



„GEOVEDY PRE KAŽDÉHO“

Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta,
Katedra fyzickej geografie a geoekológie
a spoluriešiteľské organizácie:

Gymnázium, Ul. Ladislava Sáru 1, Bratislava
Gymnázium na Hubeného ulici, Hubeného 23, Bratislava
Gymnázium Matky Alexie, Jesenského 4/A, Bratislava

ŽELEZNICA AKO JU NEPOZNÁME

ŽELEZNIČNÝMI TUNELMI SLOVENSKA

Mgr. Miroslav Kožuch, PhD.

2012

Kto by ich nepoznal. Určite sa s nimi stretol pri cestovaní vlakom. Určite si spomeniete na tmú do ktorej sa premenil slnečný deň. Naši rodičia si možná spomenú, ako počas parnej prevádzky museli neustále zatvárať okná, keď vlak vkĺzol do tunela.

Cez hory a doliny

Ako sa každý automobil pohybuje po ceste, tak sa rušeň a vozne pohybujú po železničnej trati. Tvoria ju nielen koľajnice s podvalmi, ale aj mosty, násypy, zárezy a ďalšie stavebné zariadenia. Stavba trate, ktorá má spájať dve miesta, medzi ktorými sa dá očakávať čulý dopravný ruch, si na výstavbu kladie mnoho požiadaviek. Najhlavnejším dôvodom je, že trať musí byť čo najkratšia. Jej predĺženie rôznymi zachádzkami alebo odbočkami k ďalším sídlam musí byť vyvážené primerané zväčšenie dopravného ruchu z týchto miest. Tak ako autu sa najlepšie jazdí po vodorovnej ceste, tak aj na železnici sa musí dbať, aby jej stúpanie nebolo veľké, lebo potom doprava vlakov je drahšia, zvyšuje sa spotreba pohonných hmôt, vlaky musia jazdiť kratšie a ľahšie, ak nechceme znižovať rýchlosť.

Najlepšou traťou je taká trať, ktorá je najkratšia a pritom vodorovná a priama. Stavba takejto trate je potom veľmi lacná a vlaky môžu na nej jazdiť veľkými rýchlosťami. Príroda však nie je k staviteľom tratí zhovievavá. Práve naopak. Kladie im do cesty veľké prekážky. Vieme, že rovinných území je u nás málo, väčšinou krajina býva hornatá, niekedy mierne, inokedy sa striedajú vysoké pohoria s hlbokými údoliami a je preto veľmi ťažké nájsť pruh zeme, ktorý by po menšej úprave dovoľoval pomerne rýchlu jazdu s primeranou spotrebou paliva. Často krát je treba prekonať veľké výškové rozdiely. Trať musí preto stúpať, cez prekážky je potrebné stavať dlhé mosty alebo viadukty, ale treba sa aj zavítať do skaly a preraziť horu tunelom. Jazda po takejto trati býva však pre cestujúceho veľmi zaujímavá, často úchvatná. Málo kto si pritom spomenie na technické problémy, s ktorými sa museli vyrovnávať staviteľia a cenu ktorú si stavba vyžiadala.

Skrátenie dĺžky železnice

Značného skrátenia dĺžky trate sa dosiahne tunelom, pretože vrch alebo pohorie nie je potrebné obchádzať hadovitými serpentínami alebo prekonávať veľkým stúpaním. Tunel je síce oveľa drahšia stavba ako otvorená, šira trať, ale zlepšuje dopravu tak, že sa zaplatí úsporami v dlhodobej prevádzke. Ak sa rozhodne, že na niektorom mieste sa bude stavať tunel, ako prvé sa celá okolitá krajina musí dobre zamerať, musí sa nakresliť presná mapa s výškami. Dôležité je to hlavne pri dlhých tuneloch, ktoré sa razia z oboch strán. Poznáme nielen priame tunely bez zákrut, ale existujú aj tunely zakrivené, oblúkové, ba i celé tunely špirálovité (vratné).

Počiatky stavby tunelov

Prenikanie ľudstva do podzemia je staré ako ľudstvo samo. Už v prehistorickej dobe sa ako obydlia využívali prírodné podzemné priestory – jaskyne.

Prvé väčšie podzemné diela sa ale spájajú s vodou. Vodné stavitelstvo svojou prirodzenou povahou od staroveku využíva tunelové stavby na vedenie a využitie vody v najrozmanitejším spôsobom. Vodohospodárske stavby sa zväčša prispôbujú prírodným prekážkam. Stavané boli za účelom zásobovania miest vodou zo vzdialených pohorí, ale aj pre zavlažovanie a odvodňovanie. Takéto stavby stavali Židia, Asýrčania, Gréci, ale hlavne Rimania. Neustále nebezpečenstvo vojny nútilo, aby sa vodovodné potrubia ukrývali pod zem.

Najstarším dokázateľným dielom sú pravdepodobne tunely na najstaršej časti *vodovodu mesta Jeruzalem*, pripisované do čias kráľa Šalamúna (955 až 932 p. n. l.). Príkladom toho ako človek ustupoval prírode, je tunel odvodňujúci *Fucinské jazero v Taliansku*, vybudovaný za 11 rokov (41 až 52 n. l.), dlhý 5653 m.

Najdlhším starovekým vodohospodárskym dielom je ale 33 km dlhá štôľňa na *vodovode mesta Kartágo*, vybudovaná od 125 do 205 n. l.

Najväčšou tunelovou stavbou, najstaršieho tunelového obdobia je odvodňovací systém kotliny *mesta Mexika*. Za 11 mesiacov (1607-1608) postavilo tu približne 15000 domorodcov pre španielskych dobyvateľov tunel 6,6 km dlhý, 4,2 km široký a 3,5 m vysoký. Tunel bol však nevhodne situovaný, takže mesto trpelo naďalej záplavami.

Všetky uvedené tunely majú spoločné, že ich staval veľký počet otrokov.

Rozvoj tunelového stavitelstva

Zmena spoločenských pomerov na začiatku 17. storočia dala vznik väčším tunelom v Európe. Hospodársky rozmach a rozvoj priemyslu podnietil stavbu prieplavov. Prvý prieplavový tunel

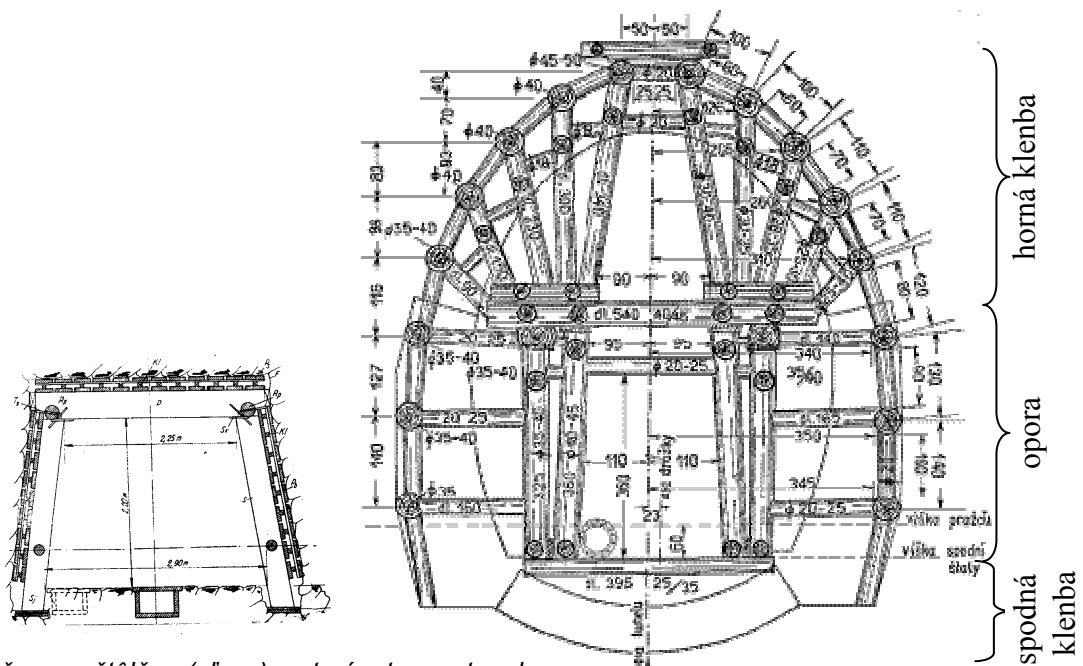
vybudovali na vodnej ceste *Canal du Midi* (1670-1684) vo Francúzsku. Tunel bol 156 m dlhý, 6,9 m široký a 8,4 m vysoký, razený v mäkkom tufe.

Prieplavové tunely sa stavali okrem Francúzska najmä na území Anglicka.

Rozvoj tunelovania podnietili aj komunikačné stavby. Hoci s dopravnými tunelmi sa stretávame už v Rímskej ríši, nemajú takú bohatú tradíciu. Preto veľký rozmach tunelovania súvisí až s rozvojom železníc. Prvý železničný tunel bol postavený v kolíske železníc, v Anglicku. Bol to tunel *Edge Hill* na trati Liverpool – Manchester z 1826 – 1830. Výstavba železníc a tým aj stavba železničných tunelov sa rýchlo rozšírila do celej Európy. Železničné tunelovanie vrcholí pri stavbe horských tunelov, predovšetkým alpských (*Fréjus (Mt. Cenis), Gotthard, Arlberg, Simplon, Lötschberg*), ktorých stavba sa začala od konca 50. rokov 19. storočia.

Čo je vlastne tunel?

V tunelovom stavitelstve sa stretávame s viacerými názvami, daných odlišnou povahou tohto technického odboru. Predovšetkým je to názov tunel a štôľňa.

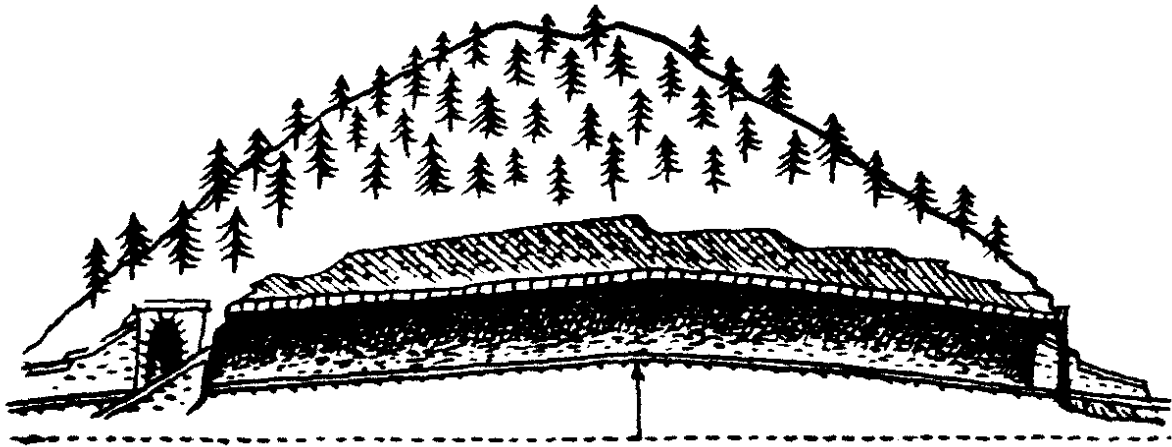


Priečny rez štôľňou (vľavo) a starým typom tunela (vpravo)

Rozdiel medzi tunelom a štôľňou je daný plochou výrubu, preto za tunel sa považuje len dielo, ktoré ho má väčší ako 16 m^2 . Tunelárska tradícia ale vychádza z technologických podmienok. Podľa nej sa za štôľňu považuje dielo, ktoré možno stavať bez lešenia a spravidla, okrem prípadov veľmi mäkkých hornín, aj bez osobitnej starostlivosti o čelo. Tunel naproti tomu vyžaduje už ťažké lešenie. Vyrúbaný priestor pri stavbe tunela sa rozdeľuje na hornú a spodnú časť. Rovnako sa rozdeľuje aj jeho dočasný a trvalý výstroj na klenbu a opory.

Z čoho je zložený tunel?

Objekt na vstupe do tunela nazývame *portálom*. Jeho stavba sa vykonáva až na záver tunelových prác, z dôvodu aby do tunela nefúkalo a aby tam pri stavbe tunela nebolo zima. Jeho funkcia je niekoľkonásobná.



Všeobecná schéma tunela. Tunel je zložený z portálov a tunelových pásov, ktoré vytvárajú tunelovú rúru.

Predovšetkým portál má ukončiť tunelovú rúru a zabrániť zosuvu horniny v smere osi. Tunelovú rúru sa totiž z hospodárnych dôvodov nevyvádza z hory von, ale je ukončená zárezom, portál je potom vlastne zárubňovým múrom v čele tohto zárezu. Z toho dôvodu musíme dbať na jeho stabilitu a musíme mu dať dostatočnú dĺžku.



Portál Čremošnianskeho tunela
foto Michal Chmulík, 1.9.2002



Portál Jarabského tunela I
foto Miroslav Kožuch, 9.7.2005

Len ak ide o veľmi pevné horniny, dá sa celý portál obmedziť len na čelo. Šírka čela portálu závisí od toho, ako obmedzíme svahy zárezu, jeho hrúbku jednak od tlaku zeminy, jednak od usporiadania odvodnenia.

Klenba tunela končí pri portáli portálovým vencom, ktorý je obvykle z čistých hladkých kvádrov alebo z kvádrov s rustikou značnej veľkosti a hmotnosti, napr. kvádre portálového venca dvojkoľajného tunela majú kubatúry 1,00 až 1,20 m³ a hmotnosť 3000 kg.

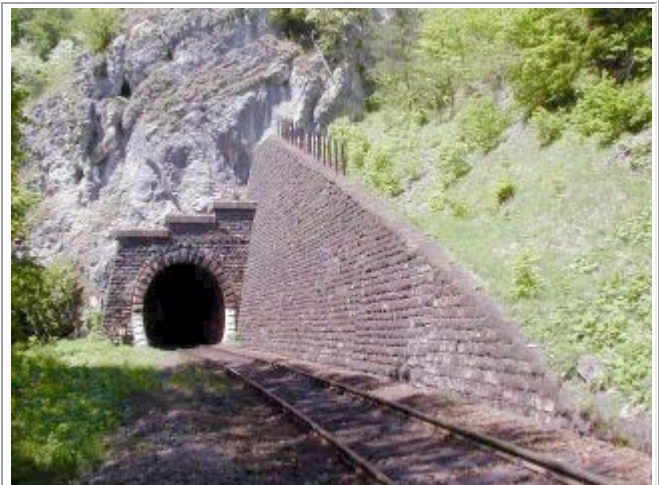


*Portálový veniec Kraľovianskeho tunela
foto Emil Schenk, 15.12.2000*

Predĺženie portálu smerom do zárezu je tvorené buď krídlami (rovnobežnými, prípadne kolmými) alebo sú boky zárezu svahované.

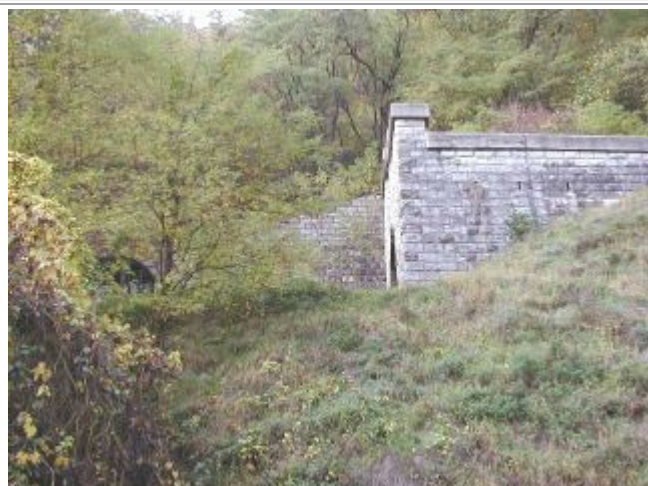


*Ravnobežné krídlo Rábkinskeho tunela s
odstupňovanou korunou
foto Miroslav Kožuch, 24.5.2003*



*Ravnobežné krídlo Túfenskeho tunela s
odstupňovanou korunou
foto Miroslav Kožuch, 24.5.2003*

Ak je zárez hlbší, pripájajú sa k rovnobežným krídlam zárubné múry. Ak ide o portál v úbočí, je niekedy potrebné predĺžiť zárubný múr zárezu (krídlo portálu) i za portál, aby sa výkopové práce nad portálom zmenšili a chránili viac priekopu nad čelom. V úbočí je niekedy portál obmedzený na jednej strane krídlom ako zárubným múrom, zatiaľ čo na druhej strane vystupuje ako nárožie, ku ktorému sa niekedy ešte pripojuje nízky prsný múrik. Tiež koruna čela portálu niekedy býva odstupňovaná.



*Prsný múrik Neresnického tunela
foto Emil Schenk, 18.10.2000*



*Prsný múrik Čachtického tunela
foto Emil Schenk, 17.3.2001*

Ako každá stavba má aj portál funkciu estetickú. Je nakoniec jedinou viditeľnou časťou celého tunela, ktorý vyžiadala toľko usilovnej práce, zdravia a niekedy aj životy staviteľov. Čím dlhší je tunel, tým viac sa jeho portál zdôrazňuje, zatiaľ čo u kratších tunelov je snaha, aby sa pohľadovo skôr strácal v území.



*Bratislavské portály Bratislavských tunelov
foto Miroslav Kožuch, 7.8.2004
vľavo starý, vpravo nový tunel*



*Lamačské portály Bratislavských tunelov
foto Miroslav Kožuch, 10.8.2004
vľavo nový, vpravo starý tunel*

Portály dlhých tunelov sú ako jediná viditeľná časť veľkého technického diela projektované a urobené s veľkou starostlivosťou. Preto bývajú zdobené letopočtami stavby, nápismi (menom tunela) a štátnym znakom.



Čremošniarsky portál Čremošniarskeho tunela
foto Miroslav Kožuch, 5.5.2006



Brestovský portál Tunela Generála M.R. Štefánika
foto Miroslav Kožuch, 30.10.2004



Pôvodná podoba portálov Bralského tunela s menom prezidenta a štátnym znakom ČSR

Po dĺžke sa tunel delí na *pásky*, ktoré sa číslujú od portálu v smere staničenia. Poloha určitého miesta v tuneli sa potom určí číslom pásu.

V stenách tunela sa po oboch stranách stavajú *bezpečnostné výklenky* vzdialené od seba približne 25 m, ktoré slúžia traťovým robotníkom pracujúcim v čase, keď tunelom prechádza vlak. Tunel sa totiž z úsporných dôvodov stavia na najmenšie rozmery, takže idúci vlak by mohol ľudí zraziť. V tme tunela prichádzajú na pomoc biele orientačné pásy na stenách, vzájomne spájajúce dva najbližšie výklenky, ktoré sa znižujú smerom k výklenkom. Pri veľkých vzdialenostiach bezpečnostných výklenkov (viac ako 80 m) by bol pozdĺžny sklon orientačných pásov nevýrazný, a preto je vhodnejšie nahradiť pásy vodorovnými orientačnými šípkami v smere najbližšieho výklenku alebo portálov tunela.

Spravidla v dlhších tuneloch ako 1 km byva bola uprostred jeden z výklenkov upravený na malú komoru, ktorá slúži ako skladište pre udržovacie hmoty zvrškové.

Galéria

Osobitným typom tunelovej stavby sú galérie, ochranné konštrukcie nad traťou na miestach, kde hrozí padanie cudzích predmetov (skál, lavín, snehu). Bývajú najčastejšie vo vysokých vrchoch.



*Vstup trate do galérie tunela Sohler
foto Emil Schenk, 29.4.2001*



*Pohľad do galérie tunela Sohler
foto Emil Schenk, 29.8.2002*

Ako sa stavia tunely?

Tunely majú podstatne väčší prierez ako štôlne. Preto sa stavajú oveľa zložitejším spôsobom ako banské štôlne. Počas historického vývoja podzemného staviteľstva vznikli rôzne tunelovacie systémy, ktoré predstavujú súhrn pravidiel pri razení, dočasnom vystrojovaní a budovaní ostenia (obmurúvania).

Voľba konkrétnej tunelovacej sústavy v určitom systéme razenia je závislá od rozpojovateľnosti horniny, stability výrubu a o možnosti nasadenia mechanizácie.

Stavba hlavných železničných tratí a tým aj tunelov na Slovensku bola ukončená v 1955, hoci v 1966 sa otvorila prevádzka ešte cez 2 železničné tunely. Nejde ale o nové tunely, pretože oba boli dokončené už v roku 1949.

No napriek ťažkým stavebným podmienkam, bolo do dnešnej doby na území Slovenska postavených 81 železničných tunelov, cez ktoré bola zahájená železničná prevádzka. Všetky tunely sa vyznačovali použitím tzv. klasických tunelovacích sústav, ktoré charakterizuje:

- ako dočasný výstroj bola zásadne používaná výdrevá,
- priečny prierez sa otváral po častiach,
- výlom sa zásadne otváral po pracovných pásoch dĺžky 6 až 8 m,
- pri návrhu ostenia je uvažované s vysokými horninovými tlakmi.

Stavba tunela sa rozdeľuje na razenie a obmurúvanie. Razenie predstavuje vylámanie dutiny v hornine a jej dočasné zabezpečenie. Stena tunela (nazývané ostenie) môže byť tvorená kamennou, tehlovou, betónovou alebo železobetónovou obmuróvkou, striekaným plášťom alebo betónom, montovaným ostentím z veľkoplošných prvkov.

Tunel sa razí alebo plným čelom naraz alebo rozčlenené. Niekedy sa začína raziť jedna alebo viac štôlní, ktorých rozširovanie sa potom nazýva plný výlom. Jedna zo štôlní sa spravidla stáva hlavnou komunikáciou aj pre razenie ostatných štôlní a preto sa razí vopred, umožňuje prieskum horniny a vytyčovanie osi. Nazýva sa *smerová štôlnia*. Jednotlivé štôlne pri razení tunela dostávajú názov podľa svojej polohy, napr. spodná štôlnia, stropná alebo bočná štôlnia. Pri plných výlomoch hovoríme o prístropí (kalote), t.j. o hornej časti tunelového profilu, ďalej o výlome opôr a výlome dna. Tunelová obmuróvka sa pri tuneloch skladá z klenby, ktorá má záver a pätky.

Tunel sa musí stavať s miernym slonom (okolo 2 ‰), aby z neho odtekala voda.

Podľa toho ako sa vytvára tunelový profil, vytvorilo sa v priebehu rokov niekoľko odlišných pracovných metód. Všetky vznikli v prvých desaťročiach 19. storočia.

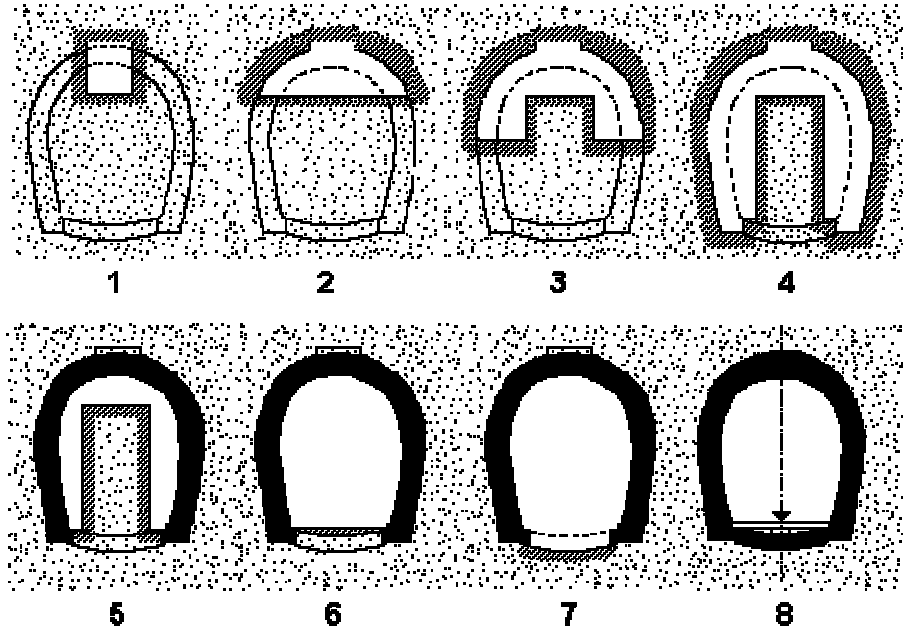
Pomenovania dostali podľa národov, ktoré si ju osvojili. Vznikali živelne, pridávaním nových a nových skúseností, získaných často s ťažkými stratami na životoch pri každej novej stavbe. V minulosti nebolo tunela, pri ktorého postavení by sa nebolo platilo okrem zlata tiež krvou.

Jadrová (nemecká) sústava

V roku 1800-1803 sa razil prieplavový tunel *pri Tronquoi*. Bol to prvý tunel budovaný v tlačivej hornine, vyše 4 m široký. Keďže chýbali skúsenosti, použili sa prvky z razenia štôlní, v priestore pre obmuróvku

sa razila jedna štôľňa za druhou a súčasne sa murovalo. Uprostred zostala nevyrúbaná časť horniny (jadro), ktorá sa odstránila až pod ochranou hotovej obmurovky, podľa nej sa nazýva jadrovou sústavou.

So začiatkom výstavby železníc v Nemecku súvisí zdokonaľovanie tejto tunelovacej sústavy. Použila sa v Sasku v roku 1837 pri stavbe tunela *pri Königsdorfea*, preto pre ňu vznikol názov nemecká sústava.



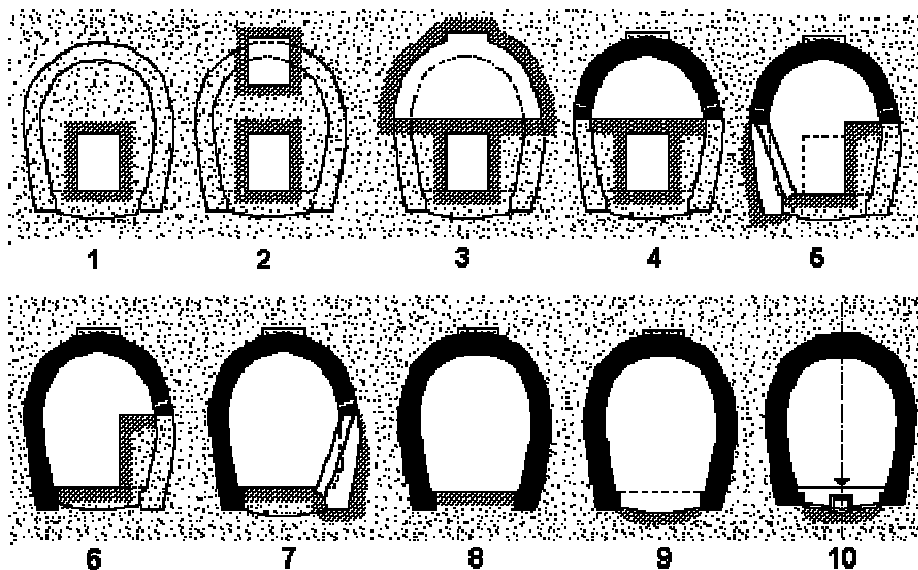
V súdržných zeminách sa razí najskôr stropná štôľňa (1), z nej je potom postupne vylámane do strán horná časť kaloty (2,3) a obe opory (4) tak, že uprostred zostane neporušené jadro horniny, ktoré sa vyberá až po vymurovaní tunelovej rúry (5) na dĺžku jedného pása. U hornín menej súdržných sa postupuje opačne, odspodu hore tak, že sa prvý pár smerových štôľní razí v základoch oboch opôr. Z týchto štôľní sa potom hornina doluje po obvode tunelového profilu až do klenby.

Belgická (podchycovacia) sústava

V roku 1828 vznikla v Belgicku pri stavbe tunela na prieplave vedúceho z *Charloroi do Bruselu* iná tunelovacia sústava. V tlačivej časti horniny otvorili ryhu, v ktorej vymurovali klenbu a potom vo výruboch túto klenbu obmurúvali. Tým bol daný základ podchycovacej sústave, ktorá sa nazýva aj belgickou sústavou.

Tento pracovný postup prešiel behom svojej doby svoj vývoj. Spravidla sa pri nej začína raziť spodná smerová štôľňa. Z nej sa prešlo zálomom do stropu - k temenu tunela, kde sa vylámal ihneď celý priestor klenby, ktorá sa hneď obmurovala. Až potom sa na jednej strane po častiach vylamoval bok v celej výške, pričom sa hotová klenba podopierala v pätké vzperami. Nakoniec sa obmurovali opory. To sa robilo najskôr na jednej a potom na druhej strane tunelového profilu.

Výhodou podchycovacej sústavy bola úspora práce a výdrevy (vylamuje sa vo voľnejšom priestore pod ochranou predtým vymurovanej klenby) a možnosť mechanizácie výlomu spodnej časti. Ďalšou výhodou je to, že klenba sa obmuruje ihneď po vylámaní kaloty, takže strop nestojí dlho na dreve. Nevýhodou je, že klenba trpí trhacími prácami pri prehĺbovaní výrubu v tvrdých horninách a pri podchytávaní v mäkkých horninách môže popukať. Pre svoje výhody a nevýhody sa táto sústava striedavo obhájala a zavrhovala.

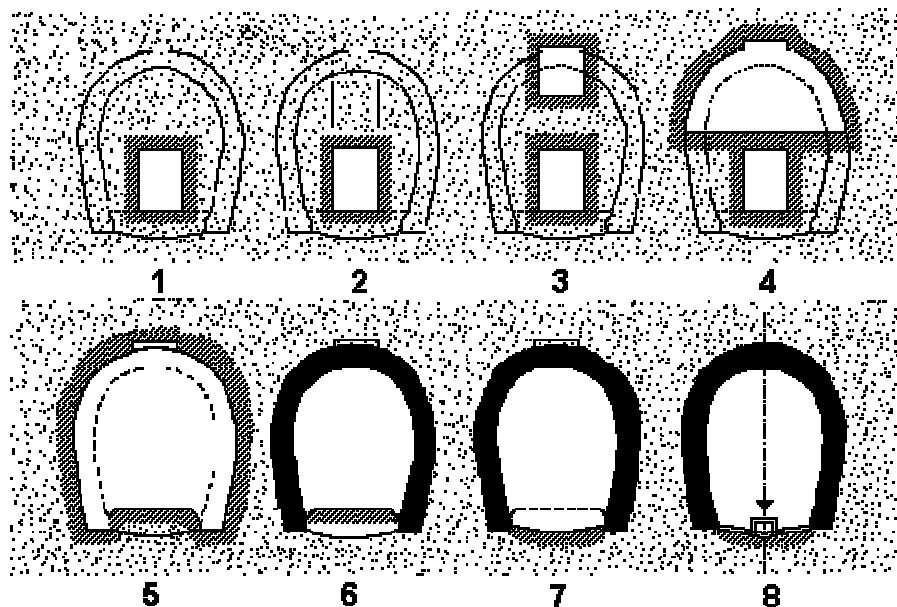


Spravidla sa začína raziť spodná štôľňa (1). Z nej sa prejde zálomom (razením šikmej štôľne v strope smerovej štôľne) nahor, (2) priamo k stropu tunela, kde sa vyláme potom celá kalota (3). V nej sa vymuruje tiež klenba (4). Až potom sa na jednej strane po častiach vylamuje bok v celej výške profilu (5), pri čom sa hotová klenba podopiera v päťke vzperami. Nakoniec sa vymurujú opory (6-8).

Na Slovensku sa stavba tunelov belgickou sústavou použila pri razení dvojkoľajného tunela pri Lupkóve (1871), časti stavby Zlatnianskeho (1908), Neresnického (1923-1924) a v niekoľkých pásoch Bujanovského a Jablonovského tunela (50-te roky 20.storočia).

Rakúska sústava

Rakúska tunelovacia sústava vznikla v roku 1837 pri stavbe 512 m dlhého tunela v Oberau (pri Drážďanoch na trati Drážďany - Lipsko, 1837-1840). V roku 1839 ju zdokonalili pri stavbe prvého rakúskeho tunela v Gumpoldkirchene na trati Viedeň - Gloggnitz. Pretože ju potom veľmi často používali práve v tejto krajine, volá sa rakúska (stará rakúska).



Stavba tunela začína razením spodnej smerovej štôľne (1), z nej sa prechádza zálomom (2) k stropu, kde sa razí horná štôľňa (3). Z nej sa rúbe do strán a do hĺbky celá kalota (4). Pracuje sa postupne po pásoch a pritom sa stále doplňuje drevená výdrevka. Keď je kalota vyrúbaná, prerazí sa stropná časť medzi hornou a spodnou štôľňou, podoprie sa horná časť výdrevy zdola stĺpmi a prejde sa k výlomu celého profilu (5). Potom sa muruje obmurovka od základov k záveru klenby (6).

Rakúska tunelovacia sústava sa použila pri výstavbe najstarších tunelov na našom území. Touto metódou bol ako prvý razený v rokoch 1844-1848 tunel pri dnešnej bratislavskej hlavnej stanici. Neskôr sa použila pri stavbe tunelov na Košicko-bohumínskej železnici (tunelov z 1871-1872 – Ťahanovskom, Margecianskom, Kraľovianskom a Strečnianskom), tunelov na trati Uhorskej severnej železnici (tunelov z 1869-1872 – Píľanskom, Krivánskom, tuneli Pitelová, Veľká Skalka, Malá Skalka, Skalica, Kečka, Bartoška, Hrenca, Sohler, Blaufuss, Turček), stavbách Oravského (1898), Handlovského (1908) a Oždianskeho tunela (1912).

Ako všetky ostatné, tak aj táto sústava bola zlepšovaná a vykonala značné zmeny. Angličania si rakúsku sústavu upravili tak, že navrhli plynulosť práce a robenie výlomu a obmurovky vždy len v jednom pásu. Vznikla tak **anglická sústava**. Pri nej sa razí najskôr spodná štôľňa, z ktorej sa prejde dostropným zárubom na temeno výrubu a potom sa postupne vyrúbe zvyšok prístropia a opôr. Paží sa zaťahovaním pozdĺžnikov, ktoré sa jedným koncom opierajú o kraj muriva predchádzajúceho pásu a druhým o priebežné stojky, postavené mimo pásu, čím sa získa dostatočné miesto pre murivo. Nevýhodou však je obtiažne zabezpečenie vysokého čela výrubu.

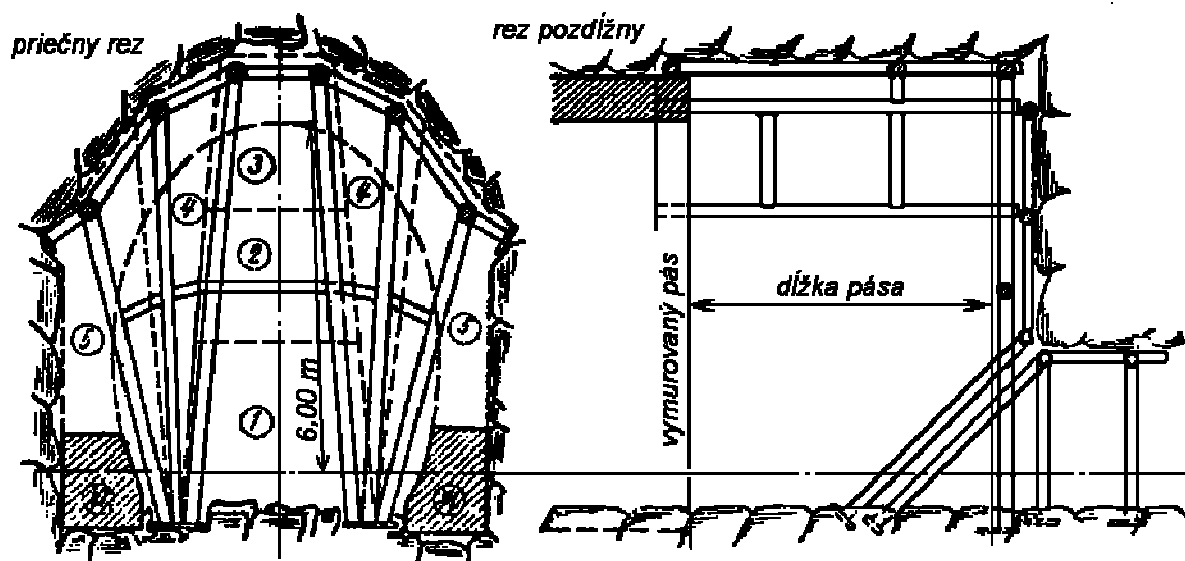


Schéma anglickej sústavy

Ak je hornina silne tlačivá, používa sa tzv. moderná rakúska tunelovacia sústava. Moderná rakúska sústava vznikla po r. 1853 pri stavbe *Krasovej železnice* v Rakúsku. Je to vlastne sústava anglická, pri ktorej bola organizácia práce upravená tak, že sa dá kedykoľvek prejsť od práce v osamelých pásoch k práci plynulej a dá sa stále viac prispôbovať meniacim sa tlakom v hornine.

Touto sústavou sa razili veľké alpské tunely, začínajúc prvým *Simplonským tunelom* (1891-1896) až po väčšiu časť *druhého Simplonského tunela* (1912-1921), takže v nej vyvrcholilo umenie tradičnej školy alpských tunelárov.

Aj u nás bola táto sústava najpoužívanejším spôsobom a použila sa pri stavbe takmer všetkých tunelov, ktoré sa budovali po prvej svetovej vojne pre zhustenie železničnej siete na Slovensku. Naši tunelári postupovali teda - aspoň pri stavbe železničných tunelov - osvedčenou cestou určenou tradíciami alpského tunelovania, a tak sa stálym opakovaním rakúskej sústavy nepripravovala cesta na zavedenie moderných sústav. Rakúska sústava má totiž najvýznamnejšie znaky klasickej tunelovacej sústavy a postupom síce bezpečným, ale ťažko prispôbitelným požiadavkám mechanizácie.

Talianska sústava

Špeciálnou a málo používanou sústavou je tzv. talianska sústava. Názov je odvodený od toho, že sa metóda použila u väčšiny tunelov v Taliansku, vo veľmi tlačivej hornine - po neúspechu belgickej a rakúskej sústavy - v železničnom tuneli *Cristina* (1867-1871) a *Gattico* (1902-1905). Má viac-menej charakter núdzového riešenia tam, kde sa v krátkych úsekoch narazilo na veľmi nepriaznivú horninu. Riadi sa okamžitými požiadavkami bezpečnosti. Užíva sa pre ňu prípady najťažšia a jej úspech závisí jedine od pohotovosti a vtipu staviteľov. "Rúbať" čo najmenší priestor a

výrub hneď definitívne zaisťovať," to je asi tak stručné heslo Talianov. Charakteristické je, že priestor sa vylamuje po veľmi malých čiastkových výruboch, ktoré sa ihneď zamurujú, a že sa používa aj provizórne murivo, ktoré sa potom zase odstráni. Použitie talianskej sústavy je teda obmedzené.

Tunely postavené nerazeným spôsobom

Špecifickými tunelmi postavenými v 30-tych rokoch 20.storočia sú tunely Hrenca II a Kremnický, ktoré neboli razené žiadnou zo spomínaných sústav. Oba tunely vznikli len zaklenutím pôvodných skalných zárezov betónom, neustále ohrozovanými padajúcimi zvetranými horninami na trať.



Portál Kremnického tunela, foto Emil Schenk, 29.4.2001



Kremnický tunel bez nadložia, foto Emil Schenk, 29.4.2001

Pamätníky obetiam stavieb tunela

Ťažkosti pri stavbe tunela sa v minulosti odrazili aj vo vysokom počte úrazov. Ťažké podmienky v podzemí a nedodržanie bezpečnostných predpisov často spôsobili aj smrť. Na našich tratiach boli na pamiatku obetiam stavby tratí a tunelov postavené pamätníky v Brestovci (stavba tunela Generála M.R.Štefánika), Sklenom (stavba tunela T.G.Masaryka) a v Dolnom Harmanci (stavba trate Banská Bystrica – Dolná Štubňa).



**Zastávka Brestovec s pamätníkom
foto Miroslav Kožuch, 30.10.2004**



**Pamätník v žst. Sklené
foto Miroslav Kožuch, 29.8.2003**

Ktoré tunely neslúžia železničnej doprave?

Na Slovensku máme niekoľko železničných tunelov, ktoré už dnes neslúžia svojmu pôvodnému účelu. Po ukončení zdvojkolajnenia Trate družby (1955), bol *starý Ťahanovský tunel* vyradený zo železničnej prevádzky. Niekoľko rokov ostal nevyužitý. Po miernej úprave ho košické podnikové riaditeľstvo Zeleniny po dohode s ČSD začalo využívať ako sklad ovocia a zeleniny.

Podobný osud stihol aj *Margeciarsky tunel* (1955). Po presmerovaní dopravy bola stará trať demontovaná a cesta cez tunel premenená na lesnú cestu. Neskôr cez tunel bola postavená prístupová cesta k rekreačnej osade na brehu Ružínskej priehrady.

Rovnaký osud ako u Ťahanovského tunela postihol aj *starý Kraloviansky tunel*. Po uvedení prevádzky cez neďaleký dvojkolajný tunel bol starý tunel opustený (1949). Najskôr si tunel na dlhší čas prenajal podnik Liptovské mliekárne a tunel slúžil ako skladisko syrov. Neskôr sa aj z tunela stal sklad zeleniny. Plynofikácia tatranských osád ukončená v 1969 sa postarala o zánik verejnej nákladnej dopravy na Tatranských elektrických železničiach. Z toho dôvodu bola zrušená vlečka do Liečebne TBC vo Vyšných Hágoch. Zanikla tak pôvodná funkcia *tunela vo Vyšných Hágoch*.

Ukončenie prác na zdvojkolajnení trate Lovinobaňa - Kriváň s následným preložením trate na súbeh s novovybudovanou druhou traťovou viedol k opusteniu *Píľanského tunela* (1985).

Pre nevyhovujúci technický stav trate Rimavská Sobota – Poltár bola v roku 2000 na trati zastavená železničná doprava. *Tunel v Ožd'aňoch* ostal opustený.

Ktoré tunely už vôbec neexistujú?

Na Slovensku sme mali aj tunely, ktoré dnes už vôbec neexistujú. Preto by sme ich hľadali márne.

Ako prvý zo železničných tunelov bol zrušený *tunel na železiarskej dráhe Hronec – Podbrezová*. Pri výstavbe železnice Podbrezová - Pohronská Polhora - Tisovec (1893 - 1895) v km 1,75 - 1,9 nebolo možné postaviť vedľa úzkorozchodnej železiarskej trate trať normálneho rozchodu. Tunel bol znesený odstrelením skaly, v ktorej ležal a na jeho mieste postavená normálnorozchodná trať.

Zdvojkolajnenie traťového úseku Lovinobaňa - Kriváň (1972-1979) si vyžiadalo odstránenie nadložia *Kriváňského tunela* a jeho nahradenie otvoreným dvojkolajným zárezom.

Ktoré železničné tunely neboli dodnes dokončené?

Zastavenie stavebných prác na železnici Slavošovce - Lubeník a Revúca - Tisovec v 1948/1949 znamenalo koniec prác aj na 3 tuneloch. Nedokončené ostali tunely Slavošovský, Koprášsky a Tunel pod Dielikom.

Ako prvý sa začal ako sklad ovocia využívať *Koprášsky tunel*. V opustenom a čiastočne zavalenom *Tuneli pod Dielikom* sa v 1993 zistila početná hibernácia netopierov. Preto bol tunel od 1997 vyhlásený za Chránený areál, ako jedno z najvýznamnejších stredoeurópskych zimovísk netopierov. *Slavošovský tunel* sa až do 2005 zanášal nánosmi zo svojho zárezu. Využitie tunela v cestovnom ruchu viedlo k jeho vyčisteniu, osadeniu informačných tabúľ s cieľom vytvorenia cyklotrasy vedúcej tunelom. Na spomienky zažiť tmu a prejsť sa cez tunel sa predsa nezabúda.

Ktorý železničný tunel pribudne najnovší na Slovensku?

V na budúci rok (2013) sa počet železničných tunelov rozšíri. Na trati medzi Novým Mestom nad Váhom a Trenčínom pribudne *Tunel pod Tureckým vrchom*.

Železničná sieť na Slovensku

Prehľad železničných tunelov na Slovensku



Tunely už pri svojej stavbe dostávali pracovné názvy ako tunel č.1, tunel č.2 atď. Zvyčajne až po otvorení trate dostávajú trvalé názvy. Odvodené sú podľa najbližších obcí, vrchov, pod ktorými prechádzajú alebo podľa politikov. Nie je výnimkou, že tunel vo svojej histórii vystriedal niekoľko názvov.

Trat' č.110 : Bratislava - Kúty
Bratislavský I, Bratislavský II
Trat' č.116 : Trnava - Kúty
Jablonický
Trat' č.121 : Nové Mesto nad Váhom - Vrbovce
Čachtický, Poriadsky, Generála Milana Rastislava Štefánika_(Pod Poľanou, Myjavský)
Trat' č.145 : Prievidza - Horná Štubňa
Handlovský, Pstruhársky, Hájnický, Pekelský, Bralský_(Tomáša Garrique Masaryka, Veľký), Štubniansky
Trat' č.153 : Zvolen - Čata
Neresnický, Pod Vlčkom
Trat' č.154 : Hronská Dúbrava - Banská Štiavnica
Banskoštiavnický (Kolpašský)
Trat' č.160 : Zvolen - Košice
Krivánsky, Píľanský, Jablonovský
Trat' č.162 : Lučenec - Utekáč
Zlatníansky
Trat' č.170 : Banská Bystrica – Diviaky - Vrútky
č. 1 - Banskobystrický (Kačický), č. 2 - Dolinský I, č. 2a - Dolinský II, č. 3 - Polkanovský I (Podkánovský I), č. 3a - Polkanovský II (Podkánovský II), č. 4 - Uľanský I (Ulmanský I), č. 4a - Uľanský II (Ulmanský II), č. 4b - Uľanský III (Ulmanský III), č. 4c - Uľanský IV (Ulmanský IV), č. 4d - Uľanský V (Ulmanský V), č. 5 - Čabraďský I, č. 5a - Čabraďský II, č. 6 - Harmanecký I, č. 7 - Harmanecký II, č. 8a - Japeňský I (Dr. Milana Hodžu), č. 8b - Japeňský II (Dr. Milana Hodžu), č. 9 - Grehelský I (Dr. Rudolfa Bechyně), č. 10 - Grehelský II, č. 11 - Kosiensky, č. 12 - Rábkyňský, č. 13 - Túfenský, č. 14 – Čremošniansky (Dr. Edvarda Beneša, Andreja Hlinku)
Trat' č.171 : Hronská Dúbrava - Diviaky
Pitelová, Veľká Skalka, Malá Skalka, Skalica, Kečka, Bartoška (Bartoš Lehotka), Hrenca I, Hrenca II, Sohler (Sohlengrund), Kremnický, Blaufuss, Turček (Horný Turček)
Trat' č.173 : Červená Skala – Margecany
Telgártsky (Kornela Stodolu, Švermovský), Hronský, Besnický, Jarabský II (Krivianský), Jarabský I, Stratenský, Hamrický, Mlynecký, Gelnický
Trat' č.174 : Jesenské – Brezno
Tisovecký
Bývalá trat' č.175 : Rimavská Sobota – Poltár
Oždiansky

Trat' č.180 : Košice - Žilina
<i>starý Ťahanovský, Ťahanovský, Margecianský (Phönix), Ružínsky, Bujanovský, Štiavnický, starý Kralovianský, Kralovianský, Strečno I, Strečno II, Strečno III (Justh)</i>
Trat' č.181 : Kralovany - Trstená
<i>Oravský (Turzovský)</i>
Trat' č.185 : Plaveč – Poprad
<i>Milavský (Hombarský), Ružbašský</i>
Trat' č.191 : Michalany – Medzilaborce - Lupkóv (PKP)
<i>Lupkovský/Lupkóvsky</i>
Trat' č.193 : Prešov – Humenné
<i>Nemcovský (Pod Petičom), Strážsky</i>
Nedostavaná trat' Slavošovce - Revúca - Tisovec
<i>Slavošovský (Pod Homôľkou), Koprášsky, Pod Dielikom</i>
Tunel na vlečke do sanatória vo Vyšných Hágoch
<i>tunel vo Vyšných Hágoch</i>
Tunel na železiarskej dráhe Hronec - Podbrezová
<i>Chvatimešský</i>

Poznámka:

Tunely označené kurzívou ležia v súčasnosti mimo železničnej trate.

Tunely v zátvorkách predstavujú staršie názvy.

Naj, naj - zo železničných tunelov na Slovensku

Prvý, dlho jediný železničný tunel na Slovensku (najstarší v Uhorsku):

- Bratislavský I dlhý 703,6 m (1848), 592,85 m (od 1902)

Posledné postavené tunely na Slovensku:

- Ružínsky a Bujanovský postavené v 1950 - 1955

Posledný dokončený železničný tunel na Slovensku:

- Ružbašský dokončený v 1966

Najkratší jednokoľajný tunel:

- Turček (37,10 m)

Najkratší dvojkolejný tunel:

- Ružínsky (130 m)

Najdlhší jednokoľajný tunel ŽSR (ČSD):

- Čremošniansky (4698,153 m), začína v ústí krasovej doliny Túfna, prechádza pod sedlom Malý Šturec a končí pred železničnou stanicou Čremošné

Najdlhší dvojkolejný tunel ŽSR (ČSD):

- Bujanovský (3410 m)

Najnižšie položený tunel:

- Strážsky (cca 160 m n.m.)

Najvyššie položený tunel:

- Besnický (v tuneli najvyšší bod normálneho rozchodu v sieti ŽSR - 957 m n.m.)

- tunel vo Vyšných Hágoch (v areáli liečebne, v súčasnosti sa nepoužíva - cca 1110 m n.m.)

Železničný tunel s najvyšším nadložím:

- Čremošniansky s maximálnym nadložím cca 345 m

Železničné tunely s minimálnym nadložím:

- Hrenca II a Kremnický, ktoré predstavujú len zaklenuté zářezy trate

Najosobitejší tunel:

- Telgártsky tunel, ktorý umožnil vytvoriť slučku (jedinú v sieti ŽSR, ČSD) potrebnú k tomu, aby trať vystúpala v tuneli pod sedlo Besník

Jediný tunel, ktorým prechádza štátna hranica:

- 416 m dlhý Lupkovský/Lupkóvsky, z ktorého 234 m leží na území SR a 182 m na území Poľska

Trať s najväčším počtom tunelov:

- trať Banská Bystrica – Diviaky s 22 tunelmi v dĺžke 12 211,22 m. Tunely tvoria viac ako 1/3 dĺžky trate, viac ako 1/4 celkového počtu železničných tunelov na Slovensku

Jediná galéria na Slovensku:

- na trati Zvolen - Kremnica - Diviaky, v úseku medzi železničnými stanicami Kremnica a Kremnické Bane, pred portálom P2 tunela Sohler, v dĺžke 47,75 m

Vetracie šachty tunelov:

Vetracie šachty boli postavené v tuneloch (zoradené podľa obdobia výstavby): Bratislavský I, Čremošniansky, Bralský, Bujanovský. Plánovali aj u ďalších tunelov, ale postavené neboli. Preto tunely Generála M.R.Štefánika a Jablonovský majú len vetraciu komoru.

Najhlbšia vetracia šachta:

Vetracia šachta Bralského tunela, postavená v 1951, kruhového profilu svetlosti 4,2 m a celkovej hĺbky 116 m

Technológie použité na razenie tunelov:

- nahradenie pušného prachu dynamitom - koniec 60. rokov 19. storočia,
- prvé použitie modifikovanej rakúskej sústavy - na stavbe Jablonického tunela,
- väčšie uplatnenie mechanizácie - prvá polovica 20. storočia,
- prvý prípad použitia elektriny v tunelárskom stavitelstve v Česko-Slovensku - stavba Bujanovského tunela,
- prvé použitie dispečerského riadenia tunelovej dopravy v Česko-Slovensku - stavba Bujanovského tunela.

Použitá literatúra:

- ANTONICKÝ, S. 1987. Svet na koľajniciach. Mladé letá. Bratislava
KLEPSATEL, F., KUSÝ, P., MAŘÍK, L. 2003. Výstavba tunelů ve skalních horninách. JAGA. Bratislava
KUBÍK, I. 1988. Podzemné stavby. Železničné tunely. Alfa. Bratislava
MAREŠ, V. 1936. Kniha o železnici. Karel Synek. Nakladatel. Praha.
MENCL, J., MENCL, V. 1962. Štoly a tunely. SVTL Bratislava. SNTL Praha
SEDLÁČEK, J. 1962. Tunelovanie. SVTL. Bratislava
SEDLÁČEK, J. 1955. Zdivo štoly a tunelů. SNTL. Praha
STREIT, J. 1945. Tunely a lidé v nich. Orbis Praha
STREIT, J. 1947. Tunely všech dob a zemědělců. Nakladatelství Karel Synek. Praha
STREIT, J. 1954. Stavíme tunely. SNDK. Praha