

Tunel Soroška – jednorúrovňové riešenie pre južné Slovensko

Martin Bakoš¹, Peter Paločko², Juraj Ortuta³

Abstrakt

Navrhovaný tunel Soroška je súčasťou rýchlostnej cesty R2 v úseku medzi obcami Lipovník a Jablonov nad Turňou. Úsek prechádza horským hrebeňom Soroška s cestným horským priechodom v nadmorskej výške 540 m. n. m. Toto územie je súčasťou Národného parku Slovenský kras.

V stupni dokumentácia na územné rozhodnutie bol tunel projektovaný ako dvojrúrovňový kategórie 2T-8,0 m. Na základe rozhodnutia MDaV SR je dokumentácia na stavebné povolenie spracovaná pre jednorúrovňový tunel kategórie T-8,0 s únikovou štôľňou. Celková dĺžka tunela je 4248 m.

V tuneli sa okrem portálových úsekov nachádza medzistrop. V rámci bezpečnostno-stavebných úprav je navrhnutých 17 priečných prepojení vo vzdialenosti max. 250 m a 5 obojstranných núdzových zálivov vo vzdialenosti max. 750 m.

Príspevok popisuje návrh tunela vo fáze dokumentácie pre stavebné povolenie.

Kľúčové slová

Portál, razenie, vetranie, stabilné hasiace zariadenie

Abstract

Designed tunnel Soroška is a part of motorway R2 in the section between villages Lipovník and Jablonov nad Turňou. Section passes through mountain Soroška with mountain road with 540 m asl on the highest. This area is a part of national park Slovenský kras.

In the stage of the documentation for the land uses was tunnel proposed as twin tube tunnel category 2T-8,0. On the basis of ministry decision is documentation for building permit prepared as single tube tunnel category T-8,0 m with escape gallery. Total length of tunnel is 4248 m.

Tunnel, except of portal parts, is designed with false ceiling. As safety measures are designed 17 cross connections in distance up to 250 m and 5 double-sided lay-bys in distance max 750 m. The article describes the current state of tunnel design.

Key words

Portal, driving, ventilation, fixed firefighting system

1 Úvod

Dopravná situácia vo východnej časti južného Slovenska je značne komplikovaná. Preto je na tomto území plánovaná výstavba rýchlostnej cesty R2. Väčšina úsekov je vo fáze prípravy dokumentácie na stavebné povolenie alebo územné rozhodnutie – pozri Tabuľka 1.

¹ Amberg Engineering Slovakia s.r.o. Somolického 1/B, Bratislava mbakos@amberg.sk

² Amberg Engineering Slovakia s.r.o. Somolického 1/B, Bratislava ppalocko@amberg.sk

³ Amberg Engineering Slovakia s.r.o. Somolického 1/B, Bratislava jortuta@amberg.sk

Tab. 1 Stav prípravy jednotlivých úsekov rýchlostnej cesty R2 k januáru 2018
 Tab. 1 Preparation status of individual lost of R2 by January 2018

| Úsek | Stav prípravy | Dĺžka [km] |
|-------------------------------------|--|------------|
| Križovatka D1 - Trenčianska Turná | Proces dokumentácie pre stavebné povolenie | 6,07 |
| Trenčianska Turná - Mníchova Lehota | Proces dokumentácie pre stavebné povolenie | 2,67 |
| Mníchova Lehota - Ruskovce | Proces dokumentácie pre stavebné povolenie | 15,98 |
| Pravotice - Dolné Vestenice | Proces územného konania | 11,54 |
| Dolné Vestenice - Nováky | Proces územného konania | 9,56 |
| Nováky - Žiar nad Hronom | Proces EIA | 49 |
| Kriváň - Mýtina | Proces dokumentácie pre stavebné povolenie | 10,5 |
| Zvolen, Západ - Zvolen, Východ | Proces dokumentácie pre územné rozhodnutie | 17,5 |
| Mýtina - Lovinobaňa | Príprava súťaže na zhotoviteľa stavby | 11,41 |
| Lovinobaňa - Ožďany | Proces územného konania | 20,74 |
| Ožďany - Zacharovce | Proces územného konania | 10,56 |
| Zacharovce - Bátka | Proces dokumentácie pre stavebné povolenie | 8,32 |
| Bátka - Figa | Proces dokumentácie pre stavebné povolenie | 6,18 |
| Tornaľa - Gombasek | Proces dokumentácie pre územné rozhodnutie | 18 |
| Gombasek - Rožňava | Proces dokumentácie pre územné rozhodnutie | 9,8 |
| Rožňava - Jablonov nad Turňou | Proces dokumentácie pre stavebné povolenie | 14,1 |
| Jablonov nad Turňou - Včeláre | Proces dokumentácie pre územné rozhodnutie | 7,8 |
| Včeláre - Moldava nad Bodvou | Proces dokumentácie pre územné rozhodnutie | 14 |
| Moldava nad Bodvou - Košice, Šaca | Proces dokumentácie pre územné rozhodnutie | 18 |
| Košice, Šaca - Košické Olšany | Proces dokumentácie pre stavebné povolenie | 21,25 |

Zdroj – Národná diaľničná spoločnosť a.s. [1]

2 Charakteristika územia

Navrhovaný úsek rýchlostnej cesty R2 Rožňava - Jablonov nad Turňou bude po uvedení do prevádzky samostatným úsekom, na ktorý sa v budúcnosti napoja úseky R2 Gombasek - Rožňava zo západnej strany a Jablonov nad Turňou - Včeláre z východnej strany.

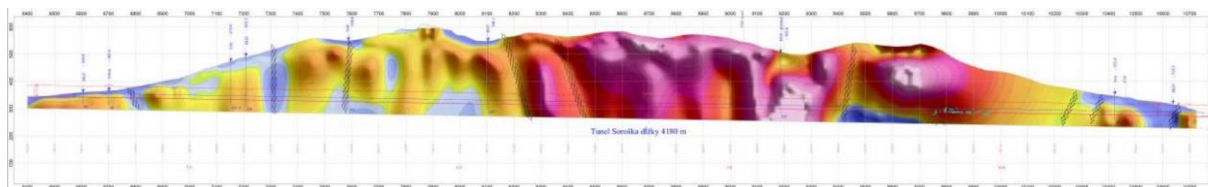
Územie navrhovaného úseku cesty R2 môžeme z hľadiska geomorfológie rozdeliť na niekoľko úsekov:

- Úsek od Rožňavy po obec Lipovník sa nachádza v mierne zvlnenom území prevažne poľnohospodársky využívanom, ktoré je rozdelené plytkými údoliami s vodnými tokmi.
- Úsek medzi obcami Lipovník a Jablonov nad Turňou prechádza horským hrebeňom Soroška s cestným horským priechodom v nadmorskej výške 540 m. n. m. Toto územie je súčasťou Národného parku Slovenský kras. Sklony svahov dosahujú viac ako 15 % a územie je hodnotené ako horské s funkciou chráneného územia Národného parku Slovenský kras.
- Úsek od obce Jablonov nad Turňou v údolí potoka Turňa je charakterizovaný ako mierne zvlnené územie predovšetkým s plochami trvalých trávnatých porastov

3 Geologické podmienky

Územie plánovaného tunela patrí k najzaujímavejším predstaviteľom planinového krasu na Slovensku. V jej masíve sa nachádzajú azda všetky možné krasové fenomény – jaskyne, priepasti, závrty, krasové jazierka, skalné útvary, vyvierачky a iné.

K výraznému kontaktu dvoch geologických rozhraní dôjde zhruba v km 8,125 – 8,250, kde trasa bude prechádzať so sinských vápencových vrstiev do wettersteinských bridlic.



Obr. 1 Geofyzikálne meranie v trase tunela
Fig. 1 Geophysical measurement on tunnel route

Ďalší problém v trase predstavujú krasové javy. Tieto boli geofyzikálnym meraním (Obr. 1) detekované v km 9,000 – 9,700. Tam prístroje odhalili hlboké (cca. 600 m) nízkooporové pásmo, ktoré zasahuje tunel takmer v 250 metrovom úseku.

O výskyte nových, nezmapovaných kaverien výšky 8 – 9 m a naozaj veľkých dutých priestorov (výška okolo 23–25 m) sa dozvedáme už z inžiniersko-geologického prieskumu, ktorý sa realizuje (Obr. 2). Práve táto nepredvídateľnosť je spojená s nutnosťou použiť pomocné opatrenia na zaistenie výrubu.



Obr. 2 Hrušovská jaskyňa zapísaná v zozname UNESCO, ktorej konečná veľkosť nie je v masíve dodnes zmapovaná a odkrytý krasový závrť, ktorý vznikol na križovaní tektonických štruktúr.

Fig. 2 Hrušovská cave (left) is listed in UNESCO. The extends of the cave was not fully explored yet. On the right is karst hole occurred on the interface of structural units

Z hľadiska výskytu podzemných vôd je Slovenský kras ojedinelým prírodným komplexom, ktorý sa vyznačuje ich extrémnym bohatstvom, pričom sú významné aj z vodohospodárskeho hľadiska. Z tohto dôvodu je časť národného parku a jeho ochranného pásma vyhlásená za chránenú oblasť prirodzenej akumulácie vôd. Prúdenie podzemných vôd v masíve je pomerne zložitá. Infiltrované vody si najprv zachovávajú vertikálny smer, ktorý sa neskôr zmení na horizontálne prúdenie. Zvláštnosťou je sifónálne prúdenie. Rýchlosť prúdenia krasových vôd je významnou hydrogeologickou charakteristikou. V dôsledku rýchleho presakovania sa voda hromadí vo vnútri karbonátového masívu, pričom oblasť priesmyku Soroška predstavuje predpokladanú oblasť ich hydrogeologického rozvodia.

4 Dopravná prognóza

Dopravná prognóza bola spracovaná v rámci štúdie [2].

Model výhľadového dopravného zaťaženia vychádza z metódy stanovenia výhľadového dopravného zaťaženia na základe koeficientov rastu dopravy z roku 2013 pre jednotlivé druhy komunikácií.

Výstavbou rýchlostnej cesty dôjde k prerozdeleniu dopravného zaťaženia medzi existujúcou cestou sieťou a navrhovanou rýchlostnou cestou, čo sa prejaví poklesom dopravného zaťaženia cesty I/50 o medzinárodnú tranzitnú a regionálnu tranzitnú dopravu. Rýchlostná cesta na seba prevezme väčšiu časť dopravného zaťaženia existujúcej cestnej siete, čo sa prejaví predĺžením obdobia kapacity cesty I/50, znížením negatívnych vplyvov dopravy na životné prostredie, a to najmä na okraji a v zastavanom území obcí. Na základe tohto modelu bolo určené výhľadové dopravné zaťaženie (Tab. 2).

Tab 2 Výhľadové dopravné zaťaženie úseku Rožňava – Jablonov nad Turňou
Tab. 2 Traffic forecast – section Rožňava – Jablonov nad Turňou

| Rožňava - Jablonov nad Turňou | | | |
|-------------------------------|------------------|---------------------|-----------|
| Rok | OA voz/24 hod | NA voz/24 hod | Spolu |
| 2020 | 7 550,00 | 1 655,00 | 9 205,00 |
| 2025 | 8 363,00 | 1 805,00 | 10 168,00 |
| 2030 | 9 235,00 | 1 955,00 | 11 190,00 |
| 2040 | 10 803,00 | 2 243,00 | 13 045,00 |

5 Stavebné riešenie tunela

5.1 Portály

Objekty portálov tunela sú rozdelené na časť hrubé terénne úpravy a časť konečné terénne úpravy.

Hrubé terénne úpravy tvorí klincovaný svah s dĺžkou klincov 6 m. Celkovú stabilitu zaisťujú lanové kotvy dĺžky 16 m osadené v päte každej lavičky výšky 3 a 6 m.

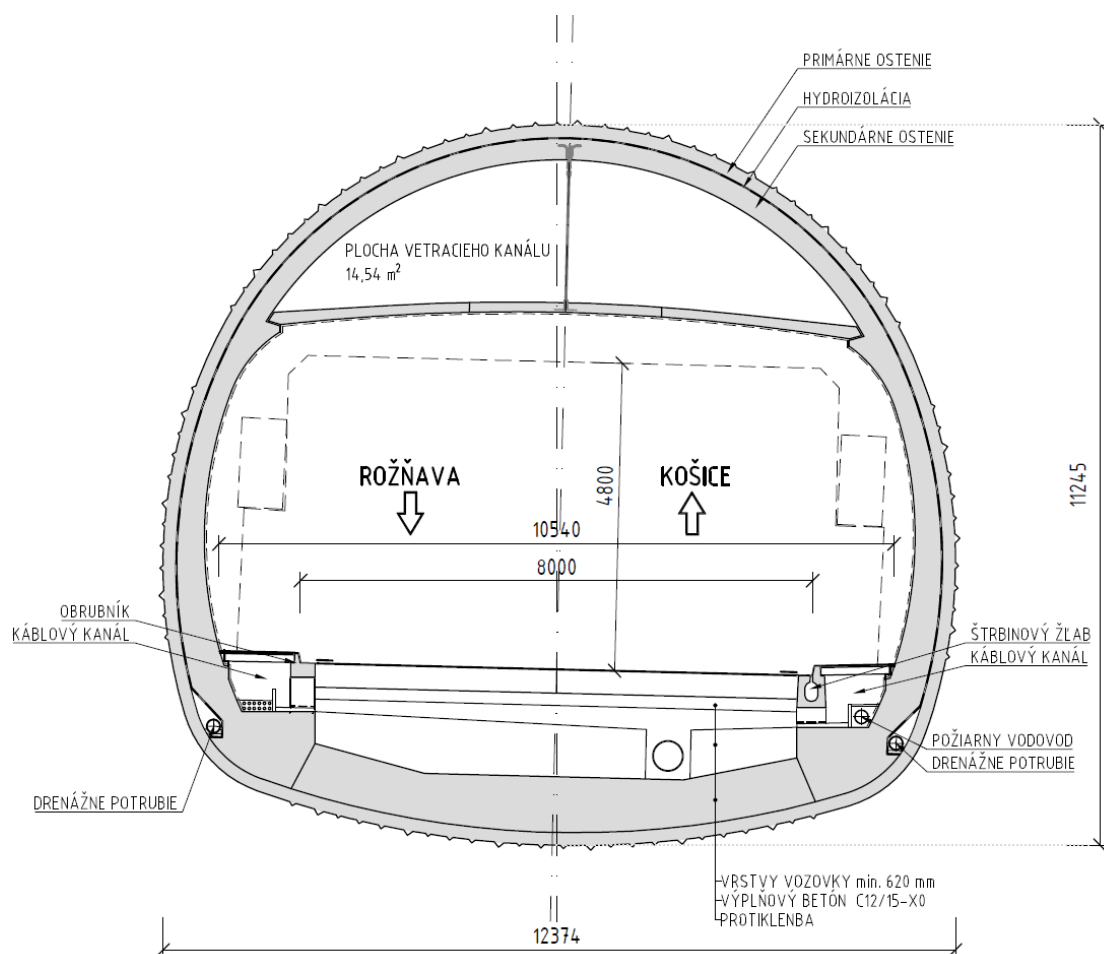
Konečné terénne úpravy dotvárajú vzhľad portálu počas užívania diela. Svahy zo striekaného betónu budú obložené gabionovým obkladom hrúbky 0,5 m. Spätný zásyp hĺbeného tunela bude realizovaný z nevystuženého materiálu so sklonom čela 30°. Pohľadová úprava bude kamenivo do betónu.

5.2 Severná tunelová rúra

Vo fáze spracovania dokumentácie na stavebné povolenie sa uvažuje s výstavbou jednej (ľavej) tunelovej rúry kategórie T-8. V mieste plánovanej pravej tunelovej rúry je navrhnutá úniková štôlna. Tento návrh je v súlade s návrhom celej rýchlostnej cesty, ktorá je naprojektovaná v polovičnom profile – ľavý jazdný pás.

Tunelová rúra bude mať štandardné usporiadanie so šírkou únikových chodníkov 1,0 m.

Prvých 200 m a posledných 300 m v smere staničenia je navrhnutých bez medzistropu pre umiestnenie prúdových ventilátorov. Geometria tunela je v týchto úsekoch rovnaká ako v časti s medzistropom (Obr. 3). Dôvodom je požadovaná veľkosť prúdových ventilátorov (priemer obežného kolesa 1,5 m) a z toho vyplývajúca požadovaná stavebná výška 2,1 m. V tuneli je navrhnutých 5 nůdzových zálivov. Všetky sú riešené ako obojstranné.



Obr. 3 Vzorový pričný rez ľavou tunelovou rúrou
Fig. 3 Typical cross section of left the tunnel tube

5.3 Razenie tunelovej rúry a primárne ostenie

Vzhľadom na geotechnické kategórie zastihnuté v trase tunela sú navrhnuté štyri vystrojovacie triedy. Tunnel bude razený s protiklenbou (portálové úseky a miesta s najmenej kvalitnými horninami v trase) aj bez protiklenby. Pre razenie zálivov, ktoré mimochodom reprezentujú 6 % dĺžky tunela, sú navrhnuté dve vystrojovacie triedy. Rozsah vystrojovacích tried je determinovaný znalosťou horninového prostredia, ktorá vyplýva z inžiniersko-geologického a hydrogeologického prieskumu. Vzhľadom na topografiu územia je možnosť ďalšieho geologického prieskumu z povrchu veľmi limitovaná. Preto sa projektant zhoduje so závermi inžiniersko-geologického prieskumu, a to využiť únikovú štôľňu ako prieskumné dielo pred samotným začatím raziacich prác v severnej tunelovej rúre.

5.4 Úniková štôľňa

V zmysle STN 73 7507 má úniková štôľňa slúžiť ako únikový koridor pre peších. Na základe tejto požiadavky bol navrhnutý gabarit rozmerov 2,0 x 2,4 m. Priestor je vyhovujúci aj pre občasné vozidlo obsluhovej techniky. Ostenie štôľne je navrhnuté dvojplášťové – primárne a sekundárne. Tým je zaručená stabilita únikovej štôľne počas celej životnosti tunela. Úniková štôľňa má samostatný systém odvedenia drenážnych vôd pretože je umiestnená nižšie ako ľavá tunelová rúra.

5.5 Priechne prepojenia

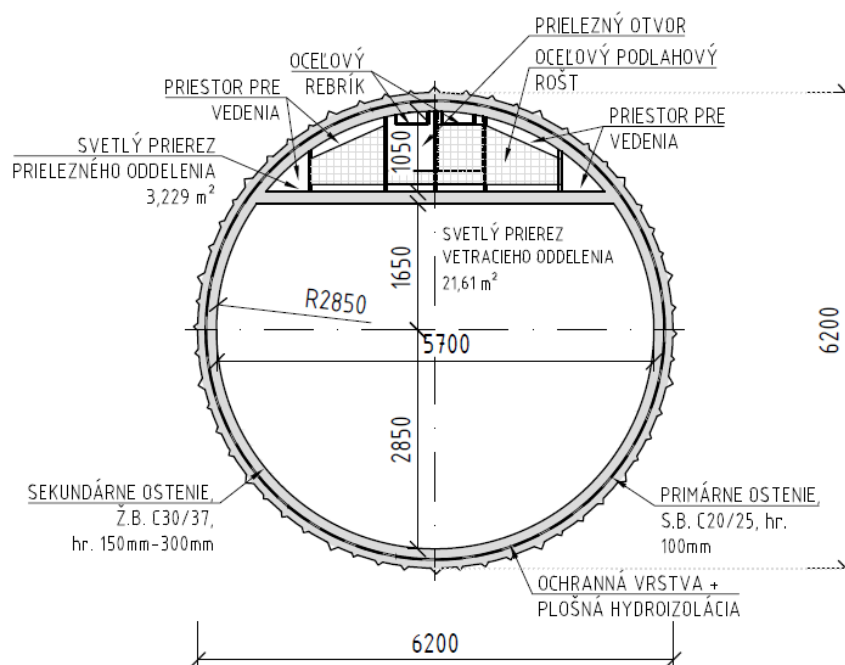
Na bezpečný únik osôb z tunela bude slúžiť 17 priečných prepojení vo vzájomnej vzdialenosti 250 m. Vzhľadom na riešenie tunela s jednou tunelovou rúrou sú všetky priečne prepojenia priechodné.

5.6 Vetracia šachta

Vetracia šachta slúži na odvod dymu z tunela počas požiaru alebo kongescie. Počas bežného prevádzkového vetrania nebude šachta využívaná. Tým sa minimalizujú environmentálne dopady, keďže šachta je vyústená v chránenom území NATURA 2000.

Šachta bude spojená s medzistropom tunelovej rúry pomocou horizontálneho vetracieho prepojenia dĺžky 60 m.

Svetlý priečný rez šachty pozostáva z dvoch oddelení – vetracie a káblové (Obr. 4). Tieto časti sú od seba oddelené požiarne odolnou deliacou konštrukciou. Káblové oddelenie je vybavené rebríkmi s deliacimi plošinami pre inštaláciu káblov, ich revíziu, údržbu a prípadnú výmenu. Tým sa vylučuje potreba výškových prác počas vykonávania týchto úkonov.



Obr. 4 Vzorový priečný rez vetracou šachtou.
Fig. 4 Typical cross section of the ventilation shaft

6 Technologická časť

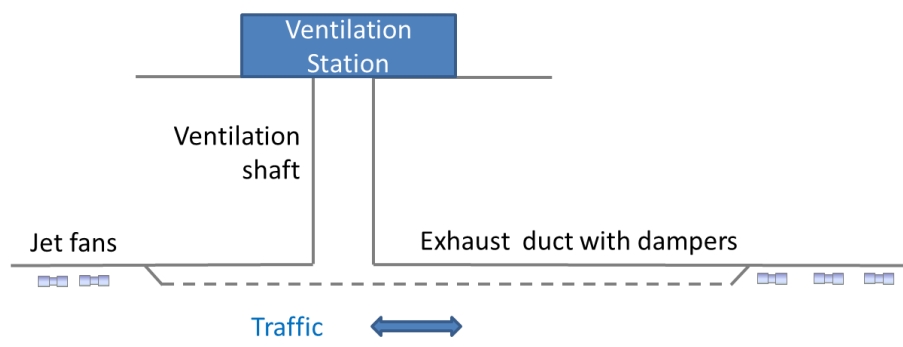
V rámci technologickej časti sú najzaujímavejšie dva prevádzkové súbory, a to vetranie tunela a stabilné hasiace zariadenie.

6.1 Vetranie tunela

V zmysle TP 49 (TP 12/2011) platnej v čase návrhu vetrania patrí tunel do kategórie C. Vetrací systém je navrhnutý s bodovým odsávaním cez vetracie klapky.

Očakávaná intenzita dopravy je relatívne nízka a nedosahuje úroveň, kedy by bolo potrebné dopĺňanie čerstvého vzduchu do tunela. Najvhodnejší vetrací systém pre tunel Soroška je kombinácia pozdĺžneho vetrania s bodovým odsávaním. Prvky vetracieho systému sú nasledovné (Obr. 5):

- Vetrací kanál – bude vedený po celej dĺžke tunela mimo portálových úsekov (200 m na západnom portáli a 300 m na východnom portáli).
- Vetracie klapky inštalované vo vzájomnej vzdialenosti 100 m, pričom trojica klapiek bude inštalovaná na začiatku a konci úseku s medzistropom.
- Prúdové ventilátory – 5 dvojíc ventilátorov inštalovaných v portálových oblastiach.
- Vetracia šachta s odsávacími ventilátormi na povrchu.



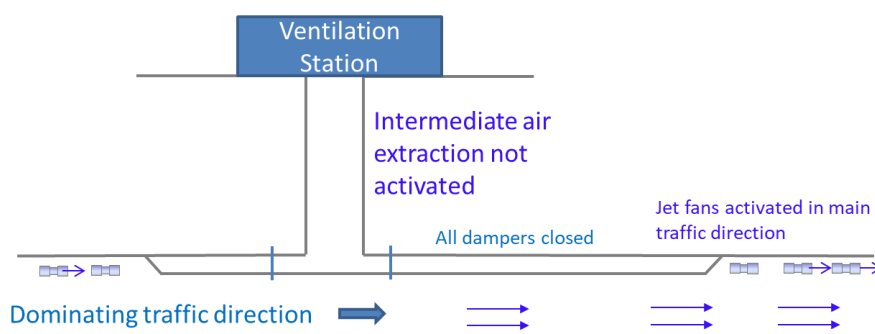
Obr. 5 prirodzené vetranie tunela
Fig. 5 Natural ventilation of the tunnel

Pre vetranie sú navrhnuté nasledovné princípy (stavy) prevádzky:

- Prirodzené vetranie
- Pozdĺžne vetranie
- Pozdĺžne vetranie s odsávaním v strede tunela
- Núdzové vetranie.

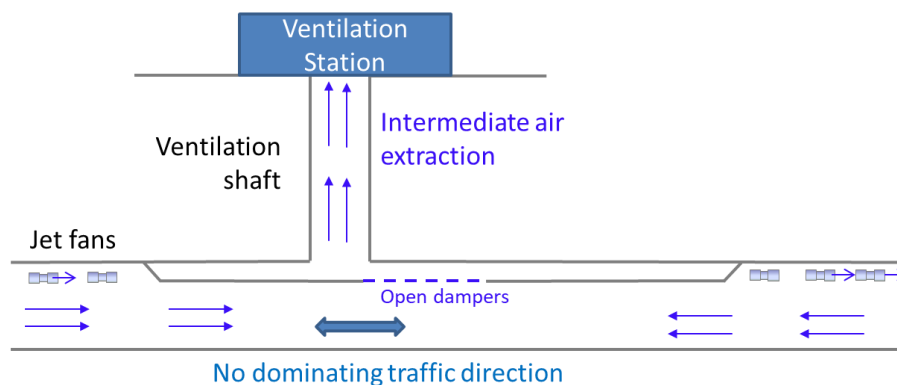
Prirodzené vetranie bude využívané, keď bude intenzita dopravy nízka a nevyvážený dopravný prúd vytvorí dostatočnú rýchlosť veterného prúdu.

V prípade, že prirodzené vetranie nebude dostatočne účinné, bude spustené nútené pozdĺžne vetranie. To bude napomáhať prirodzenému prúdeniu vetrov v smere dominujúceho dopravného prúdu. Vetrací kanál ani vetracia šachta nebudú využívané (Obr. 6).



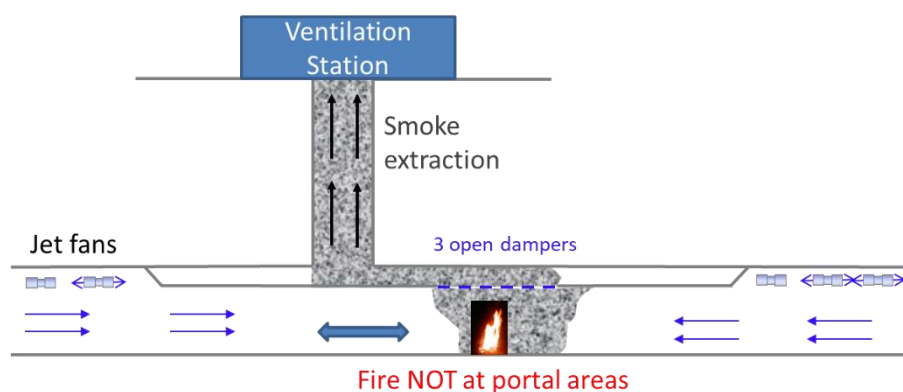
Obr. 6 Nútené vetranie počas bežnej premávky
Fig.6 Mechanical ventilation – low traffic

Vetranie s odsávaním v strede tunela bude spustené pokiaľ nebude pozdĺžne vetranie dostatočne účinné. Takýto stav nastane napríklad v prípade kongescie. Pri tomto stupni vetrania budú v strede tunela otvorené vetracie klapky, znečistený vzduch bude odsávaný cez vetrací kanál a vetraciu šachtu. Z portálov bude tunel zásobovaný čerstvými vetrami (Obr. 7).



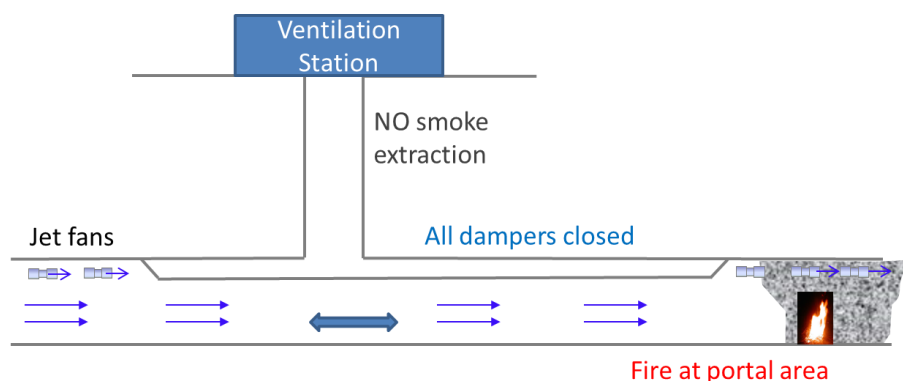
Obr. 7. Nútené vetranie s bodovým odsávaním
 Fig. 7 Mechanical ventilation with intermediate extraction

Núdzové (požiarne) vetranie môžeme rozdeliť do dvoch prípadov: Prvý prípad reprezentuje požiar v časti tunela s medzistropom. V takomto prípade budú otvorené tri vetracie klapky v blízkosti požiaru. Dym bude odsávaný cez vetrací kanál do vetracej šachty. Čerstvé vetry budú vŕhané prúdovými ventilátormi z oboch portálov (Obr. 8).



Obr. 8 Požiarne vetranie – požiar v časti tunela s medzistropom
 Fig. 8 Emergency ventilation – fire in the part with false ceiling

Druhý prípad reprezentuje požiar v blízkosti portálov, kde nie je inštalovaný medzistrop. V takomto prípade nebude využitý vetrací kanál, ale vetranie zabezpečia prúdové ventilátory, ktoré zabezpečia vytlačenie splodín horenia von, smerom na portál. Vzhľadom na dĺžku portálových úsekov bez medzistropu je tento prípad vetrania menej pravdepodobný (Obr. 9).



Obr.9 Požiarne vetranie – požiar v časti tunela bez medzistropu
 Fig. 9 Emergency ventilation – fire in the part without false ceiling

6.2 Stabilné hasiace zariadenie

Keďže v súčasnosti sú na Slovensku minimálne skúsenosti s aplikáciou stabilných hasiacich zariadení v tuneli, vychádzalo sa zo zahraničných aplikácií a predpisov. Stabilné hasiace zariadenia v tuneli môžeme podľa typu hasiva rozdeliť na tri typy:

- Vodné,
- vodná hmla,
- penové.

Pre tunel Soroška je navrhnuté stabilné hasiace zariadenie na princípe vodnej hmly.

Pri návrhu hasiaceho zariadenia sa vychádza z objemu priestoru, ktoré bude zariadenie pokrývať. Následne je tento priestor rozdelený na samostatné hasiace úseky. Takto bola tunelová rúra rozdelená na jednotlivé 25 m dlhé celky, v prípade núdzových zálivov je dĺžka celkov skrátená na 20 m, aby bol zachovaný objem haseného priestoru. V prípade vzniku požiaru sa aktivujú celkovo tri susedné celky. Obsluha tunela má možnosť upraviť, ktoré celky budú aktivované podľa skutočnej polohy požiaru.

Základné prvky systému SHZ sú:

- Nádrž požiarnej vody
- Čerpacia stanica
- Hlavné rozvodné potrubie
- Systém rozvodov a ventilov v jednotlivých sekciách

Nádrž požiarnej vody – svojim objemom musí zabezpečiť dostatok hasiva minimálne na 60 minút prevádzky SHZ. Táto nádrž nemôže byť spojená s nádržou pre požiarne vodovod, pretože požiadavky na vodu pre SHZ sú podstatne vyššie ako pre požiarne vodovod. Týka sa to najmä obsahu pevných častíc a chemického zloženia vody. Nádrž bude umiestnená na povrchu, aby nebola nutná inštalácia podávacích čerpadiel pre hlavný čerpací systém. Takáto konfigurácia je pri tomto type SHZ, ktorý je na báze vodnej hmly bežná a overená v netunelových aplikáciách.

Čerpacia stanica sa bude nachádzať na západnom portáli tunela v technologickej centrále. Keďže tento portál je umiestnený vyššie, je možné využiť tlakový spád v tunelovej rúre, ktorá má prakticky konštantný sklon 1,71 %. Čerpadlá sú navrhnuté v konfigurácii 2+1 (dve prevádzkové a jedno záložné). Vzhľadom na pomerne vysoké požiadavky na výkon, sú navrhnuté čerpadlá s dieselovým pohonom. To umožní optimalizáciu návrhu záložného zdroja energie. Pri prevádzke tunela nebude potrebné nakupovať zvýšenú kapacitu elektrickej energie, ktorá nebude väčšinu času využitá.

Hlavné rozvodné potrubie prebieha po celej dĺžke tunela a zásobuje vodou jednotlivé sekcie. Je navrhnuté z nehrdzavejúcej ocele. Hlavné potrubie systému SHZ je umiestnené v priestore medzistropu tunela.

7 Záver

Tunel Soroška bude významnou investíciou a prínosom pre dopravu na južnom Slovensku. Počas prípravy dokumentácie pre stavebné povolenie došlo k významnej zmene technického riešenia a tunel je navrhnutý ako jednorúrovňový s obojsmernou prevádzkou. Pokiaľ bude takýto návrh dopracovaný aj v ďalších stupňoch investičnej prípravy, javí sa ako optimálne využiť únikovú štôľňu ako prieskumné dielo a jej razením získať detailné informácie o krasovom prostredí horninového masívu Soroška.

Literatúra

- [1] NDS a. s. <https://www.ndsas.sk/stavby/priprava-stavieb>
- [2] Rýchlostná cesta R2 Tornaľa – Včeláre, Štúdiá realizovateľnosti, Svetlánsky a kol., Amberg Engineering Slovakia, s. r. o., 2015

- [3] Rýchlostná cesta R2 Rožňava – Jablonov nad Turňov, Dokumentácia na stavebné povolenie Združenie Dopravoprojekt, a. s., Amberg Engineering Slovakia, s. r. o. Geoconsult, s. r. o., (v rozpracovanosti)
- [4] Tunel Soroška – Final Ventilation Design, Bettelini et. al, Amberg Engineering Ltd. Regensdorf, 2018
- [5] Rýchlostná cesta R2 Rožňava - Jablonov nad Turňou, Podrobný inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum, Grenčíková a kol., DPP Žilina, s. r. o., 2018