

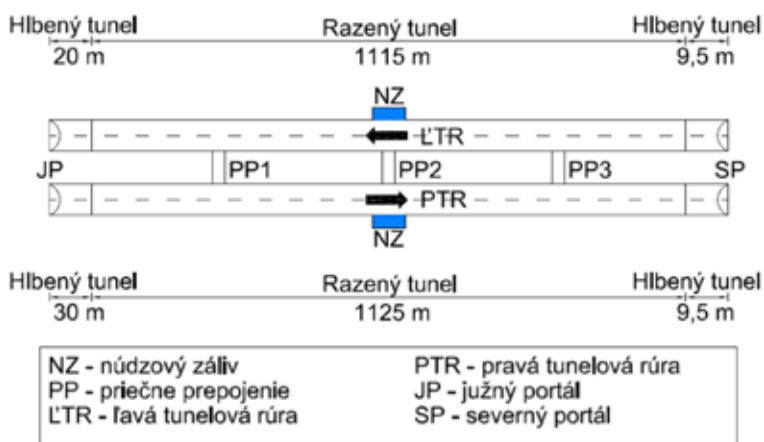
Prerazenie tunela Bikoš na úseku rýchlostnej cesty R4 Prešov – severný obchvat

Razenie tunela Novou rakúskou tunelovacou metódou v podmienkach flyšových hornín nie je nič výnimočné. Ani dvojrúrový tunel Bikoš na úseku rýchlostnej cesty R4 dlhý 1 164,5 m nie je svojimi parametrami medzi slovenskými tunelmi nijako výnimočný. Možno len tým, že sa pri ňom dosiaľ nezaznamenali žiadne problémy s postupom výstavby, kvalitou, bezpečnosťou práce a zhotoviteľ prerazil západnú tunelovú rúru presne podľa harmonogramu, rok po začatí razenia, dňa 19. 5. 2021.

Tunel Bikoš sa nachádza na rýchlostnej ceste R4 v úseku Prešov – severný obchvat, I. etapa (Prešov, sever – Prešov, západ). Spolu s tunelom Okruhliak na susednom úseku R4 a tunelom Prešov na diaľnici D1 dopĺňa trojicu prešovských diaľničných tunelov budovaných v rámci obchvatu tejto metropoly východu (obr. 1). Zhotoviteľom tohto úseku R4 je Združenie VÁHOSTAV-SK – TuCon – R4 Severný obchvat Prešova, pričom tunelové objekty realizuje firma TuCon, a. s. Zmluvná hodnota celého diela vrátane tunela je 142 876 816,00 € bez DPH. Dielo sa vykonáva podľa zmluvných podmienok tzv. červeného FIDIC-u. S razením tunela sa začalo v máji 2020, tunel bol slávnostne prerazený 27. mája 2021 a v plnom profile má byť odovzdaný do definitívneho užívania motoristickej verejnosti 31. 7. 2023.

Základné informácie o tuneli

Tunel Bikoš je projektovaný pre cestnú dopravu. Tvoria ho dve tunelové rúry, ľavá (západná) a pravá (východná), ktoré budú trvalo prevádzkované jednosmerne. V zmysle svetových strán je trasa tunela orientovaná v osi juh – sever, podľa ktorej sa rozlišujú aj označenia portálov tunela. Návrhová rýchlosť v tuneli je 100 km/h. Celková dĺžka pravej tunelovej rúry (PTR) je 1 164,5 m a ľavej tunelo-



Obr. 2 Schematické znázornenie častí tunela Bikoš

vej rúry (LTR) 1 144,5 m. Tunel bude mať jeden odstavňový záliv a tri priečne prepojenia pre peších. V strednom, väčšom priečnom prepojení bude umiestnená rozvodňa technológie tunela. Schematické zobrazenie častí tunela Bikoš vrátane ich dĺžok je na obr. 2.

Pozdĺžny sklon oboch tunelových rúr je navrhnutý ako jednosmerný s klesaním od južného portálu smerom k severnému portálu, v PTR je to 1,49 % a v LTR 1,5 %. Pričný sklon oboch tunelových rúr je jednotný

2,5 %. Protipožiarne výklenky s hydrantmi sú navrhnuté vždy vľavo v smere jazdy vo vzdialenosti max. 150 m. SOS výklenky sú navrhnuté vždy vpravo v smere jazdy vo vzájomnej vzdialenosti max. 150 m. V každej tunelovej rúre sa bude nachádzať sedem protipožiarnych výklenkov a sedem SOS výklenkov. Medzi ďalšie vybavenie tunela patria cementobetónová vozovka, samostatné odvodnenie vozovky, akumulčná havarijná nádrž či drenážne odvodnenie horninových vôd. Súčasťou bude aj bezpečnostné vybavenie, ktoré zahŕňa zavodnený požiarny vodovod, akumulčné nádrže požiarného vodovodu, automatickú tlakovú stanicu, technologickú centrálu tunela a technologické vybavenie tunela. Vetranie tunela bude priebežné, zabezpečené prúdovými ventilátormi.

Motoristom by mal nový tunel ušetriť približne 10 minút.

Charakteristiky tunela:

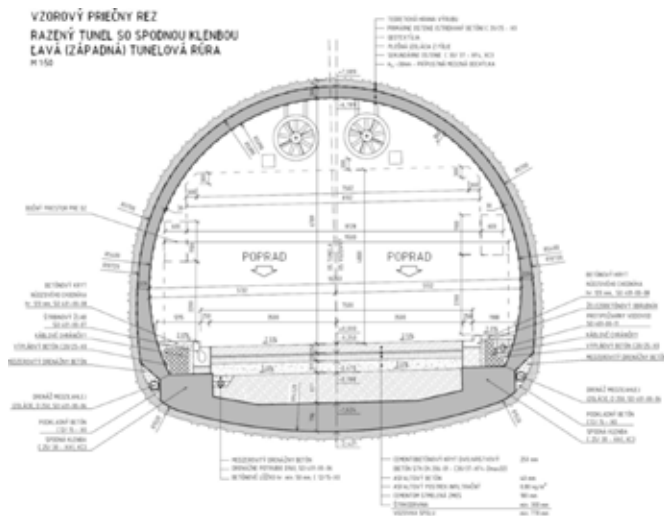
- Šírkové usporiadanie: kategória tunela 2T – 7,5/100 podľa STN 73 7507 z r. 2008 – dva jazdné pruhy, šírka medzi obrubníkmi 7,5 m (obr. 3),
- Návrhová rýchlosť: 100 km/h,
- Dĺžková kategória tunela: stredne dlhý,
- Plocha hrubého výlomu tunelovej rúry: 81,65 – 100,1 m² (podľa geológie a vstrojovacej triedy),
- Razenie tunela: Nová rakúska tunelovacia metóda,
- Ostenie: primárne ostenie zo striekaného betónu, hydroizolačné súvrstvie a monolitické sekundárne ostenie (obr. 3).



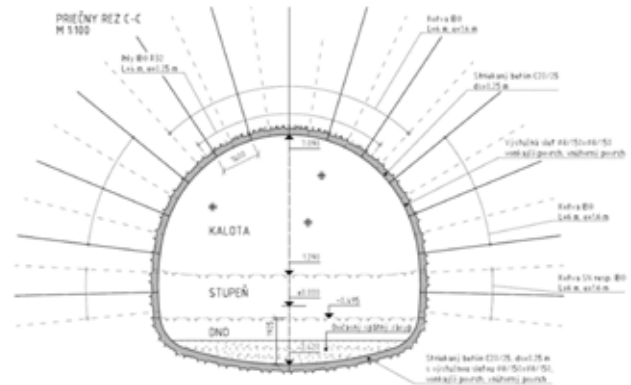
Obr. 1 Tunel Bikoš na severnom obchvate Prešova

Tab. 1 Dĺžky záberov (m) v častiach výrubu podľa konkrétnych VT

	VT 4/1	VT 4/2	VT 5/1	VT 5/2	VT 6/1	VT 6/2	VT 6/3	VT 7/1	VT 7 MP	NZ VT 5	NZ VT 6/1	NZ VT 6/2	NZ VT 7
Kalota	2,20	2,20	1,70	1,70	1,30	1,30	1,30	1,00	1,00	1,70	1,30	1,30	1,00
Stupeň	4,40	4,40	3,40	3,40	2,60	2,60	2,60	2,00	2,00	3,40	2,60	2,60	2,00
Dno	–	–	–	–	5,20	5,20	5,20	2,00	2,00	–	5,20	5,20	2,00



Obr. 3 Vzorový priečný rez tunelom



Obr. 4 Horizontálne členenie čelby

Inžinierskogeologická charakteristika

Horninový masív je budovaný súvrstvom paleogénnych hornín, ktoré sú v južnej časti vo vývoji hutianskeho súvrstvia. Sú tu zastúpené najmä vrstvy ílovcov a ílovitých siltovcov, ojedinele pieskovcov. Ílovce sú prevažne laminované, až veľmi tenko vrstevnaté, s doskovitým až tenkodoskovitým rozpadom, mimo zóny zvetrania a tektonického porušenia. Pieskovce sú prevažne jemnozrnné, stredne vrstevnaté, s laminárnym vývojom. Od staníc tunela cca 680 m po severný portál je masív budovaný paleogénnymi horninami zubereckého súvrstvia so striedaním ílovcov a pieskovcov. Ílovce sú laminované, až veľmi tenko vrstevnaté. Pieskovce sú prevažne tenko až stredne vrstevnaté, jemnozrnné až strednozrnné.

Hydrogeologické vlastnosti flyšovej formácie sú charakterizované prevažne puklinovou priepustnosťou. Postupné uzatváranie puklín do hĺbky má za následok vytvorenie podmie-

nok obehu podzemnej vody bez významnejších kolektorov. Obeh vody sa sústreďuje do zvetranej prípravkovej zóny.

Organizácia výstavby

Samotnému razeniu tunela Bikoš predchádzalo okrem iných prípravných prác aj vybudovanie provizórneho premostenia rieky Torysy, prístupovej komunikácie a vykonanie zemných prác vrátane zaistenia severného portálu na razeň SO 401-00-021. Keďže sú zarážkové body oboch rúr v značnej výške a v prudkom svahu, tieto práce prebiehali v ťažko prístupnom teréne.

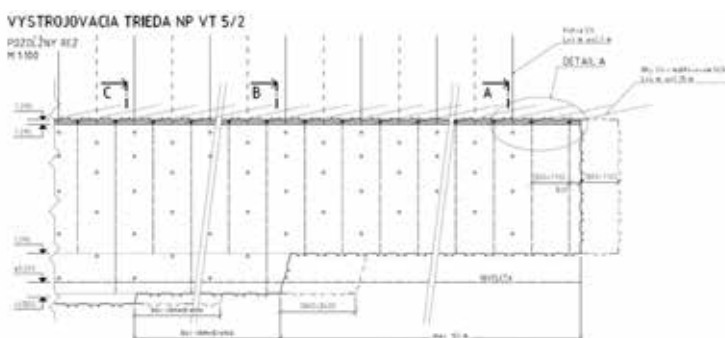
Vzhľadom na dĺžku tunela, celkovú lehotu výstavby celého úseku a nemožnosť prístupu z južného portálu prebiehali raziace práce len na dvoch čelbách (v každej rúre jedna) smerom zo severného portálu na južný portál prakticky v celej dĺžke oboch tunelových rúr. Vzhľadom na odvodnenie počas výstavby bolo výhodou dovŕchné raziene.

Vyrúbaná hornina sa vyvážala na medzi-

depóniu na severnom portáli, zásobovanie materiálom prebiehalo takisto cez severný portál, kde mal zhotoviteľ aj zariadenie staveniska vrátane úpravne horninovej a technologickej vody, dielne a kancelárií a tiež dočasnú staveniskovú betonáreň s výkonom 80 m³/h.

Vyrúbaná hornina sa na medzidepónii drvila na frakciu 0 – 63, resp. 0 – 125 mm a použila sa do násypov telies komunikácií iných častí stavby. Len zhruba 20 % nevhodného materiálu, hlavne z južnej priortálovej časti tunelových rúr, sauložilo natrvalo v rámci terénnych úprav, resp. rekultivácií.

Práce na razeň prebiehali v nepretržitej prevádzke 24 hodín denne, 7 dní v týždni. Pracovníci sa striedali v sedemdňových turnusoch. Denne pracovali 12 hodín a po pracovnom turnuse mali 7 dní voľno. Na nepretržité pokrytie dennej aj nočnej zmeny tak bolo potrebné mať 4 turnusové osádky (jedna ranná, jedna nočná a dve na turnusovom voľne).



Obr. 5 Postup raziene v najviac zastúpenej výstrojovacej triede NRTM 5.1, dĺžka záberu max. 1,7 m



Obr. 6 Vítací voz Tamrock Axera



Obr. 7 Čelba v západnej tunelovej rúre – zvetrané plastické flovce



Obr. 8 Slávnostné prerazenie v kalote západnej tunelovej rúry

Razenie

Razenie a primárne ostenie

Razenie oboch tunelových rúr prebiehalo podľa zásad Novej rakúskej tunelovacej metódy (NRTM). Pri razení a vystrojení tunela podľa princípov tejto metódy sa predpokladá rozdelenie do vystrojovacích tried, navrhnutých a označených v súlade s TP 021 Vystrojovacie triedy – Časť 1: Cyklické razenie. Čelba sa delí na kalotu, stupeň, dno, prípadne protiklenbu (obr. 4). Projekt udával pre jednotlivé výrubové triedy maximálne odstupujúce jednotlivých častí čelby (kalota, stupeň, dno), rovnako ako aj maximálne dĺžky záberov (tab. 1). Na obr. 5 je znázornený postup razenia v najviac zastúpenej vystrojovacej triede VT 5.2.

Konštrukcia primárneho ostenia pozostáva zo striekaného betónu, z výstužných prvkov (prúťová oceľová výstuž, zvárané oceľové siete, oceľové priehradové nosníky typu BRETEX), systémového radiálneho kotvenia a z opatrení na stabilizáciu obrysu výrubu, nadložia a čelby (kotvenie, ihlovanie a mikropilóťové dáždniky).

Na rozpojovanie horniny sa použili pre-

važne (85 %) vrtno-trhacie práce. Na vrtnie vývrtov (obr. 6) sa používali dvojlafetové vrtnacie vozy TAMROCK AXERA. Na roznet a časovanie sa používal neelektrický systém NONEL a na samotné rozpojovanie náložkované emulzné trhavy EMULEX 1 a počínové plastické trhavy AUSTROGEL P. Trhacie práce sa vykonávali podľa samostatného technologického postupu trhacích prác malého rozsahu. Spravidla sa používal klinový zálom. Nabíjanie vývrtov sa realizovalo manuálne a prebiehalo z vysokozdvížnej dvojramennej plošiny DIECI.

Ostatný podiel tvorilo mechanické rozpojovanie tunelovým bagrom Liebherr 944 Litronic, príp. Liebherr 950 Litronic za pomoci hydraulického kladiva.

Odtážovanie sa realizovalo čelnými kolešovými nakladačmi CAT 966 K do dumprov KOMATSU HM300, resp. GHH MK-A30, ktoré rozpojenú horninu vyvážali na medzidepóniu na severnom portáli. Čelba sa po trhacích prácach začisťovala (obtrhala) od uvoľnených kusov horniny tunelovým bagrom Liebherr 950 Litronic, príp. Liebherr 944 Litronic.

Po rozpojení a odtážení nasleduje vždy fáza vystužovania, resp. budovania primárneho ostenia. Striekací betón sa na tejto stavbe aplikuje pomocou striekacích zariadení MEYCO Potenza s max. výkonom 30 m³ striekaného betónu/hod., s použitím bezalkalického urýchľovača tuhnutia MasterRoc SA 193. Trieda betónu primárneho ostenia je C 25/30. Súčasťou primárneho ostenia sú priehradové nosníky typu BRETEX, KARI siete a hydraulicky upínateľné svorníky HUS s dĺžkou 3 až 6 m, resp. IBO alebo SN kotvy.

Kapacity na razení

Na procese razenia tunela, príprave, organizácii a realizácii sa podieľalo 15 technických pracovníkov, 64 pracovníkov na obsluhu tunelovej techniky (vrátane dovozu striekaného betónu a odtážby) a tunelárov, 17 pracovníkov strojnej údržby aj elektroúdržby a tiež subdodávateľa na geodetické merania a geotechnický monitoring.

Skúsenosti z razenia

Vo všeobecnosti možno povedať, že razenie prebiehalo bez väčších problémov a viac-menej podľa predpokladov, hoci zastúpenie a distribúcia jednotlivých výrubových tried sa v rámci dĺžky tunela oproti zadávacej projektovej dokumentácii v skutočnosti zmenili. Zatriedenie horninového prostredia a stanovenie aktuálnych výrubových tried vrátane vystrojovacích prvkov prebiehalo na dennej báze na základe geotechnického monitoringu a zastihnutých podmienok v čelbe v úzkej súčinnosti zhotoviteľa, stavebného dozoru a geotechnika (obr. 7).

Z väčšej časti boli geotechnické podmienky pri razení oproti predpokladom mierne lepšie, čo sa odrazilo na väčšom zastúpení VT 5.2 v porovnaní so zadaním na úkor VT 6.1.

V južnej časti oboch tunelových rúr však boli podmienky, naopak, horšie, čo malo za následok väčší podiel razenia pod mikropilóťovými dáždnikmi vo výrubovej triede VT 7. Porovnanie zastúpenia výrubových

Tab. 2 Tunelové stroje nasadené na razenie

Typ mechanizmu	Konkrétny typ	Počet (ks)
tunelbager	Liebherr 944	1
tunelbager	Liebherr 924	1
tunelbager	Liebherr 950	2
dvojplošina	Dieci 3B28	2
striekacie zariadenie Meyco	Meyco Potenza	3
vrtný voz	Tamrock Axera	1
vrtný voz	Tamrock DT 1130	2
dumper	Komatsu HM300	2
dumper	GHH MK-A30	3
nakladač	Komatsu WA470	1
nakladač	Caterpillar 966	2
manipulačná a zdvíhacia technika	Manitou MRT1635	1

Tab. 3 Porovnanie zastúpenia skutočne zastihnutých výrubových tried a výrubových tried podľa zadania

Zastúpenie výrubových tried						
Výrubová trieda	Celkom západná tunelová rúra	Celkom východná tunelová rúra	Zastúpenie západná tunelová rúra – skutočnosť	Zastúpenie východná tunelová rúra – skutočnosť	Zastúpenie západná tunelová rúra – zmluva	Zastúpenie východná tunelová rúra – zmluva
4/1 (TM)	0,00	0,00	0 %	0 %	5 %	4 %
4/2 (TM)	0,00	0,00	0 %	0 %	7 %	6 %
5/1 (TM)	0,00	0,00	0 %	0 %	16 %	19 %
5/2 (TM)	803,28	870,19	72 %	78 %	21 %	21 %
6/1 (TM)	195,58	125,48	18 %	11 %	11 %	12 %
6/2 (TM)	5,06	0,00	0 %	0 %	10 %	9 %
6/3 (TM)	0,00	0,00	0 %	0 %	13 %	12 %
7/1 (TM)	31,48	25,22	3 %	2 %	14 %	14 %
7/MP (TM)	79,60	104,11	7 %	9 %	4 %	4 %

tried podľa zadania a skutočného zastihnutia je v tab. 3.

Priemerný denný postup razenia na jednu čelbu bol 3 m/24 h vrátane všetkých prác a realizácie mikropilótových dáždnikov. Najlepšie postupy dosahoval zhotoviteľ vo VT 5.2 (5,1 m/24 h/čelbu vrátane stupňa a dna).

Zhotoviteľ počas razenia odoberal podľa zadania vzorky horniny a vyhodnocoval ich náchylnosť na napučívanie. Výsledky následne projektant zhodnotil, na základe čoho sa museli prijať opatrenia na zabráne-

nie napučívania v dne tunela, s ktorými sa v zadaní nepočítalo.

Záver

Ako sme už v úvode spomenuli, realizácia raziacich prác a doterajšia výstavba tunela Bikoš, ako aj výstavba ostatných súvisiacich objektov prebiehajú podľa plánovaného harmonogramu a v požadovanej kvalite, a to aj napriek všeobecnému negatívnemu spoločenskému vplyvu pandémie covid-19, ktorá zasiahla aj túto stavbu v podobe oneskorených dodávok materiálov, subdodávok, vý-

padkov pracovnej sily a zvýšenia cien vstupov. V čase publikovania tohto článku je už v západnej tunelovej rúre realizované aj sekundárne ostenie vrátane hydroizolačného súvrstvia a zhotoviteľ je presvedčený, že aj ďalšie významné míľniky, podobné tomu na obr. 8, dosiahne v plánovanom čase a kvalite.

TEXT: Ing. Anton Petko, PhD.; Ing. Michal Maričák

FOTO A OBRÁZKY: TuCon, a. s.

Anton Petko a Michal Maričák pôsobia v spoločnosti TuCon, a. s.

Bikoš Tunnel breakthrough on a section of the R4 Expressway Prešov – Northern Bypass

The tunnel excavation using the New Austrian Tunnelling Method in flysch rocks is nothing exceptional. The 1,164.5 m long double-tube Bikoš Tunnel on a section of the R4 Expressway is not exceptional among the Slovak tunnels in terms of its parameters either. Perhaps, it is only exceptional because no problems with the tunnel's construction process, quality and safety at work have been recorded so far, and the contractor broke through the western tunnel tube exactly according to the time schedule, one year after the start of excavation, on 19th May 2021.