

VÝSTAVBA TUNELA SVRČINOVEC

Ivan Michale¹, Bohuš Bartko²

ABSTRAKT

Trojmedzie, miesto na Kysuciach v severnej časti Slovenska, kde sa stretávajú hranice troch štátov a kde sa koncom roka 2013 začala slávnostným poklepaním základového kameňa výstavba Diaľnice D3 Svrčinovec – Skalité. V tomto náročnom kopcovitom teréne sa na začiatku úseku, hneď za diaľničnou križovatkou D3 a R5 nachádza jednorúrový diaľničný tunel Svrčinovec s celkovou dĺžkou 420 m.

Cieľom príspevku je priblíženie technológie a postupu výstavby tunela Svrčinovec v horninových podmienkach kysuckého flyšu, s poukázaním na riešenie problémov vo výstavbe, ktoré priniesla najmä nedostatočne overená geologická stavba a plytké situovanie trasy tunela.

1 Úvod

Na začiatku diaľničného úseku, nad obcou Svrčinovec je územie tvorené prevažne pasienkami, poľnohospodárskou pôdou a čiastočne lesom. V týchto miestach sa nachádza malý kopec, ktorý miestny obyvatelia poznajú pod názvom Košariská (618 m n. m.). V dolnej časti masívu tohto kopca sa realizovala výstavba siete krátkeho, ale o to dôležitejšieho tunela Svrčinovec (420 m), ktorý je súčasťou diaľničného úseku D3 Svrčinovec – Skalité. Tento úsek je súčasťou diaľničného ťahu D3 Hričovské Podhradie - štátna hranica SR/PR, ktorý má zabezpečiť dopravné prepojenie hlavného mesta a juhozápadných oblastí Slovenska s Kysucami a nadväzne s Poľskou republikou.

Výstavba celého diaľničného úseku sa realizovala v polovičnom profile s dočasnou obojsmernou premávkou. Výnimku tvorí len diaľničná križovatka D3 a R5, ktorá sa postavila v plnom profile. Úsek má celkovú dĺžku 12,28 km a zahŕňa 24 mostov a 2 tunely. V rámci tunela Svrčinovec sa v pravom jazdnom páse vybudoval tunel kategórie 2T – 8,0 s návrhovou rýchlosťou 80 km/h podľa STN 73 7507 a s dočasnou obojsmernou premávkou. V mieste ľavej tunelovej rúry sa vyrazila úniková štôľňa. Súčasťou tunela je aj jedno priechodné priečne prepojenie medzi tunelovou rúrou a únikovou chodbou, slúžiace ako chránená úniková cesta. Zhotoviteľom úseku bolo „Združenie D3 Svrčinovec – Skalité“, ktorého členmi sú firmy VÁHOSTAV – SK, a.s. Žilina ako vedúci člen, Doprastav, a.s. Bratislava, STRABAG s.r.o. Bratislava a Metrostav a.s. Praha. Zhotoviteľom tunela Svrčinovec bol VÁHOSTAV – SK, a.s. Žilina v spolupráci s projekčnou kanceláriou Basler & Hofmann Slovakia s.r.o. Bratislava.

2 Inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery

Zaujímavé územie v okolí tunela Svrčinovec patrí na základe geomorfologického členenia Slovenska do oblasti Západných Beskýd. Celé územie je súčasťou geomorfologického celku Jablunkovské medzihorie. Z geologického členenia je územie súčasťou Vonkajších Západných Karpát. Jeho horninový masív je budovaný magurským príkrovom (Zlínskymi vrstvami). Tieto vrstvy majú hrúbku 500 – 1000 m. Vsetínske vrstvy, ktoré sa nachádzajú v území tunela sa vyznačujú prevahou hrubých vrstiev siltovitých ílovcov s lavicami jemno až strednozrnných pieskocov s glaukonitom.

¹Ing. Ivan Michale, VÁHOSTAV-SK, a.s., Priemyselná 6, 821 09 Bratislava, tel.: 041/517 1336, e-mail: ivan.michale@vahostav-sk.sk

²Ing. Bohuš Bartko, VÁHOSTAV-SK, a.s., Priemyselná 6, 821 09 Bratislava, tel.: 041/517 1336, e-mail: bohus.bartko@vahostav-sk.sk

Severne od Čadce prevládajú v súvrstvie hnedozelené, tenko laminované až tenko doskovité vápnité ílovcy. Vo vrstvách ílovcov sa vyskytujú vrstvičky jemnozrnných až siltovitých, laminovaných pieskovcov s muskovitom.

Z hľadiska posúdenia výstavby na hydrogeologické pomery v záujmovom prostredí majú najväčší význam geologicko-tektonické pomery, klimatické pomery, sklon a reliéf územia, charakter a hrúbka pokryvných útvarov a hrúbka zvodnenej vrstvy. Na základe týchto podmienok a hydrogeologickej rajonizácie sa predmetné územie zaradilo do rajónu paleogénu. Z toho vyplýva, že podzemné vody sú charakterizované flyšovým súvrstvom, kde kolmo na vrstvy je priepustnosť minimálna. Preto má podzemná voda povrchový pôvod a do horninového prostredia sa dostáva infiltráciou zrážkových vôd.

Na základe týchto skutočností bolo pri výstavbe potrebné venovať zvýšenú pozornosť technologickej vode, aby zbytočne nedochádzalo k degradovaniu ílovcov v masíve.

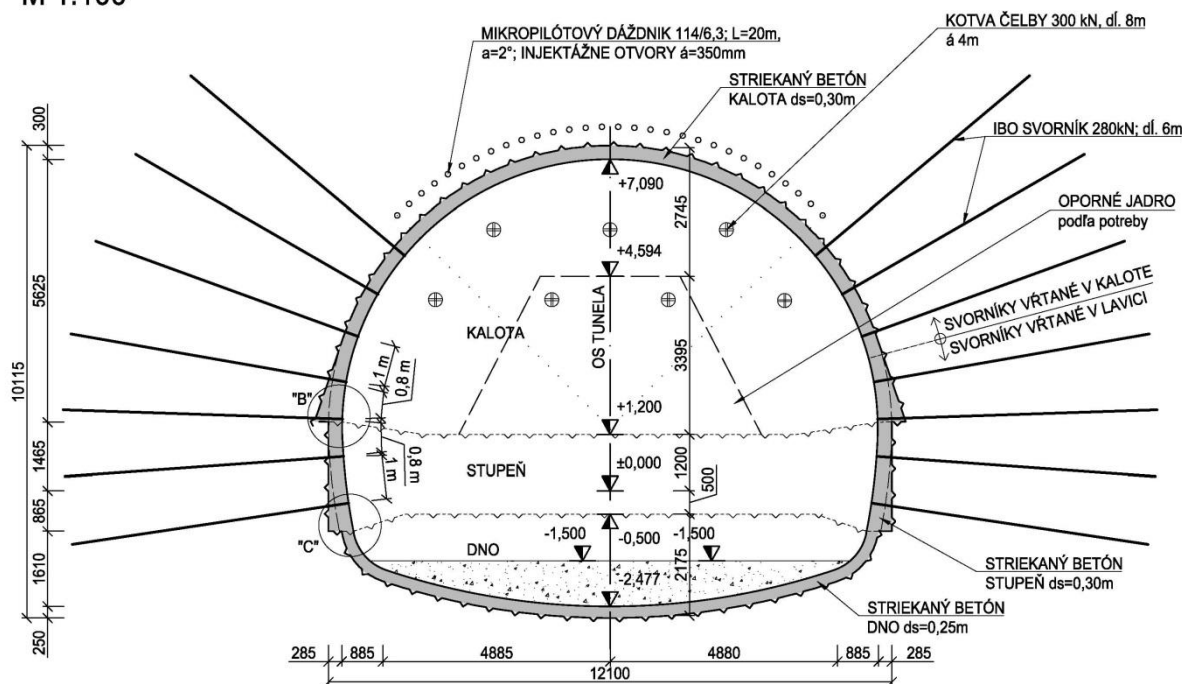
3 Výstavba tunela

3.1 Razenie a primárne ostenie

Vzhľadom k tomu, že súťaž na realizáciu bola vypísaná v režime „navrhni a postav“ s definovaním zmluvných podmienok podľa žltej knihy FIDIC sa zhotoviteľ v spolupráci s projektantom, na základe všetkých dostupných informácií rozhodli optimalizovať technické riešenie a aj samotný postup výstavby. Preto pri návrhu technologických tried výrubu na zabezpečenie stability samotného výrubu sa spoločnými silami snažili využiť všetky známe skutočnosti vyplývajúce s inžinierskogeologického prieskumu a hydrogeologických pomerov. Preto sa do najťažších geotechnických podmienok navrhli technologické triedy výrubu 7/3, 7/2, 7/1. Tieto triedy boli navrhnuté najmä do portálových úsekov a do predpokladaných tektonických porúch. V miestach za portálovými úsekmi a v miestach kde to geologické podmienky dovolili sme navrhli triedy výrubu 6/2, 6/1. V úsekoch, kde podľa geológie sa mali nachádzať pevné horniny tvorené najmä vrstvami zdravého pieskovca sme navrhli technologické triedy výrubu 5/2, 5/1, 4/1.

V nestabilných geologických podmienkach, aké sa javili najmä v priortálovej oblasti, sme navrhli vystrojovaciu triedu 7/3 (Obr. 1). Pred začatím razenia sme vytvorili mikropilotový dáždňik z oceľových rúr 114/6,3 dĺžky 20 m, ktorý slúžil ako vopred hnaná výstuž. V tejto triede sme realizovali aj kotvenie čela razenia sklolaminátovými kotvami dĺžky 8,0 m. Hrúbka ostenia tvorená striekaným betónom C 20/25 bola v tomto prípade 0,3m. V rámci ostenia bola ešte použitá 2x oceľová sieť ø8/100x100 a do každého záberu aj jeden priehradový nosník. Dĺžka samotného záberu bola 0,8 m. Pri razení v portálových oblastiach bolo potrebné čo najskôr uzatvoriť ostenie (dokončiť spodnú klenbu), aby sa predišlo veľkým deformáciám nadložia. S pribúdajúcimi metrami a so zlepšovaním geotechnických pomerov smerom od portálu sa postupne menili vystrojovacie triedy a s tým súvisiace vystrojovacie prvky. Napríklad, kotvenie sa v rámci celého tunela použilo systematické. Navrhnuté typy a dĺžky kotiev boli prispôsobené pre rôzne geologické podmienky. V miestach porúch alebo so silne tektonicky narušenou skalnou horninou, boli na vytvorenie stability masívu použité samozavrtávacie kotvy typu IBO dĺžky 6,0 m. V oblastiach s mierne tektonicky narušenou skalnou horninou boli použité horninové kotvy typu SN dĺžky 4,0 až 6,0 m. Vo vystrojovacej triede 5/2, ktorá bola v našom prípade tou najľahšou triedou, v ktorej sa razilo, sme ako vopred predháňanú výstuž použili oceľové ihly ø25 dĺžky 3,0 m. V rámci tejto triedy sa do samotného ostenia znovu použila 2x oceľová sieť ø6/150x150 a do každého záberu sa osadil priehradový nosník. Hrúbka striekaného betónu sa znížila na 200 mm a samotná dĺžka záberu sa predĺžila na 1,7 m.

REZ C-C
M 1:100



Obr. 1 Postup výstavby, vstrojovacia trieda 7/3

Samotné rozhodovanie o spôsobe zabezpečenia výrubu a najmä o zmene vstrojovacej triedy sa realizovalo priamo na čelbe za účasti geológa, zhotoviteľa a stavebného dozora a následným zápisom do stavebného denníka. Pri tomto rozhodovaní nám taktiež veľmi pomohlo, že sme mali k dispozícii výsledky merania geotechnického monitoringu, ktoré boli v pomerne krátkom čase prístupné všetkým zúčastneným stranám na webovom portáli.

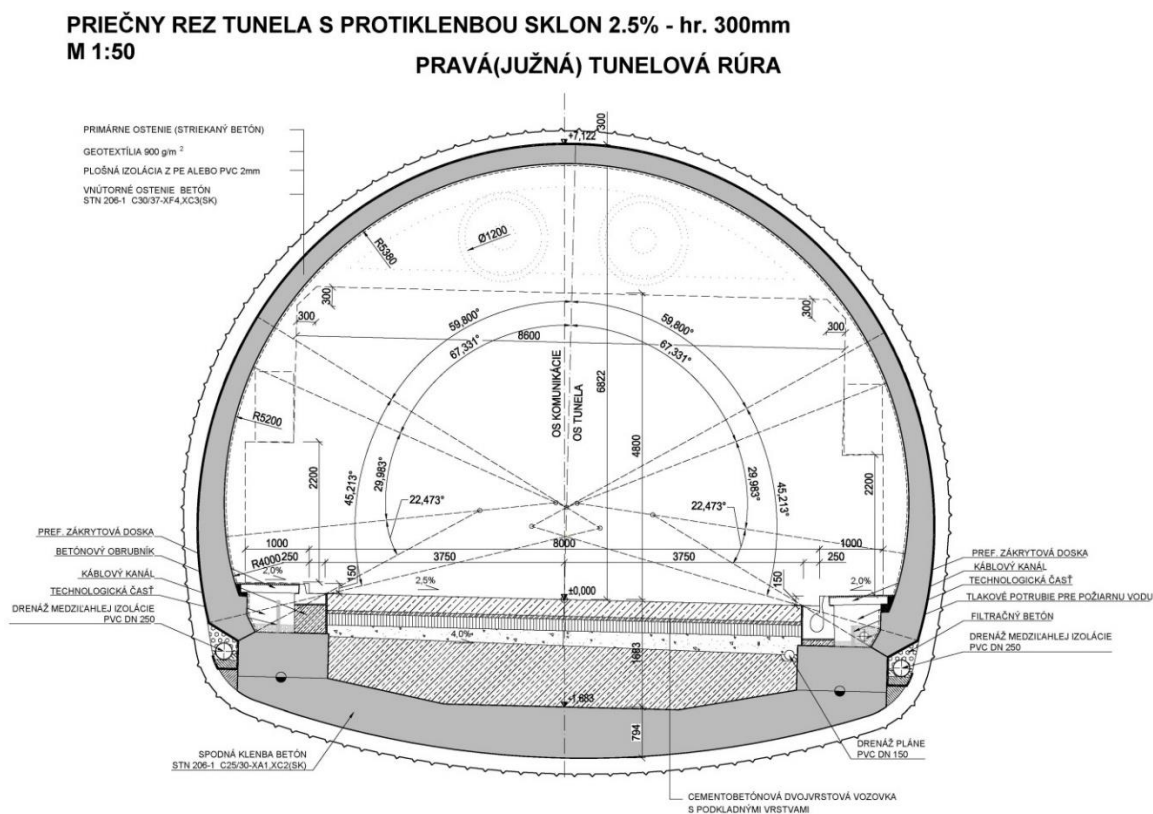
Razenie prebiehalo v tomto prípade dovrchne zo západného portálu smerom na východ, s horizontálnym členením výrubu na kalotu, stupeň a dno resp. protiklenbu. Dĺžka razenej časti tunela je v osi 382,50 m. Samotné rozpojovanie hornín prebiehalo prevažne mechanicky tunelovým bagrom Liebherr 934, resp. CAT 328. Boli však aj miesta, kde sa použili aj vrtno-trhacie práce. Zastúpenie takýchto miest však bolo minimálne, približne 10 % z celkového objemu prác. Na vrtanie vývrtov (Obr. 2) sme používali dvojlafetový vrtací stroj Atlas-Copco Boomer L2C, resp. Atlas-Copco 282. Odťaženie sme realizovali kolesovým nakladačom Volvo L180E, ktorý rúbaninu nakladal priamo do dumprov Volvo A25D, Volvo A25E a vyvážali na depóniu. Pre aplikáciu striekaného betónu sme používali striekacie zariadenie MEYCO Potenza, resp. Sprizmobil. Práce prebiehali nepretržite, 7 dní v týždni, 24 hodín denne. Za pomoci týchto strojov a s posádkami, ktoré sme mali k dispozícii, sa nám podarilo tunel vyraziť v plánovanom termíne a splniť tak časový míľnik stanovený verejným obstarávateľom.



Obr. 2 Dvojlafetový vŕtací voz Atlas-Copco Boomer L2C

3.2 Sekundárne ostenie

Po zrealizovaní primárneho ostenia a dosiahnutí maximálnych rýchlosti nárastu deformácie (stanovené v TKP 26 Tunely) a po profilácii primárneho ostenia tunela sme pristúpili k realizácii sekundárneho ostenia tunela. Definitívne ostenie tunelovej rúry je zrealizované ako železobetónové z betónu C30/37 a hrúbkou ostenia 0,3 m vo vrchole klenby, ktorá sa smerom k päte zväčšuje (Obr. 3). Betonáž tunela sme realizovali v dvoch etapách – betonáž protiklenby a betonáž hornej klenby tunela. V rámci razenej časti tunela sme zabetónovali 32 blokov a v rámci hĺbenej časti 4 bloky. Všetky priečne pracovné škáry jednotlivých konštrukcií definitívneho ostenia (horná klenba, spodná klenba) museli spolu korešpondovať, čo bola jedna z požiadaviek obstarávateľa. Tolerancia sekundárneho (definitívneho) ostenia bola stanovená na ± 30 mm.



Obr. 3 Priečný rez tunela Svrčinovec

V celej dĺžke tunela je horné ostenie navrhnuté aj zrealizované ako vystužené. Typ vystuženia bol závislý na geotechnických parametroch jednotlivých kvázi homogénnych úsekov. Ostenie je vystužené atypickými oceľovými sieťami $\varnothing 8/150 \times 150$, prúťovou výstužou rôzneho priemeru a pomocnými priehradovými nosníkmi. Použitá oceľ je triedy B 500 B pre všetku výstuž sekundárneho ostenia. Minimálne krytie výstuže z vnútornej strany tunela je 50 mm.

Realizáciou sekundárneho ostenia sa vytvoril jednotný, odolný a najmä hladký povrch, ktorý bude počas prevádzky tunela nenáročný na údržbu a čistenie. (Obr. 4)



Obr. 4. Sekundárne ostenie

3.3 Hydroizolácia

Celý systém ostenia pravej tunelovej rúry bol navrhnutý a zrealizovaný ako sendvičová konštrukcia pozostávajúca z primárneho ostenia a sekundárneho ostenia. Medzi tieto dve ostenia je vložená drenážna a izolačná vrstva pozostávajúca z geotextílie s minimálnou plošnou hmotnosťou 900 g/m^2 a hydroizolácie minimálnej hrúbky 2,0 mm.

Hydroizolácia v tuneli je vybudovaná pomocou dáždnikovej izolácie, čo znamená, že v miestach, kde je spodná klenba, nie je zrealizovaná izolácia. Odvod horninovej vody je vedený cez drenážnu vrstvu hydroizolácie do postrannej drenáže DN 200 mm. Z toho dôvodu sa v tuneli nerealizovala stredová kanalizácia a drenážna voda je zvedená na portál tunela.

3.4 Úniková štôlna

Paralelne s výstavbou pravej tunelovej rúry prebiehala aj výstavba únikovej štôlne. Z technického hľadiska bola úniková štôlna navrhnutá a zrealizovaná tak, aby zodpovedala požiadavke dočasnej konštrukcie a z hľadiska bezpečnosti a riadenia prevádzky spĺňala funkciu únikovej cesty podľa platných predpisov. Pri návrhu veľkosti a tvaru priečného rezu štôlne sme vychádzali z rozmerových parametrov priechodného prierezu definovaného v STN 73 7507 – Projektovanie cestných tunelov.

Štôlna sa budovala rovnakým spôsobom ako hlavná tunelová rúra, čiže dovrchným razením zo strany západného portálu. Dĺžka razenej časti únikovej štôlne je v osi štôlne 427,22 m. Pri technickom riešení razenia sme vychádzali z geologického prieskumu a použili rovnaký spôsob návrhu vystrojovacích tried. Samotná výstavba prebiehala podobne, len v stiesnených podmienkach. Rád by som pri tejto príležitosti spomenul, že na rozpojovanie

horniny sme pri razení použili dnes už unikátny tunelovací stroj SCHAEFF ITC 112 (Obr. 5) a na odvoz rúbaniny na skládku pomocou banského vozidla PAUS PMKT 10,0. Ako definitívne ostenie tu bola aplikovaná ochranná a zosilňujúca vrstva striekaného betónu C25/30 hrúbky 0,1 m s rozptýlenou nekovovou výstužou, tvorená plastovými makrovláknami z polypropylénu (PP). Táto vrstva má slúžiť na zlepšenie statickej únosnosti prierezu štólne.



Obr. 5 Tunelovací stroj SCHAEFF ITC 112

4 Záver

V porovnaní s predpokladanými geologickými podmienkami zapracovanými do realizačnej dokumentácie prebiehalo razenie v náročnejších podmienkach ako sa predpokladalo, čomu zodpovedá aj zastúpenie vystrojovacích tried výrubu, ktoré sme použili pri razení tunela. Razenie plytko situovaného tunela pod povrchom bolo v takmer celej dĺžke trasy komplikované zasahovaním nadložného komplexu zvetraných hornín do priestoru razenej čelby. Tento nehomogénny komplex bol typický veľmi slabou stabilitou s výskytom nesústreďených prítokov vody. Táto skutočnosť sa odrazila v masívnom používaní predháňaných ihiel do stropu, v prevažnej miere samozávrtných a vo využívaní vystrojovacích tried s relatívne krátkou dĺžkou záberu. V priortálových oblastiach sa vyskytol aj materiál starých svahových pohybov, ktorý spôsoboval nestabilitu celého profilu tunela aj napriek rýchlemu uzatváraní dna tunela. V prípade východného portálu, kde sa vyskytli v stropnej časti až vysoko plastické íly, došlo k mimoriadnej udalosti, kedy tieto plastické materiály vnikli do priestoru tunelovej rúry.

Záverom len toľko, že aj výstavba krátkych tunelov, ktoré niektorí prirovnávajú k väčším podchodom, je úloha náročná ako z hľadiska technického, tak aj z hľadiska organizácie výstavby a nasadenia kapacít. Často možno komplikovanejšia, ale nie nezvládnuteľná. Čoho príkladom je tunel Svrčinovec.

ZDAR BOH!

Literatúra

1. Projektová dokumentácia tunela Svrčinovec - DRS, 3/2014. Basler & Hofmann Slovakia, s. r. o.,
2. Projektová dokumentácia tunela Svrčinovec - DP, 5/2008 Súťažné podklady, NDS, a. s.,
3. Inžiniersko-geologický prieskum tunela Svrčinovec. Súťažné podklady, NDS, a. s.,