

TUNELOVÉ RIEŠENIA MODERNIZÁCIE ŽELEZNIČNEJ TRATE V ÚSEKU PÚCHOV – ŽILINA

TUNNEL SOLUTION IN MODERNIZATION OF RAILWAY TRACK IN THE SECTION PÚCHOV - ŽILINA

**Viktor Tóth¹
Štefan Hriň²
Ján Boltvan³**

ABSTRAKT

V rámci pripravovaných projektov napojenia dopravných väzieb Slovenska na európsku dopravnú sieť je aj modernizácia železničnej trate v úseku Púchov – Považská Bystrica, ktorá spadá pod globálny celok modernizácie železničnej trate Bratislava – Žilina – Čierna nad Tisou na rýchlosť 160 km/h. Na predmetnom úseku sa nachádzajú aj horské masívy Nimnica a Stavná, ktoré tvoria centrálnu časť meandrov Váhu a ktoré budú prekonávané tunelovými stavbami.

Tunely Diel a Milochov sú projektované ako dvojkoľajné jednorúrové tunely dĺžky 1082 m, resp. 1861 m. Náročnosť projektových prác bola vo veľkej miere ovplyvnená geologickou stavbou územia, ale aj členitosťou masívov, čo sa v značnej miere prejavilo na zabezpečení stavebných jám tunelov.

ABSTRACT

In the upcoming projects the connection of Slovak transport links to the European transport network is the modernization of the railway track in the section Púchov - Považská Bystrica, which belongs under the global modernization of the railway track Bratislava - Žilina - Čierna nad Tisou at the speed of 160 km/h. On the relevant section are also mountains Nimnica and Stavná, which form a central part of the river Váh meanders, and which will be overcome with tunnel structures.

Tunnels Diel and Milochov are designed as two-tracks singlepipe tunnels of 1082 m length, respectively 1861 m length. Difficulty of design works was largely affected by the geological structure of the area, but also segmentation of massifs, which are largely reflected in the security of excavation of the tunnel.

1 Úvod

Z dôvodu zefektívnenia železničného dopravného prepojenia medzi Bratislavou a Košicami sa už niekoľko rokov realizuje modernizácia trate železničného koridoru č. V. Bratislava – Žilina – Čierna nad Tisou. Železničná trať sa upravuje na traťovú rýchlosť 160 km/h. Pre dosiahnutie danej rýchlosti na trati je nevyhnutné zmeniť smerové aj výškové

¹Ing. Viktor Tóth, SUDOP Košice a. s., Žriedlová 1, 040 01 Košice, tel.: 055/6221211, e-mail: toth.v@sudop.sk

²Ing. Štefan Hriň, REMING CONSULT a. s., Trnavská cesta 27, 831 04 Bratislava, tel: 02/50201837, e-mail: hriň@reming.sk

³Ing. Ján Boltvan, REMING CONSULT a. s., Trnavská cesta 27, 831 04 Bratislava, tel: 02/50201837, e-mail: boltvan@reming.sk

parametre trate. Na traťovom úseku Púchov – Považská Bystrica je momentálne ukončená realizácia projekčným prác vypracovaním v stupňoch DRS (Dokumentácia pre realizáciu stavby) a DVZ (Dokumentácia pre výber zhotoviteľa).

2 Lokalizácia tunelov

Novonavrhovaná trasa koridoru č. V. v úseku medzi vodnou nádržou Nosice a riekou Váh, v ktorom sa oba tunely nachádzajú, na niekoľkých miestach križuje meander rieky Váh a prechádza cez masívy Diel a Stavná.

Prekonalie masívu vrchu Diel, ktorý tvorí centrálnu časť meandru Váhu v tomto úseku jeho toku, je navrhnuté novým tunelom rovnomeného názvu.

Na preklopenie úpätia vrchu Stavná, južne od miestnej časti Horný Milochov - mestskej časti Milochov mesta Považská Bystrica, je navrhnutý nový tunel Milochov.



Obr. 1 Poloha tunelov v úseku Púchov – Považská Bystrica

Fig. 1 Location of tunnels in the section Púchov – Považská Bystrica

3 Geologické pomery

3.1 Tunel Diel

Horninové prostredie je intenzívne tektonicky porušené, prevrásnené a prestúpené zlomovými poruchami. Na geologickej stavbe oblasti sa podieľajú horniny bradlového pásma so zastúpením flyšoidných súvrství ílovcov, slieňovcov, pieskovcov a zlepcov a tiež karbonatické horniny bradiel a ich obalu (vápence, slieňovce).

Komplexy predkvartérnych hornín sú v údolnej časti Váhu a na príľahlých svahoch prekryté kvartérnymi sedimentami fluvialnej, deluvialnej, proluvialnej, chemogénnej a antropogénnej genézy. Dominujúcimi v území sú deluvialne sedimenty.

Nadložie tunela dosahuje 4 – 160 m. Na základe očakávaných geotechnických vlastností bola trasa tunela rozčlenená na kvázihomogénne masívy piatich základných typov:

Typ 1

Úseky v priortálovej oblasti, kde možno očakávať dosah zvetrávania hornín a vplyv svahových pohybov. Horninový masív je rozvoľnený, s otvorenými puklinami, vyplnenými ílovitým a piesčitým materiálom.

Typ 2

Úseky v tektonicky výraznejšie porušenom masíve, tektonické poruchy. Horniny v úseku majú charakter zeminy triedy F6 a sutí F2 a G5 s rozličným zastúpením úlomkov, okolitá hornina je silne zbridlíčnatená, husto rozpukaná. Diskontinuity sú vyplnené tektonickým ílom alebo vyhojené kalcitom, prípadne s povlakmi pyritu, zvyčajne s ryhovaním a tektonickými zrkadlami.

Typ 3

Predstavuje úseky budované navetranými až zdravými horninami nimnického súvrstvia s ojedinelým výskytom pieskovcových preplástkov a lamín. Horninový masív je prestúpený puklinami a tektonickými poruchami nižšieho rádu. Pukliny sú prevažne uzatvorené alebo vyhojené kalcitom, lokálne s tektonickými zrkadlami a ryhovaním. Tento typ na základe geofyzikálnych meraní sa nachádza v západnej polovici trasy tunela.

Typ 4

Predstavuje úseky budované navetranými až zdravými horninami nimnického súvrstvia s ojedinelým výskytom pieskovcových preplástkov a lamín, ktoré sú adekvátne horninám predchádzajúceho typu 3. Na základe geofyzikálnych meraní sa tento typ nachádza vo východnej polovici trasy tunela, kde očakávame vyššiu kompaktnosť masívu, uzatvorenosť puklín resp. vyšší obsah siltovcov. Horninový masív je prestúpený puklinami a tektonickými poruchami nižšieho rádu.

Typ 5

Predstavuje úseky budované navetranými až zdravými horninami nimnického súvrstvia s vyšším zastúpením pieskovcových lavíc a lamín siltovca. Celkovo má teda horninový masív lepšie pevnostno-deformačné parametre. Na základe geofyzikálnych meraní sa tento typ nachádza vo východnej polovici trasy tunela, kde očakávame vyššiu kompaktnosť masívu, uzatvorenosť puklín resp. vyšší obsah siltovcov. Horninový masív je prestúpený puklinami a tektonickými poruchami nižšieho rádu.

Západný portál

Západný portál tunela Diel je situovaný do západných svahov masívu Diel na južnom okraji obce Nimnica. Sklon svahu je v priemere okolo 15°, v hornej časti sa čiastočne zostrmuje na cca 25°. Celá oblasť bola druhotne morfológicky pozmenená budovaním medzí, svah v oblasti portálu je stupňovitý.

Na sever od portálovej oblasti začína zástavba obce Nimnica, kde medzi domami ústi výrazná erózna ryha, ktorá sa vo vyššej časti svahu vetví a prechádza v nepravidelný systém erózných rýh. V tejto časti porast javí známky tzv. opitého lesa, čo svedčí o nestabilite deluviálneho pokryvu hr. 3 – 12 m. Svah je porušený svahovými pohybmi. V tejto oblasti bolo zistené podložie tvorené ílovcami i pieskovecami.

Východný portál

Východný portál tunela Diel je situovaný v exponovanom svahu nad cestou II/507 medzi Púchovom a Považskou Bystricou, na okraji VN Nosice. Sklon svahu je v priemere okolo 35°, strmší je v spodnej časti, kde je hlavná cesta čiastočne zarezaná, a vo vrcholovej časti pod skalnými stenami.

Svah predstavuje nárazový breh rieky Váh, čomu nasvedčuje hĺbka vodnej nádrže v týchto miestach. Vyerodovaná časť svahu bola následne v geologickej minulosti vyplnená terasovými sedimentmi charakteru štrkov, ktoré sa zachovali v úzkom pruhu medzi vodnou nádržou a svahom. Terasa je prekrytá navážkou cesty. Vrtnými prácami sa zistilo nasunutie deluviálnych sedimentov vo forme sutí a blokov mezozoických hornín na terasové sedimenty. Svahové pohyby boli aktivizované vybudovaním odrezu cesty. V súčasnosti je svah na hranici stability. Svahové pohyby sú charakteru zliezania, zosúvania a skalného rútenia.

Hrúbka deluviálnych sutí je nerovnomerná, na základe geofyzikálnych meraní a prieskumných diel možno však očakávať prevažne hrúbku cca 5 – 10 m, lokálne až 15 m, pričom ide prevažne o ílovito-kamenité a balvanité sute.

3.2 Tunel Milochov

Horninové prostredie je rovnako ako pri tuneli Diel intenzívne tektonicky porušené, prevrásnené a prestúpené zlomovými poruchami. Na geologickej stavbe oblasti sa tiež

podieľajú horniny bradlového pásma so zastúpením flyšoidných súvrství ílovcov, slieňovcov, pieskovcov a zlepencov a tiež karbonatické horniny bradiel a ich obalu (vápence, slieňovce). V trase tunela sa vyskytuje niekoľko základných litologických typov hornín, ktoré sa striedajú a vykazujú rozličný stupeň spevnenia a tektonického porušenia. Z hľadiska stratigrafie patria horniny k nimnickému súvrstviu, pieskovce patria prevažne k uhrovskému súvrstviu, zlepence (pieskovce) k upohlavskému súvrstviu. Z obalu bradlového pásma v širšom okolí vystupujú polohy ílovitých a rohovcových vápencov), piesčitých, krinoidových, rohovcových a hľuznatých vápencov.

Komplexy predkvartérnych hornín sú v údolnej časti Váhu a na prilahlých svahoch prekryté kvartérnymi sedimentmi fluviálnej, deluviálnej, proluviálnej, chemogénnej a antropogénnej genézy.

Nadložie tunela dosahuje 5 – 110 m. Na základe očakávaných geotechnických vlastností bola trasa tunela rozčlenená na kvázihomogénne masívy piatich základných typov:

Typ 0 a 1

Ide o úseky v priortálovej oblasti, kde možno očakávať dosah zvetrávania hornín, vplyv svahových pohybov a nízke nadložie. Horninový masív je rozvoľnený, s otvorenými puklinami, vyplnenými ílovitým a piesčitým materiálom.

Typ 2

Sú to úseky v tektonicky výraznejšie porušenom masíve, tektonické poruchy. Horniny v úseku majú charakter zeminy triedy F6 a sutí F2 a G5 s rozličným zastúpením úlomkov, okolitá hornina je silne zbridičnatená, husto rozpukaná. Diskontinuity sú vyplnené tektonickým ílom alebo vyhojené kalcitom, prípadne s povlakmi pyritu, zvyčajne s ryhovaním a tektonickými zrkadlami.

Typ 3

Predstavuje úseky budované navetranými až zdravými horninami nimnického súvrstvia t.j. prevládajúcimi ílovcami až siltovcami nad pieskocami. Horninový masív je prestúpený puklinami a tektonickými poruchami nižšieho rádu. Pukliny sú prevažne uzatvorené alebo vyhojené kalcitom, lokálne s tektonickými zrkadlami a ryhovaním.

Typ 4

Predstavuje úseky budované navetranými až zdravými horninami nimnického a uhrovského súvrstvia pravdepodobne v približne rovnakom vzájomnom pomere. Horninový masív je prestúpený puklinami a tektonickými poruchami nižšieho rádu. Pukliny sú prevažne uzatvorené alebo vyhojené kalcitom, lokálne s tektonickými zrkadlami a ryhovaním.

Typ 5

Predstavuje úseky budované navetranými až zdravými horninami uhrovského súvrstvia, t.j. prevažne masívnymi a hrubolavicovitými pieskocami až mikrozlepencami s ojedinelými preplástkami ílovcov. Z hľadiska celkového hodnotenia má horninový masív najlepšie pevnostno-deformačné parametre. Na základe geofyzikálnych meraní sa tento typ nachádza najmä vo východnej polovici trasy tunela v časti s najvyšším nadložíom, kde očakávame vyššiu kompaktnosť masívu, uzatvorenosť puklín. Horninový masív je prestúpený puklinami a tektonickými poruchami nižšieho rádu.

Západný portál

Sklon terénu horninového masívu tu dosahuje 30 - 40°, nad eróznou hranou sa zmiernuje na 16°. Svahy sú sklonené na sever. Oblasť portáloveho zárezu a trasy hĺbeného tunela nadväzuje na mostný objekt cez údolie bezmenného potoka. Povrch územia je pokrytý vrstvou deluviálnych sutí s rozličným obsahom úlomkov podložných hornín, pričom majú prevažne charakter ílu štrkovitého až štrku ílovitého. Hrúbka delúvia dosahuje 0,5 m na eróznej plošine, až cca 7 m v päte svahu. Na základe geofyzikálnych meraní však možno očakávať, že aj silne zvetrané podložné súvrstvie ílovcov je zahrnuté do zosuvného delúvia. V podloží sa nachádzajú horniny nimnického súvrstvia. V pripovrchovej zóne je horninový

masív silne zvetraný, rozvoľnený, hornina má charakter ílovitej zeminy (G5/GC, F2/CG, R4-R5). Degradácii parametrov napomáha i silné tektonické porušenie v tejto časti. Geofyzikálne merania nepreukázali jednoznačne prítomnosť bazálnej šmykovej plochy, avšak na základe morfológie terénu a vrtných prác predpokladáme, že svah je porušený svahovými pohybmi charakteru plošných zosuvov i blokových deformácií. Na kontakte kvartérnych zemín a podložia je súvrstvie pieskovcov a ílovcov rozblokované a hákované. Lesný porast nad budúcim portálovým zárezom javí znaky tzv. opitého lesa, čo svedčí o nestabilite deluviálneho pokryvu. Z hľadiska svahových pohybov ide o kombináciu zasúvania blokov podložných zvetraných hornín po predisponovaných plochách (vrstvách a priebežných puklinách), kde sa šmyková plocha nachádza v hĺbke 10-15 m, prípadne hlbšie. V priestore budúceho portálu boli akumulácie delúvií v päte svahu a stupňovitý terén nad portálom, čo by mohlo nasvedčovať blokovým pohybom. Stupne však môžu byť i antropogénneho pôvodu.

Východný portál

Portálový zárez a úvodná časť razeného tunela sú situované do čela rozsiahleho zosuvu. Sklon svahu je v priemere okolo 35° na čelnej strane v mieste zástavby, miernejší je vo vyšších partiách nad zástavbou cca. 10°. Plochý proluviálny kužel sa vytvoril pri vyústení morfológicky výraznej eróznej ryhy. Erózna ryha je založená na tektonickom kontakte medzi komplexom exotických upohlavských zlepcov a nimnickým resp. uhrovským súvrstviem, budovaným pieskovecami a ílovcami. Vrtnými prácami boli zistené neočakávané veľké hrúbky deluviálnych sedimentov vo forme ílov a sutí. Svahové pohyby boli v minulosti aktivizované vybudovaním zárezov miestnej cesty, železničnej trate a obslužných komunikácií v zastavanej oblasti. V súčasnosti je svah na hranici stability. Svahové pohyby sú charakteru zliezania a zosúvania. V priestore východného portálu bol identifikovaný až do 20 m hrubý deluviálny pokryv charakteru zosuvu. Plošne najrozšírenejším kvartérnym útvarom v danom území sú deluviálne sedimenty vo forme ílov a sutí. Ide hlavne o kamenito-ílovité a ílovito-kamenité sute (G5/GC, F2/CG, F6/CI). Predkvartérne horniny sú zastúpené mezozoickým súvrstviem ílovcov a slieňovcov, siltovcov a pieskovcov, ojedinele v oblasti východného portálu tunela aj súvrstvie zlepcov s preplástkami ílovcov a pieskovcov – upohlavske vrstvy. Zastúpené sú deluviálnymi ílmi až suťami kamenito-ílovitými a suťami ílovito-kamenitými, kamenitými až balvanitými. Íly a sute kamenito-ílovité tvoria najvrchnejšiu časť kvartérneho pokryvu na svahoch kóty Stavná a sú zároveň izolátorom pre infiltráciu zrážkových vôd.

Prechod z kvartérnych prevažne deluviálnych sedimentov do podložných mezozoických hornín je charakteristický prechodovou zónou (elúvium). Rozložené ílovce a slieňovce majú charakter zemín a granulometrický spoločne s ojedinelými pevnejšími úlomkami predstavujú štrk ílovitý, resp. v určitých polohách tvoria jemnozrnnú zeminu – prevažne íl štrkovitý a íl so strednou plasticitou pevnej konzistencie. Na mnohých miestach je táto zóna zahrnutá do zosuvného delúvia ako bloková deformácia resp. tvorí bazálnu šmykovú plochu.

Horninový masív je rozvoľnený s otvorenými puklinami, vyplnený ílovitým a piesčitým materiálom. Možno očakávať prítoky podzemnej vody, ovplyvnené aktuálnymi zrážkami.

4 Technické riešenie tunelov

4.1 Tunel Diel

Tunel Diel je navrhnutý ako jednorúrovňový dvojkolačný tunel celkovej dĺžky 1081,7 m. Tunelová rúra tunela Diel je rozdelená na úseky budované razením a hĺbením. Hĺbené úseky budú budované v otvorenej stavebnej jame na oboch portáloch. Ich dĺžky sú 14,7 m na západnom vjazdovom portáli a 17 m na východnom výjazdovom portáli. Razená časť tunela Diel je dlhá 1050 m a bude realizovaná v zmysle zásad Novej rakúskej tunelovacej metódy (NRTM) s použitím mechanického rozpojovania pomocou tunelbagra

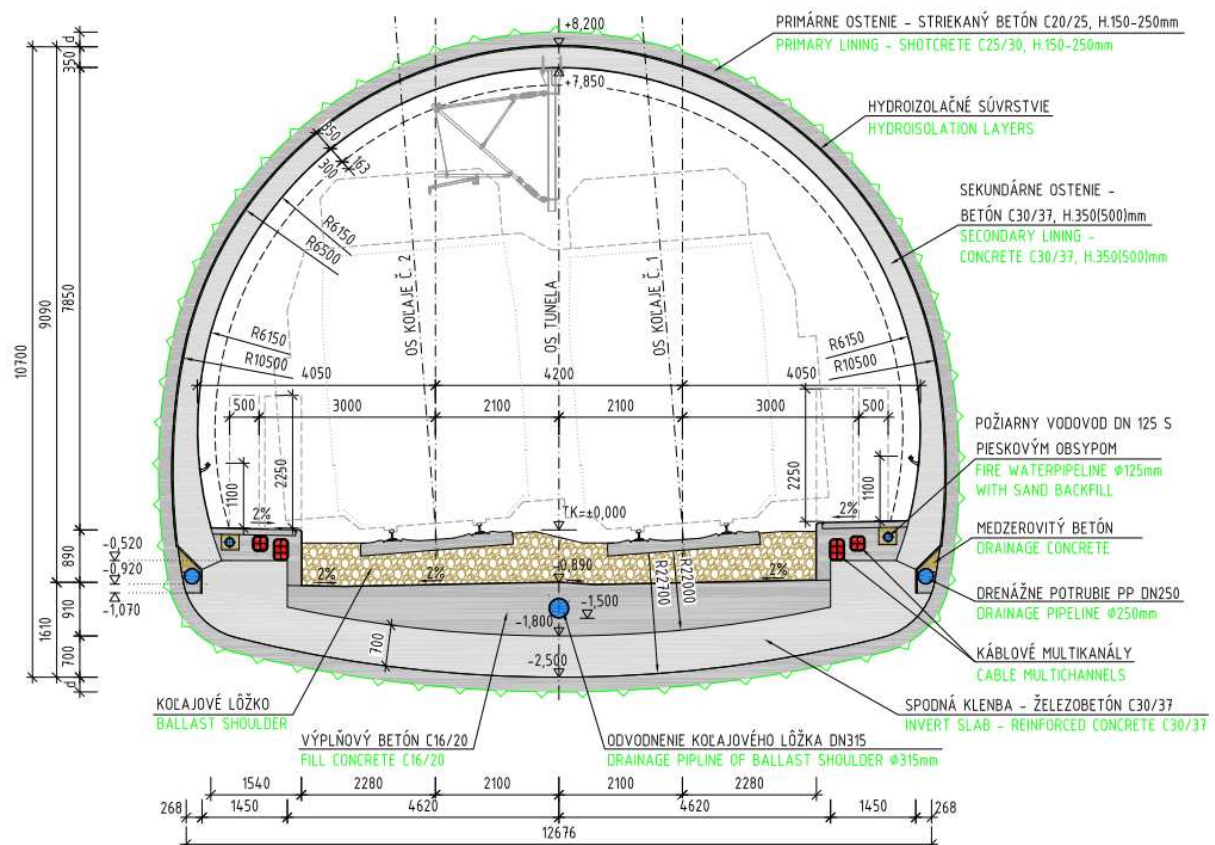
v priortálových oblastiach. Trhavinové rozpojovania sa bude používať po zarazení sa tunelovej rúry do kompaktnejšieho horninového masívu. Tunelové ostenie je navrhnuté dvojplášťové tvorené primárnym a sekundárnym ostením.

4.1.1 Tunelová rúra

Tunelová rúra je približne v 2/3 svojej dĺžky vedená v smerovom oblúku s polomerom 1404,2 m na koľaji č. 1 a 1400 m na koľaji č. 2. Približne po 790 m prejde v prechodnici do priamej až po koniec tunela. Niveleta tunela v smere od vjazdového západného portálu stúpa v sklone 8,2 ‰ po koniec tunela, kde prechádza výškovým oblúkom s polomerom 12 000 m.

Tunel je navrhovaný pre železničnú dopravu ako jednorúrovňový dvojkolajný s osovou vzdialenosťou koľají 4,2 m a priechodný prierez je typu „C“ s nadstavcom pre elektrifikované trate pre návrhovú traťovú rýchlosť 160 km/h. Os prierezu tunela je vždy zvislá. Vzdialenosť hrany chodníkov od osí koľají je 2,28 m. Na chodníkoch sa nachádza bezpečnostný priestor široký 0,5 m.

Tunelové ostenie je v razenej časti navrhnuté ako dvojplášťové, tvorené primárnym a sekundárnym ostením oblúkového tvaru so spodnou klenbou.



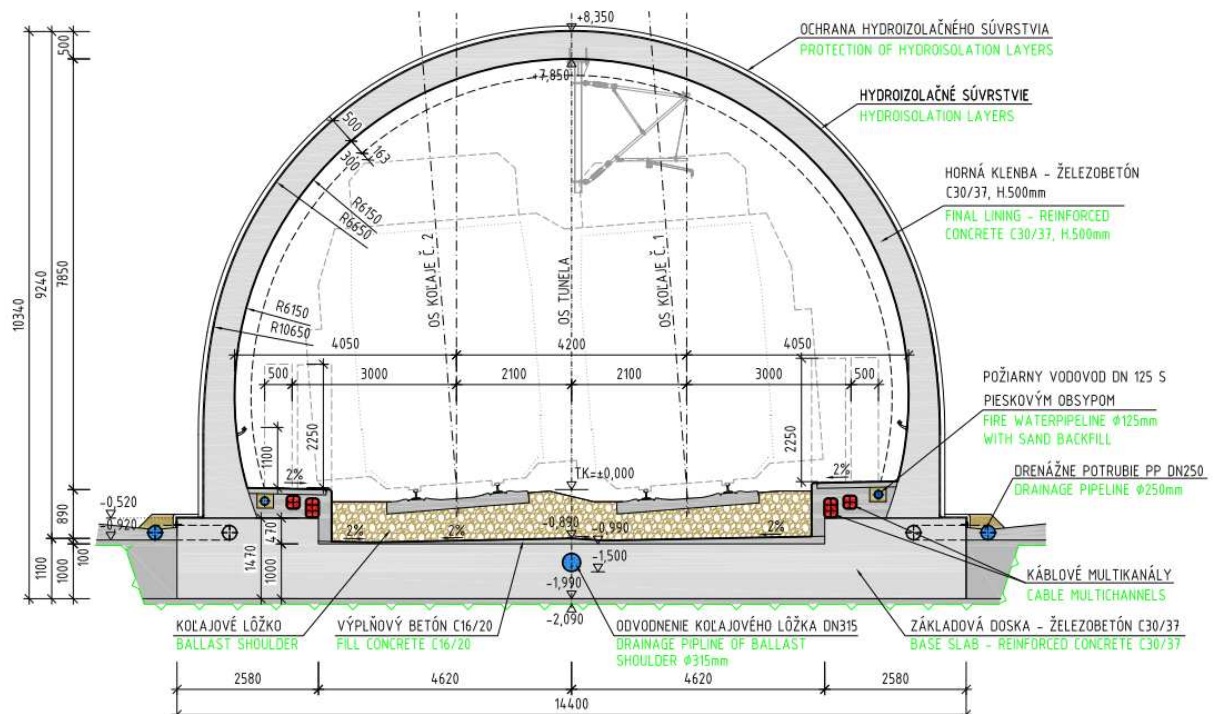
Obr. 2 Vzorový pričný rez so spodnou klenbou – razená časť

Fig. 2 Typical crosssection with invert slab – mined part

Hrúbka primárneho ostenia je navrhnutá podľa vystrojovacích tried od 150 – 250 mm. Je navrhnuté zo striekaného betónu pevnostnej triedy C20/25 v kombinácii s priehradovými nosníkmi a výstužnými sieťami. Pri razení bude horninový masív zabezpečený svorníkmi, oceľovými ihlami, poprípade mikropilótovými dáždnikmi.

Sekundárne ostenie tunela je navrhnuté hrúbky 350 mm, resp. 500 mm v priortálových úsekoch s nízkym nadložíím. V celej dĺžke razenej časti tunela je navrhnutá spodná klenba hrúbky 700 mm. Ostenie je navrhnuté z prostého betónu triedy C30/37, poprípade vystužené v úsekoch s nízkym nadložíím (priortálových úsekoch), v mieste napojenia únikovej cesty a výklenkov, prípadne aj v úsekoch geologických porúch a nadmerných nameraných, resp. neustálených deformácií výrubu počas razenia. Vzhľadom na technológiu výstavby sekundárneho ostenia tunela bola zvolená štandardná dĺžka bloku 10 m. V tuneli sú navrhnuté výklenky čistenia drenáže, združené výklenky (čistenie drenáže a požiarny hydrant) a výklenok pre tlakovú nádobu požiarného vodovodu.

Hĺbené časti tunelovej rúry budú tvorené z nosnej klenbovej konštrukcie hrúbky 500 mm a stupňovitej základovej dosky hrúbky 1000 mm v mieste koľajového lôžka a 1470 mm v mieste bočných drenáží a napojenia hornej klenby. Nosné konštrukcie sú navrhnuté z monolitického železobetónu triedy C30/37. Čelá portálových blokov budú zrezané pod uhlom 45° na západnom portáli a 60° na východnom portáli a budú vybavené ochranným golierom s maximálnou výškou 700 mm.



Obr. 3 Vzorový priečny rez – hĺbená časť – západný portál
 Fig. 3 Typical crosssection – cut and cover part – west portal

V tuneli je navrhnuté samostatné drenážne odvodnenie a odvodnenie koľajového lôžka. Bočné drenážne odvodnenie je navrhnuté z perforovaných rúr PP DN 250 mm. Bude umiestnené v pätách klenby medzi konštrukciou primárneho a sekundárneho ostenia. Pozdĺž trasy bočného drenážneho odvodnenia budú vo vzájomnej vzdialenosti 50 m umiestnené výklenky čistenia drenáže.

Vo vnútornom priestore tunela sa uvažuje len s vodou, resp. tekutinami z likvidácie havárie a požiaru. Odvedenie týchto vôd je zabezpečené priečnym spádom výplňových betónov do najnižšieho miesta medzi koľajami - stredového žľabu, prípadne po boku koľají a pozdĺžnym spádom trate. Pre účel odvedenia prípadných vôd z povrchu koľajového lôžka budú každých cca 25 m osadené vpuste, z ktorých bude pohltená kvapalina odvádzaná priečnym prepojovacím potrubím do hlavného zberača odvodnenia koľajového lôžka (priemeru DN315).

V chodníkoch tunela sú ďalej obojstranne navrhnuté káblové multikanály pre slaboprúdové a silnoprúdové vedenia a suchovod požiarneho vodovodu.

Tunel Diel bude vybavený únikovou štôľňou dĺžky 304,15 m a priečnym prepojením do tunelovej rúry dĺžky 21 m. Štôľňa bude vyústená na východnom portáli tunela Diel. Profil priečného prepojenia je totožný s profilom únikovej štôľne. Smerové vedenie štôľne je navrhnuté ako polygón súbežne s osou tunelovej rúry.

4.1.2 Západný portál

Západný portál tunela Diel bude tvorený v prvej etáži hĺbenia svahovou jamou, následne bude stavebná jama z bočných strán tvorená pilóťovými stenami priemeru 1,0 m kotvenými do masívu pomocou lanových kotiev dĺžky 16,0 – 18,0 m. Z dôvodu zachovania čo najväčšej presnosti vrtania pilót bude zriadený dočasný vodiaci prah. Konečná úprava portálového objektu bude tvorená obkladovými gabionovými košmi kotvenými do železobetónových pilót a striekaného betónu. Vo vrchnej časti portálu tvoreného stavebnou jamou bude zrealizované zahumusovanie. Čelo portálu bude tvorené v sklone 1:1 vystuženým horninovým zásypom z modulárnych oceľových dvojzákrutových prvkov sekundárne vystužených vysokopevnostnou geomrežou. Čelo portálu bude zahumusované.

Portálový objekt bude zaistený z dôvodu okolitých strmých svahov náhornými priekopami, aby sa minimalizovali dotácie dažďových vôd do priestoru portálu.



Obr. 4 Vizualizácia – západný portál (Ing. Arch. Róbert Mrštica, REMING CONSULT a. s.)

Fig. 4 Visualization – west portal (Ing. Arch. Róbert Mrštica, REMING CONSULT a. s.)

4.1.3 Východný portál

Východný portál tunela Diel bude tvorený stavebnou jamou odstupňovanou lavičkami. V spodnej časti stavebnej jamy sa nachádzajú dve etáže veľkopiemerových železobetónových pilót, kotvených do masívu pomocou lanových kotiev dĺžky 14,0 – 18,0 m. Stena bude z dôvodu prítomnosti podzemnej vody odvodnená pomocou subhorizontálnych odvodňovacích vrtov dĺžky 50,0 m. Čelo definitívneho portálu bude tvoriť gabionový obklad hrúbky 500 mm. Zárezové svahy stavebnej jamy budú stabilizované protieróznym geokompozitom a budú zahumusované. Čelo portálu bude mať sklon 55° a bude tvorené vystuženým horninovým zásypom z modulárnych oceľových dvojzákrutových prvkov sekundárne vystužených vysokopevnostnou geomrežou. Čelo portálu bude zahumusované.

Portálový objekt bude zaistený z dôvodu okolitých strmých svahov náhornými priekopami, aby sa minimalizovali dotácie dažďových vôd do priestoru portálu.

Východný portál tunela Diel bude zaistený ťažkým ochranným plotom o energetickej triede 500 kJ z dôvodu odstránenia rizika pádu úlomku skál alebo stromov do priestoru portálu.

4.2 Tunel Milochov

Tunel Milochov je naprojektovaný ako dvojkolajný jednorúrovňový tunel pre osobnú i nákladnú železničnú dopravu s najvyššou traťovou rýchlosťou 160 km/h, budovaný metódou NRTM s portálovými oblasťami budovanými v otvorenej stavebnej jame.

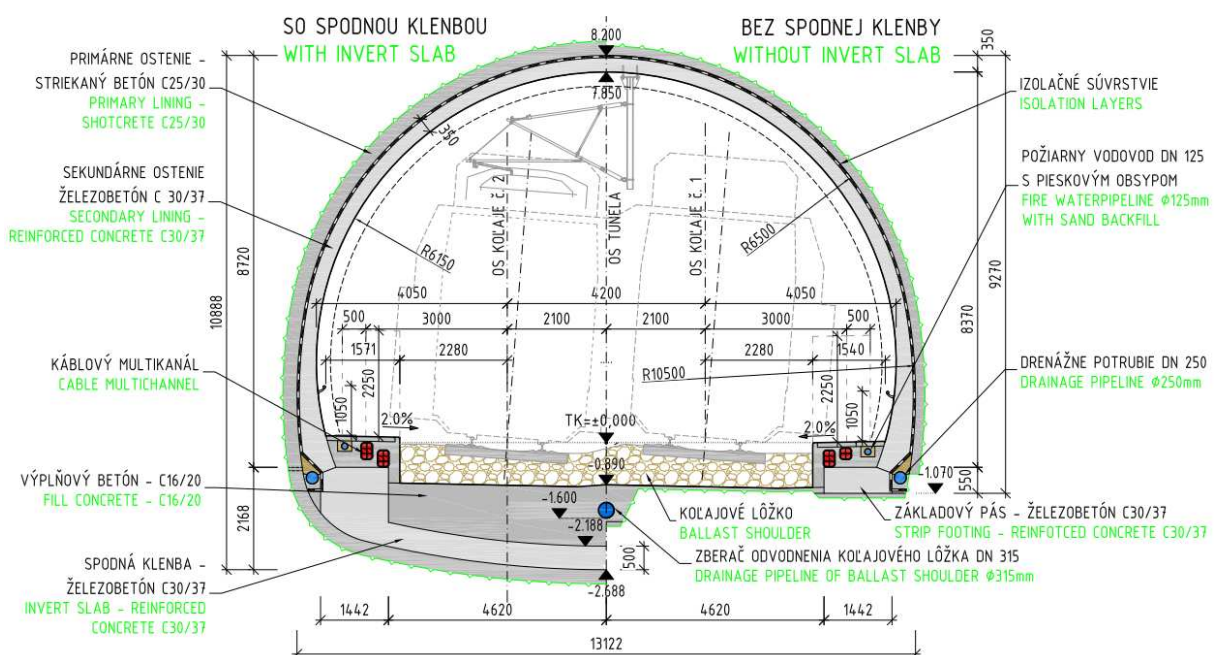
Celková dĺžka tunela bude 1861 m. Dĺžka razenej časti v osi tunela bude 1770 m a bude pozostávať zo 177 blokov dĺžky 10 m. Na západnom portáli je dĺžka hĺbenej časti tunela 20 m (2 bloky dlhé 10 m) a na východnom portáli je dĺžka hĺbenej časti tunela 71 m (6 blokov dlhých 10 m a portálový blok dlhý 11 m).

4.2.1 Tunelová rúra

Tunelová rúra je po celej dĺžke razenej časti vedená v pravotočivom smerovom oblúku. Polomer smerového oblúka na vjazde do tunela je pre koľaj č. 1 1550 m a pre koľaj č. 2 1554,2 m. Prevýšenie oboch koľají je 109 mm. Následne ide trasa v prechodnici a pokračuje k výjazdovému portálu oblúkom polomeru 1425 m pre koľaj č. 1 a 1429,2 m pre koľaj č. 2. Prevýšenie oboch koľají je 117 mm.

Niveleta tunela je vedená od začiatku tunela v stúpaní 4 ‰ po výškový oblúk polomeru $R = 28000$ m. Trasa za výškovým oblúkom pokračuje klesaním 5,867 ‰. Na výjazde z tunela trasa klesá po vydutom výškovom zakružovacom oblúku s polomerom 20000 m až po koniec tunela.

Osová vzdialenosť koľají v tuneli bude 4,2 m, os trate bude zhodná z osou tunela. Trať bude v tuneli vedená na štrkovom koľajovom lôžku. Po oboch stranách tunela sa bude nachádzať chodník s min. šírkou 1,54 m, ktorého hrana bude od osi priľahlej koľaje vzdialená 2,28 m.



Obr. 5 Vzorový priečný rez – razená časť
Fig. 5 Typical crosssection – mined part

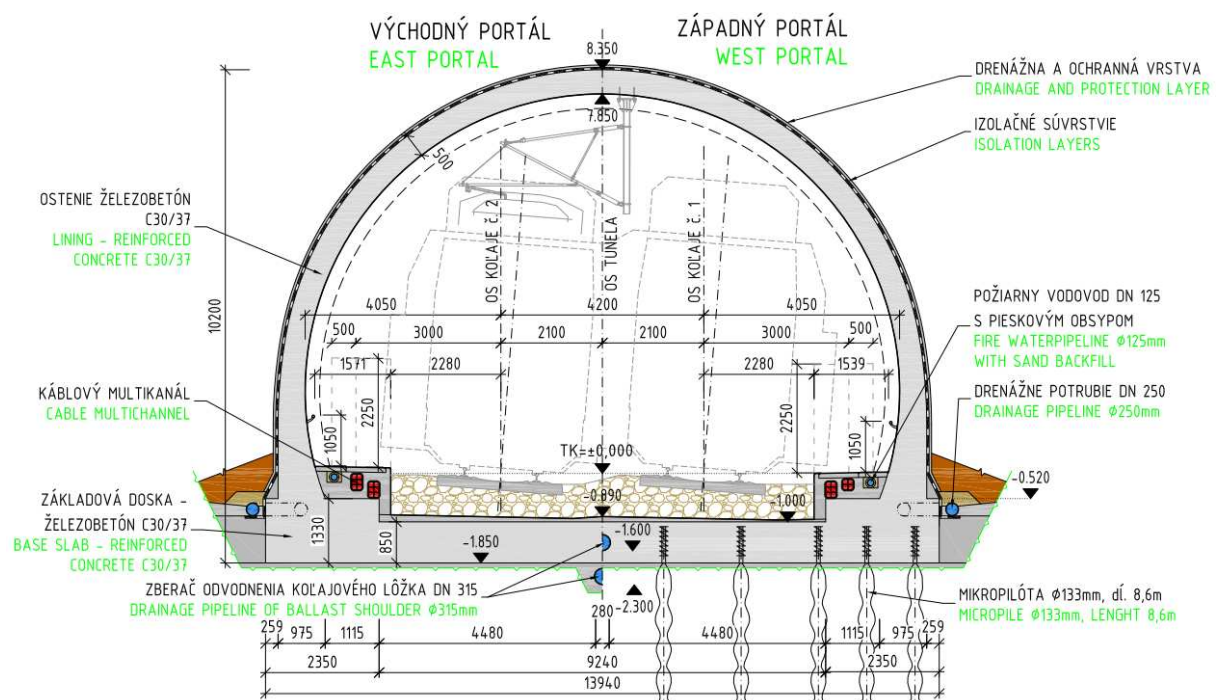
Približne v polovici tunela bude umiestnený vchod do bočnej únikovej štólne slúžiacej aj ako prístupová trasa pre záchranné zložky s rozmerom priechodného prierezu štólne 2,25 x 2,25 m. Úniková štólňa bude dlhá 366,4 m. Portálová časť štólne je situovaná v intraviláne obce Milochovo medzi radovou zástavbou.

Konštrukcia razenej časti tunelovej rúry bude pozostávať z dvojvrstvého ostenia s medziľahlou drenážnou a ochrannou vrstvou a plošnou hydroizoláciou. Tvar konštrukcie je navrhnutý s ohľadom na použitie dovrchného cyklického razenia, pričom sa uvažuje s dvomi základnými prierezmi – bez spodnej klenby a so spodnou klenbou.

Primárne ostenie bude tvorené striekaným betónom triedy C20/25 v hrúbke od 150 mm do 300 mm v závislosti od geologických podmienok v kombinácii s výstužným sieťami a priehradovými oceľovými nosníkmi. Okrem toho sú navrhnuté ďalšie vystrojovacie prvky.

Sekundárne ostenie tunelovej rúry je navrhnuté zo železobetónu triedy C30/37 hrúbky 350 mm. Založenie ostenia bude podľa geologických podmienok buď na základových pásoch, alebo na spodnej klenbe. Sekundárne ostenie bude betónované postupne po blokoch pomocou posuvného debnenia. V tunelovej rúre sú navrhnuté tri typy výklenkov, čistiaci výklenok rubovej drenáže, združený výklenok a výklenok pre vzdušník.

Na ochranu tunelovej rúry proti podzemnej vode je navrhnutý otvorený systém hydroizolácie. Voda zachytená hydroizoláciou sa bude zväzdať drenážnou vrstvou do pozdĺžnych drenážnych potrubí. Horninová priesaková voda zachytená medziľahlou izoláciou v razenej časti tunela je zvedená do rubovej drenáže, navrhutej z čiastočne perforovaných rúr DN250, ktorá je osadená vo filtračnom betóne, pri oboch pätách opôr tunela, v priestore medzi konštrukciou primárneho a sekundárneho ostenia. Z dôvodu údržby sú navrhnuté v tunelovej rúre, vo vzájomnej vzdialenosti 40 – 60 m, čistiace šachty, osadené v čistiacich výklenkoch, umiestnené po oboch stranách tunelovej rúry.



Obr. 6 Vzorový priečný rez – hlbená časť
Fig. 6 Typical crosssection – cut and cover part

Vo vnútornom priestore tunela sa uvažuje len s vodou, resp. tekutinami z likvidácie havárie a požiaru. Odvedenie týchto vôd je zabezpečené priečnym spádovaním výplňových betónov do najnižšieho miesta medzi koľajami - stredového žľabu, prípadne po boku koľají a pozdĺžnym

spádovaním trate. Pre účel odvedenia prípadných vôd z povrchu koľajového lôžka budú každých cca. 25 m osadené vpuste, z ktorých bude pohltená kvapalina odvádzaná priečnym prepojovacím potrubím do hlavného zberača odvodnenia koľajového lôžka.

Konštrukcia hĺbených častí tunelovej rúry pri portáloch je tvorená nosnou klenbovou konštrukciou zo železobetónu hrúbky 500 mm, ktorá je založená na základových doskách hrúbky 850 mm. Ochrana hĺbených úsekov tunela proti vode ja zabezpečená drenážnou - ochrannou vrstvou a plošnou fóliovou izoláciou.

Po oboch stranách tunela sa v chodníkoch budú nachádzať dve káblové trasy (silnoprúd a slaboprúd) pre vedenia technologického vybavenia tunela a požiarny vodovod.

4.2.2 Západný portál

Stavebná jama pri západnom portáli je z časti navrhnutá a posudzovaná ako dočasné zabezpečenie a z časti ako trvalé.

Po vyhlbení stavebnej jamy vznikne na ľavej strane (v smere staničenia železničnej trate) zárez hĺbky do 30 m. Zabezpečenie tohto zárezu je navrhnuté ako 5-etážový kotvený zárubný múr. Svah prvej etáže je navrhnutý v sklone 1:1, výškovo rozdelený lavicou šírky 1,0 m. Bude zabezpečený protieróznou georohožou, zafixovanou zemnými klincami. Druhá etáž je navrhnutá ako trvalé zabezpečenie svahu sústavou železobetónových rebier a lanových kotiev, pričom priestor medzi rebrami bude zaistený striekaným betónom. Etáž je navrhnutá v sklone 3:1. Ostatné etáže sú riešené ako dočasné zastabilizovanie svahu. Po vybudovaní tunelovej rúry budú zasypané až po úroveň päty druhej etáže. Výška 3. a 4. etáže je 4 m, posledná 5. etáž je premennej výšky 0 – 5 m. Sklon 3. etáže je 3:1 a sklony 4. a 5. etáže sú 5:1. Zabezpečenie stability bude dosiahnuté znova kotvením lanovými horninovými kotvami.

V úseku stavebnej jamy za definitívnym portálom tunela Milochov je navrhnutý trvalý zárubný múr, 4-etážový, výšky približne 20 m. Definitívna úprava je riešená pomocou gabiónových košov a vystuženej zeminy (oceľové a geosyntetické prvky).



Obr. 7 Vizualizácia – západný portál (Ing. Arch. Róbert Mrštica, REMING CONSULT a. s.)

Fig. 7 Visualization – west portal (Ing. Arch. Róbert Mrštica, REMING CONSULT a. s.)

4.2.3 Východný portál

Stavebná jama v oblasti východného portálu tunela Milochovo bude po vybudovaní jeho hĺbenej časti celá zasypaná, teda je navrhnutá a posúdená len ako dočasná stabilizácia stien výkopu.

Vzhľadom na to, že sa objekt nachádza v päte zosuvu, sú navrhnuté odvodňovacie vrty na zníženie hladiny podzemnej vody. Maximálna výška stien stavebnej jamy je približne 20 m na pravej strane v smere staničenia železničnej trate a približne 12 m na ľavej strane. Pravá strana je v časti riešená ako dvojetážový výkop. Horná etáž je zabezpečená kotveným záporovým pažením do hĺbky, v ktorej sa predpokladá zóna mezozoických hornín. Spodná etáž je zabezpečená klincovaním a doplnená o jeden rad horninových lanových kotiev. Medzi etážami je navrhnutá lavica šírky 1,5 m, v ktorej bude umiestnený odvodňovací rigol. V úseku, kde je predpoklad rozhrania predkvartérneho podlažia pod dnom stavebnej jamy, je svah riešený len jednou etážou, zabezpečenou záporovým pažením. Záporné sú navrhnuté z oceľových nosníkov profilu HEB 220, ktoré sú votknuté pod dno danej etáže. Na ľavej strane stavebnej jamy (v smere staničenia železničnej trate) sa predpokladá hrúbka mezozoika pod dnom stavebnej jamy v celej jej dĺžke. Svah je zabezpečený po celej výške kotveným záporovým pažením. Svah nad paženou stenou bude upravený do sklonu 1:1,5. Portálová stena je navrhnutá v sklone 5:1, zaistená zemnými klincami a lanovými kotvami. Nad portálovou stenou je terén upravený do sklonu 1:1,5. V priestore razeného tunela sú navrhnuté vodorovné sklolaminátové tyče dĺžky 8,0 m. Výška portálovej steny je približne od 13 do 20 m od dna stavebnej jamy po korunu svahovania.

5 Zoznam použitej literatúry

Archív REMING CONSULT a.s.

Archív SUDOP Košice a.s.