

TUNEL SOROŠKA VO FÁZE PRÍPRAVY DOKUMENTÁCIE NA STAVEBNÉ POVOLENIE

SOROŠKA TUNNEL IN THE PHASE OF BUILDING PERMIT DESIGN PREPARATION

PETER PALOČKO, MARTIN HLAVÁČ

ABSTRAKT

Jedným z dôležitých cieľov Slovenskej republiky je napojenie dopravy na európsku diaľničnú sieť. Rýchlostná cesta R2 v úseku Rožňava – Jablonov nad Turňou je navrhovaná v súlade s „Programom rozvoja diaľničnej siete Slovenskej republiky“. Predmetný úsek rýchlostnej cesty R2 nie je súčasťou európskych dopravných koridorov TEM alebo TEN-T, ale je súčasťou medzinárodných ciest E58 a E571 a je v súlade s územným plánom VÚC Košického samosprávneho kraja. Navrhovaný tunel Soroška sa nachádza v úseku medzi obcami Lipovník a Jablonov nad Turňou. Prechádza pod horským hrebeňom Soroška s cestným horským priechodom v nadmorskej výške 540 m n. m. Toto územie je súčasťou Národného parku Slovenský kras.

ABSTRACT

One of important objectives of the Slovak Republic is to link the transportation to the European transport network. The R2 fast highway in the Rožňava – Jablonov nad Turňou section is being designed in compliance with the Slovak Motorway Network Development Program. The R2 fast highway section in question is not part of European transport corridors TEM or TEN-T, but it is part of interstate roads E58 and E571; it complies with the land-use plan for the Košice higher territorial unit (self-governing region). The Soroška tunnel being proposed is located in the section between the villages of Lipovník and Jablonov nad Turňou. It passes under the Soroška mountain crest with a mountain road crossing the crest at the elevation of 540m a. s. l. This territory is part of the Slovenský kras National Park.

ÚVOD

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

Horský priechod masívom Soroška je jedným z hlavných problematických úsekov tejto cesty (obr. 1). Nedostatok dopravnej infraštruktúry je značnou prekážkou pre ďalší rozvoj regiónu.

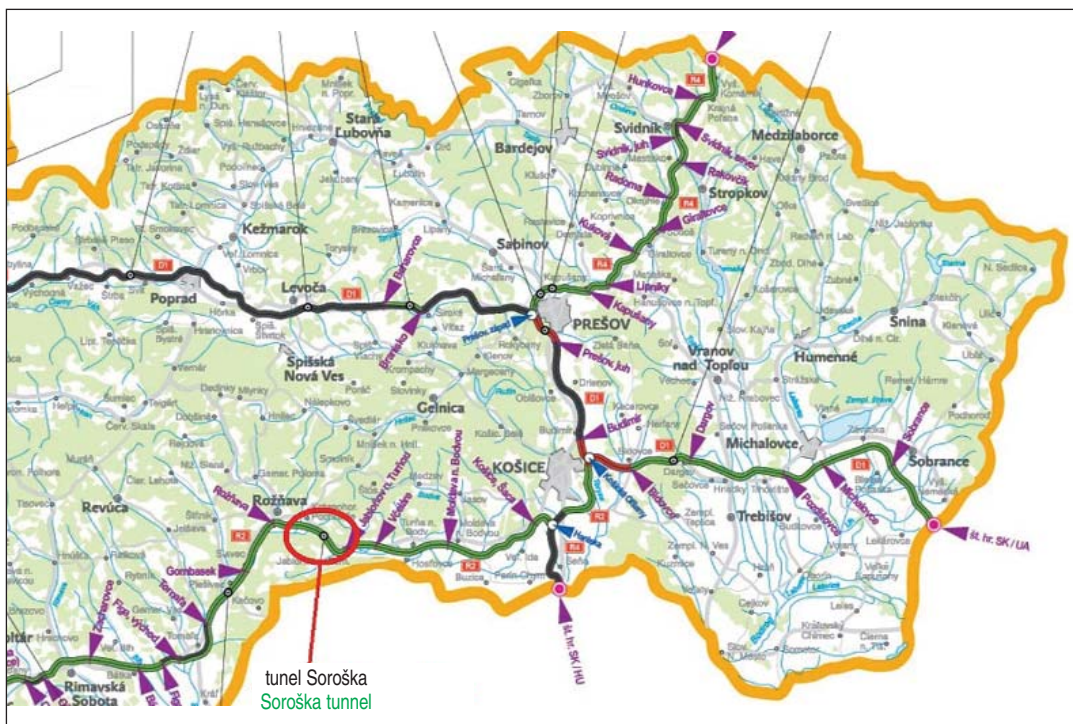
INTRODUCTION

Traffic conditions in the eastern part of southern Slovakia are very complicated. It is the reason why the development of the R2 fast highway is planned for this territory. The majority of sections have still been in the phase of preparation of documents for issuance of construction permits (final designs) or for issuance of zoning and planning decisions.

The mountain pass across the Soroška massif is one of the main problematic sections of this road (see Fig. 1). The lack of

transport infrastructure is a significant obstacle for further development of the region. This state could be compared to the state in which the D1 motorway with the passage through the Branisko massif was in the first half of the 1990s.

The design documentation for issuance of zoning and planning decision for this highway section was processed in 2013 [2]. At this stage, the Soroška tunnel was solved as a twin-tube structure, category 2T-8.0m. Based on the decision of the Ministry of Transport and Development of the SR, the documents for issuance of construction permit (the final design) were processed for a T-8.0 category single-



Obr. 1 Poloha tunela Soroška
Fig. 1 Soroška tunnel location

Tento stav by sa dal prirovnať k stavu, v akom sa nachádzala diaľnica D1 s horským priechodom cez masív Branisko v prvej polovici 90. rokov 20. storočia.

Dokumentácia na územné rozhodnutie pre tento úsek diaľnice bola spracovaná v roku 2013 [2]. V tomto stupni bol tunel Soroška riešený ako dvojúrovňový, kategórie 2T-8,0 m. Na základe rozhodnutia Ministerstva dopravy a výstavby SR je dokumentácia na stavebné povolenie spracovaná pre jednorúrovňový tunel kategórie T-8,0 s únikovou štôľňou. Celková dĺžka tunela je 4248 m.

Tunel okrem portálových častí bude budovaný s medzistropom. 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.

Prevádzkové vetranie tunela Soroška je pozdĺžne s usmerňujúcimi prúdovými ventilátormi umiestnenými na strope tunela s výdychom cez portály tunela Soroška. Vetranie je navrhnuté tak, aby podporovalo prirodzený vzdušný prúd z výškového rozdielu portálov a nevyrovnanej premávky.

V prípade požiaru v tuneli bude tunel odvetrávaný okrem portálov aj cez vetráciu šachtu situovanú v cca 1/3 tunela (v smere staničenia) v blízkosti jestvujúcej cesty I/50 a jej horského priechodu. Pri tomto type vetrania bude použitý polopriečny systém s odsávaním cez medzistrop a vetráciu šachtu.

Súčasťou systému protipožiarnej bezpečnosti bude v súlade s technologickými podmienkami TP 099 stabilné hasiace zariadenie na báze vodnej hmly. Ide o prvú aplikáciu takéhoto systému na Slovensku.

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 možno z hľadiska geomorfológie rozdeliť na niekoľko úsekov:

- Úsek od Rožňavy po obec Lipovník sa nachádza na mierne zvlhnom 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 NP Slovenský kras.
- Úsek od obce Jablonov nad Turňou v údolí potoka Turňa je charakterizovaný ako mierne zvlhnené územie predovšetkým s plochami trvalých trávnatých porastov.

DOPRAVNÁ PROGNOZA

Dopravná prognóza bola spracovaná v rámci štúdie realizovateľnosti realizovanej spoločnosťou Amberg v roku 2015 [3].

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 jestvujúcou cestnou sieťou a navrhovanou rýchlostnou cestou, čo sa prejaví poklesom dopravného zaťaženia cesty I/50 o medzinárodnú tranzitnú a regionálnu tranzitnú

tube tunnel with an escape gallery. The total tunnel length amounts to 4248m.

With the exception of portal parts, the tunnel structure will have an intermediate deck. There are 17 cross passages spaced at a maximum distance of 250m, and 5 double-sided emergency lay-bys at maximum intervals of 750m designed within the framework of the structural safety measures.

The operating ventilation system of the Soroška tunnel is longitudinal with airflow-directing jet fans installed under the tunnel roof, exhausting through the Soroška tunnel portals. The ventilation system is designed to support the natural air flow given by the difference in the elevation of tunnel portals and by uneven traffic flows.

In the case of a fire in the tunnel, smoke will be cleared from the tunnel not only through portals, but also through a ventilation shaft located at ca 1/3 of the tunnel length (in the direction of the chainage) near the existing I/50 road and its passage across the mountain ridge. When this ventilation type is exercised, a semi-transverse system with extraction through the space above the intermediate deck and the ventilation shaft will be used.

A fixed fire-fighting system based on water mist will be part of the fire-protection equipment, complying with TP 099 technical specifications. It is the first application of such the system in Slovakia.

TERRITORY CHARACTERISTICS

After opening to traffic, the R2 fast highway Rožňava – Jablonov nad Turňou section being designed will become an independent section, to which the R2 Gombasek – Rožňava section will be connected from the west and the R2 Jablonov nad Turňou – Včeláre section will be connected from the east in the future.

The territory of the R2 highway section being designed can be divided in terms of geomorphology into several sections:

- The section from Rožňava to the village of Lipovník is located in a moderately undulated, mostly agriculturally exploited area, which is divided by shallow valleys and streams.
- The section between the villages of Lipovník and Jablonov nad Turňou passes through the Soroška mountain ridge with a mountain road crossing at the elevation of 540m a. s. l. This territory is part of the Slovenský kras National Park. The slopes repose even at over 15% and the territory is assessed as a mountainous territory with the function of the conservation area of the Slovenský kras National Park.
- The territory of the section from the village of Jablonov nad Turňou in the Turňa Brook valley onward is characterised as moderately undulated with permanent grassy vegetation areas.

TRAFFIC PROGNOSIS

A traffic prognosis was carried out within the framework of a feasibility study realised by the Amberg company in 2015 [3].

The model of prospective volume of traffic is based on the determination method of prospective traffic volume for individual types of roads based on coefficients of the increasing traffic volume dated 2013.

By building the fast highway, the volume of traffic will be redistributed between the existing road network and the fast

Tab. 1 Výhledové dopravné zaťaženie úseku Rožňava – Jablonov nad Turňou [3]

Rožňava – Jablonov nad Turňou			
rok	osobné automobily voz/24 hod	nákladné automobily voz/24 hod.	spolu voz/24 hod.
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

dopravu. Rýchlostná cesta na seba prevezme väčšiu časť dopravného zaťaženia jestvujúcej cestnej siete, čo sa prejaví predĺžením obdobia kapacity cesty I/50, znížením negatívnych vplyvov dopravy na životné prostredie, najmä na okraji a v zastavanom území obcí. Na základe tohto modelu bolo určené predpokladané dopravné zaťaženie zobrazené v tab. 1.

INŽINIERSKOGEOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA ÚZEMIA

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

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

Ďalší problém v trase predstavujú krasové javy. Tieto boli geofyzikálnym meraním (obr. 2) detegované v km 9,000–9,700. Magnetotelurickou metódou CSAMT bolo odhalené aj hlboké (cca 600 m) nízkoodporové pásmo, ktoré zasahuje tunel takmer v 250 metrovom úseku [6].

O výskyte nových, nezmapovaných kaverien s výškou 8–9 m a naozaj veľkých dutých priestorov (výška okolo 23–25 m) sú informácie z inžinierskogeologického prieskumu, ktorý sa realizuje (obr. 3). Práve táto nepredvídateľnosť je spojená s nutnosťou použiť pomocné opatrenia na zaistenie výrubu. V prvom rade je potrebné zaistiť bezpečnosť pracovníkov a razenia preventívnymi opatreniami, medzi ktoré parí predstih razenia únikovej štôlna a predvrty realizované z čelby. Následne, podľa rozsahu krasového javu, bude rozhodnuté, či bude krasový jav vyplnený betónom (menšie kaverie), alebo bude od tunelovej rúry oddelený ochrannou konštrukciou (stenou). V prípade rozsiahlejších krasových javov a jaskýň je možné uvažovať ich sprístupnením pre potreby ďalšieho speleologického prieskumu.

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.

Table 1 Prospective traffic volume in the Rožňava – Jablonov nad Turňou section [3]

Rožňava – Jablonov nad Turňou			
year	cars per 24 hours	trucks vehicles per 24 hours	together vehicles per 24 hours
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

motorway being designed. It will be reflected by a drop in the volume of traffic on the I/50 road due to the missing proportion of international transit traffic and regional transit traffic. The fast highway will take over a major part of the traffic volume on the existing road network, which in fact will manifest itself by the extension of the sufficient capacity period duration on the I/50 road and by reduced negative environmental impacts of traffic, mainly on the outskirts of municipalities and inside developed areas of municipalities. The anticipated traffic volume presented in Table 1 was determined on the basis of this model.

ENGINEERING GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE TERRITORY

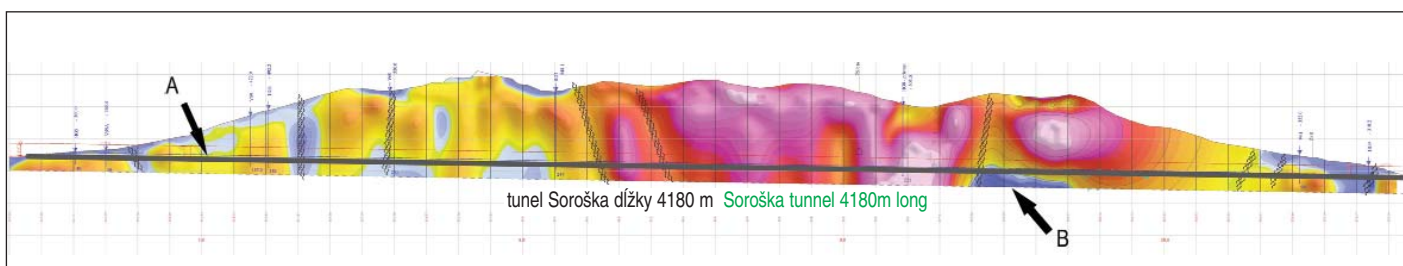
The territory of the planned tunnel belongs among the most interesting representatives of plain-type karst in Slovakia. There are nearly all possible karst phenomena in its massif – caves, abysses, sinkholes, karst ponds, rock bodies, rises etc.

Significant contacts between two geological interfaces will be encountered approximately at chainage km 8.125–8.250, where the route will pass from Sinemurian limestone layers to Wetterstein shales.

Another problem to be encountered on the route is represented by karst phenomena. They were detected by geophysical survey at chainage km 9.000–9.700. The magnetoteluric method CSAMT discovered even a deep (ca 5600m) low-resistance zone affecting the tunnel within a nearly 250m long section [6].

Information about the occurrence of new, unmapped 8–9m high caverns and really large hollows (about 23–25m high) is provided by the engineering geological survey being underway (see Fig. 3).

This unpredictability is associated with the necessity for applying auxiliary measures to the excavation support. It is first of all necessary to ensure safety of workers and the excavation by preventative measures, among which there are driving a pilot escape gallery and drilling probe holes ahead of the excavation face. It will be subsequently decided on the basis of the extent of the particular karst phenomenon whether the it will be filled

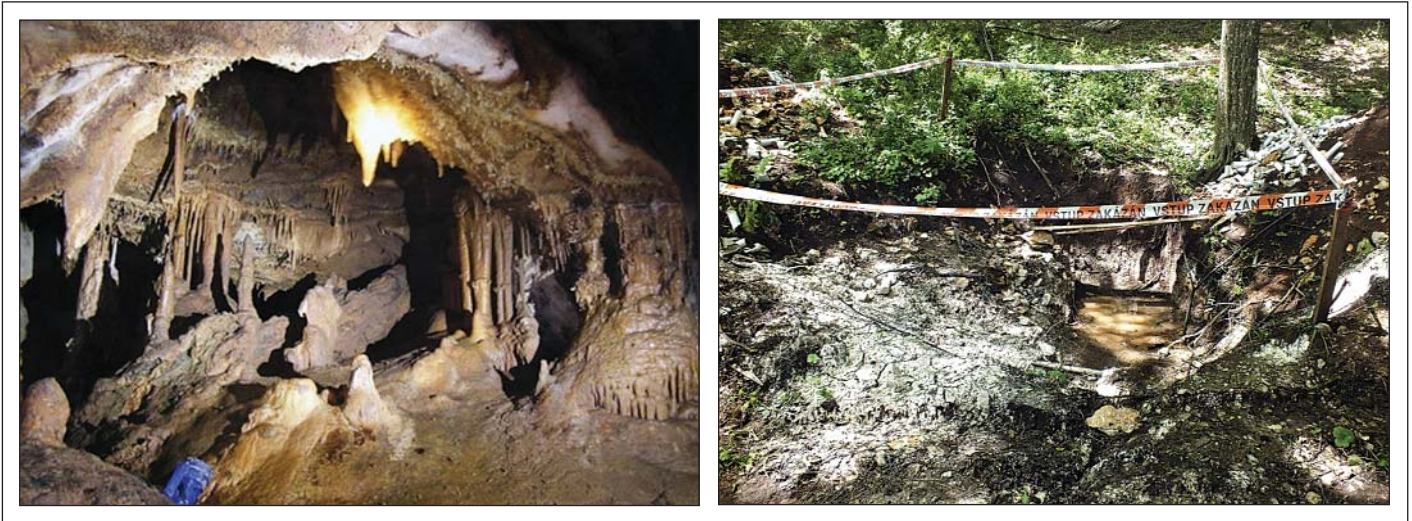


Obr. 2 Geofyzikálne meranie v trase tunela

A – trasa tunela, B – nízkoodporové pásmo naznačujúce prítomnosť krasových javov

Fig. 2 Geophysical survey on the tunnel alignment

A – tunnel alignment, B – low-resistance zone indicating the presence of karst phenomena



Obr. 3 Hrušovská jaskyňa zapísaná v zozname UNESCO a odkrytý krasový závrť na križovaní tektonických štruktúr

Fig. 3 Hrušovská cave inscribed on the UNESCO World Heritage List and an open sinkhole at the intersection of tectonic structures

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.

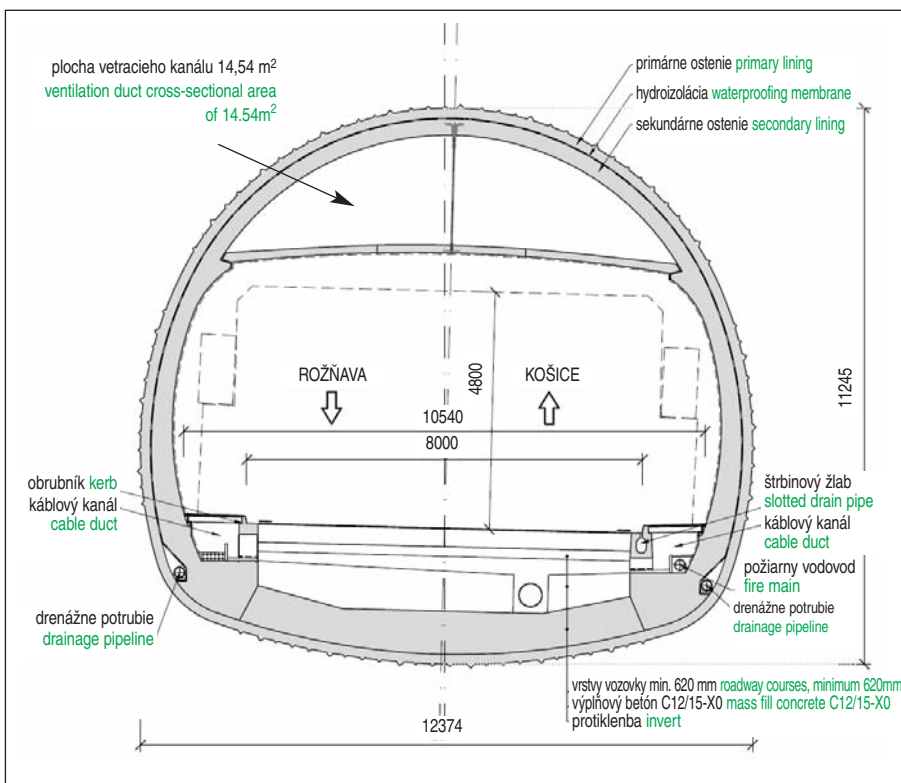
STAVEBNÉ RIEŠENIE TUNELA

Portály

Objekty portálov tunela sú rozdelené na časť hrubé terénne úpravy a časť konečné terénne úpravy. Hrubé terénne úpravy tvorí kľincovaný svah s dĺžkou kľincov 6 m. Celkovú stabilitu zaisťujú lanové kotvy dĺžky 16 m osadené v päte každej lavičky výšky 3 a 6 m.

with concrete (smaller caverns) or will be separated from the tunnel tube by a protective structure (a wall). In the case of more extensive karst phenomena and caverns it is possible to consider making them accessible for the needs of additional speleological survey.

From the aspect of the occurrence of ground water, the Slovenský kras is a unique natural complex distinguishing itself by extreme wealth of ground water, which is important even from the water management point of view. For that reason a part of the national park and its protected zone has been declared a protected area of natural accumulation of water. Flowing of ground water in the massif is relatively complicated. In the beginning, infiltrated water maintains the vertical direction, which later changes to a horizontal flow. A rarity of the groundwater is siphonal flowing. The rate of the karstic water flow is an important hydrogeological characteristic. Due to rapid infiltration, water is accumulated inside the carbonate massif. The Soroška pass area represents the assumed area of the hydrogeological divide of groundwater flows.



Obr. 4 Vzorový priečny rez tunelovou rúrou

Fig. 4 Typical cross section through the tunnel tube

TUNNEL STRUCTURAL DESIGN

Portals

The tunnel portal construction works are divided into general surface cutting and final terrain trimming parts. The general surface cutting forms a slope stabilised with 6m long nails. The overall stability is ensured by 16m long cable anchors installed at the base of each 3m respectively 6m high bench.

The final terrain trimming completes the portal appearance during the course of the works use. Shotcrete covered slopes will be clad in 0.5m thick gabions. The cut-and-cover tunnel section will be backfilled with a non-reinforced material, with the face sloping at 30°. The visible surface will be covered with aggregates.

Northern tunnel tube

The construction of one (left-hand) T-8 category tunnel tube is planned in the

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

Severná tunelová rúra

Vo fáze spracovania dokumentácie na stavebné povolenie sa uvažuje s výstavbou jednej (ľavej) tunelovej rúry kategórie T-8 (obr. 4). V mieste plánovanej pravej tunelovej rúry je navrhnutá úniková štôľňa. Tento návrh je v súlade s návrhom celej rýchlostnej cesty, ktorá je naprojektovaná s jednou tunelovou rúrou v ľavom jazdnom páse.

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

Pre potreby požiarneho vetrania je navrhnutý v tuneli medzistrop. 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. Dôvodom je požadovaná veľkosť prúdových ventilátorov (priemer obežného kola 1,5 m), a z toho vyplývajúca požadovaná stavebná výška 2,1 m.

V tuneli je navrhnutých 5 núdzových zálivov. Všetky sú riešené ako obojstranné.

Razenie tunela a primárne ostenie

Vzhľadom na veľmi rozdielne geotechnické kategórie zastihnuté v trase tunela je navrhnutých 5 vystrojovacích tried. Tunel 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 inžinierskogeologického a hydrogeologického prieskumu. Vzhľadom na topografiu územia je možnosť ďalšieho geologického prieskumu z povrchu veľmi limitovaná. Preto sa projektant zhoduje so závermi inžinierskogeologického prieskumu a síce odporúčené využitie únikovej štôľne ako prieskumného diela pred začatím raziacich prác v severnej tunelovej rúre.

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 občasný pojazd obslužnej 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.

Priečne 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.

Vetracia šachta

Vetracia šachta (obr. 5) slúži na odvod dymu z tunela počas požiaru alebo kongescie. Počas bežného prevádzkového vetrania nebude šachta využívaná. Tým dôjde k minimalizácii environmentálnych dopadov, keďže šachta je vyústená v chránenom území NATURA 2000.

Šachta bude spojená s medzistropom tunelovej rúry pomocou horizontálneho vetracieho prepojenia dĺžky 67,5 m.

phase of processing documents for the issuance of construction permit (final design) (see Fig. 4). An escape gallery is designed to be driven in the location of the planned right-hand tunnel tube. This design complies with the design of the whole fast highway, which comprises one tunnel tube on the left-hand carriageway.

The tunnel tube arrangement will be standard, with escape walkways 1.0m wide.

An intermediate deck is designed for the tunnel for the needs of fire ventilation. The intermediate deck is not designed for the initial 200m long section and the last 300m long section (in the direction of tunnel chainage) to allow the installation of jet fans. The tunnel geometry in these sections is identical with that designed for the part with the intermediate deck. The reason lies in the required size of the jet fans (the fan propeller diameter is 1.5m) and the required headroom following from it is 2.1m.

The total of 5 emergency lay-bys are proposed for the tunnel. All of them are designed as double-sided structures.

Tunnel excavation and primary lining

There are 5 excavation support classes designed for the excavation with respect to the very different categories to be encountered along the tunnel alignment. The tunnel invert will be carried out (in the portal sections and in locations passing through the lowest quality ground existing on the route); no invert will be carried out in the other sections. Two excavation support classes are designed for the excavation of emergency lay-bys, which, by the way, represent 6% of the tunnel length. The scope of the excavation support classes is determined by the knowledge of the ground environment which follows from the engineering geological and hydrogeological survey. With respect to the topography of the territory, the possibility of further geological surveying is very limited. For that reason the design agrees with the conclusions of the engineering geological survey that the escape gallery is to be used as an exploration gallery prior to the commencement of the excavation operations in the northern tunnel tube.

Escape gallery

In the sense of the STN 73 7507 standard, the escape gallery is to provide a corridor for the escape of pedestrians. The gabarit dimensions of 2.0 x 2.4m were proposed on the basis of this requirement. The space is sufficient even for occasional passage of service equipment. Double-shell lining (primary and secondary) is designed for the gallery. In this way, the stability of the escape gallery is secured throughout the tunnel life length.

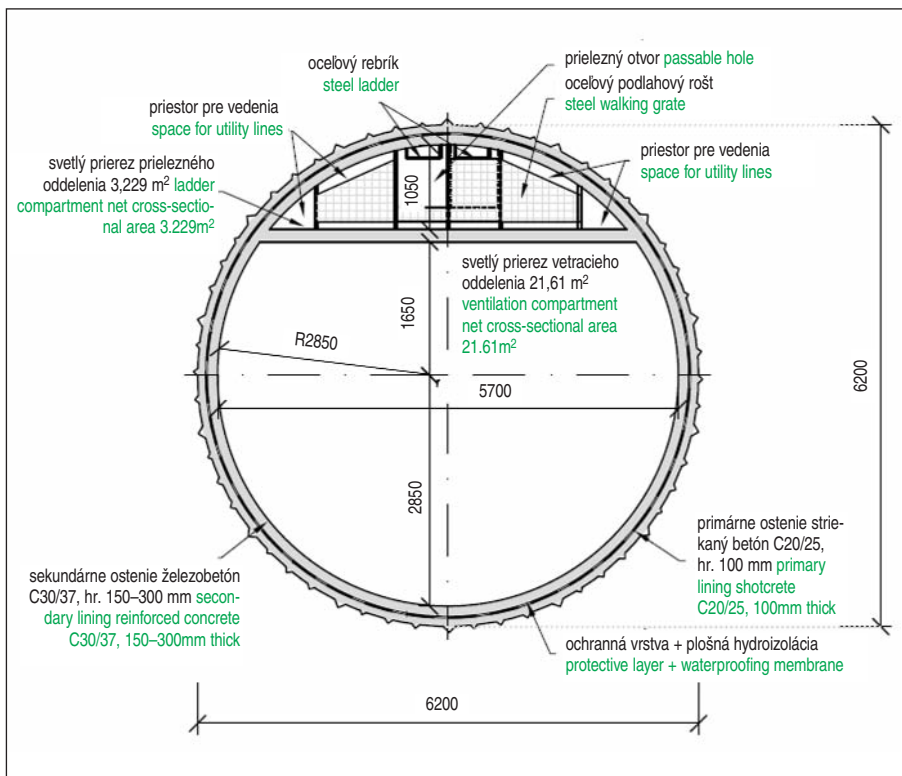
The escape gallery contains a separate system for evacuation of drainage water because it is located lower than the left-hand tunnel tube.

Cross passages

The safe escape of persons from the tunnel will be possible through 17 cross passages spaced at 250m. With respect to the tunnel design comprising only one tunnel tube, all cross passages are passable only for pedestrians.

Ventilation shaft

The ventilation shaft (see Fig. 5) is to be used for the removal of smoke from the tunnel during a fire or congestion. The shaft will not be used during the common operating ventilation operation. The environmental consequences will be minimised in this way because the shaft outlet is located in the NATURA 2000 protected area.



Obr. 5 Vzorový priečný rez vetracou šachtou
Fig. 5 Typical cross section through the ventilation shaft

Základné parametre sú:

- hĺbka 239 m;
- svetlý priemer 5,7 m;
- plocha výrubu 30 m².

Svetlý priečný rez šachty pozostáva z dvoch oddelení – vetracieho a káblového. Tieto časti sú od seba oddelené požiariene odolnou deliacou konštrukciou. Káblové oddelenie je vybavené rebríkmi s deliacimi plošinami na inštaláciu káblov, ich revíziu, údržbu a prípadnú výmenu. Tým sa vylučuje potreba výškových prác počas vykonávania týchto úkonov.

Technologické centrály a výdušný objekt

Pre tunel sú navrhnuté dve technologické centrály na portáloch a výdušný objekt nad vetracou šachtou. Objekty sú navrhnuté tak, aby zodpovedali požiadavke životnosti minimálne 50 rokov. Všetky stavby sú navrhnuté ako jednopodlažné murované konštrukcie. V objektoch sa bude nachádzať vstupný priestor, chodba, rozvodňa VN, náhradný zdroj – rotačný UPS, NN rozvodňa, rozvodňa slaboprúdu, lokálne pracovisko – priestor pre miestne riadenie (technologické centrály), sklad operátora.

Technologická časť

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

Vetranie tunela

V zmysle technického predpisu TP 49 (TP 12/2011) platného 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 takú úroveň, aby 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:

- vetrací kanál – bude vedený po celej dĺžke tunela mimo portálových úsekov (200 m na západnom portáli a 300 m na východnom portáli);

The shaft will be connected with the space above the intermediate deck by a 67.5m long horizontal ventilation gallery.

Basic parameters:

- depth 239m;
- finished diameter 5.7m;
- excavated cross-sectional area 30m².

The clear cross-section of the shaft consists of two compartments – for ventilation and for cables. These parts are separated from each other by a fireproof dividing structure. The cable compartment is equipped with ladders with dividing platforms required for the installation of cables, their revision, maintenance and replacement, if necessary. In this way, the need for elevated work during these operations is excluded.

Technology centres and exhaust structure

Two technology centres at the portals and an exhaust structure above the ventilation shaft are designed for the tunnel. The design of the structures should ensure the minimum life length of 50 years. All buildings are designed as single-storey masonry structures. In the buildings there will be an entrance space, a corridor, a HV substation, a standby power source – a rotational UPS, a LV distribution station, a low-current distribution station, a local workplace – space for local control (the technology centre) and operator’s storeroom.

tion, a standby power source – a rotational UPS, a LV distribution station, a low-current distribution station, a local workplace – space for local control (the technology centre) and operator’s storeroom.

Technology part

Two operating complexes are the most interesting within the technology part, the tunnel ventilation system and the fixed fire-fighting system.

Tunnel ventilation system

In the sense of the technical specification TP 49 (TP 12/2011) valid at the time of designing the ventilation system, the tunnel belongs into category C. The ventilation system design comprises point extraction through ventilation dampers.

The anticipated traffic intensity is relatively low, not reaching the level requiring supplies of clean air into the tunnel. A combination of longitudinal ventilation with point extraction is the ventilation system most suitable for the Soroška tunnel. The ventilation system comprises the following components:

- a ventilation duct – it will run throughout the tunnel length, with the exception of portal sections (200m long at the western portal and 300m long at the eastern portal);
- ventilation dampers installed at intervals of 100m, with triplets of dampers installed at the beginning and the end of the section with the intermediate deck;
- axial fans – 5 couples of fans installed in the portal areas;
- a ventilation shaft with extraction fans at the surface level.

The following operating principles (states) are designed for the ventilation:

- natural ventilation;
- longitudinal ventilation;
- longitudinal ventilation with extraction in the central part of the tunnel;
- emergency ventilation.

- 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.

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.

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 čerstvým vzduchom.

Núdzové (požiarné) vetranie možno 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. Čistý vzduch bude vháňaný prúdovými ventilátormi z oboch portálov.

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 sploďín horenia von smerom na portál. Vzhľadom na dĺžku portálových úsekov bez medzistropu je tento prípad vetrania menej pravdepodobný.

Stabilné hasiace zariadenie

Podľa technického predpisu TP 099 Protipožiarna bezpečnosť cestných tunelov musí byť stabilné hasiace zariadenie (SHZ) inštalované v jednorúrovňových tuneloch dĺžky nad 600 m.

Keďže v súčasnosti sú na Slovensku minimálne skúsenosti s aplikáciou stabilných hasiacich zariadení v tuneli, pri návrhu sa vychádzalo zo zahraničných aplikácií a predpisov.

Stabilné hasiace zariadenia v tuneli je možné podľa typu hasiacich prostriedkov rozdeliť na tri typy:

- vodné;
- s vodnou hmlou;
- 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 záživov 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.

Natural ventilation will be used when traffic intensity is low and the unbalanced traffic flow creates sufficient velocity of air.

In the case that the natural ventilation effect is not sufficient, the forced longitudinal ventilation will be started. It will help the natural air flow in the direction of the dominant traffic flow. Neither the ventilation duct nor the ventilation shaft will be used.

The ventilation system with extraction of air in the central part of the tunnel will be started when the efficiency of the longitudinal ventilation is not sufficient. Such a state will happen, for example, in the case of congestion. At this degree of ventilation, ventilation dampers in the central part of the tunnel will be opened; polluted air will be extracted through the ventilation duct and the ventilation shaft.

The emergency (fire) ventilation can be divided into the following two cases:

The first case represents a fire in a part of the tunnel comprising the intermediate deck. In such a case three ventilation dampers will be opened in the vicinity of the fire. Smoke will be extracted through the ventilation duct to the ventilation shaft. Clean air will be blown in by jet fans from both portals.

The second case represents a fire near the portals, where the intermediate deck is not installed. In such a case the ventilation duct will not be used and the ventilation will be ensured by jet fans, which will secure forcing the combustion products outside, toward the portal. With respect to the length of the portal sections without intermediate decks, this case of ventilation is less probable.

Fixed fire-fighting system

According to the technical specification TP 099 Fire safety in road tunnels, a fixed fire-fighting system has to be installed in road tunnels with the length exceeding 600m.

Since the experience with the application of fixed fire-fighting systems to tunnels in Slovakia is currently minimal, the design is based on foreign applications and regulations.

Fixed fire-fighting equipment in tunnels can be divided into the following three types, depending on the types of extinguishing agents:

- water;
- water mist;
- foam.

Fixed fire-fighting equipment based on the water mist principle is designed for the Soroška tunnel.

The fire-fighting equipment design is based on the volume of the space to be covered by the equipment. This space is subsequently divided into independent fire suppression sections. In this way, the tunnel tube was divided into individual 25m-long sections. In the cases of emergency lay-bys the length of the sections is reduced to 20m so that the volume of the space where the fire is to be suppressed is maintained. In the case of the origination of a fire, three neighbouring fire suppression sections are activated. The tunnel operator can adapt the selection of the fire-fighting sections to be activated to the real fire location.

The main components of the fixed fire fighting systems are as follows:

- fire protection reservoir;
- pumping station;
- main distribution pipeline;
- the system of distribution and the valves in individual sections.

Hlavné prvky systému SHZ sú:

- nádrž požiarnej vody;
- čerpacia stanica;
- hlavné rozvodné potrubie;
- systém rozvodov a ventilov v jednotlivých sekciách.

Nádrž požiarnej vody svojím objemom musí zabezpečiť dostatok hasiaceho média minimálne na 60 minút prevádzky SHZ. Táto nádrž nemôže byť spojená s nádržou pre požiarneho vodovodu, pretože požiadavky na vodu pre SHZ sú podstatne vyššie ako pre požiarneho vodovodu. 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 bežná a overená pri tomto type SHZ na báze vodnej hmly 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 väčšinou času využitá.

Hlavné rozvodné potrubie prebieha po celej dĺžke tunela a zásobuje vodou jednotlivé sekcie. Je navrhnuté z nehrdzavejúcej ocele. Svetlý priemer potrubia je 168 mm. Keďže potrubie nebolo možné umiestniť do priestoru pod chodníkmi, je vedené pod medzistropom. Proti premrznutiu je chránené izoláciou a vyhrievacím káblom.

ZÁVER

Tunel Soroška bude významnou investíciou a prínosom pre dopravu na južnom Slovensku. Počas prípravy dokumentácie na 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 pri jej razení získať detailné informácie o krasovom prostredí horninového masívu Soroška.

*Ing. PETER PALOČKO, PhD., ppalocko@amberg.sk,
Ing. MARTIN HLAVÁČ, mhlavac@amberg.sk,
AMBERG Engineering Slovakia, s.r.o.*

*Recenzovali Reviewed: Ing. Soňa Masarovičová,
Ing. Miloš Frankovský*

The volume of the fire protection reservoir has to secure the amount of the extinguishing agent sufficient for 60 minutes of the fixed fire fighting (FFFS) system operation. This reservoir cannot be connected with the reservoir for fire water because the requirements for water for the fixed fire fighting system are substantially higher than requirements for fire water. The main difference lies in the content of solids and the chemical composition of water. The reservoir will be located at the surface level so that the installation of feeding pumps for the main pumping system is not required. Such a configuration is usual and verified at this type of FFFS systems based on water mist in non-tunnel applications.

The pumping station will be located at the western portal of the tunnel, in the technology centre. Since this portal is located at a higher elevation, it is possible to exploit the hydraulic gradient in the tunnel tube, which has got virtually constant gradient of 1.71%. The pumps are designed in 2+1 configuration (two operating and one stand-by). With respect to relatively high requirements for the pump rate, the design prescribes diesel propulsion pumps. It will allow for the optimisation of the backup power source. It will not be necessary to purchase increased capacity of electrical energy during the tunnel operation, which will not be exploited for most of the time.

The main distribution pipeline runs throughout the tunnel length and supplies water to individual sections. Stainless steel is designed for the pipeline. Net diameter of the pipeline is 168mm. Since it was not possible to place the pipeline into the space under walkways, it is led under the intermediate deck. It is protected against freezing by insulation and a trace heating system.

CONCLUSION

The Soroška tunnel will be an important investment and contribution for transport in southern Slovakia. A significant change in the technical solution to the tunnel took place during the preparation of documents for issuance of construction permit (final design). The tunnel is designed as a single-tube structure for bi-directional traffic. If this design is further elaborated even in the other degrees of the investment project preparation, it appears to be optimal to use the escape gallery as an exploratory working and to gather detailed information about the karst environment in the Soroška ground massif during the course of the gallery excavation.

*Ing. PETER PALOČKO, PhD., ppalocko@amberg.sk,
Ing. MARTIN HLAVÁČ, mhlavac@amberg.sk,
AMBERG Engineering Slovakia, s.r.o.*

LITERATURA / REFERENCES

- [1] NDS a.s. <https://www.ndsas.sk/stavby/priprava-stavieb>
- [2] *Rýchlostná cesta R2 Rožňava – Jablon nad Turňou*. Dokumentácia na územné rozhodnutie. Dopravoprojekt a.s., 2013
- [3] SVETLÁNSKY a kol. *Rýchlostná cesta R2 Tornala – Včeláre*. Štúdiá realizovateľnosti. Amberg Engineering Slovakia, s.r.o., 2015
- [4] *Rýchlostná cesta R2 Rožňava – Jablon nad Turňou*. Dokumentácia na stavebné povolenie. Združenie Dopravoprojekt a.s., Amberg Engineering, s.r.o., Geoconsult, s.r.o., (v rozpracovanosti)
- [5] BETTELINI et. al *Tunel Soroška – Final Ventilation Design*. Amberg Engineering Ltd Regensdorf, 2018
- [6] GREŇČÍKOVÁ a kol. *Rýchlostná cesta R2 Rožňava – Jablon nad Turňou*. Podrobný inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum. DPP Žilina, s.r.o., 2018