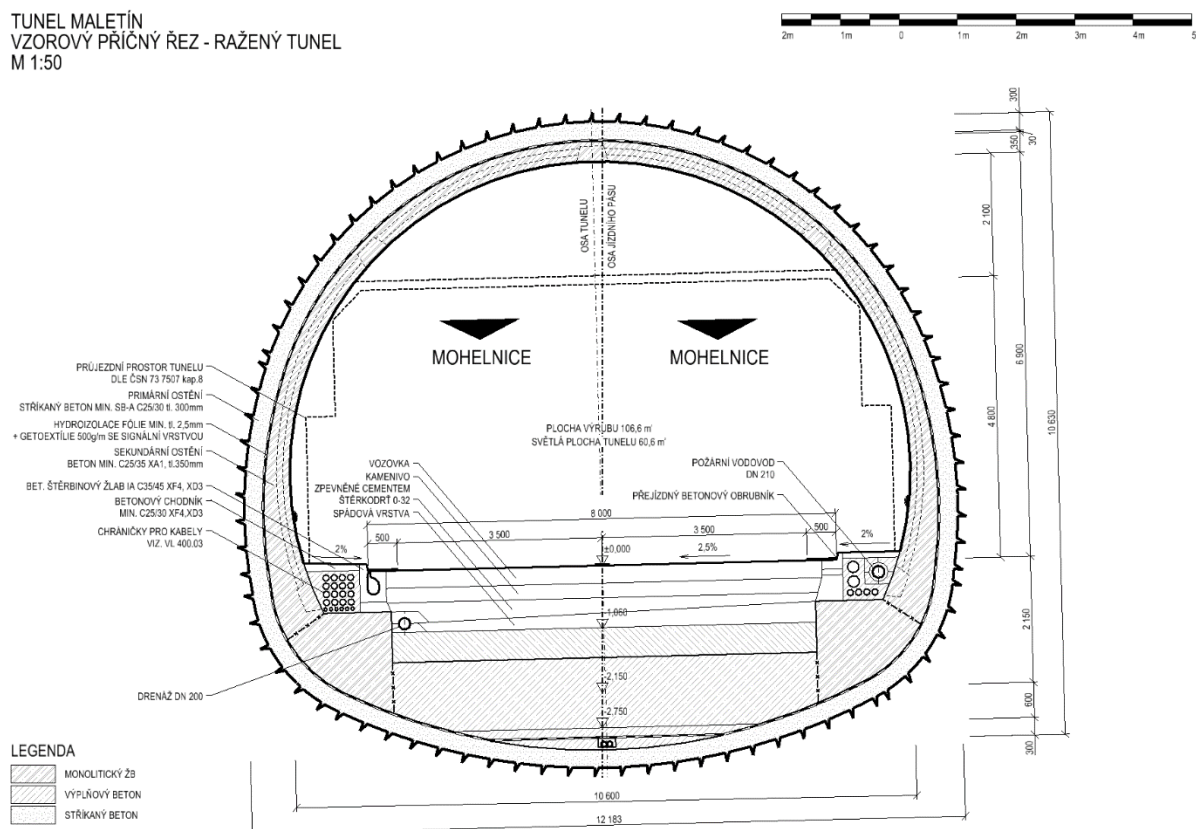
Varianta	Délka hloubených úseků	Délka ražených úseků	Celková délka tunelu
A	115,5 m	1 150,0 m	1 265,5 m
B	112,5 m	1 200,0 m	1 312,5 m
C	115,5 m	1 300,0 m	1 415,5 m

Tab. 1: Přibližná délka tunelu variantních řešení

Tunel Maletín je ve všech třech variantách navrhovaný (z hlediska směrového a výškového řešení) na návrhovou rychlost 130 km/hod a z hlediska technologického vybavení a předpokládané max. povolené rychlosti na 100 km/hod. Koncepčně se jedná o dvě tunelové trouby šířkové kategorie T8 se směrově odděleným provozem (každá tunelová trouba pro jeden jízdní směr).

Při návrhu komunikace není v žádné variantě uvažováno s rozšířením vozovky o stoupací pruh nebo s jinou šířkovou změnou. V souladu s ČSN 73 7507 [9], kap. 11.3.1 se v tunelu neuvažuje s budováním nouzových zálivů (ty se navrhují až od délky 1 500 m).

TUNEL MALETÍN
VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ - RAŽENÝ TUNEL
M 1:50



Obr. 2 Vzorový příčný řez tunelu

Tunel je vybaven nouzovými chodníky min. šířky 1,0 m (viz [9], kap. 7.4.1) s výškou průchozího prostoru min. 2,25 m (viz [9], kap. 8.2.3), oddělený od vozovky obrubníkem výšky 0,07 až 0,12 m (viz [9], kap. 7.4.3).

V tunelu budou navrženy tunelové propojky ve vzájemných vzdálenostech nepřesahujících 300 m (dle [9], kap. 11.6.2).

Před portály budou v souladu s ČSN 73 7507 [9], kap. 11.9 navrženy nástupní plochy pro nástup a soustředění sil a prostředků složek IZS. Předběžně se předpokládá, že pod nástupní plochou u hradeckého portálu bude umístěna nádrž požárního vodovodu (příp. ještě retenční nádrž), pro jejíž zásobování vodou bude v její blízkosti zřízena studna.

6.2 Směrové vedení trasy

Ve studiích a ZP se tunely vykreslují pouze osou dálnice. V DUR je z technologických důvodů nutné tunel rozdělit do dvou protisměrných trub a mezi nimi ponechat horninový pilíř šířky cca 1,5 až 2,0 D⁴. Směrové vedení jednotlivých variant tedy musí být ve stupni DUR zpřesněno (vzájemné odsazení os dálničních pasů je nezbytné), ale z hlediska posuzování změn mezi variantními návrhy A, B a C se principiálně neliší.

6.3 Výškové vedení trasy

Níže je uvedeno výškové řešení tunelu. Délky úseků jsou měřeny včetně hloubených úseků. Údaje jsou seřazeny postupně po směru staničení.

- **Varianta A** (délky měřeny včetně hloubených úseků – celková délka tunelu cca 1265,5 m)
 - cca 211,9 m max. 4,50 % (vrcholový zakružovací oblouk stejnosměrný)
 - cca 330,0 m min. 0,62 % (vrcholový zakružovací oblouk stejnosměrný)
 - cca 723,6 m 0,62 % (v přímé; stoupá ve směru staničení)
- **Varianta B** (délky měřeny včetně hloubených úseků – celková délka tunelu cca 1312,5 m)
 - cca 25,4 m max. 4,50 % (vrcholový zakružovací oblouk stejnosměrný)
 - cca 297,5 m min. 1,00 % (vrcholový zakružovací oblouk)
 - cca 992,6 m 1,00 % (v přímé; stoupá ve směru staničení)
- **Varianta C** (délky měřeny včetně hloubených úseků – celková délka tunelu cca 1415,5 m)
 - cca 122,2 m min. 0,75 % (vrcholový zakružovací oblouk stejnosměrný)
 - cca 663,4 m 0,75 % (v přímé; stoupá ve směru staničení)
 - cca 43,8 m min. 0,75 % (údolnicový zakružovací oblouk stejnosměrný)
 - cca 43,8 m max. 2,00 % (údolnicový zakružovací oblouk stejnosměrný)
 - cca 542,3 m 2,00 % (v přímé; stoupá ve směru staničení)

⁴ D v tomto případě značí průměr výrubu tunelové trouby

6.4 Ražba

Tunel bude ražený konvenčním způsobem dle zásad *NRTM*. Jedná se o cyklický způsob výstavby po jednotlivých záběrech. Základní charakteristikou této metody je využití spolupůsobení horninového masivu v okolí výrubu pro zajištění stability výrubu. Ze statického hlediska jsou rozhodující faktory pro dosažení rovnovážného stavu:

- 1) *IG* parametry horniny;
- 2) plocha výrubu (s vyšší plochou výrubu neúměrně rostou nároky na statické zajištění; větší profily musí být raženy s dělenou čelbou – standardně se provádí horizontální členění, v nepříznivých podmínkách je nutné provádět i vertikální členění čelby);
- 3) tvar výrubu (měl by být oblý, v nepříznivých geologických podmínkách průřez uzavřený protiklenbou);
- 4) hloubka tunelu (ražný tunel by měl být dostatečně hluboko, aby se vytvářela přirozená horninová klenba; se zvyšující se hloubkou sice roste geostatické zatížení, ale obvykle se zlepšují i *IG* parametry hornin – zejm. v prvních metrech až desítkách metrů hloubky);
- 5) výskyt podzemní vody (podzemní voda negativně ovlivňuje výstavbu zejm. u zvětřalých hornin a nesoudržných zemin, kde výrony vody komplikují instalaci ostění a navíc mohou způsobit vznik smykových ploch nebo tvorbu kaveren vyplavením nesoudržného materiálu).

Úkony prováděné v rámci jednoho cyklu prací lze rozdělit do tří základních operací:

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

V případě nepříznivého geologického prostředí (poruchové oblasti, ražby v tlačivých zeminách, výskyt diskontinuit – např. pískových čoček, kaveren, krasových útvarů, starých důlních děl, apod.) nebo při ražbě nad zástavbou citlivou na rozvoj poklesové kotliny **se po několika záběrech navíc provádí preventivní/ochranná stabilizační opatření** (instalace jehlových/mikropilotových deštníků, kotvení čelby, předstihová injektáž nebo injektáž za ostění, zhotovení pilířů z tryskové injektáže po obvodu tunelu příp. i v čelbě). **Tyto doplňková opatření se silně negativně projevují na investičních nákladech a harmonogramu výstavby. Zároveň jejich nasazení nemusí vždy zaručit požadovaný efekt.** V takovém případě je pak nutné zkoušet jejich kombinace, úpravy technologických postupů ražeb, chemického složení injektážních směsí, atp., což může dále prohlubovat zdržení výstavby, navýšení investičních nákladů a zvyšovat rizika spojená s *BOZP* a negativními vlivy na *ŽP*. Proto **pokud je to technicky možné, je vhodné těmto případům předcházet vhodným umístěním trasy zejména ve vtahu ke geologické skladbě podloží, morfologii terénu a okolní zástavbě.**

Pro ražby pomocí observačních metod se provádí návrh tzv. vstrojovacích tříd výrubu. Jedná se o návrh určitého souboru stabilizačních opatření, které se uplatní pro zajištění daného záběru v předpokládaném geologickém prostředí. V ČR se zpravidla vstrojovací třídy značí číslicí 1 až 5 a třída č. 5 se dále dělí na 5a a 5b, s tím, že ražby v optimálním geologickém prostředí spadají do 1. třídy a ražby v nejméně vhodném geologickém prostředí spadají do třídy 5b. V *GTP* (viz [7] a [25]) se pro tunel Maletín doporučují *TTV* 3 až 5b. Nebývá zvykem ve stupni *DUR* *TTV* detailně navrhovat, nicméně pro odhad *IN* a *HMG* prací je jejich hrubý návrh nezbytný. Použití jednotlivých technologických tříd ve všech navrhovaných variantách je uvedeno v *Tab. 2* a *Tab. 3* níže.

Varianta	Varianta A	Varianta B	Varianta C
TTV 3	590,0 m Tm 210,0 – 380,0 Tm 730,0 – 1 150,0	770,0 m Tm 230,0 – 550,0 Tm 750,0 – 1 200,0	853,0 m Tm 130,0 – 180,0 Tm 310,0 – 630,0 Tm 820,0 – 1 303,0
TTV 4	210,0 m Tm 0,0 – 210,0	230,0 m Tm 0,0 – 230,0	450,0 m Tm 0,0 – 130,0 Tm 180,0 – 310,0 Tm 630,0 – 820,0
TTV 5a	–	200,0 m Tm 550,0 – 750,0	–
TTV 5b	350,0 m Tm 380,0 – 730,0	–	–

Tab. 2: Uvažované zastoupení TTV jednotlivých variant v [m] a [Tm]

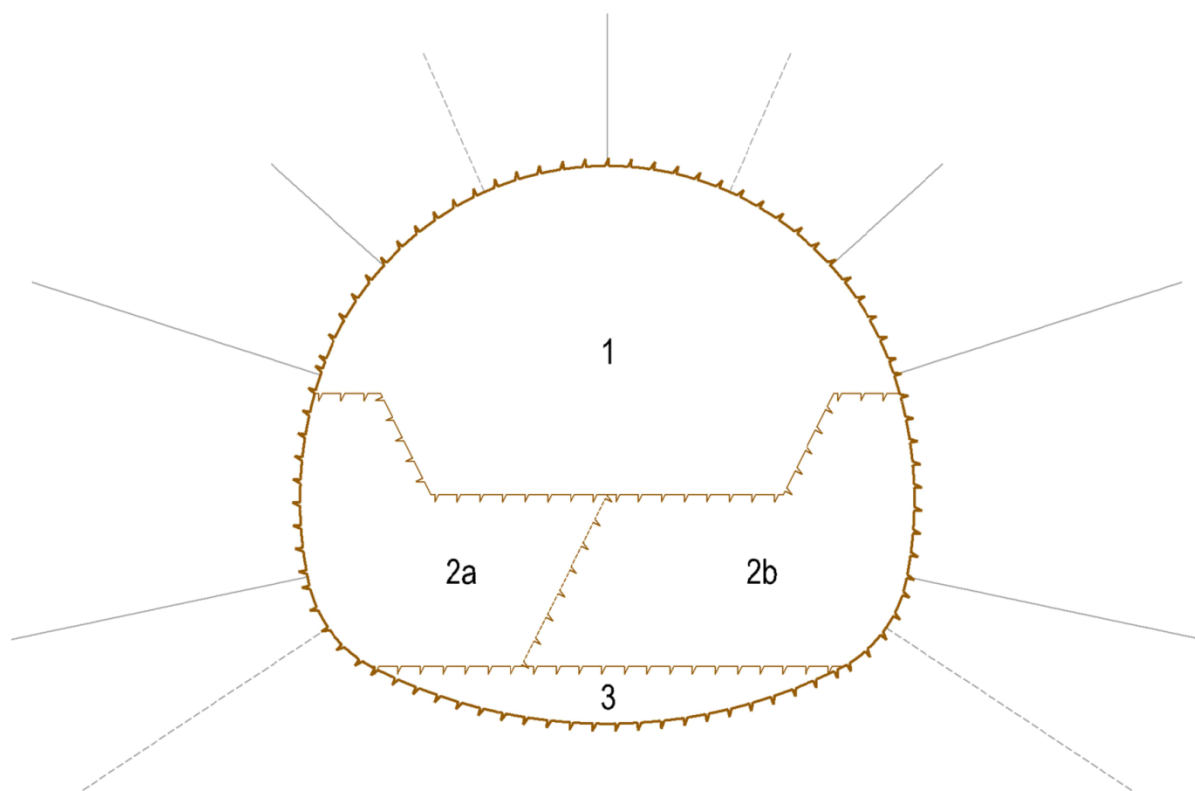
Varianta	Varianta A	Varianta B	Varianta C
TTV 3	51 %	64 %	65 %
TTV 4	18 %	19 %	35 %
TTV 5a	–	17 %	–
TTV 5b	31 %	–	–

Tab. 3: Uvažované procentuální zastoupení TTV u jednotlivých variant

6.5 Technologická třída výrubu č. 3

Třetí technologická třída výrubu je uvažovaná do prostředí zdravých a slabě zvětralých slínovců bělohorského souvrství a do prostředí zdravých a slabě zvětralých pískovců bělohorského souvrství (horniny R2-R3). Předpokládaný způsob ražby a zajištění:

- čelba členěna na kalotu, lávku a dno;
- max. délka záběru v kalotě cca 2,5 m;
- délka záběru lávky do dvojnásobku délky záběru kaloty;
- délka záběru dna bez omezení;
- výška kaloty do 6,5 m;
- mezi kalotou a dnem smí být ponechán pracovní prostor do 150 m;
- primárního ostění ze SB tloušťky cca 200 mm s výztužnou sítí u obou líců a příhradovými oblouky z betonářské výztuže (jeden oblouk na záběr);
- systémové kotvení ostění v oblasti kaloty pomocí horninových svorníků délky cca 3 m a 6 m v rastru cca 5 x 5 m (vystřídane);

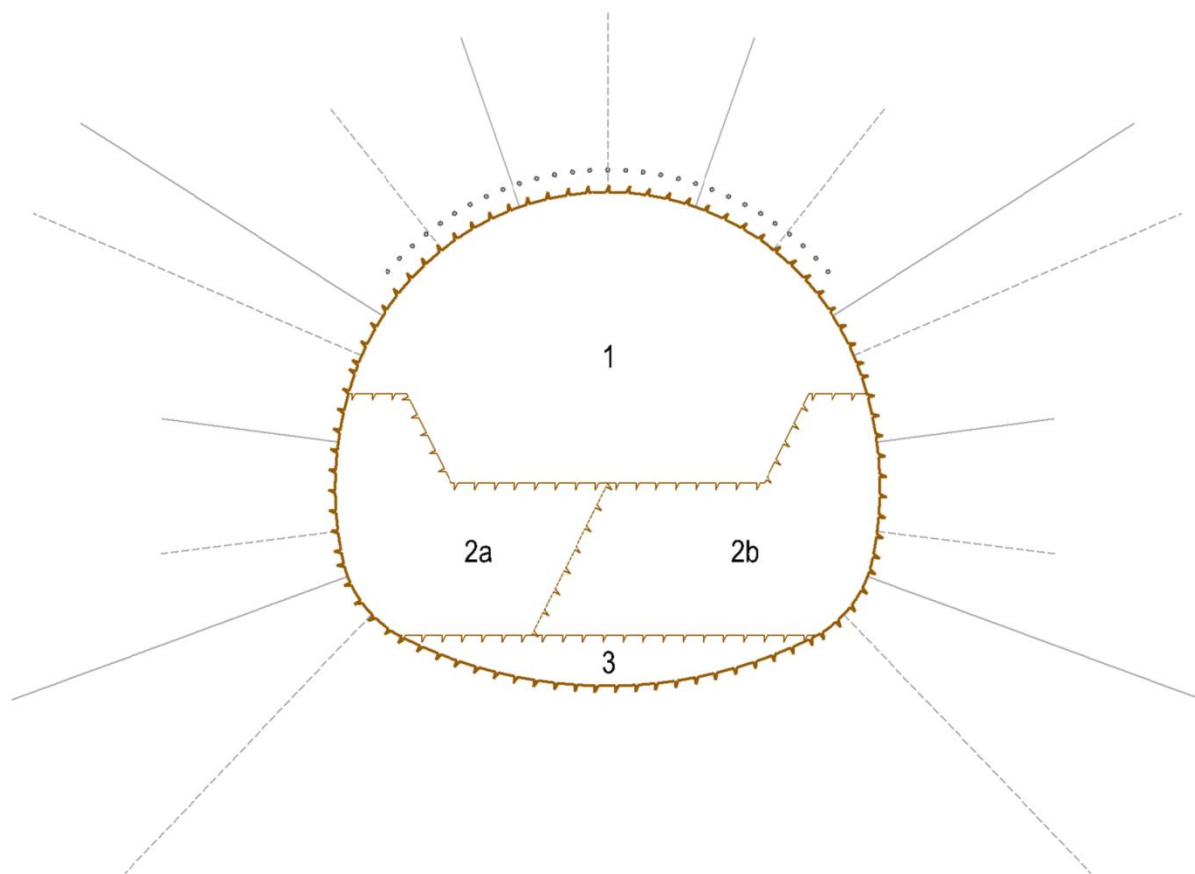


Obr. 3 Schéma zajištění výrubu v TTV 3

6.6 Technologická třída výrubu č. 4

Čtvrtá technologická třída výrubu je uvažovaná do prostředí zvětralých slínovců bělohorského souvrství a do prostředí zvětralých pískovců jizerského a bělohorského souvrství (horniny R3-R4). Předpokládaný způsob ražby a zajištění:

- čelba členěna na kalotu, lávku a dno;
- max. délka záběru v kalotě cca 2,0 m;
- délka záběru lávky do dvojnásobku délky záběru kaloty;
- délka záběru dna bez omezení;
- výška kaloty do 6,5 m;
- mezi kalotou a dnem smí být ponechán pracovní prostor do 150 m;
- primárního ostění ze SB tloušťky cca 250 mm s výztužnou sítí u obou líců a příhradovými oblouky z betonářské výztuže (min. jeden oblouk na záběr);
- systémové kotvení ostění pomocí horninových svorníků délky cca 4 m a 8 m v rastru cca 5 x 5 m (vystřídanež);
- ražba pod ochranou deštníků ze samozávrtných kotev (eventuálně z mikropilot);
- v případě potřeby bude čelba stabilizována pomocí sklolaminátových kotev.

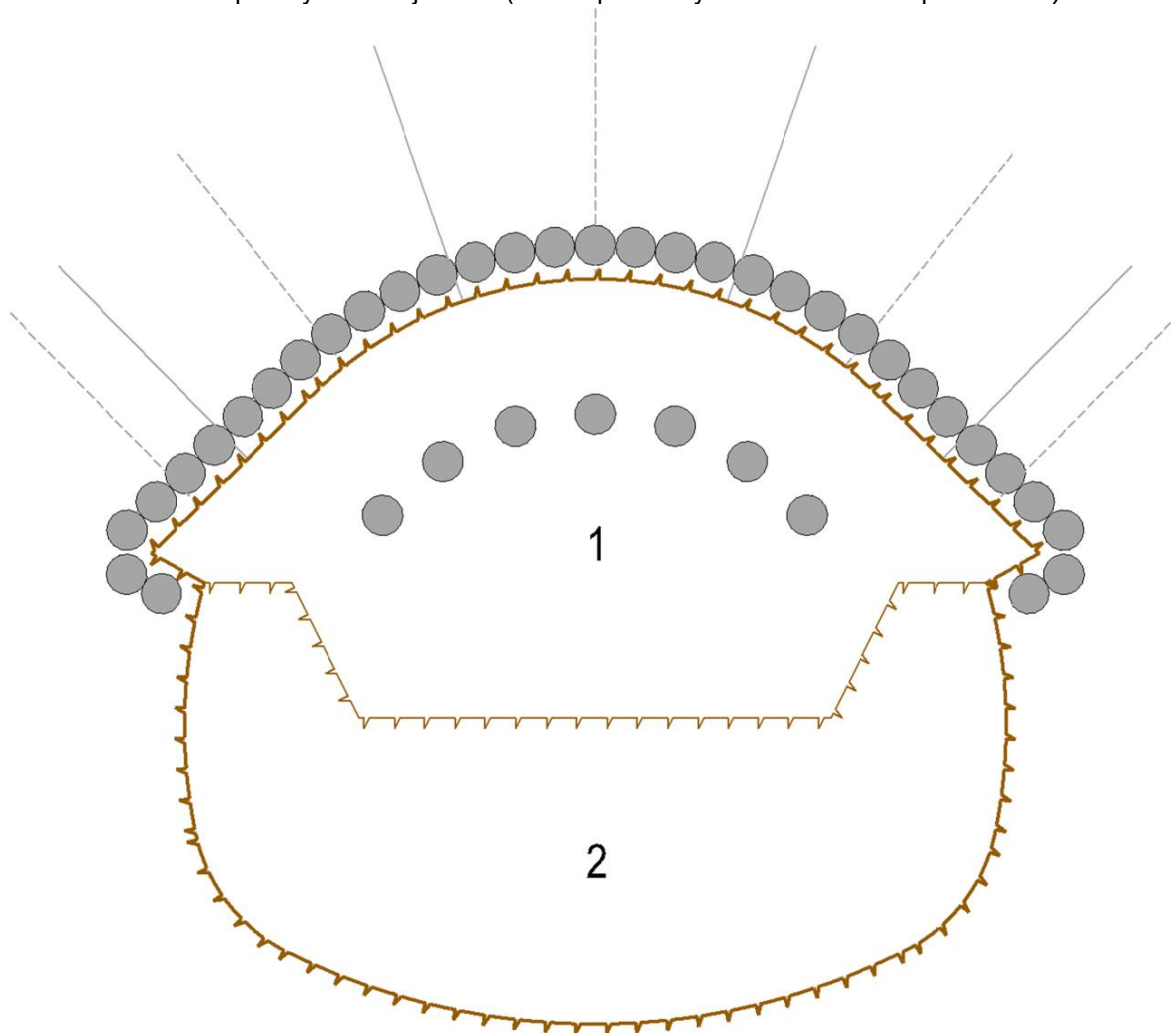


Obr. 4 Schéma zajištění výrubu v TTV 4

6.7 Technologická třída výrubu č. 5a

TTV 5a je uvažovaná pro ražbu s nízkým nadložím do prostředí mírně až velmi zvětralých slínovců bělohorského souvrství a do prostředí prachovitých slabě zvětralých pískovců jizerského souvrství (horniny R4-R5). Předpokládaný způsob ražby a zajištění:

- čelba členěna na kalotu a dno;
- max. délka záběru v kalotě cca 1,25 m;
- délka záběru dna do dvojnásobku délky záběru kaloty;
- výška kaloty do 6,5 m;
- mezi kalotou a dnem smí být ponechán pracovní prostor do 150 m;
- primárního ostění ze SB tloušťky cca 300 mm s výztužnou sítí u obou líců a příhradovými oblouky z betonářské výztuže (jeden oblouk na záběr);
- systémové kotvení ostění kaloty pomocí samozávrtných kotev délky cca 4 m a 8 m v rastru cca 5 x 5 m (vystřídane);
- ražba pod ochranou deštníků z tryskové injektáže;
- vytváří se rozšířené paty klenby kaloty (šířka rozšíření 900 mm, celková šířka 1 200 mm);
- čelba stabilizována pomocí sloupců tryskové injektáže a sklolaminátových kotev osazených v osách sloupců tryskové injektáže (v silně porušených oblastech také pomocí SB).

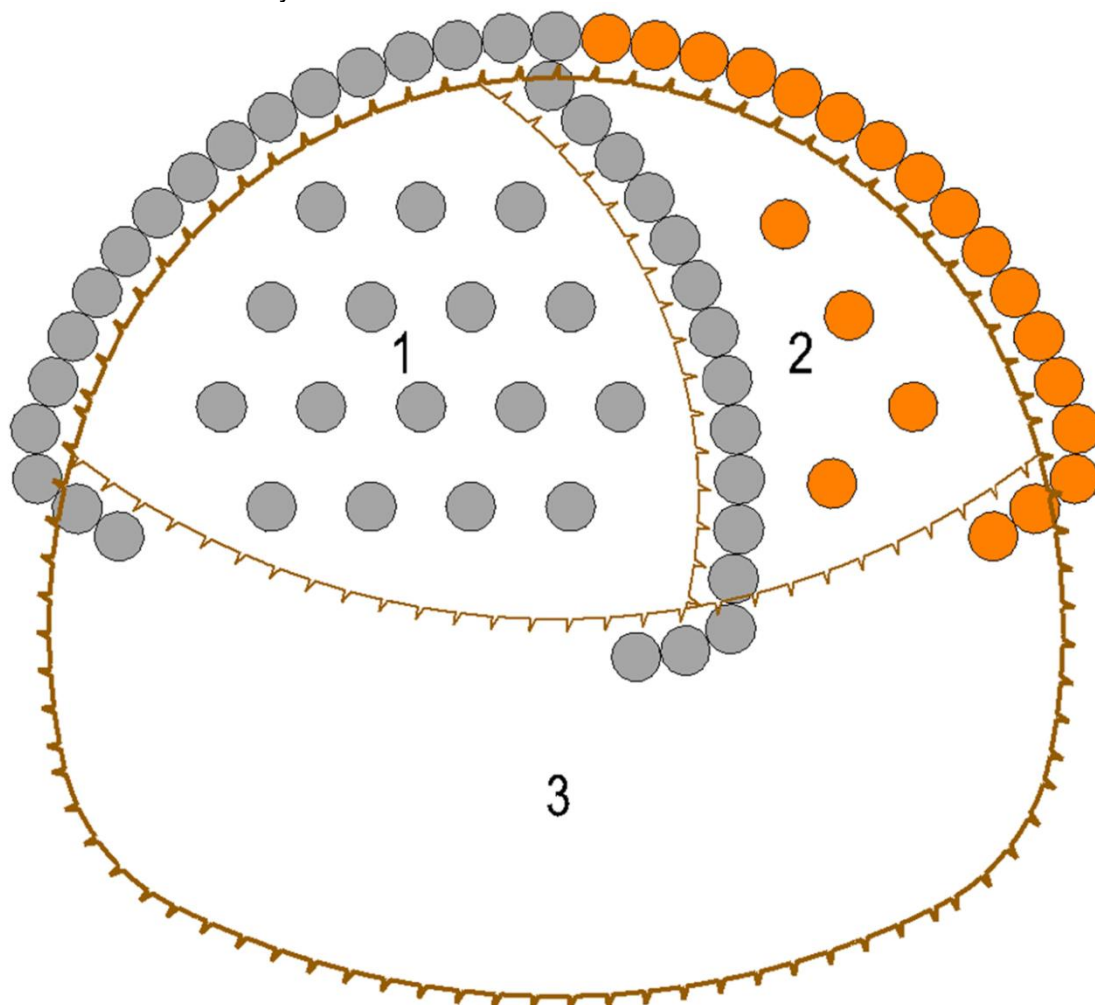


Obr. 5 Schéma zajištění výrubu v TTV 5a

6.8 Technologická třída výrubu č. 5b

TTV 5b je uvažovaná pro ražbu s nízkým nadložím bez dostatečné horninové klenby v prostředí mírně zvětralých slínovců bělohorského souvrství (horniny R4-R5) a do prostředí prachovitých mírně zvětralých pískovců jizerského souvrství (horniny R5). Předpokládaný způsob ražby a zajištění:

- čelba členěna na boční předrážku, kalotu a dno;
- max. délka záběru boční předrážky a kaloty cca 1,0 m;
- délka záběru dna do dvojnásobku délky záběru kaloty;
- výška kaloty do 6,5 m;
- dno boční předrážky a kaloty musí být uzavíráno dočasnou klenbou, z toho důvodu může být boční předrážka ražena s libovolným odstupem od kaloty a kalota může být ražena s libovolným odstupem od lávky;
- primární ostění ze SB tloušťky cca 350 mm s výztužnou sítí u obou líců a příhradovými oblouky z betonářské výztuže (jeden oblouk na záběr kaloty);
- dočasná protiklenba ze SB tloušťky cca 300 mm s výztužnou sítí u obou líců a příhradovými oblouky z betonářské výztuže (jeden oblouk na záběr kaloty);
- systémové kotvení se neprovádí;
- ražba pod ochranou deštníků z tryskové injektáže;
- čelba stabilizována pomocí stříkaného betonu, sloupců tryskové injektáže a sklolaminátových kotev.



Obr. 6 Schéma zajištění výrubu v TTV 5b

6.9 Hydroizolace

Tunelové ostění je dvouplášťové s mezilehlou hydroizolační fólií. V době ražeb bude případná podzemní voda v okolí výrubu odváděna pomocí dočasných stavebních drenáží k hradeckému portálu. Zde bude jímána do retenčních nádrží a používána pro potřeby stavby. Případný přebytek vody bude před navrácením do vodního recipientu kontrolován a upravován (usazovací nádrže, odlučovače ropných látek, apod.).

Z důvodů snahy o minimální ovlivnění režimu podzemních vod SO tunelu Maletín, se předpokládá návrh uzavřeného hydroizolačního systému doplněného navíc o návrh systému těsnících clon eliminujících migraci podzemních vod rozrušenou horninou podél tunelu. Z hlediska vlivu stavby na HPV lze stavbu rozdělit do následujících fází:

- 1) Ražba tunelu – během ražby bude naražená voda odváděna k hradeckému portálu pomocí stavebních drenáží (dovrchní ražba).
- 2) Zhotovení těsnících clon – v předem definovaných místech budou po obvodu výrubu provedeny injektážní vrty a následně provedena injektáž rozvolněné horniny.
- 3) Položení dočasné drenáže ve dně tunelu (prostor vně fólie musí být odvodněn do doby, než bude provedeno sekundární ostění v pevnosti dostatečné pro vzdorování hydrostatickému tlaku) a následná instalace hydroizolační fólie po obvodu výrubu (provádí se po úsecích).
- 4) Betonáž sekundárního ostění tunelu.
- 5) Utěsnění dočasného drenážního potrubí ve dně tunelu na vnější straně hydroizolační fólie – po utěsnění drenážního potrubí přestávají působit drenážní účinky tunelu a dochází k postupnému nastoupení podzemní vody. V této fázi už musí mít beton sekundárního ostění 28-denní pevnost, aby mohl bezpečně vzdorovat hydrostatickému tlaku vody, který na něho začíná působit vlivem stoupající HPV.

Tato ochranná opatření by měla zajistit navrácení vodního režimu přibližně do původního stavu během pár měsíců až několika málo let po dokončení stavby. Úspěšnost těchto opatření a rychlost obnovení původního stavu je kromě lokálních podmínek (skladba a IG vlastnosti podloží, stratifikace, množství diskontinuit, režim podzemních vod, vydatnost srážek v daném období, apod.) dána i precizností provedení (šetrné provádění ražeb bez nadměrného rozvolňování horninového masivu a zbytečných nadvýrubů, důkladná injektáž těsnících clon,...).

Snahou projektanta je ovlivnit režim podzemních vod co nejméně. V době výstavby se nelze drenážními účinkům ražeb příliš účinně bránit, lze ale navrhnout opatření, která budou eliminovat ovlivnění režimu podzemních vod po dokončení stavby. Ve všech variantách je proto uvažováno s uzavřeným hydroizolačním systémem, který spočívá v návrhu hydroizolační fólie po celém obvodu tunelových tubusů. Do počvy tunelu se pak neumísťuje rubové drenážní potrubí a tak by tunel neměl sám o sobě odvodňovat území.

Aby nedocházelo k migraci vody podél tunelového ostění (puklinovým způsobem v hornině rozrušené trhacími pracemi), projektant dále navrhuje těsnící clony v místech přírodních izolantů (slínovce bělohorského souvrství, jílovité pískovce jizerského souvrství) mezi portálem a jednotlivými vodními kolektory. Vodní režim by se tak měl po dokončení stavby navrátit přibližně do původního stavu.

Kombinace uzavřeného hydroizolačního systému a těsnících clon je nejspolehlivější technické řešení, které lze v daném případě udělat. Ani v tomto případě ale nelze dát 100% garanci. Obdobné řešení bylo použito např. při ražbě Úhlavského kanalizačního sběrače v Plzni. Při této stavbě došlo během ražeb k poklesu hladiny podzemní vody a následné ztrátě vody ve studních. Po realizaci těsnících clon došlo k nastoupení vody dokonce nad původní úroveň.

Drenážní účinky během výstavby lze teoreticky redukovat použitím vysokotlaké injektáže ve formě výplňové injektáže puklin. Takovéto technické řešení s sebou ovšem nese řadu rizik, protože předem nelze přesně určit dosah, účinnost ani objem potřebné injektážní směsi. S nasazením vysokotlaké injektáže proto není uvažováno.

Navržená technická opatření nemusí být tak účinná, ale jsou výrazně šetrnější než vysokotlaká těsnící injektáž, která by sice minimalizovali drenážní efekt tunelu a to i během výstavby, ale reálně by hrozilo nenávratné přerušení přírodních podzemních kolektorů a vytvoření nového režimu podzemních vod.

6.10 Varianta A

Varianta A představuje technické řešení převzaté z dokumentace EIA [5]. Jedná se o variantu řešení tunelu s nízkým nadložím (střední úsek bez horninového nadloží).

6.10.1 Geologická skladba v trase tunelu

Tunel prochází pod dvěma hřbety tvořenými převážně slínovci a v menší míře vápnitými pískovci. Slínovce i pískovce jsou převážně zdravé nebo mírně zvětralé, ale v okrajových polohách vykazují velkou hustotu diskontinuit.

Ve střední části trasy tunel podchází údolí. Koruna tunelu se zde blíží povrchu a do kaloty tunelu zasahuje štěrková vrstva (naprostá absence skalního nadloží). Čelba prochází velmi zvětralými slínovci místy až charakteru jílu (viz [21], [25] a [26]). Postupně se tunel dostává do oblasti zvětralých měkkých pískovců (R5) s jílovou vrstvou v nadloží. Z jádrového výnosu [22] je patrné, že pískovec je silně nekomaktní (prakticky nulový jádrový výnos v celém rozsahu čelby i nadloží).

Stavba by neměla významně ovlivnit režim podzemních vod, neboť je niveleta vedena v celé délce vysoko nad ustálenou HPV. Vzhledem k zasažení štěrkové povrchové vrstvy kalotou tunelu je ovšem nutné počítat s dočasným úplným oddrénováním této povrchové štěrkové vrstvy v nadloží, což může mít za následek vysychání údolí v době výstavby podzemního díla. S ohledem na návrh kombinace uzavřeného hydroizolačního systému a těsnících clon se předpokládá, že drenážní účinky tunelu na nadloží po dokončení stavby pominou.

6.10.2 Výhody technického řešení varianty A

- nejkratší délka tunelu (při porovnání s Variantou B a C);
- minimální rizika ovlivnění režimu podzemních vod.

6.10.3 Nevýhody technického řešení varianty A

- část tunelu ražena bez horninového nadloží (kalota zasahuje do štěrkové vrstvy – viz jádrový vrt PJ47 [21], [25] a [26]), z toho vyplývá:
 - ⇒ riziko vzniku mimořádných událostí během výstavby (vykomínování, rizika spojené s BOZP);
 - ⇒ velmi pravděpodobně dojde k dočasnému odvodnění údolí (vysychání území);
 - ⇒ výše uvedené negativa souvisí s rizikem negativního vlivu na faunu v podcházeném údolí (dle dokumentace EIA [4], [27] se jedná o zoologicky významnou lokalitu);
- část tunelu ražena v prostředí zvětralých prachovitých pískovců (viz jádrový vrt HJ48 [22], [25] a [26]), z toho vyplývá:
 - ⇒ riziko vzniku mimořádných událostí během výstavby (komplikované zajištění stability stěn a čelby, rizika spojená s BOZP);
 - ⇒ nutnost nasazení preventivních stabilizačních opatření způsobuje růst investičních nákladů (viz kap. 8) a časové náročnosti výstavby (viz kap. 9);
- nejméně výhodné z pohledu dopravního řešení (návrh dálnice bez stoupacího pruhu je na samotné hraně normových požadavků).

6.11 Varianta B

Varianta B představuje technický návrh, kde došlo ke snížení nivelety v krajní hodnotě přibližně o 6 m oproti Variantě A. Úprava nivelety byla provedena tak, aby se počva tunelu dostala těsně nad predikovanou hranici HPV v oblasti vrtu KJ45. Při tomto řešení je dosaženo vyššího nadloží a o něco

příznivějších geologických poměrů než je u *Varianty A*. Kalota tunelu ve *Variantě B* už nezasahuje do štěrkových pokryvných útvarů, ale tunel stále prochází oblastmi silně zvětralých jílových pískovců. Z hlediska podzemní vody, je tato varianta nejvýhodnější, neboť nezasahuje do ustálené hladiny zjištěné *IGP* a zároveň nižší položení tunelu bude vykazovat menší riziko ovlivnění přirozené saturace zeminy v nadloží vsakováním srážkových vod.

6.11.1 Výhody technického řešení varianty B

- nízká rizika spojená s ovlivněním režimu podzemních vod (tunel veden nad zastiženou *HPV*)
- kalota tunelu nezasahuje do štěrkové vrstvy
 - ⇒ výrazně příznivější z pohledu *BOZP* během výstavby;
 - ⇒ nižší rizika spojená s vysoušením území nad tunelem oproti *Variantě A* (tunel sice bude během výstavby vykazovat drenážní účinky, ale jejich přímý vliv na flóru v nadloží bude snížený díky vyšší mocnosti nadloží).

6.11.2 Nevýhody technického řešení varianty B

- část tunelu ražena v prostředí zvětralých prachovitých pískovců (viz jádrový vrt HJ48 [22], [25] a [26]), z toho vyplývá:
 - ⇒ riziko vzniku mimořádných událostí během výstavby (komplikované zajištění stability stěn a čelby, rizika spojená s *BOZP*);
 - ⇒ nutnost nasazení preventivních stabilizačních opatření způsobuje růst investičních nákladů (viz kap. 8) a časové náročnosti výstavby (viz kap. 9).

6.12 Varianta C

Varianta C představuje technický návrh, kde došlo ke snížení nivelety do optimální polohy ve vztahu ke geologické skladbě podloží. V praxi to znamenala snížení nivelety v krajní hodnotě až o 18 m. Tato varianta minimalizuje rizika spojená s ražbou tunelu ve zvětralém horninovém prostředí. Nadloží tunelu dosahuje v celé délce dostatečné mocnosti. Při této variantě je nutné počítat lokálně s velkými přítoky podzemní vody do výrubu a s dočasným snížením *HPV* během výstavby, kdy bude výrub fungovat jako podélný drén.

6.12.1 Výhody technického řešení varianty C

- ražba je prováděna s dostatečným nadložím a ve výrazně příznivějším geologickém prostředí, než *Varianta A* a *B*;
 - ⇒ není nutné realizovat deštníky a pilíře z tryskové injektáže pro stabilizaci čelby (zrychlení výstavby, snížení *IN* na vystrojení výrubu).
- tunel je nejdelší při porovnání všech tří variant – pozitivní vliv z hlediska *ŽP* (menší ovlivnění okolí liniové stavby, rozsáhlejší migrační trasy).

6.12.2 Nevýhody technického řešení varianty C

- tunel je nejdelší při porovnání všech tří variant - negativní vliv na *IN*;
- tunel částečně zasahuje pod *HPV*, z toho vyplývá:
 - ⇒ riziko ovlivnění režimu podzemních vod (s ohledem na navržená opatření se předpokládá pouze dočasné ovlivnění);
 - ⇒ přítomnost *HPV* znesnadňuje ražbu tunelu.

7 Vztah navrhovaných změn k dokumentaci EIA

Byla provedena rešerše požadavků dokumentace EIA vztahujících se ke SO tunelu Maletín. Tato kapitola poskytuje přehled těchto požadavků se stručným komentářem vlivu navržených změn v rámci variantních řešení B a C k těmto požadavkům schválené dokumentace EIA.

7.1 EIA – Textová část [1]

7.1.1 EIA – Textová část [1], kap. B.I.6, Směrové poměry:

„Část zalesněného terénního zlomu mezi vrchy Bučina a Vysoký západně od Maletína je vedena v tunelu délky 100 m, který je v podélném spádu 0,62 %. Podélné spády nivelety jsou navrženy v rozmezí 0,51 % - 4,5 %.“

Principiálně se nic nemění, číselné údaje budou v rámci DUR upřesněna bez ohledu na vybranou variantu. Přibližné délky tunelu jsou uvedeny v Tab. 1 na str. 17. Předpokládané sklonové poměry jsou popsány v kap. 6.3 na str. 18.

7.1.2 EIA – Textová část [1], kap. B.I.6, Tunely:

„Mezi km 93,190-94,290 je tunelem Maletín délky 1100 m přeokonaván terénní hřbet výšky cca 85 m. Tunel je v podélném spádu 0,62 % a ve směrovém oblouku o poloměru 2 250 m. Tunel bude v provozu jako čtypruhový tj. dvoupruhový v jednom směru. Přípustná rychlost v tunelu je stanovena na 80 km/hod.“

V dokumentaci EIA je pod pojmem délka tunelu myšlena jeho ražená část. V současnosti je uvažováno s délkami přibližně 1 150,0 m ve Variantě A, 1 200,0 m ve Variantě B a 1 300 m ve Variantě C (podrobnější informace o uvažovaných délkách jsou uvedeny v Tab. 1 na str. 17). Ve všech třech případech se v tuto chvíli jedná pouze o přibližné délky, protože zatím nebylo provedeno přesné osazení do terénu.

Na finální délku tunelu bude kromě přesného osazení do terénu vliv i volba délky betonážních bloků (bude stanovena v DSP / PDSP, příp. upravena v RDS) sekundárního ostění, požadavky správce stavby nebo HZS na vzájemné odsazení portálových bloků, požadavky třetích stran (např. ve vztahu ke krajinnému rázu), příp. další požadavky (např. požadavek na zajištění dostatečného prostoru před portálem pro umístění PTO, apod.). Délka uváděná ve Studii [5] (příp. ZP [8]) je proto vždy pouze přibližná a v rámci jednotlivých stupňů projektové přípravy dochází k jejímu postupnému zpřesňování.

Sklonové a směrové poměry se v jednotlivých variantách mírně liší (nalezení optimálního směrového a výškového vedení trasy je jedním z hlavních smyslů projekčního stupně DUR), principiálně se ale na návrhu nic nemění.

Na žádost investora je v současnosti uvažováno s přípustnou rychlostí 100 km/hod. Požadavek vychází z přehodnocování praxe omezování rychlosti v současně provozovaných tunelech (tunely Valík, Klimkovice, Panenská, Lochkovský a Komořanský). Tato úprava nemá vliv na návrh stavebního řešení tunelu (to se navrhuje na 130 km/hod bez ohledu na maximální povolenou provozovanou rychlost) a projeví se pouze na návrhu technologického vybavení tunelu (zejm. osvětlení a ventilace).

7.1.3 EIA – Textová část [1], kap. B.I.6, Tabulka 13: Plochy vozovek:

Hlavní trasa	
Staré Město – Maletín (km 91,100 – 98,500)	7 400 m
Odpočet mostů na D35 ⁵	845 m
Tunel Maletín	1 100 m
Délka vozovky	5 445 m
Plocha vozovky	117 068 m ²

Tab. 4: Výňatek z tabulky 13 dokumentace EIA, Textová část, kap. B.I.6 [1]

Varianta	Varianta A	Varianta B	Varianta C
Staré Město – Maletín ⁶	7400 m	7400 m	7400 m
Odpočet mostů na D35	1082 m	1127 m	1073 m
Tunel Maletín	1265,5 m	1312,5 m	1415,5 m
Délka vozovky	5052,5 m	4957,5 m	4911,5 m
Plocha vozovky	108 629 m ²	106 587 m ²	105 598 m ²

Tab. 5: Plochy vozovek v navrhovaných variantách technického řešení

7.1.4 EIA – Textová část [1], kap. B.I.6, Box 1: Zač. trasy (km 91,1) – Maletín:

„Dále trasa pokračuje do lesního komplexu mezi vrchy Bučina a Vysoký (obr.2 – pohled z MÚK dále do trasy směrem k lesnímu komplexu), v km 93,19-94,29 je trasa vedena v tunelu, který přechází na most (obr.3 – místo přemostění).“

Z hlediska osazení portálů je u Varianta B trvalý hradecký portál předsazený oproti Varianty A o cca 31,6 m (umístění o 3,4 m níže) a olomoucký portál je odsazený o 18,4 m (umístění o 3,6 m níže).

U Varianta C trvalý hradecký portál předsazený oproti Varianty A o cca 138,4 m (umístění o 11,4 m níže) a olomoucký portál je odsazený o 11,6 m (umístění o 9,5 m níže).

Navržené úpravy vedou na prodloužení tunelu a jeho zahloubení do terénu, což by mělo mít mimo jiné pozitivní vliv na migrační trasy, krajinný ráz a hlukovou studii.

Z pohledu dotčeného území nejsou navržené změny zásadní, protože se nemění směrové vedení osy dálnice a dochází pouze k lokálnímu zahlubování trasy.

7.1.5 EIA – Textová část [1], kap. B.II.2 Voda:

„Posuzovaný záměr nepředstavuje významné zatížení životního prostředí z hlediska odběru vody ani v období výstavby ani během provozu.“

Viz komentář níže.

7.1.6 EIA – Textová část [1], kap. B.II.2 Voda, Období výstavby:

„V období výstavby se nepředpokládají vyšší nároky na vodu, než jaké odpovídají danému typu stavby.“

⁵ Zde uvedená hodnota celkové délky mostů 845 m je neaktuální a odpovídá hodnotě z průvodní zprávy TS kap. 8.1, kde je chybná délka mostu SO 206 (nyní SO 205) 270 m. Při opravě této délky na 520 m (mostu v km 95,955 přes silnici III/31518 podle podélného profilu), vychází součet 1 095 m, ze kterého by se mělo správně vycházet.

⁶ současný návrh pracuje s lokálním staničením

„Pro období výstavby se předpokládá, že bude k dispozici pitná voda ze stávajících odběrných míst pitné vody v dotčeném k. ú., popř. bude zajištěna distirubce balené vody. V případě napojení na stávající vodovodní řad budou podmínky odběru dohodnuty se správci vodovodních a kanalizačních sítí. Při realizaci bude potřebné pouze malé množství pitné vody. Voda pro technologické procesy bude zajištěna dodavatelem stavby, který také upřesní zdroje vody a potřebné množství.“

„Pro výstavbu bude v případě potřeby provedeno napojení na veřejný vodovod, bude osazeno měřidlo spotřeby vody podle pokynů správce vodovodu. Voda bude použita pro sociální zařízení stavby případně pro kropení při stavebních pracích. Upřesnění bude provedeno po stanovení dodavatele a zjištění jeho potřeb.“

„Orientačně lze potřebu vody vyčíslit následovně:

- pitná voda: potřeba vody se stanovuje následovně
pro pití pracovníků: 5 l/osoba/směna
pro mytí pracovníků: 120 l/osoba/směna*
- technologická voda: používá se pro výrobu betonových směsí, ošetřování betonu, kropení stavby atd. Nepředpokládá se kapacitně významný odběr pro danou lokalitu. Betonová směs bude na stavenišť převážně dopravována v domíchávačích, ostatní provozní voda může být pokryta dovozem v cisternách.“*

Dle informací hlavního inženýra projektu, v dané lokalitě není žádný vodovod k dispozici. Voda bude muset být proto buď čerpána z navrtané studny, nebo dovážena.

Z hlediska potřeb stavby se nejvíce vody využívá pro vodní výplach při produkční vrtu trhacích prací, vrtu pro systémové kotvy a horninové svorníky a vrtu pro deštníky. Orientační lze vyčíslit:

- lafeta spotřebuje cca 4 l/s (rychlost vrtání 2 m/min);
- produkční vrtu na trhací práce spotřebují mezi 25 a 100 m³ vody na jeden záběr;
- jeden prstenec systémového kotvení cca 10 až 15 m³ (rychlost ražby cca 2 až 3 záběry/den);
- jehlový deštník cca 20 až 70 m³.

7.1.7 EIA – Textová část [1], kap. B.II.2 Voda, Období provozu:

„Pro provoz záměru bude zapotřebí minimální množství vody (kropení, mytí vozovky), které bude zajišťováno správcem komunikace. V následném období běžného provozu stoupne úměrně k rozšíření vozovky spotřeba vody na přípravu směsí pro zimní údržbu dálnice. Zdroje pro odběr této vody včetně povolení vodoprávního orgánu zajišťuje příslušné středisko správy a údržby silnic.“

Dle informací hlavního inženýra projektu, v dané lokalitě není žádný vodovod k dispozici. Proto se předpokládá návrh studny u hradeckého portálu, která poslouží k zásobování požární a technologické nádrže. Předpokládaný objem požární nádrže:

- voda pro hašení 220 m³ (dle ČSN 73 7507 [9], kap. 13.4.6: $2 \times 15 \times 60 \times 120 / 1000 = 216 \text{ m}^3$)
- provozní voda (mytí tunelu, WC, apod.) 60 m³;
- minimální objem nádrže cca 280 m³;
- v případě, že vodovod nebude mít požadovanou vydatnost (dle ČSN 73 0873 [9], kap. 5.11 nemá být doba plnění na předepsané množství vody v nádrži, tvořící odběrné místo, po jejím vyčerpání, delší než 36 hodin), bude muset být nádrž zvětšena o příslušnou rezervu (pravděpodobně řešeno druhou – retenční nádrží o objemu do 220 m³).

U olomouckého portálu bude zřízena nádrž pro provozní vodu o objemu cca 60 m³ (zásobována pravděpodobně přes požární vodovod ze studny u hradeckého portálu).

Předpokládá se uplatnění tohoto technického řešení bez ohledu na vybranou variantu.

7.2 EIA – Příloha č. 5:, Hydrologické posouzení [2]

7.2.1 EIA – Př.5 [2], kap. 3.2.7.: Hodnocení vlivu záměru na PV a vodní zdroje

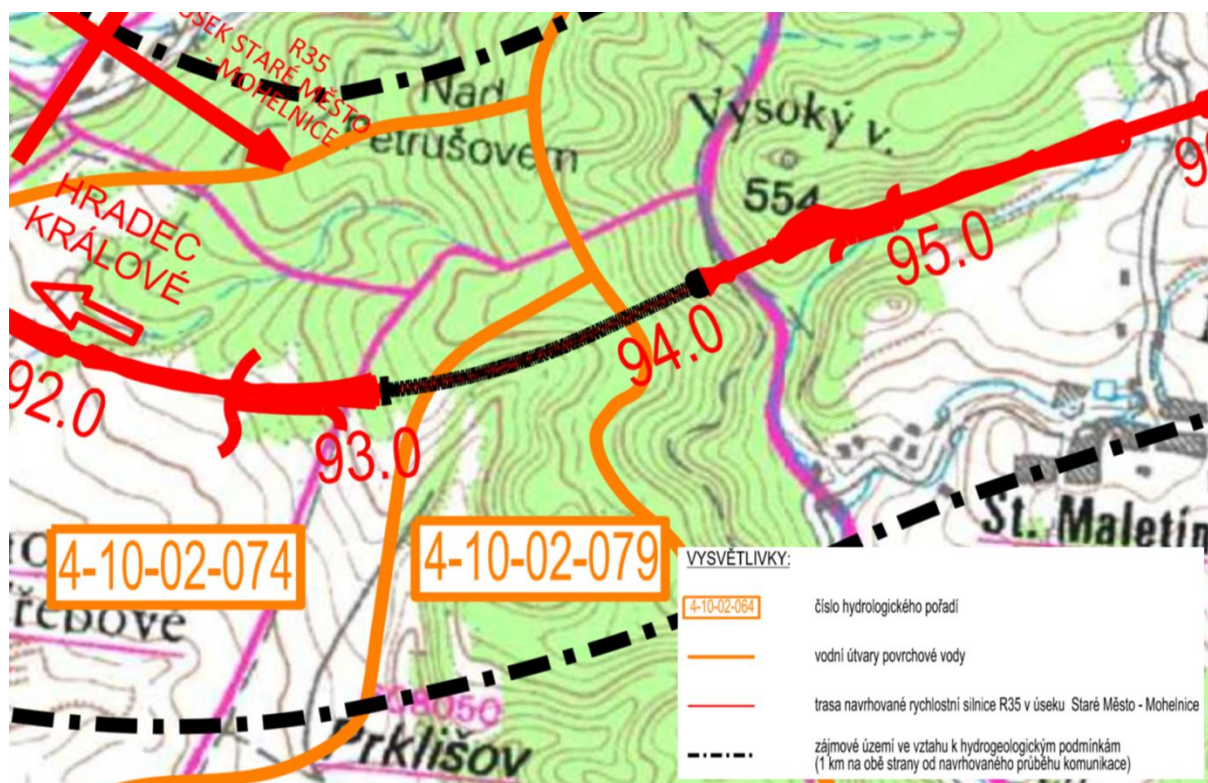
„Těleso dálniční komunikace může v určitých úsecích znamenat zásah do režimu proudění podzemních vod.“

„Místa možného ovlivnění povrchových vod jsou křížení trasy D35 s vodními toky a erozními údolími. Potenciálně zranitelná místa podzemních vod z hlediska jakosti jsou především tam, kde je horninové prostředí tvořeno dobře propustnými sedimenty (např. terasovými štěrky, střednoturonskými vápnitými pískovci) bez stropního izolátu (např. ve formě svrchnoturonských slínovců, kvartérních spraší apod.).“

„Za zranitelnější lze považovat také pásma poruchových linií, kde bývá horninové prostředí rozpuštěno a zvyšuje se transmisivita prostředí.“

„Za potenciálně nebezpečné lze označit látky, které mohou ohrozit jakost vod a zdravotní nezávadnost pitných vod. V případě provozu dálnice jsou nebezpečné zejména ropné produkty – maziva a pohonné hmoty a sodné a chloridové ionty uvolňující se při solení vozovky. Přítomnost jiných typů látek nelze předem odhadnout.“

„Z hlediska identifikace vodních útvarů povrchových vod je vyčleněno celkem 11 bilančních jednotek (viz příloha č. 47: Pozice komunikace ve vztahu k vodním útvarům povrchové vody) a z hlediska identifikace vodních útvarů podzemních vod 5 skupin kolektorských hornin (viz příloha č. 5⁸: pozice komunikace ve vztahu k vodním útvarům podzemní vody). Pro lepší názornost ze strany možného ohrožení kvality, případně režimu vodních útvarů jsou v příloze č. 9⁹ rizikové úseky vyznačeny barevně. Zeleně jsou značeny místa zvýšeného nebezpečí kvantitativní změny režimu zatížených vod, červená barva dokládá rizikové úseky vzhledem ke kvalitě vodních útvarů.“

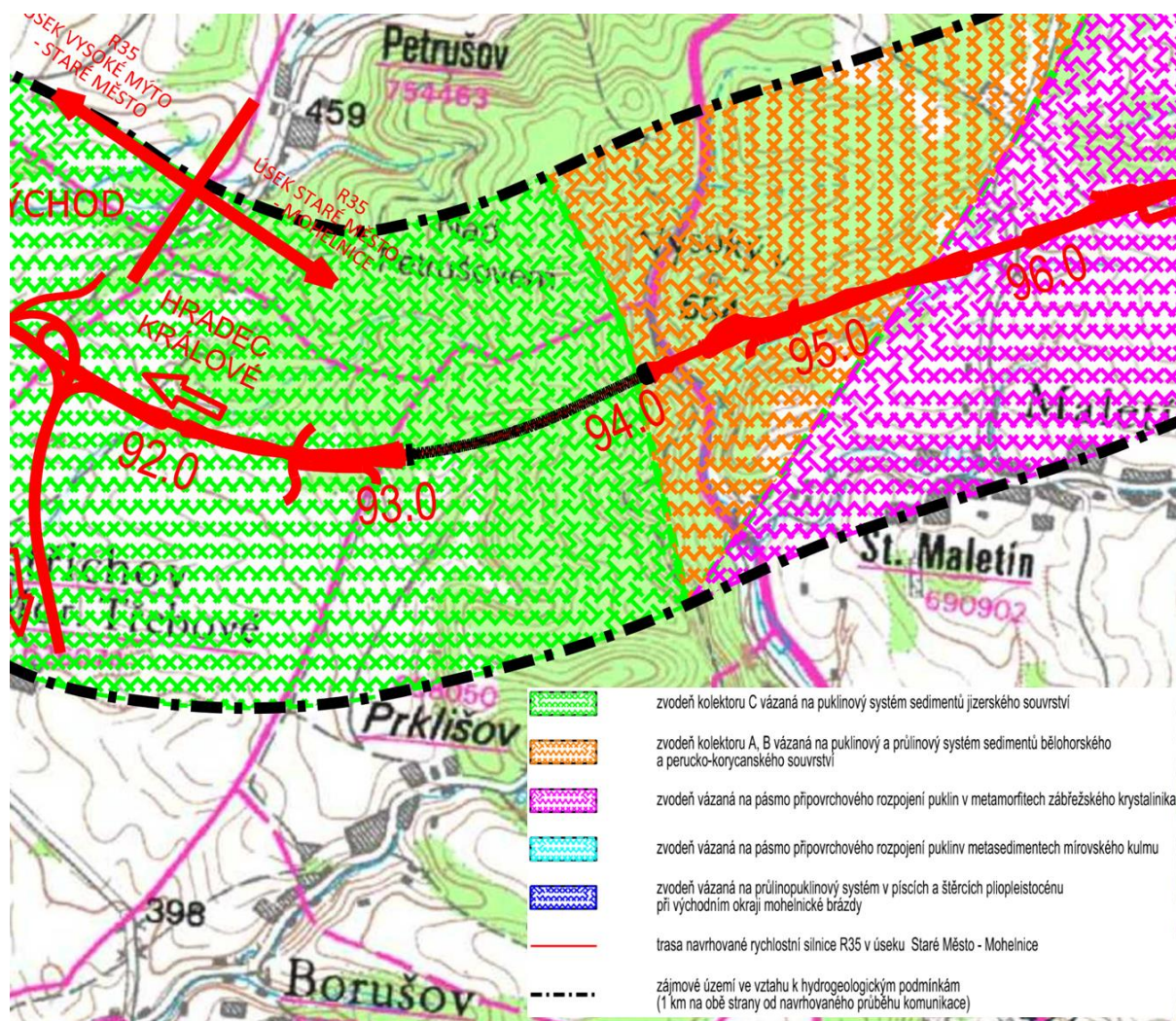


Obr. 7 Výřez z EIA [2], Přílohy č. 4 k hydrologickému posouzení (Odp. řeš. RNDr. S. Šeda, EVERNIA s.r.o.)

⁷ Výřez zájmové oblasti z této přílohy – viz Obr. 7 na str.26

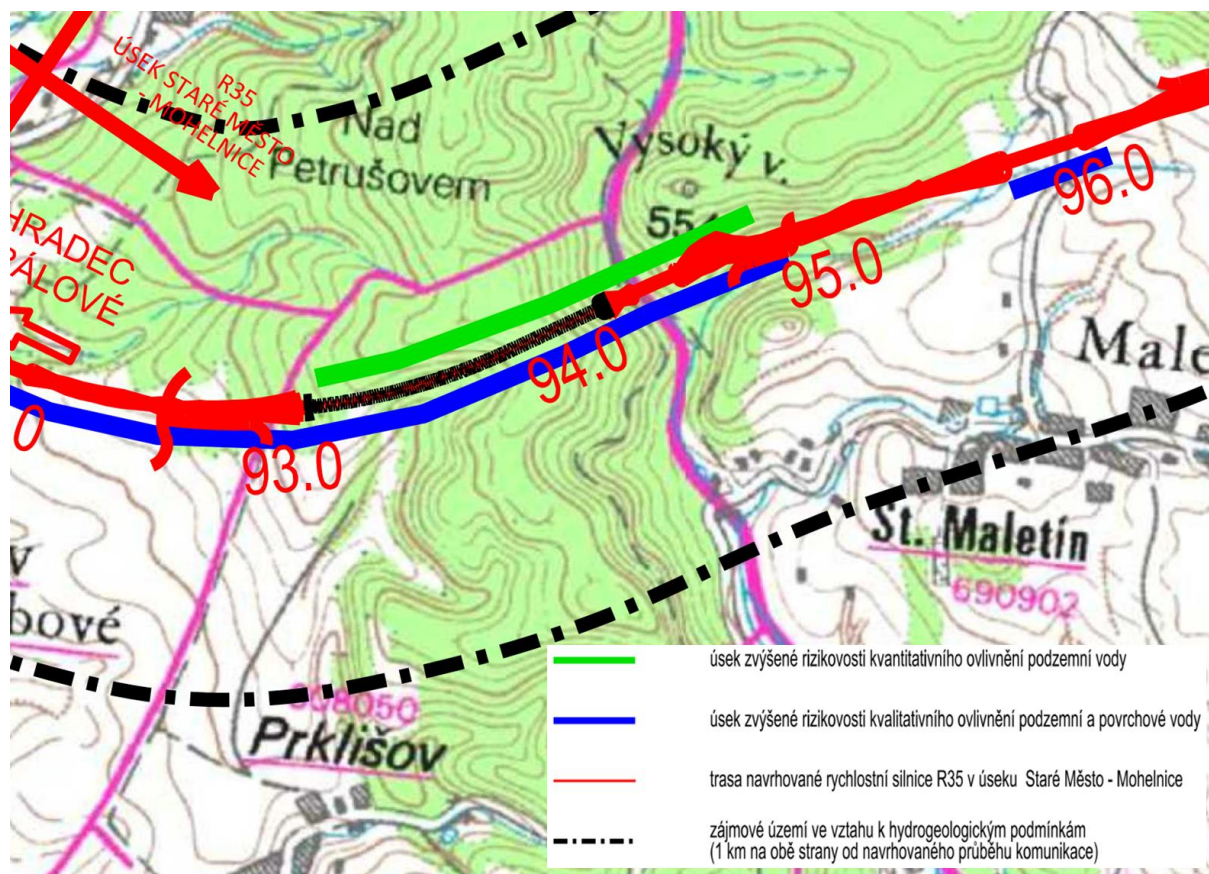
⁸ Výřez zájmové oblasti z této přílohy – viz Obr. 8 na str.27

⁹ Výřez zájmové oblasti z této přílohy – viz Obr. 9 na str.28



Obr. 8 Výřez z EIA [2], Přílohy č. 5 k hydrologickému posouzení (Odp. řeš. RNDr. S. Šeda, EVERNIA s.r.o.)

Dle této mapy trasa tunelu zasahuje převážnou délkou do kolektoru C, který je vázán na puklinový systém sedimentů jizerského souvrství (nesouvislá HPV). Do bazálního kolektoru A a hlavního kolektoru B tunel zasahuje pouze olomouckou portálovou částí, kde je tunel navržen ve všech třech variantách nad HPV.



Obr. 9 Výřez z EIA [2], Přílohy č. 9 k hydrologickému posouzení (Odp. řeš. RNDr. S. Šeda, EVERNIA s.r.o.)

Jednoznačně nejrizikovější z hlediska drenážního účinku stavby na povrch je *Varianta A*, kde je ražba v části tunelu prováděna bez horninového nadloží (viz kap. 6.10.1 na str. 26). Pásmem poruchových linií ovšem tunel prochází ve všech třech variantách, proto úplně vyloučit vliv ražeb na povrchové vody nelze v žádné z posuzovaných variant.

Jednoznačně nejrizikovější z pohledu ovlivnění režimu podzemních vod je *Varianta C*, kde je ražba v části tunelu prováděna pod HPV (viz kap. 6.12 na str. 27).

Všechny posuzované varianty počítají s návrhem uzavřeného hydroizolačního systému doplněného navíc o systém těsnících clon. Kombinace těchto opatření by měla v maximální možné míře přispět k obnovení původního režimu podzemních vod po dokončení výstavby (viz kap. 6.9 na str. 25).

Opatření, proti možnému znečištění vod ropnými produkty bude navrženo shodně, bez ohledu na vybranou variantu. Povrch vozovky v tunelu bude odvodněn pomocí šterbinových žlabů, které budou svádět nečistoty a potenciálně nebezpečné látky do nádrže kontaminovaných vod u hradeckého portálu. NKV bude navržena jako podzemní bezodtoková se dvěma uzamykatelnými vstupy, opatřena signalizačním zařízením, které bude signalizovat překročení provozní hladiny v jímce, kdy musí dojít k čerpání jímky a odvozu zachycené kontaminované vody k likvidaci. Jímka bude vyprázdněna a zachycené kontaminované vody budou ekologicky likvidovány odbornou firmou po každém hasebním zásahu.

7.2.2 EIA – Př.5 [2], kap. 3.2.7., Úsek č. 1

úsek (km)	91,000 – 93,080
dílčí úsek (km)	
max. výše násypu (m)	
max. hloubka zářezu (m)	20
popis charekteru daného úseku	• jedná se o úsek středního stoupání, komunikace pokračuje formou hlubšího zářezu, na konci úseku ústí do tunelu; • úsek je součástí hydrogeologického rajónu 4262 Kyšperská synklinála jižní část; • potenciálně je ohrožený vodní útvar, vázaný na pásmo přípovrchového rozpojení křídových písčitých prachovců (kolektor C); • horninové podloží tvoří zpevněné křídové sedimenty (písčité prachovce jizerského souvrství); • hladina zvodně je volná a nachází se blízko povrchu, nejčastěji v hloubkách mezi 2,0 až 4,0 m pod povrchem terénu, bude tedy zářezem zastižena.
zásah do CHOPAV	ne
zásah do OPVZ	ne
hodnocení vlivu	-1

Tab. 6: EIA, Př.5: Hydrologické posouzení [2], Tabulka č. 7: Úsek č. 1

„Možnost ovlivnění vod:

Plánovaný zářez zasáhne do kolektoru C a vyvolá v dané oblasti snížení hladiny podzemní vody a bude nutné jej odvodňovat, ale vzhledem k tomu, že v okolí tělesa komunikace není evidován žádný využívaný jímací objekt, nedojde k zásadnímu kvalitativnímu ani kvantitativnímu ohrožení režimu vodárensky využívaného vodního zdroje vázaného na kolektor C. Nejbližší stanovené ochranné pásmo Červená Hospoda je situováno asi 1,5 km jihozápadně od projektované trasy komunikace. Přítok vody do zářezů se bude pohybovat max. v jednotkách l/s.“

Dokumentace EIA počítá s drenážním efektem v dané lokalitě. Podle hydrogeologického řezu [24] je kolektor C ukloněn přibližně po svahu. Výškový posunu portálů je doprovázen prodlužující se délkou tunelu. Hloubky zářezů v předportálových oblastech jsou proto obdobné a tak by se vliv stavby na okolí v dané oblasti neměl významně lišit.

7.2.3 EIA – Př.5 [2], kap. 3.2.7., Úsek č. 2

úsek (km)	93,080 – 94,180
dílčí úsek (km)	
max. výše násypu (m)	
max. hloubka zářezu (m)	20
popis charakteru daného úseku	- tento úsek je představován tunelem o délce 1100 m, kterým překonává terénní elevaci křídového hřbetu, silnice zde mírně stoupá; - tunel postupně prochází písčitymi prachovci jizerského souvrství, v cca 2/3 celkové délky pak přejde do písčitých prachovců a slínovců bělohorského souvrství; - úsek je součástí hydrogeologického rajónu 4262 Kyšperská synklinála jižní část; - potenciálně je ohrožený vodní útvar vázaný na pásmo přípovrchového rozpojení křídových písčitých prachovců (kolektor C), jehož hladina je volná, případně vodní zdroj vázaný na puklinový systém písčitých prachovců a slínovců bělohorského souvrství (kolektor B), jehož hladina je napjatá.
zásah do CHOPAV	ne
zásah do OPVZ	ne ¹⁰
hodnocení vlivu	-2

Tab. 7: EIA, Př.5: Hydrologické posouzení [2], Tabulka č. 8: Úsek č. 2

„Charakteristika horninového prostředí:

Trasa tunelu postupně projde zvětralinovým pláštěm křídových sedimentů o mocnosti 2 – 4 m, dále bude hloubeno v prostředí zpevněných křídových sedimentů, jejichž úklon je max. 10° k ZJZ. Pod zvětralinovým pláštěm stavba zastihne v délce asi 500 m (falešná mocnost) vrstvy písčitých prachovců jizerského souvrství, značně rozpukané a pravděpodobně zvodnělé, dále při bázi souvrství v délce asi 200 m pak stavba projde do písčitých slínovců jizerského souvrství, tvořící bazální izolátor. Poslední část tunelu v délce asi 350 m bude hloubena v písčitých prachovcích bělohorského souvrství, jejichž zvětralinovým pláštěm o mocnosti 2 – 4 m vystoupí stavba tunelu z horninového masivu. Písčité prachovce zde nejsou zvodněny, neboť uvažovaná oblast je místem infiltrace kolektoru a hladina podzemní vody je zaklesnutá hluboko pod terénem. Její úroveň zde dokládají pramenní vývěry. Hydrogeologický řez trasou tunelu tvoří přílohu č. 8¹¹.

„Možnost ovlivnění vod:

Z hlediska podzemních zdrojů zastihne trasa tunelu zvodnění vázané na zónu přípovrchového rozpojení puklin jizerského souvrství s volnou hladinou podzemní vody. Tunel se nachází poblíž styku rozvodnic 3 hydrologických povodí (4-10-02-079 – Borušovský potok, 4-10-02-074 – Bílý potok, 4-10-02-054 – Mírovka). Infiltrační území je relativně malé, asi 0,2 km², směr odtoku podzemních vod je k západu až jihozápadu, sleduje uklonění křídových vrstev (ZJZ, max. 10°) a přibližně odpovídá sklonu povrchu. Přítok podzemní vody do tunelu bude omezen a bude se pohybovat maximálně v nižších jednotkách l/s.

Stavba tunelu ve své východní části prochází pásmem aerace nad hladinou podzemní vody spodnoturonské zvodně vázané na písčité prachovce bělohorského souvrství. Stavba i provoz tunelu se může negativně projevit na jakosti podzemní vody a s ohledem na skutečnost, že daná oblast je infiltračním zázemím významné spodnoturonské zvodně, je třeba při projekci díla a jeho výstavbě tuto skutečnost zohlednit přijetím příslušných ochranných opatření, a to na základě podrobného hydrogeologického průzkumu.“

¹⁰ dle Přílohy č. 7 tohoto Dokumentu trasa zasahuje do OPVZ – nutno prověřit

¹¹ Příloha č. 8 z citace dokumentace EIA [2] tvoří Přílohu č. 8 tohoto Dokumentu [24]

Varianta A představuje z pohledu možného ovlivnění podzemních vod nejméně rizikový návrh a zároveň nejrizikovější návrh z pohledu možných negativních projevů drenážního efektu ražeb na povrchové vrstvy (riziko usychání stromů v údolí nad tunelem díky zastižení štěrkové vrstvy a pískovců jizerského souvrství se silnou hustotou diskontinuit).

Varianta B je variantou kompromisní. Nepředstavuje významná rizika z pohledu ovlivnění režimu podzemních vod (tunel je navržen nad ustálenou HPV) a zároveň i rizika spojená s negativními projevy drenážního účinku ražeb na povrchu jsou snížena oproti variantě A (trasa tunelu neprochází skrz povrchovou štěrkovou vrstvu v podcházeném údolí).

Varianta C s sebou nese největší rizika spojená s možným ovlivněním režimu podzemních vod (ražba částečně pod ustálenou HPV) a zároveň nejmenší rizika spojená s negativními projevy drenážních účinků ražeb na povrchu (ražba situována do prostředí kompaktnějších hornin s nižší hustotou diskontinuit).

Podrobný hydrologický průzkum zatím není k dispozici. Projektant proto uvažuje s nasazením maximálně účinných ochranných opatření a to ve všech třech variantách. Jedná se o kombinaci uzavřeného hydroizolačního systému a injektážních clon. Uzavřený hydroizolační systém zajistí, že stavba sama osobě po svém dokončení nebude odvodňovat horninový masiv. Navržené injektážní clony by měly zajistit, že voda nebude migrovat podél tunelu horninou rozvolněnou trhacími pracemi realizovanými během provádění ražeb. HPV v úrovni tunelu (v žádné z variant) není spojitá. Clony budou realizovány vždy v místech, kde tunel prochází přírodním izolantem (slínovce bělohorského souvrství, jílovité pískovce jizerského souvrství) mezi portálem a jednotlivými vodními kolektory.

7.2.4 EIA – Př.5 [2], kap. 3.2.7., Úsek č. 3

úsek (km)	94,180 – 94,900
dílčí úsek (km)	94,180 – 94,500
max. výše násypu (m)	10
max. hloubka zářezu (m)	15
popis charakteru daného úseku	- jedná se o vyústění tunelu a most přes údolí pravostranného přítoku Mírovky; - vyústění je umístěno v km 94,180 v zářezu o výšce max. 15 m, bezprostředně navazuje násyp o maximální výšce 10 m a přemostění do údolí s potokem o délce 160 m; - úsek je součástí hydrogeologického rajónu 4262 Kyšperská synklinála jižní část; - potenciálně je ohrožena infiltrační oblast kolektoru A a B; - horninové podloží tvoří zpevněné křídové sedimenty spodnoturonského a cenomanského stáří.
zásah do CHOPAV	ne
zásah do OPVZ	ne
hodnocení vlivu	-1

Tab. 8: EIA, Př.5: Hydrologické posouzení [2], Tabulka č. 8: Úsek č. 2

„Shrnutí:

Tento úsek je převážně veden po mostě, následně po mohutném zářezu do horninového prostředí. Povrchové vodní útvary v oblasti zájmu řadíme k povodí řeky Mírovky. Ve zvoleném úseku trasy zamýšlená komunikace překonává povrchový vodní tok, bezejmenný pravostranný přítok Mírovky. Z hydrogeologického hlediska se zde vyskytuje jeden typ kolektoru, kdy zářez prochází silně

rozpukánými písčitými prachovci spodního turonu a není vyloučeno, že zastihne i svrchní část korycanských vrstev cenomanu, tvořených glaukonickými pískovci. Ty jsou průlinovo-puklinově propustné a tvoří nádrž kolektoru A. Kvalita těchto vod je potenciálně ohrožena, neboť zářez buď zasáhne, nebo se bezprostředně přiblíží ke svrchní části zmiňovaného souvrství. Hladina zvodně je mírně napjatá, v místě nejbližší silnici zaklesnutá asi 10 m pod niveletou komunikace.“

„Možnost ovlivnění vod:

Hladina podzemní vody je v tomto úseku zakleslá hluboko pod terén, min. 10 m ode dna zářezu. Sezónně, po větších deštích, je možné očekávat, že se v zářezu objeví větší množství vody infiltrované v oblasti elevace Vysokého vrchu, tvořící infiltrační oblast kolektoru A. Z hlediska kvality je možné ovlivnění vod kolektoru A, návrh případných ochranných opatření bude proveden na základě podrobného hydrogeologického průzkumu.“

Olomoucký portál je ve všech třech variantách situován nad ustálenou HPV, z hlediska možného ovlivnění režimu podzemních vod v oblasti tohoto portálu jsou varianty obdobné.

8 Ekonomické zhodnocení

Byl proveden přibližný odhad investičních nákladů za stavební část tunelu¹² (viz Tab. 9 níže). Pro větší názornost porovnání jednotlivých variant jsou ceny IN definovány jednak za 1 tunel-metr a pak za celý SO.

Varianta	Průměrná cena za 1 Tm	Celková cena za SO v milionech Kč	Procentuální snížení IN Var.B a C oproti Var. A
A	1.411.735 Kč / Tm	3.573 mil. Kč	–
B	1.075.711 Kč / Tm	2.824 mil. Kč	21,0 %
C	987.688 Kč / Tm	2.796 mil. Kč	21,7 %

Tab. 9: Přibližné IN jednotlivých variantních řešení

Z Tab. 9 je patrné, snížené náklady Varianty C kompenzuje kratší délka tunelu Varianty B. Tyto dvě varianty jsou proto z hlediska IN prakticky ekvivalentní (cenový rozdíl těchto dvou variant je menší, než přesnost odhadu IN). *Varianta A je z pohledu IN jednoznačně nejméně výhodná.*

¹² tzn. neobsahuje náklady za technologické vybavení tunelu, ani za konstrukci vozovky

9 Doba výstavby

Byl proveden přibližný odhad časové náročnosti ražeb v jednotlivých TTV (viz Tab. 10) a dále odhad celkové doby výstavby SO tunelu¹³ (viz Tab. 11).

TTV	Postup ražeb v m/den	Časová náročnost ražby v hod/Tm
3	5,0	4,8 h / 1 Tm
4	3,0	8,0 h / 1 Tm
5a	1,0	24,0 h / 1 Tm
5b	0,7	34,3 h / 1 Tm

Tab. 10: Odhadovaná časová náročnost ražeb

Časový odhad doby výstavby uvažuje s dovrchní ražbou na dvě čelby (jedna pro každou tunelovou troubu – ražba od hradeckého portálu). Kromě času na zhotovení stavební části tunelu je zohledněn i čas nutný na instalaci technologického vybavení. Není zohledněn čas potřebný na provedení konstrukce vozovky (konstrukce vozovky není součástí SO tunelu).

Varianta	Celková odhadovaná doba výstavby SO tunelu	Procent. zkrácení doby výstavby Var. B a C oproti Var. A
A	56 měsíců, tj. 4,7 let	–
B	49 měsíců, tj. 4,1 let	12,5 %
C	46 měsíců, tj. 3,8 let	17,9 %

Tab. 11: Odhad celkové doby výstavby

Z Tab. 10 je zjevné, že TTV 5a a TTV 5b jsou výrazně časově náročnější, než TTV 3 a TTV 4, což je dáno zejména nasazením technologie tryskové injektáže z profilu tunelu, která výrazně zpomaluje postup vlastních ražeb.

Dle Tab. 11 je časově nejnáročnější Varianta A. Následuje Varianta B, která je prováděna v příznivějším geologickém prostředí (problematický úsek je kratší a neobsahuje ražbu se štěrkovou vrstvou v kalotě) a to při o něco vyšším nadloží (v porovnání s Variantou A). Jako nejpříznivější z pohledu harmonogramu stavebních prací vychází Varianta C, která sice reprezentuje nejdelší tunel, ale ražba v dané geologii umožňuje výrazně větší postupy.

¹³ kromě času na zhotovení stavební části tunelu zohledňuje i čas nutný na instalaci technologického vybavení; nezohledňuje čas potřebný na provedení konstrukce vozovky

10 Kvalitativní vyhodnocení všeobecných rizik výstavby

Při posuzování výstavby dle vyhlášky ČBU č. 55/1996 Sb. [13] po novelizaci vyhláškou č. 265/2012 Sb. [14] je do dokumentace stavebních objektů ražených tunelů vložena kapitola „Riziková analýza“, jejímž základem je komplexní vyhodnocení realizovaných průzkumných prací, příp. dalších relevantních dat a zkušeností získaných na obdobných stavbách. Výsledkem RA jsou tabulky *Zhodnocení rizik* v závěru této kapitoly.

Principy RA vychází z rakouské směrnice ÖGG [16].

10.1 Posouzení rizika při výstavbě dle observačních zásad NRTM

Cílem rizikové analýzy je co možná nejdůslednější sledování obecné definice rizika, která kombinuje závažnost dopadu a pravděpodobnost výskytu. Zároveň je však nutno zohlednit celý systém „horninové prostředí – ražba – vystrojení výrubu“, kde jsou komplexně propojeny jednotlivé parametry, které nelze hodnotit odděleně (systémová interakce). Jako základ strukturované diskuze o rizikových parametrech je použit souhrn relevantních rizikových parametrů, které jsou uspořádány podle reprezentativních klíčových parametrů. Z tohoto souboru pak byly odvozeny rizikové scénáře, kterým je přiřazena míra rizika závislá na specifických podmínkách tohoto projektu. Scénáře jsou přiřazeny k souboru získaných klíčových rizikových parametrů, čímž je vytvořen úplný strukturovaný seznam relevantních rizikových parametrů pro připravovanou metodu ražby a všeobecná rizika výstavby.

Na tomto základě byly rozpracovány následující případy:

- **Standardní situace** – popis očekávaných situací. Tato situace je časově i nákladově zahrnuta v projektu a pouze jevy odchylující se od ní jsou součástí posouzení rizika.
- **Standardní opatření** – popis standardních opatření, pomocí nichž se zvládá standardní situace. Tato opatření odpovídají očekávanému stavu a jsou zahrnuta v projektu (např. ražba podle navržených TTV, návrh uzavřeného hydroizolačního systému, apod.).
- **Dodatečná opatření** – popis opatření, pomocí nichž se zvládá standardní situace, nejsou však uplatňována systematicky, ale jen v případě potřeby (např. nesystémové kotvení, lokální injektáž horninového masivu, odvedení naražené vody, apod.). Pro dodatečná opatření jsou v projektu také k dispozici příslušné položky.

Pro určení potenciálu rizik ražby dle zásad NRTM je sestaven strukturovaný seznam relevantních rizikových parametrů, přičemž se identifikují následující rizikové parametry:

- **Stabilita prostředí (horninový masiv)** – tlak plného nadloží, tlak horninové klenby, nestability či závaly v prostoru klenby.
- **Ražba a zajištění výrubu** – selhání mechanismů, porušení stability ostění tunelu při ražbě otvoru pro propojku, selhání konceptu ražby / metody výstavby
- **Ztížení podmínek ražby** – vodní přítoky < 10 l/s, vodní přítoky > 10 l/s, kontaminace rubaniny
- **Vlivy na konstrukci tunelu** – přetížení ostění hydrostatickým tlakem, nedostatečné opření ostění do horniny, netěsnost ostění, požární bezpečnost – PBR, agresivita podzemní vody,
- **Vlivy na okolní prostředí** – povrchové sedání, trvalý pokles HPV, otřesy během výstavby
- **Všeobecná rizika při výstavbě** – konstrukce tunelu (řízení výstavby, statické řešení, nedodržení stavebních tolerancí, nedodržení kvality prací), výstavba (plán organizace výstavby, deponování kontaminovaného materiálu, vyčerpání kapacity deponie, vnější vlivy), BOZP a PO (exhalace, požár při výstavbě, úrazy, výpadek dodávky energie, porucha větrání), vlivy na okolní prostředí (narušení krajiny, znečištění povrchových a podzemních vod, prašnost, hluk)

10.2 Metodika hodnocení rizik

Principy hodnocení vychází z rakouské směrnice ÖGG [16], Anhang 4 a zjednodušena tak, aby hodnocení všech rizikových parametrů bylo srozumitelné.

Hodnocením rizik se zjišťuje míra rizika „ $R = S \times V$ “, která je definována jako součin závažnosti dopadu „ S “ (výše škod; viz Tab. 12) a pravděpodobnosti výskytu „ V “ daného rizikového parametru (viz Tab. 13).

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

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

Tab. 12: Závažnost dopadu rizik „ S “

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

Tab. 13: Pravděpodobnost výskytu rizikových událostí „ V “

Z kombinace závažnosti dopadu a pravděpodobnosti výskytu rizikových událostí (viz Tab. 14) pak pro každou událost vychází míra rizika (Tab. 15).

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

Tab. 14: Matice míry rizika

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

Tab. 15: Míra rizika

10.3 Varianta A

Zhodnocení rizik souvisejících s výstavbou tunelu ve *Variantě A* je uvedeno v *Tab. 16*. Tabulka obsahuje vyhodnocení nejrozumnějších typů rizikových případů a to jak pro variantu bez nasazení dodatečných opatření, tak s jejich nasazením.

#	Hodnocená rizika	Standardní opatření	Dodatečná opatření	Navržená dodatečná opatření
1	Stabilita prostředí			
1.1	borcení profilu před zabudováním POs	5×2=10	4×2= 8	preventivní uzavření vymezené oblasti
1.2	vyjíždění horninových bloků	3×3= 9	3×2= 6	dodatečné přikotvení nestabilních bloků
1.3	tlak plného nadloží	1×4= 4	–	
1.4	projevy nestability čelby	3×3=9	2×2= 4	zajištění SB, příp. další kotvení čelby
2	Ražba a zajištění výrubu			
2.1	selhání zajišťovacích mechanismů	5×2=10	5×1= 5	dokotvení profilu, zlepšování masivu
2.2	nadměrné deformace ostění	2×3= 6	2×2= 4	rychlejší uzavírání profilu, dokotvení profilu
2.3	nadměrné deformace na povrchu	1×3= 3	–	
2.4	selhání konceptu / metody výstavby	4×1= 4	–	
3	Ztížení podmínek výstavby			
3.1	vodní přítoky < 10 l/s	1×3= 3	–	
3.2	vodní přítoky > 10 l/s	3×2= 6	–	
4	Vlivy na konstrukci			
4.1	přetížení primárního ostění	4×2= 8	4×1= 4	rychlejší uzavírání profilu, dokotvení profilu
4.2	přetížení SOs geostatickým napětím	5×1= 5	–	
4.3	přetížení SOs hydrostatickým tlakem	5×1= 5	–	
4.4	průsaky podzemních vod do konstrukce	2×3= 6	2×1= 2	sanace míst s poškozenou hydroizolací
5	Vlivy na okolní prostředí			
5.1	otřesy během výstavby	1×4= 4	–	
5.2	prašnost a hluk	1×4= 4	–	
5.3	narušení krajiny	3×2= 6	–	
5.4	povrchové sedání	2×4= 8	1×4= 4	sanace povrchu – dosyp. zjevných poklesů
5.5	dočasný drenážní efekt na povrch	3×4=12	–	
5.6	trvalý drenážní efekt na povrch	4×2= 8	–	
5.7	dočasný pokles HPV	2×1= 2	–	
5.8	trvalý pokles HPV	4×1= 4	–	
5.9	znečištění povrchových a podzem. vod	4×1= 4	–	
6	Všeobecná rizika při výstavbě			
6.1	nedodržení stav. tolerancí nosných kcí	4×1= 4	–	za předpokl. výběru kvalitního zhotovitele
6.2	nedodržení kvality prací	4×1= 4	–	za předpokl. výběru kvalitního zhotovitele
6.3	nedodržení HMG prací	3×3= 9	–	
6.4	vyčerpání kapacity deponie	2×2= 4	–	
6.5	riziko závažných úrazů na pracovišti	4×2= 8	–	
6.6	výpadky strojů či tech. zařízení	2×3= 6	2×1= 2	záložní stroje, servis v pohotovost. režimu

Tab. 16: Tabulka hodnocení rizik spojených s výstavbou SO ve *Variantě A*

10.4 Varianta B

Zhodnocení rizik souvisejících s výstavbou tunelu ve *Variantě B* je uvedeno v *Tab. 17*. Tabulka obsahuje vyhodnocení nejruznějších typů rizikových případů a to jak pro variantu bez nasazení dodatečných opatření, tak s jejich nasazením.

#	Hodnocená rizika	Standardní opatření	Dodatečná opatření	Navržená dodatečná opatření
1	Stabilita prostředí			
1.1	borcení profilu před zabudováním POs	5×2=10	4×1= 4	prev. uzavření vymezené oblasti, TTV 5b
1.2	vyjíždění horninových bloků	3×3= 9	3×2= 6	dodatečné přikotvení nestabilních bloků
1.3	tlak plného nadloží	2×3= 6	1×3= 3	uzavř. profilu, dokotvení, zlepšov. masivu
1.4	projevy nestability čelby	3×3=9	2×2= 4	zajištění SB, příp. další kotvení čelby
2	Ražba a zajištění výrubu			
2.1	selhání zajišťovacích mechanismů	5×2=10	5×1= 5	dokotvení profilu, zlepšování masivu
2.2	nadměrné deformace ostění	2×3= 6	2×2= 4	rychlejší uzavírání profilu, dokotvení profilu
2.3	nadměrné deformace na povrchu	1×3= 3	–	
2.4	selhání konceptu / metody výstavby	4×1= 4	3×1= 3	nasazení TTV 5b
3	Ztížení podmínek výstavby			
3.1	vodní přítoky < 10 l/s	1×3= 3	–	
3.2	vodní přítoky > 10 l/s	3×2= 6	–	
4	Vlivy na konstrukci			
4.1	přetížení primárního ostění	4×2= 8	4×1= 4	rychlejší uzavírání profilu, dokotvení profilu
4.2	přetížení SOs geostatickým napětím	5×1= 5	–	
4.3	přetížení SOs hydrostatickým tlakem	5×1= 5	–	
4.4	průsaky podzemních vod do konstrukce	2×3= 6	2×1= 2	sanace míst s poškozenou hydroizolací
5	Vlivy na okolní prostředí			
5.1	otřesy během výstavby	1×4= 4	–	
5.2	prašnost a hluk	1×4= 4	–	
5.3	narušení krajiny	3×2= 6	–	
5.4	povrchové sedání	2×3= 6	1×3= 3	sanace povrchu – dosyp. zjevných poklesů
5.5	dočasný drenážní efekt na povrch	3×3= 9	–	
5.6	trvalý drenážní efekt na povrch	4×1= 4	–	
5.7	dočasný pokles HPV	2×2= 4	–	
5.8	trvalý pokles HPV	4×1= 4	–	
5.9	znečištění povrchových a podzem. vod	4×1= 4	–	
6	Všeobecná rizika při výstavbě			
6.1	nedodržení stav. tolerancí nosných kcí	4×1= 4	–	za předpokl. výběru kvalitního zhotovitele
6.2	nedodržení kvality prací	4×1= 4	–	za předpokl. výběru kvalitního zhotovitele
6.3	nedodržení HMG prací	3×2= 6	–	
6.4	vyčerpání kapacity deponie	2×2= 4	–	
6.5	riziko závažných úrazů na pracovišti	3×2= 6	–	
6.6	výpadky strojů či tech. zařízení	2×3= 6	2×1= 2	záložní stroje, servis v pohotovost. režimu

Tab. 17: Tabulka hodnocení rizik spojených s výstavbou SO ve *Variantě A*

10.5 Varianta C

Zhodnocení rizik souvisejících s výstavbou tunelu ve *Variantě C* je uvedeno v *Tab. 18*. Tabulka obsahuje vyhodnocení nejruznějších typů rizikových případů a to jak pro variantu bez nasazení dodatečných opatření, tak s jejich nasazením.

#	Hodnocená rizika	Standardní opatření	Dodatečná opatření	Navržená dodatečná opatření
1	Stabilita prostředí			
1.1	borcení profilu před zabudováním POs	4×2= 8	3×1= 6	nasazení TTV 5a, příp. TTV 5b
1.2	vyjíždění horninových bloků	3×3= 9	3×2= 6	dodatečné přikotvení nestabilních bloků
1.3	tlak plného nadloží	4×1= 4	3×1= 3	uzavř.profilu, dokotvení, zlepšov. masivu
1.4	projevy nestability čelby	3×2=6	2×1= 2	zajištění SB, příp. kotvení čelby
2	Ražba a zajištění výrubu			
2.1	selhání zajišťovacích mechanismů	5×2=10	5×1= 5	dokotvení profilu, zlepšování masivu, TTV 5
2.2	nadměrné deformace ostění	2×3= 6	2×2= 4	rychlejší uzavírání profilu, dokotvení profilu
2.3	nadměrné deformace na povrchu	1×2= 2	–	
2.4	selhání konceptu / metody výstavby	4×1= 4	3×1= 3	nasazení TTV 5a, příp. TTV 5b
3	Ztížení podmínek výstavby			
3.1	vodní přítoky < 10 l/s	1×5= 5	–	
3.2	vodní přítoky > 10 l/s	2×3= 6	–	
4	Vlivy na konstrukci			
4.1	přetížení primárního ostění	4×2= 8	4×1= 4	rychlejší uzavírání profilu, dokotvení profilu
4.2	přetížení SOs geostatickým napětím	5×1= 5	–	
4.3	přetížení SOs hydrostatickým tlakem	5×1= 5	–	
4.4	průsaky podzemních vod do konstrukce	2×3= 6	2×1= 2	sanace míst s poškozenou hydroizolací
5	Vlivy na okolní prostředí			
5.1	otřesy během výstavby	1×4= 4	–	
5.2	prašnost a hluk	1×4= 4	–	
5.3	narušení krajiny	3×2= 6	–	
5.4	povrchové sedání	2×2= 4	1×2= 2	sanace povrchu – dosyp. zjevných poklesů
5.5	dočasný drenážní efekt na povrch	3×2= 6	–	
5.6	trvalý drenážní efekt na povrch	4×1= 4	–	
5.7	dočasný pokles HPV	2×4= 8	–	
5.8	trvalý pokles HPV	4×1= 4	–	
5.9	znečištění povrchových a podzem. vod	4×1= 4	–	
6	Všeobecná rizika při výstavbě			
6.1	nedodržení stav. tolerancí nosných kcí	4×1= 4	–	za předpokl. výběru kvalitního zhotovitele
6.2	nedodržení kvality prací	4×1= 4	–	za předpokl. výběru kvalitního zhotovitele
6.3	nedodržení HMG prací	3×2= 6	–	
6.4	vyčerpání kapacity deponie	2×2= 4	–	
6.5	riziko závažných úrazů na pracovišti	3×1= 3	–	
6.6	výpadky strojů či tech. zařízení	2×3= 6	2×1= 2	záložní stroje, servis v pohotovost. režimu

Tab. 18: Tabulka hodnocení rizik spojených s výstavbou SO ve *Variantě A*

10.6 Závěry Rizikové analýzy

Riziková analýza celkem hodnotila 29 rizikových faktorů. Jejich zastoupení u posuzovaných variant ve čtyřbarevné škále (dle přisouzené míry rizika) při využití dodatečných opatření je znázorněno v Tab. 19 níže.

Z daného porovnání vychází jednoznačně nejhuře *Varianta A*, která obsahuje pět vysokých rizikových faktorů a lze ji tak označit za nevhodnou. *Varianta B* a *C* obsahují po jednom vysokém rizikovém faktoru, jsou tedy přibližně stejně rizikové.

Varianta řešení	Zanedbatelné	Akceptovatelné	Vysoké	Extrémní
Varianta A	3	21	5	0
Varianta B	3	25	1	0
Varianta C	5	23	1	0

Tab. 19: Porovnání výskytu zatříděných rizik pro jednotlivé varianty technického řešení

Potenciálně velké nebezpečí u *Varianty A* představuje samotný fakt, že je zde uvažováno s ražbou v technologické třídě 5b s využitím pestré škály bezpečnostních opatření. V případě, že by došlo k selhání této koncepce statického zajištění, projektant ani zhotovitel už nebudou mít příliš velké možnosti, jak celý systém statického zajištění ještě dále zesilovat. Takový případ nastal v posledních letech např. na tunelu Žilina, kde se během výstavby ukázala navržená koncepce statického zajištění výrubu jako málo konzervativní a realizační tým přes veškerou snahu jen velmi obtížně hledal způsob, jak stabilitě výrubu pomoci. Výsledkem bylo enormní nabírání zpoždění výstavby a růst investičních nákladů.

11 Závěr

V Tab. 20 níže je uveden přehledný souhrn všech porovnávaných faktorů.

Porovnávané faktory	Varianta A	Varianta B	Varianta C
Celkové IN za SO tunelu	3,6 mld. Kč	2,8 mld. Kč	2,8 mld. Kč
Doba výstavba	4,7 let	4,1 let	3,8 let
Počet rizik. scénářů spoj. s výstavbou Extrémní / Vysoké / Akcept. / Zanedbatelné	0 / 5 / 21 / 3	0 / 1 / 25 / 3	0 / 1 / 23 / 5

Tab. 20: Celkové porovnání variantních řešení

Z výsledného porovnání je zjevné, že *Varianta A* je nejméně vhodná ve všech porovnávaných aspektech. Z výsledného porovnání vychází nejlépe *Varianta C*, ale výsledky jsou téměř srovnatelné s *Variantou B*.

Projektant proto nedoporučuje pokračovat v projektové přípravě podle *Varianty A*.

Varianta B a *Varianta C* mají svá specifika, na která je třeba brát zřetel při výběru preferovaného technického řešení. Z pohledu porovnání všech jejich vzájemných přínosů a nedostatků jsou ale prakticky ekvivalentní. Proto projektant nechává výběr vítězného technického řešení mezi těmito dvěma bez doporučení čistě na rozhodnutí investora.