

TECHNOLOGICKÁ ZAŘÍZENÍ DÁLNIČNÍCH TUNELŮ

TECHNOLOGICAL EQUIPMENT OF MOTORWAY TUNNELS

Miroslav Novák

ABSTRACT

METROPROJEKT Praha, a. s., zpracovává projekty technologického zařízení pro dva slovenské dálniční tunely. Tunel Prešov je na dálnici D1 Prešov-západ – Prešov-jih, okres Prešov a tunel Čebrať je na dálnici D1 Hubová – Ivachnová, okres Ružomberok. Technologická zařízení zajišťují napájení tunelu elektrickou energií, větrání, osvětlení a další zabezpečovací zařízení tunelu.

ABSTRACT

METROPROJEKT Praha, a. s., works on the design of the technological equipment for two Slovak motorway tunnels. Tunnel Prešov is on motorway D1 Prešov west – Prešov south, district Prešov and tunnel Čebrať is on motorway D1 Hubová – Ivachnová, district Ružomberok. Technological equipment designed power supply, ventilation, lighting and other safety arrangement in tunnel.

1 Úvod

V současné době byla zahájena výstavba dálničního tunelu Čebrať a připravuje se výstavba tunelu Prešov. Nedílnou součástí vybavení silničních tunelů jsou technologická zařízení zajišťující bezpečný provoz při normálním dopravním režimu a i při mimořádných událostech, jako je např. nehoda v tunelu, požár v tunelu apod. Výstavba tunelu Čebrať byla zahájena a nyní se přehodnocuje změna trasy tunelu s ohledem na problematiku geologické podmínky před západním portálem. Pro zajištění výstavby tunelu Prešov nyní probíhá výběrové řízení na zhotovitele stavby. Rozsah technologického zařízení tunelů v Slovenské republice je dán zejména TP 11/2011 Protipožiarna bezpečnosť cestných tunelov, TP 12/2011 Vetranie cestných tunelov.

2 Tunel Prešov

Stavba silničního tunelu Prešov se nachází jižně od stejnojmenného města na dálnici D1. V současné době je zpracovávána dokumentace pro výběr zhotovitele a probíhá výběrové řízení na zhotovitele stavby. Technologické části se dělí na následující objekty:

- 301- 01 – Napájení tunelu elektrickou energií
- 301- 02 – Větrání tunelu
- 301- 03 – Osvětlení tunelu
- 301- 04 – Zařízení nouzového volání, SOS kabiny
- 301- 05 – Spojovací a dorozumívací zařízení
- 301- 06 – Požární vodovod v technologické centrále západ
- 301- 07 – Elektrická požární signalizace
- 301- 08 – Požární dveře

- 301- 09 – Centrální řídicí systém
- 301- 10 – Kamerový dohled v tunelu
- 301- 11 – Měření fyzikálních veličin
- 301-12 – Řídicí středisko SSÚD Prešov
- 301-13 – Technologická centrála západ
- 301-14 – Technologická centrála východ
- 301-15 – Záložní zdroj elektrické energie tunelu Prešov
- 301-16 – Dopravní značení v tunelu
- 300-12 – Ochrana před bludnými proudy a uzemnění

Základní technické údaje tunelu

Typ tunelu:	dvě tunelové trouby s jednosměrnou dopravou
Druh tunelu:	ražený tunel s krátkými hloubenými úseky
Kategorie:	T 7,5m
Návrhová rychlost:	100 km/hod
Délka tunelu:	
Levá tunelová trouba (LTT):	2230,5 m, sklon +2,8 %, stoupá
Pravá tunelová trouba (PTT):	2244,0 m, sklon -2,8 %, klesá
Staničení portálů:	
Západní portál:	LTT km 0,614 500 PTT km 0,623 000
Východní portál:	LTT km 2,845 000 PTT km 2,867 000

301- 01 – Napájení tunelu elektrickou energií

Tato část projektu řeší napájení elektrickou energií elektrických zařízení technologického vybavení tunelu Prešov. Zahrnuje rozvodny VN a NN, transformátory, kabelová propojení rozvoden a transformátorů včetně měření spotřeby elektrické energie.

Napájení tunelu elektrickou energií je navržené z dvou různých míst distribuční soustavy 22 kV ve správě společnosti Východoslovenská distribuční, a. s. (VSD). První přívod je navržen z linky č. 217 a druhý ze stávající spínací stanice 22 kV v ZVL. V každé technologické centrále je navržena trafostanice se 2 transformátory o jmenovitém výkonu 1000 kVA se 100 % rezervou. Předpokládaný instalovaný elektrický příkon tunelu je 1487 kW. Navržený rezervovaný elektrický příkon tunelu je 1279 kW, a to z obou stran – v místech napojení dvou přípojek 22 kV.

301- 02 – Větrání tunelu

Účelem objektu 301-02 Větrání tunelu je zajistit větrání tunelu Prešov v normální dopravní době a při požáru nebo nehodě v tunelu. Pro návrh větrání platí TP 12/2011 Vetranie cestných tunelov, TP 11/2011 Protipožiarna bezpečnosť cestných tunelov, vydané MD SR. Větrání v tunelu je navržené podélné pomocí proudových ventilátorů rozmístěných v pravé a levé tunelové troubě. Větrání při normální dopravní situaci vychází z prognóz intenzity dopravy v tunelu.

Podle aktuálních dopravně-inženýrských podkladů (Dopravoprojekt, a. s.) jsou výhledové intenzity na dálnici D1 v úseku Prešov-západ – Prešov-jih uvedené v tabulce. Uvedená množství představují součet vozidel v obou směrech.

Výhledové intenzity a skladba dopravy v posuzovaném období pro oba směry:

Rok 2015			Rok 2025			Rok 2035		
Celkem	OA	NA	Celkem	OA	NA	Celkem	OA	NA
11 586	8 749	2 837	14 234	10 852	3 383	15 963	12 150	3 813

Za předpokladu uvedení stavby do provozu v roce 2017 jsou intenzity po 10 až 20 letech provozu (rok 2035) následující:

Vozidel celkem: 15 963 (v obou směrech)

Z toho osobní vozidla: 12 150

Z toho nákladní vozidla a autobusy: 3 813 podíl NV 23,8 %

Ve smyslu ustanovení článku 2.2 TP 12/2011 je rozhodujícími roky 10. a 20. rok po uvedení do provozu, jestliže jsou tyto údaje méně příznivé než v roce uvedení do provozu.

Při požáru v tunelu uvažujeme návrhovou velikost požáru 50 MW ve smyslu TP 12/2011, odst. 2.2. Vetrání cestných tunelů, vydané 12/2011 MD SR. Větrání v tunelu je navržené podélné pomocí proudových ventilátorů rozmístěných v pravé a levé tunelové troubě.

Při normální dopravní situaci, při rychlostech vozidel 40 – 100 km/h se obě trouby vyvětrávají převážně působením pístového účinku projíždějících vozidel. Při kongesci vozidel v tunelu nebo při mimořádných klimatických podmínkách budou podle situace postupně spouštěny proudové ventilátory pod klenbou tunelu na základě údajů čidel CO, kapacity, měření rychlosti a směru proudění vzduchu v tunelu. Při zastavení dopravy v tunelu budou řidiči vyzváni, aby vypnuli motor.

V levé tunelové troubě je navržených celkem 5 dvojic proudových ventilátorů (celkem 10 ks v jedné troubě). V pravé tunelové troubě je navržených celkem 7 dvojic proudových ventilátorů (celkem 14 ks v jedné troubě). Axiální přetlakový proudový ventilátor D 1120 mm s tlumiči hluku 1D, reverzační chodu, zajištěná funkce při teplotě vzduchu (spalin) min. 200 °C po dobu 120 min. Tažná síla ventilátoru v hlavním/reverzním směru, el. motor 1165N, 30 kW. Mezi tunelovými troubami jsou navržená příčná propojení (celkem 8), která v případě havárie nebo požáru slouží k úniku cestujících do druhé tunelové trouby. Příčná propojení jsou od tunelů oddělena jedněmi posuvnými požárními dveřmi 1,2 x 2,0 m pro průchod osob, č. 1, 2, 4, 5, 7, 8. Příčná propojení č. 3, 6 slouží zároveň pro průjezd techniky a jsou vybavená požárními vraty 3,5 x 3,6 m a požárními dveřmi 0,9 x 2,0 m. Podle podmínek požárně-bezpečnostního řešení musí být PP větrané vždy z nezakouřeného tunelu s 20 – 40 Pa při zavřených dveřích. Přetlak v nezasáhnuté tunelové troubě vytváří proudové ventilátory v tunelu. Požadovaná funkce přetlakového větrání je po dobu 120 min.

301- 03– Osvětlení tunelu

Tato část zajišťuje osvětlení tunelu, příčných propojení a venkovní předportálové osvětlení.

Osvětlení je funkčně rozdělené na níže uvedené základní celky:

adaptační osvětlení tunelu,

průjezdni osvětlení tunelu,

náhradní osvětlení tunelu,

požární (nouzové) osvětlení tunelu – LED svítidla,

vodicí osvětlení komunikace v tunelu,

osvětlení vstupů do příčných propojení v tunelu (hlavní a orientační),

osvětlení příčných propojení a rozvoden,

osvětlení požárních výklenků v tunelu,

venkovní osvětlení komunikace před portály tunelu – elektrické připojení.

301- 04 – Zařízení nouzového volání, SOS kabiny

Kabiny SOS v tunelu a v okolí vjezdů do tunelu jsou osazené pro použití uživateli tunelu v nouzi. Systémy SOS jsou vytvořeny z důvodu zvyšování bezpečnosti provozu a pro operativnost zásahu při řešení krizových a havarijních situací v dopravě. SOS kabina slouží pro operativní kontakt mezi uživatelem tunelu a dispečinkem, který je obsluhovaný 24 hodin. SOS kabiny jsou v tunelu instalované ve vzdálenostech cca 108 – 140 m, dohromady je 17 ks SOS skříní v levé tunelové troubě a 17 ks v pravé tunelové troubě. Mimo uvedených SOS skříní uvnitř tunelu jsou u portálů stojany tísňového volání (STV), celkem 4 ks.

301- 05 – Spojovací a dorozumívací zařízení

Rádiové spojení zajišťuje šíření rádiového signálu uvnitř tunelu pro vybrané uživatele: Hasičský záchranný sbor, zdravotní služba první pomoci, policie ČR, SMO (podle samostatných investičních akcí mobilních operátorů), místní FM rádio s dopravním hlášením RDS, rádiové sítě záchranných a servisních složek, radiokomunikační síť SITNO státní správy SR. V případě mimořádných událostí v tunelu bude možné informovat řidiče o mimořádné situaci prostřednictvím tunelového rozhlasu.

Pro účely koordinace a dorozumění provozních složek údržby a provozu tunelu bude v objektech tunelu instalované zařízení dispečerského telefonu. Telefonní aparáty jsou umístěné v technologických objektech tunelu TCZ a TCV tak, aby byla zajištěna možnost fonického spojení pro jmenované složky. Dispečerské telefonní spojení bude výhradně pro potřeby provozních složek, a to pro komunikaci dispečera SSÚD Prešov s údržbou na PO tunelu.

301- 06 – Požární vodovod v technologické centrále západ

Součástí požárního vodovodu v tunelu jsou nádrže na požární vodu a čerpací stanice pro zabezpečení požadovaného tlaku vody v případě požáru vozidla v tunelu. Nádrž vody pro požární vodovod o min. objemu 160 m³ zabezpečí 20 l/s do potrubí požárního vodovodu po dobu 120 min. Čerpací stanice zabezpečí hydrostatický tlak v rozsahu 0,6 MPa do 1,0 MPa s tím, že hydrodynamický tlak v požárním vodovodu nesmí klesnout pod 0,25 MPa.

301- 07 – Elektrická požární signalizace

Elektrická požární signalizace (EPS) řeší požární ochranu v tunelu a technologických centrálech TCZ, TCV. Ústředna EPS je v obou TC a je napojená přímou linkou na dispečink v SSÚD Prešov. K ochraně tunelu jsou instalovány 2 lineární tepelné hlásiče délky cca 2700 m, které jsou v levé a pravé tunelové troubě. Lineární tepelný hlásič (Fibro Laser) podle TP 11/2011 je vedený po stropě tunelové trouby ve vrcholu klenby. V tunelu jsou dále rozmístěny tlačítkové hlásiče požáru, a to ve skříních SOS a v propojovacích chodbách. Kouřové hlásiče v tunelových troubách v rozteči cca 100 m podle TP 12/2011 jsou zahrnuty v 301-09 Centrální řídicí systém z důvodu připojení do ČŘS systému, nemají certifikaci podle EN 54.

301- 08 – Požární dveře

V této části je návrh požárních dveří v požárně dělících konstrukcích. Jedná se o příčná propojení mezi tunelovými troubami a o požární dveře do technologických místností. V příčných propojeních jsou vodorovné posuvné dveře 1200/2000 mm a v propojkách pro zásahová vozidla jsou křídlová vrata 3600/3500 mm. V technologických místnostech jsou křídlové dveře 900/2000 mm.

301- 09 – Centrální řídicí systém – CŘS

Centrální řídicí systém technologie zabezpečuje řízení technologických zařízení dálničního tunelu Prešov, řeší koncepci, HW skladbu a řídicí funkce pro ovládání a monitorování technologických zařízení (SW vybavení). Provozní dispečink tunelu Prešov je v SSÚD Prešov. Záložní řídicí dispečink je v objektu budovy VP. Řídicí systém dopravy ŘSD zabezpečuje řízení dopravy v tunelu Prešov, včetně propojení na informační systém dálnice (ISD). Elektronický zabezpečovací systém – EZS zabezpečuje funkci elektrického zabezpečení ve vytypovaných prostorách tunelu a řídicí podústředně. Zabezpečuje signalizaci nežádoucího vniknutí osob do hlídaných částí objektu. EZS v tunelových troubách zabezpečuje vstupy do příčných propojení a technologických místností. EZS je napojený na centrální řídicí systém technologie.

301-10 – Kamerový dohled v tunelu

Pro umožnění vizuálního monitorování provozu v tunelu je v obou tunelových troubách uzavřený televizní okruh, včetně automatické videodetekce. Uvnitř tunelu jsou pevné kamery se středněúhlým objektivem určeným primárně na sledování dopravního proudu a videodetekci. Kamery na ostění tunelu monitorují nouzové zálivy, kabiny SOS, vnitřní prostor propojovacích únikových chodeb. Z videodetekčního systému jsou získána v dohodnutém komunikačním formátu následující data a stavy pro každý sledovaný řez:

- zastavení vozidla,
- jízda vozidla v protisměru,
- jízda vozidla v zakázaném jízdním pruhu,
- průjezd vozidla tunelem v případě jeho úplného uzavření,
- kolona,
- osoba v tunelu,
- předmět na vozovce (ztráta nákladu),
- kouř v zorném poli,
- náhlý pokles rychlosti dopravního proudu pod určenou mez.

Ve sledovaných definovaných řezech jsou s ŘS detekovaná a předávaná následující dopravní data:

- počty vozidel s rozpoznáním druhu vozidla,
- úsekové měření rychlosti,
- obsazenost úseku,
- stupeň dopravy,
- vozidla ADR (rozpoznání všech tabulek).

Doplňující funkcí videodetekčního systému jsou technické alarmy:

- ztráta videosignálu,
- zhoršená kvalita videosignálu.

301-11 – Měření fyzikálních veličin

V tunelu jsou ve 4 profilech v každé tunelové troubě měřeny a vyhodnocovány následující veličiny:

- rychlost proudění vzduchu,
- opacita,
- koncentrace CO.

Měřené veličiny jsou předávány do CŘS, odkud jsou vydávány povely k zabezpečení nepřekročení přípustných hodnot škodlivin v tunelu.

301-12 – Řídicí středisko SSÚD Prešov

Řídicí středisko ovládá tunel Prešov a výhledově bude sloužit i pro tunely Bikoš a Okruhliak. Tvoří logickou jednotku s distribuovanými vstupy a výstupy dispozičně rozmístěnými v tunelových technologických rozvodnách. Logická jednotka řídicího systému dopravy je propojená s řídicím systémem technologie tunelu a informačním systémem dálnice ISD.

301-13, 14 – Technologická centrála západ, východ

Technologické centrály obsahují technologická zařízení nezbytná pro provoz tunelu. Jedná se o trafostanice, rozvodny, řídicí místnosti a sklady. Součástí technologických centrál jsou náhradní zdroje el. energie – dieselažregátů s rotačními UPS.

301-15 – Záložní zdroj elektrické energie tunelu Prešov

Pro zajištění bezvýpadkového napájení technologického zařízení, které zabezpečuje provoz tunelu zejména při nehodě, požáru apod., je v obou portálových objektech osazen náhradní zdroj el. energie – dieselažregát + rotační UPS.

Technologická centrála západ

dieselažregát,	900 kVA (720 kW)
rotační UPS	250 kVA (200 kW)

Technologická centrála východ

dieselažregát,	900 kVA (720 kW)
rotační UPS	250 kVA (200 kW)

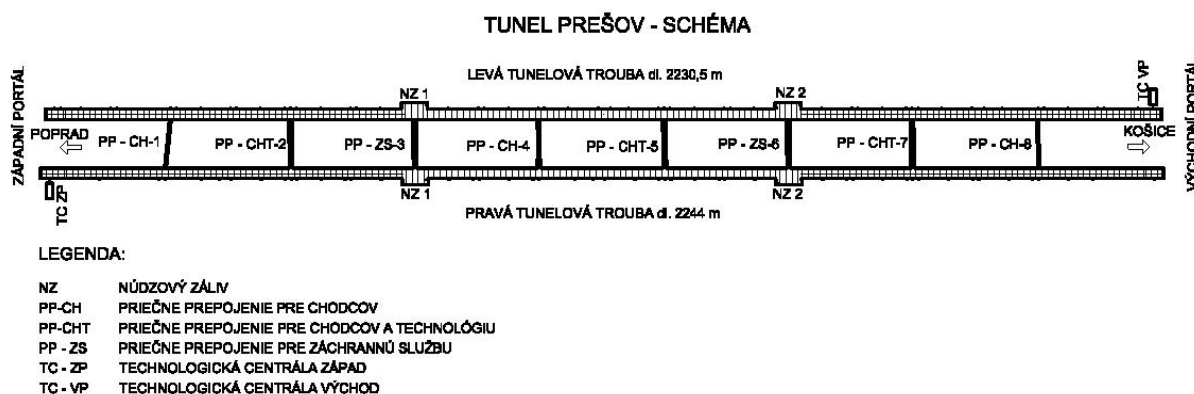
300-12 – Ochrana před bludnými proudy a uzemnění

Obsahuje stanovení zásad pro ochranu tunelu proti účinkům bludných proudů, včetně stanovení zásad pro řešení elektrických rozvodů, a návrh zařízení pro kontrolu bludných proudů umožňujících provádět předepsaná měření pro ověření funkce navržených ochranných opatření ve stavební části projektu tunelu.

300-16 – Dopravní značení v tunelu

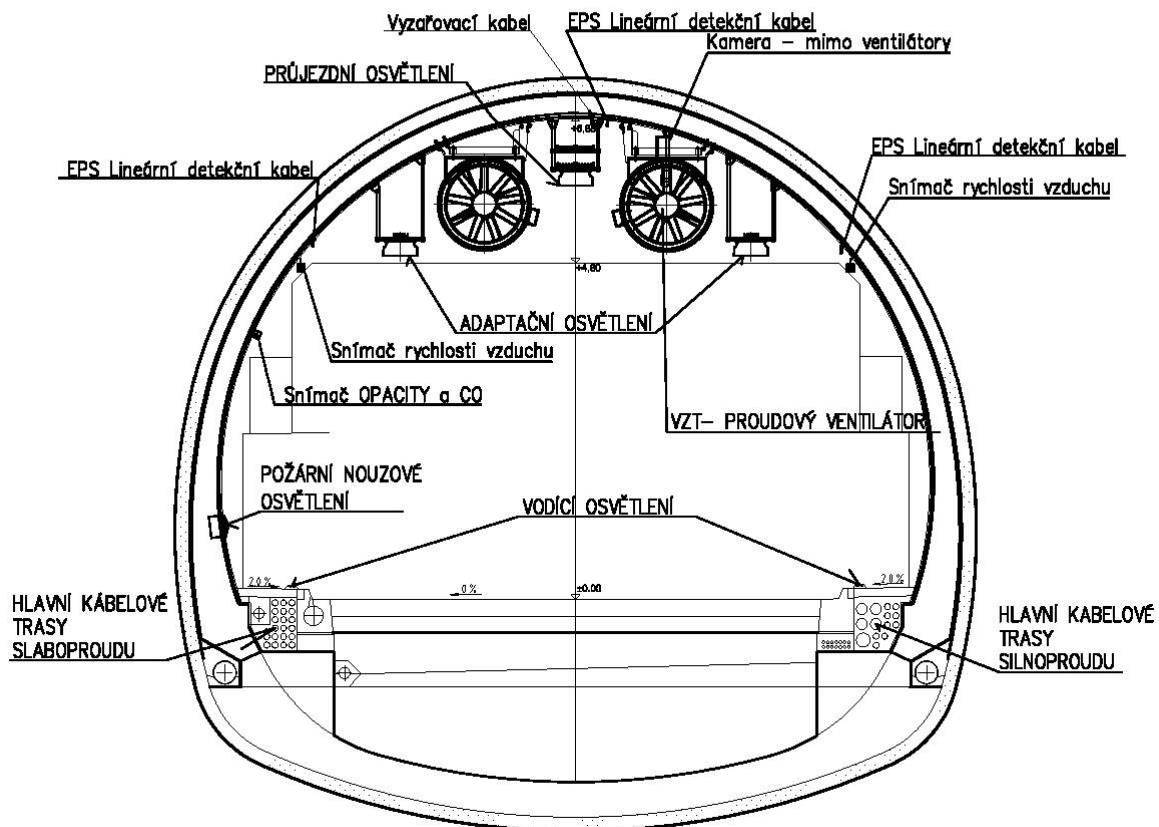
Obsahuje vypracování základních dopravně-provozních stavů (DPS) pro dvě tunelové trouby tunelu Prešov. Dopravně-provozní stavy zajišťují 5 základních režimů dopravy:

- tunel otevřený,
- tunel zavřený,
- jedna tunelová trouba uzavřená,
- jeden pruh v jedné tunelové troubě uzavřený,
- jeden pruh v obou tunelových troubách uzavřený.



Obr. 1 Tunel Prešov – schéma
Fig. 1 Tunnel Prešov – scheme

TUNEL PREŠOV - PŘÍČNÝ PROFIL



Obr. 2 Tunel Prešov – příčný profil
Fig. 1 Tunnel Prešov – cross section

3 Tunel Čebrať

Stávající řešení tunelu:

Tunel Čebrať je v současné době ve výstavbě, byly zahájeny razící práce. Rozsahem technologie je obdobný jako popsaný tunel Prešov. Skladba a obsah technologických zařízení je obdobná.

Tunel Čebrať – dálniční tunel, dálnice D1 Hubová – Ivachnová, k. ú. Hrboltová, Likavka, okres Ružomberok

Typ tunelu:	dvě tunelové trouby s jednosměrnou dopravou
Kategorie:	T 7,5
Druh tunelu:	ražený tunel s krátkými hloubenými úseky
Návrhová rychlost:	100 km/hod
Délka tunelu:	
Levá tunelová trouba (LTT):	2011m, sklon +1,1 %, stoupá
Pravá tunelová trouba (PTT):	2026 m, sklon -1,1 %, klesá

Navrhovaná změna trasy vedení tunelu:

V začátku výstavby obou ražených tunelů od východního portálu (cca 150 m) byla trasa tunelu přehodnocena s ohledem na problematické geologické podmínky před západním portálem tunelu. Zde jsou navrženy cca 40m hluboké zářezy, které jsou na úrovni predisponovaných smykových ploch. Nová navržená trasa tunelu se tomuto problematickému území vyhýbá, znamená to prodloužení tunelu na 3620 m, změnu sklonu z původních 1,1 %

na sklon od západního portálu +0,6 % v délce 868 m, +2 % v délce 2564 m a -3,7 % v délce 188 m. Ostatní parametry tunelu se nemění. Pokud bude změna trasy tunelu přijata, bude nutné přepracovat jednotlivá technologická zařízení, zejména větrání tunelu a napájení tunelu elektrickou energií.

4 Závěr

Technologické vybavení silničních tunelů zajišťuje splnění hygienických a bezpečnostních podmínek pro cestující a pracovníky údržby v tunelu. V případě nehody v tunelu s následkem požáru vozidla umožňuje bezpečný únik cestujících z tunelu a následný zásah složek integrovaného záchranného systému (IZS). Úroveň vybavení tunelů plně odpovídá požadavkům Směrnice evropského parlamentu a rady EU 2004/54/ES pro transevropské silniční síť.

5 Seznam použité literatury

- TP 11/2011 Protipožiarna bezpečnosť cestných tunelov - MD SR, vydané 12/2011
- TP 12/2011 Vetranie cestných tunelov - MD SR, vydané 12/2011
- EU 2004/54/ES – Směrnice evropského parlamentu a rady EU pro transevropské silniční síť
- RVS 09.02.31 – Základy systémů větrání tunelů – rakouská směrnice, vydaná 05/2014
- RVS 09.02.32 – Výpočet větrání tunelů – rakouská směrnice, vydaná 06/2010
- CIE 088:2004 Guide for the Lighting of Road Tunnels and Underpasses