

## Aspekty budovania tunelov v rámci výstavby diaľničnej siete na Slovensku

Jozef Čížik<sup>1</sup>

### *An aspect of building tunnels in frame of the construction of the highway system in Slovakia*

*The article describes an procedure of elaborating of study on the construction of the tunnels located in the highway system in Slovakia. Tunnel structures in Slovakia were designed, approved and implemented step by step in the course of several previous years (Ratkovský, 2005). The total length of one section tunnel tube amounts to 41 km. The exploratory drift is indispensable for the elaboration of safe and economically acceptable design of tunnel tubes to be built in the future. This applies in a full extent to the solution of tunnels in Slovakia. According to the design, the excavation will be carried out using a New Austrian Tunnelling Method (NATM). Also, some tunnels will be carried out using the cut-and-cover method and TBM. Any newly designed traffic-related construction has to meet requirements for the carrying capacity with conditions of state operation maintained.*

**Key words:** Shotcrete, construction of tunnel, excavation

### Úvod

V nedávnej minulosti sa Slovensku začala realizovať výstavba tunelov v rámci diaľničnej siete (tab. 1), ktorá plní národno - hospodársky program (Vláda Slovenskej republiky, 2004) na jednej strane a na druhej strane je súčasťou transeurópskej diaľničnej siete v smere S-J a Z-V. Výstavba tunelov na Slovensku je realizovaná prevažne novou rakúskou tunelovacou metódou – NRTM pomocou tunelovacích raziacich strojov – TBM. Väčšina týchto stavieb, ktoré patria k ekonomicky najnáročnejším je razených banských diel, avšak niekoľko z nich tam, kde to terén umožňuje je hĺbených.

### Teoretická časť

NRTM sa označuje aj ako metóda striekaného betónu. Tunel sa razí pomocou vrtnej a trhacej techniky. Na vŕtanie vrtov pre nálože sú používané vŕtacie vozy s výkonnými hydraulickými vŕtacími kladivami. Vrty sú naplnené priemyselnou trhavinou. Po odstrele je rúbanina odťažená z tunela a štôľňa je mechanicky a tvarovo upravená na požadovaný tvar. Alternatívne je možné použiť strojné rozpojovanie hornín bez použitia trhacích prác (odťažovanie tunelovým bagrom, rozrušovanie napr. frézou, atď). Na zabezpečenie výrubu je nutné vytvoriť primárne ostenie s hrúbkou 5 - 20 cm. Hlavným nosným prvkom primárneho ostenia je striekaný betón - rýchlo tuhnúci betón. Striekaný betón sa vystužuje 1 až 2 vrstvami oceľových rohoží. Pri razení sa postupuje cyklicky po záberoch s dĺžkou 1,5 až 4,0 m v závislosti od kvality horniny.

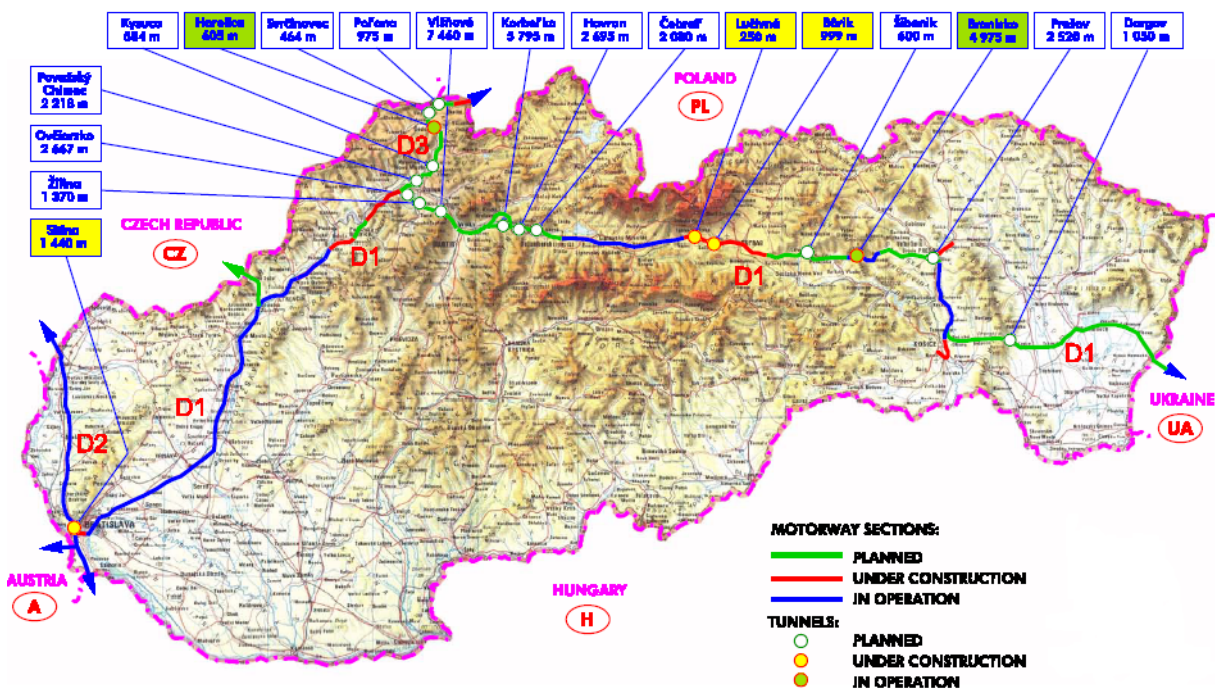
Princípom NRTM je samotný horninový masív, ktorý sa maximálne podieľa na zapojení prenosu zaťaženia, ktoré pôsobí na ostenie tunela po prevedení výrubu. Toho je dosiahnu povolením určitých pretvorení ostenia a to tak, aby pomer zaťaženia, ktoré prenášané ostentím a vlastnou horninou bol optimálny. Jedná sa teda o observačnú metódu, založenú na systéme meraní. Pre jej účinné uplatnenie je preto dôležité, aby bola prevádzaná subjektom, zkuseným v oblasti meraní, geotechniky a nezávislým na subjekte, ktorý prevádza vlastné razenie tunela.

V niektorých prípadoch je vhodné navrhnuť tunel hĺbený z povrchu v celej jeho dĺžke. Obvykle sa jedná o tzv. nadchod pre prírodu alebo biokoridor. Bezproblémový prechod pre zvieratá z jednej strany diaľnice na druhú zabezpečujú navádzacie ploty. V teréne je vyhlbený zárez. V tomto záreze je vybetónovaná železobetónová klenba tunela. Následne je takto vytvorený tunel zasypaný materiálom, ktorý sa nachádzal na mieste pôvodného biokoridoru. Aj v prípade razeného tunela konfigurácia terénu zvyčajne neumožňuje zahájenie razenia tunela pred vytvorením zárezu a hĺbenej časti tunela v oblasti portálov, pretože nadložie nie je dostatočne pevné a samonosné. V tomto prípade má hĺbená časť tunela dĺžku niekoľko desiatok metrov, výnimočne aj stoviek metrov.

Novodobá história výstavby tunelov v strednej Európe je nepochybne spojená s NRTM a TBM, nech už sú tieto technológie priamo nazývané alebo je ich názov v tej ktorej krajine rôzne modifikovaný. Vždy tak môžeme hovoriť o observačných metódach, pri ktorých zásadnú úlohu ako z hľadiska prognózy tak z hľadiska spätnej kontroly hraje geotechnický monitoring (Rozsypal A., Veselý V, 2004).

<sup>1</sup> Ing. Jozef Čížik, KDLaG, F BERG TU v Košiciach, externý doktorand  
(Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 12. 12. 2005)

## Tunely na Slovensku



Obr. 1. Mapa tunelovej siete na Slovensku  
 Fig. 1. Map of tunnel system on the Slovakia

Tab. 1. Tunely vo výstavbe a v prevádzke na Slovensku  
 Tab. 1. Tunnels under construction and operation in Slovakia

Tunel	Dĺžka [m]	Rok otvorenia	Kraj	Okres	Diaľnica	Poznámka
Višňové	7480	2012	ZIL	ZA-MT	D1 Višňové - Dubná Skala	Prieskumná štôlna razená od 09/1998, prerazená 24.8.2002
Korbeľka	5700		ZIL	RK	D1 Turany - Ivachnová	
Branisko	4975*	29.6.2003	PRE	PO-LE	D1 Beharovce - Branisko	
Dargov	3250		KOS	KE-TV	D1 Bidovce - Pozdišovce	
Havran	2670		ZIL	RK	D1 Turany - Ivachnová	
Prešov	2520		PRE	PO	D1 Prešov, západ - Prešov, juh	
Ovčiarsko	2275*		ZIL	ZA	D1 Hričovské Podhradie - Višňové	Prieskumná štôlna prerazená 04/1998
Čebrať	2071		ZIL	RK	D1 Turany - Ivachnová	
Pov.Chlmec	2000		ZIL	ZA	D3 Žilina, Strážov - Brodno	
Sitina	1440*	2006	BRA	BA	D2 Lamačská cesta - Staré Grunty	Severná tunelová rúra 1415 m
Bôrik	999*	2007	PRE	PP	D1 Mengusovce - Jánovce	
Poľana	898		ZIL	CA	D3 Svrčinovec - Skalité	
Žilina	730		ZIL	ZA	D1 Hričovské Podhradie - Višňové	
Šibenik	630*		PRE	LE	D1 Jánovce - Jablonov	Severná tunelová rúra 590 m
Horelica	605*	29.10.2004	ZIL	CA	D3 Čadca obchvat	Prvá tunelová rúra razená od 07/2000, tunelová rúra prerazená 05/2002
Svrčinovec	456		ZIL	CA	D3 Svrčinovec - Skalité	
Lučivná	250	2007	PRE	PP	D1 Važec - Mengusovce	hlbený tunel

\* s portálmi tunela

### Tunel Branisko – v prevádzke

Tunel Branisko sa nachádza na diaľnici D1 medzi Levočou a Prešovom (obr. 2, 3). Nahradil obtiažny prechod cestou I/18 cez horské sedlo ležiace vo výške 751 m.n.m (<http://www.tunely.sk>). V prvej etape bola vybudovaná južná tunelová rúra s dvomi dopravnými pruhmi. Stavba tunela začala v apríli 1996 razením prieskumnej štôlny v osi ľavého tunela (severná tunelová rúra). Južnú tunelovú rúru začali raziť v máji 1997. Tunelová rúra bola razená súčasne od oboch portálov technológiou novej rakúskej tunelovacej metódy 1. mája 1999 bol tunel slávnostne prerazený. Tunel bol uvedený do skúšobnej prevádzky

29. júna 2003. Dĺžka razenej časti tunela je 4822 m. Dĺžka západného portálu je 73,4 m a východného portálu 79,2 m. Šírka vozovky medzi obrubníkmi je 7,5 m, po oboch stranách sú chodníky 1 m široké. Výška dopravného priestoru je 4,5 m. Maximálne stúpanie je 1,2 % a celkový svetlý prierez tunela je 68 m<sup>2</sup>. Navrhovaná rýchlosť 80 km/h. Prívod čerstvého vzduchu je zabezpečený od portálov, opotrebované vetry sú odvádzané cez vetraciu šachtu hlbokú 120 metrov s priemerom 7 metrov umiestnenú približne v polovici tunela. V tuneli sú štyri jednostranné a dva obojstranné núdzové zálivy. Vozovka je cementobetónová s celkovou hrúbkou 240 mm. Tunel je prepojený so súbežnou únikovou štôľňou na 13 miestach, každých 360 metrov. Každých 240 metrov sa nachádzajú SOS skrinky, každých 120 metrov sú protipožiarne výklenky s hydrantmi.



Obr. 2. Západný portál tunela Branisko  
Fig. 2. West portal of tunnel Branisko



Obr. 3. Východný portál tunela Branisko  
Fig. 3. East portal of tunnel Branisko

#### Tunel Horelica – v prevádzke

Tunel Horelica sa nachádza na diaľnici D3 (D18). Je súčasťou obchvatu Čadce (obr. 4, 5). Dĺžka razenej časti tunela je 555 m. Celková dĺžka tunela s portálmi je 605 m. V úseku západného portálu tunela práce začali v apríli 1998. S výstavbou slávnostne začali v júli 2000 (Sibert, 2002). Prerazili ho v máji 2002. Slávnostné prerazenie tunela za účasti premiéra M. Dzurindu sa uskutočnilo 7. 6. 2002. Obchvat Čadce spolu s tunelom Horelica uviedli do prevádzky 29. októbra 2005.

Tunel je jednoprilový s obojsmernou prevádzkou. Vozovka je cementobetónová. Šírka vozovky medzi obrubníkmi je 9 metrov. Po oboch stranách sú chodníky 1 meter široké. Tunel je prepojený so súbežnou únikovou štôľňou na dvoch miestach. Maximálna výška nadložia je 40 m.



Obr. 4. Západný portál tunela  
Fig. 4. West portal of tunnel



Obr. 5. Východný portál tunela  
Fig. 5. East portal of tunnel

#### Tunel Ovčiarsko – zakonzervovaná prieskumná štôľňa

Tunel Ovčiarsko sa nachádza na diaľnici D1 medzi Bytčou a Žilinou (obr. 6, 7). Výstavba tunela začala v roku 1996 razením prieskumnej štôľne. Prieskumná štôľňa tunela bola prerazená v apríli 1998. Dĺžka prieskumnej štôľne je 2275 m.

V súčasnosti sú vchody do prieskumnej štôľne zasypané, pretože sa s pokračovaním stavby tunela v najbližších rokoch nepočíta.



Obr. 6. Pohľad na čelbu a raziaci stroj AM-50 (Alpine)  
Fig. 6. View on the working face and embossing machine AM-50 (Alpine)



Obr. 7. Prieskumná štôľňa tunela  
Fig. 7. Searching of tunnel

### Tunel Sitina – vo výstavbe

Tunel Sitina sa nachádza na diaľnici D2 (obr. 8, 9, tab. 2). Tunel budú tvoriť dve samostatné tunelové rúry, každá s dvomi jazdnými pruhmi. Dĺžka razenej časti západnej (južnej) tunelovej rúry bude 1189 m, dĺžka hĺbenej časti v areáli SAV bude 201 m (Frankovský, 2003). Dĺžka razenej časti východnej (severnej) tunelovej rúry bude 1159 m, dĺžka hĺbenej časti v areáli SAV bude 216 m. Celková dĺžka západnej (južnej) tunelovej rúry spolu s prekrytou časťou tunela bude 1440 m, východnej (severnej) tunelovej rúry spolu s prekrytou časťou tunela bude 1415 m. Tunel bude budovaný Novou rakúskou tunelovacou metódou (NRTM). Je súčasťou úseku Lamačská cesta - Staré grunty. V každej tunelovej rúre bude jeden núdzový záliv. Rúry budú prepojené únikovými chodbami na piatich miestach. Šírka vozovky medzi obrubníkmi bude 7,5 m, po oboch stranách budú chodníky 1 m široké. V dĺžke 600 metrov sa od juhovýchodného portálu raziť dovrchne so sklonom 1,59 %, ďalej bude tunel stúpať so sklonom 2,63 %. Tunel začali raziť 27. októbra 2003 od juhovýchodného portálu. V lete 2004 začala ražba aj od severozápadného portálu tunela. Uvedenie do prevádzky je naplánované na rok 2006.



Obr. 8. Severozápadný portál tunela  
Fig. 8. North-west portal of tunnel



Obr. 9. Severozápadný portál tunela  
Fig. 9. North-west portal of tunnel

Tab. 2. Prehľad výstavby tunela  
Tab. 2. Overview of the tunnel construction

Dátum	Vyrazené - západná rúra (od južného portálu + od severného portálu)	Vyrazené - východná rúra (od južného portálu + od severného portálu)
december 2003	27 m	40 m
apríl 2004		240 m
máj 2004	300 m	325 m
31. máj 2004	325 m	351 m
jún 2004	390 m	410 m
3. august 2004	471,6 m + 15 m	453,8 m + 26 m
august 2004	538,6 m + 48,6 m	479,4 m + 27 m
september 2004	650 m + 122 m	520 m + 27 m
23. november 2004	688,5 m + 210,0 m	627,4 m + 27,0 m

### Tunel Višňové – vo výstavbe

Tunel Višňové sa nachádza na diaľnici D1 medzi Žilinou a Martinom (obr. 10, 11, tab. 3). Prekonáva pohorie Malej Fatry. Nahradí preťaženú cestu I/18 medzi Žilinou a Vrútkami. Ročná priemerná denná intenzita na tomto úseku dosahovala v roku 2000 až 16 726 vozidiel za 24 hodín.

Prieskumnú štôľňu začali raziť v septembri 1998 v osi južnej tunelovej rúry. Štôľňa bola razená od oboch portálov súčasne. Zo strany západného portálu (za obcou Višňové) sa razilo klasickou metódou NRTM (Nová rakúska tunelovacia metóda). V dĺžke 704 metrov sa razilo dovrchne so sklonom 0,50 %, ďalej úpadne so sklonom 2,27 % v dĺžke 2414 metrov.

Od východného portálu (pri lome Dubná Skala) sa razenie uskutočňovalo pomocou tunelovacieho plnoprofilového raziaceho stroja (TBM ATB 35 HA) s priemerom frézovej hlavy 3,5 m. Tento úsek sa razil od portálu Dubná Skala dovrchne so sklonom 2,27 % v dĺžke 4362 metrov. Razenie prieskumnej štôľne pre výstavbu tunela Višňové sťažovalo rozvoľnenie horninového masívu, ktorý je vyplnený priepustným materiálom a navyše je vysoko zavodnený. Štôľňu s celkovou dĺžkou 7480 metrov prerazili 24. augusta 2002. Prieskumná štôľňa bude slúžiť ako úniková cesta počas dvojsmernej premávky v severnej tunelovej rúre.

Začatie výstavby tunela je plánované až na rok 2007. Južná tunelová rúra sa začne stavať až po vyčerpaní dopravnej kapacity severnej tunelovej rúry.



Obr. 10. Východný portál tunela  
Fig. 10. East portal of the tunnel



Obr. 11. Západný portál tunela  
Fig. 11. West portal of the tunnel

Tab. 3. prehľad výstavby tunela

Tab. 3. Overview of the tunnel construction

Dátum	Zostáva vyraziť [m]	Poznámka
október 1998	7400	Prieskumná štôľňa razená od 09/1998
jún 1999	6600	
september 2000	3000	
január 2001	2700	zo západnej strany vyrazené 1800 m
jún 2001	1600	z východnej strany vyrazené 3500 m
október 2001	1300	z východnej strany vyrazené 3500 m
máj 2002	680	
júl 2002	200	
august 2002	26	zo západnej strany vyrazené 3116 m
24. august 2002	0	zo západnej strany vyrazené 3118 m, z východnej strany vyrazené 4362 m

### Tunel Bôrik – vo výstavbe

Tunel Bôrik sa nachádza na diaľnici D1 Mengusovce – Jánovce. Dĺžka tunelových rúr je navrhnutá na 999 a 993 metrov. Tunel bude razený metódou NRTM (Nová rakúska tunelovacia metóda). Klesať bude smerom na východ so sklonom 1%. Vozovka bude cementobetónová. Šírka vozovky medzi obrubníkmi bude 7,5 metra, po oboch stranách budú chodníky 1 m široké. Začiatok výstavby je naplánovaný na rok 2004.

### Záver

Realizácia tunelových stavieb je charakterizovaná dlhodobým procesom výstavby (niekoľko rokov) a vyžaduje si v procese riešenia komplexný tím odborníkov z rôznych odborov (Stečinský, Veselý, 2004). Kvôli veľkým nadobudacím nákladom proces výstavby tunelov u nás začal prebiehať v roku 1996 a je rozvrhnutý na obdobie niekoľkých rokov. Na konci celého procesu by malo byť postavených 21 tunelov o celkovej dĺžke tunelových túb v jednom smere 41 km (<http://www.ssc.sk>). Výstavba týchto tunelov, ako i ďalších bude zrejme závislá aj od ďalšieho medzinárodného spolufinancovania. Voľba metódy razenia tunelov na Slovensku bude musieť zodpovedať požiadavkam horninového prostredia a normovým požiadavkám prevádzkovej vybavenosti tunelov za účinnej spolupráce domácich a zahraničných investorských organizácií (Ratkovský, 2005).

### Literatúra-References

- Vláda Slovenskej republiky, Správa o plnení aktualizovaného projektu výstavby diaľnic a rýchlостných ciest, Bratislava 16. novembra 2004.
- Rozsypal, A., Veselý, V.: Geomonitoring při stavbě tunelu Mlčehvosty, *Tunnel 2004*.
- Stečinský, B., Veselý, V.: Geotechnický monitoring a technický dozor při výstavbě železničních tunelů, *Tunnel 2004*.
- Frankovský, J.: Tunel Sitina v Bratislave, *Tunnel 2003*.
- Sibert, S.: Tunel Horelica, *Tunnel 2002*.
- Ratkovský, K.: Sympóziu „Výstavba a zabezpečenie tunelov“, apríl 2005, Košice, Slovenská republika.
- Terraprojekt: Tunnels on the motorway network in the Slovak Republic, february 2005.
- <http://www.highways.sk>;
- <http://www.ssc.sk>;
- <http://www.tunely.sk>.