

## Vystrojovacie triedy a ich výstužné prvky v tuneli Bôrik

Jozef Čížik<sup>1</sup> a Anna Garneková<sup>2</sup>

### *Tunnel Bôrik support classes and their support elements*

*The Bôrik Tunnel is located in an evenly forested mountain ridge, which makes up the northernmost part of the Kozie Chrbty Mountains. It borders with the hilly-to-flat Popradská Kotlina. The tunnel Bôrik has been designed such that it complies with the requirements set for a motorway tunnel with two tunnel tubes, each for one-way motorway traffic. The Project is part of D1 Motorway in Slovak republic, connecting Bratislava - Žilina - Prešov - Košice. Tunnel Borik is part of Motorway D1 Mengusovce-Janovce and is direct link to motorway section D1 Važec - Mengusovce.*

*The support classes describe the use of tunnel primary and secondary lining structural elements, on which depends the whole Works' stability. The primary lining constructed includes circumferentially and radially projecting beams in which the reinforcing bars are embedded, whereby a lining having a reinforcing structure can be constructed in a simple and economical manner and in a shortened construction period. In recent years, it has become popular to spray a layer of shotcrete to serve as the primary lining. The shotcrete is frequently reinforced by steel meshes and, if necessary, braced by steel lattices.*

*At present in underground construction very important role plays the line of mechanical engineering, which is necessary in supporting elements of the primary and secondary lining.*

**Key words:** support, primary lining, secondary lining, steel arch, mesh

### Úvod

Realizovaná stavba tunela Bôrik je súčasťou základného diaľničného ťahu D1 v Slovenskej republike prebiehajúceho po trase Bratislava - Žilina - Prešov - Košice. Diaľnica D1 Mengusovce - Jánovce, ktorej súčasťou je tunel Bôrik, nadväzuje na úsek diaľnice D1 Važec - Mengusovce. Tunel je projektovaný pre diaľničnú dopravu s dvomi tunelovými rúrami, každá pre jeden smer dopravy. Je situovaný v rovnomernej zalesnenej horskej chrbte, ktorý je najsevernejším výbežkom Kozích chrbtov. V okolí sa nachádza mierne zvlnený až rovný reliéf Popradskej kotliny. Pravá a ľavá tunelová rúra sa razila a zaisťovala primárnym ostením v prevažnej dĺžke z východného portálu dovrchne v pozdĺžnom sklone cca 1 % a zo strany západného portálu úpadne.

Vystrojovacia triedu výrubu popisuje vzťah kvality horninového prostredia, vyjadreného klasifikačnou triedou k veľkosti výrubu a reakcie na otvorenie výrubu, z ktorého vyplývajú technické a bezpečnostné opatrenia pre vystuženie výrubu. Spracovateľ geologického prieskumu stanoví jednotlivé klasifikačné triedy (podľa najvhodnejšej metódy pre konkrétny projekt) pre geotechnické úseky a projektant na základe toho navrhne podľa technologických tried konkrétne vystuženie výrubu.

### Vystrojovacie triedy

Počas razenia sa priebežne zaznamenávajú skutočné geologické a hydrogeologické podmienky v trase tunela, ktoré slúžia pre optimálne doplnenie dokumentácie technologických tried výrubu. Táto dokumentácia slúži na porovnávanie predpokladaných a skutočných podmienok v trase a krátkodobým prognózam. Využíva sa pre určenie konkrétneho postupu prác pri razení podzemného diela a podieľa sa na zabezpečení vhodných podmienok pre výstavbu z hľadiska použitia mechanizmov a bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci.

Na základe inžiniersko-geologického a hydrogeologického prieskumu sa razenie tunela Bôrik zaradilo do vystrojovacích tried podľa SIA 198 a ONORM 2203. Razenie sa členilo na nasledujúce časti: kalota, lavica a dno, podľa jednotlivých vystrojovacích tried. V tomto článku je popísaná vystrojovacia trieda II, III, IV a V. Výskyt vystrojovacích tried v tuneli Bôrik popisuje tab. 1 (západný portál) a tab. 2 (východný portál).

<sup>1</sup> Ing. Jozef Čížik, PhD., Amberg Engineering Slovakia, s.r.o., Záhradnícka 27, Bratislava

<sup>2</sup> Ing. Anna Garneková, Amberg Engineering Slovakia, s.r.o., Záhradnícka 27, Bratislava  
(Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 16. 6. 2009)

Tab. 1. Vystrojovacie triedy – Západný portál.  
Tab. 1. Supporting classes – West portal.

| Portál    | VT                | razená časť [m] | staničenie v osi diaľnice [km] | staničenie v osi diaľnice [m] |
|-----------|-------------------|-----------------|--------------------------------|-------------------------------|
| <b>ZP</b> | <b>VI-P</b>       | 78              | 30.137,28-30.215,30            | 0,0-78,0                      |
|           | <b>V-P modif.</b> | 42              | 30.215,30-30.257,30            | 78,0-120,0                    |
|           | <b>IV-B</b>       | 20,1            | 30.257,30-30.277,40            | 120,0-140,0                   |
|           | <b>III-B</b>      | 25,4            | 30.277,40-30.302,70            | 140,0-165,4                   |
|           | <b>IV-B</b>       | 38,8            | 30.302,70-30.341,50            | 165,4-204,2                   |
|           | <b>III-B</b>      | 18,5            | 30.341,50-30.360,00            | 204,2-222,7                   |
|           | <b>IV-B</b>       | 16,3            | 30.360,00-30.376,30            | 222,7-239,0                   |
|           | <b>III-B</b>      | 90,1            | 30.376,30-30.466,40            | 239,0-329,1                   |

Tab. 2. Vystrojovacie triedy – Východný portál.  
Tab. 2. Supporting classes – East portal.

| Portál    | VT                  | razená časť [m] | staničenie v osi diaľnice [km] | staničenie v osi diaľnice [km] |
|-----------|---------------------|-----------------|--------------------------------|--------------------------------|
| <b>VP</b> | <b>III-B</b>        | 87,6            | 30.466,40-30.554,00            | 329,1-416,7                    |
|           | <b>IV-B</b>         | 23,1            | 30.554,00-30.577,10            | 416,7-439,8                    |
|           | <b>IV-B modif.</b>  | 7,4             | 30.577,10-30.584,50            | 439,8-447,3                    |
|           | <b>IV-B NZ</b>      | 51,2            | 30.584,50-30.635,70            | 447,3-498,4                    |
|           | <b>IV-B</b>         | 47,9            | 30.635,70-30.683,60            | 498,4-546,3                    |
|           | <b>III-B</b>        | 10,7            | 30.683,60-30.694,30            | 546,3-557,0                    |
|           | <b>IV-B</b>         | 11,9            | 30.694,30-30.706,20            | 557,0-568,9                    |
|           | <b>V-B modif.</b>   | 14,1            | 30.706,20-30.720,30            | 568,9-583,0                    |
|           | <b>IV-B</b>         | 16,4            | 30.720,30-30.736,70            | 583,0-599,4                    |
|           | <b>III-B</b>        | 16,9            | 30.736,70-30.753,60            | 599,4-616,3                    |
|           | <b>IV-B</b>         | 42,1            | 30.753,60-30.795,70            | 616,3-658,5                    |
|           | <b>III-B</b>        | 10,4            | 30.795,70-30.806,10            | 658,5-668,9                    |
|           | <b>II-B</b>         | 38,8            | 30.806,10-30.844,90            | 668,9-707,7                    |
|           | <b>III-B</b>        | 69,4            | 30.844,90-30.914,30            | 707,7-777,1                    |
|           | <b>II-B</b>         | 15,4            | 30.914,30-30.929,70            | 777,1-792,5                    |
|           | <b>III-B</b>        | 42,3            | 30.929,70-30.972,00            | 792,5-834,8                    |
|           | <b>IV-B</b>         | 31,2            | 30.972,00-31.003,20            | 834,8-866,0                    |
|           | <b>V-P,B modif.</b> | 18              | 31.003,20-31.021,10            | 866,0-884,0                    |
|           | <b>V-P</b>          | 33,6            | 31.021,10-31.054,80            | 884,0-917,6                    |
|           | <b>VI-P</b>         | 17,5            | 31.054,80-31.072,32            | 917,6-935,1                    |

### Razenie ľavej a pravej tunelovej rúry vo vystrojovacej triede II. a III.

Razenie pravej a ľavej tunelovej rúry bolo realizované dovrhne v pozdĺžnom sklone cca 1 % zo strany Východného portálu a prípadne padne zo strany Západného portálu. Čelba vo vystrojovacej triede č. III. bola rozdelená horizontálnym členením výrubu na kalotu a lavicu. Razenie tunelových rúr vo vystrojovacej triede II. bolo realizované na celý profil tunela. Vzájomná vzdialenosť čelieb ľavej a pravej tunelovej rúry nebola

predpísaná. Dĺžky záberov boli riadené geologickými podmienkami v jednotlivých technologických triedach (II - III), v zmysle realizačnej projektovej dokumentácie.

Odstup medzi hornou časťou výrubu (kalotou) a dolnou časťou výrubu (lavicou) vo vystrojovacej triede III. sa určil na základe výsledkov merania deformácií, min. však bol 30 m. Razenie lavice sa ukončilo cca 20 m od kaloty.

Vo vystrojovacej triede II. sa vyrazilo v ľavej tunelovej rúre 390,8 m a v pravej tunelovej rúre 393,4 m. Strop tunela bol v celom tomto úseku zaistený pomocou horninových trecích svorníkov dĺžky 3 m. Výlomové práce boli realizované kombinovaným mechanickým rozpojovaním s použitím vŕtno-trhacích prác v závislosti od geologických podmienok.

Vo vystrojovacej triede III. sa vyrazilo v ľavej tunelovej rúre 147,8 m a v pravej tunelovej rúre 143,9 m. Strop tunela bol v celom tomto úseku zaistený pomocou horninových trecích svorníkov dĺžky 3 m.

### Vystrojovacia trieda II

Strop tunela bol v celom tomto úseku zaistený pomocou horninových trecích svorníkov dĺžky 3 m. Dĺžka nevystrojeného záberu bola 2,5 - 4 m. Plocha výrubu bola 79,52 m<sup>2</sup>. Výšková kóta dna tunela bola 1,051 m.

Výrub vo vystrojovacej triede bol realizovaný na celý profil tunela na výšku cca 8,55 m. Ihneď po odstrele a odvetraní tunelovej rúry sa hornina odťažila na medziskládku určenú realizačným projektom. Následne sa výrub zaistil ochrannou a stabilizačnou vrstvou striekaného betónu C 25/30 hrúbky 30 - 50 mm s prípadným vyplnením nadvýlomov. Po obvodě tunelovej rúry sa osadila vonkajšia vrstva oceľových sietí 100/100/6,3. Následne sa v strope tunela osadili horninové mechanicky kotvené svorníky, 120 kN, dĺžky 3 m, striedavo 5 ks resp. 6 ks na 1 záber a nastriekala sa druhá vrstva striekaného betónu tak, aby sa dosiahla predpísaná hrúbka primárneho ostenia kaloty 170 mm. Posledné 2-3 oká siete sa nezastriekali z dôvodu ich napojenia v pozdĺžnom aj priečnom smere. V oblasti hláv kotiev sa vytvorili kapsy (nedostriekané časti) na ich predopnutie. Vzájomné stykovanie oceľových sietí na 2 až 3 oká (200 - 300 mm). Minimálne krytie výstuže je 30 mm. Zabudovanie výstužných prvkov je zobrazené na obr. 1 a 2.



Obr. 1. Zabudovanie výstužných prvkov v technologickej triede II. časť kalota.

Fig. 1. Installing of support elements in supporting class II. part calotte.



Obr. 2. Zabudovanie výstužných prvkov v technologickej triede II. časť lavica.

Fig. 2. Installing of support elements in supporting class II. part bench.

### Vystrojovacia trieda III. časť kalota

Strop tunela bol v celom tomto úseku zaistený pomocou horninových trecích svorníkov dĺžky 3 m. Dĺžka nevystrojeného záberu v kalote bola 2 - 2,5 m. Plocha výrubu bola 52,62 m<sup>2</sup>. Výšková kóta dna kaloty bola 1,530 m.

Výrub vo vystrojovacej triede II.P bol realizovaný ako členený v horizontálnom smere. V prvej fáze sa vyrazilo a zaistilo primárnym ostentím kalota na výšku cca 6 m. Ihneď po odstrele a odvetraní tunelovej rúry sa hornina odťažila na medziskládku určenú realizačným projektom. Následne sa výrub zaistil ochrannou a stabilizačnou vrstvou striekaného betónu C 25/30, hrúbky 30 - 40 mm s prípadným vyplnením nadvýlomov. Potom sa osadila vonkajšia vrstva oceľových sietí 100/100/6,3 po obvodě tunelovej rúry a zabudovali sa prihradové oceľové nosníky 120/28/20, vo vzdialenosti 600 mm od čelby. Následne sa v strope tunela osadili horninové trecie svorníky, 120 kN, dĺžky 3 m, striedavo 5 ks resp. 6 ks na 1 záber a nastriekala sa druhá vrstva striekaného betónu tak, aby sa dosiahla predpísaná hrúbka 170 - 200 mm. Zabudovanie výstužných prvkov je zobrazené na obrázkoch 3 a 4.

Vzájomné stykovanie oceľových sietí bolo na 2 až 3 oká (200 - 300 mm). Minimálne krytie výstuže bolo 30 mm. Predpísaná hrúbka primárneho ostenia kaloty bola 170 - 200 mm.



Obr. 3. Zabudovanie výstužných prvkov v technologickej triede III, časť kalota.  
Fig. 3. Installing of support elements in supporting class III, part calotte.



Obr. 4. Zabudovanie výstužných prvkov v technologickej triede III, časť kalota.  
Fig. 4. Installing of support elements in supporting class III, part calotte.

#### Vystrojovacia trieda III. časť lavica

Dĺžka záberu v lavici bola max. 4,0 - 5,0 m. Plocha výrubu bola 27.58 m<sup>2</sup>. Výšková kóta dna lavice je - 1,051 m. Ihneď po odstrele a odvetraní štôlne sa hornina odťazila na medziskládku určenú realizačným projektom. Následne sa výrub zaistil ochrannou a stabilizačnou vrstvou striekaného betónu C 25/30, hrúbky 30 - 40 mm. Následne sa osadila vonkajšia vrstva oceľových sietí 100/100/6,3 po obvode tunelovej rúry. Vrstva oceľových sietí 100/100/6,3 sa napojila na vrstvu siete osadenú v kalote tak, aby ich vzájomné prekrytie bolo min. 200 mm. Následne sa nastriekala vrstva striekaného betónu tak, aby sa dosiahla predpísaná hrúbka primárneho ostenia lavice 170 - 200 mm. Zabudovanie výstužných prvkov je zobrazené na obr. 5 a 6.



Fig. 5. Installing of support elements in supporting class III, part bench.  
Obr. 5. Zabudovanie výstužných prvkov v technologickej triede III, časť lavica.



Obr. 6. Zabudovanie výstužných prvkov v technologickej triede III, časť lavica.  
Fig. 6. Installing of support elements in supporting class III, part bench.

#### Razenie ľavej a pravej tunelovej rúry vo vystrojovacej triede IV a V

##### Vystrojovacia trieda IV, časť lavica

Dĺžka záberu v lavici bola max. 3 - 4 m. Plocha výrubu bola 24,90 m<sup>2</sup>. Výšková kóta dna lavice bola - 0,700 m. Po odstrele a odvetraní štôlne sa hornina odťazila na medziskládku určenú realizačným projektom. Následne sa výrub zaistil ochrannou a stabilizačnou vrstvou striekaného betónu C 25/30, hrúbky 30 - 50 mm s prípadným vyplnením nadvýlomov. Vonkajšia vrstva oceľových sietí 100/100/6,3 sa osadila (prvá) po obvode tunelovej rúry, vrátane prútovej výstuže 012/200 mm, l = 800 mm, ktorá sa osadila v päte

priehradového nosníka a slúžila pre napojenie prvej vrstvy oceľovej siete v dne tunela (5 ks na každý 1 m). V každom druhom zábere kaloty sa zabudovali priehradové oceľové nosníky 180/32/22 mm a nastriekala sa druhá vrstva striekaného betónu a to maximálne po úroveň vnútornej hrany priehradových nosníkov. V päte lavice sa na prvú vrstvu oceľových sietí zabudovali dve maltové kotvy dlhé 5 m,  $F = 150$  kN. Druhá vrstva oceľových sietí 100/100/6,3 sa potom napojila na druhú vrstvu siete osadenú v kalote tak, aby ich vzájomné prekrytie bolo min. 200 mm. Následne sa nastriekala ďalšia vrstva striekaného betónu tak, aby sa dosiahla predpísaná hrúbka 250 mm. Zabudovanie výstužných prvkov popisuje obr. 7 a 8.



Obr. 7. Zabudovanie výstužných prvkov v technologickej triede IV. časť lavica.  
Fig. 7. Installing of support elements in supporting class IV. part bench.



Obr. 8. Zabudovanie výstužných prvkov v technologickej triede IV. časť lavica.  
Fig. 8. Installing of support elements in supporting class IV. part bench.

Priehradové nosníky sa v lavici priamo napojili priskrutkovaním čelných plechov na priehradový nosník uložený v päte kaloty. Predpísaná hrúbka primárneho ostenia lavice bola 250 mm.

#### Vystrojovacia trieda IV. časť dno

Dĺžka záberu v dne bola max. 6-8 m. Plocha výrubu bola 15,11 m<sup>2</sup>. Výšková kóta dna bola -2.634 m. Následne bolo potrebné realizovať uzatvorenie prstenca dna max. 24 m za lavicou. Ihneď po odstrele a odvetraní štôlne sa hornina odťažila na medziskládku určenú realizačným projektom. Následne sa výrub zaistil ochrannou a stabilizačnou vrstvou striekaného betónu C 25/30, hrúbky 30 - 50 mm. Prvá vrstva oceľových sietí 100/100/6,3 sa napojila na prúťovú výstuž 012 mm,  $I = 800$  mm, osadenú v lavici v päte priehradového nosníka a uložila sa po obvode dna tunelovej rúry. Nastriekala sa druhá vrstva striekaného betónu o hrúbke cca 180 mm. Neskôr sa napojila druhá vrstva oceľových sietí 100/100/6,3 na druhú vrstvu siete osadenú v lavici tak, aby ich vzájomné prekrytie bolo min. 200 mm.



Obr. 9. Zabudovanie výstužných prvkov v technologickej triede IV. časť dno.  
Fig. 9. Installing of support elements in supporting class IV. part invert.



Obr. 10. Zabudovanie výstužných prvkov v technologickej triede IV. časť dno.  
Fig. 10. Installing of support elements in supporting class IV. part invert.

Následne sa nastriekala ďalšia vrstva striekaného betónu tak, aby sa dosiahla predpísaná hrúbka 250 mm. Zabudovanie výstužných prvkov popisuje obr. 9 a 10.

Po ukončení prác na zaistení dna tunela primárnym ostením sa z vyťaženej rúbanky zasypalo dno – pojazdová vrstva s hrúbkou cca 1 m, ktorá slúžila pre dopravu mechanizmov počas razenia. Predpísaná hrúbka primárneho ostenia lavice bola 250 mm.

#### Vystrojovacia trieda V, časť kalota

Strop štólne v celom tomto úseku bol zrealizovaný pod ochranou hnaných ihiel z čela výrubu profilu 0.32 mm a dĺžky 4 m, v množstve 42 ks každých 2,0 až 3,0 m, vo vzájomnom odstupe 0,3 m. Dĺžka nevystrojeného záberu v kalote bola 1,0 - 1,5 m. Plocha výrubu bola 53,67 m<sup>2</sup>.

Výrub vo vystrojovacej triede bol realizovaný ako členený v horizontálnom smere. V prvej fáze sa vyrazila a zaistila primárnym ostením kalota na výšku cca 6,2 m. Ihneď po odstrele a odvetraní tunelovej rúry sa hornina odťažila na medziskládku určenú realizačným projektom. Následne sa výrub zaistil ochrannou a stabilizačnou vrstvou striekaného betónu C 25/30, hrúbky 30 - 50 mm s eventuálnym vyplnením nadvýlomov. Po mechanickom očistení čelby, sa jej stabilita zaistila vrstvou striekaného betónu s hrúbkou 30 - 50 mm. Osadila sa prvá vonkajšia vrstva oceľových sietí 100/100/8 po obvode tunelovej rúry. V dne kaloty sa vytvorila vystužená rozširujúca päťka šírky 2 m z oceľových sietí 100/100/8 a prútovej výstuže 0,8 a 12 mm, ktorá sa pri ďalšom postupe prác (otváranie lavice) skrátila na potrebnú dĺžku a oceľové siete sa prepojili so sieťami v lavici. Postupne sa zabudovali priehradové oceľové nosníky 180/32/22 min. 400 mm max. 500 mm, od čelby a medzi päty priehradových nosníkov sa uložila ľoršňa hrúbky 200 mm. Postupne sa priestor zatriekal sa druhou vrstvou striekaného betónu a to maximálne po úroveň vnútornej hrany priehradových nosníkov. Prístropie tunela sa zaistilo ihlami dĺžky 4 m, 0-32 mm v množstve 42 ks každých 2,0 až 3,0 m, vo vzájomnom odstupe 0,3 m. Po nástreku druhej vrstvy striekaného betónu sa následne zabudovali v strope tunela maltové kotvy, 150 kN, dĺžky 5 m, striedavo 5 ks resp. 6 ks na 1 záber. V druhom zábere od čelby sa osadila druhá vrstva oceľových sietí 100/100/8. Následne sa nastriekala ďalšia vrstva striekaného betónu tak, aby sa dosiahla predpísaná hrúbka 300 mm. Posledné 2-3 oká siete sa nezastriekali z dôvodu ich napojenia v pozdĺžnom aj priečnom smere.

V závislosti od geologických pomerov a pokynov stavebného dozoru sa stabilita čelby zaistila samozávrtnými injektážnymi kotvami dĺžky 8 m, F= 250 kN, ktoré sa osadili v celkovom množstve cca 16 ks. Zabudovanie výstužných prvkov popisujú Obr. 11 a 12.



Obr. 11. Zabudovanie výstužných prvkov v technologickej triede IV. časť kalota.

Fig. 11. Installing of support elements in supporting class V. part calotte.



Obr. 12. Zabudovanie výstužných prvkov v technologickej triede IV. časť kalota.

Fig. 12. Installing of support elements in supporting class V. part calotte.

V päte kaloty sa na prvú vrstvu oceľových sietí zabudovali dve maltové kotvy dl. 5 m, F = 150 kN. V oblasti hláv kotiev sa vytvorili kapsy (nedostriekané časti) na ich predopnutie. Vzájomné stykovanie oceľových sietí sú 2 až 3 oká (200 - 300 mm). Minimálne krytie výstuže primárneho ostenia kaloty bolo 30 mm.

#### Vystrojovacia trieda V, časť lavica

Dĺžka záberu v lavici bola max. 2 - 3 m. Plocha výrubu je 29,42 m<sup>2</sup>. Výšková kóta dna lavice bola - 0,700 m.

Postup prác v tejto vystrojovacej triede sledoval a kopíroval Novú Rakúsku Tunelovú Metódu - NRTM, kde po odstrele a odvetraní štólne sa hornina odťažila na medziskládku určenú realizačným projektom. Následne sa výrub vrátane čela zaistil ochrannou a stabilizačnou vrstvou striekaného betónu C 25/30, hrúbky

30 - 50 mm, s prípadným vyplnením nadvýlomov. Po obvode tunelovej rúry sa osadila prvá vonkajšia vrstva ocelových sietí 100/100/8 vrátane prútovej výstuže 012/200 mm,  $I = 800$  mm, ktorá sa osadila v päte priehradového nosníka, ktorá zároveň slúži pre napojenie prvej vrstvy ocelevej siete v dne tunela. V každom druhom zábere kaloty sa zabudovali priehradové ocelové nosníky 180/32/22 mm a nastriekala sa druhá vrstva striekaného betónu, a to maximálne po úroveň vnútornej hrany priehradových nosníkov. V päte lavice sa na prvú vrstvu ocelových sietí zabudovali dve maltové kotvy dlhé 5 m,  $F = 150$  kN. Druhá vrstva ocelových sa potom napojila na druhú vrstvu siete osadenú v kalote tak, aby ich vzájomné prekrytie bolo min. 200 mm. Následne sa nastriekala ďalšia vrstva striekaného betónu tak, aby sa dosiahla predpísaná hrúbka 300 mm. Zabudovanie výstužných prvkov popisujú obr. 13 a 14.

V päte kaloty sa na prvú vrstvu ocelových sietí zabudovali dve maltové kotvy dlhé 4 m,  $F = 150$  kN. V oblasti hláv kotiev sa vytvorili kapsy (nedostriekané časti) na ich predopnutie. Vzájomné stykovanie ocelových sietí bolo na 2 až 3 oká (200 - 300 mm). Minimálne krytie výstuže bolo 200 mm. Predpísaná hrúbka primárneho ostenia kaloty bolo 300 mm.



Obr. 13. Zabudovanie výstužných prvkov v technologickej triede IV. časť lavica.  
Fig. 13. Installing of support elements in supporting class V. part bench.



Obr. 14. Zabudovanie výstužných prvkov v technologickej triede IV. časť lavica.  
Fig. 14. Installing of support elements in supporting class V. part bench.

## Záver

Je nesporné, že v súčasnosti je pri razení potrebné postupovať podľa určitej metodiky, resp. návodu, ktorý bol vyvinutý v minulosti „praxou, pozorovaním“ činností vykonávaných banským spôsobom. Dnes sa tento súbor činností, ktoré pochádzajú od známeho geotechnika Müllera nazýva „Nová rakúska tunelovacia metóda“. Základom úspechu a aplikácie NRTM v podmienkach horninového masívu je jej schopnosť reagovať na všetky druhy geologického prostredia, v ktorom sa podzemné banské dielo buduje. Vhodná oblasť použitia NRTM je v skalných horninách, poloskalných a čiastočne zvetraných skalných horninách, alebo v súdržných nezvodnených zeminách, teda všade tam, kde sa dobre vytvára nosná horninová klenba. Táto metóda používa pre realizáciu zložité technické a technologické postupy, ako sú vystrojovacie triedy a ich konštrukčné prvky (ocelové banské nosníky, ocelové kotvy, zvárané ocelové siete, striekaný betón,...).

## Literatúra – References

- Žák, M., Vojčik, R.,: Technologický predpis, Razenie a zaistenie výrubu primárnym ostením čistiaceho, požiarneho a SOS výklenku, *Marti Contractors Ltd, Civil Engineering & Managing Services, 2007.*
- Žák, M., Vojčik, R.,: Technologický predpis, Razenie a zaistenie výrubu tunelových rúr primárnym ostením vo vystrojovacej triede II a III, *Marti Contractors Ltd, Civil Engineering & Managing Services, 2007.*
- Žák, M., Vojčik, R.,: Technologický predpis, Razenie a zaistenie výrubu tunelových rúr primárnym ostením vo vystrojovacej triede V a IV a, *Marti Contractors Ltd, Civil Engineering & Managing Services, 2007.*
- Vrábel, P., Mokrý, M., Šutariková, T., Mihál, H.,: Záverečná správa z geotechnického dozoru tunela Bôrik, primárne ostenie-razená časť, *Inžinierske združenie MENGUSOVCE, 2008.*
- Kušník, J., Valent, P.,: Diaľnica D1 MENGUSOVCE – JÁNOVCE, *Súhrnná technická správa, Bratislava, 2004.*

Kušnír, J., Valent, P.: Diaľnica D1 MENGUSOVCE – JÁNOVCE, *Technická správa, Lavý, pravý tunel – razená časť, Bratislava, 2004.*

Vavrek, P., Hamrák, H.: Tunelárstvo I, *Elfa, Košice 2001.*

Zákon č.124/2006 Z.z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci.

Vyhláška č. 21/1989 o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a bezpečnosti prevádzky pri banskej činnosti a činnosti vykonávanej bankským spôsobom v podzemí.

Vyhláška SÚBP a SBÚ č.374/90 Zb. o bezpečnosti práce a stave technických zariadení pri stavebných prácach.

Výnos SBÚ č. 4401/87 o plánoch zdolávania závažných prevádzkových nehôd v hlbinných baniach.