

Anotace :

Brno VMO, Pražská radiála, Pisárecký tunel

Autoři : Ing. Vlastimil Horák, Ing. Jiří Pechman

Firma : AMBERG Engineering Brno a.s., Ptašinského 10, 602 00 Brno

Úvod

Pisárecký tunel je prvním dokončeným raženým tunelem dálničního typu v České republice a prvním tunelem, u kterého byla plně uplatněna observační metoda ražby. Je součástí tzv. Pražské radiály, která představuje dálniční přivaděč od dálnice D1 do města s přímým napojením na areál brněnského výstaviště. Tunelová varianta s relativně velmi dlouhými hloubenými a přesypanými částmi byla vybrána jako nejšetrnější vůči svému okolí z hlediska hluku, exhalací a narušení zalesněné krajiny podél řeky Svratky. Výsledkem je tunel bez jakýchkoliv předzářezů před portály navazující na jedné straně na most přes potok Čertík a na druhé straně na most přes Svratku. Stavba byla zahájena v r. 1994, jedna tunelová roura byla uvedena do provozu v r. 1997 a druhá v r. 1998.

Základní technické údaje tunelu

Tunel má dvě roury o délkách 497 m a 510 m. Rozdílná délka tunelových rour je dána směrovým řešením a velkou šikmostí portálu v Novém Lískovci. Směrově je veden ve dvou protisměrných obloucích o relativně velmi malých poloměrech 275 m a 350 m. Podélný sklon tunelu je prakticky v celé délce konstantní a činí 5,3%. Důvodem pro komplikované výškové a směrové řešení tunelu je napojení zcela mimoběžných navazujících mostů a komunikací na obou stranách. Již při projektování tunelu musela být pro směrové a výškové řešení získána výjimka z tehdy platné ČSN. Komunikace v tunelu mají šířku mezi obrubníky 9,0 m a standardní šířku jízdních pruhů 3,50 m. Světlá výška v tunelech je 4,80 m. Ražené úseky jsou dlouhé 286 m a 296 m. Zbývající části tunelu jsou vybudovány v otevřených svahovaných stavebních jámách a následně přesypány. U pisáreckého portálu dosahuje přesypávka tunelových rour úrovně cca 7 m nad původním terénem. Obě tunelové roury jsou propojeny dvěma tunelovými spojkami, v jejichž prostorech jsou kromě únikových cest i technologické prostory s rozvodnami slaboproudu a silnoproudu. Jedna spojka je ražená, druhá spojka je vybetonována v otevřené jámě a společně s tunely přesypána.

Geologie

Z hlediska geologie byly tunely vyraženy v brněnských zvětralých granodioritech. minimální nadloží u provizorních portálů činilo cca 6-8 m, maximální nadloží pod vrcholem Strážného vrchu je cca 34 m. Spodní voda byla v horninovém masivu pouze v puklinovém systému a s výraznou návazností na atmosférické srážky. Stavební jámy pro hloubené části tunelů byly prováděny částečně v eluviích brněnského masivu, sprašových hlínách a v písčítých sedimentech bývalého koryta řeky Svratky, které byly objeveny až při vlastních výkopových pracích. Podle geologického průzkumu byly tyto vrstvy považovány za svahové deluvium granodioritu.

Tunelová obezdívka

V ražených úsecích tunelových rour je obezdívka dvouplášťová s mezilehlou deštníkovou izolací z folií PVC. Tunelová obezdívka je bez spodní klenby. Primární ostění je ze stříkaného betonu tl. max. 200 mm, svařovaných ocelových sítí a laminátových kotev. Výjimečně jsou použity v krátkých příportálových úsecích a jedné výrazné poruše skružované válcované profily. Horninový pilíř mezi tunelovými rourami je velmi štíhlý od 4,5 m u provizorních portálů po max. šířku 8,5 m. Sekundární ostění ražených částí je z prostého betonu minimální tloušťky 300 mm ve vrcholu klenby a max. tloušťky 680 mm v patách. Pouze nad výklenky SOS a nad průnikem do ražené tunelové spojky byly do bednění osazeny výztužné armokoše (plovoucí ztracené průvlaky). Za rubem vnitřní klenby jsou po obou stranách rubové patní drenáže. Tyto drenáže nejsou průběžné, ale po cca 50-ti metrech zaústěny na horní straně do vnitřního prostoru tunelu a zakryté plastovým víkem a na spodní straně vždy do nejbližší kanalizační šachty. Tím je umožněna jejich jednoduchá kontrola funkčnosti a jednoduché čištění.

Hloubené úseky jsou provedeny ze železobetonu s tloušťkou klenby min. 400 mm v záklenku a max. 975 mm v patách klenby. Klenba je vetknuta do průběžných železobetonových základových pasů šířky 2100 mm až 2700 mm. Základové pasy jsou opatřeny po osmi metrech vrubovými klouby, což umožňuje pružné chování dlouhých nedilatovaných pasů (v Pisárkách až 176 m) na proměnném

podloží (od skalního podloží u provizorního portálu přes štěrkopísčité nánosy původního koryta řeky Svratky až po sprašové hlíny u trvalého portálu). Na straně v Novém Lískovci jsou mnohem kratší hloubené úseky (50 m – 60 m) založeny stejným způsobem, základové pasy pod definitivními portály jsou z důvodu rychle klesajícího únosného podloží podepřeny ještě velkopřůměrovými pilotami typu FRANKI. Rubová izolace je ukončena vně základových pasů patními drenážemi se stejným způsobem kontroly a čištění jako v ražených tunelech. Mocnost přesypání hloubených tunelů se pohybuje od cca 2 m do 11 m.

Provádění stavby

Stavební jámy hloubených úseků byly provedeny jako svahované s jištěním pouze hřebíky na výšku až 18 m. Pouze lokálně jsou provedeny lanové kotvy s krátkými betonovými převázkami. Provizorní portály jsou jištěny dlouhými svislými mikropilotami na celou výšku stavebních jam s lanovými kotvami a ocelovými převázkami. Toto důkladné jištění portálových stěn na rozdíl od podélných svahů stavebních jam bylo zvoleno na základě průzkumem indikovaných poruch a potenciačních sesuvných ploch na obou portálech. Skutečně ověřená geologie během hloubení stavebních jam a během ražby příportálových úseků tyto předpoklady v plné míře potvrdila.

Ražba tunelů byla prováděna klasickou konvenční metodou za použití trhavin s krokem délky 1,0 m v poruchových zónách a max. 4,0 m ve zdravějších horninových polohách. Členění výrubu bylo horizontální na kalotu a spodní lávku s poměrem cca 50/50%. Výrubová plocha tunelů činila 90 až 95 m² podle technologické třídy výrubu (byly použity tři technologické třídy podle švýcarské normy SIA 192). Během ražby nedošlo k žádným mimořádným událostem a žádnému vážnějšímu zranění. Pouze rychlost ražby a max. délka záběru 4,0 m způsobovala relativně časté nadvylomy. Konvergenční a extenzometrická měření ukázala relativně vysokou stabilitu horniny – naměřené hodnoty se pohybovaly do 30 mm, v nejvýraznější poruše pak max. 85 mm. Po osazení skružených válcovaných profilů a doplnění kotev se i tyto deformace velmi rychle ustálily. Cca uprostřed délky ražby kříží tunel starší vodovodní štolu (hlavní přívaděč vírského vodovodu do města Brna), která se nachází cca 8 m pod niveletou Pisáreckého tunelu. Naměřené deformace v této štole dosáhly vlivem ražby tunelu max. hodnot do 15 mm a nepředstavovaly pro štolu ani potrubí 2xDN 600 žádné riziko. Vila, stojící na vrcholu Strážný vrch přímo nad tunelem, nebyla stavbou prakticky vůbec dotčena. Nebylo naměřeno žádné sedání, byly pouze registrovány otřesy od ražby při odstřelech, které však nezpůsobily žádné škody.

Technologické a bezpečnostní vybavení tunelu

Tunel byl na dobu své výstavby vybaven již na standardní evropské úrovni podle švýcarských normálí a prakticky odpovídá i dnešním bezpečnostním požadavkům.

Tunelové roury jsou vybaveny pouze pro jednosměrný provoz – dopravní řešení před oběma portály neumožňuje oboustranný nebo protisměrný provoz v žádné tunelové rouře. Prostory před portály umožňují pouze přejezd z jedné roury do druhé v případech kdy je provoz v tunelu uzavřen. V každém tunelu jsou čtyři skříně SOS se vzájemnou vzdáleností 120 m až 180 m s přímým telefonickým spojením do dispečinku. Tunel je vybaven měřením opacity (jasoměry), měřením koncentrace CO, liniovým požárním hlásičem, služebními telefony správy a údržby, trvalým televizním dohledem včetně prostorů před portály, proměnným dopravním značením v tunelech i na nejbližších křižovatkách pro odklonění dopravy v případě havárie nebo uzavření tunelu, signalizací nebezpečí náledí na mostech před oběma portály a proměnnou pruhovou signalizací. Větrání tunelu je přirozené podélné s přídatnými proudovými ventilátory pod stropem, ovládanými přes řídicí systém na základě měření opacity a CO, v případě požáru je možno ventilátory ovládat ručně. Ventilátory jsou reverzibilní.

V každé tunelové rouře je instalován v největší poruchové zóně měřicí profil s třístupňovými extenzometry s vyvedením měřených hodnot do centrálního tunelového dispečinku v Brně a s automatickým hlášením překročení předem definovaných varovných stavů. V ostění tunelu jsou osazeny měřičské body pro pravidelné měření konvergencí při čištění a hlavních prohlídkách tunelu. U lískoveckého portálu se nachází technologický portálový objekt – automatická podústředna pro sběr a vyhodnocování dat technologického vybavení tunelu, odkud jsou potřebné informace přenášeny do centrálního tunelového dispečinku Brněnských komunikací. Podústředna rovněž umožňuje přímé lokální řízení provozu tunelu v případě přerušování datových spojení mezi tunelem a dispečinkem. U této budovy je rovněž umístěn hydrant ve vzdálenosti cca 50 m od portálu. V tunelu a u druhého portálu nejsou žádné hydranty. Před pisáreckým portálem teče řeka Svratka s možností osazení sacího

čerpadla max. 20 m od portálu, což hasičům jako zdroj požární vody postačuje. K oběma portálům je umožněn příjezd po místních komunikacích nezávisle na provozu v tunelu.

Technické zajímavosti a údaje o provozu

Pisárecký tunel je prvním silničním, resp. dálničním tunelem v České republice, kde je v ražených částech použito ostění z prostého betonu.

Extenzometry délky 5,0 m instalované cca v polovině tunelu s max. nadložím 30 m vykazují vždy na jaře protažení o cca 3 mm a na podzim naopak zkrácení o stejnou hodnotu. Přitom velmi přesná konvergenční měření v tomtéž profilu nevykazují naprosto žádné deformace líce vnitřního ostění. Vysvětlit lze tento jev pouze objemovými změnami horninového masivu v závislosti na venkovních teplotách.

Za dobu provozu došlo v tunelu k několika dopravním nehodám, většinou v důsledku nepřiměřené rychlosti. Smrtelné zranění v tunelu nebylo ani jedno.

Nejčastější příčinou zastavení vozidla v tunelu je nedostatek paliva, k čemuž dochází téměř každý týden.

Požár v tunelu, stejně jako havárie s únikem nebezpečných látek, nebyly zaznamenány.

Je registrováno pouze výjimečné používání hlásek SOS – pouze několik případů, které se dají spočítat na prstech jedné ruky, za devět let provozu. Naprosto drtivá většina oznámení mimořádných událostí v tunelu je zprostředkována mobilními telefony a nebo je zaregistrovaná trvalým televizním dohledem dispečinku.



Obr.1 Letecké foto hotového tunelu



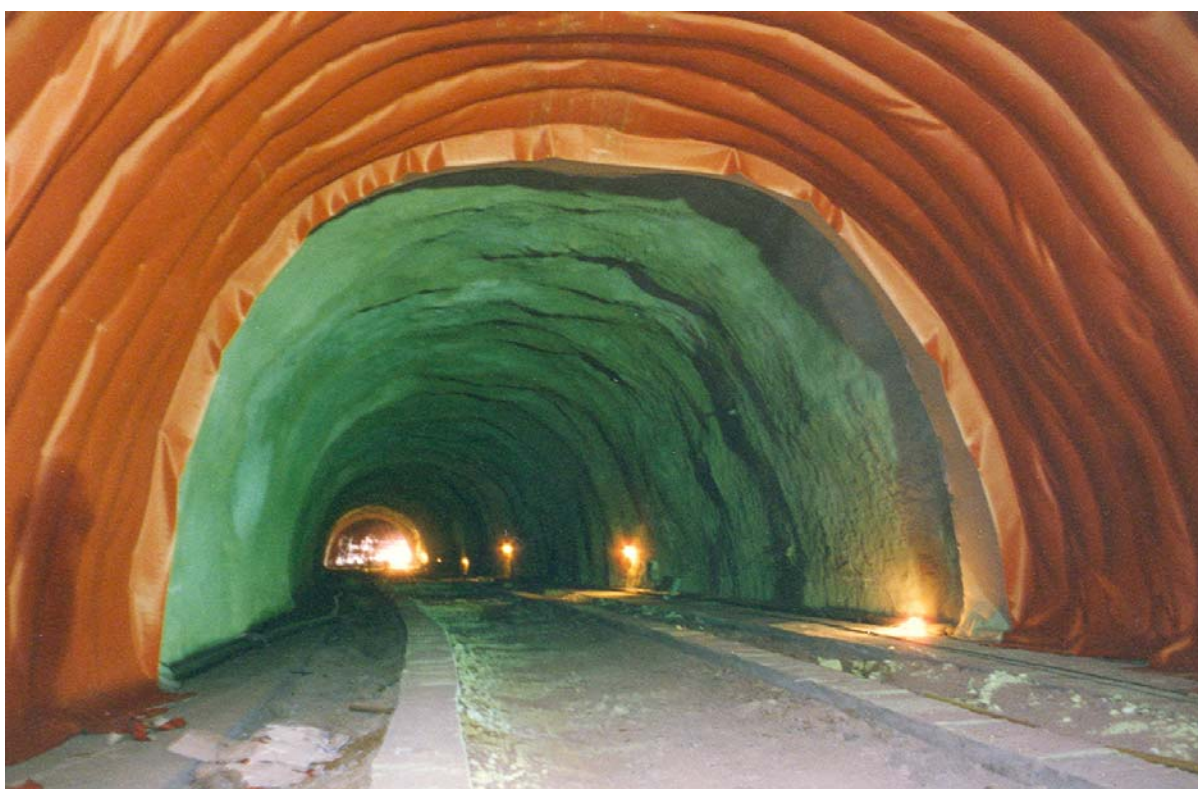
Obr.2 Portál Nový Lískovec



Obr.3 Portál Pisárky



Obr.4 Pisárecký portál před zasypáním



Obr.5 Primární ostění ze stříkaného betonu a pokládka mezilehlé izolace



Obr. 6 Ražba kaloty tunel



Obr. 7 Hotový tunel před otevřením