

Stavební konstrukce

Tunel Blanka

Bc. Eva Švecová UČO 442067

Bc. Karel Skoumal UČO 84842
2015

Brno

Stavební konstrukce - definice

- dopravní stavby a podzemní stavby (silnice, mosty, tunely, železnice),
- stavební konstrukce pozemních staveb je zaměřena na komplexní problematiku navrhování konstrukcí budov a projektování objektů pozemních staveb obytných, občanských, průmyslových a zemědělských,
- cílem je dosahování vysoké kvality konstrukčního řešení z hlediska širokého spektra kritérií udržitelnosti – především prostřednictvím uplatnění progresivních technologií, nových materiálů a energeticky a materiálově efektivních řešení.

Úvod

- Nejrozsáhlejší podzemní komplex v ČR,
- Součást pražského okruhu,
- Původní termín otevření 2011,
- Po mnoha problémech dokončení stavby podzim 2015.

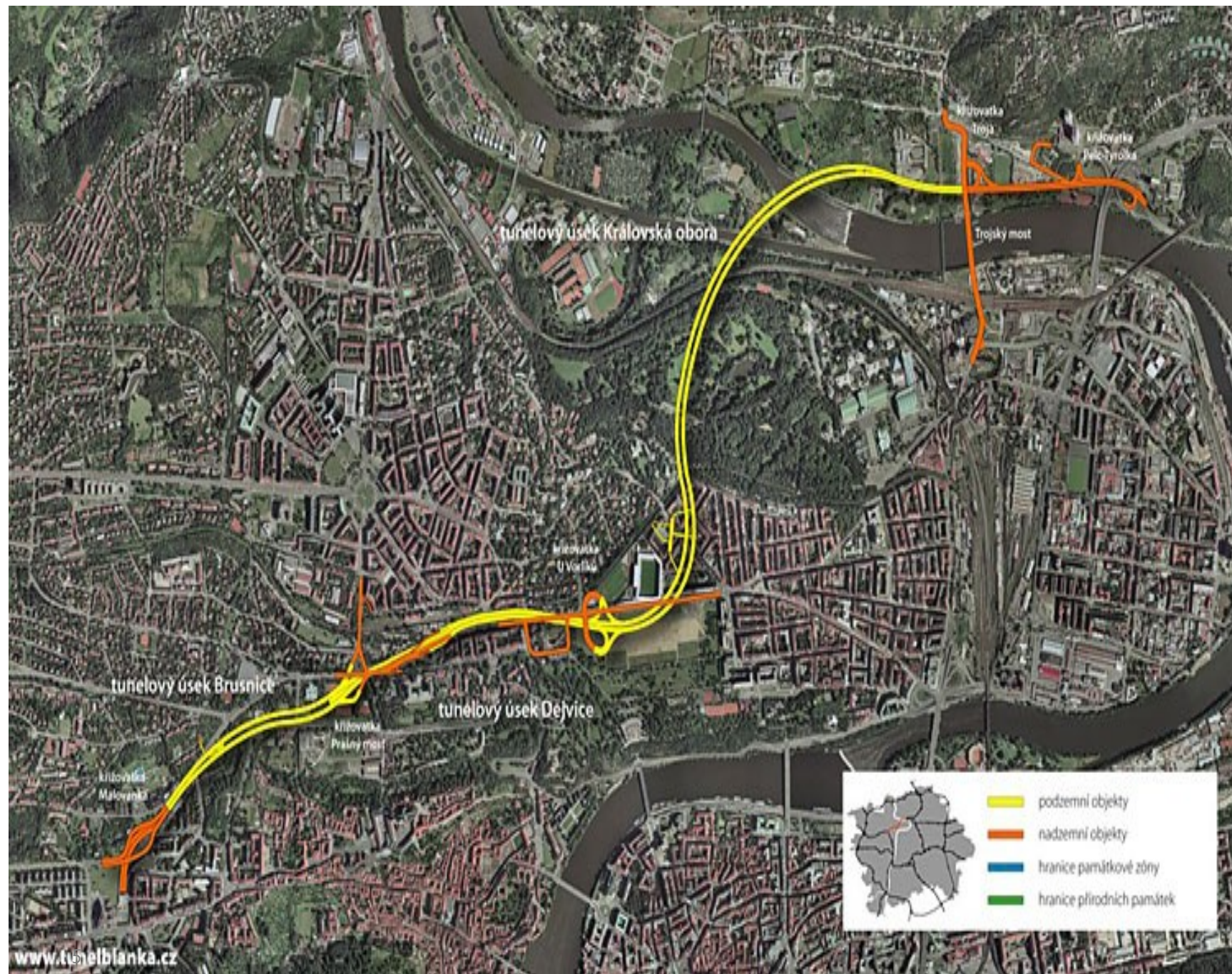


Technické parametry stavby

a) délka úseků

Tunel Brusnický	
Hloubený úsek	546,07
Ražený úsek	534,95
Hloubený úsek	323,96
Celkem	1404,98
Tunel Dejvický	
Hloubený úsek	1006,82
Celkem	1006,82
Tunel Bubenečský	
Hloubený úsek	290,69
Ražený úsek	2230,77
Hloubený úsek	568,94
Celkem	3090,40

Mapa



Technické parametry stavby

b) účastníci stavby

Investor:	Hlavní město Praha
	Odbor městského investora MHMP
Správce stavby:	Inženýring dopravních staveb, a.s.
	(pro stavby 9515, 0080 a 0079)
	VIS, a.s.
	(pro stavbu 0065)
Koordinace projektu:	SATRA, spol. s.r.o.

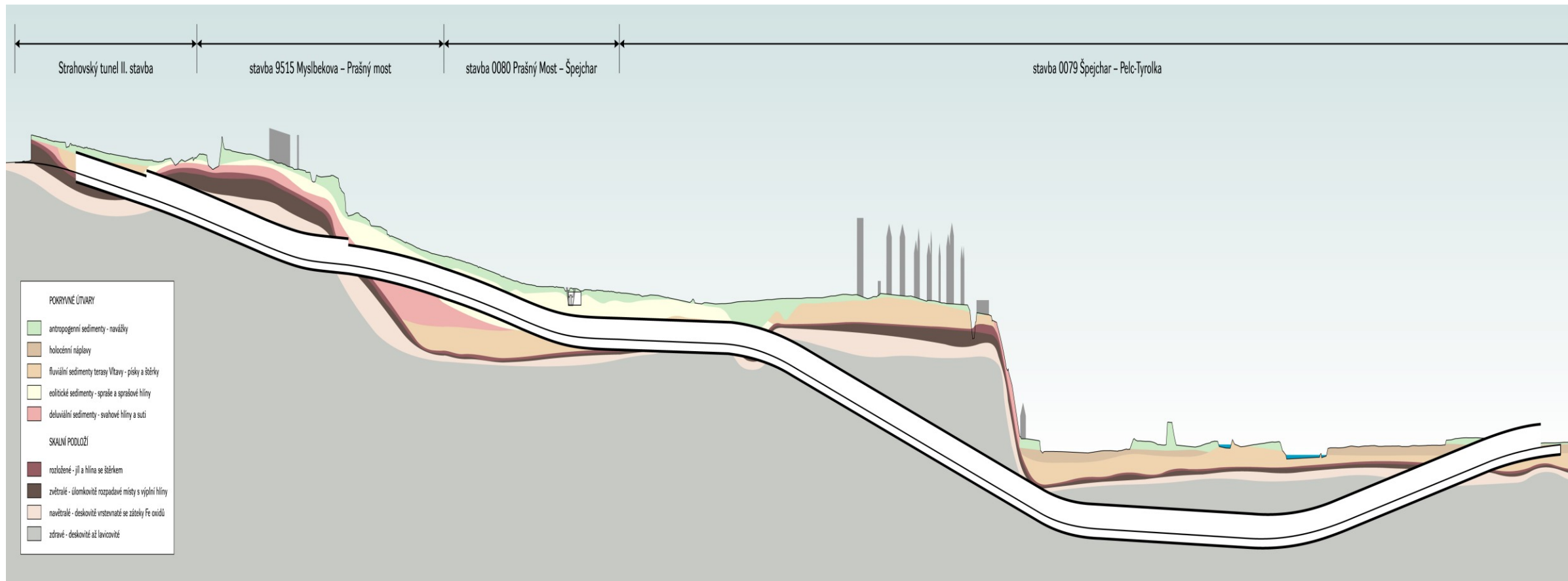
Technické parametry stavby

c) zpracovatelé projektové dokumentace

SATRA, spol. s.r.o. (stavba 0079)

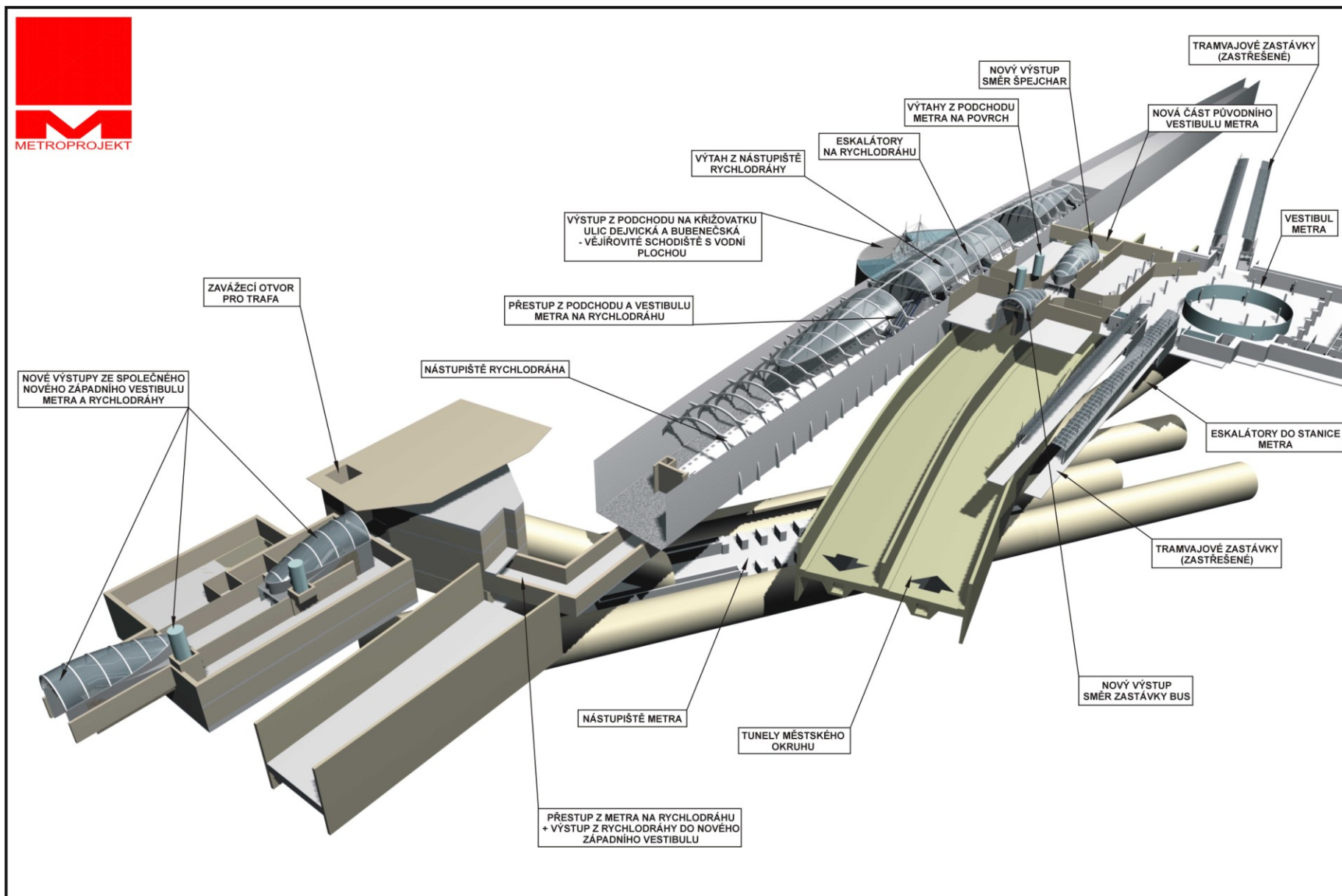
PUDIS, a.s. (stavby 0065 a 9515)

METROPROJEKT Praha a.s. (stavba 0080)



Historie projektu

- Rostoucí počet automobilů po druhé světové válce byl jednou z hlavních příčin nutnosti komplexního řešení dopravy v Praze.
- Nejen historické centrum, ale i rozrůstající se čtvrtě nebyly propojeny dostatečně kapacitní sítí hlavní komunikací.
- Dílčí problémy se postupně vyhrocovaly, a vznikly návrhy souhrnného řešení dopravy v Praze.
- Ty vyvrcholily definováním a schválením Základního komunikačního systému (ZAKOS) v polovině 70. let.
- Skládal se ze tří okruhů a jedenácti radiál. Ne vždy respektoval historické a urbanistické souvislosti města.



Důvod výstavby

- V roce 2006 připadal v Praze 1 osobní automobil na 1,6 obyvatele. Tím Praha předstihla i nejmotorizovanější evropská velkoměsta, jako jsou například Berlín, Frankfurt nad Mohanem či Kolín nad Rýnem.
- Tento prudký nárůst automobilové dopravy klade vysoké nároky na stávající uliční síť, dochází k dopravním kolapsům, snižuje se průměrná rychlost vozidel, čímž se naopak zhoršují životní podmínky ve městě.
- S ohledem na historicky založený urbanismus Prahy, geografickou stavbu terénu a především i z důvodů ekologických (exhalace, hluk apod.) je pro realizaci nových komunikací v řadě případů jediným řešením výstavba automobilových tunelů.



Opatření při výstavbě

- Nedílnou součástí výstavby každého raženého tunelu, při použití technologie NRTM v podmínkách města především, je geotechnický monitoring.
- Celkem se předpokládá provádění 26 druhů základních typů měření určených pro bezpečný postup výstavby, návazné kroky observační metody a rovněž pro zkušební provoz tunelu.
- V průběhu realizace stavby bude rovněž prováděn monitoring objektů nadzemní zástavby ve všech budovách a objektech dotčených stavbou tunelů.



Postup výstavby

- Budovaná trasa okruhu prochází urbanizovaným prostředím střední části města na hranicích historického jádra Prahy a prostorem chráněné přírodní památky Královská obora - Stromovka.
- Již počátkem 90. let minulého století, kdy probíhaly studijní práce na trasování a následně výběr varianty vedení této části okruhu (více zde) bylo jasné, že převážnou část stavby bude třeba vést v tunelech, budovaných jednak z povrchu, ale z velké části i ražených, aby výstavba a především pak provoz na vzniklé kapacitní komunikaci minimálně ovlivňovaly své okolí.
- Tak vznikl souvislý tunelový komplex Blanka.

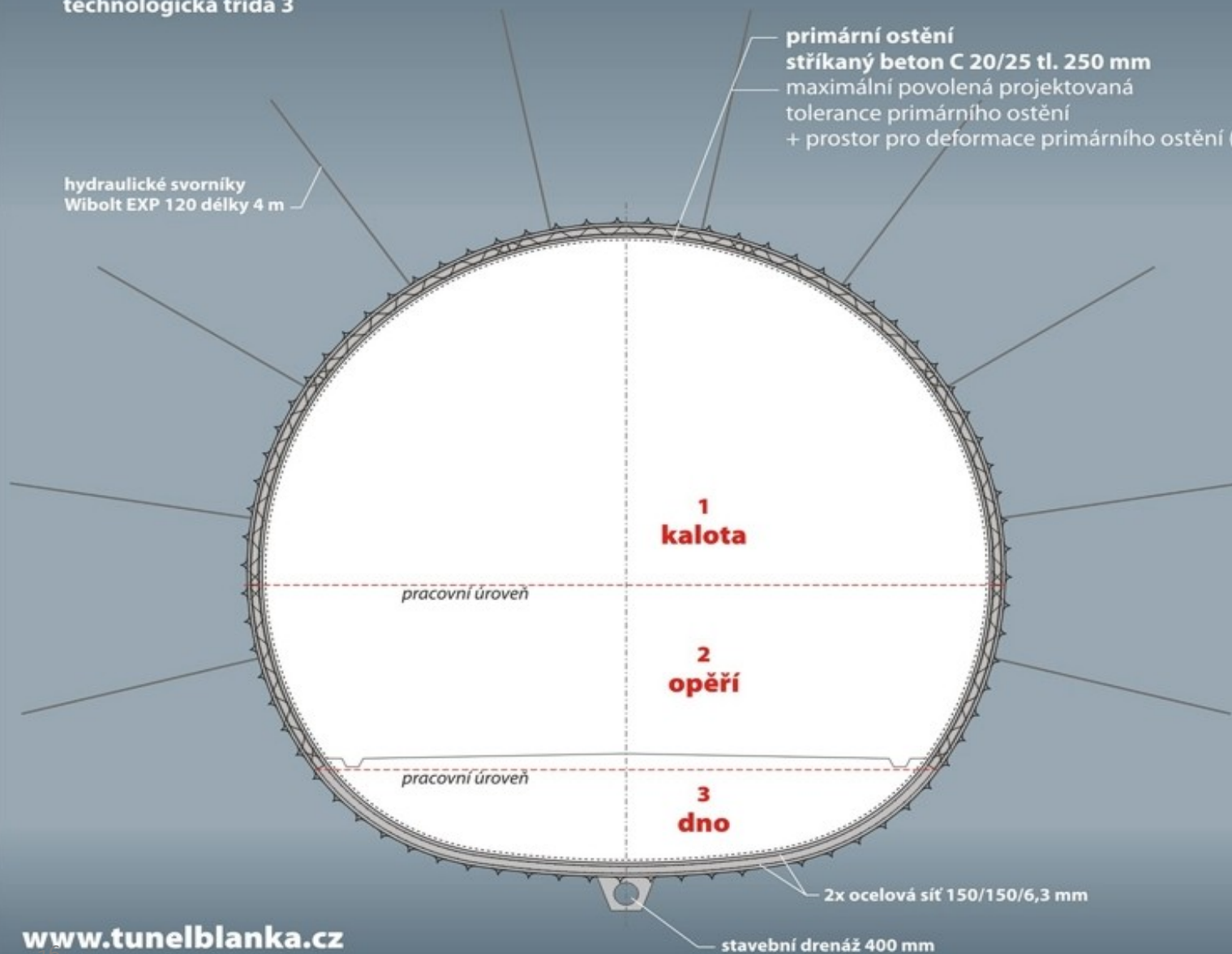
Řez tunelem

Tunel Blanka / schematický řez dvoupruhovým raženým tunelem / primární ostění

technologická třída 3

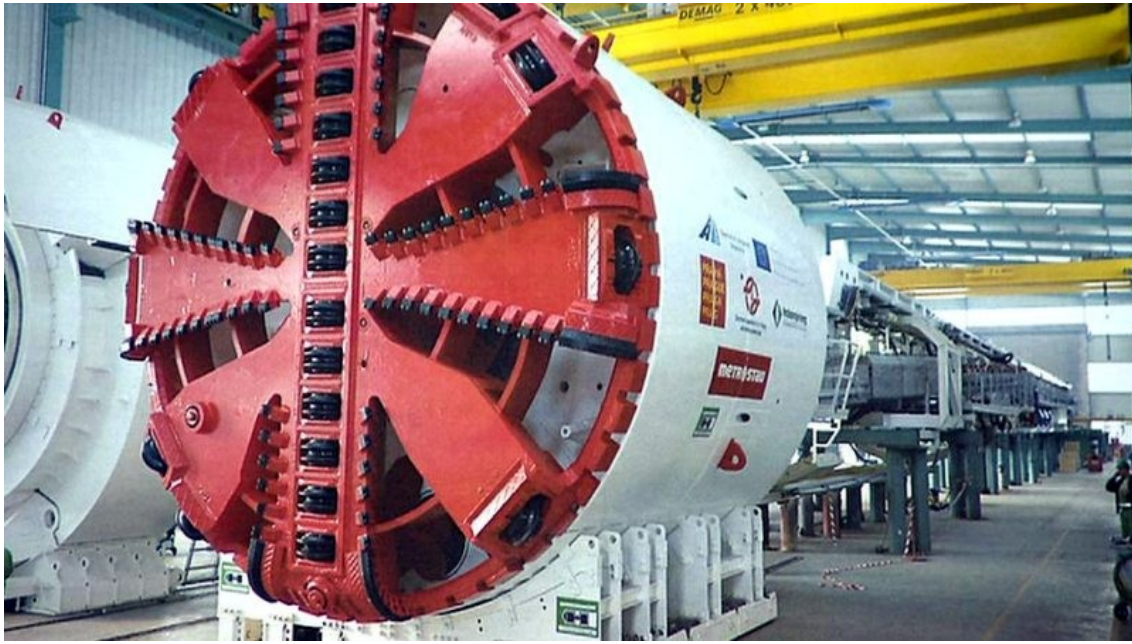
hydraulické svorníky
Wibolt EXP 120 délky 4 m

primární ostění
stříkaný beton C 20/25 tl. 250 mm
maximální povolená projektovaná
tolerance primárního ostění
+ prostor pro deformace primárního ostění (50 mm)



Technické a konstrukční řešení

- Tunelový komplex Blanka se skládá z několika těsně na sebe navazujících tunelových úseků, tvořených jak raženými, tak hloubenými tunely.
- Veškeré ražené tunely jsou navrženy jako dvouplášťové, realizované konvenčním postupem pomocí Nové rakouské tunelovací metody (NRTM).
- Ostění i mezilehlá izolace jsou uzavřené. Pro zajištění výrubu je použito primární ostění ze stříkaného betonu, vyztužené příhradovými rámy z betonářské výztuže, svařovanými ocelovými sítěmi a svorníky.



Technické a konstrukční řešení

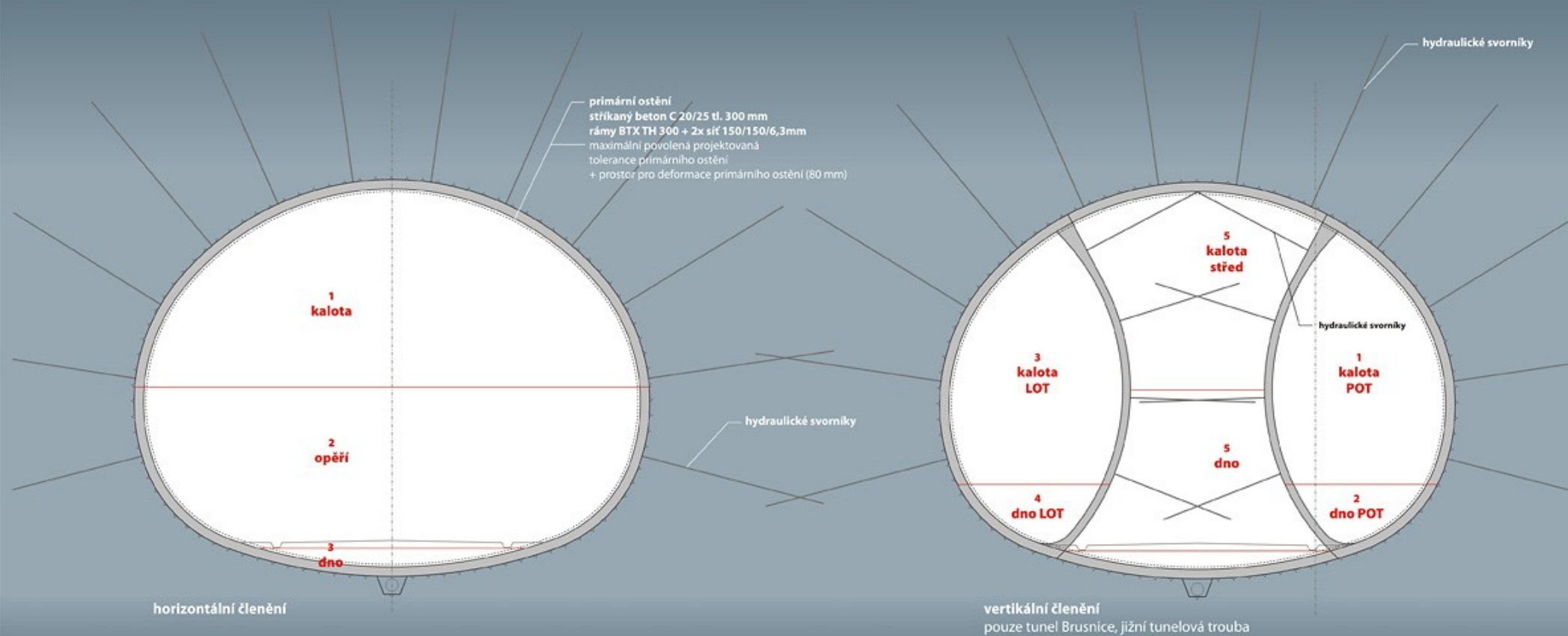
- Ražba probíhá členěným výrubem.
- Jako doplňující opatření jsou v kritických úsecích prováděny sanační injeckáže okolního prostředí, trysková injeckáž, mikropilotové deštníky, protiklenba kaloty, úprava členění pobírání a případně kombinace uvedených úprav.
- Definitivní ostění ražených tunelů je navrženo jako uzavřené železobetonové monolitické.



Ražené tunely

- Pro zajištění výrubu bylo použito primární ostění ze stříkaného betonu, vyztužené příhradovými rámy z betonářské výztuže, svařovanými ocelovými sítěmi a svorníky.
- Profil dvoupruhového tunelu je 123,7 m² a třípruhového 172,6 m².
- Pro zajištění vodotěsnosti ražených tunelů byl navržen speciální hydroizolační systém.

Tunel Blanka / schematický řez třípruhovým raženým tunelem / primární ostění



Technické a konstrukční řešení

- Dispozičně se tunel v příčném řezu skládá z dopravního prostoru nad vozovkou a pod ní umístěných prostor požárních vzduchotechnických kanálů a instalačních kanálů pro rozvod inženýrských sítí.
- Spolu s definitivním ostěním, rozděleným na spodní a horní klenbu, jsou realizovány i některé části vnitřních konstrukcí (deska a stěna nesoucí vozovku).
- Do betonu horní klenby budou použita polypropylenová vlákna sloužící jednak jako ochrana proti vzniku trhlinek od počátečního smršťování betonu, jednak jako účinný prostředek snížení vlivu požáru na ztrátu únosnosti betonového ostění.



Hloubené tunely klasické

- Jsou navrženy vždy do otevřené stavební jámy zajištěné buď kotvenými podzemními, záporovými, nebo pilotovými stěnami, případně svahováním nebo kotvenou skalní stěnou.
- Nosnou rámovou konstrukci tunelu tvoří spodní základová deska (s instalačním kanálem) se stěnami a rovným stropem, případně s horní klenbou.
- Veškeré konstrukce jsou monolitické železobetonové, rovněž s přidáním PP vláken.
- Tento typ konstrukcí je využíván v místech se složitou prostorovou dispozicí u definitivních portálů, v místech napojení na raženou část, v místech, kde jsou k tunelu do stavební jámy umístěny další objekty, jako technologická centra, podzemní garáže, nebo křižovatkové napojovací rampy.

Hloubené tunely s čelním odtěžováním

- Jsou navrženy v místech s velmi stísněnými prostorovými podmínkami a v místech s nutností minimalizace časového omezení provozu na povrchu.
- Postup výstavby spočívá ve vytvoření podzemních konstrukčních monolitických stěn z povrchu, případně ze zajištěného předvýkopu stavební jámy.
- Dále se na srovnaném povrchu dna stavební jámy vybetonuje definitivní nosná konstrukce stropu (uložená na hlavy podzemních stěn), která se po „dozrání“ zasype.

Hloubené tunely s čelním odtěžováním

- Na povrchu se tak mohou provést finální úpravy a obnovit provoz.
- Odtěžení vlastního profilu tunelu se provádí až po dokončení celého úseku ze zajištěné stavební jámy čelním odtěžováním (ražbou) klasickými tunelářskými mechanismy.
- V celé délce mají tunely tohoto uspořádání společnou střední stěnu.
- V příčném řezu je tubus tunelu tvořen spodní rozpěrnou železobetonovou deskou, podzemními stěnami tloušťky vetknutými do únosného podloží a stropní železobetonovou deskou.

Technické a konstrukční řešení

- Odtěžení vlastního profilu tunelu se provádí až po dokončení celého úseku ze zajištěné stavební jámy čelním odtěžováním (ražbou) klasickými tunelářskými mechanizmy.
- V celé délce mají tunely tohoto uspořádání společnou střední stěnu.
- V příčném řezu je tubus tunelu tvořen spodní rozpěrnou železobetonovou deskou, podzemními stěnami tloušťky vetknutými do únosného podloží a stropní železobetonovou deskou.

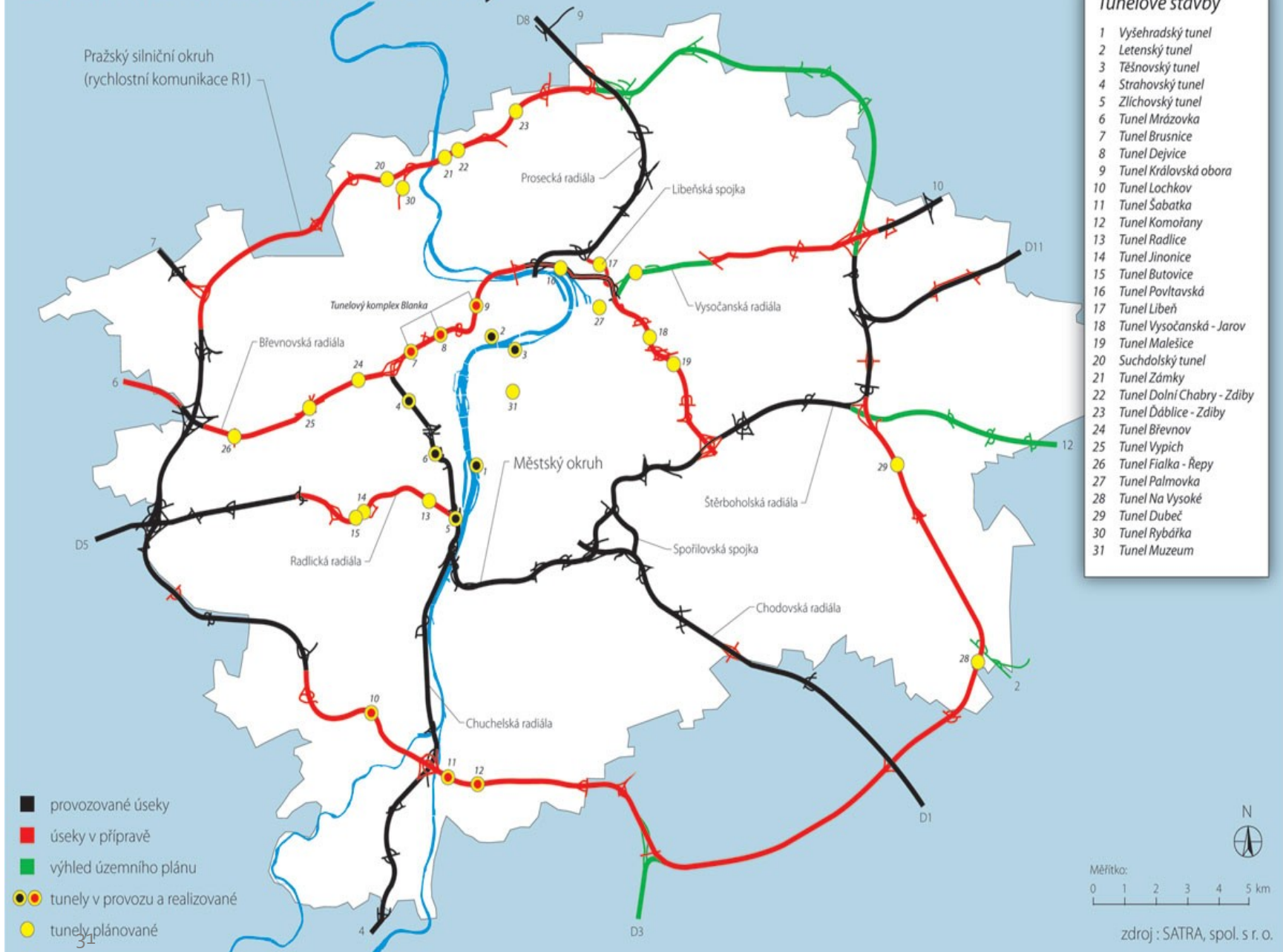


Provozní systém

- Provozní systém větrání v tunelovém komplexu Blanka využívá pístového efektu projíždějících vozidel a kombinuje principy polopříčného a podélného větrání s lokálním odvodem nebo přívodem vzduchu v jednosměrném tunelu.
- Za běžného provozu bude vzduch do tunelu přiváděn převážně vjezdovými portály v kombinaci s lokálními přívody po délce tunelu.
- Znečištěný vzduch bude nuceně odváděn čtyřmi příčně napojenými strojovny tak, aby byl v co nejvyšší možné míře omezen výnos zplodin z výjezdových portálů.

Síť hlavních komunikací

Síť hlavních komunikací hl. m. Prahy



Vliv na životní prostředí

- Stromovka od roku 1988 chráněnou přírodní památkou.
- Kritika od občanských sdružení, ekologických aktivistů a zejména Strany zelených.
- Zvýšený provoz může zhoršovat kvalitu ovzduší.
- Přesto stavba nikdy neprošla expertním posouzením podle vlivu na životní prostředí.

Bezpečnost

- SOS výklenky, které jsou vybaveny nouzovým telefonem pro spojení s dispečerem tunelu, poplachovým tlačítkem pro přivolání pomoci, tlačítkovým hlásičem požáru a přenosným hasicím přístrojem.
- Nouzové východy jsou viditelně označeny a osvětleny, jsou vybaveny dveřmi odolnými proti kouři i požáru.
- Osvětlení tunelu usnadňuje očím řidiče přivyknout si na omezenou viditelnost uvnitř tunelu. Nouzové východy a SOS výklenky jsou trvale osvětlené.
- Vzduchotechnika zajišťuje odvod zplodin a přivádí čistý vzduch. V režimu požárního větrání řízeně odvádí kouř z prostoru tunelu.
- Videodohled a videodetekce v případě nouzového volání z SOS, (například chodec v tunelu, kolona, havárie, vozidlo v protisměru nebo požár).

Bezpečnost

- Nouzové pruhy a zálivy slouží pro odstavení vozidla v případě poruchy nebo havárie.
- Rozhlasové vysílání. Dispečer tunelu může vstupovat do vysílání ČRo 1 Radiožurnál s důležitým hlášením. Frekvence je uvedena na dopravní značce před vjezdem do každého tunelu.
- Tunelový rozhlas Dispečer nebo příslušníci integrovaného záchranného systému mohou v případě likvidace mimořádné události v tunelu dávat prostřednictvím tunelového rozhlasu pokyny uživatelům.
- Mobilní telefon Předpokládá se, že tak jako ve všech ostatních pražských silničních tunelech bude i v tunelu Blanka zabezpečena funkce mobilních telefonů všech našich operátorů

Technologické vybavení

- Provozní celky technologického vybavení tunelového komplexu Blanka:
- **Strojní zařízení** (jeřábové dráhy)
- **Světelná signalizace** (značení a řízení provozu, závory, informační systém, světelné signalizační zařízení)
- **Vzduchotechnika** (hlavní větrání tunelu, větrání pomocných prostor)
- **Zařízení pro automatiku provozu** (řídící systém, měření škodlivin a rychlosti proudu vzduchu, identifikace provozních podmínek, uzavřený TV okruh, bezpečnostní zařízení, přenosy řízení do velínů)
- **Silnoproudá zařízení** (silnoproudé rozvody, uzemnění, osvětlení tunelů a pomocných prostor)
- **Slaboproudá zařízení** (anténní zařízení, elektrická požární signalizace, sdělovací zařízení, elektrická zabezpečovací signalizace, místní rozhlas)
- **Trafostanice**
- **Čerpací stanice**

Ventilace

- Odvod kouře v případě požáru je v ražených tunelech zabezpečen nuceným odvodem otvory ve stropě (cca po 80 m), napojenými uzavíratelnými klapkami na odvodní vzduchotechnický kanál pod vozovkou.
- V hloubených úsecích je kouř nuceně odváděn lokálními strojovny nebo pomocí proudových ventilátorů umístěných u portálů napojovacích ramp.
- K minimalizaci potřebných výkonů ventilátorů byly na základě jejich matematického a fyzikálního modelování, ve spolupráci s fakultou strojní ČVUT v Praze, dále navrženy stavební úpravy důležitých vzduchotechnických uzlů, například velikost, počet a tvar odsávacích otvorů.



Cena

- Původní cena za stavební práce činila 17,2 mld. Kč bez DPH. Po propadech ve Stromovce byl nařízen bezpečnější, ale i dražší postup ražby. S dalšími požadavky na rozvoj města, například na opravu Letenského náměstí, změnu projektu Trojského mostu či protipovodňová opatření, vzrostla cena stavebních prací o 4 mld. Konečná částka za stavební práce je 26,3 mld Kč. Ta obsahuje upravenou cenu stavby a DPH, které se během stavby dvakrát zvýšilo.
- Cena za Blanku činila 36,7 miliardy korun. Na první pohled je tedy téměř o šestnáct miliard dražší, než být měla. To však dnes již pražští politici odmítají.

Internetové zdroje

- <http://www.tunelblanka.cz>
- www.idnes.cz
- www.denik.cz
- www.metrostav.cz
- www.lidovky.cz
- Katedra konstrukcí pozemních staveb, Fakulta stavební , ČVUT v Praze
- Magistrát hlavního města Prahy – stavební úřad

- Děkujeme za pozornost.