

Tunelový systém – tunely Dúbrava a Zámčisko – na úseku trate Liptovský Mikuláš – Poprad Tatry (mimo)

Tunnel system of Tunnels Dúbrava and Zámčisko – on the line section Liptovský Mikuláš – Poprad Tatry(mimo)

Ing. Branislav Neuschl, Ing. Pavol Olejník, Ing. Martin Tomeček
Basler&Hofmann Slovakia, s.r.o.
Panenská 13, 811 03 Bratislava
e-mail:office@bhb.sk

Abstrakt

Príspevok popisuje technický návrh železničných tunelov Dúbrava a Zámčisko na modernizovanej trati Žilina – Košice, úsek trate Liptovský Mikuláš – Poprad Tatry (mimo), traťový úsek Štrba – Východná. Tunely sú navrhnuté ako dvojkoľajné jednorúrové s najvyššou traťovou rýchlosťou 160 km/h. Ich vzájomná vzdialenosť je 263 m a z tohto dôvodu sú z titulu Európskych predpisov z oblasti bezpečnosti posudzované ako jeden tunelový systém. Príspevok v závere všeobecne poukazuje na momentálnu situáciu v oblasti protipožiarnej bezpečnosti železničných tunelov v SR a o potrebe zlepšenia jej aktuálneho stavu.

Abstrakt

The paper describes technical design of the railway tunnels Dúbrava and Zámčisko on upgraded railway line Žilina – Košice, section Liptovský Mikuláš – Poprad Tatry (mimo), track section Štrba – Východná. Tunnels are designed as double-track, single tunnel tubes, with maximum line speed 160 km/h. Intermediate distance of the tunnels is 263 m and therefore due to European guidelines are considered as one tunnel system. Finally, generally refers to actual situation in the field of fire safety in railway tunnels in Slovak Republic.

1. Úvod

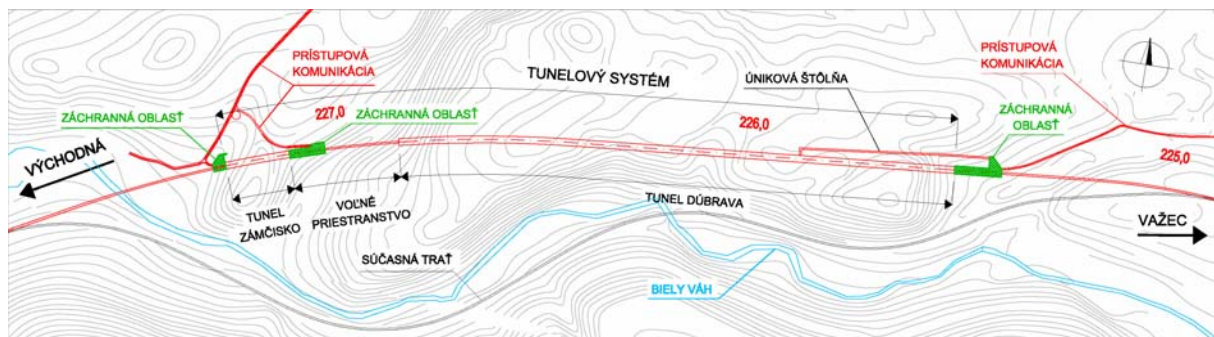
Závazok SR modernizovať technickú infraštruktúru železničnej trate vychádza z dohôd AGC a AGTC. Trať č.180 Žilina – Košice je súčasťou piateho paneurópskeho koridoru, ako vetva č. 5a (Bratislava – Žilina – Košice). Projekt modernizácie trať rozdeľuje na viacero úsekov. Tunely Dúbrava a Zámčisko sa nachádzajú na úseku trate Liptovský Mikuláš – Poprad Tatry (mimo), v traťovom úseku Štrba – Východná. Generálnym projektantom plánovanej trate je spoločnosť REMING Consult, a. s., Bratislava, projektantom tunelov je spoločnosť BASLER & HOFMANN Slovakia, s. r. o., Bratislava.

2. Tunelový systém Dúbrava a Zámčisko

Tunelový systém, tvorený jednorúrovými dvojkoľajnými tunelmi Dúbrava a Zámčisko, bude súčasťou plánovanej modernizovanej trate medzi zastávkou Važec a železničnou stanicou Východná. Vzhľadom na polohu oboch tunelov, ktorých vzájomná vzdialenosť je približne 263 metrov, sú tieto na základe požiadaviek *ROZHODNUTIA KOMISIE EÚ z 20. decembra 2007, o technickej špecifikácii interoperability v súvislosti s aspektom „bezpečnosť v železničných tuneloch“* v

systeme transeurópskych konvenčných a vysokorýchlostných železníc (ďalej len TSI SRT (2008/163/ES)) považované z hľadiska bezpečnosti za jeden tunel resp. tunelový systém. Pre tunelový systém platia ustanovenia ako pre jeden tunel, podľa špecifikácií subsystémov *Infraštruktúra, Energia, Riadenie, Zabezpečenie a návštenie, Prevádzkové predpisy*. Z týchto subsystémov budeme popisovať len subsystém *Infraštruktúra*, v rozsahu viazanom na priestorové nároky, podporu úniku a podporu záchrany v tunelovom systéme.

Celý tunelový systém má dĺžku približne 1747 m. Celková dĺžka tunela Dúbrava je 1330 m a tunela Zámčisko 155 m. Trasa tunelov je vedená v smere staničenia, od východného portálu tunela Dúbrava v priamej trase, následne v tuneli Dúbrava prechádza prechodnicou do smerového oblúku $r=2995,8$ m v koľaji č.1 a $r=3000$ m v koľaji č.2 s prevýšením $p=56$ mm a v oblúku pokračuje aj cez tunel Zámčisko. Výškové vedenie tunelov definuje konštantný jednosmerný pozdĺžny sklon 11,39 ‰, v klesaní od východu na západ. Usporiadanie jednotlivých častí tunelového systému je zrejmé zo situácie na obrázku č.1.



Obrázok č.1-Prehľadná situácia tunelového systému

Trasa navrhovanej trate pred východným portálom tunela Dúbrava mína okraj zástavby obce Važec a prechádza mostným objektom ponad údolie potoka Čierny jarok. V portálovej oblasti sa nachádza vyhradená plocha pre zložky integrovaného záchranného systému napojená na prístupovú komunikáciu. Ďalej sa tam nachádza technologický domček, antény stožiar a akumulčná nádrž požiarneho vodovodu. Súčasťou tunela Dúbrava je úniková štôľňa, plniaca úlohu bočného núdzového východu, navrhovaná tak, aby sa dodržala maximálna vzdialenosť únikových východov 1000 m. Má gabarit o šírke 2,25 m a výške 2,25 m a bude zároveň plniť úlohu prístupovej trasy pre záchranné zložky, nakoľko sa uvažuje s použitím malej hasičskej (napr. štvorkolka) mobilnej techniky. Štôľňa ústi na plochu záchranej oblasti pri východnom portáli tunela Dúbrava.

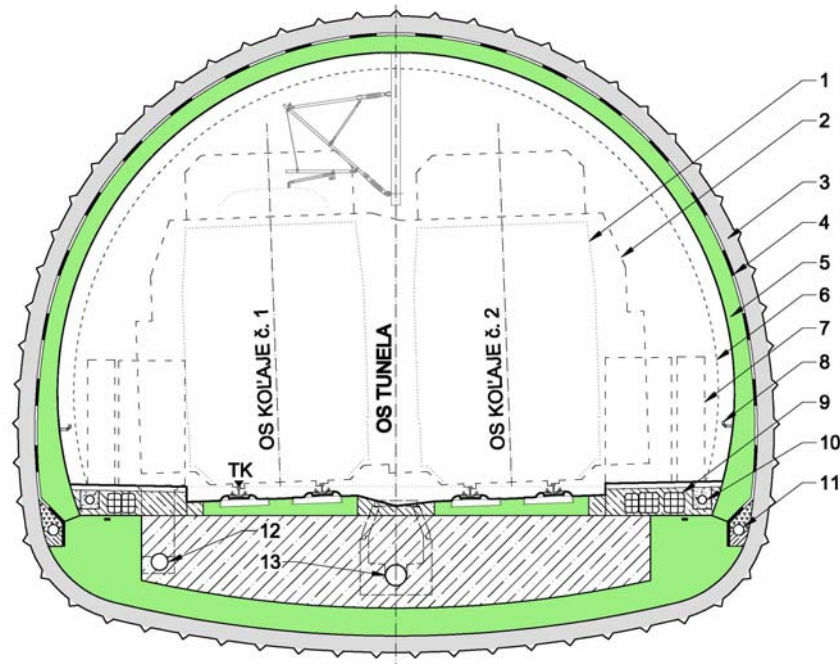
Po opustení tunela Dúbrava bude trasa mostným objektom preklenovať údolie Belianskeho potoka a následne vstupovať do tunela Zámčisko. Na východnom portáli tunela Zámčisko sa taktiež nachádza vyhradená plocha pre zložky integrovaného záchranného systému.

Po opustení tunela Zámčisko bude trasa preklenovať údolie Bieleho Váhu ďalším mostným objektom a následne bude ústiť do stanice Východná. Na západnom portáli tunela Zámčisko sa nachádza vyhradená plocha pre zložky integrovaného záchranného systému, technologický domček, antény stožiar, akumulčná havarijná nádrž a akumulčná nádrž požiarneho vodovodu. K obom vyhradeným plochám, za tunelom Zámčisko a k ploche medzi tunelmi vedú prístupové komunikácie.

Tunelový systém má navrhnuté totožné svetlé tunelové prierezy podľa vzorového listu STP4 (dvojkolajný, kruhový, 160 km/h $<V < 200$ km/h, $d=4200$ mm). Navrhnuté sú podľa pripravovanej STN 73 7508 – „Projektovanie železničných tunelov“. Svetlý tunelový prierez je určený združeným tunelovým priechodným prierezom, obojstrannými únikovými cestami, obojstranným bezpečnostným priestorom a poistným priestorom.

Železničný zvršok tunelového systému a taktiež príľahlých mostných objektov bude tvoriť pevná jazdná dráha (ďalej len PJD).

Základné charakteristiky a usporiadanie vzorového priečného rezu sú zrejmé z obrázku č.2.



Obrázok č.2 – Vzorový priečný rez: 1-Obrys vozidla UIC GC, 2-Združený tunelový priechodný prierez 3-Primárne ostenie, 4-Izolačné súvrstvie, 5-Sekundárne železobetónové ostenie, 6-Poistný priestor, 7-Bezpečnostný priestor, 8-Oceľové držadlo, 9-Káblový multikanál, 10-Požiarový vodovod, 11-Drenážne potrubie, 12-Zberač odvodnenia PJD, 13-Zberač drenážneho odvodnenia

2.1. Geologické a hydrogeologické pomery

Plánovaný železničný tunel Dúbrava prekonáva rovnomenný masív medzi údoliami Čierneho jarku na východe a Belianskeho potoka na západe. Výška nadložia dosahuje hodnoty od 4 m až do 46 m. Masív Dúbravy je charakteristický svojim plochým rovinatým hrebeňom, miernymi severnými a strmými južnými svahmi. Na severnej strane masív nadväzuje na paleogénnu výplň Liptovskej kotliny, na južnej strane údolie Bieleho Váhu predstavuje kaňonovitú prielomovú kotlinu so strmými svahmi a skalnými stenami. Strmo zarezané je i údolie Belianskeho potoka. Na základe výsledkov prieskumných prác, ktoré sa uskutočnili, možno konštatovať, že geologické pomery v trase tunela sú komplikované. Masív je budovaný mezozoickými horninami – prevažne reiflinskými vápencami a dolomitmi s preplástkami ílovca a tufitov. Taktiež je prestúpený systémom tektonických poruchových zón (zlomov) a k nim prislúchajúcimi systémami puklín. Vzhľadom na silné rozvoľnenie horninového masívu boli tektonické poruchy ovplyvňované

podzemnou vodou a teda dochádzalo i ku krasovateniu. Z toho dôvodu sa v tektonických poruchách môžu vyskytovať podzemné kaverny, väčšinou s druhotnou výplňou (vplavený zvetralinový materiál). Predpokladá sa, že tieto poruchové zóny budú tvoriť približne 5 – 25% dĺžky tunela.

Tunel Zámčisko bude prekonávať bezmenný pahorok medzi údoliami Belianskeho potoka a Bieleho Váhu. Výška nadložia dosahuje hodnoty od 4 do 12 m. Územie má jednoduchú geologickú stavbu. Horninový masív budujú mezozoické horniny, prevažne dolomity, v ktorých podloží sa na východnej strane tunela môžu vyskytnúť gutensteinské vápence. Dolomitový horninový masív je bez zjavných štruktúrnych znakov zvrstvenia. Porušenosť diskontinuitami je temer všesmerná. V pripovrchových častiach je hornina zvetraná až na zeminy charakteru štrkov ílovitých až pieskov s prímiesou jemnozrnnej zeminy. Plochy diskontinuit sú v dosahu zóny zvetrania, ktorá pravdepodobne siaha až pod úroveň tunela, zvlnené a hladké, s ílovito-piesčitou výplňou resp. hlbšie bez výplne.

Pre oba tunely v prieskumných dielach nebola zistená súvislá hladina podzemnej vody. Prítoky do tunelov budú viazané len na intenzívne zrážky a topenie snehu.

2.2. Konštrukcia tunela Dúbrava

Hĺbené časti tunela majú dĺ. 15 m na východnom a 20 m na západnom portáli. Majú navrhovanú základovú železobetónovú dosku hrúbky 850 mm a klenbu hrúbky 500 mm. Čelné steny portálov sú kolmé, krídla portálov budú v sklone 4:1. Pohľadová vrstva je navrhnutá z obkladového kameniva.

Razenie tunelovej rúry v dĺžke 1295 m sa uvažuje úpadným spôsobom. Vzhľadom na dĺžku tunela a podmienky horninového prostredia je výstavba razenej časti tunela navrhovaná cyklickým spôsobom, s použitím Novej rakúskej tunelovacej metódy (NRTM), a to za použitia vrtno-trhavinového razenia ale aj nedeštruktívneho mechanického rozpojovania. Tunel má riešený profil s protiklenbou a taktiež bez protiklenby na základových pásoch. Základným prvkom primárneho ostenia je striekaný betón v kombinácii so zváranou sieťou, ocelovými priehradovými oblúkmi a doplnkovými prvkami vystrojenia (ihly, kotvy, mikropilóty). Razenie tunelovej rúry bude po dĺžke rozdelené horizontálnym členením na kalotu, stupeň a dno. Definitívne - sekundárne ostenie tunela je navrhnuté zo železobetónu s minimálnou hrúbkou 350 mm v klenbe a 500 mm v protiklenbe.

2.3. Konštrukcia tunela Zámčisko

Hĺbené časti tunela majú dĺ. 35 m na východnom a 30 m na západnom portáli. Konštrukcia profilu a portálového zabezpečenia je obdobná ako pri tuneli Dúbrava.

Razená časť tunela má dĺžku 90 m. Razenie tunelovej rúry sa uvažuje dovrchným spôsobom, teda od západného portálu tunela. Razenie tunela je vzhľadom na geologické pomery navrhované pomocou nedeštruktívneho mechanického rozpojovania. Podľa výsledkov inžiniersko-geologického a hydrogeologického prieskumu, ktorý charakterizuje horninový masív v trase tunela ako jeden kvázy homogénny blok, je navrhnutá pre celú trasu razenej tunelovej rúry jedna vystrojovacia trieda, v profile s protiklenbou. Základným prvkom primárneho ostenia je striekaný betón v kombinácii so zváranou sieťou, ocelovými priehradovými oblúkmi a doplnkovými prvkami vystrojenia (ihly, kotvy, mikropilóty). Razenie tunelovej rúry bude po dĺžke rozdelené horizontálnym členením na kalotu, stupeň a dno. Definitívne - sekundárne ostenie tunela je navrhnuté zo železobetónu s minimálnou hrúbkou 350 mm v klenbe a 500 mm v dne.

2.4. Vybavenie tunelov

Tunelový systém má v celej dĺžke navrhnutý nezavodnený požiarly vodovod umiestnený po oboch stranách profilu. Vzájomná vzdialenosť odberných miest je 100 m. Dodávka vody na hasenie je zabezpečená dvoma akumuláčnymi požiarlymi nádržami a automatickou tlakovou stanicou.

Osvetlenie tunela bude zabezpečované jednak núdzovým osvetlením pre prípady mimoriadnych udalostí a taktiež pracovným osvetlením pre potreby správy a údržby tunelov. Súčasťou tunela bude aj únikové značenie označujúce núdzové východy, vzdialenosť a smer úniku do bezpečnej oblasti v celej jeho dĺžke.

Komunikácia medzi vlakmi a riadiacim strediskom je zabezpečená prostredníctvom GSM-R. Zabezpečené bude trvalé spojenie medzi zložkami záchranných služieb. Tunelový systém bude ďalej vybavený prvkami monitorovania, kontroly, napájania a riadenia ktoré zabezpečia požadovanú úroveň bezpečnosti a prevádzky železnice.

4. Protipožiarly bezpečnosť v tuneloch

Pri jej definovaní môžeme vychádzať z predpisov záväzných pre SR: *TSI SRT (2008/163ES) pre tunely dl od 1-(15)20 km, vyhláška MDPaT SR č. 350/2010 Z.z. a všeobecných predpisov SR z oblasti požiarnej prevencie.* Nezáväzných predpisov: (UIC):CODE 779-9, iniciatíva TIF, iniciatíva Up Tun a národných predpisov členských krajín EU.

Slovenská národná koncepcia v oblasti bezpečnosti v železničných tuneloch neexistuje a nie je ani pripravovaná!

Nakoľko v oblasti bezpečnosti železničných tunelov dochádza k neopodstatnenému preberaniu požiadaviek z protipožiarnej bezpečnosti cestných tunelov je potrebné uviesť ich základné vzájomné rozdiely.

Úroveň bezpečnosti v železničných tuneloch sa nemôže zrovnávať s úrovňou bezpečnosti v cestných tuneloch. Z hľadiska dopravy je prevádzka oproti viac menej chaotickému pohybu veľkého množstva vozidiel a zároveň aj vodičov na cestných komunikáciách koordinovanejšia. Ide v podstate o profesionalitu osôb riadiacich železničné vozidlá, prevádzkovanie železnice a predovšetkým reguláciu pohybu dopravných prostriedkov po dopravnej ceste. Väčšina dopravných incidentov sa viaže na úrovňové kríženia železnice s pozemnými komunikáciami čo v podstate nie je prípad železničných tunelov. Z tohto dôvodu je pravdepodobnosť incidentov v železničných tuneloch nízka a narastá len úmerne s dĺžkou tunela.

K otázkam bezpečnosti tunelov je možné pristupovať z dvoch pohľadov:

- a) v závislosti na pravdepodobnosti vzniku mimoriadnej udalosti v tuneloch (prevencia pred vznikom mimoriadnych udalostí),
- b) s predpokladom, že k mimoriadnej udalosti určite dôjde (v tomto prípade sa opatrenia zameriavajú na zvládnutie mimoriadnej situácie).

Oba princípy sa odporúčajú kombinovať s ohľadom na efektivitu prijatých opatrení.

Najkomplexnejšie problematiku popisuje smernica Medzinárodnej železničnej únie (UIC:CODE 779-9, platí pre tunely dl. nad 1 km, s intenzitou dopravy do 200 zmiešaných súprav za deň) a podľa nej z hľadiska bezpečnosti železničných tunelov je potrebné posudzovať nasledovné aspekty:

1. Opatrenia infraštruktúry (I)

- a) Prevencia pred vznikom mimoriadnych udalostí (monitorovanie rýchlosti, ovládacie zariadenia, detekcia...)

- b) Zníženie účinkov (jednokolažné tunely, prierez dvojkoľajných tunelov, detekcia požiaru...)
- c) Podpora úniku (únikové cesty, núdzové osvetlenie, únikové vzdialenosti...)
- d) Podpora záchrany (prístup k tunelom, záchranné plochy, systém riadenia..)

2. Opatrenia vozového parku (R)

- a) Prevencia pred vznikom mimoriadnych udalostí (protipožiarne opatrenia, detekcia požiaru v súprave...)
- b) Zníženie účinkov (indikátory vykoľajenia, hasiace prístroje...)
- c) Podpora záchrany (záchranné prostriedky a vyhotovenie vagónov)

3. Prevádzkovanie (O)

- a) Prevencia pred vznikom mimoriadnych udalostí (prevádzkové predpisy, predpisy pre prepravu nebezpečných látok)
- b) Zníženie účinkov (zastavenie nasledujúcich a protiúdcich vlakov)
- c) Podpora úniku (informácie pre cestujúcich, kompetencie personálu)
- d) Podpora záchrany (havarijné a evakuačné plány, pravidelné cvičenia so zložkami IZS)

Navrhované bezpečnostné opatrenia v tuneloch je potrebné posúdiť vhodnou metódou napr. rizikovou analýzou.

5. Záver

Tunelový systém DÚBRAVA – VOĽNÉ PRIESTRANSTVO – ZÁMČISKO vytvára atypický prípad. Technické riešenie a vybavenie tunelov je vzájomne previazané a ovplyvňuje aj samotné voľné priestranstvo trate medzi tunelmi. Má dopad na prvky z oblasti protipožiarnej bezpečnosti tunelov, ich situačné rozmiestnenie a vzájomné väzby v celej dĺžke systému. Vytvára väčšie množstvo kombinácií a možností riešenia, pričom pri návrhu sme sa s ohľadom na miestne pomery snažili dosiahnuť čo najefektívnejšie riešenie.

Literatúra

- [1] RNDr. M. Kuvik, Záverečná správa podrobného inžinierskogeologického prieskumu – CAD-ECO a.s., 2009
- [2] Ing. K. Dobosz, Sprievodná správa, ŽSR, Modernizácia trate Žilina – Košice, úsek trate Liptovský Mikuláš – Poprad -Tatry (mimo), REMING Consult a.s., 2008
- [3] TSI SRT (2008/163/ES), Rozhodnutie Komisie EÚ z 20. decembra 2007, o technickej špecifikácii interoperability v súvislosti s aspektom „bezpečnosť v železničných tuneloch“ v systéme transeurópskych konvenčných a vysokorýchlostných železníc
- [4] Vyhláška Ministerstva dopravy, pôšt a telekomunikácií Slovenskej republiky č.350/2010 Z.z. o stavebnom a technickom poriadku dráh (vyhláška MDPaT SR č. 350/2010 Z.z.)
- [5] STN 37 7508 Projektovanie železničných tunelov (STN v príprave)
- [6] UIC:CODE 779-9 Bezpečnosť v železničných tuneloch
- [7] B. Stečinský, Bezpečnosť dopravy v železničných tuneloch, článok časopis Tunel