

PRÍPRAVA REALIZAČNEJ DOKUMENTÁCIE TUNELA ČEBRAŤ

PREPARATION OF DETAIL DESIGN OF TUNNEL ČEBRAŤ

Peter Štefko¹, Ľuboš Rojko², Tomáš Just³

ABSTRAKT

Príspevok sa venuje postupu prác na príprave realizačnej dokumentácie tunela Čebrať na diaľnici D1 v úseku Hubová – Ivachnová so zohľadnením špecifík zmluvných podmienok FIDIC – „žltá kniha“. V príspevku sa zameriavame najmä na spôsob návrhu ostenia pri zohľadnení očakávaných geologických podmienok.

ABSTRACT

The article deal with the progress of works on the preparation of a detail design of tunnel Čebrať on D1 motorway, section Hubova - Ivachnova taking into account the contract conditions of FIDIC - "Yellow Book". In this paper, we focus mainly on the design approach of the lining according to the expected geological conditions.

1 Úvod

Tunel Čebrať je diaľničný tunel vo výstavbe, ktorý sa nachádza na diaľnici D1 na úseku medzi Hubovou a Ivachnovou. Tunel s dĺžkou 2 026 m je od začiatku budovaný ako dvojrúrový. Zmluva na výstavbu bola podpísaná 7. novembra 2013. Oficiálny začiatok razenia tunela sa uskutočnil 19. septembra 2014 osadením sošky sv. Barbory pri východnom portáli. Projektantom tunela je spoločnosť GEOCONSULT spol. s r.o.

Priečny rez tunela je navrhnutý na kategóriu 2T-7,5 pre návrhovú rýchlosť 100 km/h. Obidve tunelové rúry severná (ľavá) a južná (pravá) sú rozdelené na úseky budované razením a hĺbené úseky budované v otvorenej stavebnej jame na portáloch.

Hĺbená časť tunela na západnom portáli Tunela Čebrať je tvorená dvomi tunelovými rúrami, južnou a severnou tunelovou rúrou, vo vzájomnej osovej vzdialenosti cca 24,70 m. Hĺbená časť južnej tunelovej rúry má dĺžku 12 m. Hĺbená časť severnej tunelovej rúry má dĺžku 19 m. Začiatky tunelových rúr sú z dôvodu vetrania odsadené cca 10 m. Hĺbené časti tunela sú osadené do smerového oblúka cca 900 m so sklonom 0,61 % smerom k L. Mikulášu.

Hĺbená časť tunela na východnom portáli Tunela Čebrať je tvorená dvomi tunelovými rúrami, južnou a severnou tunelovou rúrou, vo vzájomnej osovej vzdialenosti cca 22,90 m. Hĺbená časť južnej tunelovej rúry má dĺžku 29 m. Hĺbená časť severnej tunelovej rúry má dĺžku 26 m. Začiatky tunelových rúr sú z dôvodu vetrania odsadené cca 10m. Hĺbené časti tunela sú osadené do smerového oblúka cca 900 m so sklonom 1,07 % smerom k L. Mikulášu.

Hĺbené časti tunelových rúr na východnom a západnom portáli sú v celej svojej dĺžke budované v otvorenom výkope a založené na základových doskách hrúbky 800 mm z vystuženého betónu. Na základových doskách sú uložené horné klenby tunela hrúbky 450 mm z vystuženého mrazuvzdorného betónu. Klenby tunelov sú proti priesakovej vode zabezpečené hydroizolačným súvrstvom.

¹ Ing. Peter Štefko, CSc., GEOCONSULT, spol. s r.o. Miletičova 21, P.O. BOX 34, 820 05 Bratislava, tel.: 02/5057 4705, e-mail: peter.stefko@geoconsult.sk

² Ing. Ľuboš Rojko, PhD., GEOCONSULT, spol. s r.o. Miletičova 21, P.O. BOX 34, 820 05 Bratislava, tel.: 02/5057 4707, e-mail: lubos.rojko@geoconsult.sk

³ Ing. Tomáš Just, OHL ŽS, a.s., Burešova 938/17, 602 00 Brno, Veveří, tel.: +421 911 703 849, e-mail: tjust@ohlzs.cz



Obr. 1 Pohľad na východný portál tunela
Fig. 1 View on the eastern tunnel portal

Razenie tunela je navrhnuté metódou NRTM – cyklické razenie, razenie podľa vystrojovacích tried s delenou čelbou. Výrub tunela bude horizontálne delený na kalotu, stupeň, dno, resp. spodnú klenbu, výška kaloty je navrhnutá na 5,7 m. Každá z týchto častí sa vyrazí samostatne. Hneď po vyrazení každej jednotlivéj časti záberu sa osadzuje výstroj primárneho ostenia podľa navrhnutej vystrojovacej triedy.

Sekundárne ostenie tunela je navrhnuté z prostého, resp. vystuženého betónu. Ostenie tunela bude vystužené v miestach zálivov, napojení únikových ciest, výklenkov, v úsekoch s nízkym nadloží (priportálových úsekoch), a v úsekoch geologických porúch a nadmerných nameraných, resp. neustálených deformácií výrubu počas razenia. Vzhľadom na technológiu výstavby sekundárneho ostenia tunela je zvolená štandardná dĺžka bloku 10 m. Minimálna hrúbka sekundárneho ostenia je 300 mm v štandardnom priereze a 400 mm v núdzovom zálive. Povrch sekundárneho ostenia bude po vyčistení a prípadnom vyspravení upravený náterom v spodnej časti do výšky 4,2 m od povrchu chodníkov. Náter bude spĺňať príslušné kvalitatívne požiadavky a jeho funkciou bude najmä zabezpečiť dostatočné svetelné pomery v tuneli. Z tohto dôvodu bude povrch ostenia periodicky čistený.

Navrhnuté priečne prepojenia sú smerovo priame a kolmé na tunelové rúry, výškovo sú v strechovitom sklone, klesanie k tunelovej rúre. Navrhnuté sú dve priečne prepojenia pre obslužné a záchranné vozidlá z jednostranných zálivov, päť priečných prepojení priechodných, z toho tri s technologickou miestnosťou, stavebne sa jedná tak o jeden priečny rez s tromi typmi vybavenia. Vzdialenosť priečných prepojení je do 263 m. Navrhnutá je jedna deliaca stena s požiarnymi dverami v strede priečných prepojení. Technologické miestnosti v priečných prepojeniach priechodných sú oddelené deliacou stenou s dvomi vstupnými dverami na bočnej strane. Razenie je priečných prepojení je navrhnuté metódou NRTM. Reálne nasadenie vystrojovacích tried počas razenia a ich modifikácia bude na základe skutočných geologických podmienok a výsledkov meraní deformácií.

Sekundárne ostenie priečných prepojení bude vystužené v miestach napojení únikových ciest na tunel a v úsekoch geologických porúch a nadmerných nameraných, resp. neustálených deformácií výrubu počas razenia. Navrhnutá je štandardná dĺžka bloku 10 m. Minimálna hrúbka sekundárneho ostenia priečného prepojenia je 250 mm. V tvare sekundárneho ostenia

sú oproti pôvodnému riešeniu DSP navrhované len mierne zmeny v geometrii. Nový tvar priečného rezu zohľadňuje prejazdny gabarit podľa súčasne platnej normy a požiadaviek technológie tunela.

2 Geologické pomery

V oblasti západného a východného portálu tunela Čebrať bolo po podrobnej rekognoskácii terénu upresnené situovanie vrtov (JZ-1 a JZ-2, resp. JV-1, JV-2, JV-3 a JV-4) s úpravou ich dĺžok, vzhľadom na niveletu tunela (požiadavka vrtania cca 20 m pod niveletu objektu). V rámci geologickej dokumentácie bola vykonaná aj fotodokumentácia vrtného jadra. Počas vrtania bola vysledovaná narazená a vystúpená hladina podzemnej vody. Vzhľadom na skutočnosť, že vybrané prieskumné vrty boli využité aj na presiometrické skúšky, u týchto boli v plnom rozsahu aplikované kvalitatívne požiadavky v zmysle STN 72 1004 Presiometrická skúška.

Po vykonaní geologickej dokumentácie a fotodokumentácie vrtného jadra nasledoval podrobný systematický odber vzoriek zemín a hornín pre realizáciu laboratórnych skúšok, pričom pri každom stavebnom objekte nebol opomenutý ani odber vzoriek vody pre stanovenie agresivity na betónové a oceľové konštrukcie. Pravidelne, na konci každého mesiaca po komisionálnom prevzatí ukončených vrtov boli vrtné jadra vyskartované a kopané sondy zlikvidované spätným zahádzaním vyťaženým zemným materiálom.

V rámci realizovaného hydrogeologického prieskumu boli pre účely zhodnotenia obehu vôd v masíve „Čebrať“ a z hľadiska vyslovenia predpokladov o prítokoch podzemnej vody do tunela a hodnotenia vplyvu razenia a prevádzky tunela na vodné zdroje, realizované nasledovné práce:

- hydrogeologické mapovanie v oblasti masívu „Čebrať“ - reambulácia mapovania pre získanie hydrogeologických údajov zameraných na lokalizovanie výverových oblastí podzemných vôd, zamokrených a podmäčaných úsekov trasy,
- meranie výdatnosti prameňov v širšom okolí masívu „Čebrať“,
- zistenie základných hydrofyzikálnych charakteristík vôd, ako sú teplota vody, pH a merná elektrická vodivosť,
- odber vzoriek podzemných vôd,
- overenie hydrogeologických pomerov a režimu podzemných vôd v horninovom masíve a agresívnych vlastností podzemných vôd na betón a železo na základe chemickej analýzy vôd,
- získanie a vyhodnotenie údajov zo SVS a. s. Žilina o výdatnostiach a odberoch podzemných vôd z vodárenských zdrojov,
- získanie a spracovanie údajov o klimatických pomeroch za hodnotené obdobie zo SHMÚ Bratislava,
- monitorovacie práce na vybudovaných pozorovacích, hydrogeologických objektoch (v zmysle požiadaviek obstarávateľa).

V etape spracovania podkladov pre územné rozhodnutie (DUR – GEOCONSULT s.r.o., Bratislava 2002) bolo vykonané aj posúdenie vplyvu výstavby tunela Čebrať (Tomana, GEOSPEKTRUM, Bratislava 2002), ktoré zhodnotilo základné hydrogeologické pomery územia a charakteristiky vodných zdrojov. Z výsledkov spracovaného posúdenia vplyvu výstavby tunela Čebrať na vodárenské zdroje vyplýva, že infiltračné územie je tu tvorené príkrovovou troskou karbonátov s prevahou vápencov s puklinovo-krasovou priepustnosťou, kde dopĺňanie zásob podzemnej vody je výlučne infiltráciou zrážok a odvodnenie zabezpečujú aj využívané pramene. Napriek tomu, že tunel bude razený v podloží menej priepustných slienitých sedimentoch, nedá sa vylúčiť možnosť prepojenia podzemnej vody karbonátov a slienitých sedimentov prostredníctvom zlomov a tektonicky porušených zón.

Geofyzikálny prieskum územia nad tunelom Čebrať bol v súlade s propozíciami realizovaný na 2 profiloch (GF-Južný tunel, GF-Severný tunel) s hĺbkovým dosahom okolo 100 - 140 m. Oba profily boli vedené približne v miestach priemetov trasy južnej a severnej tunelovej rúry s pokračovaním do predpolia západného a východného portálu. Merania SOP boli realizované hlavne s cieľom napomôcť pri plošnom ohraničení jednotlivých štruktúrnych celkov a identifikácií tektonických línií. Pri meraniach boli použité dva rôzne rozstupy elektród s AB do 100 a do 200 m, pričom bol použitý krok meraní 10 m. Merania VES boli realizované s cieľom vertikálne rozčleniť prostredie z hľadiska merných elektrických odporov. Pre dosiahnutie požadovaného hĺbkového dosahu boli realizované merania VES s ABmax do 400 m, resp. 600 m. Priemerná vzdialenosť medzi sondami na profiloch bola cca 50 m, ich staničenie sa upresňovalo na základe SOP, aby tieto mali čo najlepšiu výpovednú hodnotu. Projektovaná trasa tunela Čebrať v dvoch tunelových rúrach (severná a južná) bude prechádzať popod eleváciu Čebrate (1054 m n.m.) prevažne v hĺbke 100 - 400 m na dĺžke 1919-1965 m so spádom 1,77 % smerom k východnému portálu. Pre poznanie geologických úložných pomerov, popri terénnych mapovacích prác, boli v horskom ťažko prístupnom a zalesnenom teréne pri ich prieskume preto aplikované geofyzikálne odporové metódy v profiloch oboch tunelových rúr a jadrové štruktúrne vrty v oblasti západného (2 vrty JZ-1 a 2 o hĺbke 58 – 80 m) a východného portálu (4 vrty JV-1 až JV-4 o hĺbke 61 - 150 m). Na základe výsledkov uvedených prieskumných prác a IG mapovania Čebrate, hlavne výskytu svahových porúch v $M = 1:5\ 000$, bol zostrojený charakteristický IG rez v trase severnej tunelovej rúry v km 4,046 - 5,965.

Geologicko-tektonická stavba elevácie Čebrať je veľmi zložitá, pričom sa na nej vo vrchnej časti podieľajú karbonátické triasové horniny Hronika - chočského príkrovu (cca od 660 m n. m. na západe, v strednej vrcholovej časti od 755 m n. m. a na východe od cca 705 m n. m.), ktoré sú nasunuté na slienité kriedové horniny Fatrika - križňanského príkrovu.

Tektonické pomery územia i celého okolia sú zložité, pretože sú podmienené príkrovou stavbou s výrazným nasunutím chočskej tektonickej jednotky z JJV na SSZ vo viacerých fázach na križňanskú jednotku. Nerovnaká úroveň presunovej línie poukazuje aj na uplatnenie mladšej zlomovej i gravitačnej tektoniky poklesového a prešmykového charakteru, ktorá rozčlenila predovšetkým rigidne teleso chočského príkrovu na oddelené viaceré časti. Zlomy sú vyvinuté zväčša v strmých sklonoch 50 - 80° vo dvoch hlavných smerových systémoch, a to SSZ-JJV ako pozdĺžne zlomy a VSV - ZJZ ako priečne zlomy. K ďalšiemu rozčleneniu chočskej jednotky v SZ časti nad trasou tunela prispela aj existencia krasových javov a trhlín prevažne v obnažených wettersteinských vápencoch.

Geologická stavba a tektonické pomery elevácie Čebrať s horským reliéfom sa odráža tiež na hydrogeologických pomeroch. Výskyt podzemnej vody na úpätí svahov je viazaný predovšetkým na kvartérne deluviálne uloženiny suťového charakteru nad málo priepustným kriedovým podložím. Vo vrchnej časti svahov, pozostávajúcich z vápencového a dolomitového komplexu hornín chočského príkrovu, sú priaznivé podmienky pre obeh i akumuláciu podzemných vôd, pretože tento karbonátický komplex sa vyznačuje puklinovo-krasovou priepustnosťou. Podzemná voda z tohto komplexu preto buď voľne vyteká, resp. napája početné suťové pramene, alebo v bazálnych častiach gutensteinských vápencov dotuje porušené uzavreté (poklesnuté alebo synklinálne) subhorizontálne presunové i subvertikálne zlomové tektonické zóny, resp. aj vrchné viac zvetrané zóny podložného komplexu križňanského príkrovu. Celkovo podložný kriedový komplex slienitých hornín neokómskeho súvrstvia križanskej jednotky, okrem uvedených zón, sa však javí ako prevažne nepriepustný. Oproti nadložnému zjavne priepustnému triasovému vápencovo-dolomitickému komplexu chočskej jednotky tak plní funkciu izolátora, ktorý pri svojom mierne antiklinálnom priebehu usmerňuje výtok podstatnej časti podzemných vôd z chočskej jednotky do príľahlých okrajových svahov.

V zmysle predchádzajúcej charakteristiky geologicko-tektonických pomerov a výsledkov prieskumných prác, vrátane IG mapovania v oblasti Čebrate, možno konštatovať, že tunel Čebrať, resp. obe jeho tunelové rúry budú v projektovanej trase a úrovni prebiehať výlučne v neokómskom súvrství križanskej jednotky, tvorenom zo slienitých vápencov s polohami slieňovcov.

Z tunelárskeho hľadiska predmetné horninové prostredie, v ktorom bude razený tunel Čebrať, sme charakterizovali po dielčích celkoch - oblastiach s quasihomogénnymi vlastnosťami podľa klasifikácie hornín Z. T. Bieniawského (1973, 1979), ktorá pri využití výsledkov iba z prieskumných jadrových vrtov bez prieskumnej štôlne je lepšie aplikovateľná a viac univerzálnejšia. Triedy hornín RMC boli zostavené podľa ratingového bodového ohodnotenia RMR, zohľadňujúceho: pevnosť hornín v prostom tlaku σ_c , index kvality RQD, vzdialenosť a charakter diskontinuít, vplyv podzemnej vody a smer i úklon diskontinuít, hlavne vrstevnatosti k osi tunela a smeru razenia (upravený podľa T. E. Francisa, 1991).

3 Návrh primárneho ostenia

Pre návrh razenia bolo spracované ako predpoklad geotechnické zhodnotenie horninového masívu s predpokladanými geotechnickými parametrami a rozdelenie na horninové typy. K predmetným predpokladaným typom horninového prostredia sú navrhnuté zodpovedajúce vystrojovacie triedy razenia. Typy horninového prostredia sú zadefinované geotechnickými parametrami a klasifikáciou podľa RMR. Počas razenia bude prebiehať zhodnotenie geologických pomerov, určovanie typov horninového prostredia a zhodnotenie geologických pomerov v okolí výrubu - rozvoľnenie a lokálna stabilita na čelbe.

Reálne nasadenie vystrojovacích tried počas razenia a ich modifikácia bude na základe skutočných geologických podmienok a výsledkov meraní deformácií. Pre daný rozsah predpokladaných geotechnických parametrov masívu je navrhnutých jedenásť vystrojovacích tried, vrátane vystrojovacej triedy portálov. V rámci geometrie primárneho ostenia je riešené aj zväčšenie výrubu (nadprofil) z titulu predpokladaných deformácií a stavebných tolerancií. Výrub sa bude realizovať po záberoch, pre každú vystrojovaciu triedu je zadefinovaná dĺžka záberu. Zaistenie výrubu je realizované vystrojovacími prvkami, ktoré zabezpečujú stabilizáciu výrubu, dopomáhajú prerozdeleniu napätí a zachytenie rozvoľnenej zóny v okolí výrubu.

Vystrojovacie prvky sú zadefinované pre každú vystrojovaciu triedu na základe geotechnických typov horninového prostredia. Pre primárne ostenie je navrhnutý striekaný betón triedy C 20/25, nárast pevnosti nad krivkou J2. Výstuž primárneho ostenia tvoria zvárané siete a priehradové nosníky. Pre každú vystrojovaciu triedu sú navrhnuté typy, dĺžky a rozmiestnenie kotiev. Kotvenie je systematické v každom zábere. Navrhnuté sú kotvy typu Swellex (SW) s únosnosťou min. 160 kN, typ SN s únosnosťou min. 200 kN a kotvy IBO s únosnosťou min. 200 kN. Pri nestabilite čelby je možnosť kotvenia čelby sklolaminátovými tyčami s únosnosťou min. 250 kN.



Obr. 2 Pohľad na čel'bu kaloty
Fig. 2 View on the top heading face

Pre posúdenie primárneho ostenia bol použitý dvojrozmerný model, ktorý postihuje správanie sa horninového masívu počas razenia tunela a zabudovania výstrojných prostriedkov. V modeli sú zohľadnené vlastnosti horninového masívu, rozloženie jednotlivých vrstiev, prípadné dominantné poruchy, kontaktnú plochu medzi horninovým masívom a ostením, postupné otváranie výrubu a zabudovávanie výstrojných prostriedkov. Na modelovanie horninového masívu bol použitý nelineárny materiálový model Mohr-Coulomb, ktorý dostatočne presne vystihuje charakter správania sa materiálu.

4 Návrh sekundárneho ostenia

Sekundárne ostenie je navrhnuté z blokov z liateho betónu dĺžky 10,0 m. V závislosti od geologických podmienok je ostenie navrhnuté z prostého betónu (nevystužené), alebo vystužené zo železobetónu.

Vnútorne ostenie sa vybuduje v čase po ukončení redistribúcie napätí v horninovom masíve, to znamená po ustálení deformácií výrubu. Medzi vnútorným a vonkajším ostením je vložená izolačná fólia s drenážnou vrstvou a tiež samotné ostenie je na rozdiel od vonkajšieho vytvorené ako vodotesné, to znamená, že v uzavretých tuneloch ležiacich pod hladinou podzemnej vody prenáša vnútorné ostenie celý hydrostatický tlak. Okrem tohto sa predpokladá, že primárne ostenie, ktoré je navrhované ako dočasná konštrukcia sa po čase znehodnotí (korózia kotiev a výstuže, degradácia striekaného betónu) a časť horninových tlakov bude pôsobiť aj na vnútorné ostenie. V neposlednom rade hlavne u cestných tunelov má vnútorné ostenie aj funkciu estetickú, to znamená, že musí spĺňať požiadavky podobné pohľadovým betónom. Na zvýšenie odrazu svetla a zníženie trenia sa zvyčajne klenbová časť ostenia opatrí vhodným náterom, čo znižuje prevádzkové náklady na osvetlenie a ventiláciu tunela.

Pre výpočet vnútorného ostenia bol použitý prúťový model, ktorý dostatočne presne vystihuje statické správanie sa konštrukcie. Interakcia okolitého horninového masívu je modelovaná jednosmernými (tlakovými) radiálnymi pružinami, v tangenciálnom smere je uvažované s možnosťou voľnej deformácie, keďže medzi vonkajším a vnútorným osténím je vložená vodoizolačná fólia s drenážnou vrstvou.

Pri výpočte sekundárneho ostenia bolo uvažované s nasledovnými zaťažzeniami:

- Vlastná tiaž konštrukcie – vlastná tiaž samotného ostenia s výplňovými betónmi, pričom boli zohľadnené tiež možné nadvýruba v kritických miestach (vo vrchole klenby).
- Účinky horninového masívu – horninové tlaky sú prebraté z výpočtu primárneho ostenia
- Tlak vody – pri výpočte sa neuvažuje s tlakom horninovej vody, nakoľko sa predpokladá, že navrhnutá drenáž bude funkčná počas celej životnosti tunela a bezpečne odvedie vodu z okolia tunela.
- Účinky dotvarovania a zmrašťovania betónu.
- Zmena teploty ostenia – rovnomerné oteplenie, resp. ochladenie ostenia v závislosti na ročnom období a vzdialenosti od portálu.

Pri návrhu sa predpokladá, že výsledky výpočtu budú porovnávané s výsledkami geotechnického monitoringu a na základe týchto bude upresnené rozdelenie navrhnutých typov ostenia.

5 Informácie z doterajšieho priebehu výstavby

Vlastnej realizácii tunelových objektov predchádzal proces návrhu, prerokovania a odsúhlasenia realizačnej dokumentácie. Tento čas bol na stavbe využitý na prípravu územia a zabezpečenie všetkého potrebného pre ražbu tunela z východného portálu. Najprv boli vybudované prístupové komunikácie, označený trvalý a dočasný zábor stavby, vykonané odhumusovanie a zemné práce v priestore zariadenia staveniska (ZS) a medzidepónie. Ďalej bola realizovaná prípojka NN k východnému portálu a postupne už v súbehu so stavebnými prácami sa dobudovali všetky objekty ZS (kancelársky objekt z unimo buniek vr. infraštruktúry, sklady a skladové plochy, zázemie pre opravy strojov, úpravňa odpadových banských vôd, trafostanice, kompresorovne,...).

Stavebné práce sa začali 21.7.2014 výkopom stavebnej jamy východného portálu tunela. Hĺbenie a zaistovanie prebiehalo od vrcholu jamy postupne smerom nadol v celkovo 15 etážach výšky 1,2 - 1,5 m. Každá etáž bola zaistená striekaným betónom s kari sietí a zemnými klinkami. Celková hĺbka stavebnej jamy je cca 20 m. K rozpájaniu horniny bolo využité pásové rýpadlo CAT 325 D s impaktorom (v nižších etážach bol využitý aj tunelbager), na odvoz rúbaniny sklápачe Tatra 815, na striekanie betónu zostava Meyco Oruga + Suprema (bolo použité striekanie mokrou cestou), na vŕtanie pre zemné klinkce jednolafetová vŕtacia súprava Tamrock DH 500. V tejto fáze výstavby bol zdrojom elektrickej energie dieselagregát. Stavebná jama bola do fázy hrubých terénnych úprav dokončená v 11/2014. Rozpojovanie horniny bolo realizované takmer výhradne strojne, iba v spodnej časti jamy najhlbšie v masíve boli využité trhacie práce. Celkovo bolo odtážené cca 16 000 m³ horniny, nastriekané cca 500 m³ betónu a inštalované 681 ks zemných klinkcov. Súčasne s dohĺbovaním stavebnej jamy boli po obvodě kaloty oboch tunelových rúr realizované mikropilotové dáždniky dĺžky 18 m.



Obr. 3 Odt'azovanie a zabezpečovanie stavebnej jamy východného portálu.
Fig. 3 East portal cut, excavation and stabilisation.

Výstavba tunela sa začala ražbou severnej tunelovej rúry (STR) 4.10.2014. Najprv bolo v celom profile tunela vybúrané ostenie stavebnej jamy vr. horniny za ostením s vytvarovaním do zvislého tvaru. Následne boli osadené 4 komplety BTX rámov s rozstupom 0,8 m, ktoré po doarmovaní, prepojení s vyčnievajúcimi koncami mikropilót a zastriekani vytvorili zárodok tunela. Ten okrem ochrannej funkcie tvorí tiež prechod medzi hĺbeným a razeným tunelom. Úvodná ražba úseku dl. 13,5 m prebiehala pod ochranou MP dáždника v kalote vo vstrojovacej triede (VT) 7/2 so záberom 1,0 m. V tomto úseku bola po vyrazení stupňa (jadra) realizovaná aj protiklenba. Ďalšie razenie až do súčasného staničenia 140 tunelmetro (TM) bolo vykonávané v členení kalota a stupeň (bez protiklenby) s postupným využitím VT 6/1, 5/1 a 4/2 s postupmi od 1,2 do 2,0 m.

Ražba južnej tunelovej rúry (JTR) bola z dôvodu projektom odporúčaného odstupu čelieb 100 m zahájená 1.12.2014 a prebiehala obdobne ako v prípade STR. S využitím poznatkov z razby STR bolo postupne až do súčasného staničenia 165 TM využité VT 7/2, 5/2, 5/1, 4/2 a 4/1 s postupmi 1,0 až 2,2 m.

Pre ražbu oboch tunelových rúr bola využitá klasická strojná zostava: vrtací voz (Atlas Copco Roocket Boomer E2C - 2x), tunelbager s impaktorom (Liebherr R 934, Liebherru R 924), striekacie zariadenie (Meyco Potenza - 2x), kolesový nakladač (Volvo L120F - 2x), manipulátor (MerloRoto) a sklápače Tatra s úpravou do podzemia. Rozpájanie horniny prebiehalo výhradne pomocou trhacích prác so strojným doprofilovaním výrubu. Práce boli vykonávané v nepretržitej 24 hodinovej prevádzke v 12 hodinových smenách. Priemerný výkon sa postupne ustálil na 1 kompletnom postupe za smenu bez ohľadu na dĺžku záberu a počtu zabudovaných vstrojovacích prvkov. Všetok získaný výrub bol priebežne využívaný pri realizácii iných častí stavby.



Obr. 4 Pohľad na zárodok južnej tunelovej rúry.
 Fig. 4 View on the entrance structure south tunnel tube

6 Záver

Zo západného portálu sa z dôvodu nepriaznivých geologických pomerov v zosuvnej oblasti nad obcou Hrboltová výstavba nezačala a po vyrazení 165 m resp. 140 m tunelových rúr z východného portálu bolo razenie tunela začiatkom roka dňa 18.2.2015 pokynom stavebného dozoru (SD) prerušené. Stavba tunela bola zaistená a zakonzervovaná a v súčasnosti prebieha nevyhnutná udržiavacia prevádzka. V súčasnosti prebieha vyhodnotenie alternatívnych návrhov trasy, čo by znamenalo predĺženie tunela cca. o 1,0 km a zmenu väčšiny stavebných objektov na západnej strane tunela. Týmto by sa trasa diaľnice vyhla problematickému zosuvnému územiu ale ostatné hlavne ekonomické dopady si netrúfame hodnotiť.

7 Zoznam použitej literatúry

Inžinierskogeologický prieskum stavby diaľnice D1 Hubová–Ivachnová, Združenie GEOTECHNIKA - URANPRES, 2005-2006