

TUNEL POŁANA POŁANA TUNNEL

BRANISLAV NEUSCHL, ĽUBICA CIGEROVÁ, MICHAL KUBIŠ

ÚVOD

Tunel Połana je súčasťou diaľničného úseku D3 Svrčinovec–Skalité. Dĺžka navrhovanej trasy diaľnice je cca 12,3 km so začiatkom v križovatke pri obci Svrčinovec a koncom v mieste napojenia na už rozostavaný diaľničný úsek Skalité–hranica SR/PR v obci Skalité. Predmetný úsek diaľnice sa nachádza v Žilinskom kraji, v okrese Čadca. Diaľnica D3 je súčasťou multimodálneho dopravného koridoru č. VI., ktorý po dobudovaní umožní kvalitné a rýchle prepojenie severnej a južnej Európy. Navrhovaná diaľnica prechádza veľmi členitým a morfológicky náročným prostredím. Celý úsek diaľnice bude budovaný v plnom profile kategórie D24,5/80. Projekt stavby bol spracovaný na úrovni dokumentácie pre stavebné povolenie a dokumentácie na ponuku združením projektových spoločností: ALFA 04, a. s., Basler & Hofmann Slovakia, s. r. o., Basler & Hofmann AG, Ingenieure und Planer, Pragoprojekt, a. s. a Mott MacDonald Limited–org. složka a ďalších organizácií.

DIAĽNIČNÝ ÚSEK D3 SVRČINOVEC–SKALITÉ

Úsek Svrčinovec–Skalité je súčasťou diaľničného tahu D3, ktorý sa v križovatke Hričovské Podhradie napája na diaľnicu D1, tvoriacu v Slovenskej republike základný tah v smere východ–západ. Diaľnica D3 doplní diaľničnú sieť v smere Žilina–Kysucké Nové Mesto–Čadca–Skalité, čím vytvára s úsekom D1 od Bratislavы jednu zo severo-južných dopravných osí Slovenska. V celom úseku D3 je v súčasnosti doprava vedená po existujúcich cestách I/11 a I/12, ktoré sú využívané aj tranzitnou medzištátnou prepravou. V sledovanom úseku Svrčinovec–Skalité prechádzajú tieto komunikácie intravilanmi obcí, čo výrazne znížuje plynulosť a rýchlosť dopravy, znehodnocuje životné prostredie a ohrozuje bezpečnosť ich obyvateľov. Obe komunikácie vyúsťujú na hraničných prieschodoch – cesta I/11 na prieshode Svrčinovec a cesta I/12 na prieshode Skalité. Hraničný prieschod Skalité, ako aj samotná cesta I/12 nevyhovujú požiadavkám nákladnej dopravy. Riešením nepriaznivej dopravnej situácie v území je vybudovanie novej súbežnej kapacitej komunikácie. Diaľnica D3 bude mať význam aj z hľadiska tranzitnej medzištátnej dopravy. Napojením na rozostavaný úsek Skalité–hranica SR/PR a využívaním súvisiaceho hraničného prieschodu sa umožní prieschod nákladnej dopravy v smere do Poľska a späť, čím bude odľahčený najbližší hraničný prieschod Trstená. Vybudovaním križovatky Svrčinovec bude vyriešené prepojenie diaľnice a cesty I/11 vo všetkých dopravných smeroch, čím sa v tomto bude vytvoriť možnosť prepojenia troch európskych štátov – Poľska, Česka a Slovenska. Účelom navrhovanej stavby diaľnice je zlepšiť dopravnú situáciu v širšom meradle ako je len stavbou dotknuté územie. Vybudovanie tejto stavby pozitívne ovplyvní dopravnú situáciu a prerozdelenie dopravy medzi severo-južnými koridormi na území Slovenska.

Stavba začína tesne pred križovatkou Svrčinovec, kde sa napojí na úsek D3 Čadca (Bukov)–Svrčinovec. Za križovatkou vstupuje do tunela Svrčinovec dĺžky cca 435 m. V ďalšom úseku trasa viedie okrajom zástavby obcí Svrčinovec a Čierne, po svahoch údolia rieky Čierňanky. V tejto časti územia je navrhnuté aj obojsstranne odpocívadlo Čierne, ktoré bude súčasťou diaľničného vybavenia. Následne diaľnica vystupuje na masív hrebeňa Valy, v ktorom viedie v hlbokých zárezoch nad okrajom svahových deformácií, ktorými je postihnuté úpätie tohto masívu. Vstup aj výstup z tohto hrebeňa je charakterizovaný vedením komunikácie na rozsiahlych mostných objektoch. Po zostupe z hrebeňa Valov preklenie trasy diaľnice údolie toku Čadečky a ďalej sa dostáva na svahoch až nad okraj zástavby obce Skalité. Za údolím potoka Rieka, obchádzajúc zástavbu obce, vstúpi diaľnica do masívu Połana diaľničným tunelom Połana dĺžky cca 890 m. Koniec úseku je napojený na rozostavaný úsek D3 Skalité–hranica SR/PR.

CHARAKTERISTIKA TUNELA

V mieste horského masívu Połana prekonáva diaľnica južné úbočie kopca Gazdškov grún tunnelom s názvom Połana. Západný portál bol pomenovaný podľa potoka Rieka a východný podľa osady Pazderovci.

INTRODUCTION

The Połana tunnel is part of the Svrčinovec – Skalité section of the D3 motorway. The length of the proposed motorway route is about 12.3km. It starts at an intersection at the village of Svrčinovec and its end is in the village of Skalité, in the location where it connects to the Skalité – the Polish border motorway section, which has been under construction. The given motorway section is found in the Žilina Region, the Čadca District. The D3 motorway is part of the Multimodal Traffic Corridor VI, which, after completion, will make quality and fast connection between northern and eastern Europe possible. The proposed motorway passes through very rugged and morphologically difficult terrain. The full profile category D24.5/80 will be applied to the entire motorway section. The construction design was carried out at the final design and tender purposes level by a consortium of following engineering consultancy firms: ALFA 04 a.s., Basler & Hofmann Slovakia s.r.o., Basler & Hofmann AG, Ingenieure und Planer, Pragoprojekt a.s., Mott MacDonald Limited-org. unit and other organisations.

SVRČINOVEC – SKALITÉ SECTION OF D3 MOTORWAY

The Svrčinovec - Skalité section is part of the D3 motorway route. At the Hričovské Podhradie intersection, the D3 motorway links the D1 motorway, which forms a basic motorway route in Slovakia in the east-west direction. The D3 motorway is added to the motorway network to provide connection in the direction Žilina - Kysucké Nové Mesto - Čadca - Skalité, thus it forms, together with the D3 section from Bratislava, one of north-south traffic axes in Slovakia. Throughout the D3 section traffic currently led along the existing I/11 and I/12 roads, which are even used by international transit transport. These roads pass through villages in the Svrčinovec – Skalité section, which significantly reduces fluency and speed of traffic, damages the environment and jeopardises the safety of their inhabitants. Both roads lead to border crossings: I/11 road at the Svrčinovec border crossing and I/12 at the Skalité crossing. The Skalité border crossing as well as I/11 road do not meet requirements of haulage. The unfavourable transportation situation in the area will be solved by developing a new parallel capacity road. The D3 motorway will be important even in terms of interstate transport. Owing to the connection to the Skalité – Polish border, which is under construction, and the use of the related crossing, passage of freight traffic to Poland and back; thus the burden on the nearest border crossing, Trstená, will be relieved. By constructing the Svrčinovec intersection, the connection of the motorway and I/11 road will be solved for all directions of traffic, thus the possibility of interconnecting three European states – Poland, the Czech Republic and Slovakia, will be opened. The purpose of the proposed motorway construction is to improve the traffic situation on a scope that will be wider than the area affected by the construction. This project will positively affect traffic situation and re-distribution of traffic between the north-south corridors existing in Slovakia.

The construction starts just before the Svrčinovec intersection, where it will connect to the Čadca (Bukov) – Svrčinovec section of the D3 motorway. After the intersection, it enters the about 435m long Svrčinovec tunnel. The route of the following section passes through the outskirts of the villages of Svrčinovec and Čierne, on the slopes of the Čierňanka River. This part of the area will contain the Čierne double-sided lay-by, which will be part of motorway equipment. Subsequently, the motorway ascends to the Valy mountain range, where it runs along deep open cuts above the edges of the landslide areas which exist at the foot of the mountain range. The entry to the ridge as well as the exit is characterised by the road alignment leading on large bridge structures. When the motorway route has descended from the ridge, it crosses a valley of the Čadečka stream and then gets on slopes up to the edge of buildings of the village of Skalité. After the Rieka stream valley, it bypasses the village and enters the Połana mountain massif through the about 890m long Połana motorway tunnel. The end of the section is connected to the Skalité – Polish border section of the D3 motorway, which is under construction.

TUNNEL CHARAKTERISTICS

In the location of the Połana, the motorway overcomes a southern slope of Gazdškov Grún hill by means of a tunnel named Połana. The western portal



Obr. 1 Transeurópska cestná siet' v SR a pripravovaný úsek diaľnice D3, Svrčinovec – Skalité

Fig. 1 Trans-European road network in the SR and the Svrčinovec – Skalité section of the D3 motorway under preparation

Smerovo je trasa tunela vedená v dvoch protichodných oblúkoch prepojených prechodnicou. Pozdĺžny sklon tunela je prevažne 2%. Priečny sklon vozoviek sa mení od 3,5 % až do -3 % v závislosti na smerovom vedení. Tunel je tvorený dvoma tunelovými rúrami a ich vzájomná vzdialenosť osí je premenlivá, pričom minimálne hodnoty sú cca 25 až 29 m v portálových oblastiach a 45 m v strednej časti tunela. Obe tunelové rúry sú rozdelené na úseky budované hĺbením a razením. Pre razenú časť sa predpokladá metóda NRTM (Nová rakúska tunelovacia metóda) s použitím mechanického rozpojovania a rozpojovania trhacími prácami. Tunelové ostenie je navrhnuté dvojplášťové tvorené primárnym a sekundárnym ostením, oblúkového tvaru. Tunel bude obsahovať 3 priečne prepojenia, núdzový záлив v strede každej tunelovej rúry a technologické vybavenie potrebné pre bezpečnú prevádzku tunela. Tunel bude v základnom režime prevádzkovaný jednosmerne.

Tab. 1 Parametre tunela

Popis	Severná tunelová rúra (LTR)	Južná tunelová rúra (PTR)
Kategória tunela	2T – 8,0 (šírka medzi obrubníkmi 8,0 m, chodníky 2x1,0 m)	
Typ tunela	Dvojrurový diaľničný tunel	
Celková stavebná dĺžka	892,0 m	898,1 m
Razená časť	846,0 m	867,0 m
Hĺbená časť	16+30 m	16+15,1 m
Priechodný prierez	4,8 x 8,0 m	
Predpokladaný čas začiatku výstavby objektu	2011	
Predpokladaný čas uvedenia do prevádzky	2014	

Dĺžka tunela podľa NV č. 344/2006 Z.z., § 2, odst. (b) uzavretej časti tunela je: 889,57 m.

GEOMORFOLOGICKÉ A GEOLOGICKÉ POMERY

Podľa regionálneho geomorfologického členenia Slovenska (Atlas SSR, 1980, Mazúr, Lukniš) patrí územie severne od Čadce po Skalité do oblasti Západných Karpát, ktoré na územie zasahujú geomorfologickým celkom – Jablunkovským medzihorím, ktorého reliéf bol sformovaný počas štvrtohôr periglaciálnej modeláciou a riečnou eróziou. Jeho horninové prostredie je tvorené magurským tektonickým celkom zastúpeným račanskou litofaciálnou tektonickou jednotkou – zlinským súvrstvím (stredný eocén, Potfaj, 2003). V rámci zlinského súvrstvia podľa Potfaja územie v trase diaľnice je tvorené vsetínskymi vrstvami. Tieto vrstvy sa vyznačujú prevahou hrubých vrstiev lastúrnato odlučných fľovcov s lavicami jemno- až strednozrnných pieskovcov s glaukonitom. Prekážkou, ktorú tunel prekonáva, je južné úbočie kopca Gazdíkov grún (710 m n. m.) masívu Poľany nad údolím rieky Čierňanka, severne od obce Skalité. Výška prekonávanej prekážky presahuje o viac ako 82 m úroveň trasy diaľnice. Masív, ktorým prechádza tunel Poľana, je charakterizovaný súvrstvím paleogenných hornín zastúpených vrstvami fľovca a pieskovca, s prevahou fľovcových vrstiev. S ohľadom na rozdielnu citlivosť horniny na exogénne činitele je masív fľovcov a pieskovcov

was named after the Rieka stream and the eastern after the village of Padzorovci.

The horizontal alignment of the tunnel consists of two reverse curves connected by a transition curve. The longitudinal gradient of the tunnel is mostly 2%. The transverse gradient of the roadway varies from 3.5% to -3%, depending on the horizontal alignment. The tunnel is formed by two tunnel tubes. The distance between their axes is variable, with the minimum values are about 25 to 29m in portal areas and the distance of 45m in the central part of the tunnel. Both tunnel tubes are divided into cut-and-cover sections and mined sections. The NATM (New Austrian Tunnelling Method) is assumed to be used for the mined part, with both mechanical rock disintegration and the drill-and-blast. The vaulted double-shell tunnel lining consisting of a primary and secondary linings is designed. The tunnel will contain 3 cross passages, a lay-by in the middle of each tunnel tube and equipment required for the safe operation of the tunnel. During the basic regime, the tunnel will have one-way traffic.

Table 1 Tunnel parameters

Description	Northern tunnel tube (NTT)	Southern tunnel tube (NTT)
Tunnel category	2T – 8,0 (curb-to-curb width 8,0m, walkways 2x1,0m)	
Tunnel type	Twin-tube motorway tunnel	
Total structural length	892.0 m	898,1 m
Mined part	846.0 m	867,0 m
Cut-and-cover part	16+30 m	16+15,1 m
Clearance profile	4,8 x 8,0 m	
Expected commencement time	2011	
Expected commissioning time	2014	

The tunnel length of the closed part of the tunnel according to the Decree of the Government of the SR No.344/2006 Coll., §2, section (b) is 889,57 m.

GEOMORPHOLOGICAL AND GEOLOGICAL CONDITIONS

According to the regional geomorphological division of Slovakia (Atlas SSR, 1980, Mazúr, Lukniš), the area north of Čadca up to Skalité belongs to the Western Carpathians, to which area it extends through the Jablunkov Uplands geomorphological unit, the topography of which was formed during the Quaternary period by periglacial modelling and river erosion. The rock environment in the area is formed by the Magura tectonic complex, which is represented by the Rača lithofacial tectonic unit – the Zlín Member (Middle Eocene, Potfaj, 2003). Within the Zlín Member, according to Potfaj, the area along the motorway route consists of the Vsetín Member. This member is distinguished by prevalence of coarse layers of conchoidally fractured claystones with beds of fine-grained to medium-grained sandstones with glauconites. An obstacle the tunnel must overcome is the southern slope of Gazdíkov Grún hill (710m a.s.l.) in the Poľana massif, above the Čierňanka stream valley, north of the village of Skalité. The elevation of the top of the obstacle to be overcome is by 82m higher than that of the motorway alignment. The massif the Poľana tunnel passes through is characterised by series of measures of Palaeogene rocks represented by claystone and sandstone layers with the majority of sandstone layers. As a result of varying sensitivity of the rock mass to exogenous factors, the claystone and sandstone massif is markedly heterogeneous, with various depths of weathering, intensity and degree of decomposition, various sizes and types of blocks. The massif is disturbed by a system of continuous zones of faults and faults, which were interpreted on the basis of geophysical works and documentation of individual rounds during the excavation of the gallery. Two main directions were determined according to the character of faulting. One of them has the character of transverse to oblique faults, while the other one has the character of parallel zones, parallel with the axes of the tunnel tubes.

Several stages of exploration were conducted with the aim of obtaining information sufficient for the knowledge of the engineering geological and geotechnical conditions for the Poľana tunnel. The engineering geological exploration for the Poľana tunnel was solved during the orientating survey stage (Panek et al., 1997; 1998) for the original design variant. The detailed exploration was conducted during the surface engineering geological and hydrogeological survey stage (Záthurecký et al., 2006) and the geotechnical monitoring stage, of which the exploration gallery for the Poľana tunnel was a part.

The exploratory gallery location is in the cross section of the left tunnel tube. The total length of the gallery is 302.1m, of that length about



Obr. 2 Ortofotomapa
Fig. 2 Orthophotomap

výrazne heterogénnym, s rozdielnymi hĺbkami zvetrania, intenzitou a stupňom rozpadu, rozdielnou veľkosťou a typom bloku. Masív je porušený systémami priebežných poruchových zón a zlomov, ktoré boli interpretované na základe geofyzikálnych prác a dokumentácie jednotlivých záberov pri realizovaní štôlne. Podľa charakteru porušenia boli vyčlenené dva hlavné smery, z ktorých je jeden charakteru priečnych až šíkmých zlomov a druhý systém je charakteru paralelných zón, súbežných s osami tunelových rúr.

Za účelom získania dostatočne vypovedajúcich informácií o inžinierskogeologických a geotechnických pomeroch tunela Poľana boli realizované viaceré etapy prieskumu. Inžinierskogeologický prieskum pre tunel Poľana bol riešený v etape orientačného prieskumu (Panek et al., 1997; 1998) v pôvodnom variantnom riešení. Podrobnejší prieskum bol realizovaný etapou povrchového inžinierskogeologického a hydrogeologickejho prieskumu (Záthurecký et al., 2006) a etapou geotechnického monitoringu, ktorého súčasťou bola realizácia prieskumnej štôlnej tunela Poľana.

Prieskumná štôlňa je vedená v mieste ľavej tunelovej rúry a jej celková dĺžka je 302,1 m, z toho cca 25,54 m sa nachádza v mieste budúceho hlbenejšieho tunela a časť dĺžky 276,56 m je vedená v profile razeného tunela. Počas výstavby štôlne sa zistili veľmi komplikované geologicke pomerky, čo spôsobilo, že takmer celá časť štôlnej bola budovaná pod ochranou mikropilotového dáždnika, resp. pod ochranou ihiel.

Po prerušení geologickej práce pri razení štôlnej bol prieskum ukončený doplnkovým, povrchovým inžinierskogeologickej prieskumom formou zvislých, prieskumných jadrových vrtov, kopaných šachtíc, povrchových geofyzikálnych meraní a vodorovných jadrových vrtov, vrátanej zo štôlnej do masívu pravej tunelovej rúry (Sekyra et al., 2008).

Na základe získania hodnotových výsledkov z povrchových inžinierskogeologickej prieskumov a z výsledkov geotechnického monitoringu počas razenia prieskumnej štôlnej boli pre jednotlivé tunelové rúry vyčlenené základné kvázihomogénne bloky. Pre ľavú tunelovú rúru 12 úsekov a pre pravú tunelovú rúru 10 úsekov. V týchto úsekoch bolo rozpätie inžinierskogeologickej a geotechnických charakteristik v nasledovných rozsahoch:

RQD od 5–25 do 50–70 %, QTS od 33,5 bodu po úroveň 69 bodov, NRTM od triedy 3 po triedu 5a.

Hydrogeologicke pomery územia tunela Poľana sú podmienené klimatickými pomermi spolu s geomorfologickými, odtokovými pomermi, geologicko-tektonickou stavbou a ďalšími činiteľmi (zalesnenie a pod.). Od týchto činiteľov závisí podiel infiltrovaných zrázok, ktorý sa podielá na dopĺňaní zásob podzemných vôd v geologickej štruktúre a formovaní ich fyzikálno-chemických vlastností. Hydrogeologicke pomery boli podrobne overené prieskumnou štôlňou a vo zvyšnom úseku trasy boli hydrogeologicke pomery overené vrtnými prácam realizovanými pod úroveň nivelety tunela. Komplex spevnených paleogeenných sedimentov vytvára hydrogeologickej masív bez významnejších súvislých hydrogeologickej kolektorov vrstvového typu s obehom podzemnej vody prevažne v pripovrchovej zóne a v pásmach puklinového a tektonického porušenia.

25.54m are in the location of the future cut-and-cover tunnel and a 276.56m long portion leads within the profile of the future mined tunnel. Very complicated geological conditions were identified during the gallery driving, which was the reason why nearly the entire part of the gallery was constructed under the protection of a micropile umbrella or forepoles.

After the suspension of the geological work during the gallery excavation, the exploration was completed by additional surface engineering geological survey having the form of vertical rotary cored boreholes, dug holes, surface geophysical measurements and horizontal cored boreholes, drilled from within the gallery into the rock mass, into the cross section of the future right tunnel tube (Sekyra et al., 2008).

Basic quasi-homogeneous blocks were determined for individual tunnel tubes on the basis of credible results of the surface engineering geological explorations and results of the geotechnical monitoring carried out during the excavation of the exploratory gallery – 12 sections for the left tunnel tube and 10 sections for the right tunnel tube. The ranges of the engineering geological and geotechnical characteristics in these sections were as follows:

RQD from 5-25 to 50-70%, QTS from 33,5 points to the level of 69 points, NATM from class 5a.

Hydrogeological conditions in the area of the Poľana tunnel depend on climatic conditions together with geomorphological run-off conditions, the geological-tectonic structure and other factors (wooding etc.). The proportion of the infiltrating precipitation which contributes to the ground water recharging in geological structures and forming their physical-chemical properties depends on these factors. The hydrogeological conditions were verified in detail by the exploration gallery and, in the remaining section of the tunnel route, the hydrogeological conditions were verified by drilling under the tunnel alignment level. The complex of consolidated Palaeogene sediments forms a hydrogeological massif without more significant continuous hydrogeological aquifers of the layer type, with ground water circulation occurring in mainly in the surface layer and in fissure-type and faulted zones.

TUNNEL STRUCTURE

The tunnel design is carried in a way guaranteeing that the lining structure, waterproofing, ventilation, escape routes and tunnel equipment complied with the requirements imposed on tunnels in the EU and, at the same time, met requirements imposed by the legislation of the Slovak Republic. The cross sections of the left tunnel tube and right tunnel tube are identical in terms of dimensions. We designed the dimensions and geometry of the cross section taking into consideration the dimensional parameters of the clearance profile, the roadway width and the minimum width of walkways. The tunnel axis is always perpendicular to the roadway, therefore the cross section of both tunnel tubes will be rotated in the vertical plane relative to the transverse gradient of the roadway; thus the volume of unnecessary excavation is reduced.

KONŠTRUKCIA TUNELA

Technické riešenie tunela je navrhované tak, aby konštrukcia ostenia, izolácie, vetranie, únikové cesty, technologické vybavenie z hľadiska bezpečnosti a riadenia prevádzky zodpovedali požiadavkám kladeným na tunely v EU, a zároveň spĺňali požiadavky platnej legislatívy SR. Prierezy ľavej a pravej tunelovej rúry sú rozmerovo zhodné. Pri návrhu velkosti a tvaru priečneho rezu tunela sme vychádzali z rozmerových parametrov prejazdného prierezu, šírky vozovky a min. šírky chodníkov. Tunelová os je vždy kolmá na vozovku, prierez bude teda v oboch tuneloch natáčaný v súlade s jej klopením, čím sa obmedzí razenie jalového výruba.

Hlbený tunel bude budovaný v otvorenej stavebnej jame a konštrukcia blokov a základovej dosky je kolmá na vozovku obdobne ako v razenej časti. Základová doska má hrúbku 800 mm, a klenba tunela 400 mm. Samotný portál je zrezaný v sklonе 60° a v spodnej časti má navrhnuté čielka, ktoré umožnia priame napojenie betónového zvodidla. Konštrukcia klenby a základovej dosky je železobetónová z vodotesného betónu (C 30/37).

Stavebné jamy budú hlbené postupne v jednotlivých stupňoch. Zaistenie stien výkopu sa zabezpečí striekaným betónom v kombinácii so zváranými sietami, kotevnými prahmi a lanovými kotvami. Doplňkové prvky budú tvoriť klince a ako pomocný prvak pod prahmi sú navrhnuté mikropilóty. Definitívna úprava portálov tunela bude tvorená prevažne vystuženým násypom.

Obe tunelové rúry budú budované súčasne dovrchným razením zo strany západného portálu. Na základe IGP sa predpokladá nasadenie troch vystrojovacích tried VT3, VT4, VT5a (tab. 2). Vystrojovacia trieda 3 sa predpokladá len v dĺžke 65 m. Razenie tunelových rúr bude po dĺžke rozdelené horizontálnym členením na kalotu, stupeň a dno. V mieste núdzového zálivu bude kalota členená aj vertikálne. Protiklenba bude realizovaná v celej dĺžke razených tunelov. Primárne ostenie je na základe statického výpočtu dimenzované tak, aby spoľahlivo zabezpečilo stabilitu výruba tunela v čase prerodzenia napäť v horninovom masíve do vybudovania sekundárneho – definitívneho ostenia.

Tab. 2 Prvky primárneho ostenia v základných vystrojovacích triedach

VT3	Striekaný betón, ocelové zvárané siete, ocelové priečadové oblúky, maltované a samozávrtne svorníky
VT4	Striekaný betón, ocelové zvárané siete, ocelové priečadové oblúky, maltované a samozávrtne svorníky, ihly, sklolaminátové kotvy v čelbe
VT5a	Striekaný betón, ocelové zvárané siete, ocelové priečadové oblúky, samozávrtne svorníky, mikropilóty, sklolaminátové kotvy v čelbe

Únikové cesty budú razené paralelne s postupom razenia tunelových rúr. Súbežne s razením v dostatočnom odstupe predpokladáme začiatok betonárskych prác (betonáž základových konštrukcií, izolárskych prác a následne betonáž sekundárneho ostenia). Únikové cesty väčšieho profilu budú využité na prívod vetrania k čelbe a odvoz rúbaniny druhou tunelovou rúrou. Sekundárne – definitívne ostenie je dimenzované na zataženie od celého tlaku horniny, tj. nepredpokladá sa spoľahlivosť primárneho ostenia v období požadovanej životnosti tunela a počíta sa so sekundárnym osténím ako so samostatnou nosnou časťou. Definitívne ostenie je navrhnuté železobetónové z betónu (C 30/37) hr. 400 mm v klenbe a 600 mm v protiklenbe. Betonáž bude vykonávaná po úsekoch rovnakej dĺžky – 10 m. Vzhľadom ku krátkej dĺžke tunela predpokladáme nasadenie jedného debniaceho vozňa. V ostení budú zabudované chráničky a prechody z bezhalogéновého materiálu, ktoré slúžia pre káblové vedenia napájané z chodníka do stropného priestoru tunela. Hydroizolácia tunela je navrhnutá ako medzihláhlá, hrúbky min. 2,5 mm, s ochrannou signálnou vrstvou na lícejnej strane. Na strane primárneho ostenia bude fólia chránená proti poškodeniu geotextiliou. Ako doplnok k plošnej fóliojej izolácii je navrhnutá rastrová izolácia, ktorá bude osadená v mieste výklenkov a v oblastiach zvýšených priesakov vody. V mieste pracovnej škáry vzájomne susediacich blokov bude izolácia zosilnená (zdvojená) pásom z izolačnej fólie šírky 500 mm, resp. v miestach zvýšených prítokov okrajovým dilatačným pásom. Podzemné vody presakujúce z horninového prostredia v okolí tunelových rúr budú zberané do perforovaného drenážneho potrubia rubovej drenáže tunela DN 200 mm. Z tohto potrubia budú cez čistiace šachty priečne zvedené do revíznych šácht hlavnej stoky tunela. Tu tvorí PP rúra DN 400 mm pre vysoké zátáže, ktorá je uložená pod vozovkou v strede jazdného pruhu. Revízne šachty na potrubí hlavnej stoky budú osadené v dĺžkových intervaloch do 50 m (v oboch tuneloch). Poklopy

The cut-and-cover tunnel will be built in an open trench; the structure of the blocks and the base slab is perpendicular to the roadway, similar to the mined section. The base slab and the vault are 800mm and 400mm thick respectively. The portal itself is inclined at 60° ; it has heads at the bottom part which will render connecting a concrete barrier possible. The vault and base slab structures are of water retaining reinforced concrete (C 30/37).

The excavation of construction trenches will be divided into stages. The walls of the trenches will be stabilised by shotcrete in combination with welded mesh, anchored walers and cable anchors, complemented by dowels and, as an auxiliary element, micropiles under the walers. The final tunnel portals will be mainly formed by a stabilised embankment.

Both tunnel tubes will be constructed simultaneously. The excavation will proceed uphill from the western portal side. It is expected on the basis of the EGE that three excavation support classes VT3, VT4 and VT5a will be used (see Table 2). Excavation support class 3 is expected to be encountered only at a length of 65m. The excavation of the tunnel tubes will be divided horizontally into the top heading, bench and invert. The top heading in the location of the lay-by will be even divided vertically. The invert will be constructed throughout the length of the mined tunnels. The primary lining is designed on the basis of a structural analysis, based on the requirement to reliably guarantee stability of the tunnel during the process of redistribution of stresses in the rock mass until the secondary - final lining is completed.

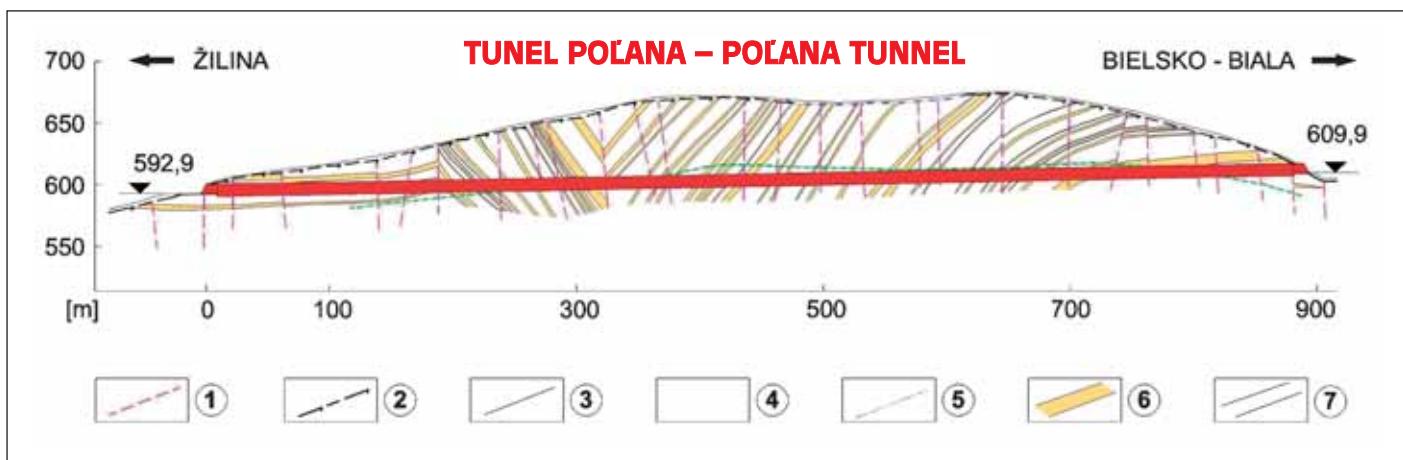
Table 2 Primary lining elements for basic excavation support classes

VT3	Shotcrete, welded mesh, lattice girders, grouted rockbolts, self-drilling rockbolts
VT4	Shotcrete, welded mesh, lattice girders, grouted rockbolts, self-drilling rockbolts, dowels, GRP anchors into excavation face
VT5a	Shotcrete, welded mesh, lattice girders, grouted rockbolts, self-drilling rockbolts, micropiles, GRP anchors into excavation face

Escape routes will be driven simultaneously with the advancing excavation of the tunnel tubes. Concurrently with the excavation, at a sufficient distance from the excavation face, the concrete casting operations are planned to start (casting of foundation structures, installation of the waterproofing system and subsequently the casting of the secondary lining). Larger profile escape routes will be used for the supply of fresh air to the excavation face and mucking out through the other tunnel tube. The secondary – final lining is calculated for the load of the whole rock pressure, which means that the reliability of the primary lining throughout required the tunnel life is not counted in and the secondary lining is considered as an independent load-bearing part. The final lining is designed as a reinforced concrete (C 30/37) structure 400mm thick in the upper vault and 600mm in the invert. The concrete casting will proceed in section with identical lengths of 10m. Considering the short length of the tunnel, we assume that only one tunnel form traveller will be used. Conduits and sleeves of a non-halogen radiating material will be cast in the lining for cables leading from the walkway to the tunnel roof space. The waterproofing is an intermediate system using a 2.5mm thick membrane with a protective signal paint layer on the inner side. The membrane will be protected against damaging on the primary lining side by geotextile. As an addition to the areal waterproofing system; a raster



Obr. 3 Prieskumná štôlňa tunela Polana, západný portál (portál Rieka)
Fig. 3 Exploration gallery for the Polana tunnel, western portal (Rieka portal)



Obr. 4 Pozdĺžny geologický rez pravou (južnou) tunelovou rúrou: 1 – interpretované zlomy, 2 – predpokladaná hranica medzi kvartérom a paleogénym podložím, 3 – predpokladané litologické hranice, 4 – predpokladaný dosah silného zvetrania až zvetrania paleogénnych hornín, 5 – interpretované ohraničenie svahových deformácií, 6 – predpokladané vrstvy pieskovca, 7 – predpokladané vrstvy īloveca

Fig. 4 Longitudinal geological section through right (southern) tunnel tube: 1 – interpreted faults, 2 – assumed border between Quaternary and Palaeogene sub-base, 3 – assumed lithological borders, 4 – assumed range of heavy weathering to weathering of Palaeogene rock, 5 – interpreted limits of slope deformations, 6 – assumed sandstone layers, 7 – assumed claystone layers

na šachtách budú liatinové s uzatváraním proti samovoľnému otváraniu. V rovnakých intervaloch – oproti revíznym šachtám – budú osadené čistiace šachty na rubovej drenáži, a to vo výklenkoch čistenia. Poklopy čistiacich výklenkov boli na žiadosť investora navrhnuté bez halogénové sklolaminátové. Sklolaminátový kompozit ma voči kovovému poklopnu tretinovú hmotnosť, a výrazne sa tak zjednoduší manipulácia a pracnosť počas údržby. Tvar čistiaceho výklenku zamedzuje vniknutiu kolesa vozidiel, pričom samotná únosnosť navrhnutého sklolaminátového poklopnu je triedy C 250. Voda v systéme drenážneho odvodnenia je vedená gravitačne smerom od východného portálu k západnému. Jednotlivé potrubia hlavného odvodnenia smerujú z tunelových rúr k sútokovej šachte situovanej pred portálom, odkiaľ je voda vedená rúrou PP DN500 do nasledujúcej šachty a buď zásobuje akumulačnú nádrž požiarneho vodovodu o objeme 150 m³, alebo pokračuje cez lomovú šachtu do sedimentačnej nádrže. Za nádržou je čistená v ORL a následne je zaústená do recipienta. Odvodnenie počas výstavby polohovo kopíruje definitívne riešenie, pričom sústava obsahuje navyše aj dočasné chemické úpravy vody a rozšírenú sústavu sedimentácie. Chemická úpravňa a sedimentačné nádrže budú ponechané v prevádzke až do doby prirodzeného vyčistenia zberaných vôd a následne po kontrole kvality vody môže byť spriepustnená vetva určená pre zásobovanie akumulačnej nádrže. Nádrž ma zabezpečené zásobovanie aj z vodovodnej prípojky.

Vody z oplachu vozovky, resp. tekutiny, ktoré vytečú pri havárii, budú zachytávané do pozdĺžneho štrbinového žlabu a odvádzané týmto žlabom cez sifónové – čistiace šachtice von z tunela pred portál do záchytnejnej nádrže kontaminovaných vôd o objeme 150 m³.

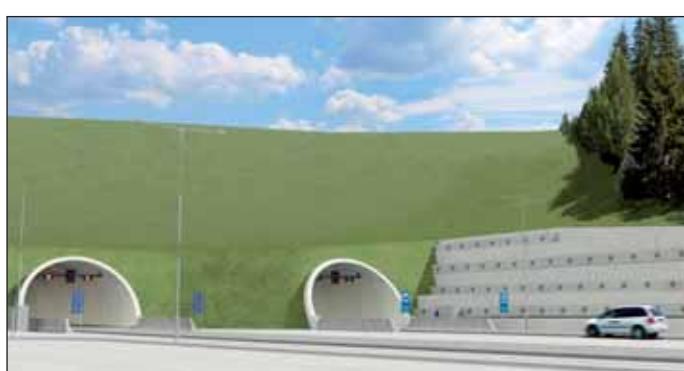
Spodné vrstvy vozovky sú chránené drenážnou a protimrazovou vrstvou zo štrkodrvy v podklade vozovky. Pozdĺžne odvodnenie tejto vrstvy je zaistené perforovanou PVC rúrou DN150. Voda z tohto odvodnenia je prostredníctvom zberných šachiet odvádzaná do hlavného odvodnenia tunela.

waterproofing system is designed for niches and locations with increased seepage of ground water. The thickness of the waterproofing membrane will be increased (doubled) on construction joints between neighbouring blocks using 500mm wide mats of the waterproof membrane or, in the locations with increased inflows, by waterstops. Ground water seeping from the rock mass surrounding the tunnel tubes will be collected by DN 200mm perforated drainage pipelines, which will be installed on the outer side of the lining. From these pipelines, water will be diverted via inspection manholes and transverse branches to inspection manholes on the main tunnel sewer. The sewer consists of DN 400mm heavy duty PP tubes laid under the roadway, in the centre of the traffic lane. Inspection manholes on the main sewer will be installed at spacing not exceeding 50m (in both tunnel tubes). Manhole covers will be of cast iron, secured against accidental opening. Inspection manholes on the outer drains will be installed at the same intervals, in cleaning niches, in front with the inspection manholes on the sewer. Non-halogen glass reinforced plastic covers were designed for the cleaning niches at the request of the owner. The advantage of a GRP composite cover over a metallic cover is that its weight is a third of the metallic cover, thus the handling is simpler and work expenditure lower during the maintenance. The shape of the cleaning niche prevents wheels of vehicles from entering, whilst the load-bearing capacity of the GRP cover is of C 250 class. Water will run through the drainage system by gravity in the direction away from the eastern portal to the western. Individual pipelines of the main sewer lead from the tunnel to a junction manhole, which is located in front of the portal. From the manhole, water will flow through a PP DN500 pipeline to the next shaft. It either supplies a 150m³ fire protection reservoir or continues via a break-point manhole to a sedimentation basin. After the basin, it is treated in an oil separator and, subsequently, it is discharged to a receiving water course. The layout of the drainage system used during the course of construction is identical with the final solution, with the addition of a temporary chemical treatment plant and an expanded sedimentation system. The chemical treatment plant and sedimentation basins will remain under operation until collected water is purified naturally. Subsequently, after testing the water quality, the branch designed to supply water to the fire protection reservoir. Water supply to the reservoir is also secured through a water-service pipe.

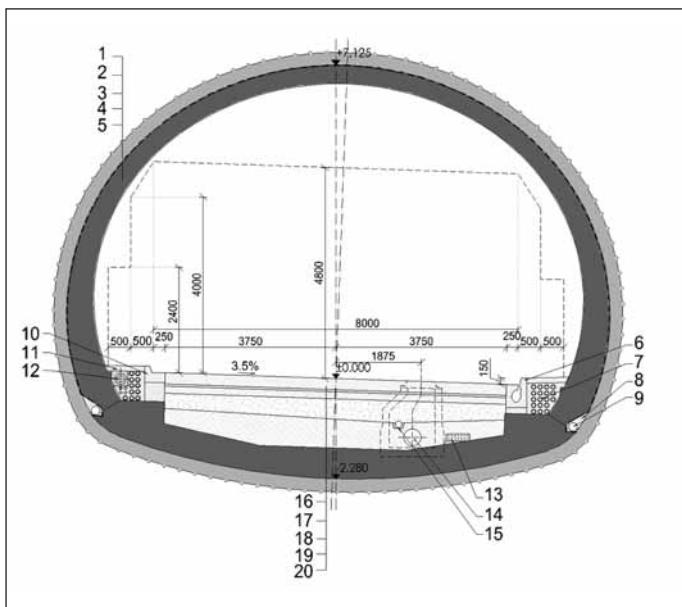
Roadway rinsing water or liquids which will leak during an accident will be collected in the longitudinal slotted drain, diverted through the drain via traps in inspection manholes and discharged in front of the tunnel to a 150m³ contaminated water catch basin.

The road subbase is protected by means of a drainage and frost blanket course of crushed run rock. This course is longitudinally drained through DN150 perforated PVC pipes. The water from this drain is diverted via collection shafts to the main tunnel sewer.

Unreinforced concrete road cover is designed for the Połana tunnel. Tunnel category 2T-8.0 with the curb-to-curb width is designed for the tunnel width configuration. This category was granted a dispensation from the Ministry of Transport of the Slovak Republic in the context of a revision of STN 73750 standard, which is under preparation (February 2008). The road cover will contain slipping dowels and anchors in longitudinal and transverse sawed joints.



Obr. 5 Vizualizácia východného portálu tunela (Banské projekty, s. r. o.)
Fig. 5 Visualisation of the eastern tunnel portal (Banské projekty, s. r. o.)



Obr. 6 Vzorový priečny rez tunela Poľana so spodnou klenbou: 1 – teoretický výrub, 2 – primárne ostenie (striekaný betón), 3 – geotextília, 4 – plošná izolácia, 5 – sekundárne ostenie, 6 – odvodňovací vozovkový žlab, 7 – kanál pre káble, 8 – filtračný betón, 9 – drenáž medzi hľajú izolácie DN 200, 10 – prefabrikovaný obrubník, 11 – cementobetónový kryt hr. 120 mm, 12 – tlakové potrubie pre požiarunu vodu DN 150 mm, 13 – ISD chráničky DN 40/43, 14 – hlavné odvodnenie tunela, 15 – odvodnenie drenážnej a protimrazovej vrstvy, 16 – CB kryt dvojvrstvový, 17 – obaľované kamenivo hrubozrnné, 18 – asfaltový postrek – modifikovaný, 19 – cementová stabilizácia, 20 – drenážna a protimrazová vrstva

Fig. 6 Typical cross section of the Polana tunnel with invert: 1 – theoretical excavation, 2 – primary lining (shotcrete), 3 – geotextile, 4 – areal waterproofing, 5 – secondary lining, 6 – slotted drain, 7 – cable duct, 8 – porous concrete, 9 – DN 200 drainage of the intermediate waterproofing, 10 – precast curb, 11 – concrete cover 120mm thick, 12 – DN 150mm hydrant pressure line, 13 – DN 40/43 ISD conduits, 14 – main tunnel sewer, 15 – drainage of the drainage and frost blanket course, 16 – double-course concrete cover, 17 – coarse-grained coated aggregates, 18 – Bituminous spray – modified, 19 – Cement stabilisation, 20 – Drainage and frost blanket course

Pre tunel Poľana je navrhnutá nevystužená cementobetónová vozovka. Šírkové usporiadanie vozovky v tuneli je navrhnuté pre kategóriu tunela 2T-8,0, šírky 8 m medzi obrubníkmi, pre ktorú bola udelená výnimka MDPT SR, a to v nadväznosti na pripravovanú aktualizáciu STN 737507 (február 2008). Vozovka bude obsahovať klzne trne a kotvy v mieste pozdĺžnej a priečnej rezanej škáry.

Štandardná skladba vozovky je:

CB kryt dvojvrstvový 70/180 mm	CB I	250 mm
Obaľované kamenivo hrubozrnné	OKH I	50 mm
Asfaltový postrek – modifikovaný	PI, EKM	0,50 kg/m ²
Cementová stabilizácia	SC I	160 mm
Drenážna a protimrazová vrstva	ŠD 0-45	350 mm

V mieste núdzového zálivu a v mieste hľbených tunelov je skladba mierne modifikovaná. Prechod z CB vozovky na vozovku s bitumenovým povrchom bude zrealizovaný pomocou kotevného prahu hr. 450 mm.

Chodníky sú tvorené cementobetónovým krytom hr. 120 mm s jednotným spádom 2 %. V priestore pod chodníkom sú vedené káblové trasy a požiarne vodovody.

BEZPEČNOSTNÉ STAVEBNÉ ÚPRAVY A TECHNOLOGICKÉ VYBAVENIE TUNELA

Tunel je vybavený núdzovými chodníkmi po stranach vozovky, obsahuje 3 únikové cesty, jednostranný núdzový záliv pre každú tunelovú rúru. Pred východným aj západným portálom sú situované nástupné plochy pre integrovaný záchranný systém, núdzové plochy pre leteckú záchrannú službu a k portálom sú priviedené samostatné zásahové – obslužné komunikácie. Napájanie a ovládanie technologického vybavenia tunela sa nachádza pri západnom portáli (Pazderovci) v budove

The standard construction of the road pavement is as follows:

Two-course concrete cover 70/180 mm	CB I	250 mm
Coated aggregate: coarse-grained	OKH I	50 mm
Bitumen spray - modified	PI, EKM	0.50 kg/m ²
Cement stabilisation	SC I	160 mm
Drainage and frost blanket course	ŠD 0-45	350 mm

The construction is slightly modified in the lay-by and cut-and-cover tunnels. The transition from the concrete cover to the bituminous surface road will be carried out using a 450mm thick anchoring sill.

Walkways consist of 120mm thick cement cover at a unified gradient of 2%. Cable ways and a hydrant line are led in the space under a walkway.

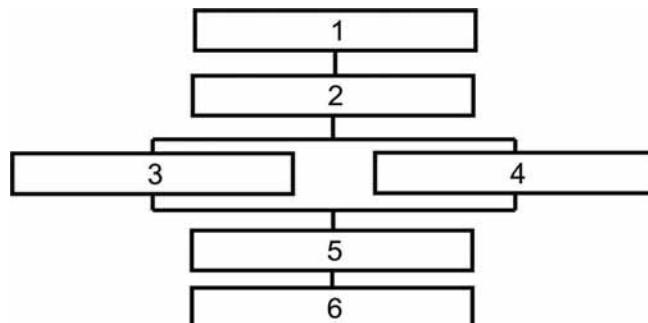
STRUCTURAL SAFETY MEASURES AND TUNNEL EQUIPMENT

Each tunnel tube will be equipped with emergency walkways on both sides of the roadway and it will contain 3 escape routes, a single-sided lay-by. Assembly areas for the integrated rescue system, emergency areas for air ambulance are located in front of both the eastern and western portal. Separate intervention – service roads will lead to the portals. The tunnel equipment power supply and control systems are located at the western portal (Pazderovci), in the tunnel services building (PSB). The PSB will be unmanned. The primary control of the Poľana, Svrčinovce and Horelica tunnels will be carried out from the regional control centre in Čadca (in the initial stage the Horelica tunnel control centre will be expanded and, in the next stage, directly in the Center of Administration and Maintenance of Motorways, when it is complete). The standard tunnel equipment comprises a heated, wet hydrant line, SOS call stations, lighting, traffic signalling and escape route markings. It contains monitoring systems, tunnel closure facilities, communications systems and emergency power supply systems. A longitudinal ventilation system has been designed for the Poľana tunnel: 8 jet fans are in the southern tunnel tube (four 2-unit groups) and 10 fans in the northern tube (five 2-fan groups).

SAFETY DOCUMENTATION PACKAGE AND RISK ANALYSIS RESULTS

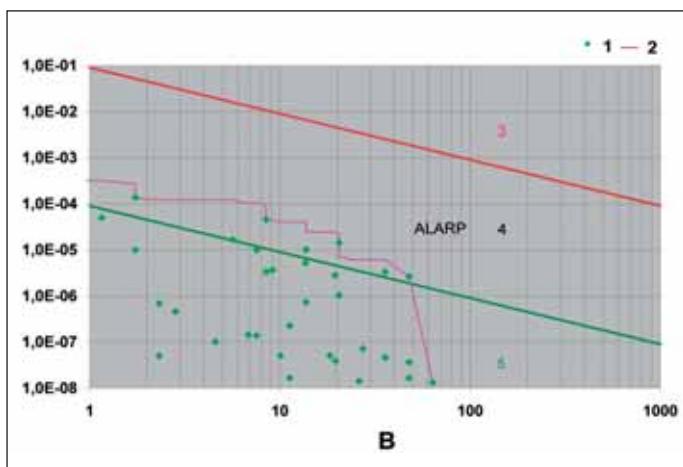
Safety in a road tunnel requires a series of measures. It is directly affected by the tunnel structure, geometry of the cross section, amount of safety equipment, traffic signalling, information and escape route markings, traffic management, training of emergency services and management of sudden failures, awareness of rules of conduct in tunnels as well as improvement in communications between relevant administrative bodies and emergency services such as the Police, fire fighters and ambulance.

Securing a minimum level of safety in tunnels in the Trans – European road network is required by the Directive of the European Parliament and of the Council No. 2004/54/ES [1]; in Slovakia, the Decree No. 344/2006 Coll. on minimum safety requirements for tunnels in the road network [2] was issued. These regulations define minimum requirements for safety equipment



Obr. 7 Schéma metodiky postupu pri vyhotovovaní kvantitatívnej analýzy rizík, príklad pre tunel Poľana so zohľadením dopravy nebezpečných nákladov: 1 – ohraďenie systému: indikátor škôd a usmrtení, 2 – tvorba scenárov: požiar, explózia a mrak toxického plynu, 3 – vznik pravdepodobnosti scenárov, 4 – rozsah škôd scenárov, 5 – riziko jednotlivých scenárov, 6 – celkové riziko tunela Poľana pre posúdenie v diagrame W/A

Fig. 7 Chart of the quantitative risk analysis methodology, the example for the Polana tunnel with transport of dangerous goods allowed for. 1 - System boundaries: Damage indicator, 2 - Development of scenarios: fire, explosion and cloud of toxic gas, 3 -Development of probability for scenarios, 4 -Extent of damage for scenarios, 5 - Risk for individual scenarios, 6 - Total risk for Polana tunnel for assessment in the W/A diagram



Obr. 8 Výsledky kvantitatívnej analýzy rizík bez dopravy nebezpečných vecí pre tunel Poľana (obidve rúry) posúdenie v diagrame W/A, A – pravdepodobnosť výskytu [1/rok], B – počet usmrtených osôb, 1 – jednotlivé rozsahy scenáru požiar (5 MW / 30 MW, / 100 MW), 2 – súhrnná križka celkové rizíko, 3 – riziko neakceptovateľné, 4 – ALARP oblasť, 5 – riziko akceptovateľné

Fig. 8 Results of the quantitative risk analysis without transport of dangerous goods for the Poľana tunnel (both tubes) assessment in the W/A diagram, A- probability of occurrence [1/year], B- number of fatalities, 1 – individual ranges of the fire scenario (5 MW / 30 MW, / 100 MW), 2 – total risk summation curve, 3 – unacceptable risk, 4 – ALARP area, 5 – Acceptable risk

prevádzkovo-technického objektu (PTO). PTO je navrhnutý ako bezobslužný. Primárne ovládanie tunela Poľana, Svrčinovec a Horelica bude realizované z regionálneho dispečingu v Čadci. V prvej etape len rozšírením dispečingu tunela Horelica a v druhej etape po vybudovaní priamo v objekte SSUD Čadca. Tunel je štandardne vybavený vyhrievaným zavodeným požiarom vodovodom, stanicami núdzového volania (SOS), osvetlením, dopravným a únikovým značením. Obsahuje monitorovacie systémy, zariadenia na uzavretie tunela, komunikačné systémy, systémy núdzovej dodávky elektrickej energie. Tunel Poľana má navrhnuté pozdĺžne vetranie, južná tunelová rúra obsahuje 8 prúdových ventilátorov (4 skupiny po 2 jednotkách) a v severnej rúre sa nachádza 10 prúdových ventilátorov (5 skupín po 2 ventilátoroch).

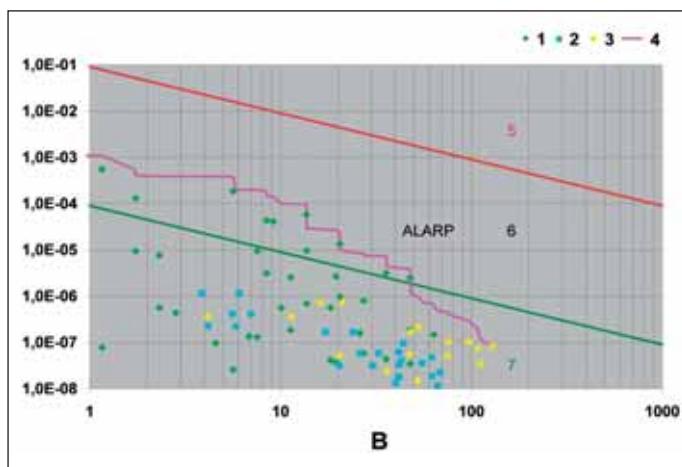
BEZPEČNOSTNÁ DOKUMENTÁCIA A VÝSLEDKY ANALÝZY RIZÍK

Bezpečnosť v cestnom tuneli si vyžaduje celý rad opatrení a priamo ju ovplyvňuje konštrukcia tunela, geometria profilu, rozsah bezpečnostných zariadení, dopravné značenie, informačné a únikové značenie, manažment dopravy, školenia pohotovostných služieb a manažmentu náhlych porúch, informovanosť užívateľov o pravidlach správania sa v tuneloch, ako aj zlepšenia komunikácie medzi príslušnými úradmi a pohotovostnými službami ako políciou, hasičmi a záchrannou službou.

Zabezpečenie minimálnej úrovne bezpečnosti v tuneloch transeurópskej cestnej siete stanovuje (Smernica európskeho parlamentu a rady 2004/54/ES) a na Slovensku (Nariadenie vlády SR č. 344/2006 Z. z. o minimálnych bezpečnostných požiadavkách na tunely v cestnej sieti) [2]. V týchto predpisoch sú definované minimálne požiadavky na bezpečnostné zariadenia pre každý tunel na základe druhu a dĺžky tunela a taktiež očakávanej intenzity premávky. Od týchto požiadaviek môžu byť povolené obmedzené odchýlky, ak údaje ku nasledovným bodom kladne posúdi príslušná komisia EÚ:

- do úvahy berie obmedzenú odchýlku(y);
- do úvahy berie obmedzenú odchýlku pre nutné dôvody;
- riziko znížujúce alternatívne opatrenie, ktoré možno použiť alebo zosilniť, aby bola zabezpečená rovnocenná úroveň bezpečnosti včítane dôkazu, v tomto prípade vo forme analýzy závažnosti rizika.

Samotná bezpečnostná dokumentácia posúdila rozsah navrhovaných opatrení v aktuálnom stave projektovania. Posúdenie preukázalo, že sú splnené všetky požiadavky, ktoré vyplývajú zo smernice EÚ a NV SR. V niekolkých bodoch tunel Poľana dokonca prevyšuje minimálne požiadavky, napríklad čo sa týka počtu núdzových východov, výkonu vetrania a dostupnosti vody na hasenie.



Obr. 9 Výsledky kvantitatívnej analýzy rizík s dopravou nebezpečných vecí pre tunel Poľana (obidve rúry) posúdenie v diagrame W/A, A – pravdepodobnosť výskytu [1/rok], B – počet usmrtených osôb, 1 – jednotlivé rozsahy scenáru požiar (5 MW / 30 MW, / 100 MW), 2 – explózia (50 kg / 18 t propán), 3 – mrak toxického plynu (50 kg / 20t chlór), 4 – súhrnná križka celkové rizíko, 5 – riziko neakceptovateľné, 6 – ALARP oblasť, 7 – riziko akceptovateľné

Fig. 9 Results of quantitative risk analysis with transport of dangerous goods for the Poľana tunnel (both tubes), assessment in the W/A diagram, A- probability of occurrence [1/year], B- number of fatalities, 1 – individual ranges of the fire scenario (5 MW / 30 MW, / 100 MW), 2 – explosion (50 kg / 18 t propane), 3 – cloud of toxic gas (50 kg / 20t chlorine), 4 – total risk summation curve, 5 – unacceptable risk, 6 – ALARP area, 7 – Acceptable risk

for each tunnel on the basis of the tunnel type and length and the anticipated traffic volume. Limited deviations from the requirements are permitted if the data on the following items are confirmed by a relevant EU committee:

- it takes into consideration the limited deviation(s);
- it takes into consideration the limited deviation for inevitable reasons;
- a risk reducing alternative measure which can be used or intensified so that equivalent level of safety is secured, including the proof; in this case in the form of an analysis of the seriousness of the risk.

The safety documents package itself assessed the extent of the proposed measures in the actual condition of the work on the design. The assessment has proved that all requirements following from the above-mentioned EU directive and the decree of the SR government have been met. In several points, the Poľana tunnel even exceeds the minimum requirements, for example those which are related to the number of emergency exits, the ventilation capacity and availability of fire water.

In the meaning of the EU directive (annex 1, chapter 1.1.3) or the decree of the SR government (annex 2, article 1.1.3), a risk analysis has to be carried out if a tunnel:

- exhibits a special characteristic with respect to specific parameters, or
- the minimum requirements are not met.

The only remarkable special characteristic of the Poľana tunnel is the high proportion of heavy traffic. Because of the high proportion of heavy traffic and with respect to the possible future development of the traffic volume, the risk analysis was carried out. No unified methodology is available for the quantitative risk analysis which would be prescribed by the EU or Slovak legislation. The EU methodology is in the stage of preparation, therefore the methodology used in Austria and Switzerland was chosen. As shown in Fig. 7, a usual indicator has been chosen for the first step, i.e. fatalities. The risk can be determined and assessed by examining the frequency and extent of damage associated with individual situations.

Risk analysis – without transport of dangerous goods

To allow the risk assessment (see Fig. 8), this diagram contains the ALARP scope (As Low as Rationale Possible or As Low as Reasonably Practicable). This area was designed by the Austrian Tunnel Safety Board for the purpose of the risk analysis for the 1km long Fasenstaub tunnel in Switzerland, and it must be adequately adjusted to the length of the tunnel to be assessed. Figure 8 shows the summation curve for the total risk for both Poľana tunnel tubes. It follows from the aspect of the quantitative risk analysis, where the total risk curve is found inside the ALARP area and in the acceptable risk area, that no additional safety measures are necessary.

V zmysle smernice EÚ (príloha I, kapitola 1.1.3), resp. NV SR (príloha č. 2 článok 1.1.3) musí byť vyhotovená analýza rizík, ak tunel:

- s ohľadom na špecifické parametre vykazuje zvláštnu charakteristiku;
- alebo ak nie sú splnené minimálne požiadavky.

Ako zvláštna charakteristika tunela Poľana je nápadný len veľký podiel tăžkej prepravy. Z dôvodu vysokého podielu tăžkej prepravy, ako aj s ohľadom na možný budúci vývoj intenzity premávky, bola vyhotovená analýza rizík. Pre vykonávanie kvantitatívnej analýzy rizík nie je k dispozícii žiadna jednotná metodika, ktorú by predpisovala EÚ alebo slovenský zákonomadca. Metodika EÚ je v štádiu prípravy, a preto bola zvolená metodika, ktorá sa používa v Rakúsku a vo Švajčiarsku. Ako ukazuje (obr. 7), je v prvom kroku zvolený obvyklý indikátor škody – mŕtví. Vyšetrením frekvencie a rozsahu škôd jednotlivých situácií možno nakoniec ich riziko určiť a posúdiť.

Analýza nebezpečenstva – bez dopravy nebezpečných vecí

Pre posúdenie rizík (obr. 8) je v tomto diagrame zakreslený aj rozsah „ALARP – As Low As Reasonable Possible“ (nazývaný aj „As Low As Reasonably Practicable“). Táto oblasť bola v zmysle analýzy rizík navrhnutá rakúskou komisiou pre bezpečnosť v tuneloach pre 1 km dlhý Švajčiarsky tunel Fäsenstaub a musí byť dĺžke posudzovaného tunela zodpovedajúco prispôsobená. Obrázok 8 znázorňuje súčtovú krviku celkového rizika pre obidve rúry tunela Poľana. Z pohľadu kvantitatívnej analýzy rizík s priebehom celkového rizika v oblasti ALARP, ako aj v oblasti akceptovateľného rizika, vyplýva, že nie sú potrebné žiadne ďalšie bezpečnostné opatrenia.

Analýza nebezpečenstva – s dopravou nebezpečných vecí

Podmienky prepravy nebezpečných vecí v cestnej sieti SR definuje zákon č. 168/1996 Z.z. o cestnej doprave a opatrenia definuje NV SR č. 344/2006 Z.z. To znamená, že prepravu nebezpečných nákladov je možné vykonáť len za mimoriadnych podmienok a preprava musí splňať zákonom stanovené bezpečnostné požiadavky.

Rovnako ako pre situáciu bez prepravy nebezpečných vecí je pre stanovenie rizika potrebné vytvoriť súčtovú krviku s celkovým rizikom (obr. 9).

Priebeh súčtovej krviky s celkovým rizikom, ktorý zahŕňa jednotlivé scenáre požiaru, explózie a mraku toxickejho plynu jasne ukazuje, že dominuje predovšetkým riziko požiaru.

Pre získanie porovania s inými tunnelmi ukazuje (obr. 10) výsledky kvantitatívnej analýzy rizík pre 13 rakúskych cestných tunelov.

Celkové záverečné zhodnotenie možno chápať ako odborný posudok bezpečnosti pre tunel Poľana a závery sú nasledovne.

Na základe vykonaného posúdenia bezpečnosti a kvantitatívnej analýzy rizík nevyplýva pre cestný tunel Poľana nutnosť ďalších bezpečnostných opatrení. Tunel Poľana je podľa súčasného stavu projektovania vybavený všetkými, v zmysle NV SR č. 344/2006 Z.z. a predpisov EÚ potrebnými bezpečnostnými opatreniami. Plánované sú dokonca dodatočne bezpečnostné opatrenia, ktoré vyžaduje EÚ len pre ďalšie cestné tunely alebo tunely s väčšou intenzitou premávky. Na základe dobrovoľne vyhotovenej analýzy rizík sa preukázalo, že žiadne riziká nemožno označiť ako neakceptovateľné a že z pohľadu kvantitatívnej analýzy rizík môže byť dokonca povolená aj preprava nebezpečných vecí.

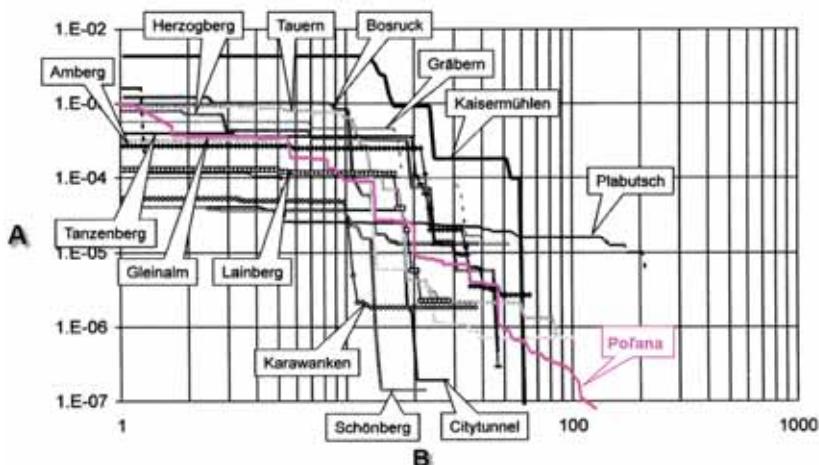
ZÁVER

Dialhica D3 sa svojím charakterom radí medzi najťažšie úseky budovalé na území SR. Dialhičný úsek Svrčinovec – Skalité po svojom dobudovaní doplní významnú časť plánovanej dialhice D3 a velkou mierou prispeje k ochrane životného prostredia, zlepší bezpečnosť a dopravnú situáciu v dohľadom regióne. Samotný tunel Poľana bude prvý z piatich tunelov s ktorými sa vodiči prichádzajúci z PR na dialhičnom úseku D3 stretnú.

Práce na projektové dokumentácií tunela, ale aj samotnej dialhice si vyziadali vynaloženie veľkého úsilia celého kolektívu. Všetkých by potešila realizácia celej stavby čo možno v najkratšom čase.

**ING. BRANISLAV NEUSCHL, bne@bhb.sk,
BASLER & HOFMANN SLOVAKIA, s. r. o., BRATISLAVA,
ING. LUBICA CIGEROVÁ, cigerova@alfa04.sk, ALFA 04 a. s., BRATISLAVA,
MGR. MICHAL KUBIŠ, Ph.D., kubid@vud.sk,
GEOFOS, s. r. o., ŽILINA**

Recenzoval: Prof. Ing. František Klepsat, CSc.



Obr. 10 Výsledky kvantitatívnej analýzy rizík s dopravou nebezpečných nákladov pre 13 cestných tunelov v Rakúsku a pre tunel Poľana.
A – pravdepodobnosť výskytu [1/rok], B – počet usmrtených osôb

Fig. 10 Results of quantitative risk analysis with transport of dangerous goods for 13 road tunnels in Austria and for the Poľana tunnel.
A- probability of occurrence [1/year], B- number of fatalities

Risk analysis – involving transport of dangerous goods

Dangerous goods transport conditions are defined for the road network of the Slovak Republic by the Law No. 168/1996 Coll. on road transport, and measures are defined by the Decree of the SR Government No. 344/2006 Coll. It means that transporting dangerous goods is allowed only under extraordinary conditions and the transport has to meet safety requirements prescribed by the legislation.

The summation curve with the total risk must be created for the purpose of the determination of the risk (see Fig. 9), the same as that created for the situation without transport of dangerous goods.

The course of the summation curve with the total risk containing individual scenarios of a fire, explosion and a toxic gas cloud clearly shows that the risk of fire dominates.

The comparison with other tunnels is possible from Figure 10, showing the results of a quantitative risk analysis carried out for 13 Austrian road tunnels.

The overall final assessment can be considered as an expert opinion for the Poľana tunnel, with the following conclusions:

No need for additional safety measures arises for the Poľana tunnel from the completed assessment of safety and the quantitative risk analysis. The Poľana tunnel is equipped in compliance with the current state of tunnel design by all, in the meaning of the Decree of the Gvt. of the SR No. 344/2006 Coll. [2] and EU regulations required safety measures. Even such additional safety measures are planned which are required by the EU only for longer road tunnels or tunnels carrying greater traffic volume. The voluntarily conducted risk analysis proved that none of the risks can be marked as unacceptable and, from the viewpoint of the quantitative risk analysis, even transport of dangerous goods can be permitted.

CONCLUSION

Owing to its character, the D3 motorway ranks among the most difficult sections built in the Slovak Republic. The Svrčinovec - Skalité motorway section will, when it is finished, complement a significant part of the planned D3 motorway and will substantially contribute to natural protection, improve safety and traffic situation in the given region. The Poľana tunnel itself will be the first of the five tunnels which the drivers arriving from Poland will meet in the D3 section.

The work on the tunnel design and also on the whole motorway required great effort of the whole team and I believe that all of its members would be pleased if the entire project was implemented as early as possible.

**ING. BRANISLAV NEUSCHL, bne@bhb.sk,
BASLER & HOFMANN SLOVAKIA, s. r. o., BRATISLAVA,
ING. LUBICA CIGEROVÁ, cigerova@alfa04.sk, ALFA 04 a. s.,
BRATISLAVA,
MGR. MICHAL KUBIŠ, Ph.D., kubid@vud.sk,
GEOFOS, s. r. o., ŽILINA**