

TUNELOVÝ KOMPLEX BLANKA – MIMOŘÁDNÁ STAVBA NOVÉHO STOLETÍ

THE BLANKA COMPLEX OF TUNNELS – THE EXTRAORDINARY CONSTRUCTION PROJECT OF THE NEW CENTURY

PAVEL ŠOUREK, ALEXANDR BUTOVIČ, JOSEF DVOŘÁK (†), FRANTIŠEK POLÁK, LUDVÍK ŠAJTAR

ÚVOD

Největší podzemní stavbou budovanou v současné době v České republice je tunelový komplex Blanka v Praze. Tato rozsáhlá stavba je realizována v rámci výstavby severozápadní části Městského okruhu, úsek Malovanka – Pelc-Tyrolka, jehož celková délka činí 6,382 km, délka samotné tunelové části pak dosahuje úctyhodných 5,5 km. Po svém zprovoznění doplní provozovanou jihozápadní část okruhu délky cca 17 km s tunely Zlíčovským, Mrázovkou a Strahovským.

Budovaný úsek Městského okruhu hlavního města Prahy prochází urbanizovaným prostředím střední části města na hranici historického jádra a rovněž prostorem chráněné přírodní památky Královská obora. Již počátkem 90. let minulého století, kdy probíhaly studijní práce na trasování a následně výběr varianty vedení této části okruhu, bylo jasné, že převážnou část stavby bude třeba vést v tunelech budovaných jednak z povrchu, ale z velké části i ražených, aby vliv výstavby a především pak provozu na vzniklé kapacitní komunikaci způsobil minimální zásah do svého okolí. Tak vznikl souvislý tunelový komplex Blanka zahrnující, mezi křižovatkou Malovanka u severního portálu Strahovského tunelu a křižovatkou Troja u nového trojského mostu přes Vltavu, tři tunelové úseky na sebe plynule navazující.

INTRODUCTION

The largest tunnelling project which is currently being implemented in the Czech Republic is the complex of tunnels labelled as Blanka. This extensive construction consists of the section of the north-western part of the City Circle Road project (an inner ring road) in Prague between Malovanka and Pelc Tyrolka; the total length of this section is 6,382m, with the aggregate length of mined sections reaching considerable 5.5km. The opening of Blanka to traffic will mean an addition of about 17km of the road comprising the Zlíčov, Mrázovka and Strahov tunnels to the currently operating south-western part of the Circle Road.

The section of the City Circle Road which is under construction passes through an urbanised environment in the central part of the city, on the border of the historic core, and crosses, among other areas, the area of Královská Obora (Royal Deer Park, a preserved natural monument). It was obvious as long ago as the beginning of the 1990s, when the work on the project studies was in progress and the variant of the route of this part of the Circle Road was being selected, that a major part of the route must run underground, through tunnels, both cut-and-cover and mined (a significant part) so that the influence of the construction operations and, above all, of the traffic on the capacity road which will originate was minimised. This is how the uninterrupted complex of tunnels Blanka originated. It contains three tunnelled sections smoothly



Obr. 1 Situace tunelového komplexu Blanka

Fig. 1 Plan view of the complex of Blanka tunnels

V pořadí od již provozované západní části Městského okruhu jsou to: Tunelový úsek Brusnice vede od severního portálu Strahovského tunelu ve stopě ulice Patočkovy nejdříve hloubenými tunely. Za křižovatkou s ulicí Myslbekova vstupuje trasa do raženého úseku, který končí před křižovatkou Prašný most, kde již pokračují opět tunely hloubené. Celková délka úseku je 1,4 km, z toho je 550 m ražených.

Tunelový úsek Dejvice začíná v mimoúrovňové křižovatce Prašný most a pokračuje v celé délce hloubenými tunely ve stopě třídy Milady Horákové až do prostoru budoucí mimoúrovňové křižovatky U Vorlíků. Celková délka úseku je 1 km.

Tunelový úsek Královská obora pokračuje od křižovatky U Vorlíků nejdříve krátkým hloubeným úsekem na Letné, na který navazuje ražený úsek vedoucí směrem pod zástavbu, Stromovku (Královská obora), plavební kanál, Císařský ostrov, Vltavu a potom dalším hloubeným úsekem až k trojskému portálu. Celková délka úseku je 3,09 km, z toho je 2230 m ražených.

Délka celého tunelového komplexu je 5502,20 m v severní tunelové troubě a 5489,14 m v troubě jižní. Celková délka všech ražených tunelových trub dosahuje 5,54 km, celková délka všech tunelových trub hloubených je 6,60 km. Po zprovoznění, které je předpokládáno na rok 2011, tak vznikne nejdelší tunel v České republice, který překoná všechny stávající více než dvakrát. Projektantem celého tunelového komplexu jsou SATRA, spol. s r. o., PUDIS, a. s., a METROPROJEKT, a. s., přičemž SATRA je zároveň koordinátorem celého souboru staveb tohoto úseku městského okruhu. Jako zhotovitel stavby byla vybrána a. s. Metrostav, zhotovitelem technologické části je ČKD DIZ, a. s. Celkové investiční náklady stavby byly projektem stanoveny na cca 25 mld. Kč.

SMĚROVÉ A SKLONOVÉ VEDENÍ

Trasa komunikace je v celé délce vedena jako striktně směrově rozdělená se samostatným dvou- až třípruhovým tubusem v každém směru. Výškově trasa tunelů klesá v celé délce od křižovatky Malovanka až pod Vltavu, odkud stoupá k trojskému portálu. Maximální podélný sklon dosahuje 5 %. Rozdíl nivelet mezi nejvyšším a nejnižším místem tunelu je 113,5 m. Nejmenší hodnota poloměru směrového oblouku hlavní trasy činí 330 m. Šířka jízdních pruhů v celém úseku je 3,5 m, výška průjezdného profilu 4,8 m. Návrhová rychlost je stanovena na 70 km/h.

GEOLOGICKÉ POMĚRY

Geologické podmínky celé stavby jsou poměrně složité a dosti proměnlivé. Trasa tunelů leží v tzv. pražské pánvi, dlířím sedimentačním prostoru rozsáhlého barrandienského synklinoria, v němž je skalní podloží tvořeno zvrásněným komplexem aleuropelitických břidlic, drob, pískovců a křemenců ordovického stáří. Hlavní zastoupení mají vrstvy letenských břidlic monotónního i flyšového vývoje. V případě monotónního vývoje se jedná o písčité a prachovité břidlice jemně až hrubě slídnaté a tlustě deskovitě vrstevnaté s malou odolností proti zvětvávání. V případě flyšového vývoje se jedná o písčité a drobové břidlice s vložkami



Obr. 3 Třída Milady Horákové – současný stav
Fig. 3 Milady Horákové Street – the current state



Obr. 2 Křižovatka Malovanka – současný stav
Fig. 2 Malovanka intersection – the current state

linking each other between the Malovanka intersection at the northern portal of the Strahov tunnel and the Trója intersection at the new Trója Bridge over the Vltava River. The order of the sections, viewed from the western part of the Circle Road which has already been in service, is as follows:

The Brusnice tunnel section starts at the northern portal of the Strahov tunnel and proceeds, first in the form of cut-and-cover tunnels, within the footprint of Patočkovy Street. The route enters the mined section beyond the crossing with Myslbekova Street. The mined section ends before the Prašný Bridge crossing where another section of cut-and-cover tunnels begins. The whole section is 1.4km long; of this length, mined tunnels take 550m.

The Dejvice tunnel section continues from the Prašný Bridge grade-separated intersection to the space of the future grade-separated intersection U Vorlíků. The entire length of this 1.0km long cut-and-cover tunnel structure follows the footprint of Milady Horákové Street

The Královská Obora tunnel section proceeds from the U Vorlíků intersection, first in the form of a short cut-and-cover structure in Letná. The mined tunnel section, which links to this section, leads under the existing buildings, the Stromovka Park (or Royal Deer Park), a navigable canal, Císařský island and the Vltava River; then another cut-and-cover section continues up to the Trója portal. The aggregate length of the section reaches 3.09km, of that the mined section takes 2,230m.

The length of the whole complex of tunnels reaches 5,502.14m in the case of the northern tunnel tube and 5,489.14m in the northern tube. The total length of all mined tunnel tubes amounts to 5.54km; the total length of all cut-and-cover tunnels is 6.60km. After the commissioning, which is planned for 2011, the tunnel which will originate will be the longest in the Czech Republic. It will be more than twice as long as all of the currently existing tunnels. The designer for the entire complex of tunnels is SATRA, spol. s r. o., together with PUDIS a. s. and METROPROJEKT a. s., while SATRA a. s. is, at the same time, a coordinator of the whole set of structures forming this section of the City Circle Road. Metrostav a. s. was selected as the contractor for civil works; ČKD DIZ a. s. is the contractor for the electrical and mechanical installations. The total investment cost of the project was determined by the design at about 25 billion CZK.

HORIZONTAL ALIGNMENT AND VERTICAL ALIGNMENT

The road is strictly designed as a dual carriageway throughout its length, with a separate double-lane or three-lane tube for each direction. In terms of the vertical alignment, the route of the tunnels descends throughout the length from the Malovanka intersection to the point under the Vltava River; then it ascends up to the Trója portal. The maximum longitudinal gradient reaches 5%. The difference between the tunnel bottom level at the lowest and highest points is 113.5m. The lowest value of the radius of a horizontal curve on the main route amounts to 330m. The traffic lanes are 3.5m wide throughout the length of the section; the traffic clearance height is 4.8m. The design speed is set at 70km/h.



Obr. 4 Vizualizace mimoúrovňové křižovatky Malovanka (vpravo portál Strahovského tunelu, vlevo portál tunelů komplexu Blanka)

Fig. 4 Visualisation of the Malovanka grade-separated intersection (the Strahov tunnel portal on the right side, the Blanka tunnel portal on the left side)



Obr. 5 Vizualizace prostoru křižovatky Prašný most

Fig. 5 Visualisation of the area of the Prašný most intersection

křemenců. Břidlice jsou hrubě slídnaté a tlustě deskovitě vrstevnaté. Křemence a pískovce tvoří cca 30 až 50 %. Flyšový vývoj letenského souvrství je proti zvětrání odolný a mocnost zvětrání dosahuje většinou menších hodnot okolo 3 m. Úsek v údolní nivě řeky Vltavy prochází nekvalitními jílovitoprachovitými břidlicemi a silně rozpukanými křemenci libeňského souvrství a písčítprachovitými břidlicemi souvrství dobrotivského.

Mladší geologické útvary jsou zastoupeny kvarténními pokryvy. Nejrozšířenější jsou eolické sedimenty, překryté antropogenními sedimenty jako důsledek historické stavební činnosti. Zastoupeny jsou i sedimenty fluvialní a místy i deluvialní. Co do složení převládá písčítá hlína se šterkem, tj. kameny a valouny různé velikosti a stavební suť. Mocnost kvarténních sedimentů dosahuje až 38 m, zpravidla je však do 15 m.

Podzemní voda sleduje převážně povrch skalního podloží a její hladina se pohybuje v rozmezí 8 až 20 m pod terénem. V prostoru podchodu Vltavy a přilehlých říčních teras jsou vrstvy pokryvy nasyceny v závislosti na výšce hladiny v řece.

Maximální nadloží ražených tunelů je 44 m, minimální 8 m. Nejmenší nadloží pode dnem Vltavy činí 14,5 m.

V obtížném úseku ražených tunelů pod zvodnělou říční terasou Vltavy byla v rámci podrobného geotechnického průzkumu vyražena průzkumná štola. Celková délka štoly dosáhla 2150 m, v převážné délce je štola vedena v profilu budoucí jižní tunelové trouby. Pod Vltavou a v závěrečném úseku na úpatí svahu z Letné, kde jsou zastíženy velmi komplikované geotechnické podmínky, byla průzkumná štola vyražena i v profilu budoucí severní tunelové trouby.

Jedním z největších problémů při ražbě tunelů bude zvodnělost horninového prostředí. Konečný přítok do celé průzkumné štoly se pohyboval okolo 65 l/s. Zaznamenána byla závislost mezi protékajícím množstvím vody ve Vltavě a přítokem podzemní vody do průzkumné štoly.

TECHNICKÉ A KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

Celý tunelový komplex Blanka se skládá z několika na sebe těsně navazujících tunelových úseků ražených i hloubených. S ohledem na požadavek sjednocení celé koncepce návrhu jsou veškeré tunely zaříděny do tří základních typů technického řešení – jednoho systému tunelů ražených a dvou systémů tunelů hloubených. Při návrhu technického řešení tunelů a zejména technologie ražeb se vycházelo ze zkušeností získaných při výstavbě tunelu Mrázovka, který byl budován v obdobných podmínkách s obdobnými technickými prostředky a mechanismy.

Veškeré ražené tunely jsou navrženy jako dvouplášťové, realizované pomocí technologie NRTM (Nová rakouská tunelovací metoda). Ostění i mezilehlá izolace jsou uzavřené. Primární ostění je ze stříkaného betonu C20/25, vyztuženého příhradovými rámy z betonářské výztuže, dále svařovanými ocelovými sítěmi a svorníky. Ražba bude probíhat převážně s horizontálním členěním na kalotu, opěří a spodní klenbu ve dvoupruhových tunelech a s vertikálním členěním čelby u tunelů třípruhových. Jako

Geological conditions of the entire project are relatively complicated and very variable. The route of both tunnels is found in the so-called Prague Basin, which is a component of the sedimentation space of the extensive Barrandien synclorium, where the bedrock is formed by a complex of folded aleuropelitic shales, greywacke, sandstone and quartzite of the Ordovician age. The Letná Shale strata of both the monotonous and flysh types of evolution prevail. The shales of the monotonous type of evolution are sandy or silty, finely to coarsely micaceous, displaying a sheeting structure, little weathering resistant. The flysh type of evolution produced a sheeting structure of coarsely micaceous, sandy or greywacke shales, with quartzite interlayers. The shales and quartzites make up about 30 to 50% of the rock mass. The flysh type of the Letná Member is weathering resistant; therefore the depth of the weathering is mostly rather small, about 3.0m. The route section under the Vltava River flood plain passes through poor quality clayey-silty shales and extensively jointed quartzites of the Libeň Member and sandy-silty shales of the Dobrotiv Member.

Younger geological formations are represented by the Quaternary nappe. Eolithic sediments, which are the widest spread type of ground, are covered by anthropogenic sediments as a result of historic building activities. Fluvial sediments and locally even diluvial sediments are also present. Regarding the composition, sandy loam with gravel (i.e. boulders and cobbles of various sizes and rubble) prevails. The thickness of Quaternary sediments reaches 38m, ordinarily the layer is 15m thick.

Ground water mostly follows the surface of the bedrock; the water table depth varies from 8 to 20m under the surface. The nappe layers in the space under the Vltava River and adjacent river terraces are saturated in dependence on the water surface in the river.

The maximum and minimum thickness of the cover of the mined tunnels is 44m and 8m, respectively. The smallest thickness of the cover under the Vltava River bed is 14,5 m.

An exploratory gallery was driven along the difficult section of the mined tunnels under the water-bearing terrace of the Vltava River within the framework of the detailed geotechnical investigation. The total length of the gallery amounted to 2,150m. The major part of the gallery length ran along the profile of the future southern tunnel tube. The exploratory gallery was also driven along the profile of the future northern tunnel tube under the Vltava and, in the final section, at the base of the Letná slope, where very complicated geotechnical conditions were encountered.

One of the biggest problems of the tunnel excavation will be the saturation of the rock mass with water. The final inflow into the whole exploratory gallery fluctuated about 65 l/s. The records identified the dependence of the inflow of ground water into the exploratory gallery on the flow in the Vltava River.

STRUCTURAL DESIGN AND DESIGN OF MEANS AND METHODS

The entire complex of tunnels Blanka consists of several tunnel sections, both cut-and-cover and mined, which closely link to each other. With respect to the requirement for the unification of the overall design concept, all tunnels are divided into three basic types in terms of the construction methods, i.e. one system for mined tunnels and two sys-

doplňující opatření budou v kritických úsecích prováděny sanační injektáže, mikropilotové deštníky, protiklenba kaloty, úprava členění pobírání, případně kombinace uvedených úprav. Tloušťka primárního ostění se podle technologických tříd NRTM a velikosti výrubního profilu pohybuje od 200 mm do 400 mm. Výrubní profil dvoupruhového tunelu je 119 m² a třípruhového 173 m².

Pro zajištění vodotěsnosti ražených tunelů, s ohledem na nemožnost jejich gravitačního odvodnění trvalou drenáží, byl navržen hydroizolační systém sestávající z fóliové uzavřené izolace, vnějších spárových pásů a injektážně monitorovacího systému příčné (kolmo k ose tunelu) uložených dvouplášťových hadic umožňujících několikanásobnou injektáž mezi vnější líc definitivního ostění a izolaci. Dotěšňovací injektáž pomocí předem uložených hadic je umožněna i do spárových pásů.

Definitivní ostění ražených tunelů je navrženo jako uzavřené železobetonové monolitické. Dispozičně v příčném řezu se tunel 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 klenbu (dno+boční bloky) a horní klenbu, budou realizovány i některé části vnitřních konstrukcí (deska a stěny nesoucí vozovku). Jako materiál ostění je navržen beton třídy C30/37, pro boční bloky potom beton C20/25. Tloušťka definitivního ostění je minimálně 450 mm u dvoupruhového a 500 mm u třípruhového tunelu. Jako výztuže bude využito ocelových svařovaných sítí doplněných příložkami podle výsledků statických výpočtů. Do betonu horní klenby budou použita polypropylenová vlákna (2 kg PP vláken na 1 m³ s délkou vlákna 6 mm a průměrem 0,018 mm) jako ochrana proti počátečnímu smrštování a především pak vlivu požáru na ztrátu únosnosti, resp. odstřelování betonu krycí vrstvy výztuže.

Úseky hloubených tunelů jsou podle jejich technického řešení rozděleny na tunely klasické a tunely realizované čelním odtěžováním tzv. modifikovanou milánskou metodou (MMM).

Hloubené tunely klasické jsou navrženy vždy do otevřené stavební jámy zajištěné buď podzemními, záporovými, štetovými, nebo mikropilotovými stěnami, případně svařováním nebo kotvenou skalní stěnou. Nosnou konstrukcí tunelu tvoří spodní základová deska se stěnami a stropem, nebo s horní klenbou. Tloušťka stěn a klenby je 800 mm, stropu min. 1000 mm. Konstrukce jsou převážně monolitické železobetonové z betonu třídy C30/37, méně z betonu C25/30. Výztuž je volná vázaná. Do konstrukcí stěn a stropu, případně horní klenby jsou rovněž navržena PP vlákna. Tento typ tunelových konstrukcí je využíván převážně v místech se složitou prostorovou dispozicí (portálové úseky, křižovatky, podzemní objekty). Vodotěsná izolace těchto částí je předpokládána na bázi izolačních bentonitových rohoží, vždy s doplňujícími prvky pro dotěšnění dilatačních a pracovních spár.

Hloubené tunely realizované čelním odtěžováním MMM 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 předkopu stavební jámy. Dále se na srovnaném povrchu dna této

tems for cut-and-cover tunnels. The design of means and methods for the tunnel construction, primarily those for the mined tunnels, was based on the experience obtained from the construction of the Mrázovka tunnel, which was constructed in similar conditions, using similar means and equipment.

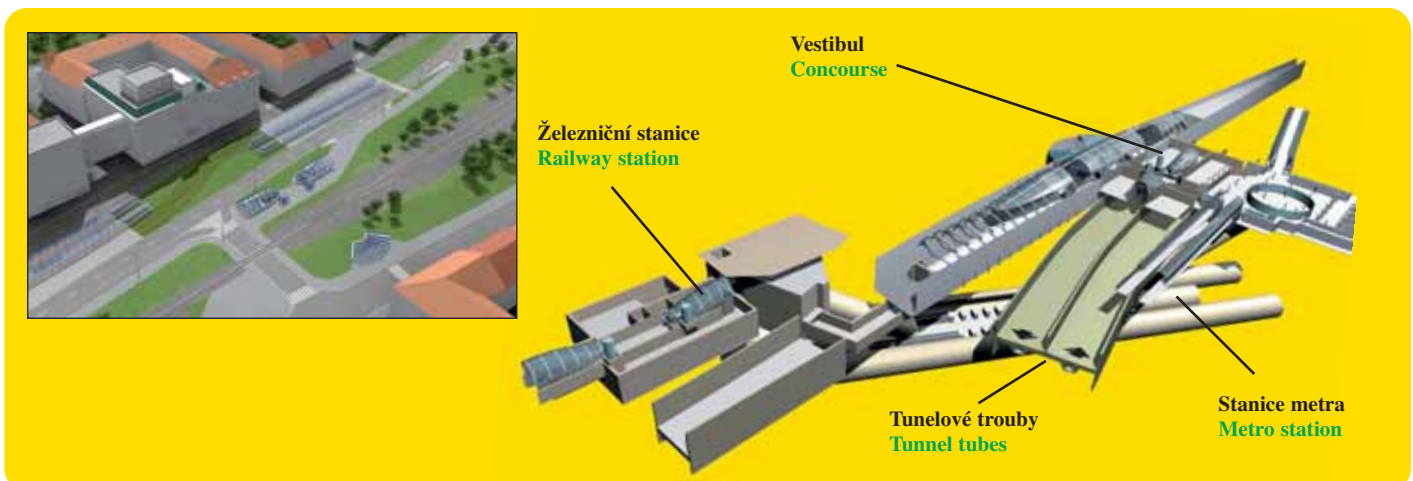
All of the mined tunnels are of the double-shell design; the NATM will be used for the excavation. A closed system of the lining and the waterproofing is required. The primary lining consists of C20/25-grade sprayed concrete, lattice girders (from concrete reinforcing bars), welded mesh and rock bolts. A horizontal excavation sequence consisting of the top heading, bench and invert will be mostly used for the double-lane tunnels, while the three-lane tunnels will be driven using a vertical sequence. Additional measures, which will be used in critical sections, will comprise improvement grouting, canopy tube pre-support, top heading invert, modifications to the excavation sequences or combinations of these measures. The thickness of the primary lining varies between 200mm and 400mm, depending on the NATM support classes and the dimensions of the excavated cross section. The excavated cross sectional areas of the double-lane tunnel and three-lane tunnel are 119 m² and 173 m² respectively.

The waterproofing system which was designed for the mined tunnels allows for the fact that gravitational evacuation of water through a permanent drainage system is impossible. It is a closed system consisting of a waterproofing membrane, waterstop strips cast at joints into the outer surface of structures and a grouting/monitoring system consisting of double-wall hoses (installed perpendicularly to the centre line of the tunnel) allowing multiple grouting between the outer surface of the final lining and the waterproofing membrane. The additional grouting through pre-installed hoses is possible even to the surface of the waterstop strips.

The cast-in-situ concrete final lining of the mined tunnels is of the closed design. The cross section of the tunnel consists of the space above the roadway, which is designed for the traffic and the space under the roadway, which houses ventilation ducts and installation ducts for utility networks. Some parts of internal structures (the slab and walls supporting the roadway structure) will be constructed concurrently with the installation of the final lining, which is divided into the invert (the bottom and side blocks) and upper vault. The lining will be cast using C30/37-grade concrete for the vaults and C20/25 for the side blocks. The minimum thickness of the final lining is 450mm for the double-lane tunnel and 500mm for the three-lane tunnel. Welded mesh with strap pieces, which will be added according to the results of structural analyses, will be used as concrete reinforcement. The concrete for the upper vault will be reinforced by polypropylene fibres (fibres 6mm long and 0.018mm in diameter; 2kg per 1 m³), which will provide protection from the initial shrinkage and, above all, from the loss of the bearing capacity or explosive spalling and the exposing of the concrete reinforcement due to a fire.

The cut-and-cover tunnel sections are divided according to the construction procedure to traditional cut-and-cover tunnels and tunnels constructed by the so-called Modified Milan Method or "cover-and-cut tunnels".

The traditional cut-and-cover tunnels will be constructed in open trenches with the sides supported either by diaphragm walls, soldier



Obr. 6 Vizualizace třídy Milady Horákové v prostoru stanice metra Hradčanská
Fig. 6 Visualisation of Milady Horákové Street in the area of Hradčanská metro station



Obr. 7 Vizualizace hloubeného tunelu na Letné s odpojovací rampou křižovatky U Vorlíků

Fig. 7 Visualisation of the cut-and-cover tunnel in Letná, with the off-ramp of the U Vorlíků intersection

jámy vybetonuje definitivní nosná konstrukce stropu (uložená na hlavy podzemních stěn), která se po zatvrdnutí opět zasype. Na povrchu se tak mohou provést finální úpravy a obnovit provoz. Odtěžení vlastního profilu tunelu se provádí až po dokončení celého úseku těchto tunelů ze zajištěné stavební jámy. V celé délce mají tunely tohoto uspořádání společnou střední stěnu pro jižní i severní tunelovou troubu a stropní deska působí jako spojitá o dvou polích. V příčném řezu je tubus tunelu tvořen spodní rozpěrnou železobetonovou deskou, podzemními stěnami tloušťky 800 mm vetknutými do únosného skalního podloží a stropní železobetonovou deskou. Stropní konstrukce a podzemní stěny jsou navrženy z betonu třídy C30/37 s přidáním PP vláken, spodní rozpěrná deska je z betonu třídy C25/30. Tloušťka stropní desky se pohybuje podle výšky záspy v rozmezí 1000–1300 mm. Ochrana tunelu proti podzemní vodě je zajištěna vodonepropustným betonem nosných konstrukcí, doplněným prvky pro těsnost dilatačních a pracovních spár včetně možnosti injektáží spár.

V celém komplexu tunelů Blanka je mnoho technicky i stavebně zajímavých řešení a náročných úseků. Ty nejzajímavější, případně nejkomplicovanější z nich jsou popsány níže:

Prvním, složitým úsekem je hned portálová část tunelu navazujícího na křižovatku Malovanka. Celý objekt hloubených tunelů se dvěma přidanými křižovatkovými rampami tvoří železobetonový monolit. Jeho součástí jsou i technologické prostory, umístěné mezi tunelové trouby. Základní problematikou návrhu této části tunelu bylo, kromě postupu výstavby ve vztahu k provozu na povrchu v ulici Patočkova, rozčlenění do dilatačních celků prostorově a dispozičně velmi komplikovaného objektu půdorysných rozměrů cca 120x100 m.

Ztížené podmínky pro návrh a výstavbu jsou dále v brusnickém úseku ražených tunelů. Části profilu třípruhových trub budou raženy ve vrstvách kvartérních pokryvů tvořených převážně eolickými sedimenty. Jako doplňující opatření jsou zde pro ražbu navrženy horizontální sloupy tryskové injektáže prováděné v předstihu nad horní klenbou tunelu.

Do rozsáhlé otevřené stavební jámy v křižovatce Prašný most jsou společně umístěny i křižovatkové rampy, technologické centrum a podzemní garáže se 463 stánkami. Především koordinace činností na jednotlivých částech objektu spolu se zachováním povrchové dopravy, včetně tramvají a umožnění přístupu do navazujících tunelů ražených, představuje velmi náročný úkol a přináší speciální požadavky na železobetonové konstrukce objektu.

Dalším náročným úsekem je průchod hloubených tunelů dejvického tunelového úseku mezi vestibulem stanice metra Hradčanská a kolejištěm nádraží ČD Praha-Dejvice. Pro výstavbu hloubených tunelů systémem MMM bude severní část vestibulu ubourána a po jejich realizaci opět obnovena, spolu s výstavbou nového podchodu pod dráhou ČD do ulice Dejvická.

Problematika koordinace výstavby s provozem je rovněž v úseku celé délky hloubených tunelů úseku Dejvice. Trasa je umístěna převážně v prostoru třídy Milady Horákové, která je v podstatě jedinou propojovací trasou mezi východní a západní částí města v celém jeho severním segmentu. Pro zkrácení



Obr. 8 Vizualizace mimoúrovňové křižovatky U Vorlíků na Letenské pláni

Fig. 8 Visualisation of the U Vorlíků grade-separated intersection in Letná Plain

beam and lagging walls or micropile walls or, as the case may be, with sloped sides or anchored side rock walls. The tunnel structure consists of a bottom slab with walls and a roof deck or an upper vault. The walls and vault are 800mm thick, while the roof deck is 1,000mm thick as the minimum. The cast-in-situ structures are mostly made of C30/37-grade reinforced concrete; the C25/20-grade concrete is used to a smaller extent. The tie-up reinforcement is applied. Polypropylene fibres are also designed for the reinforcement of the walls and roof slabs, or even for upper vaults if necessary. This type of tunnel structures is used mainly for the locations where the spatial arrangement is complex (portal sections, intersections, underground structures). The waterproofing of those parts is expected to be based on bentonite mats with additional components allowing the sealing of expansion joints and construction joints.

The cover-and-cut tunnels (built using the MMM method) are designed for the locations where the construction space is constrained or where the time permitted for surface traffic restrictions has to be minimised. The construction process comprises the construction of diaphragm walls either from the surface or from the bottom of a pre-excavated portion of the construction trench. The next step is the casting of the final concrete roof deck on the levelled bottom of the construction trench (resting on the heads of the diaphragm walls). When the concrete hardening is finished, the roof deck is backfilled. Then it is possible to carry out the surface finishing and resume the traffic. The ground found under the roof deck is excavated subsequently, from a box excavation, when the entire length of the particular sections of the tunnel structures have been completed. The tunnels have a central wall common for the southern and western tube throughout their length; the roof deck acts as a two-span continuous slab. In terms of the cross section, the tunnel tube consists of the bottom slab acting as a bracing element, 800mm – thick diaphragm walls keyed into the competent bedrock and the reinforced concrete roof deck. The C30/37-grade PP fibre reinforced concrete is designed for the roof deck and diaphragm walls; the bottom slab, which braces the walls against each other, will be from C25/30-grade concrete. The thickness of the roof deck varies between 1,000mm and 1,300mm, depending on the height of the backfill. The tunnel protection against ground water is provided by the water resistant concrete which is used for the load-bearing structures, with elements allowing the sealing of expansion joints and construction joints, including the possibility of grouting into the joints.

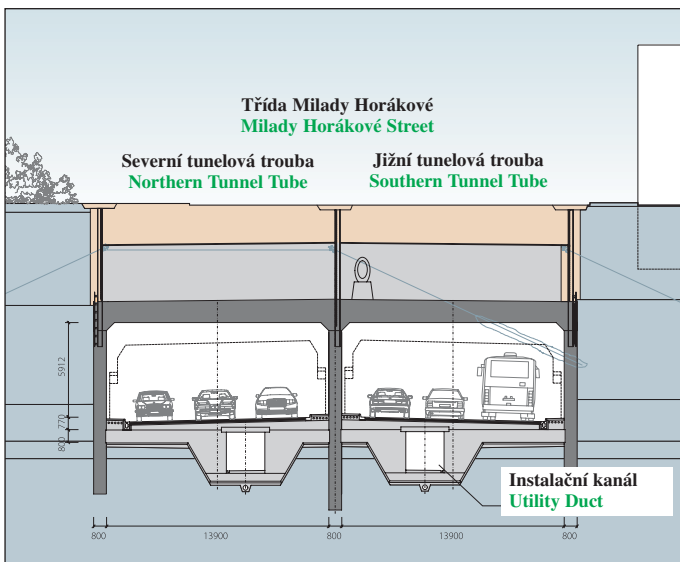
There are many interesting solutions to the structure and the means and methods and many difficult sections within the entire complex of tunnels Blanka. The most interesting or the most difficult of them are described below:

The first difficult section is just the initial, portal section linking to the Malovanka intersection. The whole structure of the cut-and-cover tunnels with two intersection ramps which are added to the tunnel structure is a cast-in-situ reinforced concrete framing. Rooms for technical services, which are located between the tunnel tubes, are parts of the structure. Apart from the problem of harmonisation of the construction activities with the surface traffic in Patočkova Street, the basic problem of the design for this part of the tunnel was the division of the structure with the ground plan dimensions of 120x100m, which is very complicated in terms of its layout and spatial arrangement, into expansion blocks.

povrchových záborů bylo využito technologie hloubených tunelů MMM s čelním odtěžováním pod ochranou trvalých nosných konstrukcí stropů a stěn. Z prostorových důvodů však je nutné rozčlenit výstavbu nosných konstrukcí (podzemní stěny+strop) některých tunelových dilatací i v podélném směru a ještě více tak zmenšit plochy dočasných záborů. To vede ke komplikovaným detailům napojování výztuže stropní konstrukce nad střední stěnou v místě největšího ohybového momentu. Velká prostorová stísněnost vyvolává i potřebu velmi redukovaných způsobů zajištění předvýkopu pro betonáž stropu tunelu, kde konstrukce zajištění jámy těsně navazuje na podzemní stěny. Ve skutečnosti se záporu zajišťující předvýkop navrtávají těsně před výstavbou podzemních stěn v prostoru vnější vodící zídky. Výjimečné je v tomto úseku i nadloží nad stropní konstrukcí dosahující cca 7 m. Z důvodů uložení kanalizačního sběrače na strop (vede šikmo přes tunely) zde nebylo možné využít klenbových konstrukcí zastropení, a tak vodorovná stropní deska přenáší celou výšku nadloží. Proto byla část zpětného zásyvu nahrazena vrstvou lehčeného betonu s objemovou hmotností do 600 kg/m³.

Dalším významným prvkem tunelového komplexu je portálová část hloubených tunelů na Letné. Do otevřené stavební jámy s hloubkou až 25 m jsou kromě podzemní křižovatky, vlastních tunelových trub a podzemního technologického centra umístěny podzemní garáže s 863 parkovacími místy. Výstavba a technické řešení podzemního objektu o sedmi podlažích budou podřízeny potřebě přístupu k raženým tunelům pod Stromovkou. Samostatným problémem této části je zastropení čtyř rozpletových úseků, kde se průběžný třípruhový, resp. dvoupruhový tunel rozšiřuje o dvoupruhové odpojovací, resp. připojovací rampy mimoúrovňové křižovatky U Vorlíků. Největší rozpětí, které musí stropní konstrukce překonat, dosahuje 26,4 m. Výška zemního zásyvu nad stropní konstrukcí se pohybuje okolo 6–8 m. Na přenos vznikajících extrémních ohybových momentů bylo proto navrženo zastropení s využitím dodatečně předpjaté monolitické deskové konstrukce.

Ve stavební jámě na Letné začínají ražené tunely (úsek Královská obora) vedoucí od portálu u stadionu AC Sparta a končící přibližně u Trojského jezu na druhém břehu Vltavy. Větší komplikace při výstavbě těchto ražených tunelů se očekávají v úseku o délce cca 160 m od úpatí svahu z Letné do Stromovky, v blízkosti historické budovy Šlechtovy restaurace. Obě tunelové trouby zde procházejí místem s nejnižším nadložím na rozhraní vrstev nekvalitních libeňských břidlic a řevnických křemenců. Nejmenší výška skalního nadloží zde činí cca 1,5 m. Nad tímto nadložím se nacházejí saturované štěrkopísky s mocností cca 11 m, proto bude v tomto úseku provedena z průzkumné štolky trysková a tlaková horninová injektáž pomocí systému radiálních vějířů. Výsledkem prováděných injektáží bude cca 1,0 – 1,5 m silná „betonová vrstva“ napomáhající bezpečnému průchodu ražeb



Obr. 9 Příčný řez hloubenými tunely s čelním odtěžováním (MMM)

Fig. 9 A cross section through cover-and-cut tunnels

Worsened conditions for the design and construction are further in the Brusnice section of the mined tunnels. Parts of the three-lane tunnel profile will be driven through layers of Quaternary nappe consisting mainly of Eolithic sediments. The additional measure which was designed for the excavation in this section comprises horizontal jet grouting columns; the columns will be installed in advance of the tunnel heading, above the upper vault.

The extensive open trench at the Prahný Most intersection will contain, in addition to the tunnels, the intersection ramps, a technical services centre and a below-grade car park with 463 parking spaces. The coordination of the activities on the individual parts of the structure, which has to deal with the necessity to maintain the surface traffic including the tram traffic running and allow the access to the adjacent mined tunnels, is a very difficult task; it carries with it special requirements for the reinforced concrete structures of this object.

Another demanding section is the passage of the cut-and-cover tunnels within the Dejvice tunnel section between the concourse of Hradčanská metro station and the Praha-Dejvice station yard (Czech Railways). The northern part of the concourse structure will be demolished so that the cover-and-cut tunnels can be built; when the tunnels are completed the concourse will be renewed (concurrently with the construction of a pedestrian subway to Dejvická Street, which will pass under Czech Railways' line).

The coordination of the construction with the surface traffic is a problem also throughout the length of the cover-and-cut tunnels of the Dejvice section. The route is located mostly within the footprint of Milady Horákové Street, which is practically the only route in the northern segment of the city linking the eastern and western parts of the city. The cover-and-cut technique was chosen with the aim of reducing the plan area of the temporary works. It is, however, necessary for the reason of the site space to divide the construction of the structural parts (diaphragm walls + roof deck) of some expansion blocks even longitudinally, thus to further reduce the plan areas of the temporary works. As a result, the reinforcement of the concrete roof deck must be spliced above the central wall, with complicated details of the splicing in the area of the biggest bending moment. The fact that the space available is highly constrained means that the means of supporting the pre-excavated pit for the casting of the tunnel roof deck must also be restrained in terms of space. The supporting structure is directly connected with the diaphragm walls. In fact, the holes for the soldier beams supporting the pre-excavated pit sides will be drilled just before the construction of the diaphragm walls, within the footprint of the outer guide wall (Note: The guide walls are provided at the surface level). The tunnel overburden in this section with its height of about 7m over the roof deck is also exceptional. Because of the fact that a trunk sewer passes above the tunnels (at an angle) in this section, it was not possible to use vaulted roof structures; a horizontal roof slab carries the entire height of the overburden. For that reason, part of the backfill was replaced by a layer of lightweight concrete with the specific weight up to 600 kg/m³.

Another important element of the complex of tunnels is the portal part of the cut-and-cover tunnels in Letná. The box excavation, which will be up to 25m deep, will contain, apart from the underground intersection, the tunnel tubes themselves and an underground technical services centre, and also an underground car park with 863 parking spaces. The means and methods of construction of this seven-floor underground structure will be modified to make the access to the mined tunnels under Stromovka Park possible. A separate problem is the roofing of four trouser-leg sections, where double-lane on-ramps and off-ramps of the U Vorlíků grade-separated intersection join the three-lane tunnel and double lane tunnel respectively. The largest span to be overcome by the roof deck structure reaches 26.4m. The height of the earth backfill over the roof deck varies from 6 to 8m. With respect to the above conditions, a post-tensioned cast-in-situ concrete slab capable of carrying the calculated extreme bending moments was designed for the roofing.

The box excavation in Letná is the place where mined tunnels start (the Královská Obora section), leading from the portal near the AC Sparta football stadium and ending near the Trója Weir, on the opposite bank of the Vltava River. More problems during the construction of these mined tunnels are expected to be encountered in the about 160m long section starting at the base of the slope descending from Letná to Stromovka Park, in the vicinity of a historic building, the Šlechta's restaurant. In this location, both tunnel tubes pass under the lowest cover, which is found at the interface between the poor quality

a oddělující saturované sedimenty od výrubu. Samotná ražba bude v těchto místech prováděna pod ochranou mikropilotových dešťníků, s horizontálním členěním výrubu a dočasnou spodní protiklenbou.

Významný je i podchod řeky Vltavy raženými tunely. V Praze jde v pořadí již o čtvrtou tunelovou trasu (metro A, B a C) vyraženu pod korytem řeky. V tomto případě však bude dosaženo největšího výrubního profilu (cca 120 m²), při minimálním nadloží podle dnem Vltavy 14,5 m.

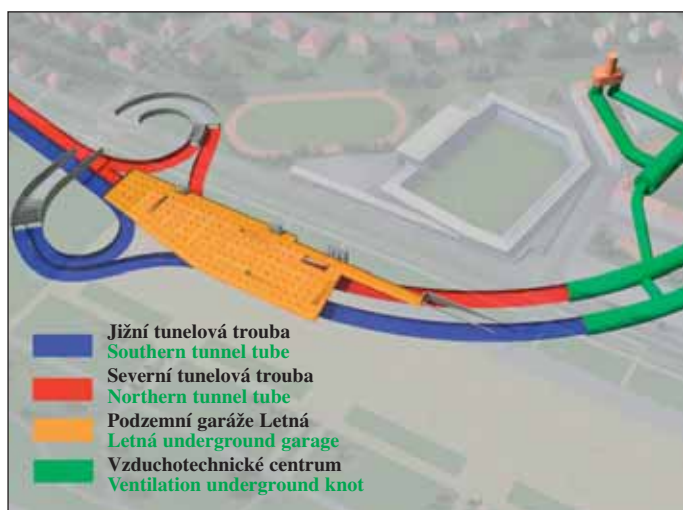
K zajištění požárního a provozního větrání převážné části ražených tunelů úseku Královská obora je pod obytnou zástavbou na Letné navržen složitý komplex podzemních technologických objektů. Největším objektem je strojovna vzduchotechniky, která je umístěna paralelně s trasou tunelů v osové vzdálenosti od severní tunelové trouby cca 85 m. Plocha výrubu činí téměř 300 m², délka 125 m. Při její ražbě v letenských břidlicích s výškou skalního nadloží cca 25 m bude použito vertikálního členění výrubu. Do objektu strojovny vzduchotechniky jsou zaústěny vzduchotechnické kanály zajišťující přívod i odvod vzduchu. Na jižním konci strojovny se napojuje tunel přivádějící čerstvý vzduch do severní tunelové trouby a sloužící zároveň jako dopravní cesta pro zavážení i následně výměny technologických zařízení ve strojovně. Na severním konci na strojovnu navazuje tunel přivádějící čerstvý vzduch přes propojku do jižní tunelové trouby. Do středu strojovny je zaústěn tunel kruhového profilu o průměru 10 m, odvádějící znečištěný vzduch z obou tunelových trub. S třípruhovými tunely je propojen svislými šachtami Ø 8 m.

Tento složitý podzemní uzel zde bylo možné navrhnout jen díky velmi příznivým geologickým podmínkám. Výsledky matematického modelování (MKP) potvrdily realnost navrženého řešení a poskytly informace o předpokládaných velikostech deformací na povrchu, které by neměly překročit 35 mm.

Poslední částí tunelového komplexu Blanka je hloubený úsek na trojském břehu. Tunely zde budou budovány v otevřených stavebních jámách, které jsou paženy do úrovně skalní báze podzemními nebo štětovými stěnami kotvenými v několika úrovních, a níže potom kotvenými skalními stěnami. Jedním z kritérií návrhu byl i vliv povodňového stavu v řece na možnost vyplavání tunelového tubusu. Po vymodelování propustnosti protipovodňového valu, včetně hydraulického odporu a piezometrické výšky, a následném posouzení konstrukce tunelu byla tato možnost vyloučena.

VYBAVENÍ TUNELŮ

Technologické a bezpečnostní vybavení tunelového komplexu Blanka splňuje a v mnoha případech překračuje minimální bezpečnostní požadavky stanovené evropskou směrnicí vydanou v roce 2004. Skutečnost, že všechny pražské automobilové tunely jsou řízeny a ovládány ze dvou dispečerských pracovišť, jedno pro řízení dopravy a druhé pro sledování a řízení technologického vybavení, podmínilo vybavení tunelového komplexu Blanka



Obr. 10 Axonometrie podzemních objektů na Letné

Fig. 10 Axonometry of the underground structures in Letná

Libeň Shale and Řevnice Quartzite. The smallest height of the rock cover is about 1.5m in this location. There is a layer of saturated gravel sand about 11m thick above the rock cover. For that reason jet grouting and pressure grouting of the rock mass will be carried out in this section, from within an exploration gallery, using a system of radial fans of grout holes. The grouting will provide about 1.0 – 1.5m thick “concrete layer” allowing the excavation to safely pass and separating the saturated sediments from the excavated opening. The excavation itself will proceed in this section under the protection of canopy tube pre-support, with a horizontal excavation sequence (top heading, bench and invert) and a permanent invert structure.

The passage of mined tunnels under the Vltava River is also important. It is already the fourth tunnel route under the Vltava River bed (metro lines A, B and C crossings). However, in this particular case, the excavated cross section will be the largest (the area of about 120m²), with the minimum height of the overburden under the riverbed of 14.5m.

The fire ventilation and operating ventilation for the major part of the mined tunnels of the Královská Obora section will be provided by a complex system of underground structures, which is designed to house the equipment. They will be built under existing residential buildings in Letná. The largest of them is a ventilation plant room, which is located in parallel to the tunnel route, at a distance of about 85m between the centre of the room and the centre of the northern tunnel tube. The excavated cross sectional area is nearly 300 m², the length is 125 m. The cavern will be excavated through the Letná Shale, with the rock cover about 25m high, using a vertical excavation sequence (side drifts and a central pillar). The ventilation plant room receives ventilation ducts providing intake and outlet of the air. The tunnel feeding fresh air to the northern tunnel tube and at the same time serving as a route for the transport of the equipment during the installation in the plant room and subsequent replacement is connected to the southern end of the cavern. The tunnel supplying fresh air via a cross passage to the southern tunnel tube is connected to the cavern at the northern end. The tunnel (a circular cross section, 10m in diameter) exhausting polluted air from both tunnel tubes is connected to the mid point of the cavern. It is connected with the three-lane tunnels via vertical shafts 8m in diameter.

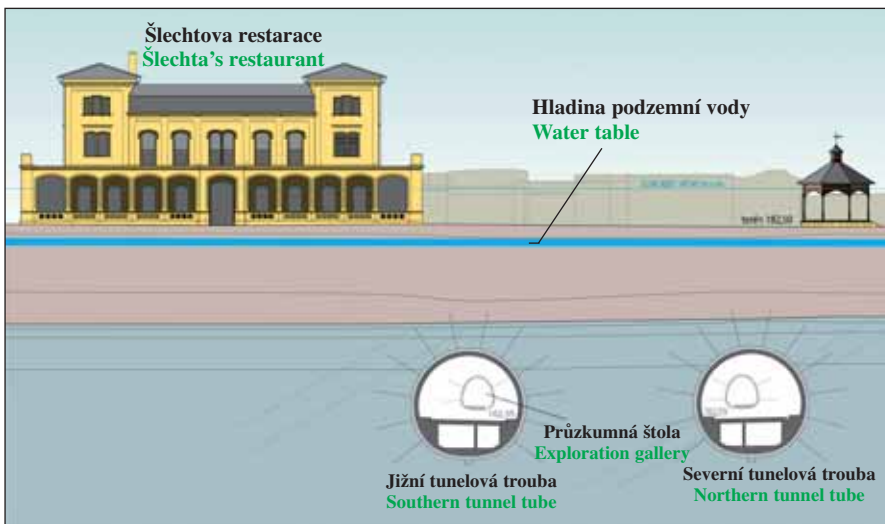
This complicated underground node could be designed only owing to very favourable geological conditions. The results of mathematical modelling (FEM) proved that the designed solution is viable and provided information on the anticipated magnitude of deformations on the surface, which should not exceed 35mm.

The cut and cover section on the Trója bank is the last part of the complex of tunnels Blanka.

The tunnels will be built in open construction trenches, which will have their sides supported down to the level of the bedrock by diaphragm walls or soldier beam and lagging walls anchored in several tiers; the rock walls in the lower level will be supported by anchors. One of the design criteria was also the influence of a flood state in the river on the possibility of the tunnel tube heaving due to buoyancy forces. This possibility was excluded after the modelling of the permeability of the flood dike, including the head loss and piezometric height and the subsequent assessment of the tunnel structure.

TUNNEL EQUIPMENT

The equipment of the complex of tunnels Blanka meets and in many cases exceeds the minimum safety requirements of the European Directive issued in 2004. The fact that all Prague road tunnels are managed and controlled from two control centres, one of them for traffic management and the other for monitoring and control of tunnel equipment, was the reason why the complex of tunnels Blanka will be equipped with adequate monitoring, control and safety systems which will be compatible with the other tunnels. The requirements for the high reliability of the equipment systems and minimum need of maintenance, including minimisation of the operating costs, above all the cost of electrical power, have been set with respect to the high importance of the entire Blanka section for the traffic in Prague as a whole. The power consumption is influenced most of all by the lighting and ventilation systems. For that reason the ventilation system design was paid especially great attention. The operating ventilation system within the complex of tunnels Blanka takes advantage of the piston effect of



Obr. 11 Příčný řez raženými tunely v prostoru pod Stromovkou
Fig. 11 A cross section through the mined tunnels under Stromovka Park

odpovídajícím monitorovacím, řídicím a bezpečnostním vybavením, kompatibilním s ostatními tunely. Důležitý význam celého úseku tunelu z hlediska dopravy v Praze a předpokládaná vysoká intenzita provozu stanovily požadavky na vysokou spolehlivost navržených technologických systémů s minimálními nároky na údržbu včetně minimalizace provozních nákladů, a to zejména nákladů na elektrickou energii. Spotřebu elektrické energie ovlivňuje zejména systém osvětlení a větrání. Z tohoto důvodu byla věnována velká pozornost právě návrhu systému větrání. Provozní systém větrání v tunelovém komplexu Blanka využívá pístopového efektu projíždějících vozidel a kombinuje principy polopříčného a podélného větrání s lokálním odvodem nebo přívodem vzduchu v jednosměrném tunelu. Za běžného provozu je vzduch do tunelu přiváděn převážně vjezdovými portály v kombinaci s lokálními přívody po délce tunelu. Znečištěný vzduch je nuceně odváděn čtyřmi příčně napojenými strojovnami tak, aby byl v co nejvyšší míře omezen výnos z výjezdových portálů. Pro odvod tepla a kouře při požáru je v ražených úsecích navržen nucený odvod polopříčného systému uzavíratelných otvorů v klenbě tunelu, umístěných po cca 80 m. V hloubených úsecích jsou kouř a teplo nuceně odváděny lokálními strojovými nebo pomocí proudových ventilátorů portály.

POSTUP PRACÍ

Pro celkovou koordinaci při výstavbě byla projektantem SATRA, spol. s r. o., zpracována velmi rozsáhlá dokumentace řešící postup realizace od jednotlivých přeložek inženýrských sítí, přes výluky dopravy až po dílčí fáze výstavby a zkušební provoz. Výstavba celého úseku je rozdělena přibližně do 20 základních, navzájem časově a prostorově provázaných etap. Z důvodu zachování provozu MHD bude třeba vybudovat přes 1 km provizorních tramvajových tratí a zřídit tři náhradní autobusové linky. Vlastní realizace tunelů potom bude probíhat z pěti hlavních a několika dílčích stavenišť umístěných po délce trasy.

Ražené tunely budou postupovat vždy od obou portálů se členěním výrubu podle technologických tříd. Ražba bude probíhat za použití trhavin, případně v měkkých horninách strojně. Izolace a definitivní konstrukce se budou provádět proudovou metodou. Celá část tunelového úseku Dejvice bude prováděna čelním odtěhováním. Ostatní hloubené tunely, spolu s provázanými technologickými objekty a podzemními garážemi, budou realizované převážně do otevřených stavebních jam z povrchu. Postup jejich výstavby se bude vždy odvíjet od dokončování navazujících ražených tunelů a tunelů s čelním odtěhováním. V rámci výstavby tunelového komplexu budou vybudovány i další navazující dopravní stavby, jako např. povrchový úsek Městského okruhu v Tróji, nový Prašný most, vestibul stanice metra Hradčanská, dvojce podzemní garáže, podchody pro pěší nebo nový most přes Vltavu v Tróji. Do množství organizačních a technických problémů navíc postupně přibývají další vlivem přípravy výstavby

vehicles passing through the tunnels and combines the semi-transverse and longitudinal ventilation systems with the local exhausting or supplying air from or to the tunnels carrying uni-directional traffic. In the case of ordinary traffic conditions, a major portion of air is supplied to the tunnel via entrance portals; additional local supply points are installed along the tunnel route. Polluted air is exhausted by four ventilation plants, which are connected transversally, so that the dragging of the polluted air by vehicles outside via the exit portals is reduced as much as possible. A forced semi-transverse ventilation system comprising gates is provided with registers in the tunnel crown, installed at about 80m spacing. In the cut-and-cover / cover-and-cut sections, the smoke and heat are evacuated by means of local ventilation plants or through portals by jet fans.

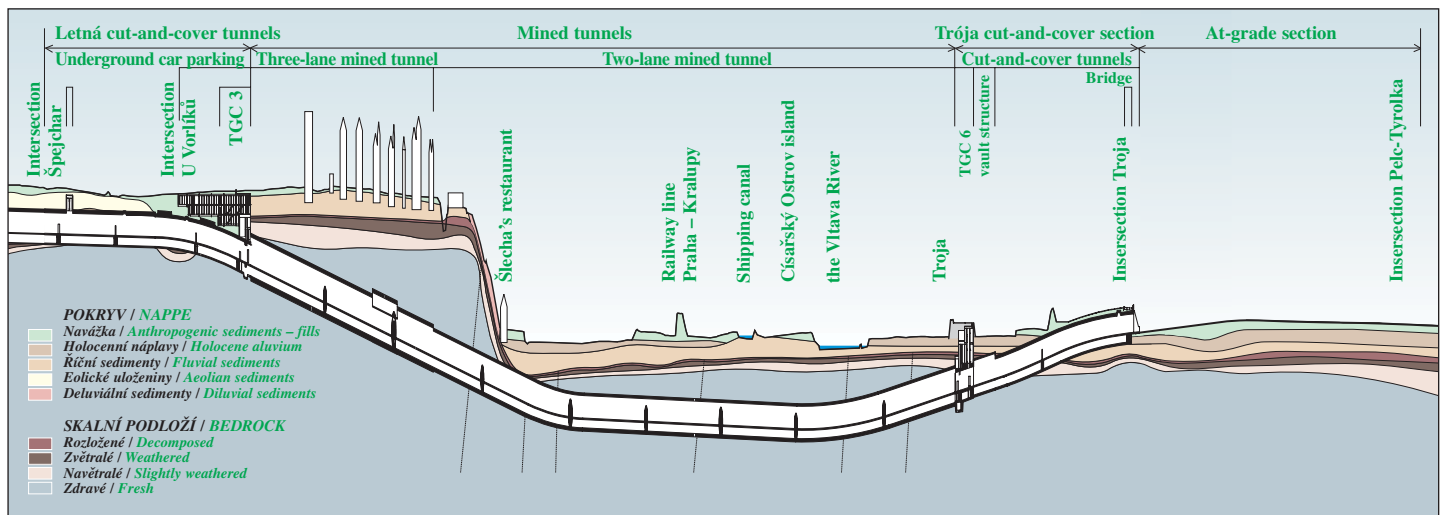
CONSTRUCTION WORKS SEQUENCE

The designer, SATRA spol. s r. o., prepared an extensive package of documents intended to facilitate the overall coordination of the construction works. The documents deal with the sequence of the works, starting from individual diversions of utility networks, through closures of traffic, to partial construction phases and commissioning. The construction of the whole section is divided into approximately 20 basic stages, which are interrelated in terms of the time and space. Over 1km of temporary tram tracks will have to be built and three alternate bus lines will be necessary to maintain the urban mass transit running. The tunnels themselves will be constructed from five major sites and several minor sites located along the route.

The mined tunnel sections will be excavated from both portals of each section. The excavation sequence will correspond to the respective excavation support classes. The rock will be disintegrated by the drill and blast technique or, in weaker rock, mechanically. The waterproofing and final lining will be installed using the flow method. The whole Dejvice tunnel section will be constructed using the cover-and-cut method. Major part of the other tunnels and related technical services structures and underground car parks will be mostly built using the cut-and-cover technique. The sequence of the construction of the cut-and-cover sections will always depend on the progress of completing the mined tunnels and cover-and-cut tunnels. There are other transport-related structures which will be constructed within the framework of the implementation of the Blanka project, for example the at-grade section of the City Circle Road in Trója, the new Prašný Bridge, a concourse hall for Hradčanská metro station, two underground car parks, pedestrian subways or a new bridge over the Vltava River in Trója. New problems gradually emerge and are added to the multitude



Obr. 12 Vizualizace raženého dvoupruhového tunelu v úseku Královská obora
Fig. 12 Visualisation of the mined double-lane tunnel in the Královská Obora section



Obr. 13 Podélný profil tunelového úseku Královská obora
Fig. 13 Longitudinal profile of the Královská Obora tunnel section

prostorově, nikoliv investičně, svázaných objektů umístěných v těsném sousedství trasy okruhu. Především jde o objekt Národní knihovny, Národní fotbalový stadion, nebo výstavbu rychlodráhy Praha–Kladno s železniční stanicí Dejvice.

Nedílnou součástí výstavby ražených tunelů je geotechnický monitoring. V případě tunelového komplexu Blanka je ovšem množství typů měření a druhů odečítaných hodnot, ovlivněných objektů, měřících profilů, sledovacích zařízení, atd. nesrovnatelné s žádnou doposud realizovanou stavbou v České republice. Celkem se předpokládá provádění 26 druhů základních typů měření určených pro bezpečný postup výstavby, návazné kroky observační metody a rovněž pro zkušební provoz tunelu.

ZÁVĚR

Rozsah celé stavby je unikátní a lze ho srovnat snad pouze s výstavbou pražského metra v 60. až 80. letech minulého století. Tomu odpovídá i délka přípravy stavby, množství vyvolaných investic, počty přeložek inženýrských sítí, výluky a omezení dopravy včetně MHD a vůbec koordinace a organizace celé výstavby. Ve výsledném efektu dojde v průběhu realizace k ovlivnění dopravního života převážné části hlavního města. Výstavba byla započata v dubnu roku 2005 v prostoru budoucí mimoúrovňové křižovatky Malovanka a postupně se rozbíhá i v dalších částech trasy. Od dubna 2007 probíhají stavební práce na stavební jámě a přípravě portálu pro ražené tunely v Tróji. Počátek ražeb od trojského portálu nastal v polovině července letošního roku. V červnu již začaly i první práce v prostoru letenské pláně.

Po dokončení plánovaném na rok 2011 dojde ke značnému zlepšení životního prostředí nejen v bezprostředním okolí stavby, v oblasti na hranicích historického centra Prahy zapsaného na seznam kulturního a historického dědictví UNESCO. Dnes je tento prostor neúměrně zatěžován průjezdnou dopravou se všemi ekologickými, ale i dopravně-kapacitními důsledky. Zároveň dojde k dalšímu rozšíření, pro život města nezbytně důležitých, hlavních automobilových komunikací, v souladu s předpoklady stanovenými v platném územním plánu hlavního města Prahy.

Hlavní autor: ING. PAVEL ŠOUREK, pavel.sourek@satra.cz,
Spoluautoři:

ING. ALEXANDR BUTOVIČ, alexandr.butovic@satra.cz,

ING. JOSEF DVOŘÁK (†),

ING. FRANTIŠEK POLÁK, frantisek.polak@satra.cz,

ING. LUDVÍK ŠAJTAR, ludvik.sajtar@satra.cz,

Grafická spolupráce: JAKUB KARLÍČEK,

jakub.karlícek@satra.cz,

SATRA, spol. s r. o.

Main Author: ING. PAVEL ŠOUREK
pavel.sourek@satra.cz

Co-Authors:

ING. ALEXANDR BUTOVIČ, alexandr.butovic@satra.cz,

ING. JOSEF DVOŘÁK (†),

ING. FRANTIŠEK POLÁK, frantisek.polak@satra.cz,

ING. LUDVÍK ŠAJTAR, ludvik.sajtar@satra.cz,

Graphic Design:

JAKUB KARLÍČEK, jakub.karlícek@satra.cz

SATRA, spol. s r. o.

of organisational and engineering problems owing to the preparation of other structures in the close vicinity of the Circle Road route which relate to the Blanka project in terms of the space but not in terms of the funding sources. The main examples of such constructions are the National Library building, the National Football Stadium or the high-speed track Prague – Kladno with the Dejvice railway station.

Geotechnical monitoring is an inseparable part of the tunnel excavation operations. However, none of the projects which have been completed in the Czech Republic till now can compare with the complex of tunnels Blanka in terms of the quantity of measurement types and kinds of measured variables, the number of structures affected by the excavation, the number of monitoring stations, monitoring instruments etc. The total of 26 basic types of measurements is expected to be sufficient for securing the safe progress of the construction, for determination of the subsequent steps of the observational method and also for the trial operation of the tunnels.

CONCLUSION

The extent of the entire project is unique. It may be probably compared only with the development of the Prague Metro lines in the 1960s to 1980s. The duration of the construction planning phase, the number of induced investment cases, diversions of utility networks, closures of traffic and traffic restrictions including urban mass transit restrictions and the organisation of the works as the whole correspond to this extent. The resultant effect which will take place during the course of the construction operations will manifest itself in the form of worsened traffic conditions in most parts of the capital of the Czech Republic. The construction started in April 2005 in the area of the future grade-separated intersection Malovanka. The work is gradually starting on other parts of the route. April saw the beginning of the work on the construction trench and preparation of the portal for the mined tunnels in Trója. The tunnel excavation from the Trója portal will start before mid July 2007. Initial construction operations in the area of Letná Plain began in June.

After the completion, which is scheduled for 2011, the environment will be significantly improved not only in the close vicinity of the Blanka structures, i.e. in the area on the border of the UNESCO listed historic centre of Prague. This area is today inadequately burdened by through traffic and all of the attending impacts on the environment and the capacity of traffic. At the same time, the principal roads will be further widened to comply with the assumptions set by the valid development plan of the City of Prague.